



Uwarunkowania stratygraficzno-środowiskowe występowania nagromadzeń złożowych bursztynu na północnej Lubelszczyźnie

Barbara Słodkowska¹, Jacek Robert Kasiński¹, Marcin Żarski¹



B. Słodkowska



J.R. Kasiński



M. Żarski

Stratigraphic and environmental conditions of the occurrence of amber-bearing deposits in the northern Lublin region. *Prz. Geol.*, 70: 50–60; doi: 10.7306/2022.3

Abstract. In the northern Lublin region, the Eocene amber-bearing association has been recognized. It is a group of clastic deposits in which amber crumbs are scattered, and the characteristic feature of the association is the content of glauconite. The sedimentological and lithofacies studies allowed determining the conditions necessary for amber deposition. Accumulation of amber-bearing sediments took place in the Middle and Late Eocene. The Upper Eocene formations in this area occur in isolated patches. Amber accumulations are found in marine sediments asso-

ciated with regressive facies, usually in depressions of the Cretaceous basement. Understanding the correct distribution of amber in the sediment and determining the dynamics of the Eocene sedimentary basin in the Lublin region have a practical aspect, and are the basis for developing the characteristics of the geological economic conditions for the occurrence of amber-bearing deposits. The recently drilled boreholes confirmed amber resource prospectivity in the Lubartów area and the recognition of new deposits with amber reserves.

Keywords: amber-bearing association, lithofacies, environment, Eocene, northern Lublin region

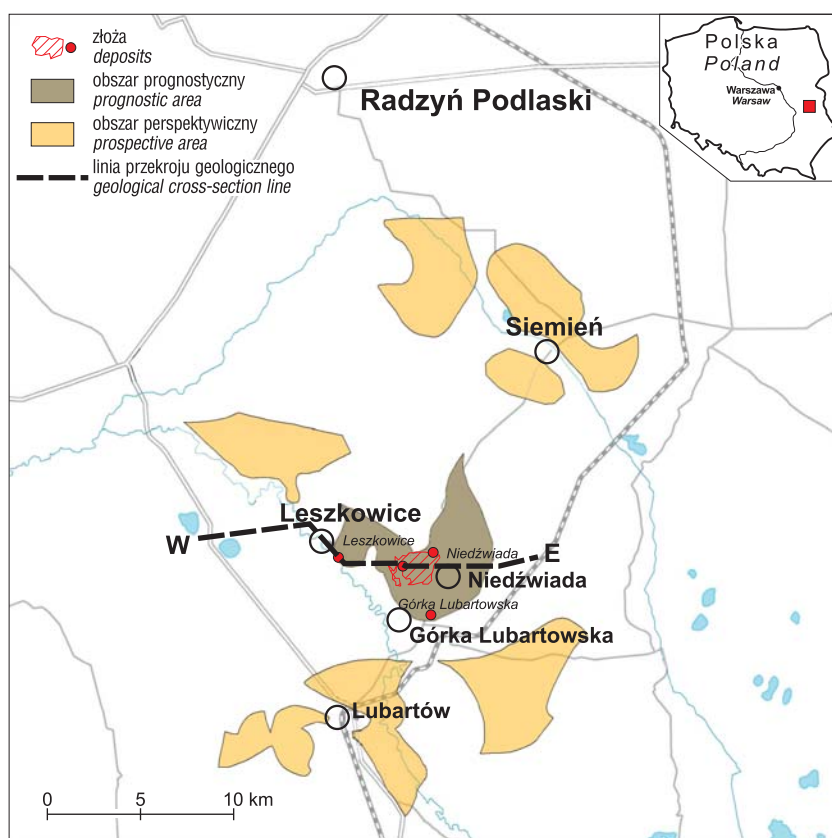
Utwory eocenu na obszarze Lubelszczyzny są pozostałością po wschodniej odnodze rozległego basenu epikontynentalnego Pramorza Północnego. Zbiornik ten zajmował obszar dzisiejszej Europy zachodniej, środkowej i wschodniej, a jego wschodni brzeg sięgał do skłonu tarczy ukraińskiej. Maksymalny zasięg morze to osiągnęło w eocenie środkowym, a w późnym znajdowało się w fazie regresji, z którą są związane liczne wystąpienia bursztynu na północnej Lubelszczyźnie (Słodkowska, Kasiński, 2016a).

Nagromadzenia bursztynu *in situ* w utworach paleogenu na obszarze północnej części Lubelszczyzny oraz pogranicza Białorusi i Ukrainy były znane od dawna i opisywane przez licznych autorów, przede wszystkim z okolic Parczewa i Lubartowa (Woźny, 1966a, b; Mojski i in., 1966; Pożaryska, 1977; Kosmowska-Ceranowicz i in., 1990; Kasiński, Tołkanowicz, 1999) oraz miejscowości Sarny na Wołyniu (Tutsky, Stepanuk, 1999). W każdym z tych rejonów udokumentowano niewielkie złoża bursztynu (Tutsky, 2005; Melnićuk, Krynicka; 2018). Przez analogię do obszaru Sambii wiązano je z utworami deltowymi, które miały występować wzdłuż południowego wybrzeża morza eoceńskiego (Kosmowska-Ceranowicz i in., 1990).

W 1989 r. ok. 8 km na północ od Lubartowa Przedsiębiorstwo Geologiczne *Polgeol* z Warszawy odnotowało obecność pierwszego złoża bursztynu na północnej Lubelszczyźnie – wydzielono je jako kopalinę towarzyszącą złożu kruszywa naturalnego w Górce Lubartowskiej (Strzelczyk, Danielewicz, 1990). Złożo to zostało następnie udokumentowane w kategorii D (Bujakowska, Parecki, 2004).

Od 1992 r. prowadzono w Państwowym Instytucie Geologicznym prace mające na celu wyznaczenie takiej metodyki poszukiwań bursztynu w utworach paleogeńskich, która umożliwiałaby dokładniejsze określanie obszarów występowania bursztynu i skuteczne projektowanie prac poszukiwawczych (Kasiński, Tołkanowicz 1999). Sporządzono wówczas mapę obszarów perspektywicznych wraz z prognozą występowania bursztynu na południowym Podlasiu. Mapa ta (ryc. 1) została zaimplementowana do *Bilansu perspektywicznych zasobów kopaliny Polskiej* (Kramarska i in., 2020) i stała się podstawą do prowadzenia wielkoskalowych prac rozpoznawczych na obszarze północnej Lubelszczyzny, posłużyła także kilku podmiotom gospodarczym do rozpoznania złóż bursztynu o zasobach bilansowych (Zdanowski i in., 2017; Szydeł, Gazda, 2020). Największym z tych złóż jest złożo Niedźwiada–Górka Lubartowska, usytuowane na północny wschód od wstępnie rozpoznanego wcześniej złoża Górka Lubartowska. Badania podstawowe kontynuowano aż do ostatnich lat (Kasiński, 2015; Kasiński, 2016a; Słodkowska, Kasiński, 2016b), również w ramach współpracy międzynarodowej pomiędzy Polską a Ukrainą (Kasiński i in., 2018; Słodkowska, Kasiński, 2018). Prowadzono głównie badania palinologiczne i sedymentologiczne, dokonując rekonstrukcji procesów transportu i depozycji bursztynu. W celu potwierdzenia występowania bursztynu o znaczeniu złożowym na północnej Lubelszczyźnie w 2019 r. w rejonie obszaru prognostycznego wykonano badawcze otwory wiertnicze (ryc. 1): Leszkowice PIG 2019, Górka Lubar-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; barbara.slodkowska@pgi.gov.pl; jacek.kasinski@pgi.gov.pl; marcin.zarski@pgi.gov.pl



Ryc. 1. Obszary perspektywiczne i prognostyczne występowania bursztynu na północnej Lubelszczyźnie (według Kramarska i in., 2020, uzupełnione)

Fig. 1. Prospective and prognostic areas of amber occurrence in the northern Lublin region (after Kramarska et al., 2020, supplemented)

Brzegi tego morza były porośnięte bujnym, wielogatunkowym lasem. Na lądzie wczesnoeocenijskie ocieplenie (EECO – *Early Eocene Climatic Optimum*) stymulowało rozwój lasów i ich znaczne zróżnicowanie gatunkowe. Właśnie w tym lesie, w tropikalnym i subtropikalnym klimacie, rosły drzewa wytwarzające ogromne ilości żywicy, która na skutek wielu procesów biochemicznych i geochemicznych przekształcała się w bursztyn. Przyczyny wzmożonego żywicowania mogły być rozmaite (gwałtowne ochłodzenie, intensywna działalność wulkaniczna, inwazja owadów, choroby drzew, pożary itp. (Kosmowska-Ceranowicz, 2012; Słodkowska i in., 2013).

towska PIG-2019 i Niedźwiada PIG-2019 (Żarski, Słodkowska, 2020). Celem artykułu jest charakterystyka warunków sedymentacji w paleogeńskim basenie północnej Lubelszczyzny na podstawie dotychczasowej wiedzy oraz wyników badań próbek z tych trzech nowych wiercen badawczych.

POZYCJA STRATYGRAFICZNA ASOCJACJI BURSZTYNONOŚNEJ

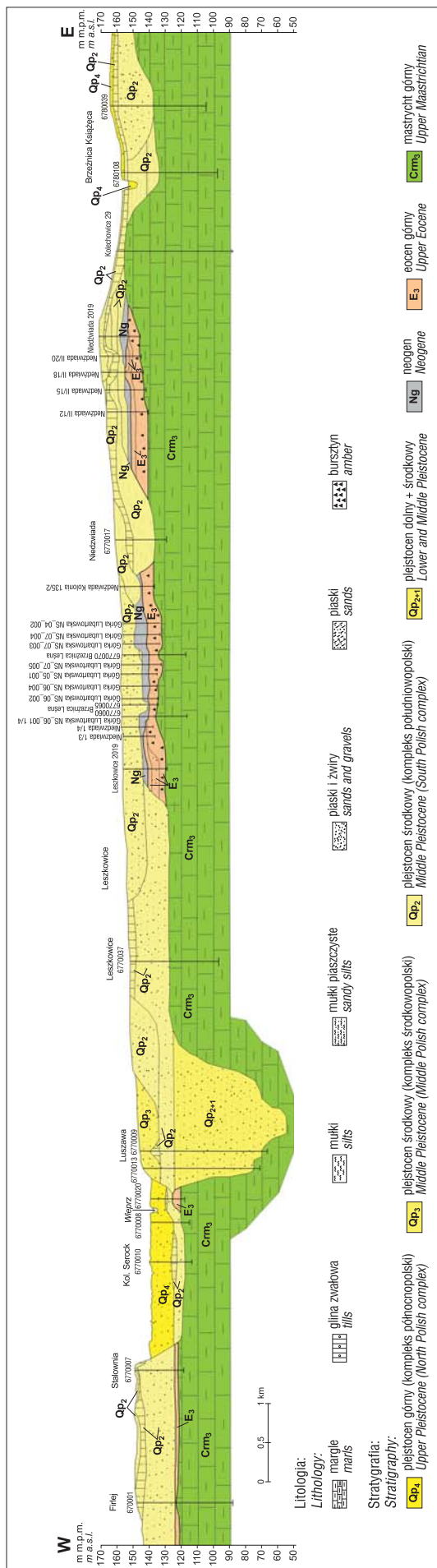
Nagromadzenia bursztynu bałtyckiego (sukcynitu) na obszarze północnej Lubelszczyzny są „złożami pierwotnymi” z bursztynem po raz pierwszy masowo akumulowanym w drobnoklastycznych, ilastych osadach eocenu górnego (Piwocki, 2002; Słodkowska, Kasiński 2016a). Paleogeńska asocjacja bursztynonośna jest zespołem osadów piaszczystych, mułkowych i ilastych z rozproszonymi okruchami bursztynu. Cechą charakterystyczną tej asocjacji jest zawartość glaukonitu. W świetle badań palinologicznych i mikrofaunistycznych wiek tych utworów bursztynonośnych ustalono na pogranicze środkowego i późnego eocenu, tj. barton–priabon (Giel, 1997; Ważyńska, 1997; Słodkowska, Kasiński, 2016a, b, 2018; Kasiński i in., 2018). Obecność nagromadzeń sukcynitu jest notowana na obszarze płytkiego zalegania osadów eocenijskich na północnej Lubelszczyźnie, w pobliżu erozyjnej granicy ich występowania (Kosmowska-Ceranowicz i in., 1990; Kasiński, Tołkanowicz, 1999; Kasiński, 2016).

Na obszarze północnej Lubelszczyzny złoża bursztynu bałtyckiego są rozmieszczone dość równomiernie w strefie litoralnej wzdłuż wschodniego wybrzeża morza eocenijskiego. W eocenie wschodnia odnoga Pramorza Północnego sięgała na obszar środkowej Europy, a w Polsce obejmowała północną Lubelszczyznę. Było to płytkie morze epikontynentalne z łańcuchem wysp w osiowej części zbiornika.

ARCHITEKTURA BASENU SEDYMENTACYJNEGO

Na przełomie kredy i paleocenu, w okresie ruchów laramijskich i kształtowania się wału śródpolskiego, wzdłuż zachodniej krawędzi platformy wschodnioeuropejskiej nastąpiło pasowe wydzwignięcie utworów permsko-mezozoicznych i starszych o amplitudzie 2–3 km (Karnkowski, Kasiński, 2014). Po wschodniej stronie platformy nie nastąpiły prawie żadne przemieszczenia pionowe, co dokumentują profile z zachowaną sukcesją kreda–paleocen. Erozja wyniesionych w dolnym eocenie utworów antyklinorium śródpolskiego była na tyle szybka, że transgresja morza eocenijskiego nie napotkała znacznych barier na obszarze dzisiejszego Niżu Polskiego. Na Lubelszczyźnie zalew morza eocenijskiego dotarł aż do Padołu Zamojskiego. Obecnie są tam znajdowane tylko niewielkie płyty osadów eocenijskich, jak te zachowane w rowie Sołokiji (Gedl, 2014), a ich zwarty zasięg jest notowany w kierunku północnym dopiero od okolic Lubartowa. W późnym paleocenie i wczesnym eocenie na południe od Tomaszowa Lubelskiego istniał ląd, który był intensywnie erodowany – osady lądowe tego wieku są znane z rejonu od Sędziszowa Małopolskiego po Rzeszów (Karnkowski, Kasiński, 2014). Dalej na południe rozpościerały się baseny karpackie. Dane paleoekologiczne wskazują, że uzyskały one połączenie z morzem eocenijskim, transgredującym na Niżu Polskim (Pożaryska, Locker, 1971; Pożaryska, 1977).

Wczesnoeocenijskie obszary lądowe południowej Polski nie miały zapewne zwartego zasięgu, a ląd południowej Lubelszczyzny mógł być jedną z wielu dużych wysp (Karnkowski, Kasiński, 2014). Morskie osady paleogenu zachowane na tym obszarze należą do formacji z Siemienia



Ryc. 2. Przekrój geologiczny pomiędzy Wieprzem a Tyśmienicą (północna Lubelszczyzna); lokalizacja linii przekroju na ryc. 1
Fig. 2. Geological cross-section between Wieprz and Tyśmienica rivers (northern Lublin region); for location of the cross-section line see Fig. 1

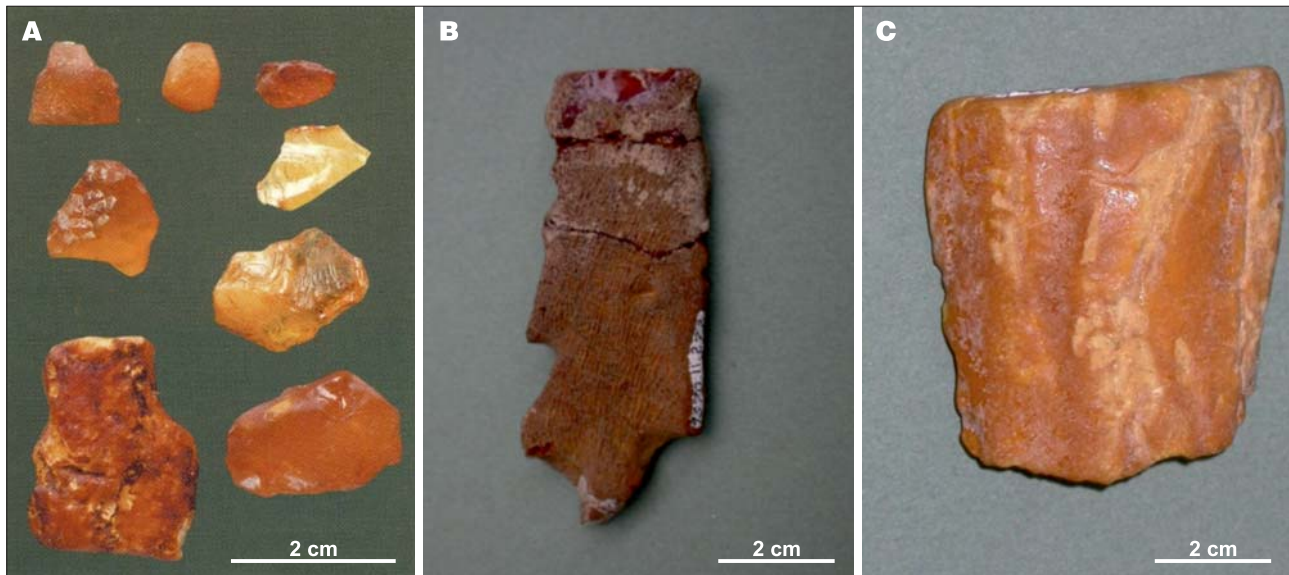
(eoceen środkowy i górny) oraz formacji mosińskiej dolnej i formacji czempińskiej (oligocen dolny). Osady te powstały w wyniku kilku eoceńsko-oligocenów cyklów transgresywno-regresywnych. Wieloletnie prace geologiczne w tym rejonie dostarczyły kilkaset profili otworów wiertniczych, uzyskanych m.in. w toku poszukiwań złóż bursztynu (vide Kasiński, Tołkanowicz, 1999). Na tej podstawie dla obszaru od Lubartowa po Radzyń Podlaski i Parczew można zestawić mapy litofacjalne jakościowe, które umożliwiają wstępną rekonstrukcję architektury basenu sedimentacyjnego (Jurys i in., 2010; Kasiński, 2016).

Na obszarze północnej Lubelszczyzny bursztynonośne osady górnego eocenu występują w postaci licznych, ale izolowanych, płatów. Zasięg pierwotnej pokrywy osadowej był uwarunkowany głównie morfologią powierzchni podkenozoicznej, wymuszającą synsedymenacyjne wyklonowanie litosomów eoceńskich. Erozja czwartorzędowa spowodowała liczne rozcięcia tej pokrywy, szczególnie na obszarze dolin rzecznych. Jedną z najważniejszych takich dolin erozyjnych jest głęboko wcięta, wczesnoplejstoceniowa dolina Prawieprza (ryc. 2), z której zostały usunięte nie tylko osady kenozoiczne, ale także górna część osadów kredowych. W podłożu osadów asocjacji bursztynonośnej występują utwory górnego mastrychtu, a na nich zwierzelina skał kredowych, powstała zapewne w paleocenie. Podczas późnego paleocenu i we wczesnym eocenie obszar północnej Lubelszczyzny był łądem, być może (podobnie jak południowa Lubelszczyzna) wyspą pośród eoceńskiego, niezbyt głębokiego morza, do którego w środkowym i późnym eocenie była dostarczana żywica, przekształcająca się w tym morzu w bursztyn.

ŚRODOWISKO SEDYMENTACJI

Analiza map litofacjalnych i zmienności zawartości bursztynu w eoceńskich osadach północnej Lubelszczyzny (Jurys i in., 2010; Kasiński, 2016) wskazuje, że utwory litofacji piaszczysto-mułkowej, z którą są związane nagromadzenia bursztynu, występują w formie pasowo-gniazdowej w osadach litofacji piaszczystej. Taka architektura utworów eoceńskich sugeruje barierowe środowisko sedimentacji, względnie barierowo-deltowe strefy litoralnej. Bariery klastyczne migrowały ku północy zgodnie z regresywnym rytmem wymuszonym przez obniżanie się poziomu morza eoceńskiego. Obszary barierowe starszego cyklu przekształcały się w obszary lądowe i mogły być częściowo porośnięte przez lasy bursztynodajne. W ten sposób stawały się one obszarami źródłowymi materiału klastycznego deponowanego w następnych, młodszych barierach. Taki scenariusz mógł się wielokrotnie powtarzać.

Wyniki nowszych prac pozwoliły zakwestionować obowiązujący wcześniej pogląd, że nagromadzenia bursztynu na północnej Lubelszczyźnie powstały w wyniku deponowania go w deltach dużych rzek (Kosmowska-Ceranowicz i in., 1990). Przeciwnie, we wszystkich znanych nagromadzeniach okruchy bursztynu współwystępują z glaukonitem, makro- i mikrofauną morską (otwornice, zęby ryb i małże) oraz dinocystami (Woźny, 1977; Kasiński, Tołkanowicz, 1999; Słodkowska, Kasiński, 2016a). Fakty te świadczą, że pierwotna granica basenu sedimentacyjnego siegała z pewnością dalej na południe, być może na obszar Rostocza, a dzisiejsza granica występowania morskich utworów eocenu jest erozyjna (Gedl,



Ryc. 3. Okruchy bursztynu z północnej Lubelszczyzny (Kasiński, Słodkowska, 2016a): **A** – z otworu Czemierniki 3-c; **B** – forma soplewa z wkopu nad stawem Siemień; **C** – forma podkorowa z otworu Niedźwiada 3w

Fig. 3. Amber crumbs from the northern Lublin region (Kasiński, Słodkowska, 2016a): **A** – various amber crumbs in the Czemierniki 3-c borehole; **B** – icicle form from a trench at the Siemień pond; **C** – subcortex form from the Niedźwiada 3w borehole

2014). Potwierdzeniem tej tezy jest występowanie drobnych okruchów bursztynu w badaniach utworach przyległych partii zapadliska przedkarpackiego, gdzie występuje on niewątpliwie na wtórnym złożu (Wysocka, 2002). Ze względu na niewielką szerokość wału metakarpackiego i bliskość basenu oceanu Tetydy możliwość rozwoju sieci dużych rzek na tak niewielkim obszarze wydaje się mocno wątpliwa. Pierwotne nagromadzenia osadów bursztynonośnych należy zatem wiązać z morskimi facjami regresywnymi, a geometria litosomów sugeruje, że depozycja bursztynu była związana z periodycznym spowalnianiem regresji. Z przeprowadzonych analiz litofacialnych wynika, że bursztyn występuje w niskoenergetycznych facjach regresywnych, głównie wśród mułków i piasków drobnoziarnistych (ryc. 9). Na skutek wzrostu energii środowiska w trakcie kolejnego, krótkotrwałego epizodu ingresywnego, przerywającego tendencję regresywną, bursztyn był często wymywany z wcześniej zdeponowanych nagromadzeń i po raz kolejny składany w osadach młodszych (Kamkowski, Kasiński, 2014). Współczesne rozprzestrzenienie bursztynu jest zatem zazwyczaj związane z wielokrotną erozją osadów bursztynonośnych i redepozycją bursztynu. W sekwencjach osadów bursztynonośnych występują podrzędnie również osady deltowe (vide Czuryłowicz, 2014; Czuryłowicz i in., 2015), jednak pod względem występowania bursztynu są one w zasadzie płonne.

CHARAKTERYSTYKA BURSZTYNU I UWARUNKOWANIA WYSTĘPOWANIA JEGO ZŁOŻ

Utwory bursztynonośne północnej Lubelszczyzny występują na różnej głębokości, najpłycej (2,3 m) w okolicach stawu Siemień na północny wschód od Lubartowa (Woźny, 1966a), najczęściej jednak znajdują się na głębokości 15–20 m. W wielu miejscach, np. w okolicach stawu Siemień i w rejonie Firleja, profil osadów eoceńskich jest zredukowany do 1–2 m (ryc. 2).

Na obecnym etapie badań trudno doszukać się prawidłowości w przestrzennym rozkładzie parametrów jakościowych bursztynu. Bursztyn uzyskany podczas prac wiertniczych prowadzonych w latach 90. minionego wieku (Kasiński, Tołkanowicz, 1999) był bardzo urozmaicony pod względem granulacji i charakterystyki jakościowej, jednak okruchy znacznych rozmiarów i dobrej jakości występowały niezbyt licznie. Wyróżniono wówczas trzy odmiany bursztynów: przezroczystą, przeświecającą i nieprzezroczystą o różnych barwach, od jasnożółtej przez różne odcienie miodowej po brązową. Niektóre okruchy miały barwy nietypowe, np. cytrynowożółte lub krwistoczerwone. Ziarna ciemnobrunatne były zwykle kruche, co było wynikiem zaawansowanego wietrzenia. Wiele okruchów miało nienaruszoną korę wietrzeniową, wskazującą na niezbyt wysoką energię transportu. Nie stwierdzono występowania ziaren o wysokim stopniu obtoczenia. Liczne ziarna zachowały pierwotne kształty związane z formami akumulacji żywicy. Wyróżniono formy soplewe, śródkorowe i podkorowe. Na powierzchni ziaren występowały szczeliny z wysychania i charakterystyczne ślady po drobnych gałązkach (ryc. 3). Podobne formy bursztynu stwierdzono także w utworach bursztynonośnych w profilach otworów: Leszkowice PIG 2019, Górka Lubartowska PIG 2019 i Niedźwiada PIG 2019.

METODYKA BADAŃ

W toku najnowszych badań w rejonie Lubartowa, w środkowym obszarze występowania bursztynu na Lubelszczyźnie (ryc. 4) wykonano trzy wiercenia badawcze: Leszkowice PIG 2019, Górka Lubartowska PIG 2019 i Niedźwiada PIG 2019 – metodą obrotową urządzeniem *Mercedes Unimag Nord Meier DSB 0/3* (Żarski, Słodkowska, 2020). Rdzeniowanie przeprowadzono podwójną rdzeniówką o średnicy 100 mm, z zastosowaniem ekologicznej płuczki polimerowej. W celu maksymalnego użytku rdzenia wiercenia przeprowadzono krótkimi marszami 0,4–1,5 m. W trakcie wierceń opisywano profil pod wzglę-

dem litologicznym, mineralogicznym i struktur sedymentacyjnych. Z uzyskanych rdzeni wiertniczych pobrano próbki do badań: litologiczno-petrograficznych, granulometrycznych i palinologicznych. Odcinki rdzenia zawierające utwory asocjacji bursztynonośnej zostały przepłukane w celu wydobycia z osadów rozproszonych okruchów bursztynu. Wykonywane badania miały na celu określenie stratygrafii, litologii i miąższości osadów serii bursztynonośnej. Istotnym elementem prac było określenie składu granulometrycznego serii bursztynonośnej, wykonane metodą analizy areometrycznej i sitowej zgodnie z PN-EN ISO 17892-4:2017-01, i potwierdzenie występowania w niej nagromadzeń bursztynu o znaczeniu złożowym (Błachnio i in., 2020). W celu określenia litologii osadów zastosowano nazwy genetyczne, które nie są stosowane w nazewnictwie gruntów (mułek piaszczysty jest nazywany gliną piaszczystą). W celu uściślenia stratygrafii osadów bursztynonośnych i określenia palinofacji przeprowadzono badania palinologiczne.

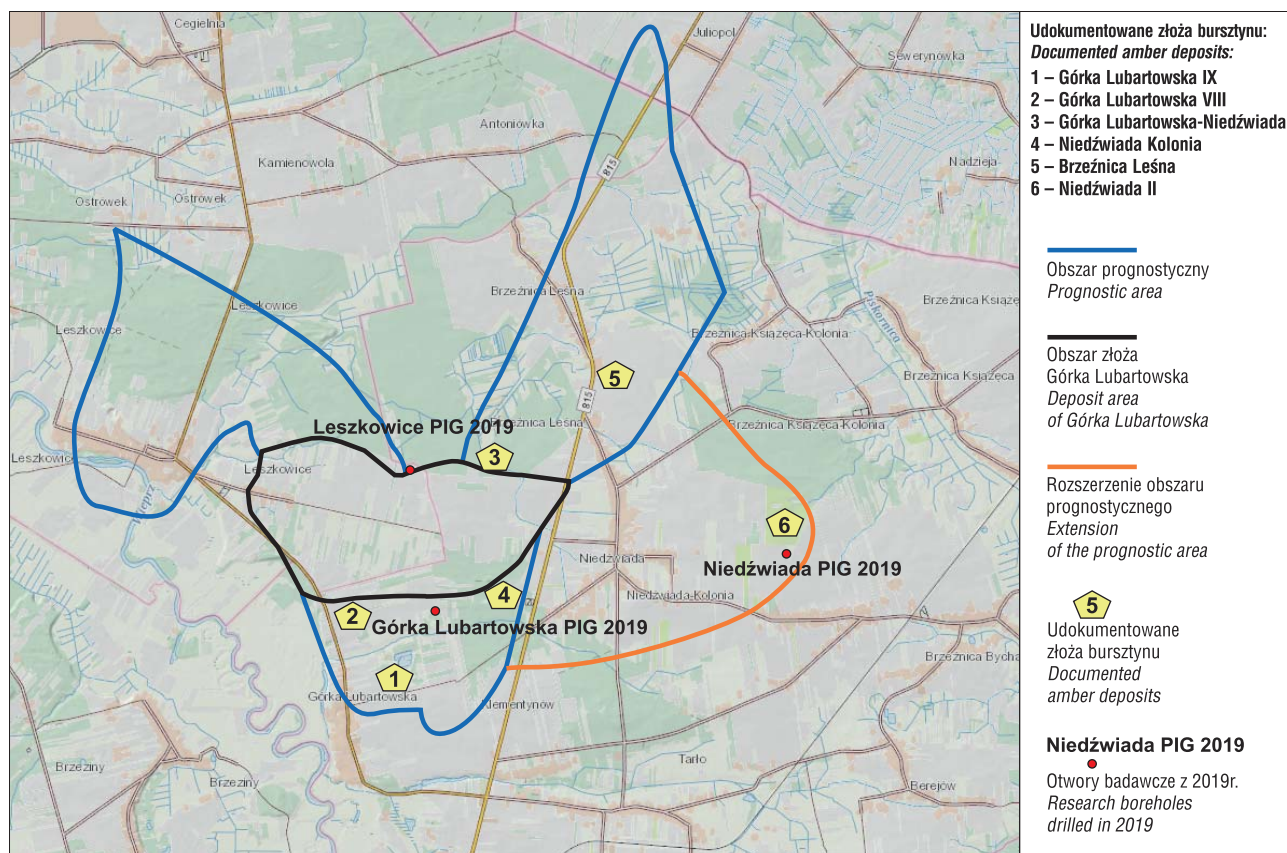
WYNIKI

W profilach otworów Leszkowice, Górka Lubartowska i Niedźwiada (ryc. 4 i 5) przeważają piaski, mułki i ły, często z glaukonitem, zróżnicowane pod względem granulacji, barwy i genezy. Asocjację bursztynonośną tworzą w nich mułki i ły z bursztynem, reprezentujące formację z Siemienia. W najniższej części profili wystę-

pują margle i miejscami kreda pisząca mastrychtu górnego (ryc. 2), nawiercone w przedziale głębokości od 21,2 m (Górka Lubartowska 2019) do 25,6 m (Leszkowice 2019). Ponad stropem utworów mastrychtu występuje seria osadów eocenu górnego, których miąższość wynosi od 6,05 m w Niedźwiadzie do 8,4 m w Leszkowicach i 9 m w Górce Lubartowskiej (ryc. 5). Najpłycej osady eocenu górnego zalegają w Górce Lubartowskiej (12,2 m p.p.t.). Nieco głębiej strop utworów eoceńskich znajduje się w Leszkowicach (17,2 m) i Niedźwiadzie (18,4 m). Seria osadów eoceńskich jest trójdzielna. Poczynając od spągu tworzą ją mułki glaukonitowe z bursztynem, ponad którymi znajdują się piaski glaukonitowe, a jeszcze wyżej mułki glaukonitowe. Dwa górne ogniwa prawie nie zawierają bursztynu.

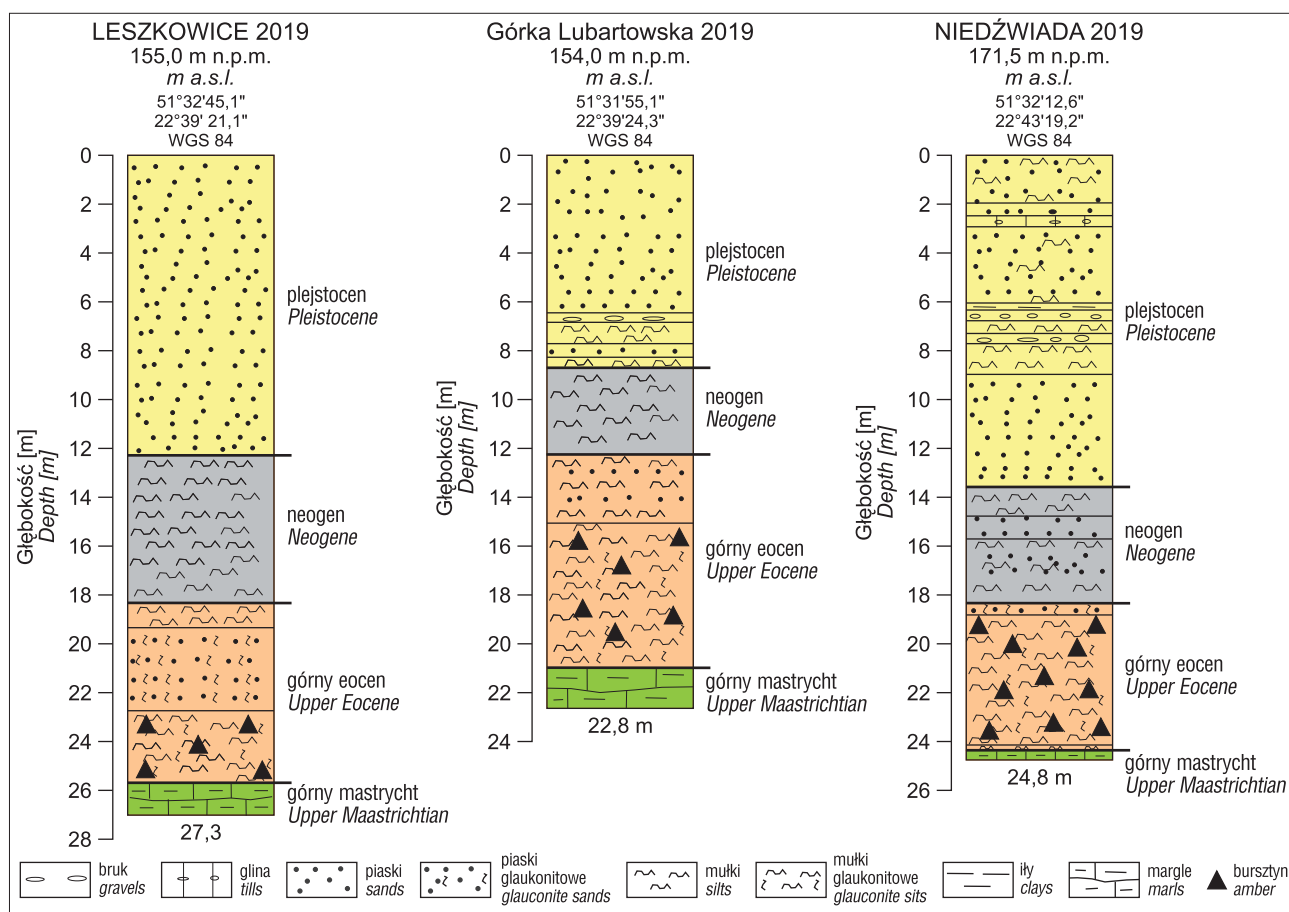
W Leszkowicach profil osadów eoceńskich rozpoczyna pakiet glaukonitowych mułków piaszczystych o miąższości do 2 m, z pojedynczymi ziarnami bursztynu, fosforytami i wtrąceniami piaszczystych. Jest to główna warstwa bursztynonośna. W tym profilu piaski glaukonitowe przykrywające warstwę bursztynonośną osiągają miąższość 4 m. Sekwencję osadów eoceńskich kończą mułki glaukonitowe o miąższości 1,6 m (ryc. 5).

W otworze w Górce Lubartowskiej warstwa bursztynonośna osiąga miąższość 4,5 m i jest podścielona ilastymi mułkami glaukonitowymi o miąższości 1,4 m, w których nie stwierdzono występowania okruchów bursztynu. Ponad mułkiem glaukonitowym z bursztynem występuje mułek glaukonitowy z przewarstwieniami piasku glauko-



Ryc. 4. Lokalizacja nowych otworów badawczych oraz złożowe koncentracje bursztynu na tle obszarów prognostycznych występowania bursztynu na północnej Lubelszczyźnie; obszary występowania wyznaczone na podstawie analizy facjalnej (Kasiński, 2016). Podstawą rozszerzenia obszaru prognostycznego było rozpoznanie złoża Niedźwiada II i nowo odwiercony otwór Niedźwiada PIG 2019

Fig. 4. The concentrations of the amber deposits against the prognostic areas of amber occurrence in the northern Lublin region; areas of occurrence designated on the basis of facies analysis (Kasiński, 2016). The basis for the extension of the forecasting area was the exploration of the Niedźwiada II field and the newly drilled Niedźwiada PIG 2019 well



Ryc. 5. Profile otworów wiertniczych Leszkowice PIG 2019, Górka Lubartowska PIG 2019 i Niedźwiada PIG 2019 (lokalizacje otworów wskazano na ryc. 4)

Fig. 5. Lithological-stratigraphic sections of the Leszkowice PIG 2019, Górka Lubartowska PIG 2019 and Niedźwiada PIG 2019 boreholes (the location is shown in Fig. 4)



Ryc. 6. Ziarna bursztynu z otworów Leszkowice PIG 2019, Górka Lubartowska PIG 2019 i Niedźwiada PIG 2019
Fig. 6. Amber grains from the Leszkowice PIG 2019, Górka Lubartowska PIG 2019 and Niedźwiada PIG 2019 boreholes

nitowego, w którym nie stwierdzono bursztynu. Serię kończą różnoziarniste piaski glaukonitowe bez bursztynu o miąższości 1,6 m (ryc. 5).

W otworze wiertniczym w Niedźwiadzie mułki piaszczyste z bursztynem osiągają miąższość 5,6 m. Utwory te są podścielone 20-centymetrową warstwą mułku glaukonitowego z klastami margli. Miąższość piasków glaukonitowych leżących nad warstwą z bursztynem wynosi jedynie 25 cm (ryc. 5).

We wszystkich trzech opisywanych profilach otworów wiertniczych górna i dolna granica osadów eoceńskich jest

erozyjna. Ponad utworami eoceńskimi występują ciemnoszare, miejscami czarne, mułki bądź piaski z substancją węglistą, które zalicza się do neogenu. Miąższość utworów neogenu wynosi w Leszkowicach 4,3 m, w Górce Lubartowskiej 3,4 m i w Niedźwiadzie 4,2 m. Ponad osadami neogeńskimi leżą utwory plejstoceniowe o miąższości od 8,3 m w Górce Lubartowskiej do 13,7 m w Niedźwiadzie. Są to głównie piaski (miejscami ze żwirami) o geniezie wodnolodowcowej, zaliczane do plejstocenu środkowego (złodowacenia Sanu). Profil osadów czwartorzędowych we wszystkich wierceniach jest silnie zredukowany (ryc. 5).

Bursztyn wyplukany z utworów serii bursztynonośnej jest pokruszony i drobny – ponad 90% ziaren mieści się w przedziale 2–20 mm. Biorąc pod uwagę niewielką średnicę otworów badawczych, nie można wykluczyć pokruszenia większych bryłek bursztynu w procesie wiercenia (ryc. 6 i 7).

Wyniki badań uziarnienia osadów bursztynonośnych potwierdziły przewidywania, że nagromadzenia bursztynu występują w osadzie o frakcji mułku piaszczystego.

Mułek ten zawiera 51–76% frakcji piaszczystej (o średnicy ziaren >0,25 mm), średnio 68% (tab. 1). Im drobniejszy jest osad serii bursztynonośnej (pylasty i ilasty), tym mniejsza jest w nim zawartość okruchów bursztynu. Zachodzi zatem zależność pomiędzy frakcją osadu a obecnością bursztynu. Wiąże się to niewątpliwie z dynamiką wód zbiornika sedymentacyjnego, który w trakcie akumulacji bryłek bursztynu był w fazie regresywnej.



Ryc. 7. Okruchy bursztynu w mułku glaukonitowym z otworów wiertniczych Górka Lubartowska PIG 2019 (A) i Leszkowice PIG 2019 (B)
Fig. 7. Amber crumbs in glauconite silt from the Górka Lubartowska PIG 2019 (A) and Leszkowice 2019 (B) boreholes

Tab. 1. Skład granulometryczny osadów bursztynonośnych w profilach otworów wiertniczych Leszkowice PIG 2019, Górka Lubartowska PIG 2019 i Niedźwiada PIG 2019 (wg Błachnio i in., 2020)

Table 1. The grain size distribution of amber-bearing sediments in boreholes Leszkowice PIG 2019, Górka Lubartowska PIG 2019 i Niedźwiada PIG 2019 (after Błachnio et al., 2020)

Nazwa próbki	Wilgotność naturalna w_n [%]	Zawartość % frakcji				Nazwa gruntu wg PN-B-02480:1986		
		$f_{\Sigma} + f_k$	f_p				f_{π}	f_i
			>2,0 mm	>0,5 mm	>0,25 mm			
Leszkowice 18,8 m	21,32	0	17			54	28	glina zwięzła compact loam
Leszkowice 20,2 m	–		0	22	58			piasek średni medium sand
Leszkowice 23,0 m	20,40	0	72			13	15	glina piaszczysta sandy loam
Leszkowice 24,5 m	23,42	0	68			13	19	glina piaszczysta sandy loam
Górka Lubartowska 15,4 m	–		>2,0 mm	>0,5 mm	>0,25 mm			piasek średni medium sand
Górka Lubartowska 18,0 m	30,71	0	1	28	51			
Górka Lubartowska 18,0 m	30,71	0	72			12	15	glina piaszczysta sandy loam
Górka Lubartowska 19,0 m	26,17	0	71			12	17	glina piaszczysta sandy loam
Górka Lubartowska 20,9 m	24,35	0	55			13	32	ił piaszczysty sandy clay
Niedźwiada 19,4 m	17,65	1	71			10	18	glina piaszczysta sandy loam
Niedźwiada 22,0 m	32,00	0	52			20	28	glina piaszczysta zwięzła compact sandy loam
Niedźwiada 24,1 m	16,26	0	76			10	14	glina piaszczysta sandy loam

Datowania palinologiczne próbek osadów asocjacji bursztynonośnej z trzech opisanych otworów badawczych wskazały, że powstała ona w eocenie górnym (priabonie)

oraz uściśliły wiek osadów neogeńskich (tab. 2, 3 i 4). Analiza zespołów palinomorf, zwłaszcza cyst dinoflagellata z północnej Lubelszczyzny, na podstawie ostatniego

Tab. 2. Główne elementy zespołu palinomorf oznaczone w otworze wiertniczym Leszkowice PIG 2019
Table 2. The main elements of the palynomorph assemblage determined in Leszkowice PIG 2019

Leszkowice PIG 2019 Głębokość* [m] Depth* [m]	Główne elementy zespołu palinomorf <i>The main elements of the palynomorph assemblage</i>	Wiek Age
14,0 15,4 16,3 18,0 18,4	Spory – nieliczne <i>Radialisporis radiarius</i> i <i>Neogenisporis neogenicus</i> Spores – rare <i>Radialisporis radiarius</i> and <i>Neogenisporis neogenicus</i> Nagozalążkowe – dość liczne, głównie <i>Pinuspollenites</i> i <i>Piceapollis</i> Gymnosperms – frequent, mainly <i>Pinuspollenites</i> and <i>Piceapollis</i> Okrytozalążkowe – występują regularnie, choć niezbyt licznie: <i>Nyssapollenites</i> , <i>Alnipollenites verus</i> , <i>Ericipites ericius</i> Angiosperms – occur regularly but not frequent: <i>Nyssapollenites</i> , <i>Alnipollenites verus</i> , <i>Ericipites ericius</i> Fitoplankton – pojedynczo plankton słodkowodny, śladowo morski redeponowany Phytoplankton – freshwater single, slightly marine redeposited Inne – brązowe i czarne fragmenty drewna, śladowo organiczne wyściółki otwornic i glaukonit redeponowane Others – brown and black wood fragments, foram linings and glauconite redeposited)	miocen górny + niewielka redepozycja eocenu Upper Miocene + Eocene redeposition
19,2 21,6 22,6 23,0 24,5	Spory – nieliczne / Spores – rare Nagozalążkowe – nieliczne, głównie <i>Pinuspollenites</i> , <i>Sciadopityspollenites</i> , <i>Inaperturopollenites dubius</i> Gymnosperms – rare, mainly <i>Pinuspollenites</i> , <i>Sciadopityspollenites</i> , <i>Inaperturopollenites dubius</i> Okrytozalążkowe – niezbyt liczne ziarna pyłku roślin ciepłolubnych: <i>Cupuliferoipollenites pusillus</i> , <i>Platanipollis ipelensis</i> , <i>Fususpollenites fusus</i> , <i>Tricolporopollenites staresedlonesis</i> , <i>Sapotaceaepollenites</i> Angiosperms – rare, thermophilous pollen grains present: <i>Cupuliferoipollenites pusillus</i> , <i>Platanipollis ipelensis</i> , <i>Fususpollenites fusus</i> , <i>Tricolporopollenites staresedlonesis</i> , <i>Sapotaceaepollenites</i> Fitoplankton – bardzo liczny, wskaźnikowe: <i>Areosphaeridium michoudii</i> , <i>Cerebrocysta bartonensis</i> , <i>Cordosphaeridium funiculatum</i> , <i>Corrudinium incompositum</i> , <i>Chiropteridium eocenicum</i> , <i>Eatonicysta ursulae</i> subsp. <i>furensis</i> , <i>Glaphyrocysta vicina</i> , <i>G. semitecta</i> , <i>Paucilobimorpha triradiata</i> , <i>P. incurvata</i> , <i>Chytroisphaeridia</i> , <i>Mecsekia</i> Phytoplankton – abundant, important: <i>Areosphaeridium michoudii</i> , <i>Cerebrocysta bartonensis</i> , <i>Cordosphaeridium funiculatum</i> , <i>Corrudinium incompositum</i> , <i>Chiropteridium eocenicum</i> , <i>Eatonicysta ursulae</i> subsp. <i>furensis</i> , <i>Glaphyrocysta vicina</i> , <i>G. semitecta</i> , <i>Paucilobimorpha triradiata</i> , <i>P. incurvata</i> , <i>Chytroisphaeridia</i> , <i>Mecsekia</i> Inne – organiczne wyściółki otwornic, agregaty glaukonitu Others – organic foram linings, glauconite aggregates	eocen górny (priabon) Upper Eocene (Priabonian)

*miejsce poboru próbek do badań palinologicznych / sampling point for palynological tests

Tab. 3. Główne elementy zespołu palinomorf oznaczone w otworze wiertniczym Górka Lubartowska PIG 2019
Table 3. The main elements of the palynomorph assemblage determined in Górka Lubartowska PIG 2019 borehole

Górka Lubartowska PIG 2019 Głębokość* [m] Depth* [m]	Główne elementy zespołu palinomorf <i>The main elements of the palynomorph assemblage</i>	Wiek Age
9,2 12,0 12,1	Spory – nieliczne / Spores – rare Nagozalążkowe – jedynie nieliczne <i>Pinuspollenites</i> / Gymnosperms – rare only <i>Pinuspollenites</i> Okrytozalążkowe – śladowe / Angiosperms – traces Fitoplankton – pojedynczy plankton słodkowodny / Phytoplankton – single freshwater phytoplankton Inne – śladowo organiczne wyściółki otwornic i glaukonit Others – organic foram linings and glauconite traces	neogen? Neogene?
15,4 15,9 17,0 18,1 18,8 19,7 20,6	Spory – nieliczne, wskaźnikowe <i>Cicatricospollenites doregensis</i> i <i>Camarozonosporites heskemensis</i> Spores – rare, important <i>Cicatricospollenites doregensis</i> and <i>Camarozonosporites heskemensis</i> Nagozalążkowe – nieliczne, głównie <i>Pinuspollenites</i> i <i>Sciadopityspollenites</i> Gymnosperms – rare, mainly <i>Pinuspollenites</i> and <i>Sciadopityspollenites</i> Okrytozalążkowe – niezbyt liczne ziarna pyłku roślin ciepłolubnych: <i>Cupuliferoipollenites pusillus</i> , <i>Platanipollis ipelensis</i> , <i>Tricolporopollenites staresedlonesis</i> , <i>T. theacoides</i> , <i>Sapotaceaepollenites</i> Angiosperms – rare thermophilous pollen grains: <i>Cupuliferoipollenites pusillus</i> , <i>Platanipollis ipelensis</i> , <i>Tricolporopollenites staresedlonesis</i> , <i>T. theacoides</i> , <i>Sapotaceaepollenites</i> Fitoplankton – bardzo liczny, wskaźnikowe: <i>Areosphaeridium michoudii</i> , <i>Cerebrocysta bartonensis</i> , <i>Cordosphaeridium funiculatum</i> , <i>Corrudinium incompositum</i> , <i>Glaphyrocysta vicina</i> , <i>Rottnestia borussica</i> , <i>Rhombodinium draco</i> , <i>Paucilobimorpha triradiata</i> , <i>P. incurvata</i> , <i>Chytroisphaeridia</i> Phytoplankton – abundant, important: <i>Areosphaeridium michoudii</i> , <i>Cerebrocysta bartonensis</i> , <i>Cordosphaeridium funiculatum</i> , <i>Corrudinium incompositum</i> , <i>Glaphyrocysta vicina</i> , <i>Rottnestia borussica</i> , <i>Rhombodinium draco</i> , <i>Paucilobimorpha triradiata</i> , <i>P. incurvata</i> , <i>Chytroisphaeridia</i> Inne – organiczne wyściółki otwornic, agregaty glaukonitu Others – organic foram linings, glauconite aggregates	eocen górny (priabon) Upper Eocene (Priabonian)

*miejsce poboru próbek do badań palinologicznych / sampling point for palynological tests

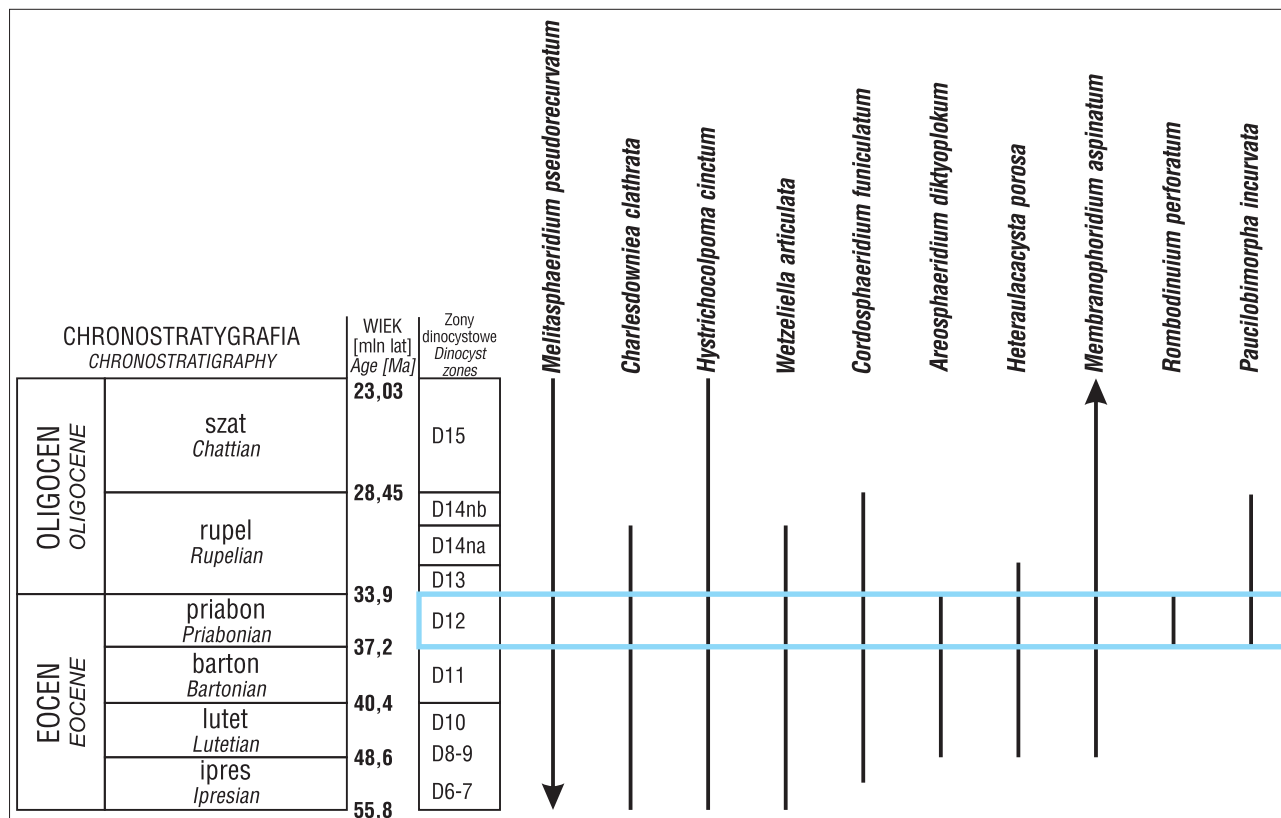
pojawienia się indeksowego gatunku *Areosphaeridium diktyoplokum* pozwoliła na umieszczenie osadów bursztynonośnych w obrębie strefy dinocystowej D12 (ryc. 8). Zespoły dinocystowe uzyskane z wierceń badawczych,

które umożliwiły datowanie osadów na eocen górny – priabon (tab. 4, ryc. 8), są do siebie zbliżone i zawierają wiele gatunków wskaźnikowych: *Areosphaeridium michoudii*, *Cerebrocysta bartonensis*, *Corodosphaeridium funiculatum*,

Tab. 4. Główne elementy zespołu palinomorf oznaczone w otworze wiertniczym Niedźwiada PIG 2019
Table 4. The main elements of the palynomorph assemblage determined in Niedźwiada PIG 2019 borehole

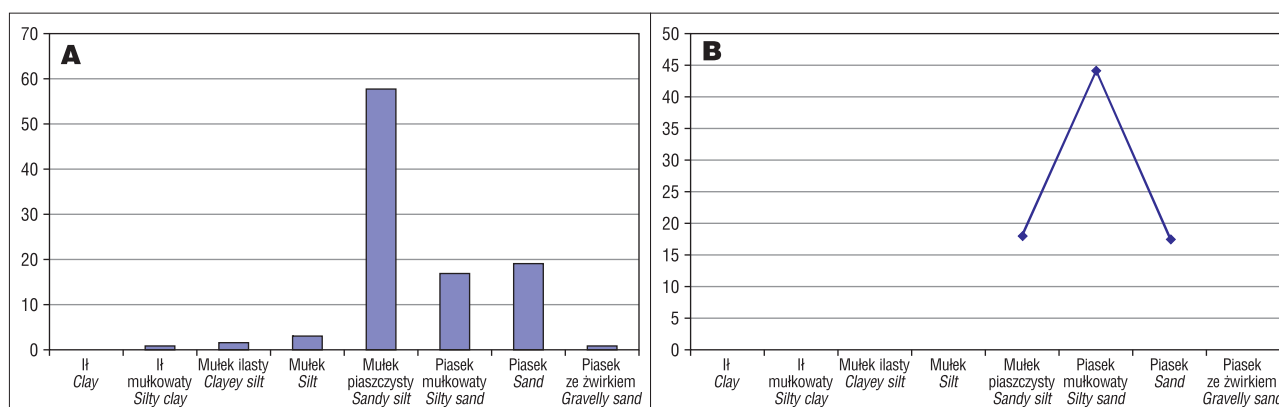
Niedźwiada PIG 2019 Głębokość* [m] Depth* [m]	Główne elementy zespołu palinomorf The main elements of the palynomorph assemblage	Wiek Age
18,8	Spory – nieliczne, wskaźnikowe <i>Cicatricosipollenites dorogensis</i> Spores – rare, important <i>Cicatricosipollenites dorogensis</i>	eocen górny (priabon) Upper Eocene (Priabonian)
20,0	Nagozależkowe – nieliczne, głównie <i>Pinuspollenites</i> , <i>Sciadopityspollenites</i> Gymnosperms – rare, mainly <i>Pinuspollenites</i> , <i>Sciadopityspollenites</i>	
20,9	Okrytozależkowe – niezbyt liczne, obecne ziarna pyłku roślin ciepłolubnych: <i>Cupuliferoipollenites pusillus</i> , <i>Fususipollenites fusus</i> , <i>Tricolporopollenites staresedlonensis</i> , <i>Sapotaceapollenites</i> , <i>Arecipites</i> , <i>Normapollens</i>	
21,6	Angiospermy – rare thermophilous pollen grains: <i>Cupuliferoipollenites pusillus</i> , <i>Fususipollenites fusus</i> , <i>Tricolporopollenites staresedlonensis</i> , <i>Sapotaceapollenites</i> , <i>Arecipites</i> , <i>Normapollens</i>	
22,4	Fitoplankton – bardzo liczny, wskaźnikowe: <i>Areosphaeridium michoudii</i> , <i>Cerebrocysta bartonensis</i> , <i>Corodosphaeridium funiculatum</i> , <i>Corrudinium incompositum</i> , <i>Deflandrea oebisfeldensis</i> , <i>D. heterophlycta</i> , <i>Rhombodinium draco</i> , <i>Paucilobimorpha triradiata</i> , <i>P. incurvata</i> , <i>Chytreoisphaeridia</i> , <i>Mecsekia</i> , <i>Pterospermella</i>	
22,7	Phytoplankton – abundant, important: <i>Areosphaeridium michoudii</i> , <i>Cerebrocysta bartonensis</i> , <i>Corodosphaeridium funiculatum</i> , <i>Corrudinium incompositum</i> , <i>Deflandrea oebisfeldensis</i> , <i>D. heterophlycta</i> , <i>Rhombodinium draco</i> , <i>Paucilobimorpha triradiata</i> , <i>P. incurvata</i> , <i>Chytreoisphaeridia</i> , <i>Mecsekia</i> , <i>Pterospermella</i>	
23,2	Inne – organiczne wyściółki otwornic, agregaty glaukonitu Others – organic foram linings, glauconite aggregates	
23,9		
24,3	Brak palinomorf, ślady glaukonitu No palynomorphs, glauconite traces	?
24,5		

*miejsce poboru próbek do badań palinologicznych / sampling point for palynological tests



Ryc. 8. Wskaźnikowe taksony fitoplanktonu oznaczone w osadach bursztynonośnych na obszarze północnej Lubelszczyzny – datujące te osady na eocen górny (priabon)

Fig. 8. Index phytoplankton taxa identified in amber-bearing sediments in the northern Lublin region – dating these sediments to the Upper Eocene (Priabonian)



Ryc. 9. Charakterystyka granulometryczna osadów bursztynonośnych z północnej Lubelszczyzny: **A** – zawartość bursztynu w poszczególnych frakcjach, największa w mułku piaszczystym; **B** – zawartość bryłek bursztynu o wymiarach powyżej 10 mm, największa w piasku mułkowym (Kasiński, Tołkanowicz, 1999)

Fig. 9. Granulometric characteristics of amber-bearing sediments from the northern Lublin region: **A** – distribution of amber content in individual fractions, the highest in sandy silt; **B** – distribution of amber crumbs above 10 mm in size, the greatest number of larger amber crumbs in silty sand (Kasiński, Tołkanowicz 1999)

Corrudinium incompositum, *Chiropteridium eocenicum*, *Glaphyrocysta vicina*, *G. semitecta*, *Rottnestia borussica* oraz akritarchy *Paucilobimorpha triradiata* i *P. incurvata*.

Zespół palinomorf występujący w osadach mułkowych powyżej utworów asocjacji bursztynonośnej jest wieku neogeńskiego. Jego występowanie udokumentowano palinologicznie w wierceniach w Leszkowicach i Górze Lubartowskiej. W wiercieniu Niedźwiada osady neogenu miały grubszą frakcję i nie stwierdzono w nich materiału predysponowanego do badań palinologicznych (brak osadów organicznych, mułkowych i węglistych, które mogłyby zawierać sporomorfy). Wiek tych osadów określono na podstawie składu petrograficznego (brak materiału skandynawskiego).

W wiercieniu Leszkowice w laminowanych mułkach piaszczystych stwierdzono występowanie niezbyt licznych sporomorf. Oznaczono spory *Radialisporis radiatus* i *Neogenisporites neogenicus*, nagozalążkowe były reprezentowane przez *Pinuspollenites* i *Piceapollis*, a okrytozależkowe przez *Nyssapollenites*, *Alnipollenites verus* i *Ericipites ericius*. Taki skład zespołu wskazuje na miocen. Ponadto w zespole oznaczono fragmenty eoceńskich dinocyst oraz pojedyncze agregaty glaukonitu i organiczne wyściółki otwornic. Składniki te świadczą o niewielkiej domieszce elementów eoceńskich w zespole mioceniście.

W wiercieniu w Górze Lubartowskiej w nadkładzie serii bursztynonośnej w osadach mułkowych ze śladową domieszką glaukonitu występował ubogi zespół nielicznych sporomorf. Na podstawie składu tego zespołu można przypuszczać, że jest wieku neogeńskiego.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Osady bursztynonośne są utworami strefy litoralnej lub płytkiego szelfu silikoklastycznego, co potwierdzają szczątki organizmów morskich. Podczas tworzenia się tych osadów brzegi zbiornika morskiego porastała bogata roślinność subtropikalna, wskazująca na panowanie bardzo ciepłego klimatu na pobliskim lądzie. Pierwotne nagromadzenia żywicy ulegały erozji, a jej wstępnie zdiagnozowane ziarna były transportowane przez prądy wzdłużbrzegowe i redeponowane często w znacznej odległości od

miejsca wcześniejszej depozycji. W takim środowisku zachodziła transformacja żywicy w bursztyn.

Analiza zgromadzonych materiałów umożliwiła częściową rekonstrukcję przebiegu procesów towarzyszących formowaniu się nagromadzeń bursztynu i wzajemnych relacji facjalnych oraz sprecyzowanie warunków paleogeograficznych panujących w eocenie na terenie północnej Lubelszczyzny, w których osadzały się okruchy bursztynu. Wydaje się, że proces ten mógł zachodzić w nieckowatych zagłębieniach dna basenu, mniej lub bardziej rozległych, charakteryzujących się niewielkim gradientem morfologicznym pomiędzy dnem struktury a jej brzegami, które chroniły złożony osad przed oddziaływaniem falowania i prądów wzdłużbrzegowych. Silniej zaznaczające się obniżenia nie były zapewne efektywne w zatrzymywaniu okruchów bursztynu ze względu na powtarzające się zjawiska eworsyjne, które z łatwością ponownie usuwałyby zdeponowane okruchy bursztynu ze względu na ich niewielką gęstość – tylko nieznacznie przekraczającą gęstość wody. Niewielka gęstość bursztynu powoduje, że osadza się on dopiero w środowisku o dość niskiej energii, stanowi zatem ekwiwalent sedymentacyjny utworów drobnoklastycznych.

Poznanie architektury eoceńskiego basenu sedymentacyjnego na Lubelszczyźnie ma dzisiaj nie tylko wymiar naukowy, ale również praktyczny, ponieważ stanowi podstawę do wypracowania charakterystyki warunków geologiczno-złożowych utworów bursztynonośnych nie tylko w Polsce południowo-wschodniej, ale i na Wołyniu, a być może także w Polsce północnej.

Na obszarze północnej Lubelszczyzny większych nagromadzeń bursztynu można się spodziewać w osadach środkowego i górnego eocenu (barton–priabon), należących do formacji z Siemienia. Osady te są wykształcone jako ciemnozielone, glaukonitowe mułki piaszczyste, występujące na głębokości 10–25 m – pod nadkładem utworów neogeńskich i czwartorzędowych. Największą zawartością bursztynu charakteryzują się mułki piaszczyste, jednak frakcją najbogatszą w większe bryłki (powyżej 10 mm) są piaski mułkowe (ryc. 9).

Na podstawie przeprowadzonych badań potwierdzono występowanie bursztynu o znaczeniu złożowym w wyznaczonych rejonach prognostycznych (ryc. 4). Dzięki temu

oraz na podstawie danych z dokumentacji Niedźwiada II (Szydeł, Gazda, 2020) poszerzono obszar prognostyczny występowania nagromadzeń bursztynu o znaczeniu złożowym. W dobie wzmożonego zainteresowania poszukiwaniami bursztynu w Polsce rysuje się także praktyczne znaczenie przeprowadzonych badań, a rozpoznanie geologiczne złóż bursztynu określa kierunki przyszłych badań i dokumentowania oraz możliwości i sposoby eksploatacji.

Autorzy dziękują recenzentkom dr Reginie Kramarskiej i mgr Elżbiecie Tołkanowicz za wnikliwe recenzje i dyskusje, które wzbogaciły treść artykułu. Badania zostały sfinansowane ze środków statutowych PIG-PIB (temat nr 61.4305.1701.00.0).

LITERATURA

- BŁACHNIO O., DOMBROWICKI K., ROGUSKI A. 2020 – Raport z badań składu granulometrycznego 39 próbek osadów z rejonu doliny Wieprza i Tyśmienicy. Arch. Centrum Badań Gruntów i Skał PIG-PIB, Warszawa, nr 1/2020.
- BUJAKOWSKA K., PARECKI A. 2004 – Dokumentacja geologiczna złoża bursztynu Górka Lubartowska w kategorii D. Przeds. Geol. Polgeol, NAG Państw. Inst. Geol., Warszawa, 602/2005.
- CZURYŁOWICZ K. 2015 – Geologiczno-złożowe uwarunkowania nagromadzeń bursztynu w utworach paleogeńskich w rejonie Parczewa i Lubartowa. Analizy przestrzenne w prospekcji surowcowej na przykładzie złoża bursztynu Górka Lubartowska. [W:] Lechnio J. (red.), Pierwsze forum użytkowników licencji edukacyjnej SITE oprogramowania ArcGIS na Uniwersytecie Warszawskim, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski, mat. pokonferencyjne: 12–27.
- CZURYŁOWICZ K., LEJZEROWICZ A., KOWALCZYK S., WYSOCKA A. 2014 – The origin and depositional architecture of Paleogene quartz-glaucinite sands in the Lubartów area, eastern Poland. Geol. Quart., 58 (1): 125–144.
- GEDL P. 2014 – Eocene dinoflagellate cysts from the Sołokija Graben (Roztocze, SE Poland): biostratigraphy and palaeoenvironment. Geol. Quart. 58 (4): 707–728.
- GIEL M.D. 1997 – Wyniki badań mikropaleontologicznych z obszaru północnej Lubelszczyzny. [W:] Kasiński J.R., Piwocki M., Saternus A., Tołkanowicz E., Wojciechowski A., Realizacja projektu prac geologicznych dla określenia perspektyw występowania złóż bursztynu w utworach eocenu północnej Lubelszczyzny. NAG Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa, nr 2529/99.
- JURYS L., KASIŃSKI J.R., KLICH J., KRAMARSKA R., LISTKOWSKI W., ŁAZOWSKI L., MAŁKA A., MUCHA J., NIEĆ M. (red.), SAŁACIŃSKI R., SATERNUS A., URBANŃSKI P., ZIELIŃSKI K. 2010 – Zasady poszukiwań i dokumentowania złóż bursztynu – zalecenia metodyczne. Min. Środowiska, Warszawa.
- KARNKOWSKI P.H., KASIŃSKI J.R. 2014 – Paleogeografia i architektura utworów paleogenu Lubelszczyzny (południowo-wschodnia Polska). [W:] Mizerski W. (red.), Wyzwania geologii regionu lubelskiego w XXI wieku. 83. Zjazd Polskiego Tow. Geol., Państw. Inst. Geol.
- KASIŃSKI J.R. 2015 – Bursztynowa Lubelszczyzna. *Academia*, 41 (1): 45–47.
- KASIŃSKI J.R. 2016 – Złoża bursztynu północnej Lubelszczyzny: historia poznania, budowa geologiczna, perspektywy. [W:] Lubelski bursztyn – znaleziska, geologia, złoża, perspektywy. Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie. Wyd. Stellarium, Kraków: 68–93.
- KASIŃSKI J.R., TOŁKANOWICZ E. 1999 – Amber in the Northern Lublin Region – origin and occurrence. [W:] Kosmowska-Ceranowicz B., Paner H. (red.), Investigations into amber. Muzeum Archeologiczne w Gdańsku: 41–51.
- KASIŃSKI J.R., SŁODKOWSKA B., KRAMARSKA R. 2018 – Amber-bearing sediments of the Polish-Ukrainian border zone stratigraphic correlation. [W:] Wagner-Wysiecka E., Szewo J., Sontag E., Sobecka A., Czebreszuk J., Cwaliński M. (red.), 25th International Symposium “Science and Art”, Gdańsk, Poland, 22–23.03.2018. Abstracts: 94–98.
- KOSMOWSKA-CERANOWICZ B. 2012 – Bursztyn w Polsce i na świecie. Uniw. Warszawski, wyd. I.
- KOSMOWSKA-CERANOWICZ B., KOCISZEWSKA-MUSIAŁ G., MUSIAŁ T., MÜLLER C. 1990 – Bursztynonośne osady trzeciorzędowe okolic Parczewa. Pr. Muz. Ziemi, 41: 21–25.
- KRAMARSKA R., KASIŃSKI J.R., SŁODKOWSKA B. 2020 – Kopaliny przemysłu jubilerskiego. Bursztyn, sukcynt. [W:] Bilans perspektywicznych zasobów kopaliny w Polsce. Państw. Inst. Geol.-PIB: 371–381.
- MELNIČUK V.G., KRYNYCKA M.V. 2018 – Burštyn Polissia. Nacionalny univerditet vodnog gospodarstva ta pryrodokorustovanija, Rivne.
- MOJSKI J.E., RZECHOWSKI J., WOŹNY E. 1966 – Górny eocen w Luszawie nad Wieprzem koło Lubartowa. Prz. Geol., 14 (12): 513–517.
- PIWOCKI M. 2002 – Stratygrafia osadów bursztynonośnych północnej Lubelszczyzny. Prz. Geol., 50 (10/1): 871–874.
- PN-EN ISO/TS 17892-4:2017-01 – Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów, Część 4: Badanie uziarnienia gruntów
- POŻARYSKA K. 1977 – Upper Eocene foraminifera of East Poland and their palaeogeographical meaning. *Acta Palaeont. Polon.*, 22 (1): 3–54.
- POŻARYSKA K., LOCKER S. 1971 – Les organismes planctoniques de l’Eocène supérieur de Siemień. *Pologne orientale. Rev. Micropaleont.*, 14: 57–72.
- SŁODKOWSKA B., KASIŃSKI J.R. 2016a – Uwarunkowania klimatyczne i środowiskowe powstawania bursztynu bałtyckiego. [W:] Lubelski bursztyn – znaleziska, geologia, złoża, perspektywy. Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie. Wyd. Stellarium, Kraków: 22–39.
- SŁODKOWSKA B., KASIŃSKI J.R. 2016b – Paleogen i neogen – czas dynamicznych zmian klimatycznych. Prz. Geol., 64 (1): 15–25.
- SŁODKOWSKA B., KASIŃSKI J.R. 2018 – Amber-bearing deposits of eastern margin of the Pre-North Sea epicontinental basin. 10th European Palaeobotany & Palynology Conference, 12–17.08.2018, UDC Dublin, Program & Abstracts, 0159: 113.
- SŁODKOWSKA B., KRAMARSKA R., KASIŃSKI J.R. 2013 – The Eocene Climatic Optimum and the formation of the Baltic amber deposits. International Amber Researcher Symposium. Amber Deposits-Collections – The Market, Gdańsk, Poland, 22–23.03.2013: 28–32.
- STRZELCZYK G., DANIELEWICZ B. 1990 – Dokumentacja geologiczna w kategorii C2 złoża kruszywa naturalnego (piaski budowlane) wraz z określeniem występowania bursztynu w utworach trzeciorzędowych w rejonie Górka Lubartowska, Przeds. Geol. Polgeol, NAG Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa, 503/WA/SD.
- SZYDEŁ R., GAZDA L. 2020 – Dodatek do dokumentacji złoża piasków i mułków glaukonitowych Niedźwiada II w kat. C1 oraz bursztynu i fosforytów jako kopaliny współwystępujących i piasków kwarcowych jako kopaliny towarzyszącej w kat. C1 (działka nr 517/2 wg ewidencji gruntów) według stanu zasobów na dzień 31 grudnia 2019 r. NAG Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa, 3436/2020.
- TUTSKY V.O. 2005 – Złoża bursztynu na Ukrainie i ich wykorzystanie. [W:] Kosmowska-Ceranowicz B., Gierłowski W. (red.), Bursztyn. Poglądy, opinie. Materiały z seminariów Amberif 1994–2004. Wyd. Międzynarodowe Stowarzyszenie Bursztynników, Muzeum Ziemi PAN, Międzynarodowe Targi Gdańskie SA, Gdańsk: 26–28.
- TUTSKY V.O., STEPANUK L. 1999 – Geologie und Mineralogie des Bernsteins von Klesov, Ukraine. [W:] Kosmowska-Ceranowicz B., Paner H. (red.), Investigations into amber. Muz. Archeol. w Gdańsku: 53–60.
- WAŻYŃSKA H. 1997 – Wyniki badań palinologicznych próbek osadów trzeciorzędowych z otworu wiertniczego Czemierniki, arkusz Radyń Podlaski 1:50 000. [W:] Kasiński J.R., Piwocki M., Saternus A., Tołkanowicz E., Wojciechowski A., Realizacja projektu prac geologicznych dla określenia perspektyw występowania złóż bursztynu w utworach eocenu północnej Lubelszczyzny. NAG Państw. Inst. Geol.-PIB, nr 2529/99.
- WOŹNY E. 1966a – Eocen w Siemieniu koło Parczewa. Geol. Quart., 10 (3): 843–850.
- WOŹNY E. 1966b – Fosforyty i bursztyn z Siemienia koło Parczewa. Prz. Geol., 14 (6): 277–278.
- WOŹNY E. 1977 – Pelecypods from the Upper Eocene of East Poland. *Palaeont. Polon.*, 22: 93–112.
- WYSOCKA A. 2002 – Clastic Badenian deposits and sedimentary environments of the Roztocze Hills across the Polish-Ukrainian border. *Acta Geol. Polon.*, 52 (4), 535–561.
- ZDANOWSKI A., KIELCZYK K., PALUCH J., WALCZAK K., BACHMAN Ł. 2017 – Dokumentacja geologiczna złoża piasków skaleniowo-kwarcowych i kopaliny towarzyszących – glaukonitu i bursztynu. Górka Lubartowska – Niedźwiada, miejscowość Brzeźnica Leśna Kolonia, gm. Niedźwiada, pow. lubartowski, woj. lubelskie. Stellarium sp. z o.o., NAG PIG-PIB, Warszawa, 3309/2017.
- ŻARSKI M., SŁODKOWSKA B. 2020 – Dokumentacja geologiczna powykonawcza do projektu prac geologicznych na wykonanie trzech badawczych otworów wiertniczych: Niedźwiada PIG 2019, Leszkowice PIG 2019 i Górka Lubartowska PIG 2019. Urząd Marszałkowski Województwa Lubelskiego, Lublin.

Praca wpłynęła do redakcji 12.05.2021 r.
Akceptowano do druku 28.12.2021 r.