

V7 171342

22 200777766

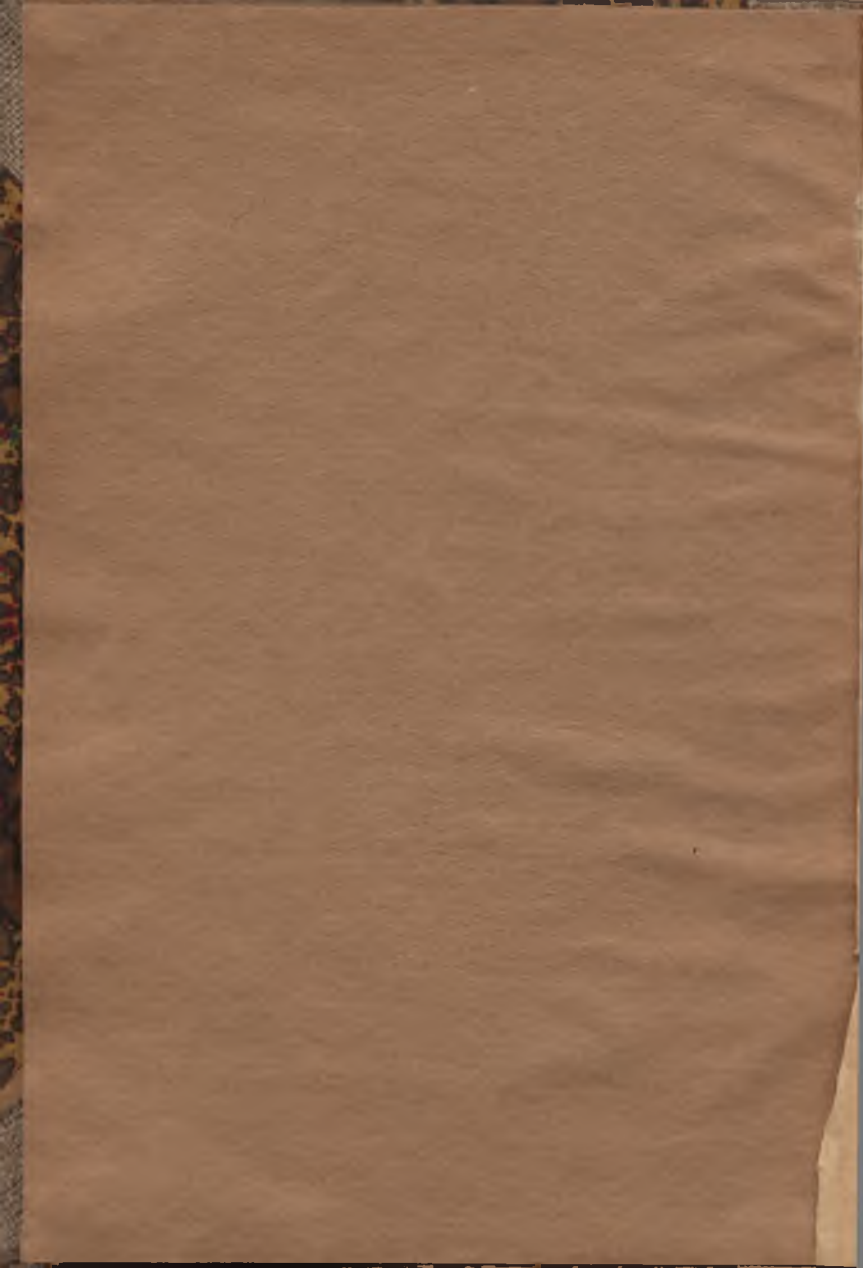
Biblioteka Gl. AWF w Krakowie



1800051712

15968

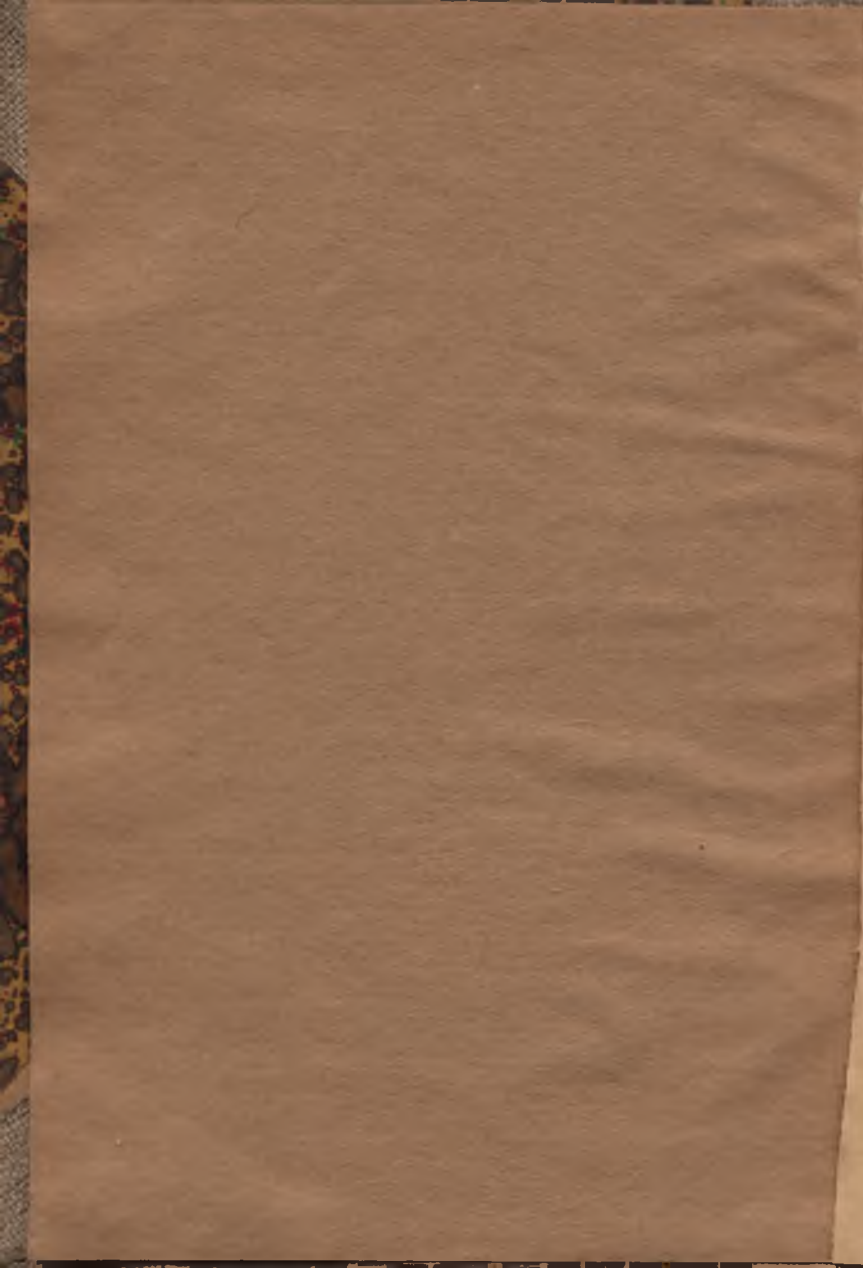






4.139

POWIETRZE JAKO CZYNNIK  
TWÓRCZY ZIEMI



139

POWIETRZE JAKO CZYNNIK  
TWÓRCZY ZIEMI

WYKŁADY Powszechne  
UNIwersytetu Poznańskiego  
Nr. 15.

527/11



~~4~~  
~~139~~  
~~2~~  
~~111~~

**Dr. W. FRIEDBERG**  
PROFESOR UNIwersYTETU POZNAŃSKIEGO

# POWIETRZE JAKO CZYNNIK TWÓRCZY ZIEMI

Z 16 RYCINAMI W TEKŚCIE



1925

**POZNAŃ: FISZER I MAJEWSKI**  
WARSZAWA: E. WENDE I SP., ŁÓDŹ: L. FISZER,  
TORUŃ: TOWARZYSTWO WYDAWNICZE „IGNIS”.



~~58~~

56

DRUKARNIA KATOLICKA TOW. AKC. W POZNANIU

502.3(02.062)

Kto, jadąc pociągiem z Poznania na południe, w kierunku Leszna, przypatrywał się uważnie okolicy, ten zauważył zapewne tuż za stacją Puszczykówkiem, po zachodniej stronie, wielkie obszary lotnych piasków. Widzimy nadto, że piasek zasypał w znacznej mierze cementowy parkan, biegnący wzdłuż toru, co nam przedstawia rycina. (ryc. 1). Widocznie są te piaski w ruchu, skoro zasypały ogrodzenie i przesypują się w stronę plantu kolejowego.

Domyślić się łatwo, że wiatr przenosi piasek od zachodu z obszernych pól piaszczystych, że więc wiatr jest tym czynnikiem, który zmienił do pewnego stopnia teren tej okolicy.

Wiemy, że wygląd ziemi zmienia się ustawicznie, chociaż zwolna, pod wpływem sił różnych. Rzeki płynące, lodowce, wulkany są pod tym względem czynne, ale niemałe jest też działanie powietrza, które jest również geologicznym czynnikiem.

Naturalnie główne znaczenie ma powietrze w ruchu, a więc wiatr. Wiemy jednakowoż, że prawie nigdy niema absolutnej ciszy, gdyż prawie

zawsze wieją wiatry, chociaż o różnej sile. Z własnego doświadczenia wie każdy, że wiatr unosi lekkie cząstki, przykładem kurz uliczny, ale silniejsze wiatry mogą unosić nawet ziarenka piasku



*Ryc. 1.* Wydma w Puszczykówku koło Poznania.  
Wedle fotografii autora.

i mniejsze kamyki, a bardzo silne nawet większe. Bywały wypadki t. zw. „deszczy kamiennych” już w bardzo odległych czasach, a powtarzają się i teraz. Dnia 13 czerwca 1892 r. spadły w okolicy Sambora we wschodniej Małopolsce kamyki pod-

czas silnej burzy, z których najcięższe ważyły do 4,5 gr.; całe zjawisko zauważono w pasie 8 km długim.

Wiatry przenoszą więc luźny materiał skalny, który następnie składają, dając początek osadom powietrznego, czyli eolicznego pochodzenia. To twórcze działanie wiatru objawia się najwyraźniej w wytworzeniu wzgórz piaszczystych, zwanych *wydmami* i osadów kurzu, które dają *glinę nawnianą*. Zaczniemy od pierwszych.

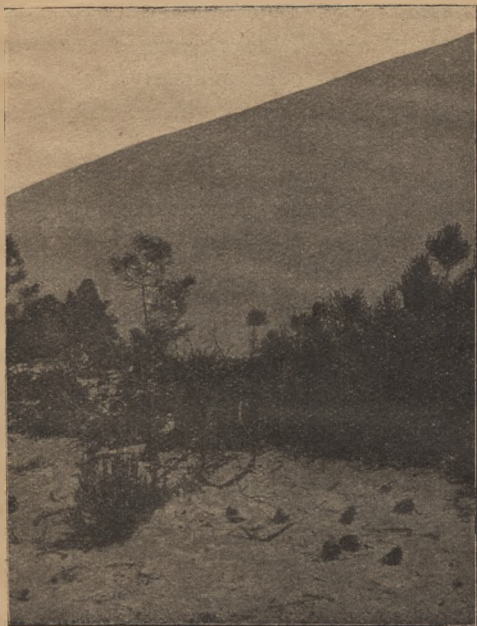
### Wydmy piaszczyste.

Widzieliśmy rozległy obszar piaszczysty koło Puszczykówka. Jeżeli piasek jest suchy, przenosi wiatr ziarna piasku i rozwiewa na znacznej przestrzeni, tworząc tak zwane lotne piaski. Powierzchnia ich jest pozornie gładka, w rzeczywistości widać jednakowoż podłużne, jak gdyby pręgi faliste, powstałe w podobny sposób za działaniem wiatru, jak podłużne zmarszczenia na wodzie. Przy uważnej obserwacji można zauważyć, że te podłużne wzgórczki nie są w tem samym miejscu, lecz przesuwają się w kierunku wiatru.

Jeżeli wiatr, toczący ziarna piasku, napotyka po drodze przeszkodę naprzykład krzak trawy, wówczas, przesiewając piasek przez jej gałązki, wytwarza wzgórek zrazu mały, później jednakowoż



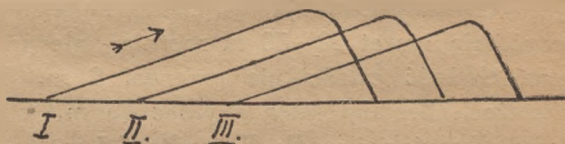
większy, który otrzymał nazwę wydmy. W podobny sposób spiętrzył się w naszym wypadku piasek we wzgórze przed parkanem biegnącym wzdłuż toru kolejowego. Profil tych wzgórz nie jest



Ryc. 2. Wydma w Arcachon koło Bordeaux,  
zbcze ku wiatrowi zwrócone.  
Wedle fotografii autora.

jednakowy, przeciwnie od strony zwróconej ku wiatrom jest wydma słabo nachylona (kątem  $5-12^{\circ}$ ), po przeciwnej zaś znacznie silniej ( $28-32^{\circ}$ ).

Wysokość wydym jest różna. Jakkolwiek zwyczajnie są wzgórzami wzniesionymi na kilka lub kilkanaście metrów, to przecież bywają i do 90 m wysokie, jak najwyższe w Europie wydmy w Gaskonji w południowo-zachodniej Francji (ryc. 2). Znacznie niższe, ale przecież wcale wysokie, są



Ryc. 3. Profile posuwającej się wydmy; strzałka wskazuje kierunek wiatru.

u wybrzeży morza Bałtyckiego, a więc i u brzegów naszego morza.

Z kształtu są podobne wydmy piaszczyste do wzgórków, które śnieg zimą tworzy i jak owe są w ustawicznym ruchu, wiemy bowiem, że podczas silnego wiatru zasy śnieżne wędrują prawie w oczach naszych, wydmy jednakowoż poruszają się znacznie wolniej. Przyczynę ich ruchu tłómaczy nam rycina. (ryc. 3).

Oto po łagodnem zboczach wydmy toczy wiatr ziarna piasku. Dostawszy się na szczyt wzgórze

spadają one na stronę przeciwną, gdzie dają początek stromemu zboczu wzgórza nowego. Przy ustawicznym dowozie świeżego materiału jest nowe wzgórze nie niższe od dawnego, a ponieważ to przetaczanie ziarn piasku odbywa się ciągle, przeto wydma wędruje za wiatrem.

Ruch ten jest wprawdzie nader wolny, ale ustawiczny. Przeciętnie można oceniać roczną drogę wydmy na 6—20 m, chociaż bywa i mniejszą. Wydmy Gaskonji posuwają się wprawdzie miejscami z chyżością nawet 20—30 m rocznie, ale przeciętna chyżość całości nie przenosi 2 m. Na wybrzeżach Bretanii mają chyżość 13 m, a na mierzei Kurońskiej wedle Berendta 5,6 m.

Ruch wydym zależy od siły wiatru, gdyż bardzo silne mogą przez zwiewanie zniszczyć wydmy i od ilości dowożonych świeżych mas piasku. Gdzie wiatry mają zawsze ten sam kierunek i gdzie dopływ nowego piasku jest zapewniony, tam są wydmy ustawicznie w ruchu.

Tworzą się wydmy tam wszędzie, gdzie są znaczne ilości lotnych piasków, a więc na przykład u płaskich, piaszczystych brzegów mórz. Wiemy, że morze u brzegu zawsze faluje; co chwila fala wpada na brzeg, przynosząc ze sobą piasek i żwir, następnie cofa się, poczem wraca druga fala i następne. Cofając się zabiera woda przyniesiony

poprzednio materiał skalny, ale, jeżeli brzeg jest słabo nachylony, nie może go zabrać w całości, lecz tylko częściowo, czyli każda fala dostarcza pewnej ilości nowego piasku, nie mówiąc już o gwałtownych burzach powiększających ją wydatnie. Wedle obliczeń wyrzuca morze u brzegów Gaskonji na każdy metr wybrzeża rocznie 20—25 m<sup>3</sup> piasku, z czego wynika, że u brzegów całej Gaskonji zostaje rocznie wyrzuconych 6 milionów m<sup>3</sup> piasku.

Wiatr wiejący od morza wysusza piasek szybko i zwiewa we wydmy, zrazu małe, lecz rosnące później w potężne wzgórza. Te wydmy mają zwyczajnie kształt prostoliniowy. Większa część wydm Europy należy do wydm nadmorskich, jak wydmy Gaskonji, Bretanji, Anglji, Helu, lub wydmy mierzei Kurońskiej, które prawie nieprzerwanym pasem ciągną się przez całą jej długość aż do Kłajpedy; są one do 65 m wysokie.

Także nad brzegami większych rzek jest wiele piasków, które mogą dać początek wydmom nadrzecznym. Bardzo wielkie obszary piaszczyste są na naszym niżu, zajętych kiedyś przez północny lodowiec, który przyniósł ze sobą wielkie ilości skał północnego pochodzenia, a te dostarczyły piasków. W przeciwieństwie do wydm nadmorskich i rzecznych możemy przeto także mówić o wydmach śródlądowych.

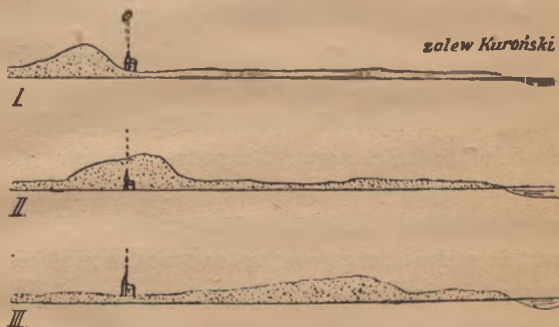
I u nich jest pierwotnym prostolinijny kształt, lecz z reguły ulegał zmianie. Ponieważ nie na całej swej długości poruszała się wydma z jednokową chyżością, przeto często przybierała kształt łuku, lub sierpowaty, a także w tym wypadku jest słabo nachylona strona zwrócona ku wiatrowi, stromą zaś przeciwna. Wydmy silnie łukowato zgięte otrzymały nazwę wydm parabolicznych. Oddzielne wydmy zlewają się często w jedną, występują też gromadnie, tworząc całe pasy (grzędy) długości nawet kilkudziesięciu kilometrów, ale tuż za jednym pasem następuje drugi i dalsze, wskutek czego obszar zajęty przez wydmy jest nie tylko znacznej długości, ale także czasem i szerokości kilku kilometrów.

Mówiliśmy, że wydmy mogą sprawiać znaczne spustoszenia, posuwając się bowiem razem z wiatrem zasypują uprawne pola, lasy i domostwa; wielkie wydmy, wysokości kilkudziesięciu kilometrów grzebią nawet wsie całe. Na całym obszarze naszego niżu mamy wiele przykładów tej ich zgubnej działalności, często widzimy we wsi piasek na drogach, płoty nim zasypane, a szczerzy piasek tam na polach, gdzie dawniej był grunt żyzny. Wielkie ilości lotnych piasków są w okolicy Olkusza i tworzą tam pustynię Starczynowską i Błędowską, dostarczającą materiału wydmom. „Znajdujący



się tam kościół na zachód od miasta, od niego 2 km. odległy, w którym odbywało się jeszcze nabożeństwo za czasów Augusta II, został na początku 19 wieku całkowicie otoczony piaskiem wydym, który wyszlifował całe wnętrze ruiny. Następnie stopniowo zostało zasypane całe przedmieście znajdujące się pomiędzy miastem i kościołem”.

Wszędzie, gdzie są wielkie wydmy, znamy wypadki zasypywania wsi całych. Na mierzei Kurońskiej został dobrze zbadany ich postęp. Z początkiem 19 wieku leżała przed wsią Kunzen wielka wydma, która ją wkrótce w zupełności zasypała, lecz koło roku 1860 posunęła się już tak dalece ku wschodowi, że stały się widoczne ruiny kościoła i kilku domów (ryc. 4). Opróżnia



Ryc. 4. Stanowiska wydmy we wsi Kunzen (wedle Berendta)  
I z początkiem 19 wieku, II z roku 1840,  
III z końcem 19 wieku, O kościół.

więc wprawdzie wydma miejsca poprzednio zajęte, ale na miejscu żyznych pól pozostawia jałowe piaski, a z domostw ruiny.

Wiemy, że w Polsce są, nie licząc wydm nadmorskich, znaczne obszary wydmowe. W Wielkopolsce są prawie wszędzie, większe ich nagromadzenia są między Notecią i Wartą, zwłaszcza między Wronkami i Międzychodem, inne są na obszarze dawnego jeziorzyska (zastoiska) między Bydgoszczą a Toruniem, wielkie są koło Warszawy, zwłaszcza na obszarze tak zwanej puszczy Kampinowskiej, są w zachodniej Małopolsce między Wisłą i Sanem, w okolicy Olkusza, Krakowa itd.

Co do czasu powstania są wydmy utworem stosunkowo młodym, względnie tworzą się i dzisiaj jeszcze. Ponieważ dla wydm śródlądowych Polski dostarczyły głównego materiału lodowce dyluwjalne, przeto ich powstanie należy odnieść do czasów, które nastąpiły po cofnięciu się lodowca, ale niekoniecznie zaraz bezpośrednio po niem. Pierwsze wydmy porosły z biegiem czasu lasem i przez to zostały uwięzione i utrwalone. Dopiero znacznie później, często nawet w czasach nie bardzo odległych, zostały lasy niebacznie przez człowieka wycięte, a wtedy piaski oswobodzone z krępującej je więzi stały się lotne, dały początek polom lotnego piasku, z których powstały nowe wydmy.

Naturalną jest rzeczą, że człowiek stara się uczynić wydmy nieszkodliwymi wobec ich niszczącego działania. W tym celu obsiewa się je najpierw roślinami trawiastymi, a potem, gdy ich korzenie już nieco piasek ustaliły, drzewami, zwłaszcza sosną. Nad brzegami mórz należy jeszcze zamknąć dopływ świeżego piasku. W tym celu buduje się przed wydumą, nową, sztuczną, która zabiera całą ilość świeżego piasku dążącego od morza i szybko się ją zalesia.

Jakkolwiek wydmy zajmują w Europie znaczne przestrzenie, to przecież największe znajdują się na pustyniach. Wydmy pustyni są często znacznie wyższe, na Saharze mają być do 120 m wysokie, a inni podają jeszcze znacznie większe wysokości. Są prostolinijne, lub nieco zgięte, ciągną się pasami całymi, a za jednym następuje drugi i dalsze. Swen Hedin mówi o pustyni Taklamakan we wschodnim Turkiestanie, że droga prowadziła dniami całymi z jednych grzbietów wydym na drugie, które następowały po sobie w regularnych odstępach kilku kilometrów, a były do 150 m wysokie. Dla pustyni są charakterystyczne wydmy innego kształtu, zwana barchanami. Mają one kształt sierpowaty, część wypukła jest słabo nachylona i zwrócona w stronę wiejącego wiatru, podczas gdy część wklęsła ma zbocza strome. Barchany

są zwyczajnie małe (wysokość do 10 m), występują gromadnie, czasem łączą się ze sobą, a wyjątkowo tylko opisywano barchany większe, na przykład z Turkiestanu do 100 m wysokie (ryc. 5). Jak zwyczajne wydmy, tak też barchany wędrują za wiatrem, obserwowano jednak u nich chyżości bardzo wielkie, bo wynoszące nawet 20 m na dobę.



5. Ryc. Wysoki barchan w Turkiestanie (wedle Kaysera).

Zastanowiano się nad pochodzeniem olbrzymich mas piasku na pustyniach. Przeważnie powstały one przez zwietrzenie skał w kamienistych częściach pustyń, gdyż, jak pomówimy później, wietrzeją skały na pustyniach bardzo łatwo.

## Glina nawiana.

Wiemy dobrze, że w dnie pogodne, a suche zawiera powietrze kurz; więcej go tam, gdzie wyschnięta gleba nie jest chroniona roślinnością, a więc na przykład na drogach polnych. W krajach o suchym klimacie zwiększa się ilość kurzu, u nas splukują go bowiem deszcze i zanoszą do rzek.

Na pustyniach jest ilość kurzu bardzo wielką. Powstaje on tam przez zwiertzenie skał zawierających skalenie, a takimi są granity i podobne skały wybuchowe, składające się, obok skaleni, z ziarn kwarcu, łuszczyku i innych minerałów. Po zwiertzeniu skały, gromadzą się ziarna kwarcu tworząc piasek, który jest później materiałem wydm, skalenie zaś zamieniają się na lekki kaolin, którego cząstki dają właśnie kurz atmosferyczny. Składnikami kurzu są także najdrobniejsze ziarna kwarcu, cząstki wapienne, limonitowe itp. Nader lekkie części tak zwanego popiołu wulkanicznego, wyrzucanego podczas silnych wybuchów dostają się również w powietrze i prądami bywają roznoszone daleko. Także drobne części pękających w atmosferze ziemskiej meteorytów, bogate w żelazo, mogą dostać się w powietrze i być materiałem kurzu pochodzenia już nie ziemskiego, ale kosmicznego.



Ilość kurzu ostatniego pochodzenia, dostającego się tą drogą z innych ciał na ziemię jest większą, niż się zwyczajnie sądzi. Nordenskjöld oceniał ilość kurzu meteorycznego, który spadł 3 maja 1892 roku w Danji, Szwecji, Finlandji i północnych Niemczech na 500 000 ton. Znane są przykłady kurzów meteorycznych w czasach odległych, które wśród ludności szerzyły przerażenie. Dnia 6 listopada 1472 roku pojawiła się nad Konstantynopolem czarna chmura, z której spadł gorący pył o nieprzyjemnym zapachu warstwą wysokości dłoni. Dnia 3 grudnia 1586 roku spadł koło Verden w Hanowerze wśród błyskawic i grzmotu czarny pył tak gorący, że deski zwęglił. Czerwona chmura zakryła 13 i 14 marca 1813 roku znaczny obszar południowych Włoch i nastąpiła taka ciemność, że o godzinie 4 po południu musiano zapalać świece, a lud biegł przerażony do kościołów w przekonaniu, że zbliża się koniec świata. Z tej chmury spadły w niektórych okolicach kamienie meteoryczne, a gdzieindziej deszcz czerwony i czerwony pył.

Kurz w powietrzu znajduje się prawie zawsze. Deszcze spłukują go wprawdzie, ale i po deszczu jest go jeszcze wiele, skoro wedle obliczeń Aitkena w jednym  $\text{cm}^3$  było po deszczu 32 000 cząstek pyłu, w porze suchej zaś aż 130 000. Wiemy

zresztą, że i w zimie nie brak kurzu w powietrzu, czego dowodem brudna barwa dłużej stojącego śniegu.

Na pustyniach nie może długo się utrzymać kurz powstały. Każdy podmuch wiatru unosi go ze sobą, chwile jego spoczynku są nader krótkie, a gwałtowniejsze wiatry unoszą go daleko. Z Sahary dostaje się kurz atmosferyczny nieraz nad ocean Atlantycki w tak wielkiej ilości, że powietrze jest nieprzezroczyste, jak podczas mgły silnej. Z Afryki przenoszą wiatry pył, często połączeniami żelaza na rdzawy kolor zabarwiony, do Europy południowej i środkowej. Jeżeli spadnie on z deszczem, daje powód do zabobonnych opowiadań o deszczu krwawym.

W marcu roku 1911 spadł w całej południowej i w części środkowej Europy kurz czerwony, pochodzący z północnej Afryki, przyniesiony przez silny wiatr od południa wiejący. „W Palermo 10 marca z rana chmury z czerwonym odcieniem zasłoniły niebo, a w południe przy gwałtownym wietrze spadł deszcz, którego krople wyglądały jak krew. Chmury naładowane czerwonym pyłem i pędzone przez silny wiatr przeciągnęły tegoż dnia ponad południowemi Włochami. W Neapolu wieczorem, wnet po zapadnięciu zmroku, niebo poczęło się rozjaśniać i stało się zrazu jasno-żółtem, a potem ognisto czerwonym. Miasto było oblane

jaskrawem światłem. Pył opadający pokrywał całe miasto, osiadał na odzieży przechodniów i zasypywał oczy. Całe zjawisko trwało około 3 godzin. W nocy z 10 na 11 spadł pył w Rzymie. Około północy we Fiume i Abazji padał deszcz przy silnym wietrze południowo-wschodnim i pozostawił warstwę pyłu, która pokrywała dachy, ulice, ogrody i okręty. 11 marca rano padał deszcz z pyłem zmieszany we Lwowie, Poznaniu i Krakowie. W Szlezwigu, Danji i południowej Szwecji wędrówka pyłu ku północy osiągnęła swój kres. Wreszcie w nocy z 12 na 13 marca padał deszcz z pyłem w gubernji Permskiej w Rosji."

„Podczas wędrówki z Afryki przez Europę cząsteczki pyłu zostały posortowane. Najcięższe musiały opadać najprędzej, a więc na południu. Zgodnie z tem wypadły pomiary wielkości cząstek pyłu. W pyle, który opadł w Palermo, średnica cząsteczki wynosiła przeszło 0.1 mm, koło Hamburga zaś 0.004—0.009 mm.“ Ilość spadłego wtedy pyłu trudno ocenić, przypuszczalnie, jedynie na obszarze Włoch, spadło 1 300 000 ton, a bardzo wielkie ilości dostały się do morza Śródziemnego.

Innego pochodzenia był kurz, który spadł ze śniegiem dnia 5 lutego 1888 roku na Śląsku. Był on żółtej barwy, spadł przy silnym wietrze północnym. Wedle Cammerlendera pochodził on

ze Skandynawji, a obszar, na którym opadł, możnaby oceniać na 8125 km<sup>2</sup>. W kierunku z zachodu ku wschodowi był on zawarty między Opawą i Skoczowem, a z północy ku południowi między Raciborzem a Św. Marcinem na Słowaczyźnie.

Kurz powietrzny, unoszony na pustyni przez wiatry z miejsca na miejsce, dostaje się wreszcie na obszary trawiastymi roślinami porośłe, czyli na stopy i tutaj jest kres jego wędrówki. Uderzając o gałęzie roślin traci wiatr swą siłę, cząstki pyłu opadają pomiędzy ich łodygami i tu się zatrzymują, wskutek czego zbiera się warstwa pyłu, na której kiełkują wkrótce z przyniesionych nasion nowe generacje roślin. Korzenie ich przytrzymują kurz silnie, który też w ten sposób zostaje utrwalony. Warstwa po warstwie narasta na poprzedniej warstewce i daje początek glinie, którą nazywamy nawiana, albo eoliczną, albo też lessem od lokalnej nazwy używanej nad Renem.

Glina nawiana jest żółtawej barwy, piaszczystą i wskutek tego więcej przepuszczalną dla wody, niż inne gliny, nie okazuje śladów warstwowania, natomiast oddziela się łatwo pionowemi ścianami. Po łodygach zasypanych traw pozostały pionowe rurki, które tę glinę przenikają.

Aby wytworzyć się mogła glina nawiana, musiały istnieć stepowe obszary, na których zatrzy-

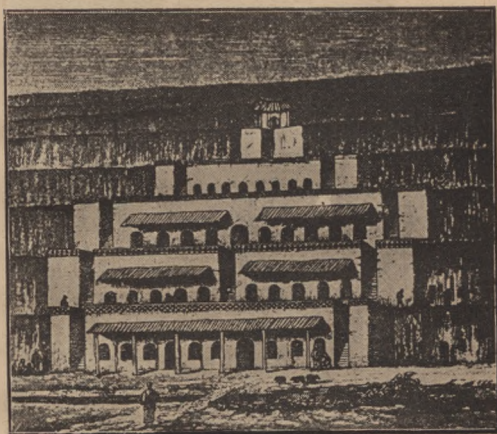
mały się cząstki kurzu, a nadto znaczne obszary pustynne o suchym klimacie, na których wytworzyły się wielkie ilości pyłu. Turkestan, Mongolia, znaczne obszary Chin mają te warunki, dlatego też wytworzyły się tam grube zwały gliny nawianej. Jeden z podróżników (Johnson) pisze o kraju Khotan we wschodnim Turkiestanie: „Gleba tej okolicy jest nader żyzna, a przyczyną jest drobny pył, który prądy powietrza sprowadzają z pustyni i składają na równinach. Nawet wtedy, gdy niema prawie wiatru, jest powietrze tak przepełnione pyłem, że musiałem w południe zapalać świecę, aby czytać druk większy.“

Chiny są krajem, w którym glina nawiana rozwinęła się potężnie i tutaj została też po raz pierwszy zbadana przez geologa Richthoffena. Zwały jej są do kilkuset metrów grube, rzeki tamtejsze (Huangho) płyną wśród niej głębokimi jarami. Drogi, prowadzące na obszarach przez tę glinę zajętych, wgłębiają się silnie w teren, gdyż każdy podmuch wiatru wzbija nowe tumany kurzu, które zanosi na uprawne pola, z biegiem czasu pogłębia się więc droga tak dalece, że biegnie głębokim jarem.

Glina nawiana jako lekka i nieco przepuszczalna tworzy znakomitą glebę, dlatego też obszary przez nią zajęte należą do bardzo urodzajnych. Glina



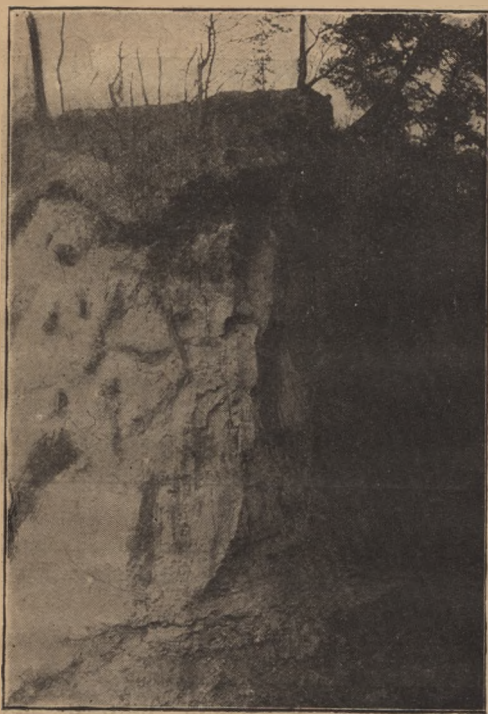
ta nie wyjawia się łatwo, gdyż pionowemi rurkami, które są w glinie, podchodzą razem z wodą nowe sole mineralne na miejsce zużytych.



*Rys. 6. Wieś założona w ścianach gliny nawianej; Chiny prow. Shansi (z dzieła Richthofena Chiny).*

W ścianach gliny nawianej grzebie uboższa ludność nieraz mieszkania, które są często założone gromadnie, w ścianie parowu leży wieś cała, a oddzielne domostwa wznoszą się terasowo w górę. „Nieraz w dolinie żyznej i starannie uprawionej nie widzimy żadnej istoty i napróżno

szukamy mieszkańców, których pracę podziwiamy,  
aż nareszcie przyjdziemy do ścian z gliny, które



*Ryc. 7. Stroma ściana gliny nawianej.  
Lwów. Michałowszczyzna.  
Wedle fotografii autora.*

zamykają dolinę. Tutaj z licznych otworów wychodzi gęsty rój ludzi, tu wre życie i praca," jak pisze Richthoffen.

Gлина nawiana, jako złożona przez powietrze, nie leży tylko w miejscach nisko położonych, jak osady wodne, lecz sięga nawet do znacznych wysokości, w Chinach naprzykład ponad 2000 m. Możemy powiedzieć, że jak gdyby płaszczem otula skały, na które pyłem opadła.

U nas w Polsce był także kiedyś suchy klimat i wtedy wytworzyła się również glina nawiana. Ma ona te same własności, jak w Chinach, a więc jest nieco piaszczysta i porowata i okazuje skłonność do pionowego spękania. Znajduje się na zboczach Karpat, na Podolu (ryc. 7), Wołyniu, w Lubelskiem, Sandomierskiem i w Krakowskiem. Wszędzie daje glebę żyzną, a ponieważ wody deszczowe rozmywają ją łatwo, przeto daje szereg krajobrazowo pięknych widoków (por. ryc. 8).

Pod właściwym *lessem* leży u nas zwyczajnie siwa glina warstwowana, zawierająca często wałeczki limonitowe i resztki mięczaków wodnych, która odpowiada „*lessowi jeziornemu*”. Wytworzył się on na dnie jezior, czy bagnisk, z kurzu atmosferycznego, który wpadł do wody.

Nasz *less* nie dochodzi tak znacznej miąższości, jak chiński, w każdym razie bywa jego



*Ryc. 8. Parów w glinie nawianej.  
Kalina Wielka koło Miechowa.  
Wedle fotografii autora.*

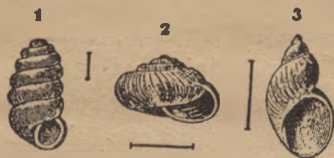
powłoka do 30 m gruba. Jest także silnie piaszczysty, zawarty w nim węglan wapniowy dostaje się szczelinami wgłęb i bywa tutaj osadzany w próżniach, dając początek dziwnym konkrecjom, znanym pod nazwą „lalek lessowych“.

Wytworzył się on w dobie poprzedzającej obecną, a zwanej dyluwjalną, albo plejstoceniową, a w szczególności u jej schyłku, gdy wielki północny lodowiec ustąpił. Wiatry wiejące od północnego-wschodu przynosiły wielkie ilości kurzu, zrazu grzązł w bagnach, dając początek siwym glinom, a następnie, gdy te obszary stały się stepem, został przychwycony przez obszary trawiaste, dając początek właściwemu lessowi. Wedle badań petrograficznych, wykonanych nad naszym lessem, jest on w związku ze skałami starokrystalicznej płyty Wołyńskiej, gdyż powstał przez wywianie jej cząstek skalnych.

Wiemy od czasów Richthoffena, że less jest pochodzenia eolicznego, a nie wodnego, brak mu bowiem warstwowania, które charakteryzuje osady wód. Co więcej brak w nim resztek zwierząt wodnych, a zdarzają się tylko skorupy ślimaków lądowych, jak *Helix hispida*, *Pupa muscorum*, *Succinea oblonga* (ryc. 9). Gdzie niegdzie znajdowano w niej także kości zwierząt stepowych, jak suseł (*Spermophilus*), skoczek (*Alactaga*), bobak



(*Arctomys bobac*), których obecność potwierdza wywody Richthoffena o stopowym pochodzeniu tej gliny. Ponieważ w niej znajdują się także nierzadko kości mamuta, olbrzymiego słonia tych czasów, przeto nazywają ją także mamutową.



Ryc. 9. Ślimaki lessowe.  
 1. *Pupa muscorum* 2. *Helix hispida* 3. *Succinea oblonga*.  
 (z Neumayra)

### Niszczące działanie wiatrów.

Omówione dotychczas działania powietrza moglibyśmy nazwać twórczymi, ponieważ pod ich wpływem powstają nowe nagromadzenia skał, a więc wydmy i zwały gliny. Jednakowoż powietrze działa także niszcząco, gdyż zabierając zwietrzały materiał skalny obniża teren.

Idziemy drogą polną wśród pól gliniastych w dzień skwarny. Wysuszoną ziemię unosi każdy podmuch wiatru, droga obniża się więc w podobny sposób, jak droga wśród pól lessowych w Chinach, co prawda u nas obniżają ją więcej wody ście-

kające po deszczach, gdyż w naszym klimacie jest woda głównym czynnikiem rzeźbiącym (ryc. 8).

Inaczej jest jednakowoż na pustyniach, gdzie deszcz jest rzadkością. Tam działa prawie jedynie wiatr, a rola wody jest podrzędną. Wiatr wieje prawie zawsze, pył pustynny zakrywa horyzont całymi dniami, od gór skalistych unosi wiatr całe tumany kurzu, a potężne trąby powietrzne, które są nader częstym zjawiskiem, przenoszą ogromne ilości piasku i pyłu na wysokość kilkuset metrów. To zwiewające działanie powietrza, polegające na przenoszeniu materiału skalnego, nazwał Walther *deflacją*.

Wynikiem jej jest obniżenie terenu. Niejedna oaza Afryki północnej leży niżej poziomu morza w zakłęśłości nawet do 400 m głębokiej; powstała ona przez wywianie materiału skalnego, który wiatry na inne miejsca przeniosły. Widzimy tu zasadniczą różnicę pomiędzy działaniem wody i powietrza, gdyż woda może przenieść materiał skalny tylko z miejsc wyżej położonych na niższe, wiatr natomiast przenosi kurz, czy piasek także na wyżej położone obszary.

Wiatr wiejąc unosi naturalnie lżejszy materiał, cięższy zaś pozostawia. Ze zwietrzałych skał wypadłe skamieliny gromadzą się przeto na ziemi i leżą we wielkiej ilości, jak nummulity, jeżowce,

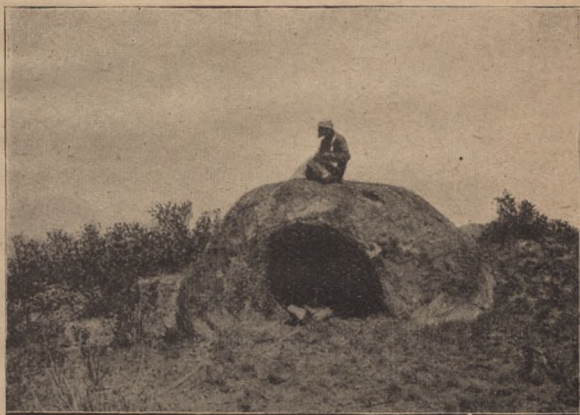
ostrygi, drzewa skamieniałe na pustyniach Egiptu.

Deflacja wiatrów jest ułatwiona, ponieważ na pustyni zwietrzenie postępuje szybko, a to z przyczyn rozmaitych. Za dnia ogrzewają się tu skały silnie ze względu na energiczne działanie promieni słonecznych, a wiemy, że z powodu t. zw. insolacji nawet do temperatury wyższej, niż powietrza. Na pustyniach Afryki mają się nagrzewać skały nawet do  $80^{\circ}\text{C}$ , a podczas nocy oziębiają się przez promieniowanie znacznie, bo nawet o  $60^{\circ}$ . Nagły deszcz działa także oziębiająco, skoro wedle Walthera obserwowano w kraju Zakaspijskim w maju na pustyni oziębienie temperatury po deszczu o  $40^{\circ}$ , przed nim bowiem wynosiła  $50^{\circ}$ , po nim zaś tylko  $10^{\circ}$ .

Te codzienne, silne wahania temperatury zmniejszają spójność skały, ogrzana rozszerza się bowiem, oziębiona zaś kurczy. Ustawiczne kurczenie i rozszerzanie sprawia pęknięcie skał; często odpadają części skały na kształt współśrodkowych skorup, co wygląda, jakgdyby się skała łuszczyła. Wedle opowiadań podróżnych pękają większe bryły skał z donośnym hukiem na mniejsze części, które jako ostre odłamy zalegają zbocza gór. Dalsze wietrzenie sprawia rozdrobnienie materiału skalnego, z którego wiatr wywiewa piasek,

będący później materiałem wydm, a lekki kurz unosi poza obręb pustyni.

W naszym klimacie postępuje wietrzenie skał z reguły szybko pod wpływem czynników chemicznych, a więc za działaniem tlenu powietrza,



*ryc. 10.* Pieczara w zwietrzałym granicie.  
Texas. (wedle Walthera).

pary wodnej i bezwodnika węglowego. Na pustyniach jest inaczej, tutaj wietrzenie chemiczne następuje przeważnie pod wpływem soli zawartych w skałach. Gorące powietrze stara się wyciągnąć wszelką wilgoć ze skał, zostawiając w nich

sole zawarte we wodzie, nic więc dziwnego, że skały są przepelnione solą, która je od wnętrza wyżera. Tą drogą tworzą się na pustyniach często pieczary (ryc. 10). Naturalną jest rzeczą, że skały wapienne, jako mniej odporne, łatwiej ulegają



*ryc. 11.* Wyżarta powierzchnia zwietrzałego piaskowca. Ameryka północna. Arizona (wedle Walthera).

tego rodzaju zniszczeniu. Wielkie bloki wapienia, jak mówi Walther, użyte przed 4000 lat do budowli egipskich, są już od środka zupełnie zniszczone, a pozostała z nich tylko 5 cm gruba warstwa zewnętrzna.



Niszczące działanie wiatru polega nie tylko na zabieraniu materiału skalnego, ale także na ścieraniu i szlifowaniu skał. Wiemy dobrze, że wiatr wiejący po piaszczystej przestrzeni jest obładowany piaskiem, który wciska się nam do ócz i pobyt na wydmie czyni niemiłym. Wiatr miota więc piaskiem o skały, ściera je i wygładza. Podczas tego ulegają naturalnie łatwiej zniszczeniu mniej odporne części skały, niż twardsze i dla-



ryc. 12. Głazik trójgraniasty na piasku wydmy.

tego też powierzchnie skał wystawionych na działanie wiatru są często nierówne, lecz opatrzone szeregiem zagłębień, i części wystających. Ryc. 11. przedstawia nam taką powierzchnię, przypominającą wyglądem plastry pszczelne.

Na piaskach naszych znajdujemy często kawałki skalne, mające kształt trójgraniasty i 2—3 wygładzone powierzchnie, nachylone pod kątem. Są to „głaziki trójgraniaste“ (ryc. 12). Powstały

one przez szlifujące działanie wiatru, który uderza o kamień leżący na piasku. Prąd powietrza rozdziela się na nim i szlifuje boki, wytwarzając przez ich ścieranie gładkie powierzchnie. Walther nazwał *korrazją* niszczącą czynność wiatru obciążonego piaskiem.



ryc. 13. Skała kształtu grzyba. Sierra del diablo. Texas. Wedle Walthera.

Korrazja występuje na pustyni we większych rozmiarach. Powierzchnie skał są tu często wygładzone, jakgdyby ręką szlifierza, a przez chemiczne działanie związków mineralnych powlekają się

żółtą lub szarą powłoką, czyli t. zw. lakierem pustynnym.

Wietrzenie w połączeniu z deflacją i korrozją wywołuje cały szereg swoistych form. Pozostałe po zwietrzeniu reszty skały i po jej wywianiu, sterczą słupy skalne na kształt filarów, czy słupów.



*ryc. 14.* Chwiejące się głazy. Ameryka półn. Colorado z Walthera.

Czasem zwietrzeje silnie dolna część skały, gdy górna pozostaje nienaruszona, a wtedy wznosi się ona jakgdyby na cienkim trzonku; są to skały mające kształt grzyba, nierzadkie na pustyniach (ryc. 13).

Jeszcze dziwniejsze są tak zwane chwiejące się głazy. Olbrzymie bloki skalne wietrzeją od spodu tak dalece, że tylko częścią podstawy dotykają podłoża, dlatego też chwieją się za silniejszym podmuchem wiatru nie tracąc jednakowoż równowagi (ryc. 14).

Gdzie na pustyniach leżą na wierzchu skały, które ulegają łatwo wietrzeniu, tam może deflacja wytworzyć najdziwaczniejsze, a ponure formy. Ponieważ brak tam roślinności, przeto wznoszą się nagie słupy i baszty jakgdyby ruiny zamczysk. Wiatr wywiał tutaj szereg tajemniczych kurytarzy i wąskich czeluści, nic więc dziwnego, że krajobraz taki może wyglądać wprost przerażająco, jak na przykład tak zwane „Złe Miejsca“ (Bads Lands) w stanach Utah i Colorado Ameryki północnej (ryc. 15).

Jak widzieliśmy, nie jest zbyt małym geologiczne działanie wiatrów, jakkolwiek długo uchodziło uwagi, ponieważ w naszym klimacie inne czynniki działają rzeźbiąco na powierzchnię ziemi. Dopiero po poznaniu pustyń różnych części świata i po rozszerzeniu badań na te obszary (Richthoffen, Walther) przekonano się, jak ważnym może być działanie powietrza. Ponieważ pustynie zajmują bardzo znaczne przestrzenie, gdyż wedle obliczeń około  $\frac{1}{45}$  powierzchni ziemi, przeto na tej

części ziemi jest powietrze dominującym czynnikiem.

Pustynie nie są wprawdzie zupełnie bezwodne, gdyż i na nich zdarzają się nawet ulewne deszcze,

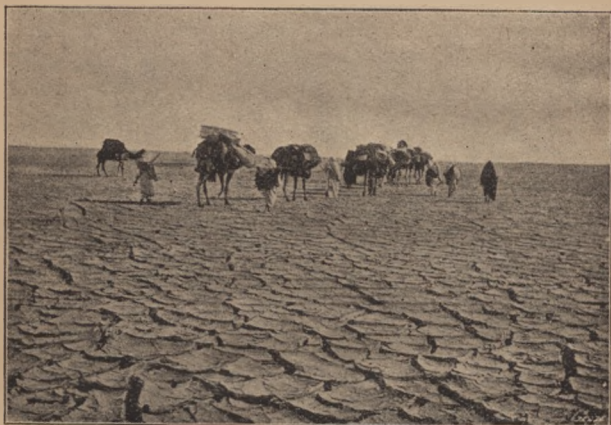


*ryc. 15.* Bads Lands. Ameryka północna.

ale spadła woda nie zatrzymuje się długo. Rzeki z niej powstałe giną wkrótce po niedługim biegu, albo też giną w niskopolożonej zakłęśności, gdzie



tworzą się krótkotrwałe jeziora. Rozległe bagna parują jednakowoż wkrótce, pokrywając dno wilgotnym iłem. Jak zwykle błoto, tak też i ów ił pęka przy wyschnięciu, wskutek czego wytwarzają się na nim dość głębokie szczeliny (ryc. 16).



*ryc. 16.* Spękany namuł na pustyni Libijskiej.

Wielkie przestrzenie pustyni pokrywają się warstwą iłów powstałych w ten sposób, które w Afryce nazywają się „sebchą“, w Turkestanie „takyrem“. Ponieważ wysychające jeziora zawierają sól, przeto ił ów pokrywa się wykwitami tego minerału. Jako ciała hygroskopijne wciągają sole wilgoć z powie-

trza, dlatego jest też powierzchnia łąw wilgotna, nic dziwnego więc, że chwytają z powietrza cząstki kurzu i w ten sposób rosną na grubość. Być może, że niejedne łąy, pokrywające pokłady soli, powstały tą drogą.

Pustynie są zwyczajnie bezodpływowe, to jest, wszystkie rzeki dążą na nich ku najniższemu obszarom, gdzie dają z reguły początek słonym jeziorom. Poza obszar pustyni nie wydostaje się żaden materiał skalny, o ile nie jest to kurz atmosferyczny silnymi wiatrami poza pustynię wywiany. To samo możemy powiedzieć o tak zwanych krajach bezodpływowych, to jest takich, których rzeki nie wpadają do mórz, lecz gubią się w zamkniętych jeziorach, przykładem dorzecze Wołgi wpadającej do jeziora Kaspjskiego. Rzeki przynoszą tu ciągle razem z wodą nowe ilości soli, nic więc dziwnego, że wobec silnego parowania stają się wreszcie w sól nader bogate, czego przykładem tak liczne jeziora słone Azji Środkowej, Afryki i innych części ziemi. Nieraz wysychają te jeziora zupełnie, a wtedy na ich dnie osadza się sól.

Widzimy więc, że obecność jezior słonych jest cechą pustyni i krajów bezodpływowych. Gdzie są złoża soli, są one często dowodem, że w tych miejscach podczas tworzenia się pokładów soli

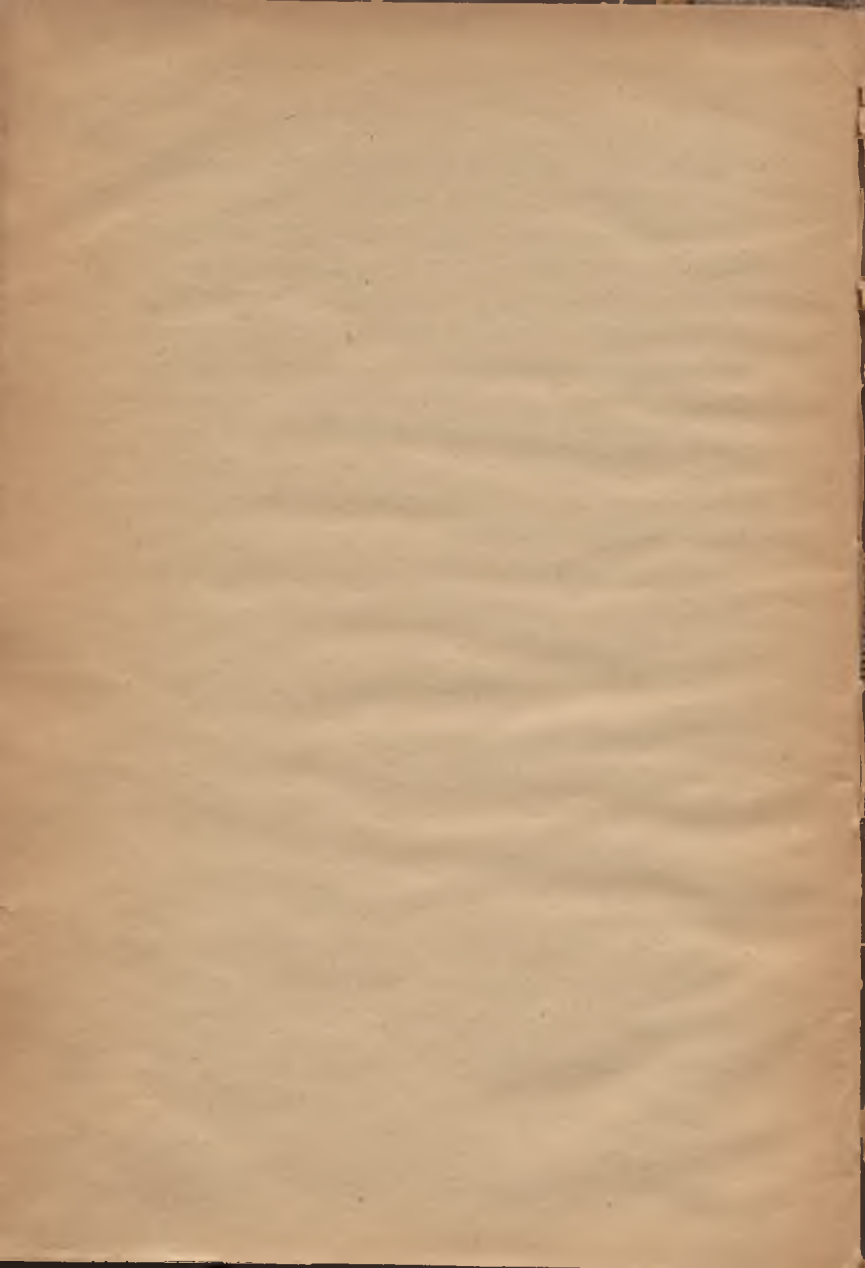
panował klimat suchy, pustynny. Tak było na Kujawach w nader odległym okresie czasu, zwanym przez geologów permskim, kiedy to z jezior śródlądowych wzięły początek pokłady soli Inowrocławia, Wapna, Szubina i Ciechocinka.

Geolog ma liczne sposoby, aby rozpoznać, jaki klimat panował kiedyś na danym obszarze. Nietylko po obecności soli rozezna on klimat suchy, ale także po obecności dawnych wydm, których piaski może już dawno złączyły się w piaskowce, lecz czerwona ich barwa, brak resztek zwierząt morskich, brak zwyczajnego uwarstwowania, natomiast obecność uwarstwowania skośnego, te wszystkie cechy będą wskazywać na to, że mamy przed sobą resztki byłej pustyni. Naturalnie bardzo cennych wskazówek mogą nam dostarczyć skamieliny. Z dewonu znamy czerwone piaskowce (old red), które zajmują znaczne obszary północnej Anglii, Skandynawji, a w Polsce znane są z gór Świętokrzyskich i z Podola (piaskowiec trembowelski). Skamielin one prawie nie mają, ale czasem znajdują się resztki ryb pancernych, olbrzymich raków i ryb dwudysznych (Dipterus), będących protoplastą dzisiejszej barramundy (Neoceratodus), która żyje w rzekach Australji, wysychających podczas suchej pory roku. Ryba owa przystosowała się do życia w klimacie suchym,

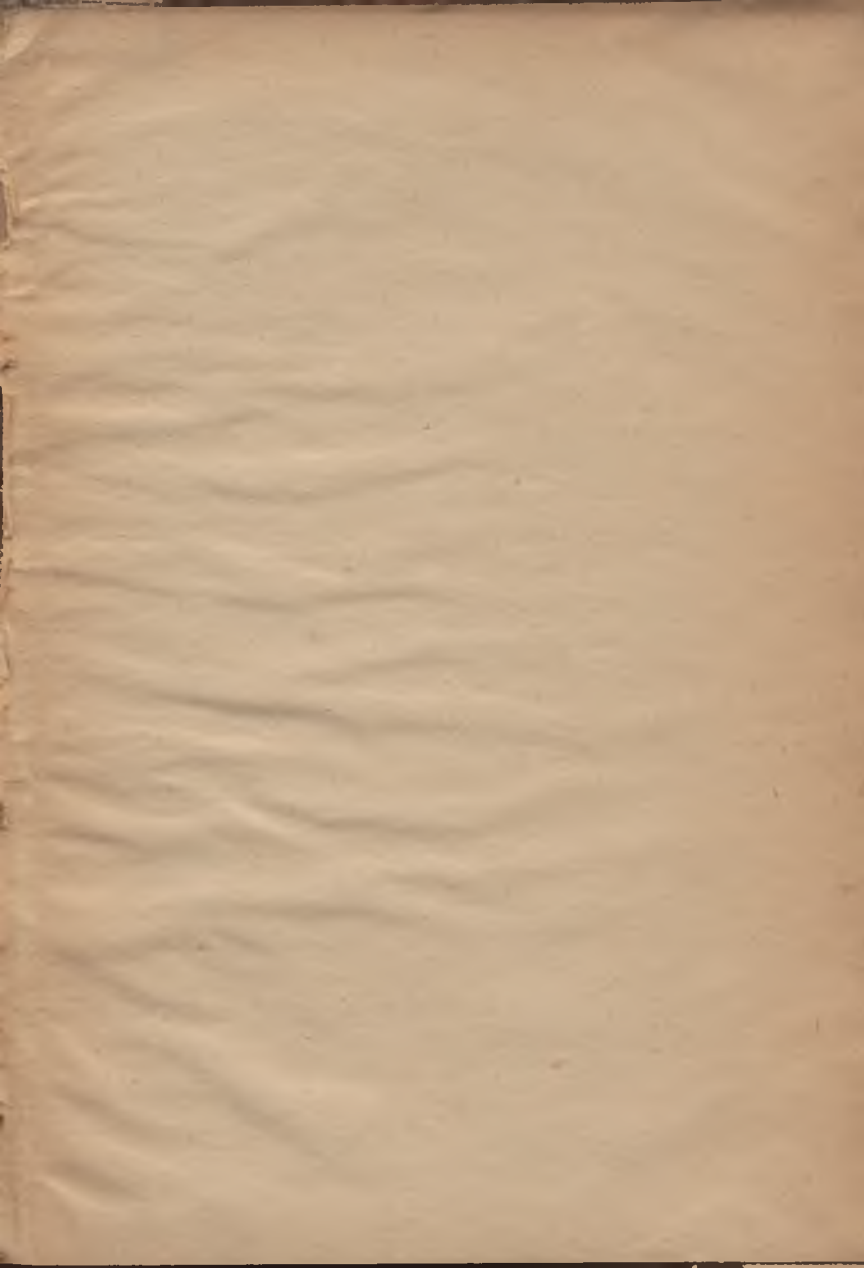
w braku wody oddychać może bowiem pęcherzem pławnym funkcjonującym, jak płuca. W podobnych warunkach, to jest w klimacie suchym, pustynnym, musiały żyć pierwsze ryby dwudyszne dewońskie, których potomkiem jest australaska barramunda.

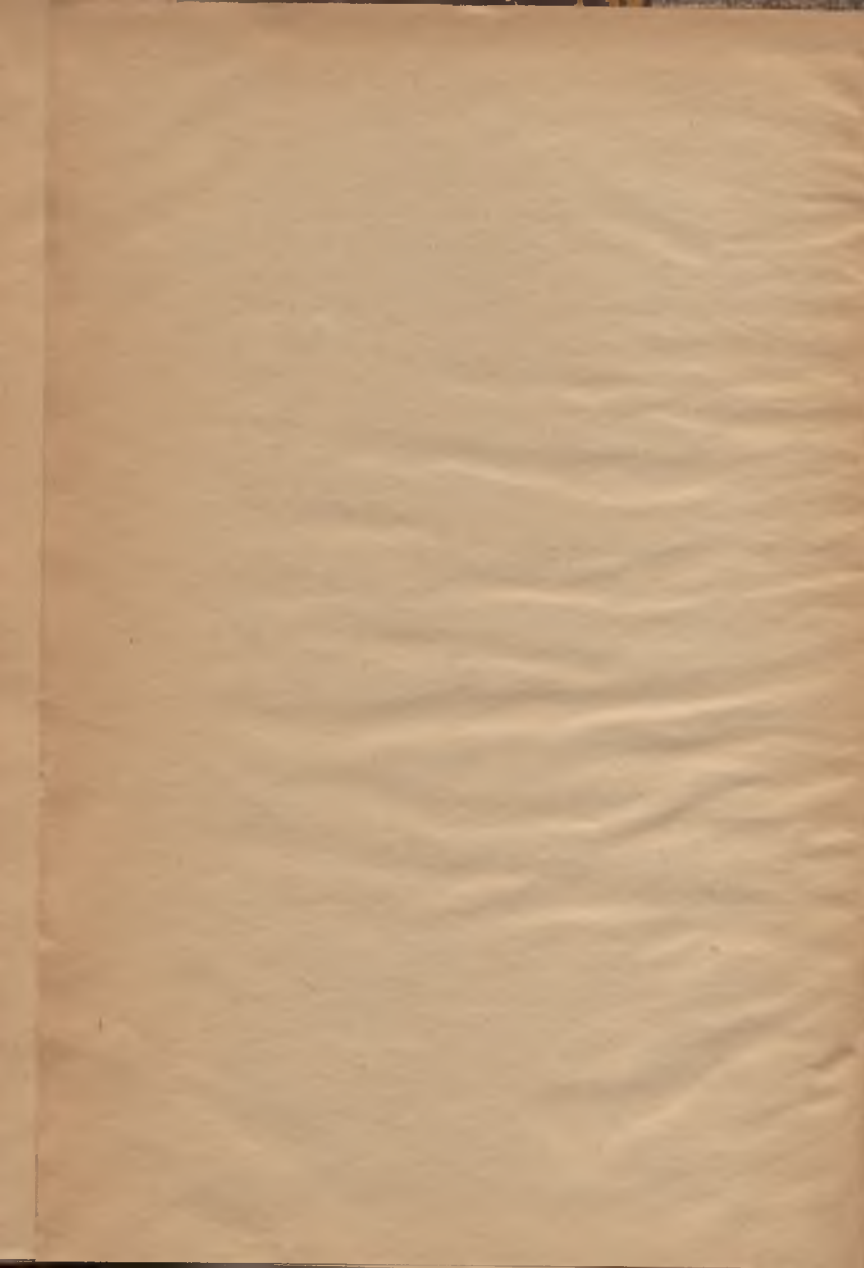
W ten sposób można określać klimat dawnych epok i na tej podstawie przekonano się, że pustynie niejednokrotnie zajmowały w Polsce znaczne obszary. Kiedyś ulegnie zmianie klimat obecny i być może, że znowu pewne jej części staną się terenem, na którym nie woda, jak obecnie, lecz powietrze będzie głównym działającym czynnikiem.

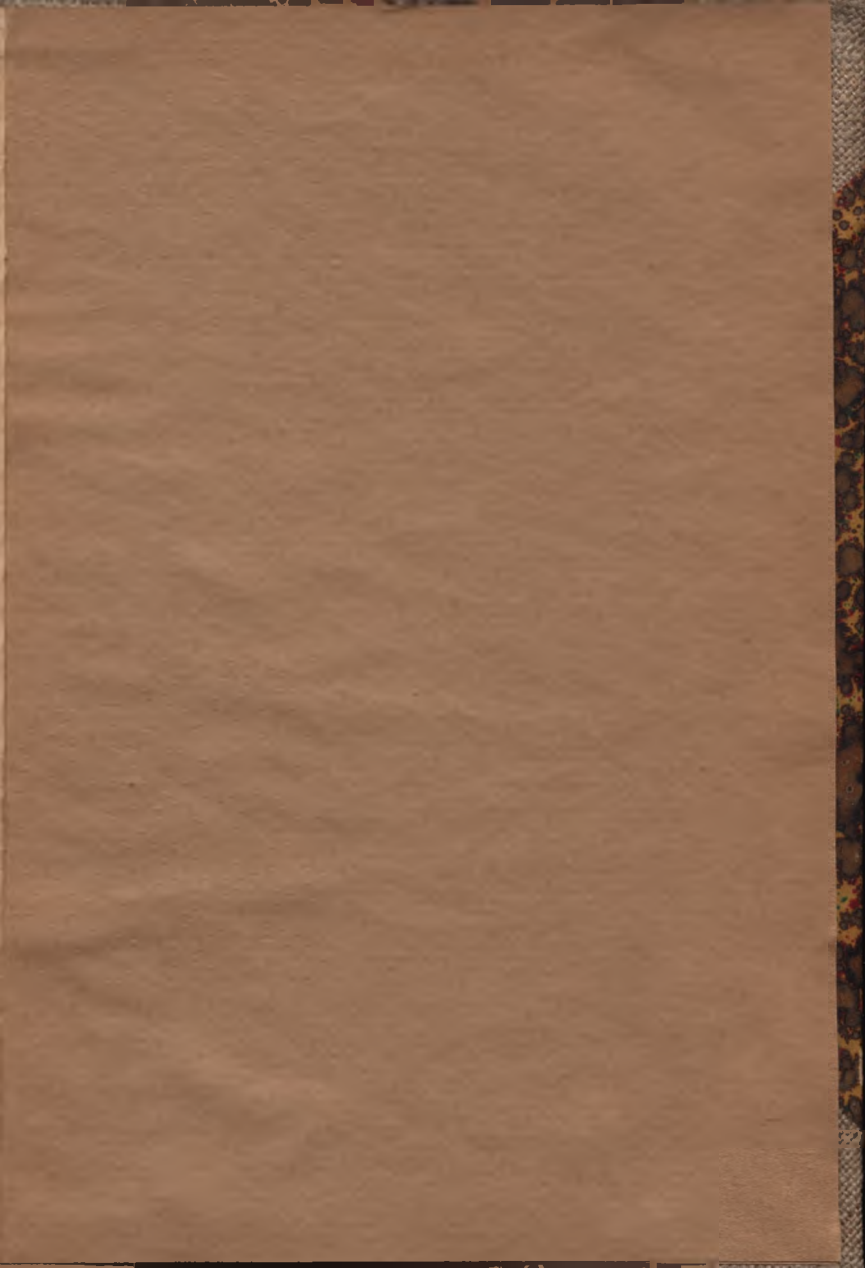


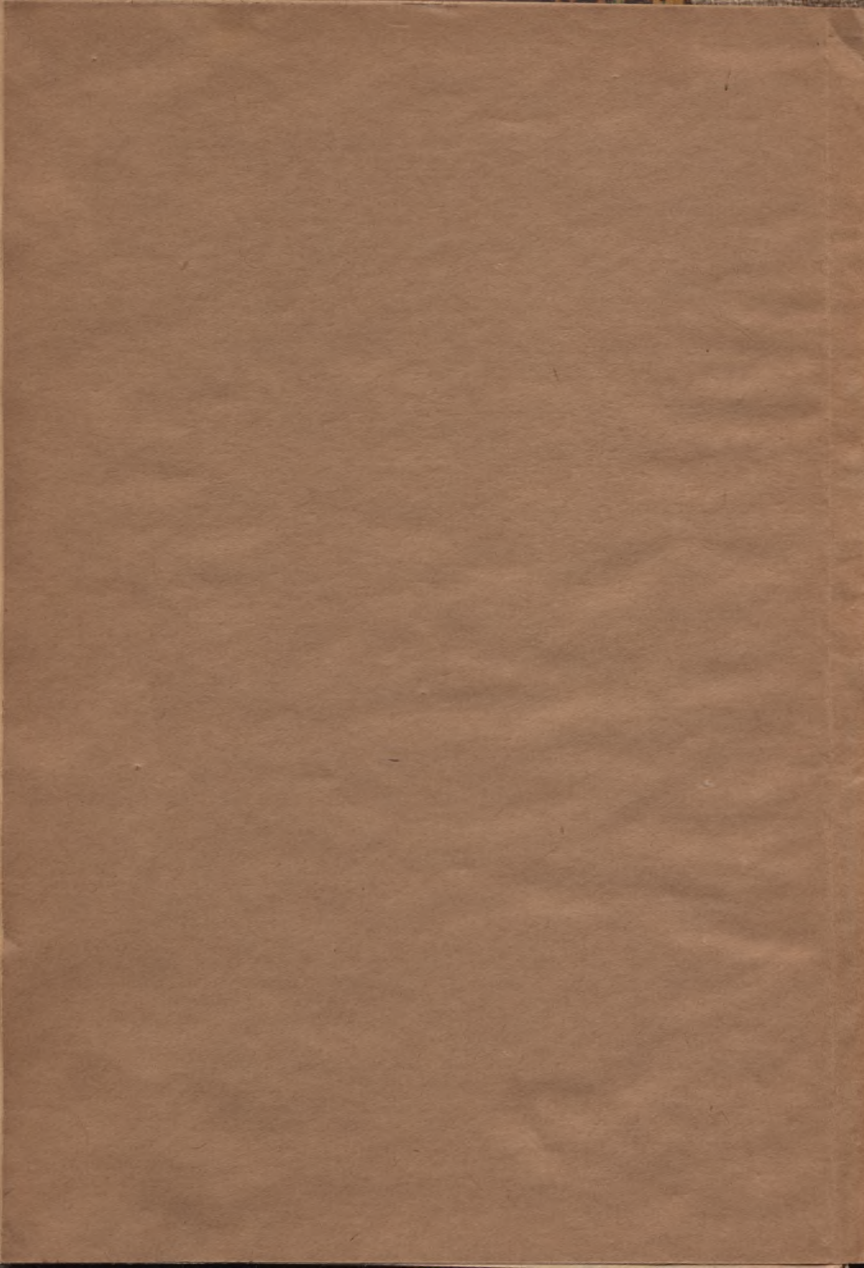


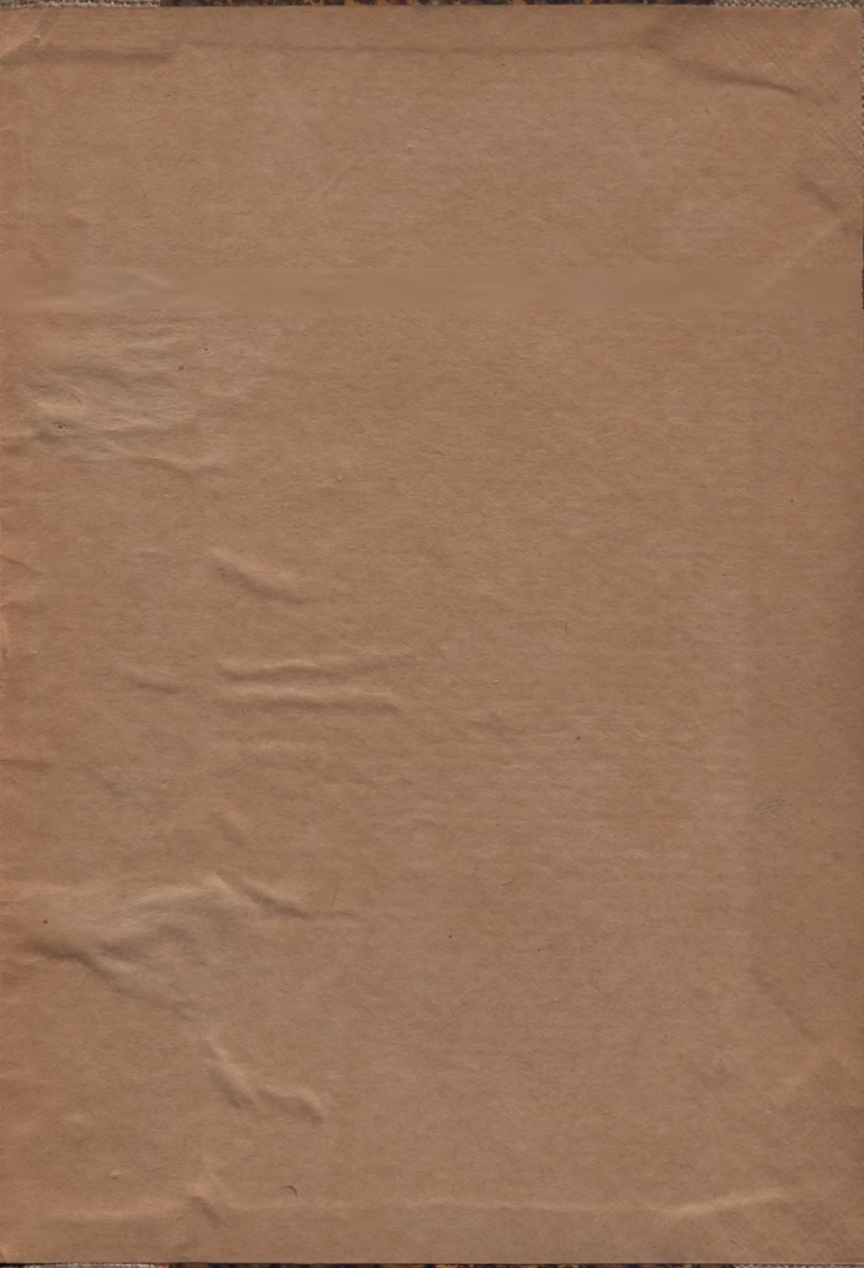














KOLEKCJA  
SWF UJ

A.

56

Biblioteka Gl. AWF w Krakowie



1800051712