

Bartłomiej JAŚKOWSKI

## GENEZA I WIEK WYDM GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH W ŚWIETLE DATOWAŃ $^{14}\text{C}$ I TL

**Streszczenie.** Góry Świętokrzyskie są jedynym obszarem wyżynnym w Polsce, w obrębie którego wykształciły się wydmy. Były one formowane w czasie dwóch okresów wydmotwórczych. Główny przypada na późny wistulian. Procesy eoliczne były w tym czasie warunkowane surowymi czynnikami klimatycznymi. Drugi okres wydmotwórczy przypada na holocen i jest związany z ingerencją człowieka w środowisko. Na formowanie się wydm w Górach Świętokrzyskich miały dodatkowo wpływ pozytywne ruchy neotektoniczne. Wydmy i eoliczne piaski pokrywowe tarasowały przepływ w dolinach rzecznych w tych miejscach, które są zgodne z liniami przebiegu transwersalnych elewacji tektonicznych.

## THE GENESIS AND AGE OF THE HOLLY CROSS MOUNTAINS DUNES IN THE LIGHT OF $^{14}\text{C}$ AND TL DATING RESULTS

**Summary.** Holy Cross Mts. region constitutes the only mountainous area in Poland, where the inland dunes can be found. Dunes of the Holy Cross Mts. were formed in two eolian activity periods. The main of them happened in the Late Vistulian. At the time the eolian processes were conditioned by severe climate. The second dunes formation period fell on the Holocene Epoch. Eolian processes at the time were however induced by the human activity. In the Holy Cross Mts. the dune formation processes were additionally influenced by neotectonic positive movements. Dunes and eolian sand covers were created in those places across of river valleys, which happened occur on the lines of some identified transversal tectonic elevations.

### 1. Wprowadzenie

Góry Świętokrzyskie są jedynym obszarem górskim w Polsce, w obrębie którego wykształciły się dość liczne wydmy. Specyficzne warunki rzeźby stworzyły tu odrębne od innych obszarów wydmowych Polski warunki formowania się wydm.

Wydmy wykształciły się w Górach Świętokrzyskich w dolinach rzecznych na terasach środkowopolskich i vistuliańskich. Poza dolinami rzeczными występują głównie w obrębie płatów piasków i żwirów wodnolodowcowych zlodowacenia środkowopolskiego, a nieliczne z nich wkraczają także na obszary płatów glin zwałowych południowopolskich i środkowopolskich oraz na utwory starszego podłoża - trzeciorzędowe i paleozoiczne.

Wydmy w Górach Świętokrzyskich występują najczęściej pojedynczo, rzadziej tworzą zespoły. Zwykle przyjmują formy podłużne, dość licznie występują także parabole, często zniekształcone. Wydmy przeważnie mają małą wysokość (2-3 m), pojedyncze formy sięgają kilkunastu metrów wysokości.

Celem badań wydym w Górach Świętokrzyskich jest ustalenie ich genezy, wieku i dynamiki rozwoju. Istotne jest także, czy rzeźba Gór Świętokrzyskich, a zwłaszcza wysokość nad poziom morza, układ pasm górskich i sieci dolinnej oraz neotektoniczna mobilność podłoża miały wpływ na genezę i fazy rozwoju wydym.

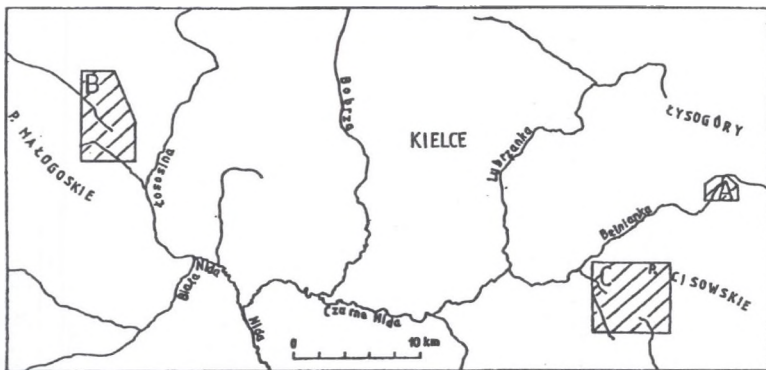
Budowę wewnętrzną wydym rozpoznano we wkopach, sondach i na ścianach piaskowni. Dla określenia wieku wydym oraz etapów ich formowania wykonano w Laboratorium  $^{14}\text{C}$  i Laboratorium TL Instytutu Fizyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach oraz Laboratorium TL Uniwersytetu Gdańskiego datowania gleb kopalnych i torfów metodą  $^{14}\text{C}$  oraz materiału mineralnego metodą TL.

Szczegółowym badaniom poddano wybrane wydmy w trzech stanowiskach badawczych (rys. 1):

- wydma w Czapłowic, rysunek 1 – stanowisko A,
- wydma w Gnieździskach rysunek 1 – stanowisko B,
- wydmy w rejonie rezerwatu przyrody "Białe Ługi" rysunek 1 - stanowisko C.

## 2. Budowa wewnętrzna i wiek wydym

Wydma w Czapłowic należy do zespołu wydymowego leżącego na lewostronnej terasie środkowopolskiej rzeki Belnianki (rys.2.) Belnianka płynąca początkowo w kierunku NW wzdłuż antyklinalnego Pasma Bielińskiego, po północnej jego stronie, przelamuje się przez to pasmo w kierunku południowym. W odcinku przelomowym, mającym 400 m długości i 150-200 m szerokości, rzeka pozbawiona jest teras nadzalewowych. Poniżej przelomu dolina znacznie się rozszerza. Holocenińska terasa zalcwowa osiąga szerokość do 500 m, a lewostronna środkowopolska (Filonowicz 1969, 1970) o wysokości 10-14 m nad dnem doliny rozszerza się do około 1 km (rys.2). W obrębie tej terasy wykształciło się rozległe pole eolicznych piasków pokrywowych z niewyrównaną, falistą powierzchnią i wyraźnymi



Rys. 1. Lokalizacja stanowisk badawczych;

A – stanowisko Czaplów; B- stanowisko Gnieździska; C- stanowisko Białe Ługi

Fig. 1. Location of the study sites (hatched);

A – vicinity of Czaplów; B- vicinity of Gnieździska; C- vicinity of Białe Ługi

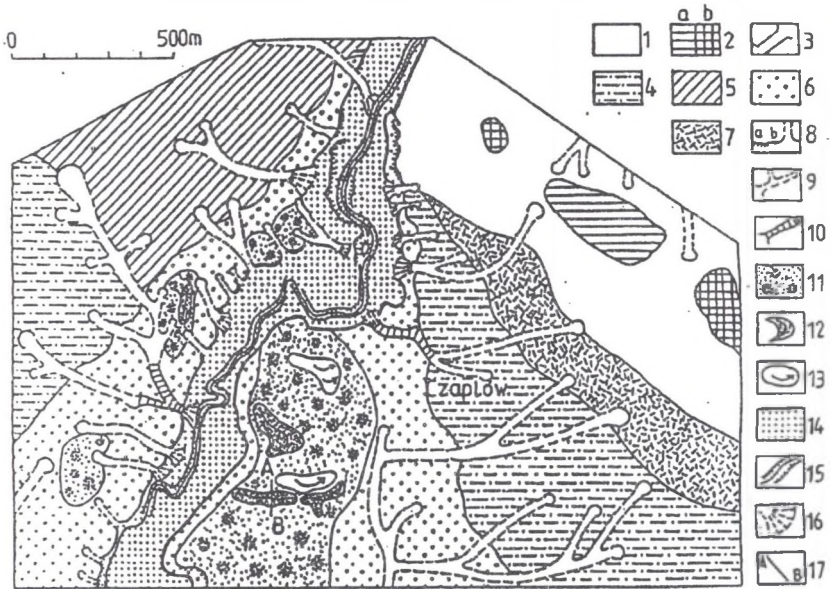
w rzeźbie zagłębieniami deflacyjnymi. Występuje tu także w okolicy wsi Czaplów zespół niezbyt wysokich wydym wałowych i parabolicznych.

Badana wydma w Czaplowie jest równoleżnikowym wałem o długości około 200 m, szerokości do 50 m i wysokości maksymalnej do 5 m. Badania struktury wewnętrznej wykazały, że wydma jest formą różnowiekową, formowaną w trzech etapach wydymotwórczych przerywanych okresami stagnacji procesów eolicznych i rozwoju gleb (rys. 5).

W spągu wydmy w Czaplowie leży słabo zwarty poziom bruku colicznego z graniakami wiatrowymi, rozdzielający ją od środkowopolskich piasków i żwirów terasy nadzalewowej Belnianki. Na poziomie bruku spoczywa 15-20 cm warstwa silnie zbitych utworów pylastych, mających charakter utworów podobnych do lessów (Dylik 1952, 1967). Dokumentują one silną eoliczność stropu utworów fluwialnych i wodnolodowcowych, poprzedzającą okres tworzenia się wydym. Strop tych utworów został wydatowany metodą TL (Gd TL-402) na  $13100 \pm 400$  lat.

Pierwsza najstarsza seria wydymowa formowana była zatem u schyłku wistulianu, najprawdopodobniej w starszym i młodszym dryasie. Prawdopodobnie na początku holocenu badana wydma została utrwalona przez wkraczającą na nią roślinność. W jej stropie wykształciła się gleba, obecnie zachowana w formie kopalnej. Glebę tę wydatowano metodą  $^{14}\text{C}$  (Gd-9109) na  $5500 \pm 490$  lat B.P., co dokumentuje krótkotrwały epizod uruchomienia w okresie atlantyckim – prawdopodobnie w wyniku działalności człowieka – procesów eolicznych, które doprowadziły do utworzenia drugiej serii wydymowej. Mogą na to wskazywać węgle drzewne, występujące w tej głębici kopalnej.

Na wydymę w Czaplowie ponownie wkroczyła roślinność, stabilizująca ją i powodu-



Rys. 2. Szkic geomorfologiczny okolic Czaplowa

1 – trzeciorzędowe powierzchnie stokowe na wychodniach skał paleozoicznych, 2 – fragmenty trzeciorzędowych morfologicznych spłaszczeń stokowych w poziomach a) 340–350, b) 360–370 m n.p.m., 3 – przekłomowy odcinek doliny rzecznej, 4 – powierzchnie denudacyjne w obrębie lodowcowych i wodnolodowcowych osadów lądolodu zlodowacenia południowopolskiego, 5 – wysoczyzny z okrywą piasków pylastych i lessów piaszczystych, 6 – terasa nadzalewowa 10–14 m z okresu zlodowacenia środkowopolskiego, 7 – powierzchnie podstokowe z pokrywą vistuliańskich osadów deluwialno-wietrzeniowych, 8 – erozyjne krawędzie, wyraźne (a) i przekształcone denudacyjnie (b), 9 – dolinki niekowate i niecki denudacyjne, 10 – wąwozy, 11 – eoliczne piaski pokrywowe, 12 – wydmy, 13 – niecki deflacyjne, 14 – akumulacyjna równina holocenijskiej terasy zalcwowej, 15 – czołowe wcięcie współczesnego koryta rzeki Belnianki w aluwia dna doliny, 16 – współczesne stożki napływowe, 17 – lokalizacja przekroju badawczego przez wydmy w Czaplowie

Fig. 2. Geomorphological sketch of the vicinity of Czaplów

jąca ponownie utworzenie gleby, zachowanej obecnie w formie kopalnej. Gleba ta została wydatowana matodą  $^{14}\text{C}$  (Gd-6908) na  $250 \pm 100$  lat B.P. Wskazuje to na uruchomienie procesów eolicznych już w czasach historycznych (między XVII a XIX wiekiem n.e.). W glebie stwierdzono także występowanie węgla drzewnych, co dokumentuje ponowny pożar lasu.

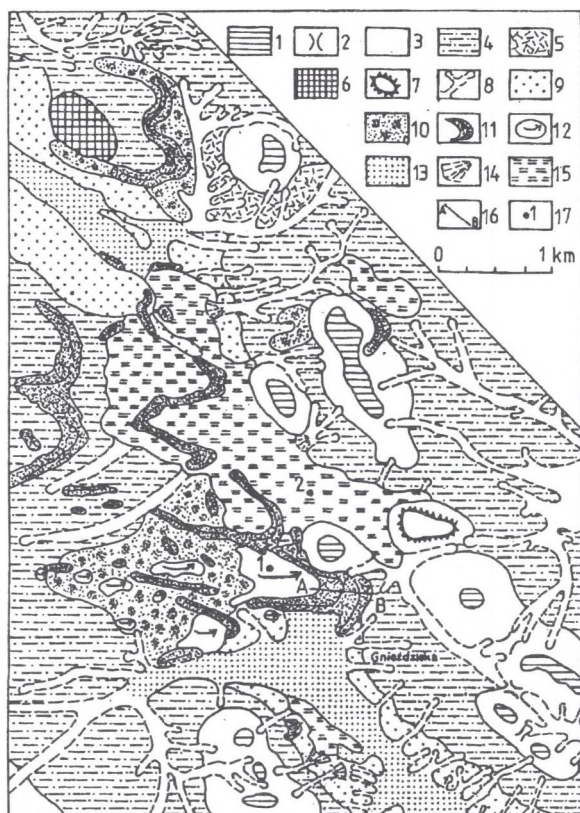
Wydma w Gniczdziskach wchodzi w skład zespołu wydym tarasujących przepływ w

izoklinalnej dolinie, biegnącej wzdłuż czola Pasma Przedborsko-Malogoskiego po jego NE stronie (rys.3).

Zatamowanie przez wydmy funkcjonującego jeszcze w czasie ostatniego zlodowacenia przepływu, na co wskazują występujące po obu stronach doliny rzecznej fragmenty terasy vistuliańskiej (Filonowicz, Lindner; 1986, 1987; Szajn, 1983, 1984), spowodowało zabagnienie i zatorfienie doliny oraz skierowanie odpływu w przeciwnych kierunkach od zespołu wydym w okolicach Gnieździsk. W kierunku NW Czarną Mieczyńską do Czarnej Pilczyckiej i w kierunku SE bezimiennym ciekim do Łososiny.

Wydma w Gnieździskach jest złożoną formą paraboliczną o podwójnym czole i ramieniu południowym (rys.3). Kształt wydmy jest uwarunkowany oparciem się północnego ramienia wydmy o leżący po wschodniej stronie zatarasowanej izoklinalnej doliny pagóra twarzielcowego, zbudowanego z górnajurajskich wapieni płytowych i skalistych z krzemieniami – oksfordu (rys.3). Po stronie proksymalnej wydmy znajduje się rozległa, o średnicy około 800 m, niecka dellacyjna, zwana Żorawskim Ługiem. Dno niecki wypełnione torfem jest nierówne, obniżenia są stale wypełnione wodą. Uzyskana metodą  $^{14}\text{C}$  data (Gd 7574)  $9050 \pm 70$  lat B.P. ze spągu torfów w Żorawskim Ługu (rys.3. punkt badawczy 1) wskazuje, że wydma w Gnieździskach była uformowana przed początkiem holocenu. Potwierdza to data ze spągu torfów wypełniających dolinę po stronie północnej badanej wydmy, zwanych Wielkim Ługiem (rys.3. punkt badawczy 2). Uzyskana tu metodą  $^{14}\text{C}$  data (Gd 9357)  $9310 \pm 260$  lat B.P. z głębokości 250 cm potwierdza zatamowanie przepływu w izoklinalnej dolinie przed początkiem holocenu. Torf w Wielkim Ługu tworzył się aż do współczesności. Wskazują na to kolejne daty  $^{14}\text{C}$  prób torfu pobranych w profilu pionowym w punkcie badawczym 2 (rys.3.): na głębokości 140 cm (Gd 10147)  $5100 \pm 110$  lat B.P., na głębokości 85 cm (Gd-7575)  $3810 \pm 60$  lat B.P. oraz na głębokości 30 cm (Gd-7574)  $960 \pm 50$  lat B.P.

Wydma w Gnieździskach jest formą różnowickową, formowaną w czterech etapach wydymotwórczych, przedzielonych okresami stagnacji w działalności eolicznej i tworzenia się gleb (rys.5). W podłożu wydmy występują środkowopolskie gliny morenowe w stropie silnie piaszczyste. Na glinach spoczywa mało zwarty bruk eoliczny z grankami wiatrowymi. Spąg najstarszej serii wydymowej wydatowano wstępnie metodą TL na  $24300 \pm 3645$  lat B.P. (UG) Seria ta była formowana w vistulianie aż do początku holocenu, kiedy została utrwalona przez wkraczającą na nią roślinność. W jej stropie wykształciła się gleba, obecnie zachowana w formie kopalnej. Wiek gleby został określony metodą  $^{14}\text{C}$  (Gd-10235) na  $9910 \pm 130$  lat B.P. W glebie znaleziono węgle drzewne, co wskazuje na przerwanie jej rozwoju przez pożar w preboreale. Na krótko uruchomiło to procesy eoliczne. W niektórych częściach stropu pierwszej serii gleba została całkowicie zniszczona i serie eoliczne rozdziela w tych miejscach poziom erozyjny. Druga seria eoliczna ma niewielką miąższość. Następnie na wydymę ponownie wkroczyła roślinność i kolejna gleba utrwaliła wydymę. Gleba ta, obecnie w stanie kopalnym, leży w stropie serii



Rys. 3. Szkic geomorfologiczny okolic Gniezdziska

1 - fragmenty trzeciorzędowych powierzchni zrównania, 2 - przełęcz, 3 - trzeciorzędowe powierzchnie stokowe na wychodniach skał mezozoicznych, 4 - powierzchnie denudacyjne w obrębie lodowcowych, wodnolodowcowych i zastoiskowych osadów z okresu zlodowacenia środkowopolskiego, 5 - powierzchnie podstokowe z pokrywą peryglacialnych osadów deluwialno-wietrzeniowych, 6 - pagórki środkowopolskich moren czołowych przekształconych denudacyjnie, 7 - ostańce denudacyjne środkowopolskich glacialnych piasków i żwirów, 8 - dolinki nieckowate i niecki denudacyjne, 9 - fluwialna terasa vistuliańska, 10 - eoliczne piaski pokrywowe, 11 - wydmy, 12 - niecki deflacyjne, 13 - akumulacyjna równina holocenijskiej terasy zalewowej, 14 - stożki napływowe, 15 - równiny akumulacji biogenicznej, 16 - lokalizacja przekroju badawczego przez wydmy w Gniezdziskach, 17 - rozmieszczenie punktów badawczych (1-Zorawski Ług, 2-Wielki Ług)

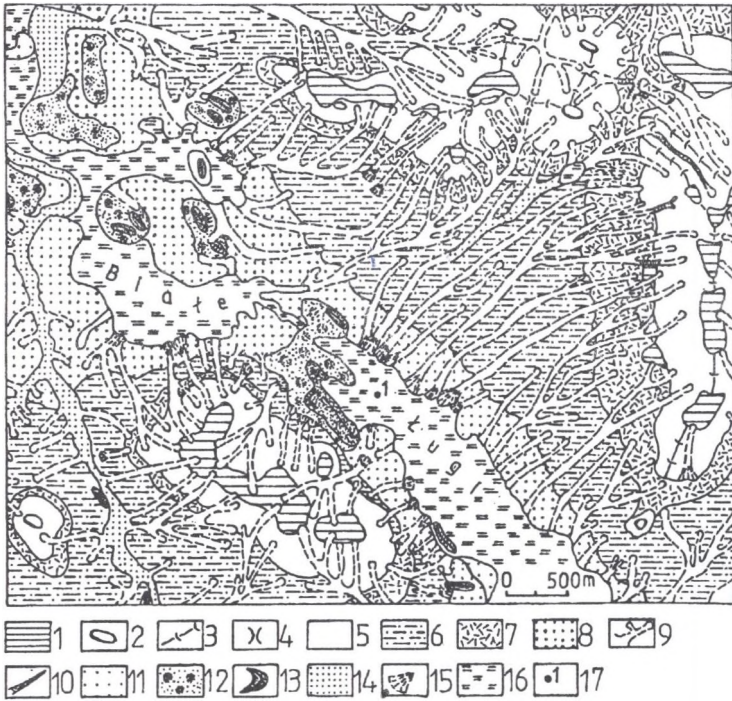
Fig. 3. Geomorphological sketch of the vicinity of Gniezdziska

eolicznej. W glebie tej znaleziono także węgiel drzewny, co wskazuje na ponowne przetrwanie jej rozwoju przez pożar już w subatlantyku. Gleba została wydatowana metodą  $^{14}\text{C}$  (Gd-10234) na  $1560 \pm 100$  lat B.P. Na krótko ponownie zostały uruchomione pod koniec IV wieku n.e. procesy eoliczne. Powstała trzecia z kolei seria eoliczna o niewielkiej miąższości.

Ponowne wkroczenie roślinności na wydmy spowodowało jej utrwalenie i powstanie kolejnej gleby. Rozwój tej gleby został przerwany przez pożar lasu, na co wskazuje obecność w niej węgla drzewnych. Gleba ta, obecnie występująca w niektórych częściach wydmy jako kopalna, została wydatowana metodą  $^{14}\text{C}$  (Gd-10236) na  $660 \pm 80$  lat B.P. Uruchomienie procesów eolicznych, zapewne za sprawą działalności gospodarczej człowieka, nastąpiło już w czasach historycznych na przełomie XIII i XIV wieku n.e. Powstała kolejna, czwarta seria wydmy zachowana współcześnie tylko w niektórych częściach wydmy.

Wydma w rejonie rezerwatu przyrody „Białe Ługi” należy do zespołu wydm i towarzyszących mu eolicznych piasków pokrywowych, które zatamowały przepływ w dolinie odprowadzającej wody z doliny Belnianki do doliny Czarnej Staszowskiej (rys.4). Spowodowało to zabagnienie i zatorfienie doliny oraz skierowanie odpływu w kierunkach przeciwnych od zespołu wydm. W kierunku NW Trupieniem do Belnianki oraz w kierunku SE do Czarnej Staszowskiej. Przepływ w dolinie funkcjonował jeszcze w czasie ostatniego zlodowacenia. W dolinie występują dwa poziomy terasowe: wyższy – środkowopolski i niższy – vistuliański (rys.4). Sondowanie torfów wypełniających dolinę w profilu poprzecznym na wysokości badanej wydmy wskazują, że jego maksymalna miąższość w osi doliny wynosi 255 cm (punkt badawczy 1 na rys. 4). Datowanie metodą  $^{14}\text{C}$  spągu torfów w tym punkcie badawczym dało datę (Gd-9434)  $10290 \pm 190$  lat B.P. Torfy w „Białych Ługach” zaczęły się tworzyć na przełomie plejstocenu i holocenu. Zespół wydm w „Białych Ługach”, tamujący przepływ w dolinie, powstał więc u schyłku plejstocenu.

Wydma w „Białych Ługach” jest poprzecznym wałem wydmy o długości około 700 m i usytuowana jest na erozyjnej terasie plejstocenijskiej. Wydma zatrzymała się na krawędzi tej terasy, a jej stok dystalny jest u podnóża przykryty torfami wypełniającymi dolinę. Na podstawie sondowań stwierdzono, że torfy leżą na stoku dystalnym nie ząbując się z piaskami eolicznymi. Wydma powstała więc przed wypełnieniem doliny torfami. Dotychczas nie stwierdzono w badanej wydmie gleb kopalnych ani poziomów erozyjnych. Jest ona prawdopodobnie formą jednowiekową, powstałą w późnym vistulianie (rys. 5.). Brak w wydminie holocenijskich gleb kopalnych należy prawdopodobnie wiązać z faktem, że okolice „Białych Ługów” ze względu na znaczne zabagnienie i zatorfienie były niedostępne dla człowieka i nie były obiektem jego gospodarczego zainteresowania.

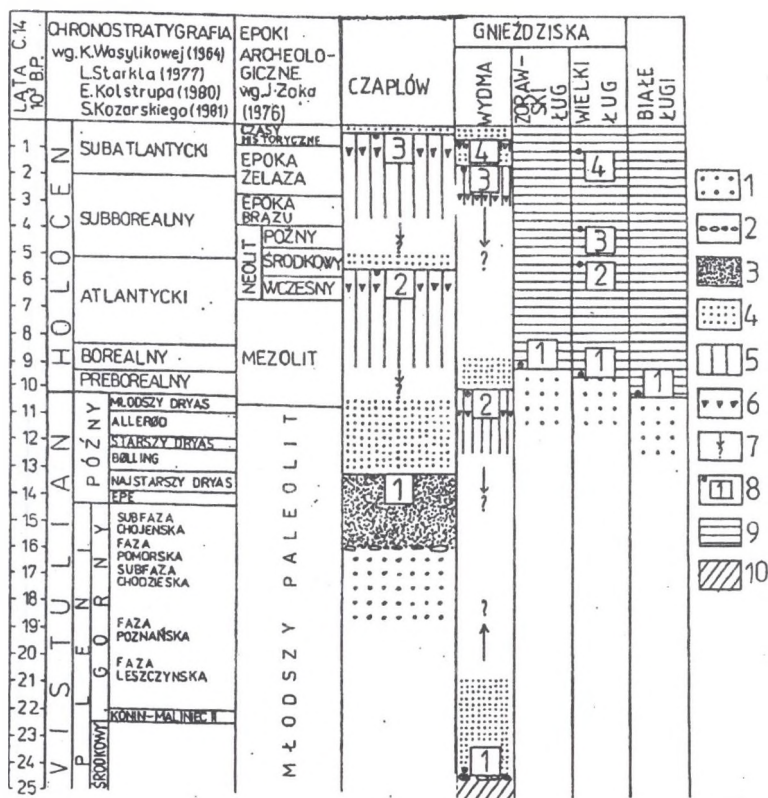


Rys. 4. Szkic geomorfologiczny okolic „Białych Ługów”

1 – fragmenty trzeciorzędowych morfologicznych spłaszczeń wierzchwinowych i stokowych, 2 – wierzchołki, 3 – grzbiety, 4 – przełęcze, 5 – trzeciorzędowe powierzchnie stokowe na wychodniach skał paleozoicznych, 6 – powierzchnie denudacyjne w obrębie lodowcowych i wodnolodowcowych glin, piasków i żwirów południowopolskich i środkowopolskich, 7 – powierzchnie stokowe i podstokowe z pokrywą peryglacialnych piasków, żwirów, mulków i glin, 8 – akumulacyjno-erozyjna terasa pradolinna z okresu zlodowacenia środkowopolskiego, 9 – dolinki nieckowate i niecki denudacyjne, 10 – dolinki wciosowe, 11 – fluwialna terasa vistuliańska, 12 – eoliczne piaski pokrywowe, 13 – wydmy, 14 – akumulacyjna równina holocenijskiej terasy zalcwowej, 15 – stożki napływowe, 16 – równina akumulacji biogenicznej, 17 – rozmieszczenie punktów badawczych

Fig. 4. Geomorphological sketch of the vicinity of „Białe Ługi”





Rys. 5. Chronostratygrafia wydm w Górach Świętokrzyskich (podział późnego plejstocenu i holocenu oraz epoki archeologiczne za Nowaczykiem (1986)) 1 – środkowopolskie fluwialne piaski ze żwirem, 2 – poziom bruku eolicznego, 3 – utwory podobne do lessów, 4 – piaski eoliczne, 5 – gleby kopalne, 6 – węgle drzewne, 7 – brak danych, 8 – wyniki datowania metodą  $^{14}\text{C}$  i TL, 9 – torfy, 10 – środkowopolskie gliny morenowe

Fig. 5. Chronostratigraphy of dunes in the Holy Cross Mts. (division of Late Pleistocene and Holocene and archaeological periods by Nowaczyk (1986))

Wyniki datowań metodami  $^{14}\text{C}$  i TL próbek ze stanowisk przedstawionych na rys. 5. zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1

Wyniki datowań metodami  $^{14}\text{C}$  i TL próbek ze stanowisk przedstawionych na rys.5

Stanowisko	Ozn. cyfrowe na rys.5	Wiek $^{14}\text{C}$ BP	Wiek TL BP
Czapłów	1		13100±4000
	2	5500±490	
	3	250±100	
Gnieździska – wydma	1		24300±3645
	2	9910±130	
	3	560±100	
	4	660± 80	
Gnieździska – Żorawski Ług	1	9050±70	
Gnieździska – Wielki Ług	1	9310±260	
	2	5100±110	
	3	3810±60	
	4	960±50	
Białe Ługi	1	10290±190	

### 3. Wnioski

1. Na podstawie uzyskanych datowań można stwierdzić, że wydmy w Górach Świętokrzyskich były formowane w czasie dwóch okresów wydymotwórczych. Główny okres wydymotwórczy w Górach Świętokrzyskich przypada na późny vistulian. Utworzyły się wtedy główne serie wydymowe o największej miąższości.
2. W wydmach Gór Świętokrzyskich nie stwierdzono dotychczas późnoplejstocenijskich gleb kopalnych. Prawdopodobnie ze względu na dość znaczną wysokość n.p.m. w czasie interstadialnych ociepleń böllingu i allerödu roślinność była zbyt uboga, aby utrwalić wydmy. Najstarsza seria wydymowa mogła być formowana przez cały późny vistulian i wczesny preboreal. Teza ta wymaga potwierdzenia dalszymi badaniami wydym w Górach Świętokrzyskich.
3. Poprawa warunków klimatycznych w preboreale i związana z nią ekspansja lasów spowodowała zahamowanie procesów eolicznych i rozwój gleb na wydmach. Wskazuje na to uzyskana w glebie kopalnej w Gnieździskach data 9910±130 lat B.P.

4. Drugi okres wydymotwórczy przypada na holocen. Powszechnie występujące w holocénskich glebach kopalnych węgle drzewne dowodzą, że holocénskie fazy wydymowe są związane z ingerencją człowieka w środowisko. Stosowana powszechnie gospodarka żarowa prowadziła do zniszczenia szaty roślinnej i krótkotrwałego uruchomienia procesów eolicznych. Miało to charakter zjawisk katastrofalnych o krótkotrwałym natężeniu ekstremalnym (Starkel, 1977, 1986). Wielu autorów zwraca uwagę na brak synchroniczności faz wydymotwórczych na obszarze Polski (Kozarski, Tobolski 1969; Tobolski 1969; Wojtanowicz 1965, 1969; Nowaczyk, Tobolski 1968; Kozarski, Nowaczyk, Rotnicki, Tobolski 1969; Krajewski 1977; Szczypek 1977, 1986; Grzybowski 1978, 1981; Nowaczyk 1986; Nowaczyk, Pazdur 1982; Jaśkowski 1981, 1984, 1988; Barcicki, Jaśkowski 1992). Dotychczasowe badania wykazały, że holocénskie fazy eoliczne przypadają w Górach Świętokrzyskich na preboreał, okres atlantycki i subatlantycki.
  
5. Na kształtowanie się sieci rzecznej i transformację sieci dolin rzecznych w niektórych regionach Polski miały wpływ procesy eoliczne (Szajn 1978, Jaśkowski 1981, Kamiński 1985, 1993). Tworzące się wydmy wymuszały zmianę układu doliny lub całkowicie tarasowały przepływ w dolinie. Zjawisko takie zaobserwowano na obszarze Gór Świętokrzyskich (rys. 3,4) i w sąsiadującej z nimi Niece Włoszczowskiej. Wydaje się, że w niektórych przypadkach w Górach Świętokrzyskich i w Niece Włoszczowskiej tarasowanie dolin przez zespoły wydym i eoliczne piaski pokrywowe jest związane z pozytywnymi ruchami neotektonicznymi (Kowalski 1995, Kowalski, Jaśkowski 1993, 1995). Miało to między innymi miejsce w strefach przebiegu przez równoleżnikowe odcinki dolin transwersalnych elewacji tektonicznych (Kowalczewski 1963, Kowalski 1995). W strefach tych dźwiganie dna doliny i związane z tym jego przesuszanie mogło sprzyjać uruchomieniu w tym miejscu procesów eolicznych i tworzeniu się wydym i eolicznych piasków pokrywowych. Z ruchami neotektonicznymi można wiązać tarasowanie przepływu w Gnieździskach (rys. 3.) oraz w rejonie „Białych Ługów” (rys.4). Prawdopodobnie strefa przebiegu transwersalnej elewacji tektonicznej tnąca w poprzek dolinę w Gnieździskach ma swoje przedłużenie po przeciwnej stronie Pasma Przedborsko-Malogoskiego już w Niece Włoszczowskiej. Zaobserwowano tam w subsekwentnej dolinie biegnącej równolegle do Pasma Przedborsko-Malogoskiego, po jego SW stronie, podobne zjawisko jak w „Białych Ługach” i Gnieździskach. Zespół wydym w rejonie Dolowatki, tarasujący przepływ, wymusił zmianę przepływu i skierowanie odpływu Czarną Strugą w kierunku NW do Czarnej Pilczyckiej oraz Lipnicą w kierunku SE do Białej Nidy.
  
6. Daty radiowęglowe uzyskane ze spągu torfów w Zorawskim Ługu, Wielkim Ługu i Białych Ługach korespondują z datami uzyskanymi przez Szczepanką (1989, 1992)

dla Słopca i wskazują na początek rozwoju torfowisk w Górach Świętokrzyskich od przełomu vistulianu i holocenu.

## Literatura

- Barcicki M., Jaśkowski B., 1992, Budowa i wiek wydmy w Orońsku. *Kiel. Stud. Geogr.*, 5
- Dylik J., 1952, Głazy rzeźbione przez wiatr i utwory podobne do lessu w środkowej Polsce. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 67
- Dylik J., 1967, Główne elementy paleogeografii młodszego plejstocenu Polski środkowej. *Czwartorzęd Polski*. PWN, Warszawa
- Filonowicz P., 1969, Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50000, ark. Bodzentyn. *Wyd. Geol.*, Warszawa
- Filonowicz P., 1970, Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50000, ark. Bodzentyn. *Wyd. Geol.*, Warszawa
- Filonowicz P., Lindner L., 1986, Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50000, ark. Piekoszów. *Wyd. Geol.*, Warszawa
- Filonowicz P., Lindner L., 1987, Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50000, ark. Piekoszów. *Wyd. Geol.*, Warszawa
- Grzybowski J., 1978, Wpływ gospodarczej działalności człowieka na rozwój wybranych wydym w Kiślakach koło Tykocina. *Przeł. Geogr.*, 50, 4
- Grzybowski J., 1981, Rozwój wydym w południowo-wschodniej części Kotliny Biebrzańskiej. *Dokument. Geogr.*, 4
- Jaśkowski B., 1981, Wydmy Niecki Włoszczowskiej. Maszynopis pracy doktorskiej, *Inst. Geogr. Fiz. i Kształt. Środowiska, Uniw. Łódzki*
- Jaśkowski B., 1984 Budowa i wiek wydmy w Zwłoczy w Niecce Włoszczowskiej. *Kiel. Stud. Geogr.*, 3
- Jaśkowski B., 1988, Budowa i wiek wydmy w Pukarzewie w północnej części Niecki Włoszczowskiej. *Kiel. Stud. Geogr.*, 4

- Kamiński J., 1985, Próba rekonstrukcji zdarzeń holoceničkih w wybranym odcinku doliny Moszczenicy na podstawie analizy osadów i powierchniowych śladów odplywu. *Acta Geogr. Łódź.* 50
- Kamiński J., 1993, Późnoplejstocenička i holocenička transformacja doliny Moszczenicy. *Acta Geogr. Łódź.*, 64
- Kowalczewski Z., 1963, Transwersalne założenia w budowie cokołu paleozoicznego antyklinorium świętokrzyskiego. *Kwart. Geol.*, 7
- Kowalski B., 1995. Przejawy młodej aktywności tektonicznej w Dolinie Kielecko-Łagowskiej w Górach Świętokrzyskich i jej wpływ na układ sieci wodnej. *Przeł. Geol.*, 4
- Kowalski B., Jaśkowski B., 1993, Przejawy tektonicznej mobilności strefy uskokuwej środkowej Lubrzanki w Górach Świętokrzyskich. [w:] Zuchiewicz W. (red.), Konferencja Komisji Neotekt. Komitetu Badań Czwartorzędu PAN. Neotektonika Polski: Metodyka, datowania, przykłady regionalne. Wyd. UJ, Kraków
- Kowalski B., Jaśkowski B., 1995, Datowanie metodą radiowęglową wzniesionej neotektonicznie aktywności morfologicznej powierzchniowych procesów w Górach Świętokrzyskich. [w:] V Konferencja „Metody Chronologii Bezwzględnej”. Streszczenia. Gliwice-Rudy 6-8 kwietnia 1995. Zakład Zastosowań Radioizotopów, Instytut Fizyki, Politechnika Śląska, Gliwice
- Kozarski S., Nowaczyk B., Rotnicki K., Tobolski K., 1969, The eolian phenomena in West-Central Poland with special reference to the chronology of phases of eolian activity. *Geographia Polonica*, 17
- Kozarski S., Tobolski K., 1963, Wiek głębki kopalnej w wydmach w Pradolinie Noteci Koło Czarnkowa. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią*, 11
- Kozarski S., Tobolski K., 1968, Holoceničke przeobrażenia wydm śródlądowych w Wielkopolsce w świetle badań geomorfologicznych i palinologicznych. *Folia Quaternaria*, 29
- Krajewski K., 1977, Późnoplejstoceničke i holoceničke procesy wydmotwórcze w Pradolinie Warszawsko-Berlińskiej w widłach Warty i Neru. *Acta Geogr. Łódź.*, 39
- Nowaczyk B., 1986, Wiek wydm, ich cechy granulometryczne i strukturalne a schemat cyrkulacji atmosferycznej w Polsce w późnym vistulianie i holocenie. Wyd. Nauk. UAM w Poznaniu, Seria Geografia, 28

- Nowaczyk B., Pazdur M.F., 1982, Próba datowania metodą  $^{14}\text{C}$  gleb kopalnych z wydmy w Troszynie koło Wolina. *Roczn. Glebozn.*, 33, s. 3-4
- Nowaczyk B., Tobolski K., 1968, Wiek wydmy w Popowie Kościelnym koło Skoków w świetle analizy pyłkowej i znalezisk archeologicznych. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią* 21
- Starkel L., 1977, O znaczeniu zjawisk o maksymalnym natężeniu w przebiegu sedymentacji łądowej w czwartorzędzie. *Studia Geolog. Pol.*, 52
- Starkel L., 1986, Rola zjawisk ekstremalnych i procesów sekularnych w ewolucji rzeźby. *Czasop. Geogr.*, 57, 2
- Szajn J., 1978, Stratygrafia osadów plejstocenijskich i rozwój sieci rzecznej we wschodniej części Niziny Włoszczowskiej. *Kwart. Geol.*, 22, 1
- Szajn J., 1983, Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50000, ark. Oleszno. *Wyd. Geol.*, Warszawa
- Szajn J., 1984, Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50000, ark. Oleszno. *Wyd. Geol.*, Warszawa
- Szczepanek K., 1982, Development of the peat bog at Słopiec and the vegetational history of the Świętokrzyskie (Holly Cross) Mts. in the last 10000 years. Preliminary results. *Acta Palaeobot.*, 22
- Szczepanek K., 1989, Type region P.j: Świętokrzyskie Mts., the belt of Central Poland Uplands. *Acta Palaeobot.*, 29
- Szczepanek K., 1992, The peat bog at Słopiec and the history of the vegetation of the Góry Świętokrzyskie Mts. (Central Poland) in the past 10000 years. *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich*, 107
- Szczypek T., 1977, Utwory i procesy eoliczne w północnej części Wyżyny Śląskiej. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego*, 190
- Szczypek T., 1986, Procesy wydymotwórcze w środkowej części Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej na tle obszarów przyglonych. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego*, 823
- Tobolski K., 1969, Fazy wydymowe w świetle badań palinologicznych – zagadnienie ich wieku i charakterystyka przebiegu. *IG PAN, Prace Geograficzne*, 75
- Wojtanowicz J., 1965, Wydmy międzyrzecza Sanu i Łęgu. *Annales UMCS, Sec. B*, 20

Wojtanowicz J., 1969, Typy genetyczne wydru Niziny Sandomierskiej. *Annales UMCS, Sec. B*, 24

## Abstract

The Holy Cross Mts. region constitutes the only mountainous area in Poland, where the inland dunes can be found. Due to the specific mountainous morphology the conditions for dunes formation were quite different here in comparison to the other dunes areas of Poland.

The subject-matter of investigations referred in this paper are selected dunes in various parts of the Holy Cross Mts. (Fig.1-4). Several sand series of the same age or of different ages were distinguished in the structure of these forms. Sand series are separated by levels of fossil soils. The dunes formation along river valleys resulted in their partition. Then in particular parts of valleys appeared the valley bogs (Fig. 3,4).

The age of fossil soils and peats was measured by the  $^{14}\text{C}$  method, and the dune sands age was appointed with the use of the TL method. These measurements were utilized to construct the stratigraphical table (Fig.5.).

Results of these investigations allowed to state as follows:

1. Dunes of the Holy Cross Mts. were formed in two eolian activity periods. The main of them happened in the Late Pleistocene and Early Preboreal, and the thickest dune sand series were created then. At that time the eolian processes were conditioned by severe climate.
2. There are not any Late Pleistocene fossil soils in the Holy-Cross Mts. dunes. Probably this is the result of the considerable altitude above sea level. Even during the Bölling and Alleröd interstadials the vegetation cover was too scanty to hamper the eolian processes. So then, the oldest dune sand series could be formed during the whole of the Late Vistulian and Early Preborcal (Fig. 5.)
3. The radically ameliorated climatic conditions during the Preboreal period caused the development of soils due to the much more dense vegetation cover.
4. The second dunes formation period fell on the Holocene Epoch. Eolian processes at that time were however induced by the human activity. Human interference in dune formation processes began in the Preboreal period and lasted throughout the Atlantic period Subatlantic period till the Historical times (Fig. 5.)

5. In numerous areas of Poland there has been ascertained, that eolian processes exerted strong influence upon drainage systems. Eolian sand covers and dunes caused meandering and peat sedimentation when appeared in river valleys (Fig. 3,4). Radiocarbon dating of peats allowed to say that the peat sedimentation was initiated on the turn of Pleistocene (Fig.5).
6. In the Holy Cross Mts. the dune formation processes were additionally influenced by neotectonic positive movements. Dunes and eolian sand covers were created in those places across of river valleys, which happened to occur on the lines of some identified transversal tectonic elevations (Fig.3,4). Raising of those sections of valleys made the bottoms more dry and the consequence of that was eolian activity in this places.

Intensive eolian processes were observed also on the scissors- shaped fault zone of the central part of Lubrzanka river valley. Dunes and eolian sand covers were formed mainly in the raised parts of that tectonically active area (Kowalski, Jaśkowski 1993, 1995).