

Litogeneza piaszczystych osadów międzymorenowych w środkowej części Pojezierza Chełmińskiego

Krystyna Kenig*, Leonard Jochemczyk**, Marek Trzepla**



K. Kenig



L. Jochemczyk



M. Trzepla

Lithogenesis of intertills sand deposits from the central part of the Chełmno Lakeland. *Prz. Geol.*, 54: 807–814.

S u m m a r y. Intertills sand deposits of the Augustovian, Great and Eemian Interglacials were recognized in eight borehole sections of the Chełmno Lakeland. Wartanian glaciofluvial sediments were also studied. All these deposits are well defined in the area by lithological analyses of granulation, mineral composition of light and heavy fractions, roundness of quartz grains and calcium carbonate content. Their Great and Eemian Interglacial age is evidenced by palynological analyses. Among various lithological features distinguishing the interglacial deposits from glaciofluvial ones the most important are mineral characteristics such as contribution of light and heavy fractions. Quantitative lithological features of the interglacial and

glaciofluvial sand deposits resulted from many geologic and sedimentologic factors.

Key word: lithology, stratigraphy, interglacial sands, glaciofluvial sands, Chełmno Lakeland, Poland

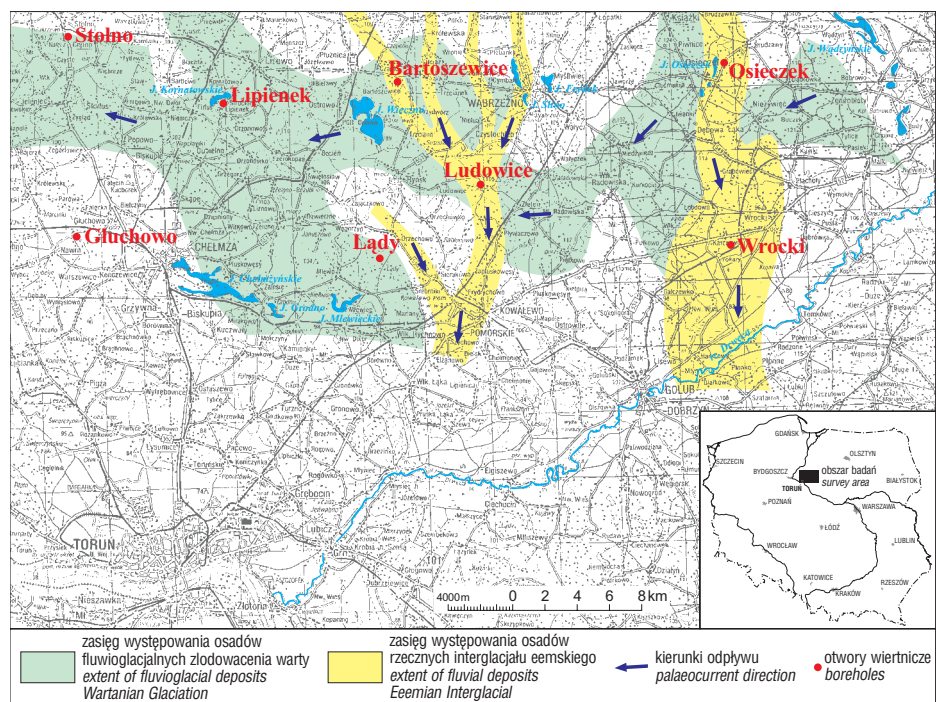
Przedmiotem niniejszej pracy jest charakterystyka litogenetyczna piaszczysto-żwirowych osadów plejstocenu środkowej części Pojezierza Chełmińskiego, występujących na obszarze położonym na wschód od Chełmży, prowadząca do określenia litostratygrafii. W rejonie tym w latach 1996–2001 wykonano 8 otworów wiertniczych przebijających plejstocen (ryc. 1, 2, 3).

Obszar badań obejmuje fragment strefy marginalnej fazy krajeńskiej stadiału głównego zlodowacenia wisły. W rzeźbie terenu wyróżniają się tutaj ciągi wzgórz morenowych wyznaczających kolejne etapy postępu lodolodu (Niewiarowski, 1959). Osady plejstocenu mają na tym obszarze miąższość od 30 do 190 m. W profilu plejstocenu wyróżniono 9 poziomów glin morenowych, 8 poziomów

mułków oraz od 8 do 13 poziomów osadów piaszczysto-żwirowych, występujących pomiędzy poziomami glin. Rozróżnienia stratygraficzne osadów dokonano na podstawie wyników badań litologiczno-petrograficznych, palinologicznych oraz korelacji regionalnej. Rozpoznane osady przyporządkowano następującym jednostkom stratygraficznym: zlodowaceniowi narwi, interglacjałowi augustowskiemu, zlodowaceniom południowopolskim (nidy, interglacjałowi małopolskiemu, sanu), interglacjałowi wielkiemu, zlodowaceniom środkowopolskim (odry i warty), interglacjałowi eemskiemu i zlodowaceniom północnopolskim (wisły). Wydzielenia te są zgodne z wydzieleniami na *Szczegółowej mapie geologicznej Polski w skali 1 : 50 000* (Drozd & Trzepla, 1999, 2003a, b).



Ryc. 1. Lokalizacja otworów wiertniczych oraz zasięg występowania osadów fluwioglacjalnych zlodowacenia warty i osadów rzecznych interglacjału eemskiego z zaznaczonymi dawnymi kierunkami odpływu z badanego obszaru **Fig. 1.** Localisation of the boreholes studied and extent of fluvioglacial deposits of the Wartanian Glaciation, fluvial deposits of the Eemian Interglacial and palaeocurrent directions in the study area



*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; krystyna.kenig@pgi.gov.pl

**Katowickie Przedsiębiorstwo Geologiczne Sp. z o.o., al. W. Korfańskiego 125 a, 40-754 Katowice; kpg@kpg-katowice.com.pl

Szczegółowym badaniom analitycznym poddano piaszczyste osady interglacjałów: augustowskiego, wielkiego i eemskiego oraz osady fluwioglacjalne rozdzielające gliny zwalowe dwu stadiałów zlodowacenia warty (dolnego i środkowego). Celem tych badań było wykazanie podobieństw i (lub) różnic jakościowych oraz ilościowych w litologii osadów piaszczysto-żwirowych, co w końcowym rezultacie umożliwiła określenie ich genezy, litostratygrafii oraz litodynamiki środowiska sedymentacji.

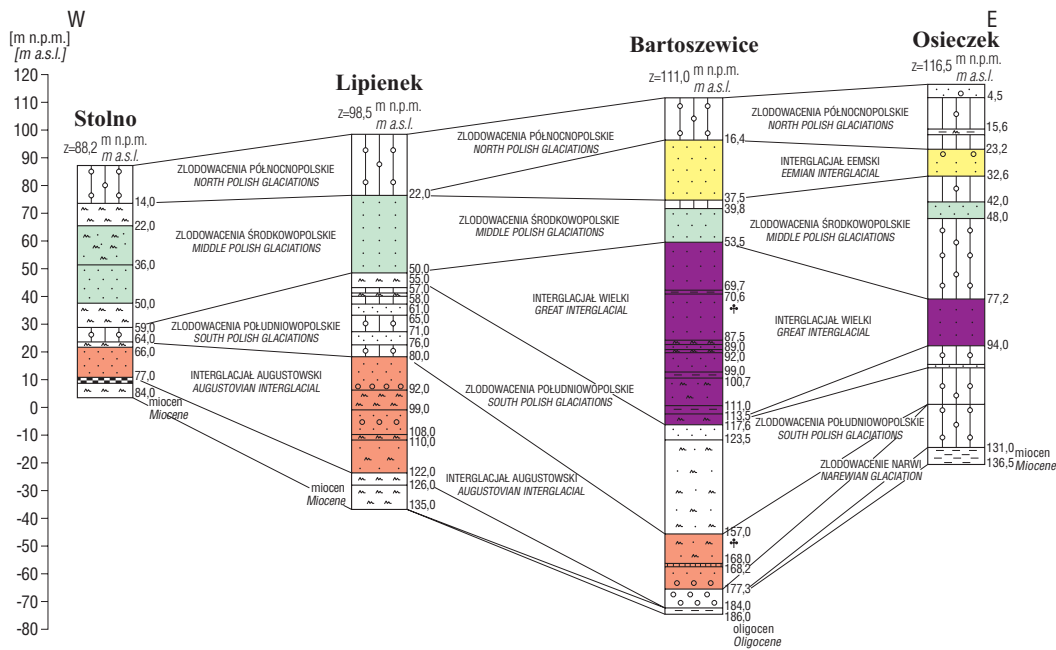
W niedalekim sąsiedztwie obszaru badań analizowano litologię osadów międzymorenowych południowo-zachodniej części Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego (Niewiarowski, 1959; Niewiarowski & Wysota, 1996) i zachodniej części Pojezierza Chełmińskiego (Wysota, 2002). Natomiast w szerokim zakresie osady międzymorenowe

rejonu północno-wschodniego Mazowsza zostały scharakteryzowane przez Bałuk (1991).

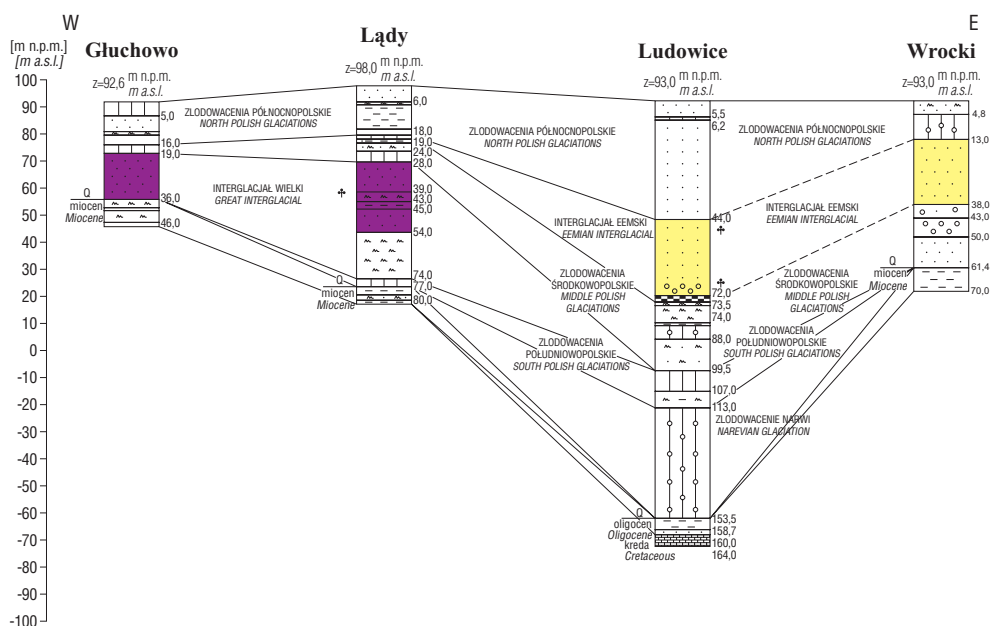
Kompleksowe badania osadów międzymorenowych od dawna prowadzone są również na Litwie (Jurgaitis, 1969, 1984; Jurgaitis i in., 1982). Są to prace dotyczące zarówno metodyki badań, jak i zagadnień utylitarnych, gdyż osady te są perspektywnymi źródłami surowców okruszowych i występują w nich poziomy wodonośne. W jednej z ostatnich prac Malinkaukasa (1991) znajduje się szeroki wykaz literatury na temat badań tych osadów na terytorium Litwy.

Metodyka badań

Analizowano osady ośmiu rdzeni wiertniczych z otworów kartograficzno-badawczych (ryc. 2, 3). Do badań litologiczno-petrograficznych pobrano z rdzeni 107 próbek



Ryc. 2. Profile litologiczne otworów wiertniczych w północnej części rejonu badań
 Fig. 2. Lithological profiles of borehole in the northern part of the study area



Ryc. 3. Profile litologiczne otworów wiertniczych w południowej części rejonu badań
 Fig. 3. Lithological profiles of boreholes in the southern part of the study area

osadów piaszczysto-żwirowych. Interpretacja genetyczna i litostratygraficzna osadów międzymorenowych została wykonana na podstawie ilościowych wyników analiz lito-logicznych z uwzględnieniem sekwencyjnego zalegania tych osadów w profilach wiertniczych. Wykonano następujące analizy: granulometryczne, zawartości minerałów ciężkich, składu mineralno-petrograficznego frakcji 0,5–1,0 mm, stopnia obtoczenia ziaren kwarcu oraz zawartości węglanu wapnia. Analizy te wykonano zgodnie z *Metodyką opracowania „Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000”* (Marks & Ber, 1999; Jochemczyk & Olszewska, 1999; 2000a, b; Kenig, 2005)

Analiza granulometryczna została przeprowadzona kombinowaną metodą sitowo-pipetową przy użyciu kompletu sit o wielkości oczek 0,06–10,0 mm. Podstawowe parametry uziarnienia, takie jak wartość środkowa rozkładu uziarnienia (Md), przeciętna średnica ziaren (Mz), odchylenie standardowe (σ), współczynnik skośności (Sk) oraz kurtoza (K_G), zostały obliczone na podstawie wzorów Folk i Warda (1957). W celu wyróżnienia środowisk sedymentacji osadów — rzecznych i wód stojących — wybrane wyniki analiz granulometrycznych przedstawiono na wykresie zależności wartości współczynnika wysortowania od mediany średnic (Buller & Mc Manus, 1972).

Analiza minerałów ciężkich została wykonana we frakcji 0,10–0,25 mm, wydzielonej w bromofornie z 10 g naważki. Oznaczono minerały nieprzezroczyste, węglany, glaukonit oraz minerały przezroczyste, które w obliczeniach stanowiły 100%.

Analizę składu mineralno-petrograficznego frakcji piaszczystej 0,5–1,0 mm przeprowadzono pod lupą binokularną, zgodnie z sugestiami Kenig (1999). Z badanej frakcji wybrano losowo 200–300 ziaren, wyróżniając: kwarc, skały krystaliczne i skalenie, wapienie północne, wapienie lokalne, agregaty wapienisto-ilaste i żelaziste, a także fragmenty uwęglonej materii organicznej.

Dodatkowo, w osadach gruboziarnistych oznaczono skład petrograficzny frakcji powyżej 1,0 mm.

Do analizy obtoczenia ziaren kwarcu zastosowano metodę projekcji fotograficznej. Na negatywie zliczono ziarna obtoczone (O), częściowo obtoczone (CO) oraz kanciaste (K) i obliczono współczynnik obtoczenia według

Metodyki... (Marks & Ber, 1999), z uwzględnieniem późniejszych uwag (Kenig, 2000).

Zawartość węglanu wapnia badano we frakcji poniżej 0,1 mm, wyplukanej w wodzie destylowanej.

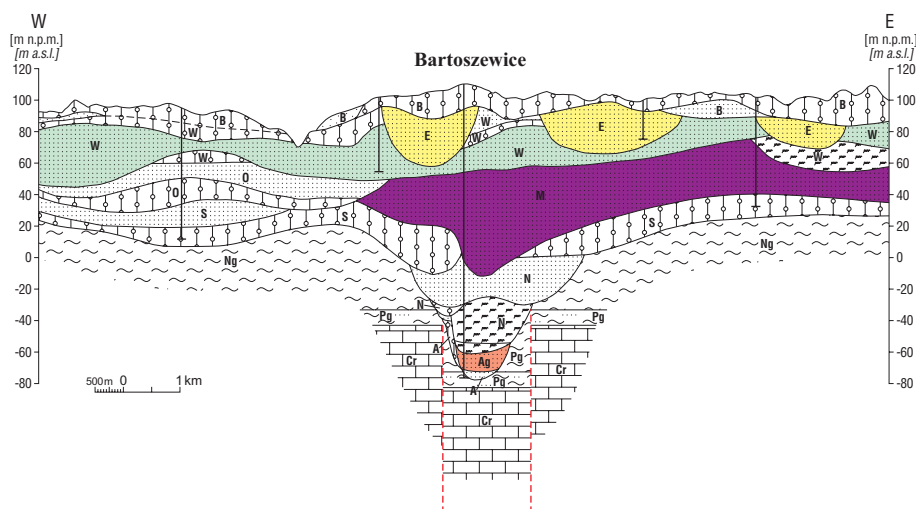
Osady interglacjału augustowskiego

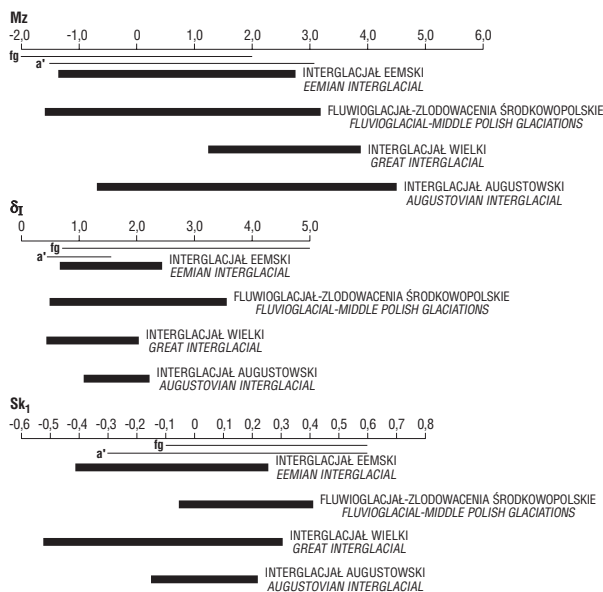
Osady rzeczne interglacjału augustowskiego zostały stwierdzone jedynie w północnej części obszaru, w profilach otworów: Stolno, Lipienek i Bartoszewice (ryc. 2). Wypełniają one kopalną dolinę wyerodowaną w osadach miocenu i oligocenu (ryc. 4). Brak tych osadów w południowej części obszaru jest prawdopodobnie efektem późniejszej erozji. Na obszarze badań osiągają one miąższość do 42 m i wykazują wyraźną zmienność facjalną oraz regionalną. Charakteryzowane osady reprezentowane są przez szare oraz szarobrunatne piaski drobno- i średnioziarniste z domieszką żwiru. Zawierają one gładziki organodetrytycznych wapieni kredowych i fragmenty miocenijskiego węgla brunatnego, pochodzące z podłoża osadów plejstoceńskich. Wysortowanie tych osadów jest zróżnicowane, od bardzo słabego do przeważającego umiarkowanego. Znaczny rozrzut punktów projekcyjnych na wykresie Bullera i Mc Manusa (punkty często wykraczają poza pole piasków rzecznych) wskazuje na duże zróżnicowanie energetyczne środowiska wodnego. Uwidacznia się to również w znacznym przedziale wartości średniej średnicy ziaren (ryc. 5). Współczynnik obtoczenia ziaren kwarcu wynosi od 0,32 do 1,06. W większości próbek tych osadów stwierdzono mniej niż 10% ziaren kanciastych, natomiast zawartość ziaren obtoczonych dochodzi do 50%. We frakcji 0,5–1,0 mm oprócz zdecydowanie dominującego kwarcu (w profilu Stolno 64,0–82,3%) występują również skały krystaliczne i skalenie (w ilości 6,3–26,0%) oraz mała i zmienna ilość wapieni północnych (1,3–9,0%). Ziarna skał krystalicznych w tej frakcji są także dobrze obtoczone, co potwierdza długi transport i dobrą selekcję ziaren odpornych na wietrzenie.

W składzie minerałów ciężkich zawartość granatów (51,5–75,2%) jest zdecydowanie większa niż amfiboli (11,8–26,6%). Węglanowość tych piasków jest niewielka — zawartość CaCO_3 wynosi ok. 3%. Wyniki badań palino-

Ryc. 4. Przekrój geologiczny w rejonie Bartoszewic wg Drozda i Trzepli, 2003a: Cr — kreda; Pg — paleogen (oligocen); Ng — neogen (miocen); A — zlodowacenie narwi; Ag — interglacjał augustowski; N, S — zlodowacenia południowopolskie; M — interglacjał wielki; O, W — zlodowacenia środkowopolskie; E — interglacjał eemski; B — zlodowacenia północnopolskie (wisty)

Fig. 4. Geologic section through the Bartoszewice area after Drozd & Trzepla, 2003a: Cr — Cretaceous; Pg — Paleogene (Oligocene); Ng — Neogene (Miocene); A — Narewian Glaciation; Ag — Augustovian Interglacial; N, S — South Polish Glaciations; M — Great Interglacial; O, W — Middle Polish Glaciations; E — Eemian Interglacial; B — North Polish Glaciations (Vistulian)





Ryc. 5. Zakresy wartości parametrów uziarnienia piasków rzecznych interglacjału augustowskiego, wielkiego i eemskiego oraz piasków fluwioglacjalnych zlodowacenia warty w środkowej części Pojezierza Chełmińskiego: fg — zakres zmienności wartości parametrów uziarnienia we fluwioglacjalnych osadach plejstocenijskich Polski, a' — zakres zmienności wartości parametrów uziarnienia rzecznych osadów plejstocenijskich Polski (wg Racinowskiego & Szczypka, 1985)

Fig. 5. Particle-size distribution parameters for fluvial sands of the Augustovian Interglacial, Great Interglacial, Eemian Interglacial and fluvioglacial sands from the Wartanian Glaciation from the central part of the Chełmno Lakeland: fg — ranges of granulation variability parameters of Pleistocene fluvioglacial deposits in Poland, a' — variability ranges of granulation parameters of Pleistocene fluvial deposits in Poland (after Racinowski & Szczypka, 1985)

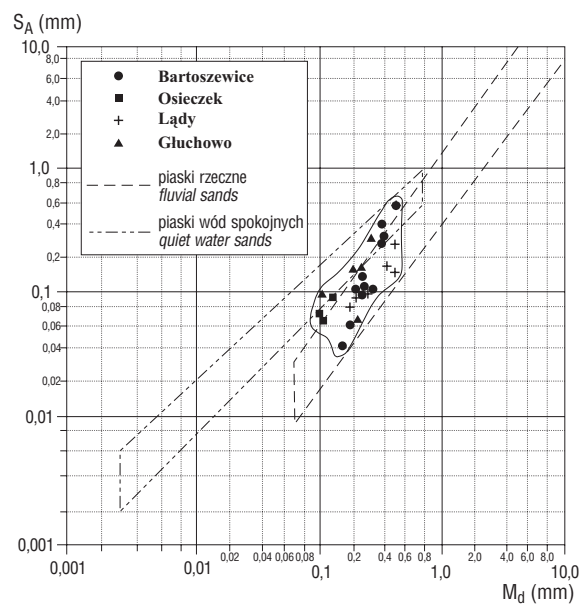
logicznych osadów interglacjału eemskiego z profilu Bartoszewice wskazują na to, że sedimentacja odbywała się w środowisku lasu chłodnej strefy umiarkowanej na początku interglacjału (Winter, 2001).

W profilu Bartoszewice, bezpośrednio pod osadami interglacjału augustowskiego, leżą fluwioglacjalne osady żwirowo-piaszczyste zlodowacenia narwi. Cechy litologiczne tych osadów wyraźnie odróżniają je od wyżej zalegających osadów interglacjalnych — mają one między innymi grubsze ziarno, gorsze wysortowanie i obtoczenie ziaren kwarcu oraz większą zawartość wapieni północnych, dochodzącą do 16,3%.

Osady interglacjału wielkiego

W środkowej części Pojezierza Chełmińskiego osady interglacjału wielkiego mają szerokie rozprzestrzenienie oraz dużą miąższość (do 64,1 m). Stwierdzone zostały zarówno w północnej, jak i południowej części badanego obszaru, w profilach otworów Bartoszewice, Osieczek, Głuchowo i Łądy (ryc. 2, 3). Na ogół są to osady o zmiennym rytmie sedimentacji, który jest odzwierciedlony zmiennym wykształceniem granulometrycznym. Jednakże zmiana ta mieści się w stosunkowo niewielkim przedziale wartości średniej średnicy ziarna (ryc. 5). Osady te wykształcone są w facji korytowej, pozakorytowej i prawdopodobnie także jeziornej. Osadzały się one głównie w korytach rzecznych, tworzących sieć o przeważającym kierunku odpływu ku północy. Wskazuje na to hipsometria podłoża osadów oraz

nawiązanie do kierunku odpływu zapisanego w starszych osadach piaszczystych. Są to dobrze, umiarkowanie i słabo wysortowane jasnoszare piaski drobno- i średnioziarniste. Zawierają one redeseponowane fragmenty ilów z lignitem oraz mułowców i pyłowców mioceńskich. Na wykresie Bullera i Mc Manusa punkty odpowiadające tym osadom grupują się głównie w polu sedimentacji rzecznej (ryc. 6). Współczynnik obtoczenia ziaren kwarcu tych osadów wynosi od 0,11 do 0,82, a więc jest najmniejszy wśród współczynników wszystkich zbadanych tu osadów. Zawartość obtoczonych ziaren kwarcu jest wyjątkowo duża w profilu Bartoszewice, gdzie dochodzi do 90%. Potwierdza to długi transport i dobrą selekcję osadu. Można też sądzić, że źródłem materiału były również rozmywane osady eoliczne. W profilu Bartoszewice analiza obtoczenia ziaren kwarcu umożliwiła wyznaczenie granicy pomiędzy piaskami rzecznoymi (ryc. 7) tego interglacjału (o wartościach współczynnika obtoczenia 0,11–0,30), a piaskami fluwioglacjalnymi zlodowaceń środkowopolskich, zalegającymi powyżej,



Ryc. 6. Zależność między współczynnikiem wysortowania (S_A) a medianą (M_d) piasków interglacjału wielkiego (wg Buller, Mc Manus 1972)

Fig. 6. Correlation between sorting (S_A) and median (M_d) for the Great Interglacial sands (after Buller, McManus 1972)

oraz południowopolskich — zalegającymi poniżej (0,62). W piaskach rzecznych z otworu Osieczek frakcja ziarnowa 0,5–1,0 mm zawiera niemal wyłącznie kwarc, natomiast w profilach pozostałych otworów oprócz kwarcu we frakcji tej występują skalenie i mała ilość wapieni paleozoicznych. Pod względem składu minerałów ciężkich charakteryzują się obecnością licznych granatów, których zawartość dochodzi do 66%. Ilość amfiboli jest bardzo zmienna. W profilu Bartoszewice ich udział wynosi nawet 35%. Wyniki badań palinologicznych w tym profilu wskazują na środowisko lasów mieszanych oraz sugerują, że piaski te powstały pod koniec interglacjału wielkiego (Winter, 2001).

Osady fluwioglacjalne zlodowacenia warty

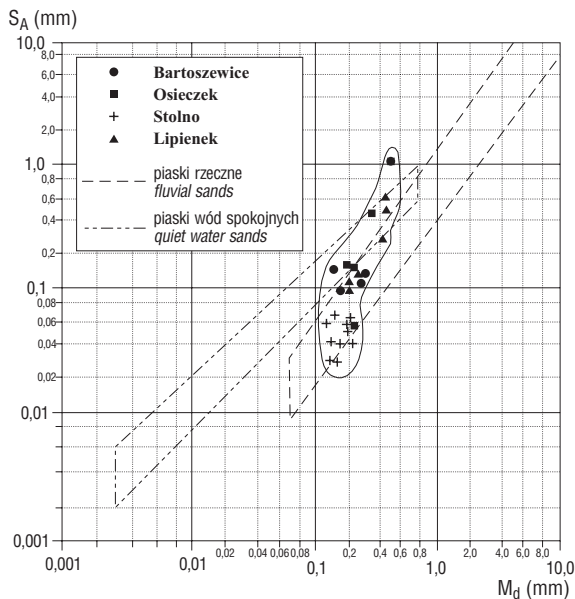
Osady fluwioglacjalne rozdzielające gliny morenowe zlodowacenia warty stwierdzono tylko w północnej części obszaru badań, w profilach otworów: Stolno, Osieczek,

Bartoszewice i Lipienek. Na pozostałym obszarze najczęściej są one zredukowane lub całkowicie usunięte przez erozję w okresie interglacjału eemskiego (Drozd & Trzepla, 2003a, b). Osady fluwioglacjalne, noszące ślady ogólnego kierunku odpływu na zachód, wypełniają prawdopodobnie pradolinę, w której wyraźnie zaznacza się wzrost miąższości osadów w kierunku zachodnim, od 6,0 m do 28,0 m (ryc. 1, 2).

Osady te wykształcone są jako piaski drobno- i średnioziarniste z domieszką żwiru. Charakteryzują się one zróżnicowanym wysortowaniem, od bardzo słabego do umiarkowanego (ryc. 5). Na wykresie Bullera i Mc Manusa punkty projekcyjne tych osadów grupują się głównie w polu piasków rzecznych, a częściowo leżą w polu piasków wód stojących (ryc. 8). Wskazuje to na zmienny reżim hydrologiczny. Współczynniki obtoczenia ziaren kwarcu tej serii są również zmienne — od 0,35 do 1,75. Tak duża zmienność stopnia obtoczenia ziaren kwarcu, obserwowana w



Ryc. 7. Ziarna kwarcu o średnicy 0,5–1,0 mm z piasków interglacjału wielkiego w profilu Bartoszewice, głębokość 105,8–106,0 m
Fig. 7. Quartz grains 0.5–1.0 mm in diameter from sands of the Great Interglacial, Bartoszewice profile, depth 105.8–106.0 m

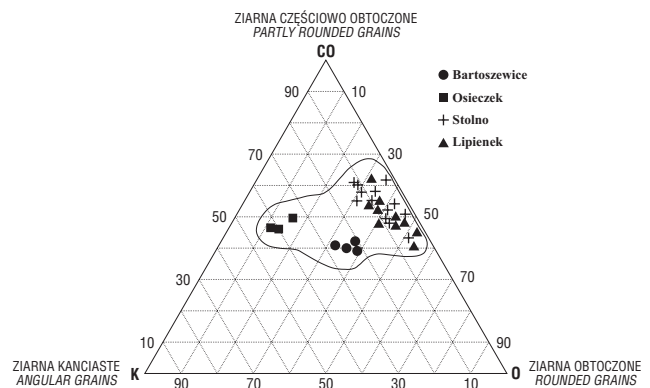


Ryc. 8. Zależność między współczynnikiem wysortowania (S_A) a medianą (M_d) piasków fluwioglacjalnych zlodowacenia warty (wg Bullera & Mc Manusa, 1972)
Fig. 8. Correlation between sorting (S_A) and median (M_d) of the fluvio-glacial sands from the Wartanian Glaciation (after Buller & Mc Manus, 1972)

skali regionalnej, związana jest z długością drogi transportu sedymentowanego materiału. W stosunku do osadów rzecznych piaski te zawierają więcej częściowo obtoczonych i kanciastych ziaren kwarcu (ryc. 9). We frakcji 0,5–1,0 mm oprócz kwarcu występują skalenie i skały krystaliczne oraz wapienie paleozoiczne, których udział przekracza 20%. W osadzie tym nawet ziarna skaleni i skał krystalicznych są kanciaste (ryc. 10). W składzie minerałów ciężkich przeważa asocjacja granat-amfibol, lecz w stosunku do osadów rzecznych uwidacznia się podwyższona zawartość amfiboli, w profilu Bartoszewice przekraczająca nawet 40%. Udział innych minerałów nie jest duży, często zmienny, zależny od rodzaju rozmywanych osadów podłoża.

Osady interglacjału eemskiego

Osady interglacjału eemskiego, stwierdzone w środkowej i wschodniej części badanego obszaru, w profilach

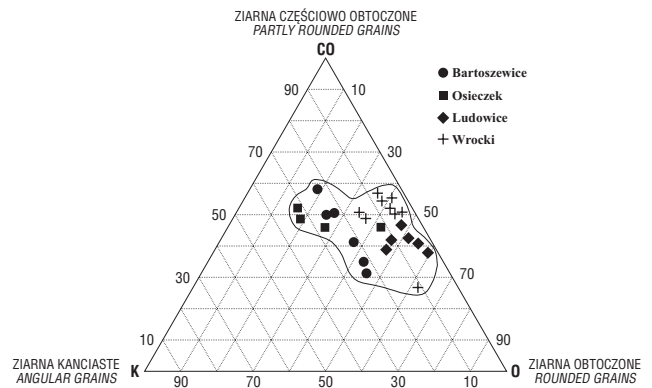


Ryc. 9. Obtoczenie ziaren kwarcu o średnicy 0,5–1,0 mm z piasków fluwioglacjalnych zlodowacenia warty w projekcji trójkąta równobocznego
Fig. 9. Roundness of the quartz grains 0.5–1.0 mm in diameter for fluvio-glacial sands from the Wartanian Interglacial, an equilateral triangular diagram



Ryc. 10. Piasek fluwioglacjalny o średnicy 0,5–1,0 mm z profilu Osieczek, głębokość 42,8–43,0 m
Fig. 10. Fluvio-glacial sand 0.5–1.0 mm in diameter from the Osieczek core, depth 42.8–43.0 m

Bartoszewice, Osieczek, Ludowice i Wrocki (ryc. 2, 3), wypełniają dobrze rozwiniętą sieć głębokich, kopalnych dolin rzecznych o kierunku odpływu na południe (ryc. 1), na co wskazuje położenie hipsometryczne den dolin. Na Pojezierzu Chełmińskim osady interglacjału eemskiego mają dosyć dużą miąższość, dochodzącą do 28,0 m w profilu Ludowice (ryc. 3), i wyraźne zróżnicowanie facjalne, w zależności od wykształcenia w różnych częściach kopalnych dolin rzecznych z tego okresu. W południowej części obszaru badań (Ludowice, Wrocki) osady eemskie mają najpełniejszy profil i osiągają największą miąższość. Najwyraźniej jest to widoczne w Ludowicach, gdzie osady reprezentują pełny cykl sedimentacji rzecznej, rozpoczynający się żwirem piaszczystym, przechodzącym stopniowo poprzez piaski gruboziarniste w piaski drobnoziarniste o polepszającym się ku stropowi serii wysortowaniu. Punkty projekcyjne odpowiadające tym osadom na wykresie Bullera i Mc Manusa mieszczą się głównie w polu piasków rzecznych, a w małym zakresie w polu wód stojących. Seria rzeczna charakteryzuje się tutaj dużą zawartością granatów (76,0–82,2%), przy małym udziale amfiboli (8,0%). Z pozostałych minerałów ciężkich największy udział ma cyrkon (5,8–10,4%). Ilość ziaren wapieni paleozoicznych we frakcji piaszczystej jest mała, jednak wzrastająca ku stropowi serii. Wyniki innych badań potwierdzają schyłkowy okres sedimentacji interglacjalnej. Świadczy o tym między innymi zwiększająca się zawartość węglańca wapnia i pogarszający się stopień obtoczenia ziaren kwarcu. Dodatkowym argumentem są wyniki analizy palinologicznej mułków przykrywających tę serię piaszczystą. W stropowej części tej serii zaznacza się już wpływ pogarszających się warunków klimatycznych (oziębienie klimatu). W profilu Ludowice, na podstawie badań palinologicznych, określono początek i schyłek interglacjału eemskiego (Winter, 2001). Obtoczenie ziaren kwarcu w osadach interglacjału eemskiego jest zróżnicowane. Gorsze obtoczenie ziaren kwarcu, manifestujące się wyższymi współczynnikami obtoczenia (od 0,55 do 1,42), mają osady piaszczyste, które sedimentowały w

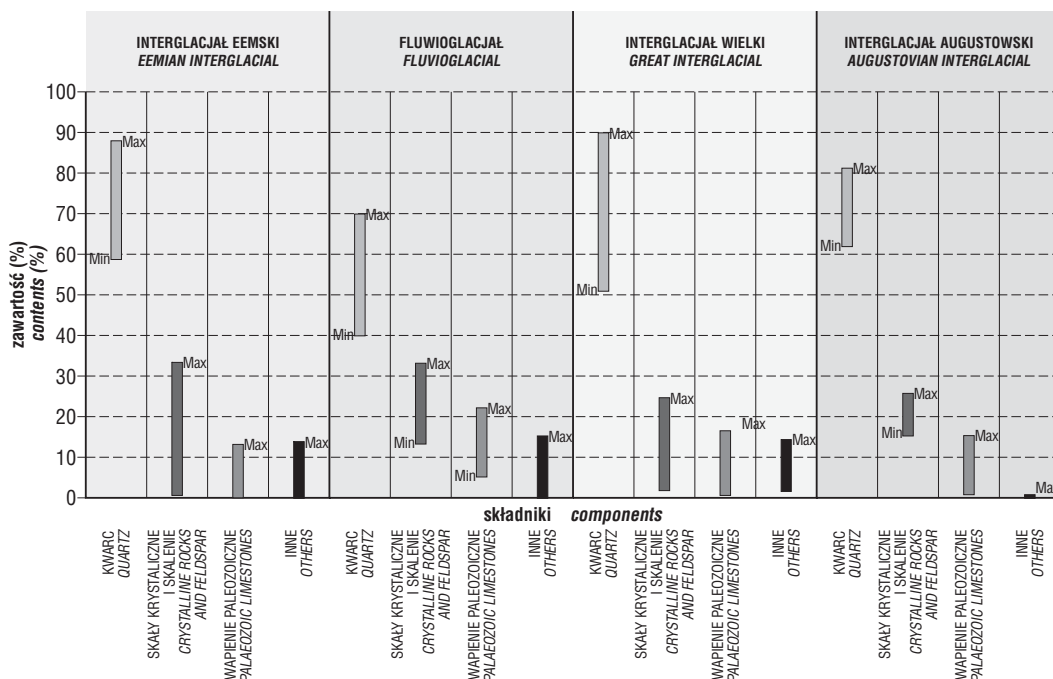


Ryc. 11. Obtoczenie ziaren kwarcu o średnicy 0,5–1,0 mm z piasków interglacjału eemskiego w projekcji trójkąta równobocznego

Fig. 11. Roundness of quartz grains 0.5–1.0 mm in diameter of the Eemian Interglacial, an equilateral triangular diagram

górnym (północnym) odcinkach eemskich dolin rzecznych. Natomiast niższe wartości współczynnika obtoczenia (od 0,28 do 0,72) charakteryzują osady występujące w dolnych (południowych) odcinkach dolin. W tych ostatnich obszarach osady zawierają od 30,05 do 60,0% ziaren obtoczonych, a tylko 2,0% do 5,0% ziaren kanciastych. Zróżnicowanie obtoczenia uwidacznia się wyraźnie w rozkładzie punktów projekcyjnych na ryc. 11. Wskazuje ono na dobrą selekcję piaszczystego sedymentu, poprawiającą się w kierunku południowym, co wynika z dłuższej drogi transportu.

We frakcji 0,5–1,0 mm osadów tego interglacjału zdecydowanie dominuje kwarc, przy małej zawartości skał krystalicznych i skałeni oraz znikomym udziale wapieni paleozoicznych (ryc. 12).



Ryc. 12. Zakresy procentowej zawartości składników mineralno-petrograficznych w piaskach średnicy 0,5–1,0 mm
Fig. 12. Percentage intervals of mineral-petrographic contents in the sands 1.0–0.5 mm in diameter

Dyskusja wyników

Badania interglacialnych i fluwioglacjalnych osadów występujących pomiędzy poziomami glin morenowych mają pierwszorzędne znaczenie dla rozpoznania ewolucji plejstocенских dolin rzecznych (Mojski, 2003).

Piaszczyste osady międzymorenowe, stwierdzone w profilach wiertniczych w środkowej części Pojezierza Chełmińskiego, stanowią wyjątkowo reprezentatywny materiał badawczy. Są one przykładem zapisu zmian sedymentacji osadów, przydatnym do interpretacji w aspekcie genetyczno-facialnym, i mogą jednocześnie posłużyć do wnioskowania litostratygraficznego popartego przez datowania palinologiczne (Kenig i in., 2004).

Wśród różnych cech litologicznych piaszczystych osadów międzymorenowych, umożliwiających odróżnienie osadów interglacialnych od fluwioglacjalnych, największe znaczenie ma skład mineralno-petrograficzny frakcji piaszczystej. Chodzi tutaj zarówno o ilościowy udział minerałów frakcji ciężkiej, jak i frakcji lekkiej. We frakcji lekkiej ważnym aspektem jest również ilościowy udział obtoczonych ziaren kwarcu, częściowo obtoczonych i kanciastych.

Dodatkowych informacji dostarcza też obserwacja powierzchni ziaren kwarcu pod lupą binokularną. Może ona uzupełniać lub, w niektórych przypadkach, zastępować analizy obróbki ziaren kwarcu.

Właściwości litologiczne osadów interglacialnych i fluwioglacjalnych z obszaru środkowej części Pojezierza Chełmińskiego są podobne do właściwości osadów tego typu z innych rejonów Polski (Bałuk, 1991; Kobjek, 2000; Sarnacka, 1982; Wysota, 2002). Natomiast różnią się w zakresie cech mineralnych i petrograficznych od osadów występujących w NE Polsce, np. na Warmi (Kenig, 2006).

Opisując właściwości osadów, a zwłaszcza wyrażając je za pomocą liczbowych współczynników, należy zdawać sobie sprawę z tego, że w środowisku przyrodniczym, jakim są osady piaszczyste, mogą występować osady interglacialne i fluwioglacjalne o podobnych cechach. Graficznym odzwierciedleniem tych tożsamości jest przedstawiona na ideogramie (ryc. 13) wspólna powierzchnia ząbwiących się kół. W obydwu typach osadów uziarnienie osadów może być jednakowe w proporcjonalnie dużym zakresie. Nieco mniejszą jednorodność osiąga skład mineralny frakcji lekkiej i ciężkiej, a w najmniejszym zakresie

wspólne cechy dotyczą obtoczenia i obróbki ziaren kwarcu. Na jednorodność cech osadów o różnej genezie może wpływać udział w nich osadów ze środowisk przejściowych.

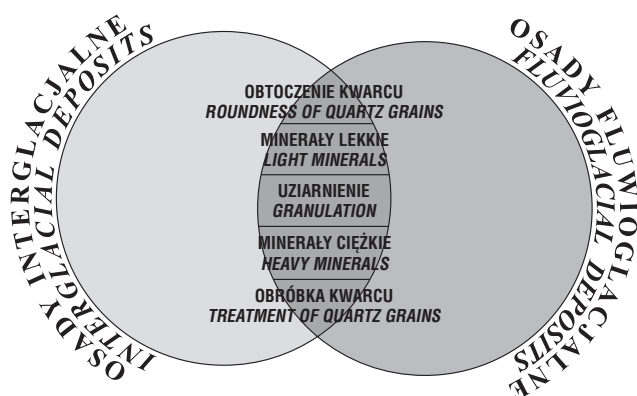
Duży wpływ na cechy osadów interglacialnych i fluwioglacjalnych ma litologia osadów obszaru źródłowego. Może być to wynik wpływu północnego obszaru zasilania, zwłaszcza zaznaczający się w osadach fluwioglacjalnych, a wyrażający się między innymi obecnością dolomitów i wapieni północnych, lub też efekt lokalny, wyrażony np. wzrostem zawartości mułowców paleogeńskich, wapieni kredowych czy też minerałów odpornych na wietrzenie. Określone cechy osadów zależne są również od długości transportu wodnego, reżimu hydrologicznego, warunków geologicznych rozwoju dna dolin, rodzaju obszarów alimentacyjnych i selektywnego kruszenia. Ostatnio zwraca się również uwagę na obecność w osadach interglacialnych redeponowanych, eolizowanych ziaren kwarcu (Kotarbiński i in., 2000). Ilościowe cechy litologiczne piaszczystych osadów interglacialnych i fluwioglacjalnych środkowej części Pojezierza Chełmińskiego są więc wypadkową tych uwarunkowań i zmian. Natomiast cechy jakościowe, podobnie jak w przypadku innych osadów plejstocенских (na przykład glacialnych), mają znaczenie uniwersalne. Mogą one ujawniać się w skali lokalnej, jako udział redeponowanych skał lub minerałów z rozmywanego obszaru szeroko pojętego podłoża lokalnego. Uwagi te mogą się również odnosić do podobnych osadów w innych rejonach.

Podsumowanie

Piaszczyste, rzeczne osady interglacialne, których sedymentacja przebiegała w warunkach klimatu umiarkowanego, charakteryzują się zmiennym uziarnieniem w zależności od miejsca depozycji: grubszym w facji korytowej i drobnym lub średnim w facji pozakorytowej. Wyszortowanie tych osadów jest najczęściej umiarkowane lub dobre, jednakże często zmienne. W składzie mineralnym frakcji ciężkiej dominują granaty, a na drugim miejscu są amfibole. Lokalnie, w wyniku rozmywania pobliskich osadów neogenu lub paleogenu, osady te są wzbogacone w minerały odporne, takie jak cyrkon, turmalin i dysten. Dla składu mineralno-petrograficznego charakterystyczny jest dominujący udział kwarcu, przy znacznym, chociaż najczęściej nie przekraczającym 25%, udziale skał krystalicznych i skaleni oraz przy braku lub małej zawartości wapieni paleozoicznych. Ziarna kwarcu są przeważnie częściowo obtoczone. Stosunkowo mała jest ilość ziaren kanciastych. Jednak te ostatnie cechy nie są jednoznaczne we wszystkich osadach i obszarach, na co zwracała już uwagę Kenig (2000). We frakcjach grubszych zaznacza się duża przewaga skał krystalicznych i mały udział lub nawet brak skał węglanowych (północnych i lokalnych).

Węglanowość osadów interglacialnych jest niska, na ogół zawartość CaCO_3 nie przekracza w nich 5%.

Piaszczyste osady fluwioglacjalne są najczęściej gruboklastyczne, o zmiennej zawartości frakcji drobnej i średniej. Zdarzają się drobnofrakcyjne odmiany facjalne. Wyszortowanie tych osadów jest słabe. W składzie mineralnym ciężkich dominuje w przemiennych proporcjach asocjacja mineralna granat–amfibol. Udział minerałów odpornych nie jest duży i zależy od rodzaju rozmywanych



Ryc. 13. Ideogram ząbwiących się cech litologicznych piaszczystych osadów interglacialnych i fluwioglacjalnych

Fig. 13. Conceptual diagram of the overlapping lithological features of interglacial and fluvioglacial deposits

skały podłoża. W składzie mineralno-petrograficznym oprócz dominującego kwarcu, dość znaczny udział mają skały krystaliczne i skalenie. Licznie występują wapienie paleozoiczne (do 22%) oraz skały lokalne, np. mułowce paleogeńskie. Natomiast w grubszych frakcjach mogą dominować przemiennie skały krystaliczne lub wapienie północne; wyraźny jest również udział skał lokalnych. W stosunku do osadów interglacialnych w osadach tych jest więcej kanciasztych ziaren kwarcu, a mniej ziaren obtoczonych; przeważają ziarna częściowo obtoczone. Regionalnie można obserwować różnice w miąższości i wykształceniu facjalnym osadów fluwioglacjalnych. Dlatego ta ostatnia cecha może powodować duży rozrzut wartości liczbowych parametrów uziarnienia. Węglanowość tych osadów jest zmienna — najczęściej mieści się w zakresie 5,0–15,0%.

Cechy teksturalne i petrologiczne osadów fluwioglacjalnych pochodzących z różnych okresów glacialnych są przeważnie podobne, dlatego też nie mogą być przydatne do korelacji litostratygraficznej. Zwrócili na to uwagę Krzyszkowski i Czerwonka (1994), badając tego typu osady na południe od Szczecina. Jednakże autorom tym udało się na podstawie zawartości minerałów ciężkich wyodrębnić w profilach serie osadów zróżnicowane pod względem składu mineralnego. Również Rutkowski (2003) widzi duże podobieństwa w składzie petrograficznym osadów fluwioglacjalnych we wschodniej Polsce. Na podstawie porównawczych badań żwirów z osadów fluwioglacjalnych i z gliny morenowej na Nizinie Północnopodlaskiej podobne uwagi wypowiada Kenig (2003).

Praca finansowana przez *Katowickie Przedsiębiorstwo Geologiczne Sp. z o. o.*, które uczestniczy w realizacji *Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000*

Literatura

- BAŁUK A. 1991 — Czwartorzęd dolnej Narwi (północno-wschodnie Mazowsze). Pr. Państw. Inst. Geol., 130: 1–73.
- BULLER A.T. & Mc MANUS J. 1972 — Simple metric sedimentary statistic used to recognize different environments. *Sedimentology*, 18: 1–21.
- DROZD M. & TRZEPLA M. 1999 — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, ark. Chełmża. Wyd. Państw. Inst. Geol.
- DROZD M. & TRZEPLA M. 2003a — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, ark. Wąbrzeźno. CAG Państw. Inst. Geol., nr 121/2003.
- DROZD M. & TRZEPLA M. 2003b — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, ark. Książki. Państw. Inst. Geol. nr 122/2003.
- FOLK R.L. & WARD W.C. 1957 — Brazos river bar, a study in the significance of grains-size parameters. *J. Sediment. Petrol.*, 27: 3–26.
- JOICHEMCZYK L. & OLSZEWSKA K. 1999 — Badania litologiczno-petrograficzne osadów czwartorzędowych. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Chełmża. CAG Państw. Inst. Geol., nr 2703/99.
- JOICHEMCZYK L. & OLSZEWSKA K. 2002a — Badania litologiczno-petrograficzne osadów czwartorzędowych. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Wąbrzeźno. Państw. Inst. Geol., nr 121/2003.
- JOICHEMCZYK L. & OLSZEWSKA K. 2002b — Badania litologiczno-petrograficzne osadów czwartorzędowych. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Książki. Państw. Inst. Geol., nr 122/2003.
- JURGAITIS A. 1969 — Genieticzijskie typy i litologia piaszczano-grawilnych ołtożenij Litowskiej SSR. Wilnius, Minitis, 1–173.
- JURGAITIS A. 1984 — Litogienies fluwioglacjalnych ołtożenij oblasti posledniego materikowego oliedienienija. Moskwa, Niedra.
- JURGAITIS A., MIKALAUŠKAS A. & JUOZAPALVICIUS G. 1982 — Słoiestyje tekstury fluwioglacjalnych ołtożenij Pribałtiki. Mokslas, Vilnius.
- KENIG K. 1999 — Analiza składu mineralno-petrograficznego frakcji piaszczystej. [W:] L. Marks, A. Ber (red.), *Metodyka opracowania Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000*. Wyd. Państw. Inst. Geol.
- KENIG K. 2000 — Ocena wartości interpretacyjnej współczynnika obtoczenia kwarcu z osadów czwartorzędowych (metoda fotograficzna). *Prz. Geol.*, 48: 360–363.
- KENIG K. 2003 — Badania składu petrograficznego frakcji żwirowej (5–10 mm) glin morenowych. [W:] M. Harasimiuk, S. Terpiłowski (red.), *Analizy sedimentologiczne osadów glacialnych*, 33–47.
- KENIG K. 2005 — Litologiczna charakterystyka osadów międzymorenowych w syntetycznym ujęciu regionalnym i litostratygraficznym. [W:] *Synteza wyników badań litologicznych wykonywanych przy realizacji Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000 na obszarze Niżu Polskiego*. CAG Państw. Inst. Geol.
- KENIG K. 2006 — Znaczenie badań mineralogicznych piaszczystych osadów międzymorenowych rejonu Dźwierzut (Warmia). XIII Konferencja Stratygrafia Plejstocenu Polski — Plejstocen południowej Warmii na tle struktur podłoża, 04–08.09.2006, Maróž, Warmia: 82–83.
- KENIG K., JOICHEMCZYK L. & TRZEPLA M. 2004 — Charakterystyka litogenetyczna piaszczystych osadów międzymorenowych w centralnej części Pojezierza Chełmińskiego. XI Konferencja Stratygrafia Plejstocenu Polski, Supraśl 30.08–05.09.2004: 42–44.
- KOBOJEK B. 2000 — Morfogenez doliny Rawki. *Acta Geogr. Lodz.*, 77: 1–177.
- KOTARBIŃSKI J., MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. & WORONKO B. 2000 — Wybrane cechy sedimentologiczne osadów ułatwiające ich podział stratygraficzny, na przykładzie otworu Galumin 1. *Prz. Geol.*, 48: 1030–1034.
- KRZYSZKOWSKI D. & CZERWONKA J. 1994 — Korelacja litostratygraficzna osadów czwartorzędowych z obszaru na południe od Szczecina. *Acta Univer. Wratislaviensis*, 1702, Pr. Inst. Geograf., ser. A, Geografia fizyczna, 7: 37–61.
- MALINAUSKAS Z. 1991 — Structure and composition of intertill complexes of the Pleistocen in Lithuania. Wilnius, 1–125.
- MARKS L. & BER A. (red.) 1999 — *Metodyka opracowania Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000*. Wyd. Państw. Inst. Geol.
- MOJSKI E.J. 2003 — Selected problems of the interglacial river valleys investigation in the Polish Plain. Holocene and Late Vistulian Paleogeography and Paleohydrology. *Pr. Geogr.*, 189: 29–39.
- NIEMIAROWSKI W. 1959 — Formy polodowcowe i typy deglacjacji na Wysoczyźnie Chełmińskiej. *Stud. Soc. Sc. Torun.*, ser. C, 4, 1: 1–170.
- NIEMIAROWSKI W. 1995 — Diagnostic features of subglacial channels of glacial and glaciofluvial origin, exemplified by channels of the Chełmno-Dobrzyń and the eastern Gniezno Lakeland. *Quaest. Geograph.*, Spec. Issue, 4: 225–232.
- NIEMIAROWSKI W. & WYSOTA W. 1996 — Osady interglacjalne wielkiego w depresji Lidzbarka Welskiego. *Biul. Inst. Geol.*, 373: 125–134.
- RACINOWSKI R. & SZCZYPEK T. 1985 — Prezentacja i interpretacja wyników badań uziarnienia osadów czwartorzędowych. *Skrypt Uniw. Śl.*, nr 359/1985.
- RUTKOWSKI J. 2003 — Wprowadzenie w badania petrograficzne żwirów. [W:] M. Harasimiuk, S. Terpiłowski (red.), *Analizy sedimentologiczne osadów glacialnych*, 13–21.
- SARNACKA Z. 1982 — Stratygrafia i charakterystyka litologiczna osadów czwartorzędowych rejonu doliny Wisły na południe od Warszawy. *Biul. Inst. Geol.*, 337. Z badań czwartorzędu w Polsce, 26: 143–198.
- WINTER H. 2001 — Orzeczenie dotyczące analizy palinologicznej próbek w profilu Bartoszewice, Ludowice i Łądy. CAG Państw. Inst. Geol., nr 121/2003.
- WYSOTA W. 2002 — Stratygrafia i środowiska sedimentacji zlodowacenia wisły w południowej części dolnego Powiśla. *Wyd. Pr. Uniw. M. Kopernika*.

Praca wpłynęła do redakcji 01.12.2005 r.
Akceptowano do druku 29.05.2006 r.