

POJEZIERZE EEMSKIE: UWAGI O GENEZIE I ZANIKU JEZIOR POŁODOWCOWYCH CENTRALNEJ POLSKI

Eemian lakeland: remarks on origin and decline of the post-glacial lakes in Central Poland

MAŁGORZATA ROMAN*

Zarys treści. Artykuł prezentuje aktualny stan rozpoznania stanowisk eemskich w centralnej Polsce oraz uwagi natury paleogeograficznej wynikające z analizy ich rozprzestrzenienia, w nawiązaniu do genezy mis jeziornych, charakteru wypełnień i paleoreliefu. Zestawiono 58 stanowisk posiadających paleobotanicznie udokumentowane osady z interglacjału eemskiego oraz wyszczególniono kolejnych 30 miejsc występowania kopalnych osadów organogenicznych uznanych za eemskie. Wskazano, wykorzystując także materiały dotychczas niepublikowane, na znaczne zagęszczenie kopalnych zbiorników, porównywalne z obecnym rozprzestrzenieniem jezior na pojezierzach północnej Polski. Określono, na podstawie danych palinostratygraficznych, że zanik jezior połodowcowych mógł trwać nawet około 80 tys. lat.

Słowa kluczowe: kopalne zbiorniki jeziorne, interglacjał eemski, vistulian, paleokrajobraz, centralna Polska

Abstract: The article presents the current state of recognizing of the Eemian subfossil flora sites in central Poland and palaeogeographic remarks resulting from the analysis of their distribution in relation to the origin of palaeolakes, the nature of their infillings and palaeolandscape. 58 sites in the area with palaeobotanic documentation of the Eemian interglacial have been summarized and also following 30 places of fossil organogenic deposits considered as Eemian were listed. Indicated have been, also using the materials previously unpublished, a significant frequency of the fossil lake depressions comparable with the present spread of lakes in the northern Poland lakelands (lake districts). It has been determined, referring to palynostratigraphy, that the decline of glacial lakes may take up to ca 80 thousand years.

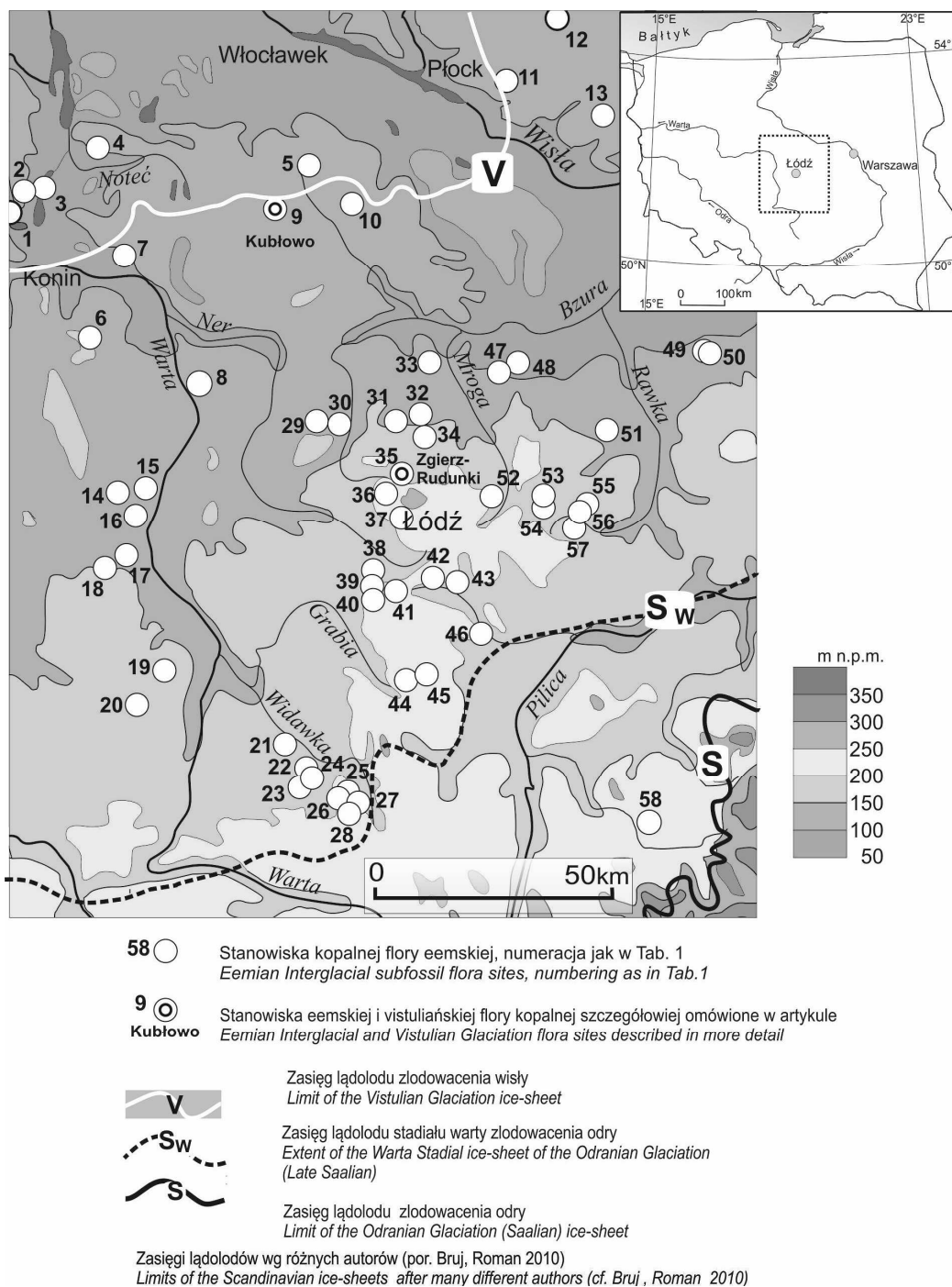
Key words: subfossil lakes, Eemian interglacial, Vistulian, palaeolandscape, Central Poland

Wprowadzenie

W centralnej Polsce znanych jest kilkadziesiąt stanowisk osadów jeziorno-bagiennych z udokumentowaną palinologicznie florą interglacjału eemskiego (Klatkowa 1990b; Bruj, Roman 2007) (rys. 1), a niekiedy także następującego po nim ochłodzenia wczesnego vistulianu (m.in. Klatkowa 1972; Jastrzębska-Mamełka 1985; Klatkowa, Jastrzębska-Mamełka 1990; Klatkowa, Załoba 1991; Janczyk-Kopikowa 1997; Balwierz, Roman 2002; Balwierz 2003; Kołaczek i in. 2012). W wyjątkowych przypadkach, tak jak ma to miejsce w Kubłowie, zarejestrowano ciągłą sukcesję od początku interglacjału eemskiego aż po część środkowego plenivistulianu (Roman, Balwierz 2010; Niska, Roman 2014; Mirosław-Grabowska i in. w druku). W rozpatrywanym

obszarze zasięg łądolodu stadiału warty jest równocześnie granicą kontrastujących stref morfogenetycznych. Wyraża się to między innymi tym, że po północnej jego stronie gęstość zbiorników jeziornych z kopalną florą eemską jest większa niż po stronie południowej, objętej łądolodem starszego stadiału z maksimum zlodowacenia odry (m. in.: Jasnowski 1978; Breyermeyer 1991; Bruj, Roman 2007; Goździk, Skórzak 2011). Jest to związane z tym, że na obszarze uwolnionym spod łądolodu stadiału warty ukształtowała się rzeźba młodoglacjalna, z charakterystycznymi dla niej licznymi wówczas zagłębieniami wytopiskowymi, sukcesywnie zapełnianymi osadami w interglacjale eemskim i vistulianie. Północna część centralnej Polski znalazła się w zasięgu łądolodu zlodowacenia wisły (rys. 1), a osady eemskie są tam znajduwane pod przykryciem glin lodowcowych (Domosławska-Baraniecka 1965;

* Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Katedra Geomorfologii i Paleogeografii, ul. Narutowicza 88, 90-139 Łódź; e-mail: malgorzata.roman@geo.uni.lodz.pl



Rys. 1. Lokalizacja stanowisk z udokumentowaną palinologicznie florą interglacjału eemskiego w centralnej Polsce

Location of sites with the palynologically documented flora of Eemian interglacial in Central Poland

Stankowski, Tobolski 1981; Tobolski 1986; Kozdra, Skompski 1995; Stankowski i in. 1999). Fakt przykrycia osadów eemskich gliną, lub jej brak, wykorzystywano zarazem jako pomocnicze kryterium ustalania zasięgu ostatniego lądolodu (Baraniecka 1989; Roman 2010; Roman, Balwierz 2010).

Celem artykułu jest ukazanie aktualnego stanu rozpoznania stanowisk eemskich w centralnej Polsce oraz przedstawienie uwag wynikających z analizy ich rozprzestrzenienia w nawiązaniu do genezy mis jeziornych, charakteru wypełnień i paleoreliefu. Zestawiono 58 stanowisk z tego obszaru (rys. 1), które posiadają

paleobotanicznie udokumentowane osady należące do interglacjału eemskiego, a także wskazano kolejnych 30 miejsc występowania kopalnych osadów organogenicznych uznanych za eemskie (tab. 1). Wszystkie stanowiska dotyczą zbiorników zapełnionych biogenicznymi i mineralnymi osadami jeziornymi oraz torfami znajdującymi się pod przykryciem osadów o różnej genezie: deluwialnych, fluwialnych, limnicznych, eolicznych, a także glacyfluwialnych i lodowcowych w przypadku zbiorników położonych w strefie proglacialnej, czy też w zasięgu ostatniego lądolodu. Więcej miejsca poświęcono dwóm stanowiskom, bez wątplenia kluczowym

z uwagi na ciągłość sukcesji osadowej i zasięg czasowy zapisu – od schyłku zlodowacenia odry (MIS 6), poprzez interglacjał eemski (MIS 5e), po koniec wczesnego vistulianu (MIS 5d-a) – stanowisko Zgierz-Rudunki (Jastrzębska-Mamelka 1985), a nawet sięgającego po stadiał Ebersdorf w środkowym plenivistulianie (MIS 3), jak w przypadku Kubłowa (Roman, Balwierz 2010; Niska, Roman 2014; Mirosław-Grabowska i in. w druku). Wskazano, wykorzystując także materiały dotychczas niepublikowane, na znaczne zagęszczenie kopalnych zbiorników, porównywalne z obecnym rozprzestrzenieniem jezior na pojezierzach północnej Polski.

Tabela 1

Stanowiska z udokumentowaną palinologicznie florą interglacjału eemskiego w centralnej Polsce (numery stanowisk jak na rys. 1) oraz miejsca występowania kopalnych osadów organogenicznych uznanych za eemskie

Palynologically documented Eemian subfossil flora sites in central Poland (site number as in Fig. 1) and location of the fossil organic deposits considered as Eemian age

Stanowiska z udokumentowaną palinologicznie florą interglacjału eemskiego		
Numer stanowiska	Nazwa stanowiska	Autor opracowania
1	Kazimierz	Stankowski, Tobolski (1981)
2	Józwin	Borówko-Dłużakowa (1979); Stankowska, Stankowski (1976)
3	Mikorzyn	Stankowski i in. (1999)
4	Ruszkówek	Kozydra, Skompski (1995); Janczyk-Kopikowa (1997); Mirosław-Grabowska i in. (2009)
5	Kaliska	Janczyk-Kopikowa (1965); Domosławska-Baraniecka (1965); Mirosław-Grabowska, Niska (2007)
6	Władysławów	Tobolski (1986)
7	Krzyżówki	Szałamacha, Skompski (1999); Noryśkiewicz (1999)
8	Bór	Petera-Zganiacz i in. (2013)
9	Kubłowo	Roman, Balwierz (2010); Niska, Roman (2014); Mirosław-Grabowska i in. (w druku)
10	Łanięta	Balwierz, Roman (2002)
11	Leszczyno	Krupiński i in. (2006)
12	Sokolniki Stare	Baraniecka, Janczyk-Kopikowa (1991)
13	Główczyn	Niklewski i in. 1964; Niklewski (1968)
14	Emilianów	Jastrzębska-Mamelka (nie publik.)
15	Maszew	Klatkowa (1990b)
16	Ustków	Klatkowa, Załoba (1991); Kołaczek i in. (2012)
17	Zagajew	Załoba, Jastrzębska-Mamelka (1990b)
18	Raczków	Załoba, Jastrzębska-Mamelka (1990a)
19	Barczew	Balwierz (1994)
20	Knapy	Balwierz (1994)
21	Dzbanki Kościuszkowskie	Piech (1930, 1932); Jurkiewiczowa (1952); Janczyk-Kopikowa (1971)
22	Szczerców	Piech (1932); Woldstedt (1947); Jurkiewiczowa (1952)
23	Leśna Niwa	Janczyk-Kopikowa (1971)
24	Parchliny	Wachecka-Kotkowska i in. (w druku)
25	Faustynów	Janczyk-Kopikowa (1971)
26	Aleksandrów	Janczyk-Kopikowa (1971)
27	Piaski	Goździk, Jastrzębska-Mamelka (1982)
28	Kuców	Goździk, Balwierz (1994); Goździk i in. (1998); Niska (2012)
29	Powodów Stary	Dutkiewicz (1992)
30	Ozorków	Jastrzębska-Mamelka (nie publik.); Wasiak (1977)
31	Modlna	Klatkowa, Balwierz (1990)

32	Gieczno	Winter (nie publik.); Kamiński (1993)
33	Piaski Stare	Sobolewska (nie publik.); Jewtuchowicz (1970)
34	Besiekierz	Janczyk-Kopikowa (1991); Mirosław-Grabowska, Niska (2005)
35	Zgierz-Rudunki	Jastrzębska-Mamełka (1985)
36	Łódź-Teofilów	Goździk (1980)
37	Łódź-Polesie	Borówko-Dłużakowa (1956, 1973)
38	Chropy	Klatkowa (1990a)
39	Róża	Klatkowa (1987)
40	Ślądkowice	Klatkowa, Jastrzębska-Mamełka (1990)
41	Dąbrowa	Klatkowa (1989)
42	Kalinko	Balwierz (nie publik.); Manikowska (1993)
43	Pałczew	Oszast (1972); Wieczorkowska (1975)
44	Krzepczów	Klatkowa (1972)
45	Ostrów	Klatkowa, Winter (1990)
46	Świątniki	Jastrzębska-Mamełka (1984); Turkowska (1988)
47	Skaratki	Chmielewski (1961)
48	Bobrowka	Klajnert, Piechocki (1972)
49	Żyrardów I	Krupiński (1978)
50	Żyrardów II	Krupiński (1978)
51	Skierniewice	Borówko-Dłużakowa (1973)
52	Żabieniec Południowy	Majecka (2014)
53	Józefów	Dylik (1963); Sobolewska (1966)
54	Rogów	Janczyk-Kopikowa (1985a)
55	Białynin	Borówko-Dłużakowa (1973)
56	Kochanów	Alexandrowicz (1997)
57	Gutkowice	Balwierz (nie publik.); Kobjek (2000)
58	Bedlno	Środoń, Gołąbowa (1956)

Stanowiska osadów organogenicznych uznanych za eemskie, posiadających ekspertyzowe oznaczenia palinologiczne lub znajdujących się w jasnej sytuacji geologicznej

Lokalizacja stanowisk	Nazwa stanowiska	Autor opracowania
Dorzecze Widawki	Grabek Józefina Huby Ruszczyńskie Lubośnia Szpinalów Trakt Puszczański Zabrzezie Żar	Baraniecka, Sarnacka (1971)
KWB „Bełchatów”	Rogowiec	Baraniecka, Goździk (1992)
KWB „Bełchatów”	Winek	Goździk, Skórzak (2011)
SE część Pojezierza Kujawskiego	Bzówki Kamienna Kołomia Narty Walentykowo	Janczyk-Kopikowa (1985b); Baraniecka (1989, 1993)
S część Pojezierza Kujawskiego, na N od Konina	Sławoszewek	Stankowski i in. (1999); Pawłowski 2011
N część Równiny Kutnowskiej	Pomorzany	Roman (1999)
Dolina Neru na N od Poddębic	Chropy-SMGP	Miotk-Szpiganowicz (1999); Forsyjak, Kamiński (2011)
Wysoczyzna Turecka	Dobra	Czyż i in. (2008); Balwierz (nie publik.)
Lewy brzeg Warty na NW od Sieradza	Łabędzie	Załoba (nie publik.); Krupiński, Forsyjak (2007)
S część Pojezierza Kujawskiego	Tomisławice	Roman (nie publik.)
Łódź	Łódź-Grunwaldzka Łódź-Helenów Łódź-Pomorska Łódź-Strykowska Łódź-Św. Teresy Łódź-Tatrzaska Łódź-Tuwima Łódź-Tylna Łódź-Wojska Polskiego	Jastrzębska-Mamełka (1994); Balwierz (nie publik.); Roman (nie publik.)

Material i metody

W oparciu o dotychczas opublikowane materiały, a także na podstawie opracowań dostępnych w archiwach geologicznych łódzkich firm geotechnicznych, zebrano dane dotyczące występowania kopalnych serii organicznych z interglacjału eemskiego w centralnej Polsce. Większość znanych i opisanych wcześniej profili (rys. 1; tab. 1) posiada opracowanie litologiczne i paleobotaniczne dokumentujące eemski wiek serii. Rzadko rekonstrukcje funkcjonowania zbiorników eemskich, czy eemsko-vistuliańskich oparte były także na analizie składu subfosylowych Cladocera oraz oznaczeniach stosunków izotopów trwałych tlenu i węgla, a w przypadku osadów pozbawionych węglanu wapnia węgla i azotu. Do takich stanowisk należą Besiekierz (Miroslaw-Grabowska, Niska 2005), Kaliska (Miroslaw-Grabowska, Niska 2007), Ruszkówek (Miroslaw-Grabowska i in. 2009), Kubłowo (Niska, Roman 2014; Miroslaw-Grabowska i in. w druku), a ostatnio także profil Parchliny z pola Szczerców Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów (Wachecka-Kotkowska i in. w druku).

Dla obszaru Łodzi uwzględniono niepublikowany dotąd materiał dotyczący lokalizacji kopalnych zbiorników jeziornych, wypełnionych osadami organicznymi oraz mineralno-organicznymi o miąższości 4–10 m, występującymi pod przykryciem 1–4 m warstwy różnorodnych genetycznie osadów mineralnych (fluwialnych, deluwialnych, eolicznych). Dla trzech z tych stanowisk wykonane były na bieżąco, w latach 1992–2002, ekspertyzowe oznaczenia palinologiczne (M. Jastrzębska-Mamełka, Z. Balwierz) próbek pobranych z osadów organogenicznych zalegających najniżej i odznaczających się znaczną kompakcją. Z ekspertyz palinologicznych stanowisk z Łodzi wynika, że warstwy osadów organicznych w pobranych próbkach odkładały się w ciepłym okresie interglacjału, z dużym prawdopodobieństwem, że był to interglacjał eemski. Przemawia za tym wysoki udział pyłku drzew, w tym gatunków mezofilnych, znaczny (do 63%) udział leszczyny przy niskiej frekwencji pyłku sosny i braku buka. Dane z ekspertyz, następstwo osadów jezioro-bagiennych w analizowanych profilach oraz ich sytuacja geologiczna, analogiczna z dobrze udokumentowanymi seriami interglacjału eemskiego w rejonie Łodzi, pozwoliły na ich korelację wiekową właśnie z eemem. Ponadto profile z Łodzi (tab. 1) początkowo poznane tylko z wierceń,

były następnie skonfrontowane z odsłonięciami we wkopach budowlanych. Taki wgląd okazał się szczególnie cenny dla poznania charakteru pokrywy osadowej zalegającej powyżej serii organicznych, dał możliwość, np. rozpoznania w niej horyzontów struktur peryglacialnych i na tej podstawie wnioskowania o starszym od górnego vistulianu wieku podścielających je serii. Istotnym był również fakt, że liczba wierceń niezbędna w opracowaniach geotechnicznych niejednokrotnie pozwalała na okonturowanie kopalnych zbiorników. W rezultacie analizy materiałów archiwalnych z Łodzi oraz na podstawie własnych doświadczeń w badaniach terenowych stanowisk łódzkich, wytypowano 9 miejsc, w których występują kopalne zbiorniki eemskie (tab. 1).

Typy zbiorników eemskich i natura ich wypełnień

Plejstocenijskie zagłębienia, w których nastąpiła akumulacja osadów organogenicznych w interglacjale eemskiej najczęściej uformowane są w glinie lodowcowej stadiału warty. Mogą jednak, jak ma to miejsce w przypadku Zgierza-Rudunek (Klatkova 1989) pojawiać się w zróżnicowanych litologicznie i wiekowo oraz zaburzonych glacitektonicznie osadach plejstocenijskich. Stanowiska te znajdują się w pozycji wysoczyznowej. Rzadkie są przypadki wypełnień starorzeczy funkcjonujących w eemskich dolinach rzecznych. Zachowane w nich osady organogeniczne najprawdopodobniej odłożyły się dopiero w górnej części interglacjału, o czym świadczą zbiorniki rozpoznane w dolinie Widawki w okolicach Szczercowa – Trakcie Puszczańskim i Lubośni oraz w Żarze (Baraniecka, Sarnacka 1971), w których utwory eemskie podścielone są iłami i mułkami zastoiskowymi. W dolinie Warty na wysokości Koźmina, w stanowisku Bór (Peters-Zganiacz i in. 2013) cienka warstwa eemskich gytii spoczywa na zastoiskowych piaskach. Z kolei w dolinie Neru, w Chropach-II na północ od Poddębic eemskie torfy wypełniające starorzecze leżą bezpośrednio na wapieniach i marglach górnej kredy (Miotk-Szpiganowicz 1999; Forsyjak, Kamiński 2011). We wszystkich stanowiskach znajdujących się w sytuacji dolinnej utwory eemskie występują pod osadami rzecznoakumulowanymi w vistulianie oraz holocenie, osiagającymi miąższość ponad 16 m, tak jak w przypadku doliny Warty.

Powstanie zagłębień najczęściej uwarunkowane było zanikiem brył martwego lodu pogrzebanych w utworach akumulacji lodowcowej i tworzeniem tzw. oczek, zazwyczaj niewielkich, bezodpływowych zbiorników. Tego typu formy szybko ulegały zapełnieniu, a ich ślady na ogół nie są widoczne we współczesnej rzeźbie terenu. Za zagłębienia tej genezy Klatkowa (1990b) uznała kopalne zbiorniki w Modlnej (Klatkowa, Balwierz 1990), Ostrowie (Klatkowa, Winter 1990) – stromościenne, o rozmiarach 30x100 m, Raczkowie (Załoba, Jastrzębska-Mamełka 1990a) – 60x100 m i głębokości ok. 4 m, Ustkowie i Emilianowie (Klatkowa, Załoba 1991). Skupisko kopalnych form tego typu, na południe od Łodzi, udokumentowała Wieczorkowska (1975), między innymi w Pałczewie, w obrębie Pagórków Romanowskich określanych jako moreny martwego lodu. Dalsze przykłady to stanowiska osadów eemskich w Ozorkowie, gdzie kopalny zbiornik ma średnicę ok. 80 m i głębokość 5 m (Wasiak 1977), a także w Róży (Klatkowa 1987). Również rejon dorzecza Widawki, szczególnie w obszarze rowu Kleszczowa, znany jest z nagromadzenia kopalnych zbiorników, których geneza związana była z bryłowym rozpadem lądolodu warciańskiego. W ramach prac rozpoznawczych nadkładu złoża węgla brunatnego w obszarze rowu Kleszczowa udokumentowano wówczas 16 profili z florą eemską należących do 8 zbiorników typu wytopiskowego: Szpinalów, Huby Ruszczyńskie, Aleksandrów, Faustynów, Leśna Niwa, Grabek, Zabrzezie i Józefin (Baraniecka, Sarnacka 1971). W kolejnych latach, kiedy sytuację geologiczną serii organicznych można już było skonfrontować z obrazem w ścianach odkrywki, liczba stanowisk z kopalną florą eemską wzrosła do 30 (Goździk, Skórzak 2011). Obecnie odsłaniane są nowe miejsca w rejonie Parchlin na polu Szczerców KWB Bełchatów (Wachecka-Kotkowska i in. w druku), znane dotychczas jedynie z wierceń (por. Baraniecka, Sarnacka 1971). Kolejnym zbiornikiem eemskim, którego genezy upatruje się w zaniku martwych lodów pozostawionych przez lądolód stadiału warty, jest położony w rejonie Turku – Władysławów (Tobolski 1986). Charakter niewielkich kociołków wytopiskowych mają też kopalne zbiorniki rozpoznane w 11 miejscach na terenie Łodzi (tab. 1), wypełnione osadami jeziorno-bagiennymi, których dolną część tworzą utwory udokumentowane palinologicznie lub zakwalifikowane jako eemskie. Rozmiary tych zagłębień nie przekraczają 100 m, natomiast ich głębokość bywa znaczna i sięga nawet do 10 m

(np. Łódź-Strykowska, Łódź-Tatrzańska, Łódź-Grunwaldzka).

Przyczyną powstania zagłębień mógł być również zanik lodu konserwującego obniżenia w powierzchni utworów spiętrzonych u czoła lądolodu. Taką genezę Klatkowa (1989, 1997) przypisuje kilku zbiornikom w Zgierzu-Rudunkach. Położone blisko siebie, izolowane zagłębienia o średnicy od kilkunastu do kilkuset metrów i dość znacznej głębokości (ok. 10 m) ułożone są w ciąg, być może naśladujący przebiegiem osie struktur glacictonicznych.

Na Pojezierzu Kujawskim, w Kaliskiej (Domosławska-Baraniecka 1965; Janczyk-Kopikowa 1965) oraz w pobliskich Łanietach (Balwierz, Roman 2002; Roman 2011) i Kubłowie (Roman, Balwierz 2010) zagłębienia, w których udokumentowano kopalne osady organogeniczne są śladem rynien polodowcowych uformowanych z końcem stadiału warty. Przemawia za tym geometria kopalnych zbiorników, ich sytuacja geologiczna, a także fakt ich zapełniania – już od początku interglacjału eemskiego, co wyklucza dłuższą trwającą postglacjalną erozję wodną prowadzącą do rozcięcia powierzchni gliny. Również w rejonie konińskim większość zbiorników eemskich miało charakter jezior rynnowych, m.in. w Mikorzynie (Stankowski i in. 1999) i Józwinie (Stankowska, Stankowski 1976).

Kolejną przyczyną tworzenia zagłębień bezodpływowych wypełnianych następnie osadami jeziorno-bagiennymi w interglacjale eemskim były zjawiska degradacji lodu gruntowego lub iniekcyjnego. Ten drugi typ, prowadzący do powstania zagłębień po pingo, reprezentuje kopalny zbiornik w Józefowie koło Rogowa (Dylik 1963). Przypuszczalnie procesy degradacji zmarzliny odpowiedzialne były za nierównomierną akumulację glacialną i powstawanie przegłębień w glinie w Śładkowicach (Klatkowa, Jastrzębska-Mamełka 1990; Klatkowa 1997).

Baraniecka i Sarnacka (1971) oraz Straszewska i Stupnicka (1979) zwracają uwagę na nagromadzenie kopalnych zbiorników w strefach przebiegu dużych struktur tektonicznych w podłożu kenozoiku, a zwłaszcza dolnoczwartorzędowych elementów strukturalnych. Przykładem gromadzenia się osadów jeziornych w wąskiej, równoleżnikowej strefie, zbieżnej z położeniem rowu Kleszczowa jest dorzecze Widawki (Baraniecka, Sarnacka 1971). Autorki podkreślają, że formy wytopiskowe, których na całym obszarze jest wiele, koncentrują się na obszarze rowu, gdzie istniały sprzyjające warunki konserwacji i długotrwałej sedymentacji osadów jeziornych,

w związku z trwającymi także w interglacjale eemskim ruchami obniżającymi. Również w przypadku zbiornika Łanięta, położonego w skrajnie południowo-wschodniej części Kujaw (rys. 1), znaczna miąższość serii osadów jeziornych i bagiennych oraz ciągłość ich akumulacji w interglacjale eemskim i całym wczesnym vistulianie wiązane były z subsydemcją podłoża (Balwierz, Roman 2002). Stanowisko ulokowane jest w strefie kontaktu czapy wysadu soli cechsztyńskich i skał mezozoicznej osłony. Aktywność tektoniczna tej strefy, mobilność soli oraz zjawiska krasowe zachodzące w gipsowo-iłowej czapie wysadu miały wpływ na sposób i charakter wykształcenia osadów kenozoicznych, w tym górno-plejstocenijskich, w rejonie Łanięt (Roman 2006, 2011). Jako zbiornik wiązany ze zjawiskami tektonicznymi, a ściślej pogłębianiem także w interglacjale eemskim funkcjonującego od neogenu rowu tektonicznego, uznano Ruszkówek (Kozydra, Skompski 1995).

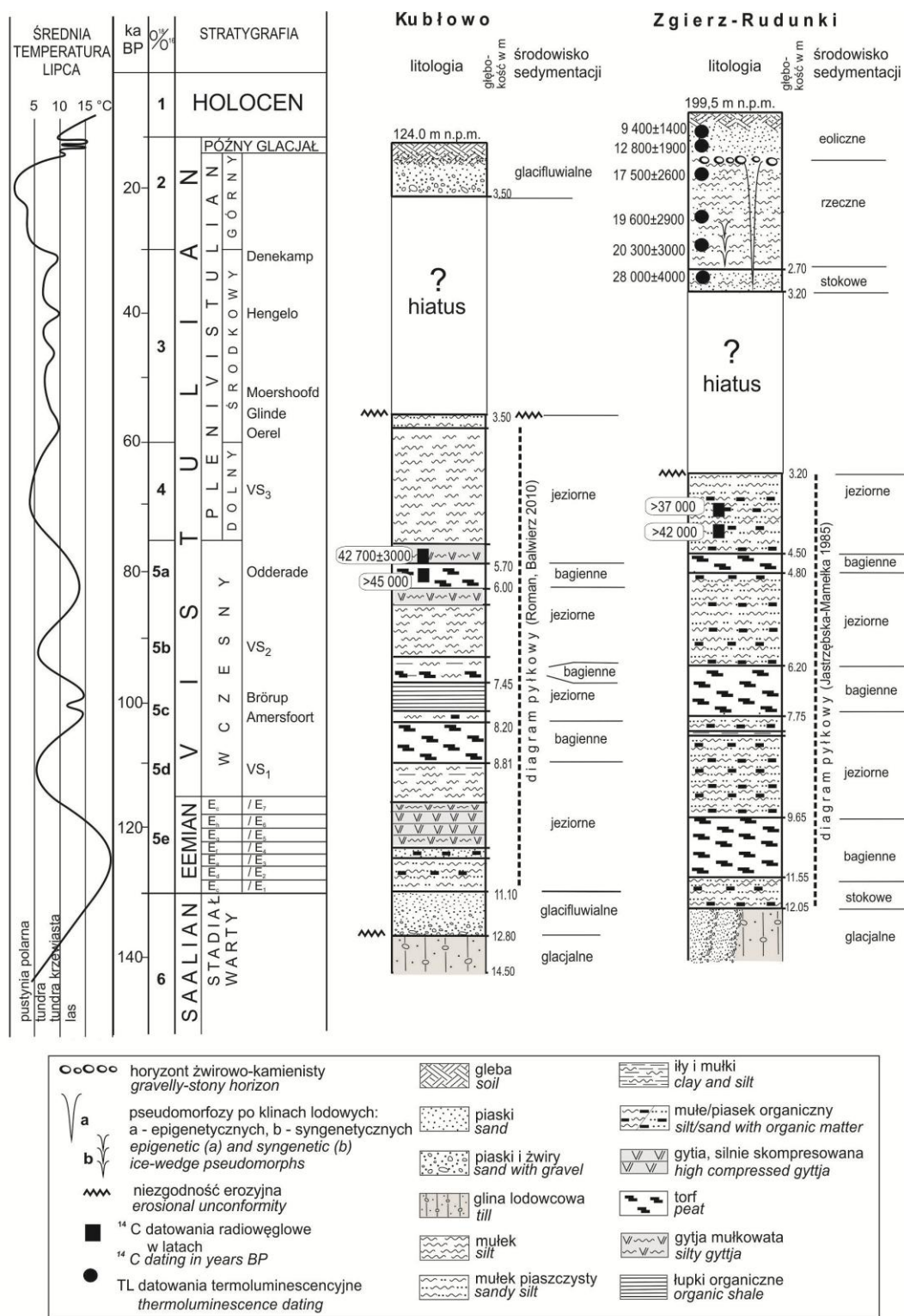
Analiza wypełnień post-warciańskich zbiorników dowodzi istnienia niewielkiej miąższości osadów z interglacjału eemskiego i miąższych serii osadów z ostatniego piętra zimnego. Sukcesje florystyczne badanych profili z centralnej Polski odpowiadają ogólnie przyjętemu schematowi rozwoju roślinności w interglacjale eemskim i są zbliżone do sukcesji roślinności tego interglacjału w innych częściach kraju (m.in. Mamakowa 1989; Tobolski 1991; Kuszell 1997; Krupiński 2005; Kupryjanowicz 2008).

Większość z udokumentowanych palinologicznie stanowisk zawiera osady jeziorne, mineralne i organiczne oraz torfy, osadzone niekiedy już od schyłku stadiału warty zlodowacenia odry (MIS 6) przez interglacjał eemski (MIS 5e). Małe zbiorniki w zasadzie zostały wypełnione już z końcem interglacjału, a w większych zagłębieniach akumulacja biogeniczna trwała jeszcze w vistulianie. Rzadkie są długie sukcesje obejmujące eem i wczesny vistulian (MIS 5a-d) lub jego część, na przykład Zgierz-Rudunki (Jastrzębska-Mamelka 1985), Łanięta (Balwierz, Roman 2002), Ruszkówek (Janczyk-Kopikowa 1997), Kaliska (Janczyk-Kopikowa 1965), Krzepczów (Klatkova 1972), Świątniki (Jastrzębska-Mamelka 1984), Kuców (Goździk, Balwierz 1994), Józefów (Sobolewska 1966), Ustków (Klatkova, Załoba 1991), Zabieniec Południowy (Majecka 2014). Wyjątkowo, w najgłębszych lub podlegających subsydemcji zbiornikach, akumulacja jeziorno-bagienna utrzymywała się jeszcze do

plenivistulianu. Unikalne są tu profile z ciągłym zapisem sukcesji eemsko-vistuliańskiej sięgającym aż po środkowy plenivistulian (MIS 3), jak ma to miejsce w Kubłowie (Roman, Balwierz 2010) (rys. 2).

Rytm post-eemskich zmian klimatycznych odzwierciedla się w naprzemiennej sedymentacji osadów: organicznych w ciepłych interwałach, zaś mineralno-organicznych lub mineralnych w chłodnych epokach vistulianu. Tę zależność dobrze ilustrują profile Zgierz-Rudunki i Kubłowo, w których wyraźnie zaznacza się przejście z sedymentacji organogenicznej w mineralną na przełomie interglacjału eemskiego i zlodowacenia wisły, a także interstadiałów i stadiałów w obrębie vistulianu (rys. 2).

Należy podkreślić, że eemskie i eemsko-vistuliańskie sukcesje osadowe kończą się hiatusem wynikającym z braku depozycji w związku z wypełnieniem zbiornika lub są efektem post-sedymentacyjnej erozji. Znaczną rolę w procesach niszczenia odegrała erozja rzeczna, szczególnie nasilona na początku plenivistulianu (por. Turkowska 1988, 2006, 2007). Kolejny etap depozycji osadów dotyczy formowania różnego rodzaju pokryw, głównie akumulowanych w chłodnych okresach vistulianu, na które składają się zróżnicowane genetycznie i litologicznie osady fluwialne, limniczne (rozlewiskowo-jeziorne), eoliczne i deluwialne. Nierzadko wśród tych osadów spotyka się horyzonty struktur mrozowych z przewodnim górnoplenivistuliańskim poziomem żwirowo-kamienistym (Klatkova 1989, 1997; Roman i in. 2014) udokumentowanym także w Zgierzu-Rudunkach (rys. 2). W niektórych miejscach, jak w Kucowie, procesy termokrasowe związane z późnovistuliańską degradacją wieloletniej zmarzliny doprowadziły do lekkiego obniżenia terenu i wznowienia akumulacji biogenicznej na niewielką skalę (Goździk, Skórzak 2011). W stanowiskach Kazimierz, Józwin, Mikorzyn, Sławoszewek, Ruszkówek, które znalazły się w zasięgu lądolodu stadiału głównego zlodowacenia wisły (górnego plenivistulian, MIS2), serie jeziorno-bagiennie wypełniające post-warciańskie zagłębienia znajdują się pod przykryciem osadów glacialfluwialnych i gliny lodowcowej, natomiast w Kubłowie (rys. 2), Łaniętach, Leszczynie, Kamiennej, Nartach, Walentynowie zalegają pod pokrywą piasków i żwirów sandru formowanego u czoła lądolodu.



Rys. 2. Profile litostratigraficzne i środowiska sedimentacji kluczowych stanowisk z długim zapisem eemsko-vistuliańskiej sukcesji osadowej: Kubłowo (wg Roman 2010; Roman, Balwierz 2010), Zgierz-Rudunki (wg Jastrzębska-Mamełka 1985; Klatkowa 1997)

krzywa średniej temperatury lipca dla vistulianu wg Kozarskiego (1991) i Klatkowej (1997)

Lithostratigraphy and depositional environments of the key sites with a long record of the Eemian-Vistulian sedimentary succession: Kubłowo (after Roman 2010; Roman, Balwierz 2010), Zgierz-Rudunki (after Jastrzębska-Mamełka 1985; Klatkowa 1997)

mean July temperature of the Vistulian after Kozarski (1991) and Klatkowa (1997)

Świadectwa pojezierza eemskiego i czas zaniku jezior polodowcowych

Recesja lądolodu z okresu zlodowacenia poprzedzającego interglacjał eemski pozostawiła po sobie pojezierze, którego świadectwa znajdujemy jako wypełnienia formowanych wówczas mis jeziornych (rys. 1). We współczesnej rzeźbie, na zewnątrz obszaru objętego ostatnim zlodowaceniem, wyrażają się one jedynie w postaci płytkich, gdzieniegdzie zatorfionych, zbierających wody opadowe obniżień. Analiza kopalnych zagłębień umożliwiła udokumentowanie dawnego, młodoglacjalnego krajobrazu wieku eemskiego, z licznymi jeziorami typu oczek polodowcowych, czy o charakterze jezior rynnowych, a także innymi zbiornikami wód stojących i siecią niewielkich dolin rzecznych. To mnogość jezior polodowcowych jest świadectwem pojezierza istniejącego po okresie zaniku lądolodu stadiału warty. Urozmaicona ówczesna rzeźba zatarta została przez późniejsze procesy denudacyjne, szczególnie wydajne w chłodnych stadiach vistulianu (por. Turkowska 1999, 2006, 2007; Roman i in. 2014).

Obszarami, w których frekwencja występowania zbiorników eemsko-vistuliańskich jest zdecydowanie większa, porównywalna z obecnym rozprzestrzenieniem jezior na pojezierzach północnej Polski, są rejonu Bełchatowa, Konina i Łodzi. Jest to z jednej strony uzasadnione gęstością wierceń i odkrywek wykonanych na tych obszarach, jak również wynikiem ich położenia względem zasięgu stadiału warty i sposobu zaniku lądolodu. Po ostatecznym ustąpieniu lądolodu z tych obszarów ukształtowała się rzeźba młodoglacjalna, z charakterystycznymi dla niej licznymi zbiornikami sukcesywnie wypełnianymi osadami jeziornymi i bagiennymi. W obrębie 2 dwóch pól eksploatacyjnych Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów (pola Bełchatów i Szczerców) stwierdzono do chwili obecnej ponad 30 (Baraniecka, Sarnacka 1971; Goździk, Skórzak 2011) a na terenie Łodzi 11 kopalnych zbiorników tego typu (por. tab. 1), w tym 2 wcześniej opisane: Łódź-Polesie (Borówko-Dłużakowa 1956, 1973) i Łódź-Teofilów (Goździk 1980). Próbuąc oszacować gęstość występowania jezior, to przykładowo dla obszaru bełchatowskiego na 60 km² przypada wspomnianych 30 zbiorników, natomiast dla obszaru centralnej części Łodzi o powierzchni 50 km² – 11 zagłębień eemskich. Są to wskazania na tyle

istotne, że bez wątplenia można mówić o istnieniu pojezierza eemskiego.

Zapełnianie mis jeziornych, i związany z tym zanik pojezierza, było zależne głównie od warunków klimatyczno-hydrogeologicznych oraz morfologii mis jeziornych i ich otoczenia. Duże znaczenie miało też położenie jezior względem organizującej się sieci rzecznej, gdyż jeziora i doliny rzeczne na obszarach młodoglacjalnych tworzą powiązane ze sobą i zmienne w czasie systemy hydrograficzne (m.in. Niewiarowski 1986; Florek 1991; Błaszkievicz 2005).

Wypełnianie mis jeziornych znajdujących się w systemie zamkniętym, poza działaniem odpływu powierzchniowego i tworzących się lokalnie baz erozyjnych, następowało względnie powoli i systematycznie. W takiej sytuacji akumulacja osadów jeziornych i bagiennych trwała najdłużej, czego przykładem jest Kubłowo (Roman, Balwierz 2010) oraz Zgierz-Rudunki (Jastrzębska-Mamełka 1985; Klatkowa 1987) (rys. 2). O ile w Kubłowie stropowa część osadów jeziorno-bagiennych została usunięta w wyniku erozji wód gładifluwialnych w czasie nasunięcia lądolodu w górnym plenivistulianie (Roman 2010), o tyle w Zgierzu-Rudunkach mamy pełen cykl wypełniania zbiornika, zwieńczony akumulacją utworów stokowych (Klatkowa 1989), aczkolwiek cykl ten zakończył się znacznie wcześniej niż w Kubłowie. Obszar stanowiska Zgierz-Rudunki dopiero pod koniec środkowego plenivistulianu włączony został w system otwarty, a obecnie znajduje się w górnej części suchej doliny denudacyjnej (por. Klatkowa 1989, 1997; Turkowska 2006). Próbuąc oszacować czas zapełniania post-warciańskich, polodowcowych mis jeziornych odniesiono się do stanowiska Kubłowo, w którym, w świetle danych palinologicznych, proces ten przebiegał najdłużej. Na podstawie zapisu palinologicznego w Kubłowie (Roman, Balwierz 2010) można szacować, iż proces ten mógł trwać ponad 70 tys. lat, gdyż akumulacja jeziorno-bagienna trwała tu od początku interglacjału eemskiego (ok. 126 ka BP) po stadiał Ebersdorf w dolnej części środkowego plenivistulianu (ok. 58–53 ka BP). Data radiowęglowa (42 700±3 000 ¹⁴C BP; nr lab. Lod-1416) uzyskana dla górnej partii osadów organicznych w Kubłowie (rys. 2), korelowanych w świetle badań palinologicznych ze schyłkiem interstadiału Odderade, którego wiek określono w profilu Oerel na 60 800 + 2 300/– 1 800 BP ¹⁴C BP (Behre, Plicht 1992) okazała się „odmłodzona” (Roman, Balwierz 2010; Mirosław-Grabowska i in. w druku). Pozostałe „otwarte”

daty radiowęglowe z profili Kubłowo i Zgierz-Rudunki (rys. 2) są do przyjęcia, jednak niewiele wnoszą do interpretacji wiekowej osadów organogenicznych.

Podsumowanie

Z obszaru centralnej Polski znanych jest, głównie z wierceń, 58 stanowisk kopalnych osadów jeziornych i bagiennych z udokumentowaną palinologicznie florą eemską, o których informacje znajdziemy w literaturze, a także 30 kolejnych stanowisk, które z dużym prawdopodobieństwem można uznać za eemskie (por. rys. 1, tab. 1). Są to najczęściej wypełnienia utworzonych u schyłku zlodowacenia odry zagłębień o charakterze oczek wytopiskowych (ok. 90%), rzadziej rynien polodowcowych, a także wypełnienia starorzeczy rzek funkcjonujących podczas interglacjału. Nieliczne są zbiorniki, w których akumulacja osadów jeziorno-bagiennych trwała nieprzerwanie zarówno w interglacjale eemskim, jak i w następującym po nim chłodnym okresie vistulianu, przy czym najdłuższy, ciągły zapis post-eemskich zmian środowiskowych posiadają stanowiska Kubłowo i Zgierz-Rudunki (rys. 2).

Zagłębienia w glinie, wypełnione jeziorno-bagiennymi seriami eemsko-vistuliańskimi, to relikty post-warciańskiego krajobrazu zakonserwowanego przez młodsze osady. Rekonstrukcja ówczesnej, polodowcowej rzeźby jest trudna z uwagi na jej silne późniejsze przeobrażenia, znaczne obniżenie i wyrównanie glacialnych powierzchni wysoczyznowych i związaną z nimi agradację w różnego rodzaju obniżeniach. Biorąc jednak pod uwagę gęstość występowania kopalnych zbiorników jeziornych, poznaną najlepiej w obszarze odkrywek bełchatowskich, w rejonie konińskim i na obszarze Łodzi, można stwierdzić, że jest ona porównywalna z gęstością występowania jezior na pojezierzach północnej Polski. Można zatem mówić o pojezierzu eemskim. Południowa granica rozprzestrzenienia tego pojezierza odpowiada zasięgowi łądolodu poprzedzającego interglacjału eemski, czyli łądolodowi stadiału warty zlodowacenia odry (por. Bruj, Roman 2007). Wyznaczając zasięg łądolodu, warto uwzględnić to kryterium, tak aby strefę z kopalnymi zbiornikami eemskimi o genezie polodowcowej włączać do obszaru zajętego przez lodowiec stadiału warty.

Analiza rozprzestrzenienia zbiorników eemskich w nawiązaniu do typu, charakteru wypełnień i położenia względem głównych elementów

paleoreliefu skłania do sformułowania następujących uwag:

1. Największe szanse zachowania i długotrwałego funkcjonowania miały zbiorniki położone w strefie wododziałowej, biegnącej w centralnej części Polski zgodnie z osią obszaru wyniesionego ponad 200 m n.p.m. (por. rys. 1), określonego przez Dylikową (1973) Garbem Łódzkim. W podobnym układzie jak obecnie dział ten istniał na powierzchni przedeemskiej (Turkowska 2006). Występujące tu zbiorniki pozostawały długo, jeśli w ogóle, w systemie zamkniętym i nie były włączane w (re)organizującą się w vistulianie sieć odpływu powierzchniowego.

2. Interesującym jest fakt, iż kopalne zbiorniki o znacznym wydłużeniu i głębokości, których genezy można upatrywać w erozji wód subglacialnych, zlokalizowane są na północ od łuku moren kutnowskich związanych z recesyjną fazą stadiału warty. To graniczenie przestrzenne występowania zagłębień typu rynnowego może wskazywać, że system intensywnego drenażu subglacialnego otworzył się dopiero podczas tej fazy.

3. Treść paleobotaniczna z poszczególnych stanowisk, zwłaszcza tych położonych w północnej części obszaru, pozwala twierdzić, iż teren centralnej Polski w chłodnych stadiach wczesnego vistulianu (MIS 5d, MIS 5b) oraz na początku plenivistulianu (MIS 4) znajdował się na odległym przedpolu pokrywy lodowej (por. Tobolski 1991; Stankowski i in. 1999; Roman 2010; Roman, Balwierz 2010; Roman i in. 2014; Marks i in. w druku).

Powstaje pytanie, jak długo trwa zapełnianie mis jeziornych i zanik pojezierza. Według Więckowskiego (1966, 1968), przy założeniu, że jeziora powstałe po ustąpieniu lodowca miały wolne tempo zapełniania osadami, proces ten trwał około 50 tys. lat. Na podstawie zapisu palinologicznego w Kubłowie (Roman, Balwierz 2010) oraz wstępnych badań w Parchlinach (Wachecka-Kotkowska i in. w druku) można szacować, iż proces ten mógł zachodzić znacznie dłużej – nawet około 80 tys. lat, biorąc pod uwagę, że akumulacja jeziorno-bagienna trwała od schyłku stadiału warty (ok. 135–130 ka BP) po dolną część środkowego plenivistulianu (ok. 58–53 ka BP). Warto podkreślić, że seria jeziorno-bagiennych osadów w Kubłowie kończy się powierzchnią erozyjną (rys. 2), więc możliwe jest, że czas akumulacji osadów i wypełniania zbiornika był tu jeszcze dłuższy.

Literatura

- Alexandrowicz S.W. 1997. Malacofauna of the Eemian Interglacial in Kochanów (Middle Poland). *Biuletyn Peryglacjalny* 36,1: 11-18.
- Balwierz Z. 1994. Wyniki analizy palinologicznej serii organicznych z Barczewa i Knap. Opracowanie archiwalne dla Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Złoczew (697). Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB, Warszawa.
- Balwierz Z. 2003. Roślinność vistulianu w Polsce środkowej. *Botanical Guidebooks* 26: 217-232.
- Balwierz Z., Roman M. 2002. A new Eemian Interglacial to Early Vistulian site at Łanięta, central Poland. *Geological Quarterly* 46,2: 41-51.
- Baraniecka M.D. 1989. Zasięg łądolodu bałtyckiego w świetle stanowisk osadów eemskich na Kujawach. *Studia i Materiały Oceanologiczne* 56, *Geologia Morza* 4: 131-135.
- Baraniecka M.D. 1993. Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Lubień Kujawski (480). PIG, Warszawa: 1-67.
- Baraniecka M.D., Goździk J. 1992. Osady interglacjalne w stanowisku „Rogowiec” w Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”. *Sprawozdania z badań naukowych Komitetu Badań Czwartorzędu PAN IX*: 22-23.
- Baraniecka M.D., Janczyk-Kopikowa Z. 1991. Deposits and pollen analysis of the Eemian Interglacial section at Sokolniki Stare (Plock Upland). *Geological Quarterly* 35: 27-36.
- Baraniecka M.D., Sarnacka Z. 1971. Stratygrafia czwartorzędu i paleogeografia dorzecza Widawki. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 254: 157-269.
- Behre K.E., Plicht J. 1992. Towards an absolute chronology for the last glacial period in Europe: radiocarbon dates from Oerel, northern Germany. *Vegetation History and Archaeobotany* 1: 111-117.
- Błaszkiwicz M. 2005. Późnoglacialna i wczesnoolocenska ewolucja obniżeń jeziornych na Pojezierzu Kociewskim (wschodnia część Pomorza). *Prace Geograficzne* 201: 1-192.
- Borówko-Dłużakowa Z. 1956. Nowe stanowiska trzech plejstocenijskich flor kopalnych. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 100: 247-262.
- Borówko-Dłużakowa Z. 1973. Analiza pyłkowa interglacjalna eemskiego w Skierniewicach, Białyninie i Wyszkwowie. *Przegląd Geograficzny* 45, 4: 771-779.
- Borówko-Dłużakowa Z. 1979. Młodoplejstocenijskie i późnoglacialne stanowiska flor kopalnych w Koninie. *Geological Quarterly* 23,1: 247-258.
- Breyermeyer A. 1991. Ekosystemy. W: L. Starkel (red.) *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa: 514-546.
- Bruij M., Roman M. 2007. Zasięg pojezierza z interglacjalna eemskiego w Polsce a pozycja stratygraficzna łądolodów zlodowaceń środkowopolskich. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* 425: 27-34.
- Chmielewski W. 1961. Skarlatki. Guide-book of Excursion C – The Łódź Region. INQUA Vth Congress. PWN, Oddz. Łódź.
- Czyż J., Forsyśiak J., Kamiński J., Klatkowska H. 2008. Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Dobra (587). Wyd. Geol., Warszawa: 1-39.
- Domosławska-Baraniecka M.D. 1965. Stratygrafia czwartorzędu okolic Chodcza na Kujawach. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 187: 85-106.
- Dutkiewicz L. 1992. Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Parzęczew. PIG, Warszawa: 1-40.
- Dylik J. 1963. Nowe problemy wiecznej zmarzliny plejstocenijskiej. *Acta Geographica Lodziensia* 17: 1-93.
- Dylikowa A. 1973. Geografia Polski. Krainy geograficzne. PZWS, Warszawa: 1-816.
- Florek W. 1991. Postglacjalny rozwój dolin rzek środkowej części północnego skłonu Pomorza. WSP Słupsk: 1-238.
- Forsyśiak J., Kamiński J. 2011. Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1: 50 000, ark. Uniejów. PIG-PIB: 1-35.
- Goździk J. 1980. Würmskie osady peryglacjalne w Łodzi-Teofilowie. *Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica*, ser. II 22: 3-19.
- Goździk J.S., Balwierz Z. 1994. Kuców. Upper units of the Wartian complex, the Eemian and Vistulian sediments. The Excursion guide-book of INQUA SEQS Symposium *The Cold Warta Stage: Lithology, Paleogeography, Stratigraphy*. October 11-15, 1994, Łódź, Poland: 45-48.
- Goździk J., Jastrzębska-Mamelka M. 1982. Osady eemskie w Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”. I Sympozjum *Czwartorzęd rejonu Bełchatowa*. Wrocław-Warszawa. Wyd. Geol.: 158-163.
- Goździk J., Skórzak A. 2011. Zmienność akumulacji jeziorno-bagiennej od interglacjalna do holocenu w obszarze odkrywki „Bełchatów”. Przewodnik sesji terenowej Warsztatów Naukowych *Torfowiska w krajobrazie przekształconym. Torfowiska dorzecza Widawki. Wybrane problemy i przykłady*. Łódź-Bełchatów: 19-32.
- Goździk J., Balwierz Z., Szykiewicz A., Lesiak M. 1998. Quaternary deposits overlying the brown coal sedimentation. Guide to Excursion 2. The V European Palaeobotanical and Palynological Conference. W. Szafer Institute of Botany. Polish Academy of Science, Cracow: 16-26.
- Janczyk-Kopikowa J. 1965. Flora interglacjalna eemskiego w Kaliskiej koło Chodcza na Kujawach. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 187: 107-117.

- Janczyk-Kopikowa Z. 1971. Analiza pyłkowa nowych stanowisk interglacjału eemskiego z dorzecza Widawki. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 254: 65-88.
- Janczyk-Kopikowa Z. 1985a. Analiza pyłkowa osadów interglacjału eemskiego w Rogowie. *Roczniki Gleboznawcze* 36,2: 143-148.
- Janczyk-Kopikowa Z. 1985b. Orzeczenie dotyczące próbek z miejscowości Kołomia, Kanibród i Bzówka wykonane dla arkusza Lubień Kujawski. Narodowe Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Janczyk-Kopikowa Z. 1991. Palynostratigraphy of the Pleistocene in Poland and the problem of the age of deposits from Besiekierz (Central Poland). *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, Sec. B 46: 111-128.
- Janczyk-Kopikowa Z. 1997. Analiza pyłkowa osadów interglacjału eemskiego w Ruszkówku na Pojezierzu Kujawskim. *Przegląd Geologiczny* 45,1: 101-104.
- Jasnowski M. 1978. Znaczenie torfowisk w Polsce i ich ochrona. W: I.W. Michajłow, Z. Zabierowski (red.) *Ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczego*, t. I: 279-316.
- Jastrzębska-Mamelka M. 1984. Interglacjał eemski i wczesny Vistulian w Świątnikach. Konferencja robocza *Rozwój sieci dolinnej w późnym plejstocenie i holocenie na Wyżynie Łódzkiej*. Wyd. UŁ, Łódź: 118-122.
- Jastrzębska-Mamelka M. 1985. Interglacjał eemski i wczesny vistulian w Zgierzu-Rudunkach na Wyżynie Łódzkiej. *Acta Geographica Lodziensia* 53: 1-75.
- Jastrzębska-Mamelka M. 1994. Orzeczenie palinologiczne w sprawie próbek torfów i gytii z Łodzi. Archiwum Geotechnika-Łódź Grzegorz Roman, Łódź.
- Jewtuchowicz S. 1970. Rozwój rzeźby okolic Łęczycy po zlodowaceniu środkowopolskim. *Prace Geograficzne IG PAN* 85: 1-79.
- Jurkiewiczowa I. 1952. Interglacjał Szczercowa i Dzbanek Kościuszkowskich w świetle nowych danych geologicznych. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 67: 183-230.
- Kamiński J. 1993. Późnoplejstocenska i holocenska transformacja doliny Moszczenicy. *Acta Geographica Lodziensia* 64: 1-104.
- Klajnert Z., Piechocki A. 1972. Górnoplejstocenske osady doliny Bobrówki koło Łowicza i ich zawartość malakologiczna. *Folia Quaternaria* 40: 1-36.
- Klatkova H. 1972. Paleogeografia Wyżyny Łódzkiej i obszarów sąsiednich podczas zlodowacenia warciańskiego. *Acta Geographica Lodziensia* 28: 1-228.
- Klatkova H. 1987. Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Pabianice (664). Wyd. Geol., Warszawa: 1-52.
- Klatkova H. 1989. Postwarciańskie kształtowanie górnych odcinków dolin. Przykłady z Wyżyny Łódzkiej. *Acta Geographica Lodziensia* 59: 61-74.
- Klatkova H. 1990a. Eemski i vistuliański rozwój osadów zbiornika jeziornego na Chropach koło Pabianic. *Acta Geographica Lodziensia* 61: 19-38.
- Klatkova H. 1990b. Występowanie eemskich osadów organicznych i uwagi o paleomorfologii środkowej Polski u schyłku warty i podczas eemu. *Acta Geographica Lodziensia* 61: 7-17.
- Klatkova H. 1997. Remarks on the palaeogeography of Middle Poland during the Neopleistocene time in the light of investigations of deposits of closed depressions. *Quaternary Studies in Poland* 14: 41-52.
- Klatkova H., Balwierz Z. 1990. Bezodpływowy zbiornik z florą eemską w Modlnej koło Łodzi. *Acta Geographica Lodziensia* 61: 19-38.
- Klatkova H., Jastrzębska-Mamelka M. 1990. Stanowisko eemskich osadów organicznych w Ślądkowicach koło Łodzi. *Acta Geographica Lodziensia* 61: 51-58.
- Klatkova H., Winter H. 1990. Interglacjał eemski w Ostrowie koło Grabicy. *Acta Geographica Lodziensia* 61: 59-68.
- Klatkova H., Załoba M. 1991. Kształtowanie budowy geologicznej i rzeźby południowego obrzeżenia Basenu Uniejowskiego. W: W. Stankowski (red.) *Przemiany środowiska geograficznego obszaru Konin-Turek*. Instytut Badań Czwartorzędu UAM, Poznań: 33-44.
- Kobojek E. 2000. Morfogeneza doliny Rawki. *Acta Geographica Lodziensia* 77: 1-157.
- Kołaczek P., Karpińska-Kołaczek M., Petera-Zganiacz J. 2012. Vegetation patterns under climate changes in the Eemian and Early Weichselian in central Europe inferred from a palynological sequence from Ustków (Central Poland). *Quaternary International* 268: 9-20.
- Kozarski S. 1991. Paleogeografia Polski w vistulianie. W: L. Starkel (red.) *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa: 80-105.
- Kozydra Z., Skompski S. 1995. Unikalne stanowisko interglacjału eemskiego w Ruszkówku na Pojezierzu Kujawskim. *Przegląd Geologiczny* 43,7: 572-575.
- Krupiński K.M. 1978. Historia, dynamika rozwoju i zaniku zbiornika interglacjałnego w Żyrdowie. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 300: 153-178.
- Krupiński K.M. 2005. Badania paleobotaniczne młodoplejstocenskich osadów jeziornych Wysoczyzny Płockiej. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego* 184: 1-58.
- Krupiński M., Forysiak J. 2007. Osady biogeniczne interglacjału eemskiego na obszarze Wyżyny Łódzkiej. XIV Konferencja Stratygrafia Plej-

- stocenu Polski *Plejstocen Kujaw i dynamika lobu Wisły w czasie ostatniego zlodowacenia*. Ciechocinek. Wyd. PIG, Warszawa: 67-68.
- Krupiński K.M., Kotarbiński J., Skompski S. 2006. Osady jeziorne interglacjału eemskiego w Leszczynie Wysoczyzna Płocka. *Przegląd Geologiczny* 54,7: 632-638.
- Kupryjanowicz M. 2008. Vegetation and climate of the Eemian and Early Vistulian lakeland in northern Podlasie. *Acta Palaeobotanica* 48,1: 3-130.
- Kuszell T. 1997. Palinostratygrafia osadów interglacjału eemskiego i wczesnego vistulianu w południowej Wielkopolsce i na Dolnym Śląsku. *Acta Universitatis Wratislaviensis* 1965, *Prace Geologiczno-Mineralogiczne* 60: 1-70.
- Majecka A. 2014. The palynological record of the Eemian interglacial and Early Vistulian glaciation in deposits of the Żabieniec Południowy fossil basin (Łódź Plateau, central Poland), and its palaeogeographic significance. *Acta Palaeobotanica* 54,2: 279-302.
- Mamakowa K. 1989. Late Middle Polish Glaciation, Eemian and Early Vistulian vegetation at Imbramowice near Wrocław and the pollen stratigraphy of this part of the Pleistocene in Poland. *Acta Palaeobotanica* 29,1: 11-176.
- Manikowska B. 1993. Mineralogy and abrasion of sand grains due to Vistulian (Late Pleistocene) aeolian processes in Central Poland. *Geologie en Mijnbouw* 72: 167-177.
- Marks L., Gałązka D., Woronko B. w druku. Climate, environment and stratigraphy of the last Pleistocene glacial stage in Poland. *Quaternary International*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.07.047>.
- Miotk-Szpiganowicz G. 1999. Sprawozdanie z wykonania analizy pyłkowej próbek osadu torfowego ze stanowiska Chropy. Maszynopis. Narodowe Archiwum Geologiczne, PIG-PIB, Warszawa.
- Mirosław-Grabowska J., Niska M. 2005. Isotopic and Cladocera records of climate changes of Early Eemian at Besiekierz (central Poland). *Geological Quarterly* 49: 67-74.
- Mirosław-Grabowska J., Niska M. 2007. Isotope and Cladocera data and interpretation from the Eemian optimum and postoptimum deposits, Kaliska palaeolake (central Poland). *Quaternary International* 175: 155-167.
- Mirosław-Grabowska J., Niska M., Roman M. w druku. Long (MIS 5e - 3) environmental history of a paleolake in central Poland recorded in the succession from Kubłowo. *Quaternary International*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2016.06.027>
- Mirosław-Grabowska J., Niska M., Sienkiewicz E. 2009. Evolution of the palaeolake at Ruszkówek (central Poland) during the Eemian Interglacial based on isotopic, cladoceran and diatom data. *Journal of Paleolimnology* 42: 467-481.
- Niewiarowski W. 1986. The phases of transformation of subglacial channels into river valleys: a case study of the Lower Vistula Region. *Acta Universitatis Nicolai Copernicus, Geografia* 21: 61-72.
- Niklewski J. 1968. Interglacjał eemski w Głównicy koło Wyszogrodu. *Monographiae Botanicae* 27: 125-192.
- Niklewski J., Kącki J., Stawin J. 1964. Analiza pyłkowa interglacjału z Głównicy. *Acta Geologica Polonica* 14,3: 407-414.
- Niska M. 2012. Fossil Cladocera remains in the Eemian sediments – preservation, frequency and dominant species. *Studia Quaternaria* 29: 31-43.
- Niska M., Roman M. 2014. Development of the Kubłowo palaeolake, Central Poland, during the Eemian Interglacial as against subfossil Cladocera analysis – preliminary results. *Studia Quaternaria* 31,1: 31-37.
- Noryśkiewicz B. 1999. Palynology of biogenic sediments of Eemian Interglacial at Krzyżówki near Koło, central Poland. *Geological Quarterly* 43,1: 107-112.
- Oszast J. 1972. Wyniki analizy palinologicznej z Pałczewa. Arch. Zakładu Paleobotan. PAN, Kraków.
- Pawłowski D. 2011. Evolution of an Eemian lake based on Cladocera analysis (Konin area, Central Poland). *Acta Geologica Polonica* 61,4: 441-450.
- Petera-Zganiacz J., Borówka R.K., Forysiak J., Miotk-Szpiganowicz G., Pawłowski D. 2013. Palaeogeographical significance of the Eemian biogenic sediments at the Bór site (Warta River valley, central Poland). *Geological Quarterly* 57,4: 687-700.
- Piech K. 1930. Badania nad dyluwium woj. Łódzkiego, część II Botaniczna. Flora warstw międzylodowcowych Szczercowa, Dzbanek Kościuszkowskich i niektórych innych miejscowości w dorzeczu środkowej Warty. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego* VI: 14-20.
- Piech K. 1932. Z badań nad dyluwium południowo-zachodniej części środkowej Polski. II. Utwory międzylodowcowe w Szczercowie, pow. wieluński, woj. łódzkie. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego* VIII, 2: 51-132.
- Roman M. 1999. Dokumentacja prac geologicznych na obszarze arkusza Gostynin Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000. Narodowe Archiwum Geologiczne, PIG-PIB, Warszawa.
- Roman M. 2006. Rola tektoniki solnej w kształtowaniu pokrywy kenozoicznej i rzeźby południowo-wschodniej części Pojezierza Kujawskiego. W: P. Czubła, W. Mizerski (red.) *Geologia regionu łódzkiego i obszarów sąsiednich*. Wyd. UŁ, Łódź: 47-58.

- Roman M. 2010. Rekonstrukcja lobu płockiego w czasie ostatniego zlodowacenia. *Acta Geographica Lodziensia* 96: 1-171.
- Roman M. 2011. Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Gostynin (481). PIG-PIB, Warszawa: 1-47.
- Roman M., Balwierz Z. 2010. Eemian and Vistulian pollen sequence at Kubłowo (Central Poland): implications for the limit of the Last Glacial Maximum. *Geological Quarterly* 54,1: 55-68.
- Roman M., Dzieduszyńska D., Petera-Zganiacz J. 2014. Łódź Region and its northern vicinity under Vistulian Glaciation conditions. *Quaestiones Geographicae* 54: 55-68.
- Sobolewska M. 1966. Wyniki badań paleobotanicznych nad eemskimi osadami z Józefowa na Wyżynie Łódzkiej. *Biuletyn Peryglacjalny* 15: 303-312.
- Stankowska A., Stankowski W. 1976. Sytuacja geologiczna kopalnych utworów organicznych z odkrywki Józwin kopalni węgla brunatnego w Koninie. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią* 29: 167-177.
- Stankowski W., Tobolski K. 1981. Osady torfowe i limniczne wieku eemskiego z odkrywki Kazimierz Kopalni Węgla Brunatnego w Koninie (doniesienie wstępne). *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią* 34: 171-178.
- Stankowski W., Bluszcz A., Nita M. 1999. Stanowiska osadów górnoczwartorzędowych Mikorzyn i Sławoszewek w świetle badań geologicznych, datowania radiowęglowego i luminescencyjnego oraz analiz palinologicznych. W: A. Pazdur i in. (red.) *Geochronologia górnego czwartorzędu Polski*. WIND – J. Wojewoda: 87-112.
- Straszewska K., Stupnicka E. 1979. Sites of the Quaternary lacustrine and peaty deposits in Poland. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences* 27,3-4: 169-177.
- Szałamacha G., Skompski S. 1999. Biogenic sediments of the Eemian Interglacial at Krzyżówki near Koło, central Poland. *Geological Quarterly* 43,1: 99-106.
- Środoń A., Gołabowa M. 1956. Plejstoceńska flora z Bedlna. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 100: 7-44.
- Tobolski K. 1986. Paleobotanical studies of the Eemian Interglacial and Early Vistulian, Władysławów in the vicinity of Turek (preliminary report). *Quaternary Studies in Poland* 7: 91-101.
- Tobolski K. 1991. Biostratygrafia i paleoekologia interglacjału eemskiego i zlodowacenia Wisły rejonu konińskiego. W: W. Stankowski (red.) *Przemiany środowiska geograficznego obszaru Konin-Turek*. Wyd. Nauk. im. A. Mickiewicza, Poznań: 45-87.
- Turkowska K. 1988. Rozwój dolin rzecznych na Wyżynie Łódzkiej w późnym czwartorzędzie. *Acta Geographica Lodziensia* 57: 1-157.
- Turkowska K. 1999. Kryteria oceny roli morfogenezy peryglacjalnej w Polsce środkowej. *Acta Geographica Lodziensia* 76: 101-132.
- Turkowska K. 2006. Geomorfologia regionu łódzkiego. Wyd. UŁ: 1-237.
- Turkowska K. 2007. Rzeźba i struktura wypełnień dolin górnej Mrogi i Mroźcy jako świadectwo polodowcowych etapów ewolucji międzyrzecza. *Acta Geographica Lodziensia* 93: 87-105.
- Wachecka-Kotkowska L., Krzyszkowski D., Malkiewicz M., Mirosław-Grabowska J., Niska M., Krzyżmińska J., Myśkow E., Raczyk J., Wiczorek D., Stoiński A., Rzodkiewicz M. w druku. An attempt to reconstruct the late Saalian to Plenivistulian (MIS6-MIS3) natural lake environment from the "Parchliny 2014" section, central Poland. *Quaternary International*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2016.06.013>.
- Wasiak G. 1977. Kształtowanie północno-zachodniego przedpola Wyżyny Łódzkiej podczas zanikania lodowca warciańskiego. Maszynopis pracy doktorskiej. Łódź, Uniwersytet Łódzki.
- Wieczorkowska J. 1975. Rozwój stoków Pagórków Romanowskich na tle paleogeografii obszaru. *Acta Geographica Lodziensia* 35: 1-118.
- Więckowski K. 1966. Osady denne Jeziora Mikołajskiego. *Prace Geograficzne IG PAN* 57.
- Więckowski K. 1968. Geneza, wiek i ewolucja jezior północno-wschodniej Polski. *Folia Quaternaria* 29: 145-151.
- Woldstedt P. 1947. Über die stratigraphische Stellung einiger wichtiger Interglazialbildungen im Randgebiet der nordeuropäischen Vergletscherung. *Zeitschrift der Deutschen Geologische Gesellschaft* 99: 96-123.
- Załoba M., Jastrzębska-Mamelka M. 1990a. Kopalny zbiornik eemski w Raczkowie koło Warty. *Acta Geographica Lodziensia* 61: 69-74.
- Załoba M., Jastrzębska-Mamelka M. 1990b. Stanowisko interglacjału eemskiego w Zagajewie koło Warty. *Acta Geographica Lodziensia* 61: 75-82.

Summary

The ice sheet recession from the preEemian glaciation left a lakeland the traces of which we see in the sediments of lake basins forming at that time (Fig. 1). In Central Poland recognized are 58 sites of fossil lake and bog sediments with palynologically documented Eemian interglacial flora but also in other 30 sites that can be deemed as Eemian (cf. Fig. 1, Tab. 1). They mostly are infillings of old depressions appearing at the end of the Warta stadial (Late Saalian glaciation, MIS 6) seen as kettle holes (ca 90%). Glacial troughs and fossil oxbows fillings are rare. Reservoirs with incessant lake-bog sediments accumulation in

Eemian interglacial and the subsequent cold Vistulian period are infrequent. The longest continuous record of postEemian environmental changes is found at the Kubłowo (Roman, Balwierz 2010; Niska, Roman 2014; Mirosław-Grabowska *et al.* in press) and Zgierz-Rudunki sites (Jastrzębska-Mamełka 1985) (Fig. 2).

Till concavities with lake-bog Eemian-Vistulian series are relics of a postWartanian landscape preserved by younger deposits. Reconstruction of the postglacial relief is intractable when one considers the subsequent transformations, alignments of the glacial plateaus and the accompanying aggradation in the different types of depressions. However, taking into account the frequency of fossil lakes best recognized in the Belchatów outcrops, the Konin region and in the Łódź area, we can postulate that the said lake frequency is comparable to the contemporary lakelands in the North of Poland. Thus we may speak of a fossil Eemian lakeland in Central Poland. Its southern limit corresponds to the pre-Eemian, i.e. the Warta Stadial, ice sheet extent (*cf.* Bruj, Roman 2007).

Analysis of the distribution of subfossil Eemian flora sites in relation to the origin of palaeolakes, the nature of their infillings and palaeolandscape we tend to formulate some remarks:

– The best chance to survive with a long-lasting functioning had reservoirs situated over 200 m a.s.l. along the watershed said by Dylkowska (1973) to be the Łódź Ridge that had a similar course as in the pre-Eemian surface (Turkowska 2006). Those reservoirs lasted long, if at all, in a closed system and were not part of the Vistulian surface drainage.

– Fossil reservoirs with a marked elongation and depth which origin can be found in subglacial water erosion are North of the Kutno moraine arc formed during Warta stadial ice sheet recession. Such a placement of glacial troughs may indicate that an intensive subglacial drainage system opened only during that stage.

– The palaeobotanic content from particular sites, mostly from those in the northern part of the area allows to believe that Central Poland during cold stadials of the Early Vistulian (MIS 5d, MIS 5b) and the outstart of the Plenivistulian (MIS 4) found itself at the far forefront of the ice cover (*cf.* Tobolski 1991; Stankowski *et al.* 1999; Roman 2010; Roman, Balwierz 2010; Roman *et al.* 2014; Marks *et al.* in press).

It remains an open question to determine how the duration of infilling the lake basins and the decay of the lakeland. According to Więkowski (1966, 1968), assuming that lakes that appeared following the recession of the ice sheet slowly built their sediments, that process must have protracted for 50 000 yrs. From palynology at Kubłowo (Roman, Balwierz 2010) and preliminary investigation at Parchliny (Wachecka-Kotkowska *et al.* in press) we may accept that the process could have lasted for even ca 80 000 yrs., knowing that the lake-bog accumulation has begun since the end of Warta stadial (*ca* 135–130 ka BP) and lasted to the lower part of the middle Plenivistulian (*ca* 58–53 ka BP). It is worth noting that the series of lake-bog sediments at Kubłowo ends up with an erosional surface (Fig. 2), hence it is plausible that the accumulation of sediments along with filling in the reservoir could have been significantly longer.