

Z Zakładu Geografii Fizycznej UMCS
Kierownik: prof. dr Adam Malicki

Władysław MASŁOWSKI, Jan TREMBACZOWSKI

**Piaski wydmowe południowego obrzeżenia Kotliny Wielkich Jezior
w zachodniej Mongolii¹**

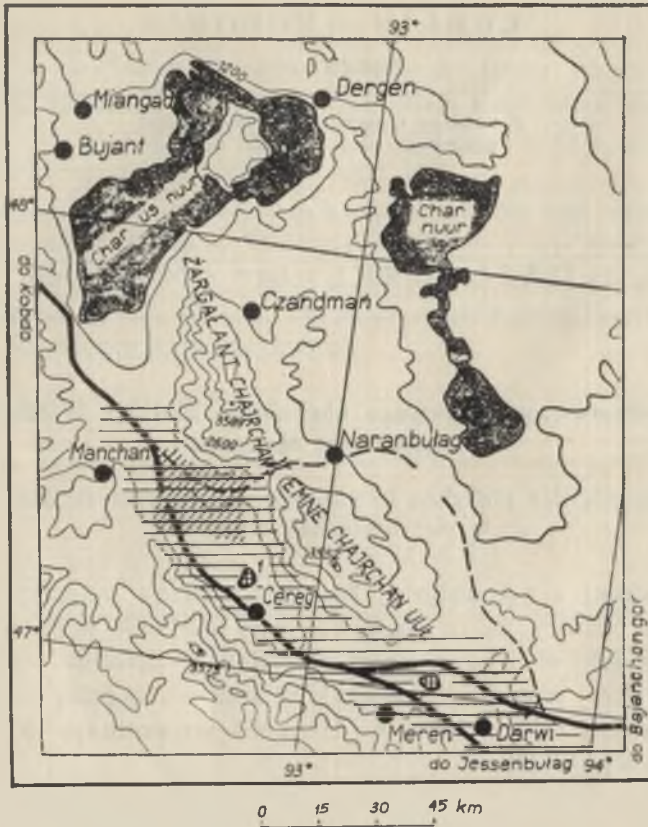
Dünensande der südlichen Umrandung des Beckens Grosser Seen
in der westlichen Mongolei




W zachodniej i południowej Mongolii utwory piaszczyste zajmują dość rozległe obszary. Są to piaski zarówno osadzone w basenach jeziornych jak też deltowe i akumulacji eolicznej. Te ostatnie tworzą wydmy w postaci wałów, pagórków, kopczyków oraz — rzadziej — barchanów. O występowaniu takich form w Mongolii wspominają Kozłow (1) oraz Murzajew (2).

Niniejsza rozprawa dotyczy charakterystyki piasków eolicznych obszaru leżącego na południowej peryferii Kotliny Wielkich Jezior. Piaszczysty ten obszar leży w dnie zapadliska śródgórskiego i rozciąga się na wschód od miejscowości Manchan, niedaleko przełęczy Naranbułag (por. mapa, ryc. 1). Północną część dna tego zapadliska rozcina koryto potoku Cencher goł, przepływającego w pobliżu Manchan. Powierzchnia omawianego obszaru piasków eolicznych podnosi się w kierunku masywu górskiego Dżargałant-chajrchan i dochodzi do jego podnóża. Różnica wysokości obu poziomów, to jest koryta potoku i podnóża masywu górskiego, przekracza sto kilkadziesiąt metrów.

Spośród wydym występujących na omawianym obszarze przebadane zostały dwie między sobą różniące się formy, występujące na rozległym, piaszczystym stożku u stóp masywu górskiego. Formy te odległe są od koryta Cencher goł o około 2—3 km w kierunku północnym. Interesujące nas formy to pagórek wydmy, oznaczony na szkicu (ryc. 2) jako wydma I, oraz wał wydmy (na szkicu oznaczony jako wydma II).

¹ Spostrzeżenia poczynione w Mongolii w okresie prac Polskiej Ekspedycji Geologicznej (1962—1964), której kierownikiem był dr Edmund Rutkowski.



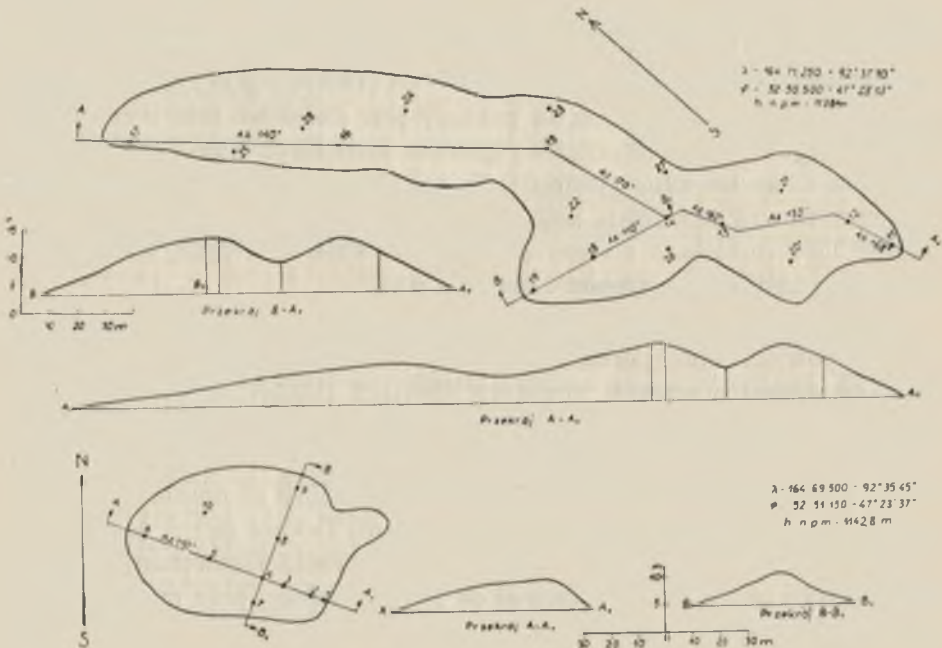
- I.  obszar występowania wydmy
- II.  rów-zapadlisko Cereg
- III.  jeziorka bezodpływowe
i Dzergen Cagan

Ryc. 1. Wycinek przeglądowej mapy zachodniej Mongolii
Ausschnitt einer Übersichtskarte der westlichen Mongolei

Wał wydmy oddalony jest od pagórka o około 1700 m w kierunku ESE. Podstawa pagórka wydmy przypomina kształtem elipsę, zniekształconą nieco od strony wschodniej, a wydłużoną w kierunku równoleżnikowym (ryc. 2). Dłuższa oś tej wydmy nie przekracza u podstawy 100 m, zaś szerokość podstawy wynosi 55 m. Maksymalna wysokość względna tej formy dochodzi do 6 m, bezwzględna zaś wynosi 1142,8 m. Odmienne natomiast kształtują się odpowiednie cechy wału wydmy. Oprócz wyraźnej orientacji wału w kierunku NW—SE, forma ta różni się od

poprzednio wymienionej wydmy również wymiarami. Długość wału dochodzi bowiem do 300 m, a jego szerokość waha się w granicach 30—40 m (w jednym tylko miejscu wał ten mierzony prostopadle do jego osi osiąga szerokość 75 m). Względna wysokość wału wydmorego wynosi ok. 8 m, zaś w miejscu, w którym wydma wyraźnie się rozszerza, jej wysokość wzrasta do 10 m. Wał ten położony jest na wysokości 1138 m n.p.m.

Z obu wspomnianych wydym pobrano latem 1963 r. ogółem 27 prób piasku. I tak z wydmy I pobrano 10 prób (numery prób 1—10), zaś z wydmy II — 17 prób (numery 11—27). Wszystkie próby pochodzą z jednakowej głębokości wynoszącej około 50 cm. Miejsca pobrania prób z wydym uwidoczniono na ryc. 2. Oprócz wspomnianych już prób pobrano



Ryc. 2. Plany i przekroje badanych wydym (cyfry oznaczają miejsca pobrania prób oraz ich numerację)

Pläne und Profile der untersuchten Dünen (Die Ziffern bezeichnen Stellen an denen man Proben entnahm, sowie ihre Nummerierung)

dotatkowo jeszcze jedną (nr próby 28), pochodzącą z tego samego obszaru piaszczystego, z odległości około 1 km na NE od badanych wydym. Ta peryferyjna strefa piasków pozbawiona jest form wydmorewych. Wznosi się ona do kilkudziesięciu metrów powyżej obszaru z opisanymi wydymami. Na jej powierzchni występuje skąpa roślinność, co wpływa na

utrwalanie piasków i decyduje zapewne o braku wydym na jej powierzchni. Dodać należy, iż w odróżnieniu od charakterystyki wspomnianej strefy, opisywane wydmy (pagórek i wał) pozbawione są roślinności, która bardzo skąpo występuje jedynie na ich obrzeżeniu. Ruchome piaski wydym są więc w małym tylko stopniu utrwalane przez bardzo ubogą roślinność.

CHARAKTERYSTYKA FIZYCZNO-GEOGRAFICZNA OBSZARU WYSTĘPOWANIA WYDM

Kotlina Wielkich Jezior leży w zachodniej Mongolii, między Altajem Mongolskim na zachodzie i masywem Changaju na wschodzie. Wysokość dna kotliny nad poziomem morza waha się od 750 m na północy do 1500 m na południu. Najniższy obszar w obrębie Kotliny Wielkich Jezior tworzy powierzchnia jeziora Uws nuur² — (743 m n.p.m.). Powierzchnia kotliny pochylona z południa ku północy jest dnem wielkiego zapadliska śródgórskiego. O jej tektonicznej genezie świadczyć może przylegający od SE do Char us nuur (jezioro „Czarnej wody”) masyw Dżirgalangtu chajrchan nuruu o budowie zrębowej. Masyw ten, wznoszący się do wysokości 3589 m, opada stromo do poziomu Char us nuur, którego powierzchnia leży na wysokości 1153 m n.p.m.

W krajobrazie kotliny dominują półpustynie oraz stepy pustynne, których powierzchnie porożrywane są masywami góorskimi oraz skalistymi ostańcami o ostrych, śmiałych formach zbudowanych z granitów, diabazów. Dość rozpowszechnione są również silnie zniszczone pagóry zbudowane z twardych skał podłoża i wywierające wrażenie zatopionych gór. Najtypowszym składnikiem krajobrazu kotliny są obszary piaszczyste wchodzące w skład półpustyń oraz pustyń. Takimi są np. Mongoł els, pustynia rozpościerająca się po obu stronach rzeki Dżawchan, pustynia Baga nuuryn urd els — na wschód od jeziora Dürge, oraz pustynie Boro chara na prawym brzegu rzeki Chüngüj i Borig del els — na wschód od jeziora Uws oraz inne. Występowanie dużych powierzchni piaszczystych wiązać by należało z działalnością rzek, które w dolnych swych biegach osadziły u schyłku plejstocenu ogromne masy piasków przeformowanych następnie przez wiatry.

Analizowane próby piasku wydymowego pochodzą z głębokiego rowu-zapadliska śródgórskiego, stanowiącego południowo-wschodnie przedłużenie zagłębienia Char us nuur. Zapadlisko to nazywać będziemy zapadliskiem Ceregu (od nazwy miasteczka powiatowego Cereg). Zapadlisko Ceregu obrzeżone jest od wschodu i północy potężnym masywem

² Nuur — mongolska nazwa jeziora.

górskim o nazwie Dżirgałantu chajrchan nuruu (albo Dżargałant chajrchan względnie Dżün dżirgałantu), biegnącym w kierunku NW. Masyw ten stanowi jedno z północnych odgałęzień środkowego łańcucha Ałtaju Mongolskiego, nigdzie jednak nie styka się bezpośrednio z głównym łańcuchem tego systemu. Północne wzniesienie masywu Dżirgałantu-chajrchan-nuruu dochodzi do wysokości 3589 m n.p.m., zaś południowe, o nazwie Ömnö-chajrchan-uul (albo Bumbatu chajrchan) osiąga wysokość 3552 m. Oba te wzniesienia rozdziela bardzo głęboka przełęcz („Naranbulag”), leżąca na wysokości 1850 m. Od południa i zachodu zapadlisko Ceregu zamyka masyw Baatar chajrchan (3575 m) stanowiący środkową część łańcucha Ałtaju Mongolskiego. Długość tego zapadliska wynosi ok. 170 km przy średniej szerokości wynoszącej ok. 15—22 km; kierunek zapadliska — NW—SE. W budowie geologicznej zapadliska Ceregu główną rolę odgrywają stożki napływowe obrzeżające owo zapadlisko, a powstałe w wyniku denudacji okalających je masywów górskich. Powierzchnie owych stożków usiane są licznymi głazami oraz żwirem; w ich budowie obok żwirów i piasków bierze również udział materiał pylasty (muły). Materiał osadzony w stożkach pochodzi z wietrzenia i degradacji skał zarówno krystalicznych jak i osadowych; złożony zaś został przez licznie spływające z gór okresowe i stałe strumienie. W okolicy Manchan, w miarę zbliżania się ku wnętrzu zapadliska materiał budujący stożki staje się bardziej wysortowany dzięki przepływającym tu wodom rzek Chojt Cencher i Dumda Cencher. Na tym obszarze powierzchnia zapadliska staje się równa i usiana jest kamieniami, żwirem i otoczkami, miejscami zaś odsłaniają się poławie bardziej ilastego podłoża. Koryto Tögürik goł (rzeka z połączenia potoków Chojt Cencher i Dumda Cencher) w głębszych wcięciach odsłania miejscami ility, gliny oraz piaski pochodzenia jeziornego. Sondowania geoelektryczne wykonane w poprzek całego zapadliska w rejonie somonu Manchan wykazały, iż miąższość utworów czwartorzędowych i — być może — trzeciorzędowych wynosi około 300—400 metrów. Zalegają one na skałach krystalicznych.

Występujące na obszarze zapadliska Ceregu osady jeziorne świadczyć by mogły o połączeniu w starszym okresie (górnym trzeciorzęd?) zagłębienia Char us nuur z zagłębieniem Szargain gobi. Występujące w rejonach somonów Cereg i Darwi małe jeziora są basenami reliktowymi większego, prawdopodobnie trzeciorzędowego i plejstocenijskiego jeziora. Niektóre jeziora prawie wyschły i przekształciły się w solonczaki, których dno i brzegi pokrywają białe, lśniące w słońcu kryształki soli. Brzegi owych jezior są płaskie, toteż w okresie opadów podnosi się w nich szybko poziom wód, które zalewają przyległe obszary bagnistych solonczaków.

Potoki zapadliska Ceregu mimo dużej zlewni nie są zasobne w wodę, zwłaszcza w okresach kilkumiesięcznych susz. Wiele z nich ożywia się dopiero w okresie opadów deszczowych³. Spływające z północnych stoków Altaju Mongolskiego potoki Chojt Cencher goł oraz Dumda Cencher goł dają początek rzece Tögürik, która na obszarze równiny rozdziela się na dwa ramiona o przeciwnych kierunkach: północno-zachodnie o nazwie Tatał goł kieruje swoje wody do Char us nuur, zaś ramię południowo-wschodnie do jeziora Dzergen-cagan. Ramię północno-zachodnie jest w większości okresu suche, zaś wody prowadzi tylko w okresie opadów.

Na dnie doliny rzeki Tögürik oraz innych, bezimiennych potoków, duże skupienia tworzą piaski. Pochodzą one ze zwiertzenia skał głównie granitowych. Dominują jednak piaski eoliczne, niekiedy występujące jako piaski lotne. Lotne piaski występują np. przy drodze wiodącej z przełęczy Naranbułag do Kobdo i stanowią duże utrudnienie w komunikacji. Piaszczyste obszary są w większości utrwalone częściowo przez roślinność. Występują na nich skupiska wałów oraz wędrujących pagórków wydmowych. Osie form eolicznych mają w zasadzie kierunek zgodny z kierunkiem zapadliska Ceregu, to jest NW—SE. Odchylenia osi wydm od tego kierunku świadczyć by mogły o istnieniu w zapadlisku kilku kierunków wiatru, mimo iż głównym i zasadniczym jest kierunek południowo-wschodni.

MATERIAŁ WYDMOWY

Na materiał wydmowy składają się piaski, które makroskopowo można by określić jako drobnoziarniste, jasne, żółtawo-szare. Z HCl piaski te reagują raczej słabo (zwłaszcza w próbach nr 1—10, z wyjątkiem prób nr 4 i 7), w pozostałych próbach (11—28) dość silnie (szczególnie we frakcji 1,0—0,5 mm).

Analizowane piaski wydmowe wykazują duże wahania składu granulometrycznego. Znamienną cechą tych piasków jest ich drobnoziarnistość. Ziarna wielkości poniżej 0,5 mm średnicy reprezentowane są średnio aż w 99,1%.

Najbardziej liczną frakcją ziarn materiału wydmowego jest frakcja 0,25—0,10 mm. Udział ziarn tej frakcji wynosi średnio 44,1%. Stwierdzić

³ W początkach sierpnia 1963 r., po niewielkich opadach w górach, suche sajry i koryta rzek zamieniły się w rwące potoki. Największa na tym obszarze rzeka Tögürik nie pomieściła wód w swoim korycie. Wielkie masy mętnej, brunatnoczekoladowej, zawiesistej wody rozlały się na ogromnych przestrzeniach i pokryły znaczną część zapadliska. Toczone po dnie koryta duże bloki skalne oraz osuwanie się olbrzymich zwałów ziemi do wody — oto rezultat działalności tej na pozór małej i nie groźnej rzeczki. Wody powodziowe opadły dopiero po kilku dniach.

Tab. 1. Skład granulometryczny piasków wydmorewych z obszaru kotliny śródgórskiej, na S od jeziora Char us nuur (zach. Mongolia)
Granulometrische Zusammensetzung der Dünensande aus dem Gebiet der Senke südlich des Sees Char us nuur (westliche Mongolei)

Numer próby Probe- num- mer	Udział poszczególnych frakcji ziarn (w mm) w % wagowych Anteil einzelner Kornfraktionen (in mm) in Gewichtsprozenten							Wielkość próby (w gramach) Gewicht der Probe (in Grammen)
	> 2,0	2,0—1,0	1,0—0,5	0,5—0,25	0,25—0,1	0,1—0,06	< 0,06	
1	—	—	0,12	16,92	11,28	71,28	0,39	98
2	—	—	0,01	15,21	79,71	4,98	0,09	197
3	—	—	śl.	16,77	64,84	18,24	0,15	162
4	—	—	0,05	26,90	23,97	48,85	0,22	184
5	—	—	0,10	24,51	38,82	36,21	0,36	153
6	—	—	0,22	12,23	51,64	35,63	0,28	113
7	—	0,02	0,14	16,31	74,00	8,90	0,63	152
8	—	—	0,03	8,08	71,33	20,34	0,21	154
9	0,03	—	0,12	15,64	65,55	18,15	0,51	167
10	—	—	0,04	11,37	74,31	13,92	0,35	153
11	—	—	3,72	43,53	49,75	2,95	0,03	196
12	—	—	0,26	40,34	34,43	24,91	0,06	174
13	—	—	0,60	54,08	29,79	15,44	0,07	171
14	—	—	0,12	44,51	42,39	12,80	0,18	170
15	—	śl.	1,66	47,76	31,65	18,59	0,34	170
16	—	—	1,96	46,38	19,34	32,16	0,15	163
17	—	0,06	7,35	41,59	5,04	45,64	0,31	161
18	—	śl.	0,53	51,57	23,84	23,77	0,28	159
19	—	0,01	0,57	34,71	40,96	23,55	0,20	145
20	—	—	1,43	47,00	46,06	5,16	0,35	188
21	—	—	1,66	40,89	28,64	28,56	0,23	148
22	—	—	0,61	29,64	58,37	11,19	0,18	160
23	—	0,04	3,31	20,71	43,84	31,47	0,63	120
24	—	—	1,54	28,92	42,18	27,08	0,28	163
25	—	śl.	2,26	45,64	44,16	7,68	0,25	177
26	—	—	0,10	23,89	30,50	45,41	0,10	151
27	—	śl.	0,15	34,70	60,05	4,77	0,32	170
28	0,06	0,37	2,22	25,62	51,76	19,26	0,69	173

należy również dość wysoki odsetek ziarn frakcji 0,10—0,06 mm, wynoszący średnio 22,5%. Bardzo zaś słabo reprezentowane są w piaskach wydmorewych ziarna wielkości poniżej 0,06 mm (średnio 0,2%), a jeszcze bardziej skąpy udział wykazują ziarna frakcji 2,0—1,0 mm, występujące tylko w śladach. Ziarn wielkości powyżej 2,0 mm praktycznie biorąc brak zupełnie. Z tabeli 1 i 2 widać wyraźnie, iż głównym składnikiem analizowanych piasków wydmorewych są ziarna wielkości od 0,06 do 0,5 mm.

Tab. 2. Średnie wartości składu granulowanego piasków wydmych kotliny śródgórskiej na S od jeziora Char us nuur (w %% wagowych)
Mittlere Werte der granulometrischen Zusammensetzung von Dünenanden aus der Senke südlich des Sees Char us nuur (in Gewichtsprozenten)

Fracje ziarn w mm Kornfraktionen in mm	Wydma I - I. Düne			Wydma II - II. Düne		
	minim. minimal	maksym. maximal	średnio mittel	minim. minimal	maksym. maximal	średnio mittel
> 2,00	—	0,03	—	—	—	—
2,00—1,00	—	0,02	—	—	0,06	0,01
1,00—0,50	0,01	0,22	0,08	0,10	7,35	1,64
0,50—0,25	8,08	26,90	16,39	20,71	54,08	39,76
0,25—0,10	11,28	79,71	55,54	5,04	60,05	37,12
0,10—0,06	4,98	71,28	27,65	2,95	45,64	21,24
< 0,06	0,09	0,63	0,32	0,03	0,63	0,23

Tab. 3. Średni udział kwarcu w piaskach wydmych kotliny śródgórskiej na S od jeziora Char us nuur (w %% wagowych)
Mittlerer Anteil von Quarzkörnern in Dünenanden, südlich des Sees Char us nuur (in Gewichtsprozenten)

Fracje ziarn w mm Kornfraktionen in mm	Wydma I - I. Düne			Wydma II - II. Düne		
	minim. minimal	maksym. maximal	średnio mittel	minim. minimal	maksym. maximal	średnio mittel
1,00—0,50	62,5	79,3	70,42	64,7	80,6	73,63
0,50—0,25	74,9	86,9	80,70	80,0	90,9	85,07
0,25—0,10	74,1	93,4	83,03	78,1	93,4	86,58

Interesujące wyniki uzyskano z analizy obróbki mechanicznej ziarn kwarcu (tab. 4). W 28 próbach piasków analizowanych w trzech poszczególnych frakcjach (1,0—0,5, 0,5—0,25 oraz 0,25—0,10 mm) nie znaleziono ani jednego ziarna wykazującego zupełne obtoczenie. Tylko w sześciu próbach znaleziono zaledwie po jednym ziarnie obtoczone. Niewielki jest również udział ziarn średnio obtoczonych; średnio wynosi on zaledwie 3,8%. Najliczniejsze są ziarna słabo obtoczone; średni ich udział w piaskach wydmych wynosi 53,8%. Mniej liczną grupę stanowią ziarna zupełnie nie obtoczone (ostrokrawędziste), reprezentowane średnio w 39,3%.

Odnosnie stopnia zmatowienia ziarn kwarcu, stwierdzono w badanych piaskach wydmych zdecydowaną przewagę ziarn półmatowych. Zawartość ziarn półmatowych w omawianych piaskach wyraża się wartością od 85,5 do 98,3% (średnio 92,7%). Udział ziarn błyszczących jest

skromny i wynosi maksymalnie 11,5% (średnio 2,6%), podobnie jak i ziarn matowych, które stanowią średnio 3,6% (maksymalnie 13,6%).

W składzie mineralogicznym omawianych piasków wydmyowych dominującą grupę minerałów stanowi kwarc, reprezentowany średnio w 80,5%. Pozostałe ziarna to okruchy skał osadowych i krystalicznych, łuszczyki (głównie muskowitz) oraz szczątki organiczne (roślinne). Odnośnie udziału ziarn kwarcu w poszczególnych frakcjach należy stwierdzić, że najliczniej ziarna te reprezentowane są we frakcjach 0,50—0,25 mm oraz 0,25—0,10 mm. We frakcji 0,50—0,25 mm kwarc występuje w ilości od 74,9% do 90,9%, zaś we frakcji 0,25—0,10 mm — w ilości 74,1—93,4%. Udział ziarn kwarcu w obu tych frakcjach jest więc wysoki i nie wykazuje większego zróżnicowania. We frakcji 1,0—0,5 mm udział ziarn kwarcowych jest niższy i waha się w granicach od 62,5 do 80,6%.

Odnośnie do udziału minerałów ciężkich (badania te wykonano dla piasków frakcji 0,10—0,06 mm) stwierdzono dość znaczny ich odsetek (od 5,0 do 12,7%), gdy chodzi o stosunki wagowe. Analiza minerałów ciężkich wykazała duży udział amfiboli i epidotu. Na podkreślenie zasługuje również fakt występowania w dość znacznych ilościach magnetytu oraz apatyty. Pozostałe minerały (tab. 6) występują tylko jako pojedyncze ziarna. W nieco większej od nich ilości pojawia się cyrkon.

PORÓWNANIE MATERIAŁU OBU FORM EOLICZNYCH

Uzyskane wyniki (tab. 1, 2, 3 i 5) pozwalają na dokonanie próby porównania charakteru piasków obu badanych form wydmyowych. Analizując średnie wartości (tab. 2 i ryc. 3) składu granulometrycznego piasków budujących pagórek wydmy („wydma I”) oraz piasków podłużnego wału wydmyowego („wydma II”), nietrudno zauważyć, że materiał pierwszej z wymienionych form jest drobniejszy od tworzywa formy pozostałej. Podczas gdy w I wydmy frakcja 0,25—0,10 mm zawiera więcej niż połowę wszystkich ziarn piasku (średnio 55,54%), to w wydmy II odpowiednia wartość wynosi średnio 37,12%. Ziarn większych zaś (powyżej 0,25 mm) jest w wydmy I ogółem 16,47% (średnio), podczas gdy w wydmy II reprezentowane są one średnio w ilości 41,41%.

Różnice między piaskami obu wydmy dotyczą również stopnia obtoczenia ziarn. Z tabeli 5 wynika, iż wydma I zawiera we wszystkich analizowanych frakcjach ziarn nieco więcej ziarenek ostrokrawędzistych aniżeli wydma II. Różnice te wahają się od 4,98% (we frakcji 0,25—0,10 mm) i 5,96% (we frakcji 0,50—0,25 mm) do 7,5% (we frakcji 1,0—0,50 mm). Tak więc piaski wydmy II są nieco lepiej obtoczone aniżeli piaski budujące wydmy I.

Tab. 4. Obróbka mechaniczna ziarn kwarcu w piaskach wydmych z obszaru kotliny śródgórskiej, na S od Char us nuur
 Mechanische Bearbeitung der Quarzkörner in Dünen sanden aus dem Gebiet der Senke, südlich des Sees Char us nuur

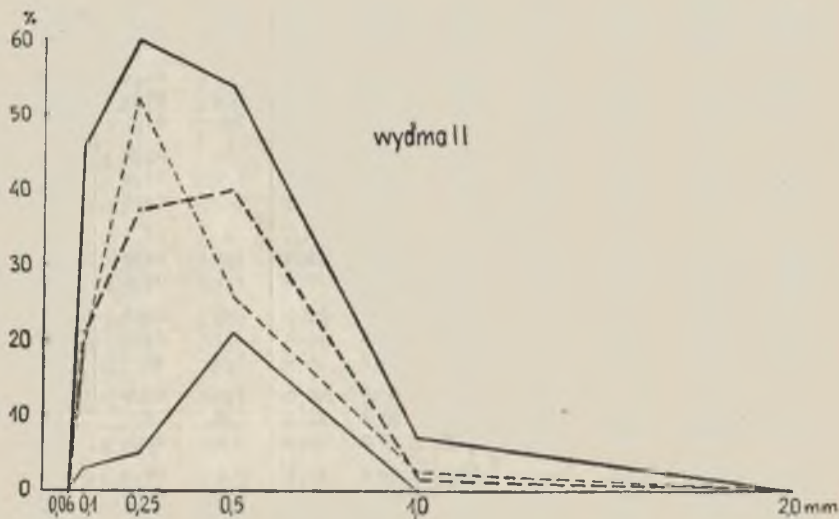
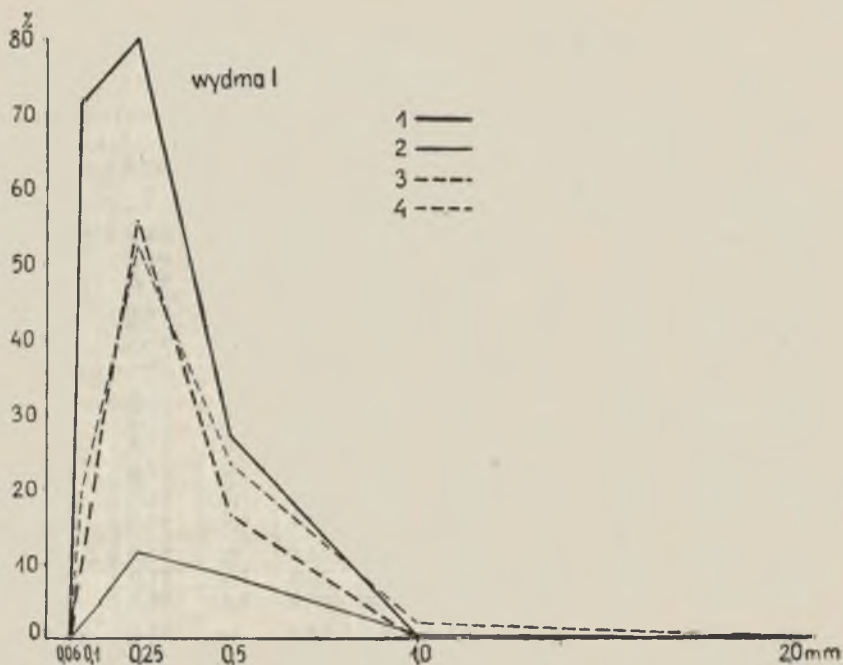
Numer próby Probennummer	Fracja ziarn w mm Kornfraktion in mm	Ilość analizowa- nych ziarn Anzahl der ana- lysierten Körner	Zawartość ziarn w % ilościowych Korninhalt in Mengenprozenten									% kwarcu Quarzprozent
			wg stopnia obtoczenia nach dem Abrundungsgrad					wg stopnia zmatowienia nach dem Mattierungs- grad				
			I	II	III	IV	V	1	2	3		
1	1,00—0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,50—0,25	200	—	—	2,0	64,5	33,5	2,0	97,0	1,0	81,3	
	0,25—0,10	200	—	—	0,5	60,0	39,5	8,0	91,0	1,0	74,1	
2	1,00—0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	0,50—0,25	200	—	—	1,5	61,5	37,0	3,0	96,0	1,0	76,9	
	0,25—0,10	200	—	0,5	1,0	67,5	31,0	3,0	95,5	1,5	81,3	
3	1,00—0,50	22	—	—	9,1	63,6	27,3	—	86,4	13,6	62,8	
	0,50—0,25	200	—	—	1,0	53,0	46,0	7,0	92,0	1,0	78,1	
	0,25—0,10	200	—	—	0,5	70,0	29,5	7,0	92,5	0,5	83,7	
4	1,00—0,50	58	—	—	5,2	65,5	29,3	—	98,3	1,7	69,9	
	0,50—0,25	200	—	—	1,0	57,5	41,5	5,5	91,0	3,5	74,9	
	0,25—0,10	200	—	—	0,5	58,5	41,0	8,0	90,5	1,5	85,9	
5	1,00—0,50	200	—	—	2,5	55,0	42,5	—	96,5	3,5	72,7	
	0,50—0,25	200	—	—	2,0	56,0	42,0	8,5	85,5	6,0	78,1	
	0,25—0,10	200	—	—	2,0	60,0	38,0	11,5	86,0	2,5	82,6	
6	1,00—0,50	200	—	—	1,5	53,5	45,0	2,0	93,0	5,0	79,3	
	0,50—0,25	200	—	—	1,0	45,0	54,0	7,5	89,0	3,5	86,6	
	0,25—0,10	200	—	—	—	51,0	49,0	7,0	92,0	1,0	85,8	
7	1,00—0,50	200	—	—	1,0	35,0	64,0	1,0	97,0	2,0	77,8	
	0,50—0,25	200	—	—	2,0	50,0	48,0	4,5	91,5	4,0	78,4	
	0,25—0,10	200	—	—	1,0	52,0	47,0	3,0	94,0	3,0	83,7	
8	1,00—0,50	50	—	—	2,0	52,0	46,0	—	90,0	10,0	62,5	
	0,50—0,25	200	—	—	0,5	43,5	56,0	4,5	89,5	6,0	82,9	
	0,25—0,10	200	—	—	—	54,0	46,0	7,5	91,0	1,5	82,9	
9	1,00—0,50	200	—	—	1,5	49,5	49,0	0,5	91,0	8,5	72,5	
	0,50—0,25	200	—	—	1,0	49,5	49,5	2,0	91,0	7,0	82,9	
	0,25—0,10	200	—	—	2,0	41,0	57,0	1,5	95,0	3,5	93,4	
10	1,00—0,50	145	—	—	4,1	57,2	38,6	1,4	86,2	12,4	65,9	
	0,50—0,25	200	—	—	0,5	48,5	51,0	3,0	93,5	3,5	86,9	
	0,25—0,10	200	—	—	1,0	34,0	65,0	2,0	96,5	1,5	76,9	
11	1,00—0,50	200	—	—	9,5	66,5	24,0	—	94,5	5,5	80,3	
	0,50—0,25	200	—	—	2,0	62,0	36,0	2,5	93,0	4,5	90,9	
	0,25—0,10	200	—	—	1,5	54,5	44,0	1,0	98,0	1,0	83,3	
12	1,00—0,50	200	—	—	8,5	67,5	24,0	—	93,5	6,5	78,7	
	0,50—0,25	200	—	—	1,5	58,5	40,0	1,0	98,0	1,0	85,8	
	0,25—0,10	200	—	—	1,5	53,5	45,0	1,5	96,5	2,0	87,7	
13	1,00—0,50	200	—	—	10,0	60,0	30,0	0,5	91,5	8,0	72,9	
	0,50—0,25	200	—	—	4,0	55,0	41,0	1,0	96,0	3,0	85,8	
	0,25—0,10	200	—	—	1,0	61,0	38,0	1,0	96,5	2,5	91,8	
14	1,00—0,50	200	—	—	10,5	56,5	33,0	—	95,5	4,5	77,5	
	0,50—0,25	200	—	—	5,0	58,0	37,0	3,0	93,5	3,5	86,9	
	0,25—0,10	200	—	—	1,5	54,5	44,0	2,5	95,5	2,0	86,9	

ciąg dalszy tab. 4

Numer próby Probenummer	Frakcja ziarn w mm Kornfraktion in mm	Ilość analizowa- nych ziarn Anzahl der ana- lysierten Körner	Zawartość ziarn w % ilościowych Korninhalt in Mengenprozenten									% kwarcu Quarzprozent
			wg stopnia obtoczenia nach dem Abrundungsgrad					wg stopnia zmatowienia nach dem Mattierungs- grad				
			I	II	III	IV	V	1	2	3		
15	1,00-0,50	200	—	—	11,0	63,0	26,0	0,5	95,0	4,5	76,3	
	0,50-0,25	200	—	0,5	6,0	48,5	45,0	2,5	96,0	1,5	80,6	
	0,25-0,10	200	—	—	2,0	60,5	37,5	2,5	95,5	2,0	90,1	
16	1,00-0,50	200	—	—	6,5	50,0	43,5	—	97,0	3,0	72,5	
	0,50-0,25	200	—	0,5	5,0	57,5	37,0	2,0	95,0	3,0	85,9	
	0,25-0,10	200	—	—	4,5	52,0	43,5	2,0	94,0	4,0	78,4	
17	1,00-0,50	200	—	—	6,5	52,0	41,5	—	94,0	6,0	66,1	
	0,50-0,25	200	—	—	5,0	51,5	43,5	2,5	94,5	3,0	85,9	
	0,25-0,10	200	—	—	4,0	56,0	40,0	2,0	94,5	3,5	87,7	
18	1,00-0,50	200	—	—	11,5	50,0	38,5	—	97,0	3,0	64,7	
	0,50-0,25	200	—	—	1,5	63,5	35,0	1,5	94,0	4,5	85,9	
	0,25-0,10	200	—	—	6,0	58,0	36,0	4,0	94,0	2,0	89,7	
19	1,00-0,50	200	—	—	7,5	47,5	45,0	—	93,0	7,0	75,2	
	0,50-0,25	200	—	—	7,0	54,0	39,0	1,5	97,0	1,5	86,2	
	0,25-0,10	200	—	—	1,0	59,0	40,0	2,5	96,5	1,0	86,2	
20	1,00-0,50	200	—	—	6,5	58,5	35,0	—	97,0	3,0	72,2	
	0,50-0,25	200	—	—	6,0	59,5	34,5	1,5	95,5	3,0	80,0	
	0,25-0,10	200	—	—	1,0	66,5	32,5	2,5	96,0	1,5	78,1	
21	1,00-0,50	200	—	—	5,5	59,5	35,0	—	91,5	8,5	74,1	
	0,50-0,25	200	—	—	4,5	51,5	44,0	3,5	93,5	3,0	87,7	
	0,25-0,10	200	—	—	2,0	55,0	43,0	5,5	92,0	2,5	81,3	
22	1,00-0,50	200	—	—	2,5	50,5	47,0	0,5	94,5	5,0	80,6	
	0,50-0,25	200	—	—	4,5	53,5	42,0	6,0	91,0	3,0	82,9	
	0,25-0,10	200	—	—	1,5	63,5	35,0	7,5	91,5	1,0	91,8	
23	1,00-0,50	200	—	—	7,0	60,5	32,5	—	93,5	6,5	74,1	
	0,50-0,25	200	—	—	8,5	42,5	49,0	1,5	93,0	5,5	84,4	
	0,25-0,10	200	—	—	4,0	55,5	40,5	4,0	94,0	2,0	82,6	
24	1,00-0,50	200	—	0,5	11,5	54,0	34,0	—	96,5	3,5	70,9	
	0,50-0,25	200	—	—	4,5	57,5	38,0	5,0	93,0	2,0	84,4	
	0,25-0,10	200	—	—	3,0	57,5	39,5	3,0	95,5	1,5	82,6	
25	1,00-0,50	200	—	—	8,0	60,0	32,0	0,5	95,0	4,5	70,9	
	0,50-0,25	200	—	0,5	6,0	54,5	39,0	4,0	93,0	3,0	82,3	
	0,25-0,10	200	—	—	1,5	62,5	37,0	2,0	96,0	2,0	90,1	
26	1,00-0,50	200	—	—	6,5	51,5	42,0	1,0	92,5	6,5	73,3	
	0,50-0,25	200	—	—	4,0	53,5	42,5	2,0	96,5	1,5	82,9	
	0,25-0,10	200	—	—	5,0	57,0	38,0	3,5	95,0	1,5	90,1	
27	1,00-0,50	200	—	—	10,0	54,5	35,5	0,5	90,0	9,5	71,4	
	0,50-0,25	200	—	0,5	5,5	60,0	34,0	3,5	93,5	3,0	87,7	
	0,25-0,10	200	—	—	1,5	63,5	35,0	4,5	94,0	1,5	93,4	
28	1,00-0,50	200	—	—	7,5	49,0	43,5	1,0	91,5	7,5	69,7	
	0,50-0,25	200	—	—	3,0	61,5	35,5	4,0	92,0	4,0	90,9	
	0,25-0,10	200	—	—	1,0	68,0	31,0	3,0	95,0	2,0	80,0	

I — ziarna zupełnie obtoczone, II — obtoczone, III — średnio obtoczone, IV — słabo obtoczone, V — ostrokrawędziste; 1 — ziarna błyszczące, 2 — półmatowe, 3 — matowe.

I — gänzlich abgerundete Körner, II — abgerundete, III — mittelmässig abgerundete, IV — schwach abgerundete, V — scharfkantige; 1 — glänzende Körner, 2 — halbgänzende, 3 — matte



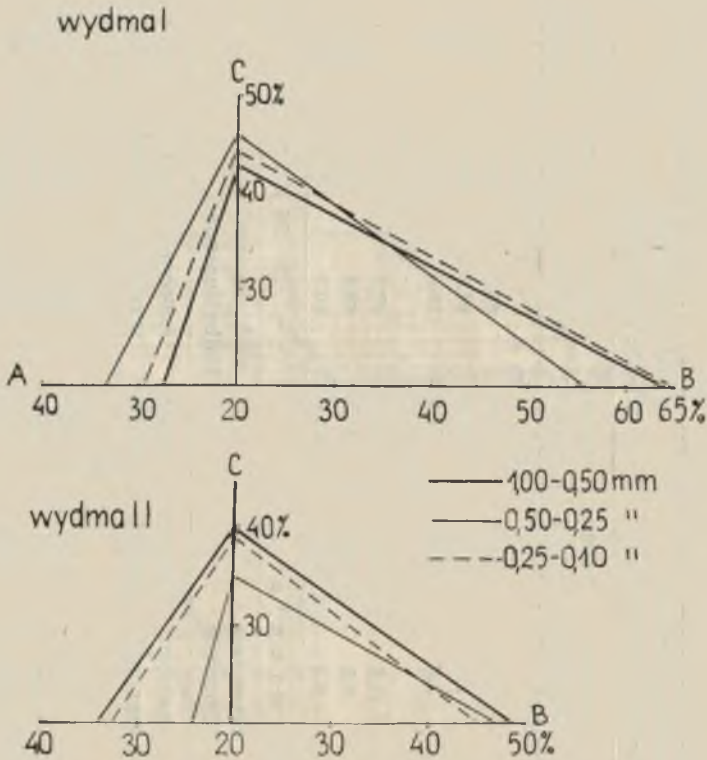
Ryc. 3. Krzywe rozszewu ziarn piasków wydmych (obliczone na podstawie średnich wartości, w %% wagowych); u góry — wydma I, na dole — wydma II; 1 — minimalnie, 2 — maksymalnie, 3 — średnio, 4 — próba nr 28

Zerstreuungskurve der Dünenandkörner (auf Grund von Mittelwerten und Gewichtsprozenten berechnet); oben — I. Düne, unten — II. Düne; 1 — minimal, 2 — maximal, 3 — mittel, 4 — Probe Nr 28

Tab. 5. Średnie wartości obtoczenia oraz zmatowienia ziarn kwarcu w piaskach wydmorewych kotliny śródgórskiej na S od jeziora Char us nuur (w % ilościowych)
Mittlere Werte der Abrundung und Mattierung der Quarzkörner in Dünsanden der Senke südlich des Sees Char us nuur (in Mengenprozenten)

Frakcje ziarn w mm Kornfraktionen in mm	A. O b t o c z e n i e						A. A b r u n d u n g					
	Średnio obtoczone Mittelmässig abgerundete			Stabo obtoczone Schwach abgerundete			Ostrokrawędziste Scharfkantige					
	minim. minimal	maksym. maximal	średnio mittel	minim. minimal	maksym. maximal	średnio mittel	minim. minimal	maksym. maximal	średnio mittel	minim. minimal	maksym. maximal	średnio mittel
1,00—0,50	1,0	9,1	3,36	35,0	65,5	53,93	27,3	64,0	42,71			
0,50—0,25	0,5	2,0	1,25	43,5	64,5	53,00	33,5	56,0	45,75			
0,25—0,10	—	2,0	0,85	34,0	70,0	54,80	29,5	65,0	44,30			
				W y d m a I — I. D ü n e								
1,00—0,50	2,5	11,5	8,76	47,5	67,5	56,00	24,0	47,0	35,21			
0,50—0,25	1,5	8,5	4,73	42,5	63,5	55,40	34,0	49,0	39,79			
0,25—0,10	1,0	6,0	2,50	52,0	66,5	58,18	32,5	45,0	39,32			
				W y d m a II — II. D ü n e								
				B. Z m a t o w i e n i e								
Frakcje ziarn w mm Kornfraktionen in mm	Błyszczące Glanzende			Półbłyszczące Halbglänzende			Matowe Matte					
	minim. minimal	maksym. maximal	średnio mittel	minim. minimal	maksym. maximal	średnio mittel	minim. minimal	maksym. maximal	średnio mittel	minim. minimal	maksym. maximal	średnio mittel
				W y d m a I — I. D ü n e								
1,00—0,50	—	2,0	0,61	86,2	98,3	92,30	1,7	13,6	7,09			
0,50—0,25	2,0	8,5	4,75	85,5	97,0	91,60	1,0	7,0	3,65			
0,25—0,10	1,5	11,5	5,85	86,0	96,5	92,40	0,5	3,5	1,75			
				W y d m a II — II. D ü n e								
1,00—0,50	—	1,0	0,21	90,0	97,0	94,20	3,0	9,5	5,59			
0,50—0,25	1,0	6,0	2,62	91,0	98,0	94,47	1,0	5,5	2,91			
0,25—0,10	1,0	7,5	3,14	91,5	98,0	94,89	1,0	4,0	1,97			

Gdy chodzi o zmatowienie i połysk ziarn piasków porównywanych wydym, należy stwierdzić dominujący udział ziarn pośrednich (półbłyszczących) w obu wydymach. Piaski wydmy I (w odróżnieniu od piasków wydmy II) cechuje jednak nieco większy stopień zmatowienia przy jednocześnie większym również udziale ziarn z połyskiem (we wszystkich frakcjach). Z tej pozornej niezgodności wynika, iż piaski wydmy II zawierają więcej ziarn pośrednich.

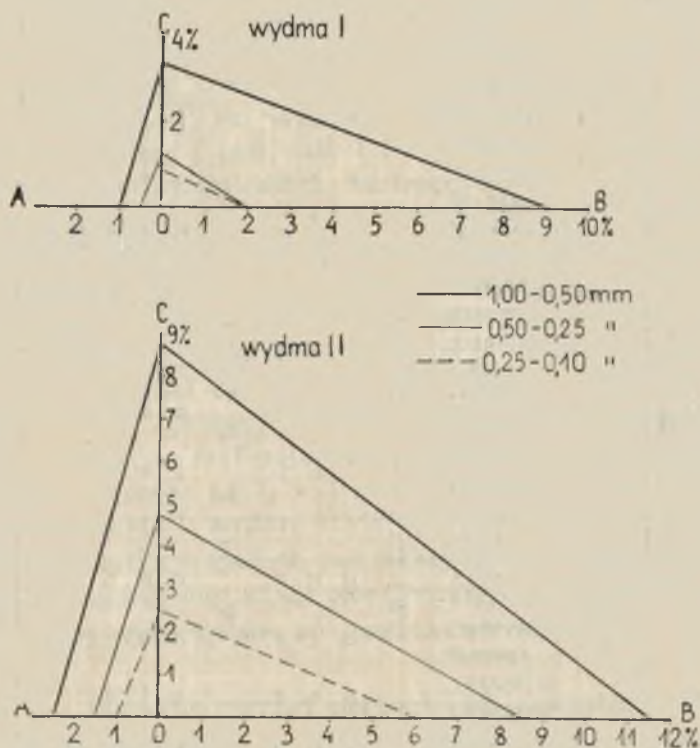


Ryc. 4. Udział ostrokrawędzistych ziarn w wydymach (w poszczególnych frakcjach); u góry — wydma I, na dole — wydma II; A — minimalnie, B — maksymalnie, C — średnio

Anteil scharfkantiger Körner in Dünen (in einzelnen Fraktionen); oben — I. Düne, unten — II. Düne; A — minimal, B — maximal, C — mittel

Co do składu mineralnego porównywanych wydym należy zwrócić uwagę na większy udział kwarcu (również we wszystkich badanych frakcjach) w wydymie II (tab. 3). Różnice zawartości kwarcu w analizowanych piaskach wahają się średnio od 3,55% (we frakcji 0,25—0,10 mm) i 3,21% (we frakcji 1,0—0,50 mm) do 4,37% (we frakcji 0,50—0,25 mm). Analizując zaś udział minerałów ciężkich w omawianych piaskach (tab. 6)

widzimy małe zróżnicowanie polegające na nieco większym udziale magnetytu i limonitu w wydmy II oraz na obecności w piaskach tej wydmy śladów piryty, hematytu i ilmenitu (w wydmy I śladów obecności tych minerałów brak). Piaski wydmy I cechuje zaś nieco większy udział apatytu oraz piroksenów. W wydmy tej częściej również występują ślady rutylu, turmalinu i chlorytu.



Ryc. 5. Udział średnio obtoczonych ziarn w wydmach (w poszczególnych frakcjach); u góry — wydmy I, na dole — wydmy II; A — minimalnie, B — maksymalnie, C — średnio

Anteil der mittelmässig abgerundeten Körner in Dünen (in einzelnen Fraktionen); oben — I. Düne, unten — II. Düne; A — minimal, B maximal, C — mittel

Na uwagę zasługuje również fakt zróżnicowania zawartości CaCO_3 w obu wydmach. Piaski wydmy I są wyraźnie uboższe w węglan wapnia (z wyjątkiem prób nr 4 i 7) aniżeli piaski wydmy II, które pod działaniem 10%-go HCl dość intensywnie burzą (dotyczy to zwłaszcza piasków frakcji 1,0—0,50 mm).

Dla uzyskania pełniejszej charakterystyki piasków budujących omawiane wydmy celowe będzie dokonanie porównania tych piasków z utwo-

Tab. 6. Minerale ciężkie wydzielone z ziarn frakcji 0,10—0,06 mm, z piasków wydmyowych z obszaru kotliny śródogórskiej na S od Char us nuur
 Schwerminerale ausgeschieden aus den Kornfraktionen 0,10—0,06 mm, der Dünenande aus dem Gebiet der Senke südlich des Sees Char us nuur

Numer próby- Probenummer	Udział wagowy w % Gewichtsanteil in %	Skład mineralogiczny Mineralogische Zusammensetzung																Uwagi Anmerkungen					
		Magnetit	cyrkon	rutyl	epidot	turalin	granaty	granat	Apatit	piryt	hematyt	limonit	tytanit	anatyz	Amfibole	Pyroksen	Chloryt		Chlorit	Ilmenit	Ilmenit	inne	andere
2	6,1	x	0	0	xx	0	0	xx	—	—	0	0	0	0	xx	x	0	0	—	—	0	0	
4	12,7	x	0	0	xx	0	—	x	—	—	0	—	—	—	xx	—	0	0	—	—	0	0	
10	12,5	x	x	0	xx	0	0	x	—	—	0	0	—	—	xx	0	0	0	—	—	0	0	
12	7,7	x	0	—	xx	0	0	x	—	—	0	—	—	—	xx	0	0	—	0	0	0	0	pseudomorfozy limonitu po piryacie
14	7,5	x	0	—	xx	—	0	x	—	0	0	0	—	—	xx	0	0	0	—	—	0	0	Pseudomorfoze des Limonit aus dem Pyrit
17	9,4	xx	x	0	xx	0	0	x	—	0	0	0	—	—	xx	0	0	—	—	—	0	0	
22	4,9	x	0	0	xx	—	0	x	0	—	0	—	—	—	xx	0	0	0	—	—	0	0	
24	5,0	x	0	0	xx	0	0	x	0	0	x	—	—	—	xx	0	0	0	—	—	0	0	

Objaśnienia: 0 — pojedyncze ziarna, x — 1—10%, xx — 11—50%
 Erläuterungen: 0 — einzelne Körner, x — 1—10%, xx — 11—50%

rem (próba nr 28) występującym w strefie bezpośrednio przylegającej do omawianego obszaru wydmorego. Tę peryferyjną strefę budują piaski eoliczne, pozbawione form wydmorewych. Porównując charakterystykę piasków próby nr 28 (tab. 1 i 4) ze średnimi wartościami uziarnienia oraz obtoczenia i połysku ziarn piasków wchodzących w skład omawianych wydym zauważamy (tab. 2 i 5), iż piaski strefy peryferyjnej zachowują na ogół stanowisko pośrednie między charakterem tworzywa pagórka wydmorego (wydma I) i wydmorego wału (wydma II). To stwierdzenie dotyczy nie tylko składu mechanicznego, w którym najliczniej reprezentowaną grupą ziarn jest frakcja 0,25—0,10 mm, stanowiąca bezwzględną większość (51,76%). Pod tym względem piaski próby nr 28 upodobniają się do piasków wydmy I (por. tab. 1 i 2). Wartości pozostałych frakcji ziarn zbliżone są do odpowiednich wartości jednej lub drugiej wydmy. Udział ziarn grubszych (powyżej 0,50 mm) jest w tych piaskach większy od średniego ich udziału w obu wydmach. Piaski próby nr 28 zawierają bowiem domieszkę żwirku (ziarn powyżej 2,0 mm, w ilości wagowej 0,06%). Tej samej wielkości ziarna występują wyjątkowo jeden tylko raz w wydmy I (próba nr 9), w ilości 0,03%, przy czym w próbie tej brak zupełnie ziarn wielkości 2,0—1,0 mm. W piaskach próby nr 28 ziarna frakcji 2,0—1,0 mm występują w ilości 0,37%, co jest wartością stosunkowo dużą, z uwagi na fakt pojawienia się ziarn tej frakcji tylko jeden raz, w wydmy I (próba nr 7) w ilości 0,02%, oraz w siedmiu próbach piasków pochodzących z wydmy II. W próbach tych owe ziarna występują przeważnie tylko w śladach, zaś maksymalnie w ilości 0,06% (próba nr 17). Ogólnie można więc uznać piaski strefy obrzeżającej obszar wydmorego za słabiej wysortowane od piasków wchodzących w skład omawianych wydym.

Porównując charakter obróbki mechanicznej badanych piasków (obtroczenie i zmatowienie ziarn kwarcu), należy stwierdzić podobieństwo piasków próby nr 28 do piasków obu wydym. Wartości zarówno obtroczenia jak i zmatowienia i połysku ziarn kwarcu piasków strefy peryferyjnej są zbliżone do wartości analogicznych cech w piaskach wydmorewych i zajmują na ogół stanowisko pośrednie między jedną i drugą formą wydmorewą (tab. 4 i 5). Również gdy chodzi o udział kwarcu w porównywanych piaskach stwierdzamy podobieństwo wartości. Podkreślić jednak należy, iż w obu wydmach udział kwarcu rośnie w miarę drobnienia ziarn, podczas gdy w piaskach próby nr 28 występuje pewne zakłócenie tego porządku. Bowiem we frakcji 0,50—0,25 mm udział ziarn kwarcu (90,9%) jest większy aniżeli we frakcji 0,25—0,10 mm, w której ziarna kwarcowe reprezentowane są tylko w 80,0%. Ta nieprawidłowość trudna jest do wytłumaczenia. Najprawdopodobniej chodzi tu o zakłócenie przypadkowe.

ANALIZA MATERIAŁU BUDUJĄCEGO POSZCZEGÓLNE ELEMENTY
MORFOLOGICZNE PORÓWNYWANYCH WYDM

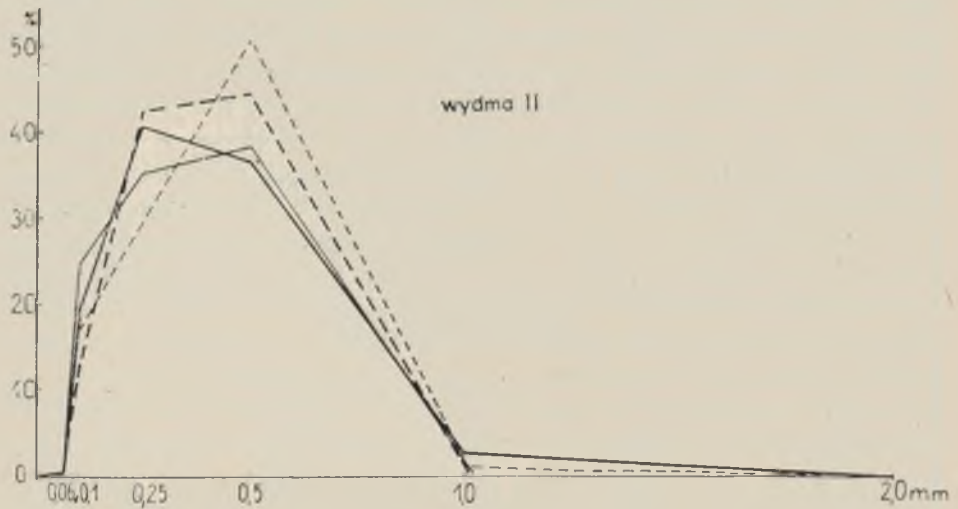
A. Uziarnienie. Wyniki uzyskane z analizy piasków wydmych dają również podstawę do rozważań nad zagadnieniem zróżnicowania uziarnienia w obrębie danej formy wydmy, w zależności od rozmieszczenia piasków w wydmy (tab. 1, 2 i 7 oraz ryc. 3, 4 i 7). Analizując średnie wartości składu mechanicznego poszczególnych prób w ich ujęciu przestrzennym łatwo zauważyć można pewną prawidłowość, gdy

Tab. 7. Średnie wartości składu granulometrycznego piasków
w różnych punktach wydmy (w %% wagowych)
Mittelwerte der granulometrischen Zusammensetzung von Sanden in verschiedenen
Teilen der Düne (in Gewichtsprozenten)

Fracje ziarn w mm Kornfraktionen in mm	Podstawa wydmy Dünensohle	Stok wydmy Dünenhang	Kulminacja wydmy Dünenkulmi- nation	Zagłębienia na powierzchni wydmy Vertiefungen an der Dünenober- fläche
Wydma I — I. Düne				
2,00—1,00	—	—	—	—
1,00—0,50	0,15	0,05	0,03	—
0,50—0,25	15,27	17,03	17,25	—
0,25—0,10	50,62	64,28	53,38	—
0,10—0,06	33,49	18,37	29,14	—
< 0,06	0,45	0,27	0,19	—
< 0,25	84,56	82,92	82,73	—
Średnia z prób nr: Der Mittelwert aus Probe Nr :	1, 6, 7 i 9	2, 5 i 10	3, 4 i 8	—
Wydma II — II. Düne				
2,00—1,00	0,02	—	—	śl.
1,00—0,50	2,89	1,01	0,12	1,13
0,50—0,25	36,61	38,58	44,51	50,92
0,25—0,10	40,63	35,42	42,39	30,72
0,10—0,06	19,34	24,78	12,80	17,01
< 0,06	0,29	0,20	0,18	0,20
< 0,25	60,26	60,40	55,37	47,93
Średnia z prób nr: Der Mittelwert aus Probe Nr :	11, 17, 19 23, 25, 27	12, 16, 18, 20 21, 22, 24, 26	14	13 i 15

chodzi o segregację ziarn. Tak na przykład piaski budujące stoki wydmy I charakteryzują się nieco lepszym wysortowaniem ziarn aniżeli piaski pochodzące z kulminacji tej wydmy, czy też piaski zalegające u jej podstawy. W całej wydmie, prawie w każdym jej punkcie dominują ziarna frakcji 0,25—0,10 mm, stanowiące bezwzględną większość. Zarówno u podstawy jak i na stokach oraz na kulminacji wydmy wartość tej frakcji wynosi więcej niż połowa wszystkich pozostałych ziarn. Stwierdzić jednak należy dość wyraźne różnice ilości ziarn tej frakcji w poszczególnych częściach owej wydmy. I tak najlepiej wysortowane piaski występują na stokach wydmy, gdzie frakcja ziarn 0,50—0,25 mm bierze udział w 17,03%, a frakcja 0,25—0,10 mm aż w 64,28%. Frakcja 0,10—0,06 mm reprezentowana jest w 18,37%. Ziarna frakcji pozostałych (mniejszych i większych) biorą udział tylko w minimalnej ilości: 0,05%—0,27%. W przeciwieństwie do stoku wydmy najślabszą stosunkowo segregacją ziarn charakteryzuje się jej podstawa, dla której odpowiednie wartości (przytoczone w tej samej kolejności) wynoszą: 15,27%, 50,62% i 33,49%. Podobne wyselekcjonowanie ziarn dotyczy kulminacji wydmy, gdzie ilość ziarn poszczególnych frakcji przedstawia się następująco: 17,25%, 53,38% i 29,14%.

Inaczej jest natomiast, gdy chodzi o segregację ziarn w wydmie II. Należy zwrócić uwagę na fakt, iż w wydmie tej tylko jeden raz określona frakcja reprezentowana jest w ilości nieznacznie przekraczającej połowę wartości wszystkich pozostałych frakcji (50,92%). Z tego jednego tylko faktu wynika już, iż tworzywo tej wydmy jest słabiej wysortowane od piasków wydmy I. Podkreślić również należy, iż materiał budujący wydmy II jest grubszy niż materiał wydmy I. Różnice w uziarnieniu stwierdzono również przy porównywaniu poszczególnych części obu form wydmowych. W próbach nr 11 i 17, pochodzących z podstawy wydmy II, z jej przeciwległych krańców, występuje stosunkowo duży odsetek ziarn frakcji 1,0—0,5 mm: w próbie nr 11 — 3,72%, zaś w próbie nr 17 — 7,35% (dla wszystkich prób jest to maksymalna wartość tej frakcji). W tak stosunkowo znacznej ilości (średnio 2,89%) ziarna tej wielkości występują jedynie tylko na obrzeżeniu wydmy (u jej podstawy), podczas gdy w innych, pozostałych jej częściach wartość tej frakcji jest niższa. Podobne stosunki układają się w wydmie I, gdzie ziarna analogicznej wielkości występują również liczniej u podstawy wydmy niż w pozostałych częściach tej formy. Średni udział tych ziarn (0,15% u podstawy) jest jednak dość wyraźnie niższy w wydmie I niż w pozostałej formie (tab. 1, 2 i 7). Najlepsze wysortowanie piasków wydmy II występuje w miejscach zagłębień na powierzchni tej formy, zaś nieco słabsze — na kulminacji. Natomiast podstawa wydmy zawiera materiał słabo wysortowany, ale nieco lepiej niż stoki, które charakteryzują się najgorszą segregacją



Ryc. 6. Krzywe rozsiewu ziarn w poszczególnych częściach wydmy; u góry — wydma I, na dole — wydma II; 1 — podstawa wydmy, 2 — stok wydmy, 3 — kulminacja wydmy, 4 — zagłębienia na powierzchni wydmy
 Zerstreungskurven der Körner in einzelnen Dünenanteilen; oben — I. Düne, unten — II. Düne; 1 — Dünensohle, 2 — Dünenhang, 3 — Dünenkulmination, 4 — Vertiefungen an der Dünenoberfläche

ziarn. Znamioną cechą wydmy II jest występowanie znacznie większych ilości ziarn frakcji 0,50—0,25 mm w grzbiecie całego wału, z wyjątkiem tylko cypla SE i NW tej wydmy (ryc. 7).

W zakończeniu rozważań dotyczących uziarnienia obu wydm należy podkreślić, iż najmniejsze wahania wykazuje udział frakcji 0,50—0,25 mm w wydmy I (wartości skrajne: 8,08% do 26,90%), zaś większe w wydmy II (20,71%—54,08%). Pozostałe dwie frakcje (0,25—0,10 mm i 0,10—0,06 mm) wykazują natomiast duże wahania i to w obu formach wydmy. W wydmy I udział frakcji 0,25—0,10 mm oscyluje między 11,28% a 79,71%, zaś w wydmy II od 5,04% do 60,05%, gdy tymczasem wahania



Ryc. 7. Rozmieszczenie w wydmach ziarn frakcji dominujących
Verteilung der dominierenden Kornfraktionen in den Dünen

udziału ziarn frakcji 0,10—0,06 mm wynoszą dla wydmy I: 4,98%—71,28%, a dla wydmy II — 2,95%—45,64%. Z przytoczonych wartości wynika, iż wahania te są większe w wydmy I (wyjątek stanowi tylko frakcja 0,50—0,25 mm wykazująca większe rozbieżności w wydmy II),

mimo że tworzywo tej wydmy cechuje dokładniejsze wysortowanie, co zresztą wynika z wartości średnich (tab. 2).

Skrajne wartości udziału poszczególnych frakcji ziarn występują głównie w przeciwległych częściach obu wydym: w południowo-wschodniej części wydmy I frakcja ziarn 0,10—0,06 mm w próbie nr 1 wynosi 71,28%, zaś w próbie nr 2 (w bliskim sąsiedztwie) — zaledwie 4,98%. I na odwrót: frakcja 0,25—0,10 mm w próbie nr 1 wynosi 11,28%, zaś w próbie nr 2 — 79,71%. Widać więc wyraźne „odwrócenie” wartości, podczas gdy ziarna wielkości 0,50—0,25 mm utrzymują się w obu próbach w równowadze: 16,92% i 15,21%. W północno-zachodniej części wydmy I (próby nr 6 i 7) omawiane frakcje wykazują również znaczne wahania ich procentowego udziału ziarn (0,25—0,10 i 0,10—0,06 mm) przy jednocześnie, również wyrównanym udziale frakcji 0,50—0,25 mm w obu próbach (tab. 1 oraz ryc. 2 i 7). Analogiczną charakterystyką cechuje się wydma II w próbach nr 10, 20 (SE część wału) oraz 17 i 25 (NW cypel wydmy). Z przytoczonych danych widać wyraźnie, iż występowanie ziarn we frakcji 0,25—0,10 mm oraz 0,10—0,06 mm jest bardzo zmienne, natomiast udział ziarn frakcji 0,50—0,25 mm jest bardziej „stały” (aczkolwiek większy w wydmy II).

B. Obtoczenie ziarn kwarcu. Właściwe będzie tu porównanie wartości udziału ziarn ostrokrawędzistych kwarcu w zależności od ich rozmieszczenia w różnych częściach wydmy. Z tab. 8 wynika, iż w wydmy I najwięcej ziarn ostrokrawędzistych jest w piaskach budujących podstawę tej wydmy (od 48,1% we frakcji 0,25—0,10 mm i 46,2% w przedziale 0,50—0,25 mm do 52,7% w klasie ziarn 1,0—0,50 mm), zaś najmniej na jej kulminacji. Wartości udziału ziarn ostrokrawędzistych w kulminacji wydmy kształtują się (w kolejności analogicznej do poprzedniej) następująco: 38,8%, 47,7% i 35,3%. Jedynie więc tylko frakcja 0,50—0,25 mm zawiera o 1,5% ziarn ostrokrawędzistych więcej na kulminacji niż u podstawy. Różnica ta jest największa w odniesieniu do wielkości ziarn 1,0—0,50 mm i wynosi 17,4%, a podkreśla ją jeszcze obecność ziarn średnio obtoczonych (5,4% w odróżnieniu od 1,3% u podstawy wydmy). Na stoku wydmy ziarna ostrokrawędziste charakteryzują się wartościami pośrednimi (w tej samej kolejności, co poprzednio: 44,7%, 43,3% i 40,6%).

Od przytoczonych danych liczbowych nieco odbiegają odpowiednie wartości charakteryzujące wydmy II. W wydmy tej najmniej ostrokrawędzistych ziarn występuje w obniżeniach (zagłębieniach) na powierzchni wydmy: 37,5%, 43,0% i 28,0%, oraz na kulminacji: 44,0%, 37,8% i 33,0%. Dodać tu należy, iż w tych częściach wydmy jednocześnie występuje najwięcej ziarn średnio obtoczonych. U podstawy wydmy i na jej stoku ziarna ostrokrawędziste występują w ilościach bardzo do siebie podob-

Tab. 8. Średnie wartości obtoczenia ziarn (kwarcu), rozmieszczonych w różnych punktach wydmy (w % ilościowych) Mittelwerte der Abrundung von Quarzkörnern in verschiedenen Teilen der Düne (in Mengenprozenten)

Frakcje ziarn w mm Kornfraktionen in mm	Podstawa wydmy Dünensohle		Stok wydmy Dünenhang		Kulminacja wydmy Dünenkulmination		Zagęszczenia na powierzchni chni wydmy Vertiefungen an der Dünenoberfläche		
	II + III	IV	V	II + III	IV	V	II + III	IV	V
	Wydma I — I. Düne								
1,00—0,50	1,3	46,0	52,7	3,3	56,1	40,6	5,4	59,3	35,3
0,50—0,25	1,5	52,3	46,2	1,3	55,4	43,3	0,8	51,5	47,7
0,25—0,10	0,9	51,0	48,1	1,5	53,8	44,7	0,3	60,9	38,8
Średnia z prób nr: Der Mittelwert aus Probe Nr.:	1, 6, 7 i 9		2, 5 i 10		3, 4 i 8		—		—
	Wydma II — II. Düne								
1,00—0,50	8,1	56,8	35,1	7,4	55,2	37,4	10,5	56,5	33,0
0,50—0,25	5,8	54,1	40,1	4,0	56,9	39,1	5,0	57,2	37,8
0,25—0,10	2,3	58,3	39,4	3,1	57,8	39,1	1,5	54,5	44,0
Średnia z prób nr: Der Mittelwert aus Probe Nr.:	11, 17, 19, 23, 25, 27		12, 16, 18, 20, 21, 22, 24, 26		14		13, 15		13, 15

II — ziarna obtoczone, III — średnio obtoczone, IV — słabo obtoczone, V — ostrokrawędziste

II — abgerundete Körner, III — mittelmässig abgerundete, IV — schwach abgerundete, V — scharfkantige

nych (39,1%, 39,1% i 37,4% na stoku oraz 39,4%, 40,1% i 35,1% u podstawy), różniących się jednak nieco w porównaniu ich z poprzednio podanymi wartościami. Różnice charakteryzujące poszczególne części w obrębie jednej i tej samej wydmy występują również przy porównaniu ze sobą odpowiednich części wydmy w obu formach. Należy stwierdzić, iż wydma II zawiera mniej ziarn ostrokra-



Ryc. 8. Rozmieszczenie w wydmach ziarn ostrokrawędzistych i średnio obtoczonych (wartości średnie z trzech analizowanych frakcji); A — ziarna ostrokrawędziste, B — ziarna obtoczone i średnio obtoczone

Verteilung der scharfkantigen und mittelmässig abgerundeten Körner in der Düne (Mittelwerte der drei analysierten Fraktionen); A — scharfkantige Körner, B — abgerundete und mittelmässig abgerundete Körner

wędzistych niż wydma I (na co już zwrócono uwagę w poprzednim rozdziale). Największe różnice zachodzą u podstaw obu wydym (dotyczy to szczególnie ostrokrawędzistych ziarn frakcji 1,0—0,50 mm, których to ziarn w wydmie II jest o 17,6% mniej), oraz w partiach szczytowych wydym, gdzie forma ta charakteryzuje się również mniejszą (o 9,9%) ilością ziarn ostrokrawędzistych (we frakcji 0,50—0,25 mm). Różnice wynikające z porównania stoków omawianych wydym są sto-

sunkowo mniejsze i wynoszą dla poszczególnych wielkości ziarn (w kolejności uprzednio stosowanej): 5,6%, 4,2% i 3,2%. O takie to wartości stok wydmy II jest uboższy od stoku wydmy I w ziarna ostrokrawędziste.

Reasumując analizę charakteru różnic zachodzących w piaskach obu badanych wydm należy zauważyć, iż różnice te, jakkolwiek niezbyt znaczne, występują jednak dość wyraźnie i konsekwentnie. Najwyraźniejsza różnica w badanych piaskach dotyczy ich składu granulometrycznego oraz zawartości CaCO_3 . Drobniejszy materiał budujący wydmy I zawiera w konsekwencji ziarna nieco gorzej obtoczone. Fakt ten można by tłumaczyć nieco krótszym transportem ziarenek w wydmy I. Toczone po powierzchni pagórka wydmyowego ziarenka te staczą się po stronie odwietrznej, gdzie następnie zostają zasypywane przez następne, kolejno zsypujące się ziarna. W ten sposób owe ziarna zostają na pewien okres czasu wyłączone z transportu eolicznego i podlegają „konserwacji”. Dopiero w okresie zmiany kierunku wiatru na przeciwny (względnie też po przesypaniu przez jednokierunkowy wiatr całego pagórka) te „pogrzebane” ziarenka zostają po ich odsłonięciu wprawione w ruch. Inaczej natomiast dzieje się w przypadku ziarenek wydmy II. Podłużny wał tej wydmy, uformowany zgodnie z kierunkami wiania wiatrów, nie posiada strony do- i odwietrznej, stąd też ziarenka przetaczane są dłużej po jego powierzchni. Za dłuższym transportem przemawiałby tu również fakt większego udziału ziarn kwarcowych w wydmy II, co z kolei tłumaczyłoby należałoby wzbogacaniem się piasków tej wydmy w ziarna odporniejsze (kwarc) na niszczenie mechaniczne.

UWAGI KOŃCOWE I WNIOSKI

Różnice stwierdzone w materiale budującym obydwie wydmy oraz różnice zachodzące w poszczególnych częściach tych wydm skłaniają do zajęcia w pewnym zakresie stanowiska wobec wyników uzyskanych przez niektórych autorów zajmujących się wydmami występującymi na obszarze Polski. Z góry należy podkreślić ogromną odległość przestrzenną porównywanych obszarów oraz ich fizyczno-geograficzne różnice. Wydaje się jednak, iż niektóre zjawiska wydmotwórcze przebiegają w sposób bardzo podobny na różnych obszarach nawet bardzo od siebie odległych, mimo ich dużych różnic w budowie geologicznej podłoża, warunków klimatycznych i z tym związanych stosunków roślinnych. Takimi zjawiskami wydmotwórczymi są zapewne te, które wiążą się z aerodynamiką. Wyniki uzyskane z badanych piasków wydmyowych w zapadisku Ceregu pozwalają wnioskować, iż interesujące nas „żywe” formy wydmyowe powstać musiały w odmiennych warunkach właśnie aerodynamicznych. Obydwie formy różnią się między sobą, mimo że zasilane są materiałem

z tego samego obszaru. Trudno również byłoby dopatrywać się przyczyn zróżnicowania form i materiału tych wydym w związku z roślinnością. Szata roślinna jest bowiem jednakowo skąpa na całym obszarze wydymowym. Pagórek wydymowy — w przeciwieństwie do wału wydymowego — charakteryzuje się przewagą piasku drobniejszego i lepiej wysortowanego. W stosunku do wału wydymowego usytuowany on jest na NW. Zgodnie zatem z wywodami S t a n k o w s k i e g o (4) o drobnieniu materiału wydymowego z kierunkiem wiatru, należałoby wnioskować, iż pagórek ów powstał pod wpływem wiatrów wiejących z kierunku SE. Interpretując jednak charakterystykę poszczególnych części tej wydmy stwierdzamy, iż w południowo-wschodniej jej części będącej „nietypowym” stokiem odwietrznym, występuje ogromna przewaga materiału najdrobniejszego, co również zgodne byłoby z poglądami tego autora o zaleganiu grubszych ziarn na stoku proksymalnym, drobniejszych zaś — po stronie przeciwnej. Jeśli jednak tę część pagórka wydymowego uznamy za stok odwietrzny, wówczas będzie to w sprzeczności z tym, co wyżej przytoczono o kierunku wiatru z SE. Gdyby zaś uznać za słuszne wywody P e r n a r o w s k i e g o (3) o grubieniu ziarn zgodnie z kierunkiem wiatru, wtedy trudno byłoby wytłumaczyć fakt występowania drobniejszego materiału w wydmie I przy założeniu wiania wiatru z kierunku SE. Przyjmując zaś kierunek wiatru przeciwny (NW), nie unikniemy wówczas trudności tłumaczenia faktu, iż wydma II jest większa i wyższa niż wydma I, co z kolei nie potwierdzałoby tezy tego autora o zmniejszaniu się formy wydymowej w czasie jej wędrówki. Wydmy w zapadlisku Ceregu tworzyły się zapewne pod wpływem wiatrów o przeciwnych kierunkach i o zmiennej sile wiania. Wydaje się, iż z rozważań nad kierunkami wiatrów wydymotwórczych nie można wykluczyć założenia, iż wał wydymowy powstał pod wpływem silniejszego wiatru z kierunku SE jako kierunku częstszego i przeważającego, podczas działania którego drobniejszy materiał był wywiewany i osadzany na przedpolu wydmy podłużnej. Sam zaś pagórek wydymowy, jako forma mniejsza i zbudowana z drobniejszego materiału ulega przekształcaniu pod wpływem wiatrów o mniejszej sile, nie zdolnej już do zaakcentowania zmian w podłużnym wale wydymowym, zbudowanym z materiału grubszego.

Cechy charakteru ziarn w poszczególnych częściach wydym (uziarnienie i obtoczenie) są na ogół zgodne z cechami zaobserwowanymi przez S t a n k o w s k i e g o (4) na wydymach Polski. Również bowiem i w przypadku obu opisanych form ziarno grubsze koncentruje się na kulminacjach wydym oraz w obniżeniach ich powierzchni. Podobna korelacja charakteru wydym porównywanych obszarów dotyczy ziarna obtoczonego, które częściej występuje w zagłębieniach oraz na kulminacjach niż na stokach względnie u podstawy wydym.

Uzyskane wyniki analizy piasków wydymowych pozwalają wnioskować, iż materiałem wyjściowym tych piasków są głównie produkty intensywnego, mechanicznego wietrzenia skał miejscowych. Materiał ten dostał się do wydym albo bezpośrednio, tj. dzięki sile wiatru, względnie też częściowo drogą pośrednią, jako materiał, który uprzednio odbył krótki transport rzeczny. Takie wnioski można wyciągnąć z faktu bardzo niskiego udziału ziarn średnio obtoczonych, gdy słabo obtoczone i ostrokrawędziste są częściej reprezentowane. Wyniki te pozwalają również na wyciągnięcie wniosków odnośnie charakteru czynnika transportującego. Analizując wyniki uzyskane z badań nad stopniem obtoczenia, zmatowienia, jak również składu mineralogicznego badanych piasków wydymowych, trudno byłoby przyjąć możliwość dalekiego transportu, jakiemu materiał ten miałby podlegać. Nie tylko bowiem słaba obróbka mechaniczna ziarn przeczyłaby temu, ale również obecność w analizowanym materiale stosunkowo dużych blaszek mało odpornych na ścieranie łyseczków. Również i duży udział amfiboli nie przemawiałby za dalekim transportem, jako też i fakt wynikający z porównania piasków strefy obrzeżającej obszar wydymy (piaski próby nr 28) z piaskami wydmy II. Porównywane piaski są bowiem bardzo do siebie podobne pod względem obtoczenia ziarn (por. tab. 4 i 5). Ta cecha z jednej strony potwierdzałaby wniosek o krótkim transporcie materiału wydymowego, a z drugiej strony wskazuje pośrednio na zjawisko przewiewania, jakiemu podlegają piaski budujące strefę obrzeżającą wydmy. Transport materiału tworzącego wydmy musiał być zatem krótki.

Rozpatrując zagadnienie siły i kierunku wiatru można wnioskować, iż działały tu wiatry o sile raczej dużej, czego dowodem jest dość słabe wysortowanie materiału wydymowego. Za dużą siłą wiatru przemawiałby również fakt zgodności kierunku wiania z głównym kierunkiem osi morfologicznej wydmy (wydma podłużna). Zasadniczy kierunek osi wydym wyznacza azymut $130\text{--}140^\circ$. Odchylenia od tego kierunku określają wartości azymutu 110° do 170° .

Z przytoczonych uwag i wniosków wynika fakt istnienia dwóch różnych form wydymowych, różnych nie tylko ze względu na ich wygląd zewnętrzny (forma), lecz również — w mniejszym nieco stopniu — różnych pod względem materiału, z jakiego są zbudowane (treść). Wydaje się, iż jakkolwiek tłumaczylibyśmy warunki transportu eolicznego i jego wpływ na charakter ziarn, pozostanie częściowo jeszcze otwarty problem warunków akumulacji, problem wpływu jakości materiału na formę (wydaje się bowiem mało prawdopodobne, aby w grę mogła wchodzić zależność odwrotna).

W zakończeniu ogólnych wniosków warto przytoczyć uwagę natury metodycznej, dotyczącą ilości prób oraz sposobu ich pobierania. Przyto-

czone wyniki analiz dla poszczególnych prób (w obrębie jednej wydmy) wykazują duże zróżnicowanie materiału w zależności od miejsca pobrania prób (podstawa wydmy, jej kulminacja, zagłębienia na powierzchni czy też stok do- i odwietrzny). Zróżnicowanie tworzywa wydmy dotyczy nie tylko cech uziarnienia, ale także obtoczenia, oszlifowania, a nawet składu mineralnego. Zachodzi obawa, iż przypadkowo pobrana próba z dowolnego miejsca w wydmy, względnie też zbyt mała ilość prób pobranych przypadkowo (z miejsc mało charakterystycznych) może prowadzić do wyciągania zbyt ogólnych, często nawet błędnych i wypaczonych wniosków. Uwaga ta dotyczy szczególnie form mniej trwałych ulegających w stosunkowo krótkim czasie wyraźniejszym przeobrażeniom. Do takich form należą m. in. również wydmy. Na marginesie tych uwag nasuwa się pytanie, czy każda poszczególna faza rozwojowa wydmy (w sensie warunków aerodynamiki, transportu i akumulacji) jest fazą niepowtarzalną (oczywiście nie w ścisłym tego słowa znaczeniu), czy też można mówić o podobieństwie lub nawet identyczności procesu przeobrażania formy (również w dowolnym rozumieniu tego słowa). Rozwiązanie tego problemu mogłoby być możliwe tylko w przypadku długotrwałych i nieprzerwanych obserwacji i badań form „żywych” w ich różnych warunkach środowiska geograficznego.

LITERATURA

1. Kozłowski P. L.: *Mongolija i Kam.* Moskwa 1947.
2. Murzajew E.: *Mongolia. Opis fizyczno-geograficzny.* Warszawa 1957.
3. Pernarowski L.: O procesie sortowania piasków eolicznych na przykładzie wydmy okolic Rzędzowa (Notes on sorting of aeolian sands). *Czas. Geogr.*, t. XXX, z. 1, pp. 32—60, Warszawa—Wrocław 1959.
4. Stankowski W.: Rzeźba eoliczna Polski północno-zachodniej na podstawie wybranych obszarów (Eolian relief of north-west Poland on the ground of chosen regions). *Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Wydz. Mat.-Przyr., Prace Kom. Geogr.-Geol.*, t IV, z. 1, pp. 1—146, Poznań 1963.

К вопросу изучения дюнных песков в южном окаймлении Котловины Больших Озер в западной Монголии

Резюме

Авторами настоящей работы были взяты пробы песков из дюн, лежащих в горной впадине к югу от озера Хар ус нуур (западная Монголия). Изучались величины и формы зерен, степень механической обработки зерен кварца, а также минералогический состав песков. Результаты анализа показали, что материалом, строящим дюны, является мелкозернистый песок. Зерна величиной меньше

0,5 мм составляют в среднем 99,1%. Многочисленны зерна величиной 0,25—0,10 мм (в среднем 44,1%). Высокий процент составляют также зерна фракции 0,10—0,06 мм (в среднем 22,5%). Зерна величиной ниже 0,06 мм составляют в среднем 0,2%. Более крупные зерна (выше 2,0 мм) совершенно отсутствуют, а зерна фракции 2,0—1,0 мм встречаются в весьма ничтожном количестве.

Анализ механической обработки показал очень слабую степень окатанности зерен кварца. Зерна полностью окатанные отсутствуют вовсе, либо встречаются только в следах. Среднеокатанные зерна составляют лишь 3,8%. Чаще всего встречаются слабоокатанные зерна (в среднем 53,8%), а также остроугольные зерна (в среднем 39,6%).

Получены следующие результаты степени матовости зерен кварца: блестящие зерна составляют в среднем 2,6%, мутные — 3,6%, остальное — это полумутные зерна.

В минералогическом составе анализированных песков установлено низкое содержание кварца фракции 1,0—0,05 мм (62,5—80,6%). Мелкозернистые фракции содержат более высокий процент кварца (например фракция 0,25—0,10 мм содержит кварца 74,1—93,4%). Из тяжелых минералов наиболее многочисленны амфиболы и эпидоты. Эти минералы представляют собой основу. В меньшем количестве по сравнению с ними содержится магнетита и апатита (табл. III). Содержание остальных минералов ничтожно, так например циркона всего несколько процентов.

Результаты исследований дают возможность утверждать, что дюнные пески происходят от выветривания местных пород; они были вывезены здесь либо подверглись короткому эолическому транспорту. Об этом свидетельствует слабая степень механической обработки зерен кварца, а также относительно большое содержание амфиболов при незначительном наличии минералов, более устойчивых к разрушению (например циркона).

Слабое рассортирование зерен песков указывает на существование сильных дюнообразовательных ветров. Форма и направление оси дюны свидетельствуют, что основным направлением ветров было направление, соответствующее оси рва — впадины Церега, т. е. направление NW—SE.

ОБЪЯСНЕНИЕ РИСУНКОВ

Рис. 1. Часть обзорной карты Западной Монголии.

Рис. 2. Планы и разрезы исследуемых дюн. Цифры обозначают места отбора проб и их нумерацию.

Рис. 3. Кривые рассева зёрен дюнных песков (вычислены на основе средних величин, в весовых процентах): верх — дюна I, низ — дюна II, 1 — минимально, 2 — максимально, 3 — средние, 4 — проба № 28.

Рис. 4. Содержание остроугольных зерен в дюнах (в отдельных фракциях): верх — дюна I, низ — дюна II, А — минимальное В — максимальное С — среднее.

Рис. 5. Содержание среднеокатанных зерен в дюнах (в отдельных фракциях): верх — дюна I, низ — дюна II, А — максимальное, В — минимальное, С — среднее.

Рис. 6. Кривые рассева зерен в отдельных частях дюн: верх — дюна I, 2 — склон дюны, 3 — кульминация дюны, 4 — западины на поверхности дюны.

Рис. 7. Размещение зёрен доминирующих фракций в дюнах.

Рис. 8. Размещение остроугольных и среднеокатанных зёрен в дюнах (средние величины из трех анализированных фракций).

ОБЪЯСНЕНИЕ ТАБЛИЦ

Табл. 1. Гранулярный состав дюнных песков в районе горной котловины, лежащей к югу от Хар ус нуур (Западная Монголия).

Табл. 2. Средние величины гранулярного состава дюнных песков в количественных процентах.

Табл. 3. Среднее содержание кварца в дюнных песках горной котловины (в количественных процентах).

Табл. 4. Механическая обработка зерен кварца дюнных песков. Содержание зерен в количественных процентах: I — зерна совершенно окатанные, II — зерна менее окатанные, III — зерна среднеокатанные, IV — зерна слабоокатанные, V — зерна остроугольные; 1 — блестящие зерна, 2 — полумутные зерна, 3 — зерна мутные.

Табл. 5. Средняя степень окатанности и матовости зерен кварца дюнных песков горной котловины (в количественных процентах).

Табл. 6. Тяжелые минералы, выделенные из зерен фракции 0,10—0,08 мм дюнных песков горной котловины: о — одиночные зерна, х — 1—10%, хх — 11—50%.

Табл. 7. Гранулометрический состав песков, взятых из разных пунктов дюны (в весовых процентах).

Табл. 8. Средние значения степени окатанности зерен кварца, находящихся в разных пунктах дюны (в количественных процентах): II — зерна окатанные, III — среднеокатанные, IV — слабоокатанные, V — остроугольные.

Монголын баруун тал дахь Их Нуурын Хотгорын омнот тойргийн элсэн манхнууд

Сэдэвнь

Шинжлэгчид Хар ус нуурын омнот хэсгийн болон Манхан сумын зуун, хэсэгт тогтогч Цэргийн уулын хоорон-дохь хонхорхой газар нутгаас туршлагын ажилд зориулан элсуудийг дор дурьдсан хоёр оор торлийн элсэн манхнуудаас авахдаа, элсэн манхны уулархаг маягаар ургэлжилсэн хэсгээс нь болон долгион ургэлжилсэн хэсгээс, мон туунчлэн элсэн манхны суурийн тойргийн газар нутгаас авчээ. Шинжлэгчид бух авсан 28 туршлагийн ажлуудаа ширхжилтээр нь

буюу кварцын ширхэгүүдийн механикийн хэлбэр дүрсийн оорчлолтоор нь шинжилсэн богоод мон минералын эрдсүүдийн оролцлолтоор нь ялгажээ.

Туунчлэн анализын дунгуудээ графикуудаар болон хуснэгтээр узуулжээ. Анализын гаргасан дунгуудээс авч узвэл тус хоёр оор торлийн элсэн манхнуудын элсууд нь маш жижигвэтэр, хэлбэрийн ширхжэлтээр тогтосон байна Ширхэгүүдийн 44,1% — ийг 0,25—0,10 мм хэмжээний ширхэгүүд эзлэн тогтжээ. Уунээс гадна кварцын ширхэгүүдийн механикийн хэлбэр дүрсүүд нь бага хэмжээгээр оорчлогджээ. Ширхэгүүдийн 53,8% — ийг мохойвтор хурц ирмэгт ширхэгүүд эзэлсний дотор 39,3% — ийг хурц ирмэгт ширхэгүүд эзлэсэн байна. Шинжлэгдсэн элсуудийн минералын эрдсүүдийн бүрэлдэхууний дотроос кварцын ширхэгүүд нь 1—0,5 мм хэмжээний торолд багтах богоод 62,5—80,6% хувиар эзэлсэн байхаас гадна мон 0,25—0,1 мм хэмжээний торолд 74,1—93,4 хувиар оролцжээ. Хунд жингийн минералын эрдсүүдийн дотроос амфибол болон эпидот нь их хэмжээгээр оролцсон байна. Туунчлэн уулархаг тогтосон элсэн манхнуудын ширхэгүүд нь жижигвэтор соорторхуй байх боловч муухан хэмжээгээр дугуйртан байна. Гэтэл ургэлжилэн тогтосон элсэн манхны ширхэгүүд нь голчлон хурц ирмэгт байдлаар тогтжээ. Уунээс гадна уулархаг маягаар тогтсон элсэн манхны хажуу хэсгийн маш сорторхуй хэлбэрийн тогтоцыг анализын дунгууд батлан узуулнэ. Туунчлэн гаргасан анализын дунгуудээр ургэлжилэн тогтсон элсэн манхны нам дор гадаргуйн хэсэг дэхь бага хэмжээний сортолтыг мон харуулжээ. Уулархаг маягаар болон, долгион ургэлжилсэн маягаар тогтсон хоёр оор манхан элсний хурц ирмэгт ширхэгүүдийн ихэнх байрлалт нь тэдгээрийн суурь хэсгээр байх боловч ялангуяа долгион ургэлжилсэн элсэн манхны суурь хэсгээр болон хажуу хэсгээр нь их хэмжээний хурц ирмэгт ширхэгүүд тотсоныг нээн узуулжээ. Шинжлэгчид элсэн манхныг бүтээгч элсэн ширхэгүүдийн шинж чанар толвий нь Польшийн газар нутгийн элсэн ширхэгүүдтэй харьцуулж, тэдгээрийн ойролцоо тосоололтийг гаргажээ.

Шинж чанар толвоор нь шинжлэн гаргасан дунгуудээс авч узвэл. Цэргийн уулын хоорондохь хонхорхоон элсэн манхны ширхэгүүд нь салхины илээлтээр идэгдэн нурсан суурийн хаднуудын хэсгээс уусээн тогтсоныг харуулна. Ингэж тогтсон элсууд нь голын урсгалын нолоогоор богино замын шилжилтийг узуулсэн байх богоод кварцын ширхэгүүдийн муухан дугуйрлалтыг харуулна. Элсэн манхны ширхэгүүд нь хучтэй салхины улээлтээс хамаарч, улмаар тэдгээрийн сорт нь багассан байна. Гол толов снлхины чүглэлт нь NW—SE байх богоод Цэргийн хонхорхоин тэнхлэгтэй адил чиглэлтэнд чиглэсэн байхыг бас харуулна.

Dünensande der südlichen Umrandung des Beckens Grosser Seen in der westlichen Mongolei

Zusammenfassung

Die Autoren dieser Abhandlung entnahmen aus dem Dünengebiet der Bodensenke Zereg, südlich des Sees Char us nuur (Westmongolei), Sandproben von zwei verschiedenen Dünen: einem Dünenhügel sowie einem länglichen Dünenwall. Die Entfernung des Hügels vom Wall beträgt ungefähr 1700 m WNW. Ausser den Sandproben aus Dünen, entnahm man auch Sand aus dem Gebiet, welches das Dünenland umgibt. Alle diese Proben unterlagen Untersuchungen in Hinsicht auf Korngrösse, den mechanischen Abrundungsgrad der Quarzkörner sowie die Mineralienzusammensetzung. Die Ergebnisse der Analysen wurden in den Tabellen (Tab. 1—8) sowie auf Zeichnungen (Abb. 3—8) dargestellt. Aus den erzielten Ergebnissen geht hervor, dass das Dünenmaterial feinkörnig ist. Korngrössen unter 0,5 mm treten um 99,1% auf. Am zahlreichsten treten Körner von 0,25—0,10 mm auf (etwa 44,1%). Der Prozentsatz der Kornfraktion 0,10—0,06 mm (etwa 22,5%) ist gleichfalls sehr ansehnlich. Korngrössen unter 0,06 mm repräsentieren eine Menge von etwa 0,2%. Grössere Körner (über 2,0 mm) sind nicht anwesend und Kornfraktionen 2,0—1,0 mm sind nur in Fährten anzutreffen (Tab. 1).

Eine Analyse der mechanischen Abrundung der Quarzkörner wies nur einen sehr schwachen Abrundungsgrad auf (Tab. 4). Völlig abgerundete Körner treten gar nicht auf, abgerundete treten nur sporadisch in Fährten auf. Mittelstark abgerundete Körner fand man nur 3,8%. Am häufigsten sind in Dünensanden schwach abgerundete Körner anzutreffen (etwa um 53,8%) sowie scharfkantige (etwa 39,3%). Der Mattierungsgrad der Quarzkörner stellt sich wie folgt dar: der mittelmässige Anteil der glänzenden Körner beträgt 2,6%, der matten 3,6%. Der grosse überbleibende Teil fällt den halbmattierten Körnern zu.

In der Mineralienzusammensetzung der analysierten Sande ist der Quarzanteil in den Fraktionen 1,0—0,5 mm schwach, er beträgt nur von 62,5% bis 80,6%. Feinere Fraktionen haben einen grösseren Prozentanteil (z. B. die Fraktion 0,25—0,10 mm hat 74,1% bis 93,4% Quarzkörner). Die Schwerminerale Amphibol und Epidot treten am zahlreichsten auf und bilden die Basis. In kleineren wie die ersteren Mengen trifft man Magnetite und Apatite an (Tab. 4). Andere Schwerminerale kommen nur als Fährten vor, oder — wie z. B. Zirkon — in kaum einigen Prozenteinheiten.

Auf Grund der Analyseergebnisse unternahm man eine Vergleichsuntersuchung über den Charakter der Sandkörner beider Dünen. Und so

sind für den Dünenhügel feinere und besser aussortierte Sandkörner charakteristisch, als für den Dünenwall. Die durchschnittlich auftretende Kornfraktion 0,25—0,10 mm des letzteren beträgt 37,12%, also unterschiedlich zum durchschnittlich auftretenden Wert 55,54% des Dünenhügels. Korngrößen über 0,25 mm Durchmesser repräsentieren sich im Dünenhügel mit 16,47%, in dem Dünenwall 44,41%. Die Unterschiede die zwischen den beiden Dünen bisher auftraten, beziehen sich auch auf den Anteil von CaCO_3 , da er im Dünenwall viel stärker vertreten ist. Die Quarzkörner beider Dünen sind ganz verschieden abgerundet. Im Dünenwall sind sie besser abgerundet als im Dünenhügel, der erstere besitzt auch in seinem Mineralienbestand mehr Quarzkörner als der Dünenhügel. Die Analyse über den Charakter der Körner wertete man aus, um Unterschiede in den einzelnen morphologischen Elementen der Dünen zu erfassen. Man stellte fest, dass die Hänge des Dünenhügels besser sortierte Körner besitzen als die Gipfelpartien und die Dünensohle. Anders stellt es sich im länglichen Dünenwall dar, wo die gut sortierten Körner in den Oberflächenvertiefungen und Kulminationen anzutreffen sind, die schwach sortierten Körner befinden sich in der Dünensohle und den Hängen des Walles. Betreffs des Problems extremer Anteilswerte einzelner Kornfraktionen stellte man fest, dass diese in den gegenüberliegenden Teilen beider Dünen lagen. In den Korngrößenmassen 0,5—0,06 mm weisen die Fraktionen 0,25—0,10 mm und 0,10—0,06 mm grösste Anteilsdifferenzen auf, im Gegenteil zu den gröberen Fraktionen (0,50—0,25 mm) wo ein gewisses Gleichgewicht in beiden Dünen erhalten ist. Die Analyse der Abrundung der Quarzkörner in den einzelnen Teilen des Dünenhügels erwies, dass am meisten scharfkantige Körner in der Dünensohle und am wenigsten in der Kulmination anzutreffen waren. Der Dünenhang hat Mittelwerte. Im Dünenwall treten am meisten scharfkantige Körner in der Sohle und an den Hängen auf, am wenigsten in Vertiefungen und Kulminationen.

Alle Analysenergebnisse versuchte man mit entsprechenden Werten zu vergleichen, die für Dünen des polnischen Raums erforscht wurden (P e r n a r o w s k i 3 und S t a n k o w s k i 4). Man sieht analogische Ergebnisse, insbesondere betrifft dies denselben Charakter der Körner, aus denen die einzelnen Dünenelemente gebaut sind. Diese Analogien betreffen sowohl die Korngrößen wie auch ihre Abrundung.

Die erzielten Untersuchungsergebnisse erlauben zu folgern, dass Dünensande hauptsächlich aus örtlichem, verwittertem Felsmaterial stammen; es wurde am Ort angeweht oder auch unterlagen sie einem sehr kurzen Flusswassertransport. Dafür zeugt die sehr schwache Abrundung der Quarzkörner, wie auch ein sehr beträchtlicher Anteil von

Amfibolen bei gleichzeitiger Minderheit von Mineralien, die auf mechanische Vernichtung widerstandsfähiger sind (z. B. Zirkon).

Die schwache Kornsortierung des Dünenandes weist auf die Anwesenheit starker dünenbildender Winde hin. Die Gestalt sowie die Richtung der Dünenwallachse weist darauf, dass die NW—SE Windrichtung die Grundrichtung war, die mit der Achse des Senkungsgrabens von Zereg übereinstimmt.