

Przebieg i korelacja sukcesji pyłkowych późnego plejstocenu na terenie Polski i Białorusi

Wojciech Granoszewski¹, Hanna Winter², Tatiana B. Rylova³, Irina E. Savčenko³



W. Granoszewski



H. Winter



T.B. Rylova



I.E. Savčenko

The course and correlation of the Late Pleistocene pollen sequences from Poland and Belarus. *Prz. Geol.*, 60: 605–614.

A b s t r a c t. The most representative and long Late Pleistocene pollen sequences covering the late glacial of the penultimate glaciation (Warta/Pripiat), the last interglacial (Eemian/Muravian) and the early glacial of the Last Glaciation (Vistulian/Poozerie) from the territory of Poland and Belarus have been correlated. The resemblance of pollen spectra in these pollen sequences and a parallel succession of Regional Pollen Assemblage Zones in the considered time intervals suggest that the natural environment of Poland and Belarus underwent synchronous changes under unidirectional climatic transformations. Qualitative and quantitative features of the Regional Pollen Assemblage Zones show similarities and differences in vegetation and climate changes in the study area. A comparison of the pollen spectra from Poland and Belarus suggests that both territories were affected by a similar climate particularly during the cold intervals. Some differences between the compositions of the pollen spectra were noticed as concerns the interglacial period. For instance, *Abies* and *Taxus* pollen as well as significantly high percentages of *Calluna vulgaris* pollen in NE Poland towards the end of the period are present only in the Polish sections. This may suggest a more Atlantic type of the climate during the Last Interglacial in Poland than in Belarus.

blage Zones in the considered time intervals suggest that the natural environment of Poland and Belarus underwent synchronous changes under unidirectional climatic transformations. Qualitative and quantitative features of the Regional Pollen Assemblage Zones show similarities and differences in vegetation and climate changes in the study area. A comparison of the pollen spectra from Poland and Belarus suggests that both territories were affected by a similar climate particularly during the cold intervals. Some differences between the compositions of the pollen spectra were noticed as concerns the interglacial period. For instance, Abies and Taxus pollen as well as significantly high percentages of Calluna vulgaris pollen in NE Poland towards the end of the period are present only in the Polish sections. This may suggest a more Atlantic type of the climate during the Last Interglacial in Poland than in Belarus.

Keywords: Late Pleistocene, Eemian, Vistulian Glaciation, Poland, Belarus, pollen analysis, palaeoclimate

Ostatni interglacjał wraz późnym glacjałem przedostatniego zlodowacenia i wczesnym glacjałem ostatniego zlodowacenia są jednymi z najlepiej poznanych odcinków czwartorzędu, zarówno w Eurazji, jak i w Ameryce Północnej. Interglacjał ten, zwany eemskim w Polsce, a na Białorusi murawińskim, zajmuje ugruntowaną pozycję w podziale stratygraficznym późnego plejstocenu, zarówno na terenie Polski, jak i Białorusi.

W Polsce umieszczony jest on między zlodowaceniem warty (warta+odra) i zlodowaceniem wisły/vistulianem (Ber i in., 2007), natomiast w schemacie stratygraficznym czwartorzędu Białorusi lokowany jest między zlodowaczeniami pripiatskim (dnieprowski i sożkim) i poozerskim (Mahnać i in., 2001; San'ko i in., 2005; Karabanov i in., 2006). Określenie wieku i korelacja geologiczna tych interglacjałów jest jednoznaczna. Odpowiadają one stadium 5e krzywej izotopowej δO^{18} (MIS 5e), są dobrze rozpoznane geologicznie i posiadają kompleksowe badania paleontologiczne, wśród których priorytetowe znaczenie ma analiza pyłkowa. Metoda ta jest jedną z najbardziej efektywnych i powszechnie stosowanych metod biostratygraficznych w badaniu stratygrafii osadów czwartorzędowych. Liczne opracowania palinologiczne osadów wieku eemskiego z terenów Polski (Granoszewski, 2003; Janczyk-Kopikowa, 1966, 1997; Krupiński & Morawski, 1993; Kupryjanowicz, 2008; Kupryjanowicz i in., 2005; Mamakowa, 1989; Tobolski, 1991; Urbański & Winter, 2005; Winter & Dobracka, 2006) i Białorusi (Elovičeva, 1975; Elovičeva, 2001; Elovičeva & San'ko, 1999; Elovičeva i in., 1989; Hursevič i in., 1995; Mahnać, 1971; Mahnać i in., 1981; Savčenko & Pavlovskaya, 1999; Rylova & Hursevič, 1978;

Savčenko & Rylova, 2001; Shalaboda, 2001; Val'cik i in., 1976; Zus'in, 1978;) posłużyły za podstawę opracowania regionalnych poziomów pyłkowych dla tego interglacjału oraz dla wczesnego glacjału zlodowacenia wisły (poozerie). Podziały te są w powszechnym użyciu w palinostratygrafii późnego plejstocenu w Polsce i Białorusi.

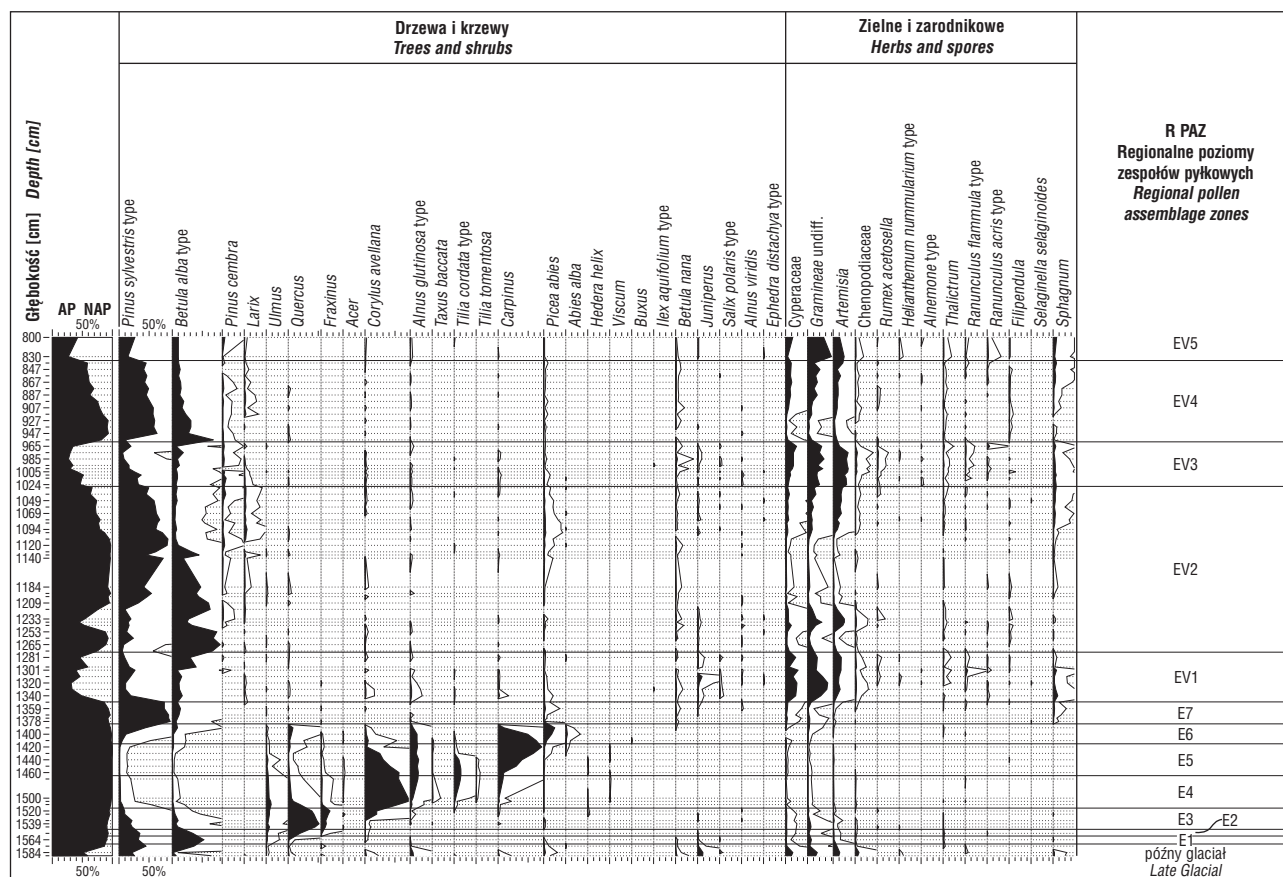
Celem pracy jest wykazanie wspólnych cech i różnic w sukcesji roślinności interglacjału eemskiego w Polsce (ryc. 1) i interglacjału murawińskiego na Białorusi (ryc. 2) oraz międzyregionalna korelacja odpowiadających sobie regionalnych poziomów pyłkowych. Zakres stratygraficzny tej analizy obejmuje schyłek późnego glacjału warty (glacjału prypiatskovo), interglacjał eemski (murawiński) oraz wczesny vistulian (poozerie). Skład taksonomiczny poziomów pyłkowych i ich korelacja są podstawą do wyciągnięcia wniosków na temat sukcesji, rozwoju i współwystępowania zbiorowisk zarówno roślinności nieleśnej (zlodowacenia), jak i leśnej w okresach interglacjałnych i interstadialnych. Położenie geograficzne obszaru badań w strefie przejściowej, ścierania się wpływów klimatu oceanicznego z zachodu i kontynentalnego ze wschodu, sprawia, że porównanie przebiegu sukcesji roślinnych na tych terenach w ostatnim interglacjale jest interesujące zarówno pod względem historycznej geografii roślin, jak i kształtowania się klimatu.

Dla potrzeb szczegółowej korelacji regionalnych poziomów pyłkowych (R PAZ) wybrano najpełniejsze profile, zbadane palinologicznie z dużą rozdzielczością. Zarówno dla obszaru Polski, jak i Białorusi dobrano stanowiska, pokrywające obszar danego kraju (ryc. 3) przy zachowaniu jednolitej metodyki badań. Udziały procentowe poszczególnych tak-

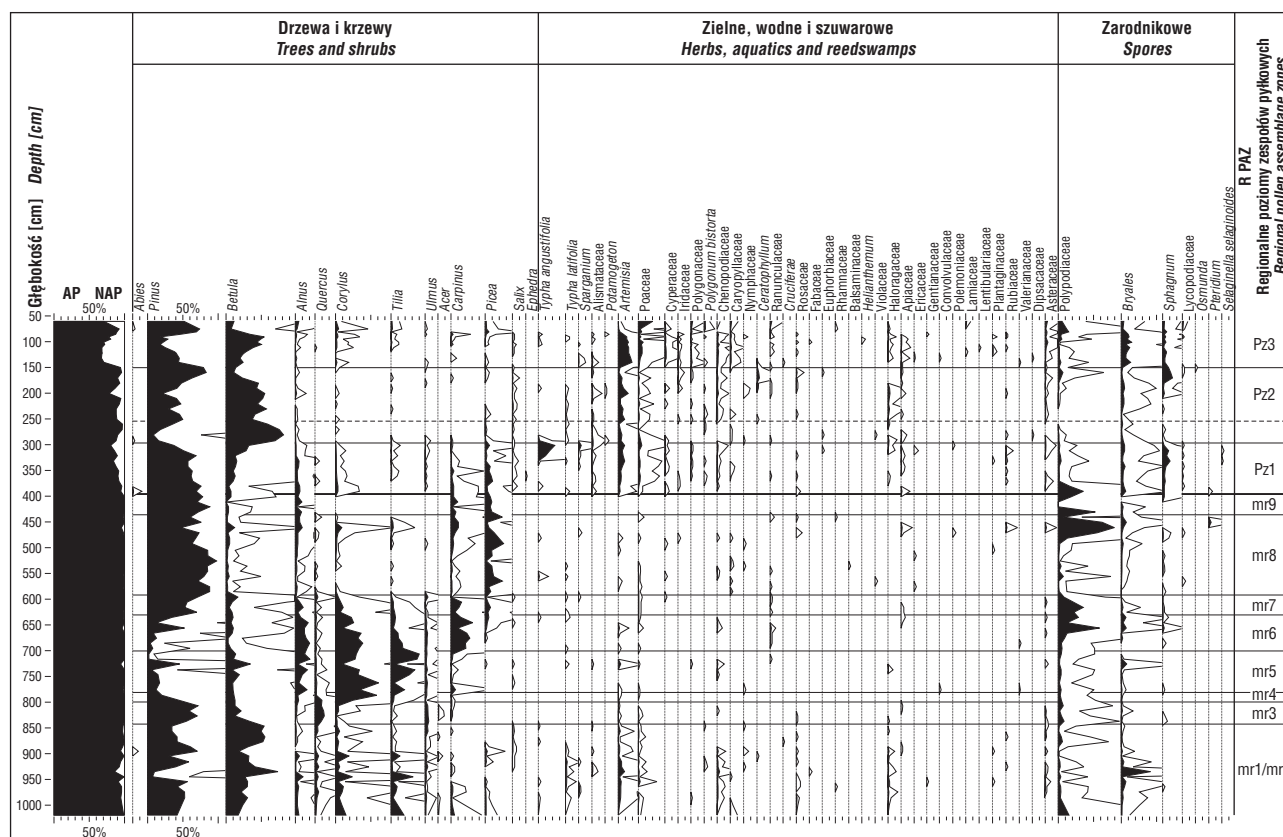
¹Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków; wojciech.granoszewski@pgi.gov.pl.

²Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; hanna.winter@pgi.gov.pl.

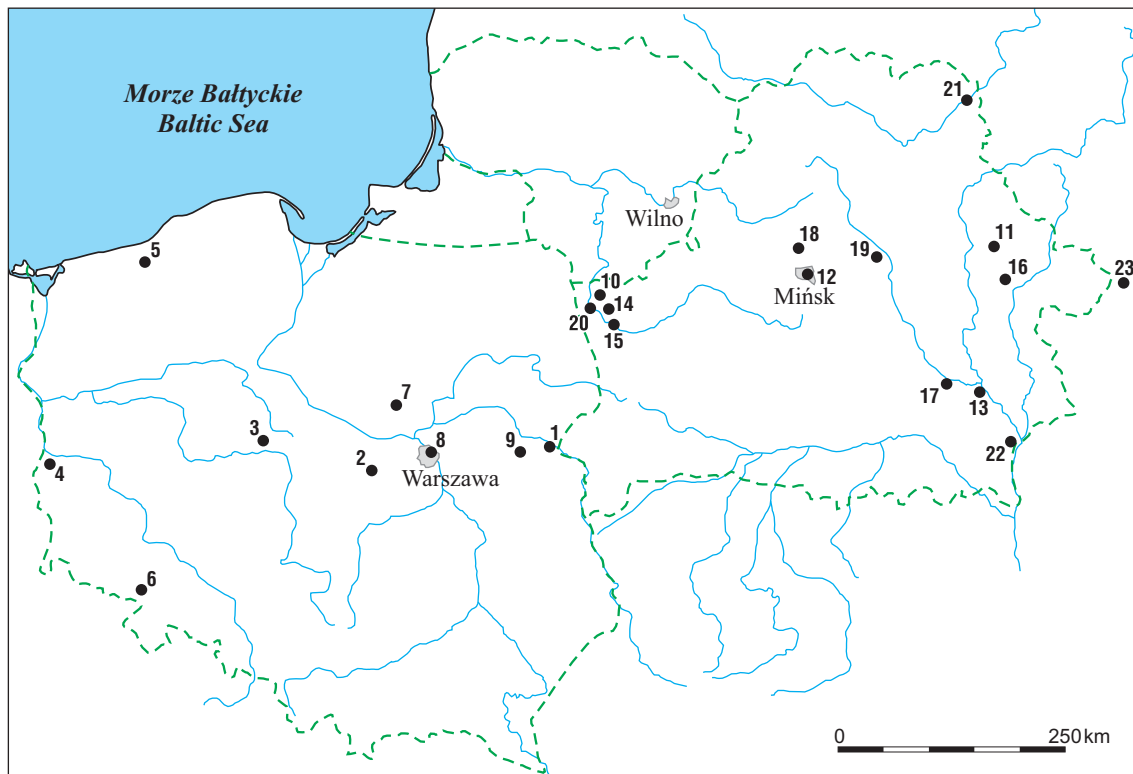
³Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Kupreviča 7, 2200141 Mińsk, Białoruś; rylova@nature.basnet.by.



Ryc. 1. Uproszczony diagram pyłkowy z Horoszek Dużych, Polska (lokalizacja profilu zob. ryc. 3); AP (*Arboreal Pollen*) – suma pyłku drzew, NAP (*Non Arboreal Pollen*) – suma pyłku roślin zielnych
Fig. 1. Simplified pollen diagram from Horoszki Duże, Poland (for location of the section see Fig. 3); AP (*Arboreal Pollen*) – sum of tree pollen, NAP (*Non Arboreal Pollen*) – sum of herb pollen



Ryc. 2. Uproszczony diagram pyłkowy z Komotovo, Białoruś (lokalizacja profilu zob. ryc. 3); AP, NAP – j.w.
Fig. 2. Simplified pollen diagram from Komotovo, Belarus (for location of the section see Fig. 3); AP, NAP – see above



Ryc. 3. Rozmieszczenie profili opracowanych metodą analizy pyłkowej, wykorzystanych do korelacji stratygraficznej. 1 – Horoski Duże (Granoszewski, 2003), 2 – Zgierz-Rudunki (Jastrzębska-Mamelka, 1985), 3 – Mikorzyn (Stankowski & Nita, 2004), 4 – Radówek (Urbański & Winter, 2005), 5 – Rzecino (Winter & Dobracka, 2006), 6 – Imbramowice (Mamakowa, 1989), 7 – Główczyn (Niklewski, 1968), 8 – Warszawa-Wawrzyszew (Krupiński & Morawski, 1993), 9 – Dziewule (Binka & Nitychoruk, 2001), 10 – Ponemun’ (Rylova & Hursevič, 1978), 11 – Čerikov (Elovičeva, 1975), 12 – Uruč’e (Karabanov i in., 2007), 13 – Borhov (Mahnač, 1971), 14 – Komotovo (Mahnač, 1971), 15 – Knáževodcy (Shalaboda, 2001), 16 – Azariči (Savčenko & Pavlovskaya, 1999), 17 – Svetlogorsk (Hursevič i in., 1995), 18 – Kuzeviči (Rylova, npubl.), 19 – Murava (Savčenko & Rylova, 2001), 20 – Žukeviči (Val’cik i in., 1976), 21 – Černyj Bereg (San’ko, 1987), 22 – Loev (Shalaboda, 2001), 23 – Posudiči (Gurtovaâ & Faustova, 1977)

Fig. 3. Distribution of the profiles studied by means of pollen analysis, used for stratigraphic correlation

sonów we wszystkich profilach były liczone tak samo, czyli w stosunku do sumy składającej się z pyłku drzew (AP) i lądowych roślin zielnych (NAP). Podziały palinostratygraficzne poszczególnych profili przedstawione są w tabelach 1 i 2.

POZIOMY PYŁKOWE PÓŹNEGO GLACJAŁU ZŁODOWACENIA WARTY (PRIPIATSKOVO)

Osady organogeniczne powstałe na obszarze Polski i Białorusi w późnym glacie zlodowacenia warty (pripiatskovo) pod względem palinostratygraficznym nie są jeszcze dobrze rozpoznane. Brak wystarczających danych palinologicznych nie pozwala na wydzielenie regionalnych poziomów zespołów pyłkowych. Dlatego w obecnym opracowaniu oparto się na lokalnych poziomach zespołów pyłkowych wydzielonych w wybranych profilach z Polski (Dziewule, Warszawa-Wawrzyszew i inne) i Białorusi (Žukeviči, Murava, Černyj Bereg, Loev i inne) (tab. 3, 4), posiadających najdłuższe sekwencje późnoglacialne, poprzedzające sukcesje interglacialne. Wyjątek stanowi najmłodszy poziom pyłkowy, którego występowanie stwierdzono w większości opracowanych diagramów, i rejestruje on zapis zmian roślinności w samym schyłku zlodowacenia (tab. 5).

Analiza składu spektrów pyłkowych wykazała, że zarówno na terenie Polski, jak i Białorusi występują różni-

ce w udziałach procentowych poszczególnych taksonów pyłkowych (tab. 3 i 4). W diagramach z terenu Polski zaznaczają się one przede wszystkim na stanowiskach z centralnej i wschodniej części kraju. Również na terenie Białorusi widoczne są różnice w sukcesji roślinności późnoglacialnej odzwierciedlone w profilach zlokalizowanych na zachodzie i południowym wschodzie tego kraju.

Na Białorusi najstarszy poziom L PAZ pt-f-1 NAP-*Picea obovata* wyróżniony został tylko w sukcesjach z Loeva i Posudiči, natomiast nie występuje on w profilach z zachodniej Białorusi (tab. 4). Maksymalny udział NAP jest bardzo wysoki i dochodzi do 77% (Posudiči), również wysokie wartości osiąga pyłek *Picea obovata* (maks. 45% w Loevie). Udział *Pinus sylvestris* t. i *Betula* jest nieznaczny. Z Polski brak jest odpowiednika tego poziomu.

Poziom L PAZ Pt-f-2 *Betula nana-Helianthemum Selaginella selaginoides* został wydzielony tylko w profilu Žukeviči i cechuje się wysokim udziałem NAP do 47,6% reprezentowanego przez *Artemisia*, *Cyperaceae*, *Poaceae* i *Helianthemum* do 13%. Tak wysoki udział pyłku *Helianthemum* nie był notowany w żadnym innym profilu z terytorium Białorusi. Wśród AP przeważa pyłek *Betula* do 40%, z dominacją pyłku form krzewiastych. Z drzew iglastych występował pyłek *Pinus sylvestris*, rzadziej *Picea obovata* (1%) i *Larix*. Frekwencja spor *Selaginella selaginoides* dochodzi do 8,5%, a *Bryales* do 30%.

Tab. 1. Regionalny podział palinostratygraficzny oraz zasięg stratygraficzny wybranych profili późnego plejstocenu z terenu Polski
Table 1. Regional pollen stratigraphy of the Late Pleistocene in Poland

Nazwa profilu Name of profile	R PAZ Regionalne poziomy zespoły pyłkowych Regional pollen assemblage zones												
	LG	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	EV1	EV2	EV3	EV4	EV5
Horoszki Duże													
Zgierz-Rudunki													
Mikorzyn													
Radówek													
Rzecino													
Imbramowice													
Główczyn													
Warszawa-Wawrzyszew													
Dziewule													

Tab. 2. Regionalny podział palinostratygraficzny oraz zasięg stratygraficzny wybranych profili późnego plejstocenu z terenu Białorusi
Table 2. Regional pollen stratigraphy of the Late Pleistocene in Belarus

Nazwa profilu Name of profile	R PAZ Regionalne poziomy zespoły pyłkowych Regional pollen assemblage zones																
	pt-f-1	pt-f-2	pt-f-3	mr1	mr2	mr3	mr4	mr5	mr6	mr7	mr8	mr9	pz-s-1	pz-s-2	pz-s-3	pz-s-4	pz-s-5
Ponemun'																	
Čerikov																	
Uruč'e																	
Borhov																	
Komotovo																	
Knâževodcy																	
Azariči																	
Svetlogorsk																	
Kuzeviči																	
Murava																	
Žukeviči																	
Černyj Bereg																	
Loev																	
Posudiči																	

Z południowo-wschodniej Białorusi (profil Loev) i pogranicznego obszaru Rosji (profil Posudiči) poziomowi L PAZ Pt-f-2 *Betula nana-Helianthemum Selaginella selaginoides* może odpowiadać poziom L PAZ Pt-f-2 *NAP-Betula-Picea obovata* (tab. 4). Udział roślinności zielnej sięga 30% w Loevie i 74% w Posudiči. Tak jak w Żukevičach wśród pyłku brzoź przeważa pyłek form krzewiastych, a wartości dochodzą do 40%. Bardzo wysoki udział osiąga pyłek *Picea obovata*, osiągając wartość 19% w Loevie i 21% w Posudičach. Frekwencja *Pinus sylvestris* L. w Loevie jest bardzo niska do 5%, a w Posudičach dochodzi do 18,5%.

Z terytorium Polski poziomom L PAZ Pt-f-2 *Betula nana-Helianthemum Selaginella selaginoides* i L PAZ Pt-f-2 *NAP-Betula-Picea obovata* prawdopodobnie odpowiadają trzy lokalne poziomy L PAZ 1 *NAP*, L PAZ 2 *Betula nana Salix-Juniperus* i L PAZ 3 *Betula-Juniperus*, wydzielone w profilu Dziewule (tab. 3 i 5) i poziomy L PAZ 1 *Hippophae-Salix-NAP* i L PAZ *Pinus-Juniperus-(Artemisia-Hippophae)* z profilu Warszawa-Wawrzyszew (tab. 3 i 5). Dla tych poziomów jest również charakterystyczny wysoki

udział *NAP* – do 60%. Głównym przedstawicielem AP, podobnie jak na Białorusi, jest *Betula* (w tym *Betula nana*) osiągająca wartość 78% w profilu Warszawa-Wawrzyszew, mniejsze znaczenie ma *Pinus*. W odróżnieniu od białoruskich profili znaczny udział osiąga pyłek *Juniperus*, do 15% w Dziewulach, a w profilu Warszawa-Wawrzyszew bardzo wysokie wartości przypadają na pyłek *Hippophae* – 45,1%. Niskie wartości charakteryzują pyłek *Picea*, które podobnie jak w stanowisku Żukeviči *P. obovata*, nie przekraczają 2%.

Dane pyłkowe z obszaru Polski i Białorusi (tab. 3 i 4) wskazują na wysokie wartości *NAP* w profilach z obu krajów, przewagę pyłku *Betula* z uwzględnieniem pyłku *Betula nana* i *B. humilis* oraz ciągłą, zmienną obecność pyłku *Picea obovata*. Szczególnie wysokie wartości tego taksonu notowane są we wschodniej części Białorusi. Inną różnicą jest znacząca frekwencja pyłku *Juniperus* i bardzo wysoki udział *Hippophae* w polskich stanowiskach.

W naj młodszym poziomie wyróżnionym w późnym glacie zlodowacenia prypiatskowo na terenie Białorusi R PAZ pt-f-3 *NAP-Pinus-Picea obovata* wysokie wartości

Tab. 3. Lokalne poziomy zespołów pyłkowych (L PAZ) późnego glacjału warty
Table 3. Local pollen assemblage zones (L PAZ) of the Late Warta Glacial

Polska środkowa Central Poland profil: Warszawa-Wawrzyszew profile: Warszawa-Wawrzyszew	Polska wschodnia Eastern Poland profil: Dzięwule profile: Dzięwule
L PAZ 3 <i>Pinus-Juniperus-(Artemisia-Hippophaë)</i> <i>Picea</i> – 2%, <i>Pinus sylvestris</i> typ – 83%, <i>Betula</i> – 29%, NAP – 30%, <i>Juniperus</i> – 7,2%	L PAZ 4 <i>P. cembra-Picea</i> NAP – 40%, <i>Picea</i> – 6%, <i>Pinus sylvestris</i> typ – 70%
L PAZ 2 <i>Betula-Hippophaë-Artemisia</i> <i>Betula</i> – 78%, NAP – 47%, <i>Hippophaë</i> – 7,4%, <i>Artemisia</i> – 11%, <i>Juniperus</i> – 3%	L PAZ 3 <i>Betula-Juniperus</i> NAP – 50%, <i>Betula</i> – 50%, <i>Juniperus</i> – 15%, <i>Picea</i> – 0,1%
L PAZ 1 <i>Hippophaë-Salix-NAP</i> NAP – 55%, <i>Salix</i> – 5%, <i>Hippophaë</i> – 45,1%	
	L PAZ 2 <i>Betula nana-Salix-Juniperus</i> NAP – 60%, <i>Betula nana</i> typ, <i>Juniperus</i> – 4%, <i>Salix</i> – 2%, <i>Picea</i> – 2%
	L PAZ 1 NAP NAP – 50%, <i>Picea</i> – 2%

Tab. 4. Lokalne zespoły poziomów pyłkowych (L PAZ) zlodowacenia pripiatskiego
Table 4. Local pollen assemblage zones (L PAZ) of the Prypiat Glaciation

Białoruś zachodnia Western Belarus profil: Żukeviči profile: Żukeviči	Białoruś poł.-zach.; zach. Rosja South-Western Belarus; Western Russia profil: Loev; profil: Posudiči profile: Loev; profile: Posudiči
R PAZ pt-f-3 <i>NAP-Pinus-Picea obovata</i> NAP – 25%, <i>Pinus</i> – 85%, <i>Picea obovata</i> – 8%, <i>Betula</i> – 12%	R PAZ pt-f-3 <i>NAP-Pinus-Picea obovata</i> Loev: NAP – 30%, <i>Pinus</i> – 60%, <i>Picea obovata</i> – 15%, <i>Betula</i> – 27% Posudiči: NAP – 35%, <i>Pinus</i> – 47%, <i>Picea obovata</i> – 3,5%, <i>Betula</i> – 24%
L PAZ pt-f-2 <i>Betula nana-Helianthemum-Selaginella selaginoides</i> NAP – 47,6%, <i>Betula</i> (łącznie z <i>Betula nana</i>) – 40%, <i>Helianthemum</i> – 13,0%, <i>Picea obovata</i> – 1%, <i>Selaginella selaginoides</i> – 8,5%	L PAZ pt-f-2 <i>NAP-Betula-Picea obovata</i> Loev: NAP – 30%, <i>Betula</i> – 43%, <i>Picea obovata</i> – 19%, <i>Pinus</i> – 5% Posudiči: NAP – 74%, <i>Betula</i> – 32%, <i>Picea obovata</i> – 21%, <i>Pinus</i> – 18,5%
	L PAZ pt-f-1 <i>NAP-Picea obovata</i> Loev: NAP – 45%, <i>Pinus</i> – 5%, <i>Picea obovata</i> – 45%, <i>Betula</i> – 18% Posudiči: NAP – 77%, <i>Pinus</i> – 3%, <i>Picea obovata</i> – 35,5%, <i>Betula</i> – 9,5%

osiąga pyłek roślinności zielnej do 25% w Żukevičach, a w Posudičach dochodzi nawet do 30%. Najwyższy udział AP przypada na pyłek *Pinus* (*P. sylvestris*, rzadziej *P. cembra*) do 85% w Żukevičach. Taksonem charakterystycznym dla tego poziomu jest *Picea obovata*, osiągający najwyższy udział – 15% w Loevie. Ważnym taksonem jest *Betula* sect. *Albae* osiągająca maksymalną wartość 27% w Loevie. Niewielkie udziały osiągają pyłki *Larix*, *Juniperus*, *B. humilis*, *Hippophaë*, *Ephedra* i *Helianthemum*. Występują zarodniki *Selaginella selaginoides*, *Bryales* i inne.

Na terenie Polski analogiami tego poziomu są lokalne poziomy *Pinus cembra-Picea* w profilu Dzięwule i *Pinus-Juniperus-(Artemisia-Hippophaë)* w stanowisku Warszawa-Wawrzyszew (tab. 5), dla których charakterystyczny jest wysoki udział NAP – 30–40%. Wśród pyłku drzew przeważa *Pinus* z maksymalnym udziałem do 83% w Warszawie-Wawrzyszew. Pyłek *Picea* dochodzi odpowiednio do 6 i 2% w obu profilach. Dla profilu Warszawa-Wawrzyszew charakterystyczny jest udział *Juniperus* do 7%.

W tabeli 3 zestawiono maksymalne wartości procentowe wybranych, podstawowych, diagnostycznych taksonów dla lokalnych zespołów poziomów pyłkowych późnego glacjału warty dla dwóch najbardziej reprezentatywnych profili z terenu Polski. W tabeli 4, podobnie, przedstawiono maksymalne udziały procentowe wybranych taksonów pyłkowych w wybranych profilach schyłkowej części zlodowacenia pripiatskiego.

Propozycja korelacji poziomów pyłkowych późnego glacjału zlodowacenia warty i zlodowacenia pripiatskiego przedstawiona jest w tabeli 5.

POZIOMY PYŁKOWE OSADÓW INTERGLACJAŁU EMSKIEGO/MURAWIŃSKIEGO

Na terenie obydwu krajów stwierdzono i zbadano metodą analizy pyłkowej bardzo liczne profile osadów organicznych wieku eemskiego/murawińskiego. Większość badań została wykonana z wysoką rozdzielczością, co pozwoliło na wydzielenie Regionalnych Poziomów Zespołów Pyłkowych (R PAZ) (Mamakowa, 1989; Savčenko & Rylova, 2001).

Położenie geograficzne obszaru badań w strefie przejściowej, ścierania się wpływów klimatu oceanicznego z zachodu i kontynentalnego ze wschodu, sprawia, że porównanie przebiegu sukcesji roślinnych na tych terenach w ostatnim interglacjale jest interesujące zarówno pod względem historycznej geografii roślin, jak i kształtowania się klimatu. Podział palinostratygraficzny sukcesji eemskiej na terenie Polski składa się z siedmiu Regionalnych Poziomów Zespołów Pyłkowych (E 1–E 7), podczas gdy w sukcesji murawińskiej wyróżniono dziewięć Regionalnych Poziomów Zespołów Pyłkowych (mr 1–mr 9) (tab. 6).

W celu wykazania podobieństw i różnic w składzie ilościowym i jakościowym sukcesji eemskiej (murawińskiej) na terenie Polski i Białorusi porównano maksymalne wartości procentowe wybranych, diagnostycznych taksonów dla każdego regionalnego poziomu pyłkowego w analizowanych profilach.

Tab. 5. Lokalne zespoły poziomów pyłkowych (L PAZ) zlodowacenia pripiatskiego
Table 5. Local pollen assemblage zones (L PAZ) of the Prypiat Glaciation

POLSKA POLAND		BIAŁORUŚ BELARUS	
profil: Warszawa-Wawrzyszew profile: Warszawa-Wawrzyszew	profil: Dziewule profile: Dziewule	profile: Żukeviči, Murava, Černyj Bereg, Loev, Posudiči i inne profiles: Żukeviči, Murava, Černyj Bereg, Loev, Posudiči and others	
L PAZ 3 <i>Pinus–Juniperus–</i> (<i>Artemisia–Hippophaë</i>)	L PAZ 4 <i>Pinus cembra–Picea</i>	R PAZ pt-f-3 NAP– <i>Pinus–Picea obovata</i>	
L PAZ 2 <i>Betula–Hippophaë–Artemisia</i>	L PAZ 3 <i>Betula–Juniperus</i>	L PAZ pt-f-2 <i>Betula nana–Helianthemum–</i> <i>Selaginella selaginoides</i> Żukeviči	L PAZ pt-f-2 NAP– <i>Picea obovata</i> Loev, Posudiči
L PAZ 1 <i>Hippophaë–Salix–NAP</i>			
	L PAZ 2 <i>Betula nana–Salix–Juniperus</i>		
	L PAZ 1 NAP		
			L PAZ pt-f-1 NAP– <i>Picea obovata</i> Loev, Posudiči

Poniżej przedstawiono porównanie Regionalnych Poziomów Zespołów Pyłkowych (R PAZ) profili polskich (E) i murawińskich (mr).

E-1 *Pinus–Betula* / mr 1 *Pinus–Betula–Picea*

Najbardziej charakterystyczną, wspólną cechą dla profili polskich i białoruskich tego poziomu są wysokie udziały pyłku *Pinus sylvestris* t., które wynoszą odpowiednio 82 i 84%, oraz *Betula alba* t. – 62,4 i 78%. Występuje pyłek *Picea* oraz pojedynczo notowany jest pyłek *Larix*, *Juniperus* oraz pyłek drzew ciepłolubnych.

Istotne różnice w spektrach dotyczą udziałów procentowych pyłku *Picea*, który na terenie Polski nie przekracza 1,9%, podczas gdy na Białorusi wynosi on 5%, a w rejonach północno-wschodnich osiąga nawet 30%. O ile w stanowiskach polskich wartości pyłku drzew liściastych w tym poziomie dochodzą do kilku procent: *Quercus* do 8,3%, *Ulmus* do 3,1% oraz notowany jest pyłek *Acer*, *Fraxinus*, *Abies* i *Carpinus*, to w profilach białoruskich *Quercus* i *Ulmus* są obecne w ilościach śladowych, a pozostałe taksony nie występują.

E-2 *Pinus–Betula–Ulmus* / mr 2 *Pinus–Betula–Quercus*

Na obu obszarach w spektrach pyłkowych dominuje sosna *Pinus sylvestris* t., której maksymalny udział w Polsce to ok. 73%, a na Białorusi 95,2%, oraz *Betula alba* t. z wartościami odpowiednio 44 % i 60%. Wzrasta udział pyłku drzew i krzewów liściastych, w tym *Ulmus* (4,6% i 3,8%), *Quercus* (25,4% i 10%) oraz *Corylus* (2,8 % i 4,5%).

W spektrach tego poziomu na Białorusi odnotowuje się spadek wartości pyłku *Picea* do 1% z wyjątkiem północno-wschodniej części tego kraju, gdzie występuje w wartościach ok. 10%. W polskich profilach notowany jest pyłek *Abies*.

E-3 *Quercus–Fraxinus–Ulmus* / mr 3 *Quercus–Pinus–Corylus*

Ten regionalny poziom pyłkowy na całym rozpatrywanym obszarze podzielony jest na dwa podpoziomy: starszy

Pinus (E-3a / mr 3a) i młodszy *Corylus* (E-3b / mr 3b). Elementem dominującym w spektrach pyłkowych podpoziomu starszego, zarówno w Polsce, jak i na Białorusi, jest *Pinus sylvestris* t. z maksymalnymi wartościami wynoszącymi odpowiednio 71,4% i 83,3%. Z drzew liściastych najwyższe wartości osiąga pyłek *Quercus* – 72,2% i 52% oraz *Fraxinus*, którego udział procentowy w Polsce jest ok. trzykrotnie wyższy i wynosi 15,6%, podczas gdy na obszarze Białorusi jego maksimum wynosi 6%. Należy przy tym nadmienić, że wartość ta notowana jest w jedynym stanowisku (Černyj Bereg w północno-wschodniej Białorusi), podczas gdy na pozostałym terenie udziały *Fraxinus* w tym czasie nie przekraczają 1%. Pyłek *Ulmus* najwyższe wartości osiąga na wschodzie Polski (Horoszk Duże) – 5,6%, podczas gdy na Białorusi w Cimoszkowicach odnotowano 22%. W młodszy podpoziomie wartości pyłku *Corylus* na obydwu terytoriach są podobne i wynoszą odpowiednio 36 i 38%. Pyłek *Picea* w stanowiskach polskich osiąga 1,9% a w białoruskich 3%. Ponadto, wyłącznie w osadach z terenu Polski, notowany jest pyłek *Abies* i *Taxus*.

E-4 *Corylus–Quercus–Tilia*

Poziom ten, w palinostratygraficznym podziale interglacjału eemskiego w Polsce, rozbity jest na dwa podpoziomy: podpoziom E-4a *Corylus–Quercus* i E-4b *Tilia–Carpinus*. W podziale interglacjału murawińskiego na Białorusi tym podpoziomom odpowiadają osobne regionalne poziomy pyłkowe mr 4 i mr 5.

E-4a *Corylus–Quercus* / mr 4 *Corylus–Quercus–Ulmus*

W tych poziomach na obydwu terytoriach *Corylus* ma swoje maksymalne udziały w spektrach pyłkowych, które wynoszą odpowiednio 73,1% i 80%. Pyłek *Quercus* również utrzymuje wysoki poziom 28,2% i 25,3%. Maksymalne wartości *Ulmus* wynoszą w Polsce (Horoszk Duże) 8,3%, podczas gdy na Białorusi w Cimoszkowicach przekraczają 25%. W składzie spektrów pyłkowych rosną udziały procentowe pyłku *Tilia*, nie przekraczają jednak 10% na terenie Polski, podczas gdy w stanowisku białoruskim Loev osiągają 18%. W części zachodniej Białorusi średni udział *Tilia* nie przekracza 4%. Rosną również w

Tab. 6. Korelacja regionalnych poziomów zespołów pyłkowych (R PAZ) późnego glacjału zlodowacenia warty (zlodowacenie prypiackie), interglacjału eemskiego (murawińskiego) i wczesnego glacjału zlodowacenia wisły (pozerskiego) z terenów Polski i Białorusi

Table 6. Correlation of the regional pollen assemblages zones (R PAZ) of the Late Warta Glacial (Prypiat), Eemian Interglacial (Murava) and Early Vistulian (Poozerie) Glaciation from Poland and Belarus

POLSKA POLAND			BIAŁORUŚ BELARUS		
R PAZ (Mamakowa, 1989)			R PAZ (Savčenko, Rylova, 2001)		
EV5	Poaceae– <i>Betula nana</i>		pz 5	NAP– <i>Betula</i>	
EV4	<i>Pinus</i> – <i>Betula</i>		pz 4	<i>Pinus</i> – <i>Betula</i>	
EV3	Poaceae– <i>Artemisia</i> – <i>Betula nana</i>		pz 3	<i>Artemisia</i> –Poaceae– <i>Betula nana</i>	
EV2	<i>Betula</i> – <i>Pinus</i>	<i>Pinus</i>	pz 2	<i>Betula</i> – <i>Pinus</i> – <i>Larix</i>	<i>Pinus</i>
		<i>Betula</i>			<i>Betula</i>
EV1	Poaceae– <i>Artemisia</i> – <i>Betula nana</i>		pz 1	<i>Artemisia</i> –Poaceae– <i>Betula nana</i>	
E7	<i>Pinus</i>		mr 9	<i>Pinus</i>	
E6	b a	<i>Picea</i> – <i>Abies</i> – <i>Alnus</i>	<i>Pinus</i>	mr 8	<i>Picea</i> – <i>Pinus</i>
			<i>Carpinus</i>	mr 7	<i>Carpinus</i> – <i>Picea</i>
E5	<i>Carpinus</i> – <i>Corylus</i> – <i>Alnus</i>		mr 6	<i>Carpinus</i> – <i>Tilia</i>	
E4	b a	<i>Corylus</i> – <i>Quercus</i> – <i>Tilia</i>	<i>Tilia</i> – <i>Carpinus</i>	mr 5	<i>Tilia</i> – <i>Corylus</i> – <i>Carpinus</i>
			<i>Corylus</i> – <i>Quercus</i>	mr 4	<i>Corylus</i> – <i>Quercus</i> – <i>Tilia</i>
E3	b a	<i>Quercus</i> – <i>Fraxinus</i> – <i>Ulmus</i>	<i>Corylus</i>	mr 3	<i>Quercus</i> – <i>Pinus</i> – <i>Corylus</i>
			<i>Pinus</i>		
E2	<i>Pinus</i> – <i>Betula</i> – <i>Ulmus</i>		mr 2	<i>Pinus</i> – <i>Betula</i> – <i>Quercus</i>	
E1	b a	<i>Pinus</i> – <i>Betula</i>	<i>Pinus</i>	mr 1	<i>Pinus</i> – <i>Betula</i> – <i>Picea</i>
			<i>Betula</i>		
LG Wartanian Glacial	Cyperaceae– <i>Artemisia</i> – <i>Betula nana</i>		<i>Juniperus</i>	pt-f-3	NAP– <i>Pinus</i> – <i>Picea obovata</i>

tym czasie wartości pyłku *Carpinus* do 10% w Polsce i do 6,5% w stanowiskach białoruskich. Wartości *Picea* w Polsce przekraczają 9%, podczas gdy na Białorusi obserwuje się praktycznie brak pyłku świerka w spektrach w tym poziomie. Również tylko w profilach polskich obecny jest pyłek *Taxus* i *Abies*.

E-4b *Tilia-Carpinus* / mr 5 *Tilia-Corylus-Carpinus*

Wartości pyłku *Tilia* w tym podpoziomie na obszarze Polski osiągnęły 12,4%, podczas gdy na Białorusi aż 55,8%. *Carpinus* w spektrach stanowisk polskich osiąga prawie 26%, nieco mniejsze wartości notowano na Białorusi – 24%. Na obu terytoriach zaznaczają się ciągle wysokie udziały pyłku *Corylus*, w Polsce 48,5% i wyższe do 64% w profilach białoruskich. Porównywalne wartości zanotowano dla pyłku *Alnus*, odpowiednio 25 i 23,6%. O ile na terytorium Polski wartości pyłku *Picea* dochodzą do 9,6%, to na Białorusi takson ten obecny jest w niewielkich ilościach, poniżej 1%. Ważną różnicą między opisywanymi poziomami jest obecność pyłku *Taxus*, którego maksimum wynosi 11,8% oraz obecność pyłku *Abies* w Polsce. Taksony te nie są w ogóle notowane w profilach białoruskich.

E-5 *Carpinus-Corylus-Alnus* / mr 6 *Carpinus-Tilia*

W tym poziomie regionalnym udział pyłku *Carpinus* osiąga maksymalną wartość w sukcesji interglacjalnej – w

Polsce 73% (profil Horoszki Duże) i 80,1% w Svetlogorsku. Znaczące wartości osiąga pyłek *Corylus*, są one wyższe w Polsce (48,5%) i niższe (41,3%) na terytorium Białorusi. Z kolei maksymalne udziały pyłku *Tilia* w profilach polskich są mniejsze od udziałów w profilach białoruskich i wynoszą odpowiednio 20,0% i 28,2%. Znacząco wzrastają wartości pyłku *Picea*, przy czym na terenie Polski maksymalne wartości osiągają blisko 31%, podczas gdy na Białorusi nie przekraczają 9%. Wartości pyłku *Taxus* w polskich profilach pozostają ciągle wysokie do 7%. Również nienotowany w profilach białoruskich pyłek *Abies* na terenie Polski występuje w wartościach przekraczających 3%. Podobnie, tylko w polskich profilach, notowany jest pyłek *Larix*.

E-6 *Picea-Abies-Alnus*

W tym poziomie wyróżniono dwa podpoziomy. Starszy E-6a *Carpinus*, który w podziale białoruskim odpowiada poziomowi mr 7 *Carpinus-Picea* oraz młodszy E-6b *Pinus* odpowiadający poziomowi mr 8 *Picea-Pinus*.

E-6a *Carpinus* / mr 7 *Carpinus-Picea*

W tym poziomie maksymalne wartości osiąga pyłek *Abies* – do 10% (Dziewule), a w stanowiskach w południowej części Polski centralnej nawet 53–69% (Mamakowa, 1989). Ciągłe jeszcze obserwuje się wysokie wartości

pyłku *Carpinus* (49,2%) oraz zmniejszające się wartości pozostałych taksonów ciepłolubnych: *Quercus* – 10,3%, *Tilia* – 1,3%, *Corylus* – 8% i *Ulmus* – 0,6%. Wartości pyłku *Taxus* wynoszą 1,2%. Cechą charakterystyczną tego poziomu w profilach białoruskich jest spadek roli taksonów o wyższych wymaganiach termicznych, takich jak *Quercus*, którego udziały maksymalne spadły do 12,2%, *Tilia* – 9,9%, *Ulmus* – 3,6%. Jedynie wysokie wartości dochodzące do 80% osiąga pyłek *Carpinus*. Rosną natomiast udziały w spektrach wartości *Picea* do 42%, z wyjątkiem profili znajdujących się na południowym wschodzie Białorusi, gdzie nie przekraczają 5,8%. Pojawia się po raz pierwszy pyłek *Abies* i *Larix*.

E-6b *Pinus* / mr 8 *Picea-Pinus*

W składzie spektrów pyłkowych tego poziomu dominuje *Picea*, którego najwyższe udziały (70%) zanotowano w profilu Dziewule, podczas gdy pyłek *Pinus sylvestris* t. wzrasta do prawie 90% (Rzecino). Notowany jest pyłek *Larix*. W tym poziomie w stanowiskach białoruskich rosną udziały pyłku *Picea* do 81% (Černyj Bereg), w profilu Svitłagorsk zaledwie do 6,7%. Z kolei wartości *Pinus sylvestris* t. dochodzą do 98,2%. Pyłek *Abies* i *Larix* są notowane pojedynczo, spada natomiast udział pyłku drzew ciepłolubnych (tylko w profilu Ponemun' *Carpinus* przekracza 23%).

E-7 *Pinus* / mr 9 *Pinus*

Na obydwu rozpatrywanych terytoriach w spektrach pyłkowych dominuje pyłek drzew iglastych, przede wszystkim *Pinus sylvestris* t., którego maksymalne udziały w profilach polskich wynoszą 91,4%, a w białoruskich 99%. Maksymalne wartości pyłku *Picea* po stronie polskiej przekraczają 14%, a po białoruskiej osiągają 22%. Podobnie wartości pyłku *Betula alba* t. osiągają odpowiednio 14% i 24%. Pyłek jodły (*Abies*) w polskich profilach notowany jest w maksymalnej wartości 1,8%, podczas gdy na Białorusi obecny jest tylko w zachodniej części kraju nieprzekraczając 1,4%. W Polsce południowej i środkowej notowany jest pyłek *Taxus*, nieobecny w stanowiskach białoruskich. Regionalne poziomy pyłkowe E-7 i mr 9 kończą interglacjalną sukcesję MIS 5e.

Do pełnej charakterystyki sukcesji eemskiej zarejestrowanej w profilach polskich i murawińskich z obszaru Białorusi należy dodać, że w niektórych profilach na Białorusi: Nielidowicze (Capenko & Mahnač, 1959), Ponemun' (Rylova & Hursevič, 1978), Svetlogorsk (Hursevič i in., 1995) w osadach powyżej R PAZ mr 9 *Pinus*, można wydzielić lokalny poziom pyłkowy ze znacznym udziałem pyłku *Betula alba* t. dochodzącym do 86,5% z niewielkim udziałem pyłku *Pinus sylvestris* t. i innych drzew. Czasami obserwuje się w spektrach pyłkowych tego poziomu wzrost udziału pyłku roślin zielnych NAP do 10%. Również w profilu Solniki (wschodnia Polska) (Kupryjanowicz i in., 2005) poziom pyłkowy E-7 *Pinus* jest przedzielony lokalnym poziomem pyłkowym z bardzo wysokimi, dochodzącymi do 80% udziałami pyłku *Betula alba* t. (op. cit.). O wiele niższe udziały pyłku *Betula* stwierdzono w profilu Horoszki Duże (19%). Wyjaśnienie tego zjawiska wymaga badań kolejnych profili, posiadających ciągłe przejście od sukcesji interglacjalnej do wczesnego vistulianu. Pozwoli to na ewentualne odniesienie poziomu *Betula* do wczesnego glaciału. Nie można również wykluczyć braku w profi-

lach białoruskich górnej części m 9 R PAZ z wysokimi udziałami pyłku *Pinus sylvestris* t.

REGIONALNE POZIOMY ZESPOŁÓW PYŁKOWYCH WCZESNEGO VISTULIANU W POLSCE I WCZESNOPOOZIERSKIEGO NA BIAŁORUSI

Behre i Lade (1986) w zaproponowanym podziale biostratygraficznym wczesnego glaciału ostatniego zlodowacenia na obszarze środkowej Europy wyróżniają 2 okresy chłodne (stadiały) i 2 ciepłe (interstadiały: Brörup i Odderade). Stadiał następujący po młodszym interstadiale (Odderade) zaliczany jest już przez tych autorów do środkowego vistulianu (pleniglaciału). Pogląd ten jest powszechnie przyjęty w Europie. W Polsce, Mamakowa (1989) w swoim podziale regionalnym późnego plejstocenu zalicza ten stadiał jeszcze do wczesnego glaciału i wyróżnia dla Polski w osadach wczesnego zlodowacenia 5 Regionalnych Zespołów Poziomów Pyłkowych EV1-EV5. Są również opracowania wyłączające ostatni stadiał z wczesnego glaciału (Granoszewski, 2004). Podział stratygraficzny wczesnego glaciału zlodowacenia poozerskiego na Białorusi jest zgodny z propozycją Behre i Lade (1986), Behre (1989) (Hursevič i in., 1995; Savčenko & Rylova, 2001).

Korelację obydwu schematów stratygraficznych wczesnego glaciału vistulianu i poozeria przedstawiono w tabeli 6.

EV-1 *Poaceae-Artemisia-Betula nana* R PAZ / pz 1 *Artemisia-Poaceae-Betula nana*

Poziom ten w odróżnieniu od ostatniego poziomu interglacjalnego (E-7 / mr 9) charakteryzuje się bardzo wysokimi udziałami pyłku roślin zielnych NAP, których maksymalne wartości wynoszą 70% w Horoszkach Dużych w Polsce i 76% w Svetlogorsku po stronie białoruskiej. Najwyższe wartości notowane w polskich profilach osiąga pyłek *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Artemisia* i *Chenopodiaceae*, przy czym na Białorusi dominuje pyłek *Artemisia*. Wśród pyłku drzew w Polsce dominuje pyłek *Pinus sylvestris* t. (45%) i *Betula alba* t. (40%), a na stanowiskach białoruskich najwyższe wartości notowane są dla pyłku *Betula alba* t. od 26 do 90% przy mniejszych udziałach *Pinus sylvestris* t. od 10 do 77% i *Picea* od 0,6 do 10,7%. Taksony krzewiaste reprezentowane są przede wszystkim przez pyłek *Betula nana* t. do 7,7% w Polsce, a na Białorusi do 27,1% i *Juniperus*, którego maksymalne wartości wynoszą odpowiednio 7% i 16,5%. Cechą charakterystyczną profili z zachodu i północnego zachodu Polski są wysokie udziały pyłku *Calluna vulgaris*, które w Rzecinie wynoszą 29% (poziom L PAZ *Calluna vulgaris* – *Ericaceae-Betula nana* t.) i przez to nawiązują w swym charakterze do zmian notowanych w stanowiskach niemieckich (Behre, 1989; Brose i in., 2006). W białoruskich profilach pyłek *Calluna vulgaris* jest notowany sporadycznie. Omawiane regionalne poziomy pyłkowe (EV-1 i pz 1) charakteryzują pierwszy stadiał wczesnego glaciału vistulianu/poozeria, korelowany ze stadiałem Hering (MIS 5d) w centralnej Europie (Behre, 1989).

EV-2 *Betula-Pinus* / pz 2 *Betula-Pinus-Larix*

Regionalne poziomy pyłkowe tego odcinka wczesnego glaciału zarówno na terenie Polski, jak i Białorusi podzie-

lone są na dwa podpoziomy: starszy EV-2a *Betula* / pz 2a *Betula* i młodszy EV-2b *Pinus* / pz 2b *Pinus*.

W składzie spektrów pyłkowych na obu terytoriach obserwuje się drastyczny spadek wartości NAP (2,4% i 3,9%) kosztem zwiększenia się udziału pyłku drzew. W starszym podpoziomie jest to *Betula alba* t., której wartości osiągają 80%, a na Białorusi nawet 82,2%. Z kolei w młodszym podpoziomie dominuje pyłek *Pinus sylvestris* t., którego udziały zarówno po stronie polskiej, jak i białoruskiej są podobne i wynoszą odpowiednio 86% i 87%. Pyłek *Picea* osiąga odpowiednio 3,1% i 5,5%, *Larix* 5% i 1,8%. Pyłek krzewów: *Betula nana*, *B. humilis* i *Juniperus* jest spotykany sporadycznie.

Celem uzupełnienia obrazu sukcesji pyłkowej tego odcinka wczesnego glaciału zlodowacenia należy wspomnieć, że w niektórych stanowiskach polskich stwierdzono obecność lokalnego poziomu pyłkowego, np. poziom HD-15, NAP-*Betula* L PAZ w profilu Horoszki Duże (Granoszewski, 2004), w którym zanotowano wzrost wartości pyłku roślin zielnych NAP do 58,3%, w tym Poaceae – 23,3%, *Artemisia* – 18,5% i Cyperaceae – 9,1%. Podobny, mniejszy wzrost NAP zanotowano również w innych stanowiskach na terenie Polski (Jastrzębska-Mamełka, 1985; Kupryjanowicz, 1994), a także w profilach w Europie Zachodniej na terenie Niemiec (Erd, 1973; Behre, 1989; Hahne i in., 1994; Müller i in., 2003) i Francji (Reille i in., 1992), a nawet centralnej Szwecji (Robertsson, 1988). W profilach białoruskich jak dotąd nie znaleziono poziomu, w którym by można stwierdzić znaczny wzrost wartości NAP.

Rozpatrywane regionalne poziomy pyłkowe EV-2 i pz 2 odpowiadają pierwszemu interstadiałowemu wczesnego vistulianu (poozeria) Brörup, który korelowany jest ze stadiem izotopowym MIS 5c.

EV-3 Poaceae-*Artemisia*-*Betula nana* / pz 3 *Artemisia*-Poaceae-*Betula nana*

W obu regionalnych poziomach pyłkowych ponownie dominuje NAP, osiągając wartości 80% w stanowiskach polskich i 70% w białoruskich. Podobnie jak w poziomach EV-1 i pz 1 największe udziały notowano dla następujących taksonów: Poaceae (30,3% i 25,8%), *Artemisia* (24,4% i 47,3%), Cyperaceae (21,6 i 3,0%) i Chenopodiaceae (3,0% i 6,2%). Wśród pyłku drzew dominuje *Pinus sylvestris* t. (38 i 53%) oraz *Betula alba* t. (30 i 67,3%). Udziały *Picea* nie przekraczają kilku procent i wynoszą dla profili polskich 1%, a dla białoruskich 4,9%. Podobne wartości stwierdzono dla pyłku *Larix* (1,5% i 4%). Wyższe udziały stwierdzono dla pyłku krzewów: *Juniperus* (11% i 12,5% odpowiednio) oraz *Betula nana* (9,6% i 21,5%). Te poziomy regionalne odpowiadają drugiemu stadiałowemu wczesnego vistulianu/poozeria, który chronostratygraficznie korelowany jest ze stadiem Rederstall (MIS 5b).

EV-4 *Pinus*-*Betula* / pz 4 *Pinus*-*Betula*

Kolejny spadek wartości NAP, które na terenie Polski wynoszą od 41,1% do 66%, a na Białorusi 10%. Tak duża rozpiętość udziałów procentowych pyłku roślin zielnych między profilami polskimi i białoruskimi wynika z różnej interpretacji ekologicznej spektrów pyłkowych. Różnica ta wyraża się w wyznaczaniu granic poziomów pyłkowych.

Autorzy białoruscy spektra pyłkowe, w których udziały NAP wynoszą od 40 do 60%, odnoszą do okresów stadialnych, a nie interstadialnych. W starszej części tego poziomu pyłkowego dominuje pyłek *Betula alba* t., którego wartości dla Polski wynoszą 68,7%, a dla Białorusi 82%, podczas gdy w spektrach młodszej części poziomu przeważa *Pinus sylvestris* t., a jej udziały wynoszą odpowiednio 63,4% i 79%. Wartości pyłku innych drzew wynoszą odpowiednio: *Picea* – 1% i 5,5%, *Larix* – 2,4% i 1,3%. Pyłek taksonów krzewiastych osiąga niskie wartości, *Juniperus* w Polsce – 0,5%, na Białorusi – 1,5%, natomiast *Betula nana* t. nie przekracza w polskich profilach 3,5%, a białoruskich – 2,0%. Te poziomy regionalne nawiązują do drugiego interstadiału wczesnego vistulianu/poozeria i korelowane są z interstadiem Odderade (MIS 5a).

EV-5 Poaceae-*Betula nana* / L PAZ pz 5 NAP-*Betula nana*

W spektrach pyłkowych tego poziomu na obszarach obu krajów ponownie dominuje pyłek roślin zielnych (NAP), a jego maksymalne udziały są podobne i wynoszą odpowiednio 76% i 76,5%. Podobnie jak we wcześniejszych stadiach, w stanowiskach polskich przeważa pyłek Poaceae, a w białoruskich *Artemisia*. Krzewy i krzewinki reprezentowane są przez pyłek *Betula nana*, *Juniperus* i *Helianthemum*. Udział pyłku drzew (AP) jest niski i należy do *Pinus sylvestris* t. – 33% i 46,9% oraz *Betula alba* t. z wartościami 14,1% w Polsce i 24,4% na Białorusi. Pyłek *Larix* i *Picea* w profilach na całym badanym terenie nie przekracza 0,5%. Wyjątkiem jest stanowisko Kuzeviči na Białorusi, gdzie *Larix* osiąga wartość 8%, a *Picea* 6,5%.

PODSUMOWANIE

Porównanie sukcesji pyłkowych późnego glaciału warty (prypiat), interglaciału eemskiego (murawińskiego) i wczesnego vistulianu (poozeria), zachowanych w osadach organicznych Polski i Białorusi, pozwalają na międzyregionalną korelację tego odcinka późnego plejstocenu w Europie środkowej (tab. 6).

Podobieństwo składu spektrów pyłkowych i podobna sukcesja Regionalnych Poziomów Pyłkowych może dowodzić synchroniczności zmian warunków środowiskowych w Polsce i na Białorusi, co wskazuje, że obydwa terytoria podlegały w tym samym czasie podobnym, ogólnym zmianom klimatycznym. Różnice, widoczne zwłaszcza w sukcesji roślinności interglacialnej, manifestujące się obecnością niektórych taksonów (np.: *Taxus*, *Abies*, *Buxus*, *Ilex*), wyłącznie w profilach polskich wynikają z większego wpływu klimatu oceanicznego, zwłaszcza w zachodniej Polsce. Bardziej atlantycki charakter roślinności w Polsce północno-zachodniej pod koniec interglaciału wyraża się wysokimi wartościami pyłku *Calluna vulgaris*, którego udziały w spektrach pyłkowych maleją w kierunku wschodnim, a na Białorusi pyłek tego gatunku spotykany jest sporadycznie. Uderzające podobieństwo Regionalnych Poziomów Pyłkowych wczesnego vistulianu i wczesnego poozeria sugeruje, że w czasie wczesnego zlodowacenia obydwa terytoria znajdowały się pod wpływem bardzo podobnego typu klimatu. Jednak na początku zlodowacenia wisły bardzo wysoki udział pyłku *Calluna vulgaris* w profilu Rzecino może sugerować, że obszar Pomorza Zachodniego charakteryzował się

odmiennym typem klimatu z silniejszymi wpływami morskimi.

Autorzy składają serdeczne podziękowania recenzentkom Prof. dr hab. Małgorzacie Latałowej i dr hab. Mirosławie Kupryjanowicz za wnikliwe recenzje i konstruktywne uwagi, które miały wpływ na ostateczną wersję pracy.

LITERATURA

- BEHRE K.E. 1989 – Biostratygraphy of the Last Glacial Period in Europe. *Quatern. Sc. Rev.*, 8: 25–44.
- BER A., LINDNER L. & MARKS L. 2007 – Propozycja podziału stratygraficznego czwartorzędu Polski. *Prz. Geol.*, 55: 115–118.
- BINKA K. & NITYCHORUK J. 2001 – Late Saalian climate changes in Europe in the light of pollen analysis and the problem of two-step deglaciation at the oxygen isotope stage 6/5e transition. *Boreas*, 30: 307–316.
- BROSE F., LUCKERT J., MÜLLER H., SCHULZ R., STRAHL J. & THIEKE H.U. 2006 – Das Eem von Vevais – ein bedeutendes Geotop in Ostbrandenburg (The Eemian of Vevais – an important geotope of the Eastern Brandenburg area). *Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge*, 1/2: 155–164.
- CAPENKO M.M. & MAHNAČ N.A. 1959 – Antropogenovye otloženia Belorussii. *Minsk*, s. 225.
- ELOVIČEVA Ā.K. 1975 – Razrez muravinskih mežlednikovyh otloženij u Čerikova. *Voprosy geologii, geohimii i geofiziki zemnoj kory Belorussii*, Mińsk. Nauka i Technika: 133–137.
- ELOVIČEVA Ā.K. 2001 – Evolucija prirodnoj sredy antropogena Belarusi. *Bjelsens, Minsk*, s. 292.
- ELOVIČEVA Ā. K., LEONOVICĀ O. P., TARASEVICĀ K. I. & KOROTENKO I.A. 1989 – Paleogeografičeskije aspekty muravinskoj mežlednikovoj epohi severo-zapada Belorussii. *Paleogeografiā kajnozoā Belorussii*, Minsk. Nauka i Technika: 115–119.
- ELOVIČEVA Ā.K. & SAN'KO A.F. 1999 – Palinostratigrafiā otloženij poozerskogo (vistulianskogo) oledneniā Belarusi. *Litasfera*, 10–11: 18–28.
- GRANOSZEWSKI W. 2003 – Late Pleistocene vegetation history and climatic changes at Horoski Duże, Eastern Poland: a palaeobotanical study. *Acta Palaeobot.*, 4: 1–95.
- GURTOVAĀ E.E. & FAUSTOVA M.A. 1977 – O mikulinskom etape formirovaniā allūviā v bassejne srednego tečeniā Desny (na primere razreza u sela Posudiči). *Izv. AN SSSR. Ser. Geogr.*, 2: 69–75.
- HURSEVIČ G.K., RYLOVA T.B. & FEDENĀ S.A. 1995 – Biostratigrafiā verhnego plejstocena po opornym razrezam ūgo-vostočnoj Belarusi. *Litosfera*, 2: 57–67.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1966 – Interglaciał eemski w Gołkowie koło Warszawy. *Kwart. Geol.*, 10: 453–462.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1997 – Analiza pyłkowa osadów interglaciału eemskiego w Ruskówku na Pojezierzu Kujawskim. *Prz. Geol.*, 45: 101–104.
- JASTRZĘBSKA-MAMEŁKA M. 1985 – Interglaciał eemski i wczesny vistulian w Zgierz-Rudunkach na Wyżynie Łódzkiej. *Acta Geogr. Lodz.*, 53: 1–75.
- KARABANOV A.K., MOTUZKO A.N., PISANENKO A.D., RYLOVA T.B., SAN'KO A.F., HURSEVIČ G.K. & ĀKUBOWSKĀ T.V. 2007 – Pervaā nahodka iskopaemogo slona roda *Palaeoloxodon matsumoto* na territorii Belarusi. *Doklady NAN Belarusi*, 51: 109–114.
- KRUPINSKI K.M. & MORAWSKI W. 1993 – Geological position and pollen analysis of Eemian Interglacial sediments of Warsaw-Wawrzyszew. *Acta Palaeobot.*, 33: 309–346.
- KUPRYJANOWICZ M., CISZEK D., MIROSLAW-GRABOWSKA J., MARCINIĄK B. & NISKA M. 2005 – Two climatic oscillations during the Eemian Interglacial – preliminary results of multi-proxy researches of palaeolake at Solniki, NE Poland. *PGI Special Papers*, 16: 53–57.
- MAHNAČ A.S., GORECKIJ R.G. & MATVEEV A.V. i in. (red.) 2001 – *Goeligiā Belarusi*. Instytut Nauk Geologicznych Narodowej Akademii Nauk Białorusi, Minsk: s. 815.
- MAHNAČ N.A. 1971 – Etapy razvitiā rastitel'nosti Belorussii v antropogene, Minsk. Nauka i Technika: 1–313.
- MAHNAČ N.A., ELOVIČEVA Ā.K., BURLAK A.F. & RYLOVA T.B. 1981 – Flora i rastitel'nost' Belorussii v paleogenovoe, neogenovoe i antropogenovoe vremā, Minsk. Nauka i Technika: 1–161.
- MAMAKOWA K. 1989 – Late Middle Polish Glaciation, Eemian and Early Vistulian vegetation at Imbramowice near Wrocław and the pollen stratigraphy of this part of Pleistocene in Poland. *Acta Palaeobot.*, 29: 11–178.
- NIKLEWSKI J. 1968 – Interglaciał eemski w Główczyne koło Wyszogrodu. *Monographiae Botanicae*, 27: 125–192.
- RYLOVA T.B. & HURSEVIČ G.K. 1978 – Razviccē vadaēmaū i raslinnasci vakolic Grodna na pracāgu muravinskaga mižledavikoūā. *Dasledavanni antropagenu Belarusi*, Minsk. Nauka i Technika: 139–150.
- SAVČENKO I. & PAVLOVSKAYA I. 1999 – Muravian (Eemian) and Early Poozerian (Early Weichselian) sequence at Azarichi section (Eastern Belarus). *Acta Palaeobot.*, 2: 523–527.
- SAVČENKO I.E. & RYLOVA T.B. 2001 – Biostratigrafičeskoe rasčlenenie muravinskih i nižnepoozerskih otloženij plejstocena na territorii Belarusi. *Doklady NAN Belarusi*, 45: 93–98.
- SAN'KO A.F. 1987 – Neoplejstocen severo-vostočnoj Belorussii i smežnyh rajono RSFSR, Minsk. Nauka i Technika: 1–178.
- SAN'KO A.F., VELIČKEVIČ F.Ū., RYLOVA T.B., HURSEVIČ G.K., MATWEEV A. V. KARABANOV A.K., MOTUZKO A.N. & IL'KEVIČ G.I. 2005 – Stratigrafičeskāā shema četvertičnyh otloženij Belarusi. *Litasfera*, 22: 146–156.
- SHALABODA V.L. 2001 – Characteristic features of Muravian (Eemian) pollen successions from various regions of Belarus. *Acta Palaeobot.*, 41: 27–41.
- STANKOWSKI W. & NITA M. 2004 – Stratigraphy of Late Quaternary deposits and their neotectonic record in the Konin area, Central Poland. *Geol. Quart.*, 48: 23–34.
- TOBOLSKI K. 1991 – Biostratygrafia i paleoekologia interglaciału eemskiego i zlodowacenia Wisły rejonu konińskiego. *Przemiany środowiska przyrodniczego obszaru Konin-Turek*: 45–87. [W:] Stankowski W. (red.) *Przemiany środowiska geograficznego obszaru Konin-Turek*. Wydawnictwa UAM, Poznań.
- URBAŃSKI K. & WINTER H. 2005 – Stanowisko interglaciału eemskiego w Radówku (Pojezierze Łagowskie, zachodnia Polska) i jego implikacje dla litostratygrafii glin zwałowych. *Prz. Geol.*, 53: 418–424.
- VAL'ČIK M.A., RYLOVA T.B. & HURSEVIČ G.K. 1976 – K paleogeografii okrestnostej Grodna vo vremā formirovaniā gornickoj allūvial'noj svity. *Materiały VI naučnoj konferencii molodyh geologov Belorussii*. Mińsk: 12–14.
- VELIČKEVIČ F.Ū. 1982 – Plejstocenovyje flory lednikovyh oblastej Vostočno-Europejskoj ravniny, Minsk. Nauka i Technika: 1–208.
- VELIČKEVIČ F.Ū., RYLOVA T.B. & LIČVINŪK G.Ī. 1989 – Ab flory i paslinnasci mikulinskaga mižledavikoūā basejna Sārēdnaj Džāsny. [W:] *Gealagičnyā i paleantalagičnyā dasledavanni kajnozoū Belarusi*. HiT, Minsk: 85–97.
- WINTER H. & DOBRACKA E. 2006 – Multidisciplinary studies of Eemian and Early Vistulian sediments at Rzecino (Łobez Upland – W. Pomerania Lakeland, Poland). *Living Morphotectonics of the European Lowland*. 28–30 VIII 2006, Cedynia, Poland. *Abstracts book*: 98–113.
- ZUS' M.Ā., ĀLOVIČAVA Ā.K., ĀKUBOŪSKĀ T.V. & ĀVID N.M. 1978 – Umovy zalāgannā i paleabatanēčnaā haraktarystyka verhnečacvārcēnyh adkladał kalā v. Baranavėčy (bylyā Čėmoškavėčy) Karčlėckaga raėna. *Dasledavannē antropagenu Belarusi*, Minsk. Nauka i Technika: 129–139.

Praca wpłynęła do redakcji 21.09.2010 r.

Po recenzji akceptowano do druku 20.09.2012 r.