

## Najpełniejszy w Polsce kompleks młodoplejstoceni (eem i vistulian) na dolnym Powiślu i Wzniesieniu Elbląskim

Aurelia Makowska\*

**The most complete Polish Upper Pleistocene complex (Eemian and Vistulian) in the Lower Vistula Region and the Elbląg Elevation.** *Prz. Geol.*, 52: 887–894.

*S u m m a r y.* The Upper Pleistocene sedimentary complex of the Lower Vistula Region (Lower Powiśle) and the Elbląg Elevation was deposited from the beginning of the Eemian Interglacial to the late Vistulian. The sediments fill an elongated depression formed due to pre-Quaternary processes. The maximum thickness of strata reaches 200 m. They consist of six basic units including three major levels of tills: Toruń (BII), Świecie (BIII) and Leszno–Poznań (BIV) and three levels with intramontaine deposits: the lowest — Lower Powiśle (DP), middle one — Gniew (Gn) and the upper — Grudziądz (Gr). The Lower Powiśle Formation consists of marine and terrestrial deposits. In the south, these are tripartite (EI, EII, EIII) valley sediments filling a well-developed network of ancient river valleys. In the north, besides the fluvial sediments, there are also two marine strata: Sztum (Sz) and Tychnowy (Ty). The middle river valley series and the Tychnowy marine layer were formed during the Eemian. They are the main stratigraphic index zone in the area. The overlying strata were formed during the Vistulian. The latter has been subdivided into two glaciations (Toruń and Vistula) separated with Krastudy Interglacial, because of analysis of major lithostratigraphic zones and multiple layers of marine sediments within the middle intramontaine formation (Gniew Fm.). The exact dating of the strata is still debatable and prone to verification.

**Key words:** Lower Vistula Region, Elbląg Elevation, younger Pleistocene complex, Eemian, Vistulian, Pleistocene marine deposits

Młodszy plejstocen (eem i vistulian) dolnego Powiśla i Wzniesienia Elbląskiego to potężny kompleks osadów rozciągający się wzdłuż doliny dolnej Wisły od Kotliny Toruńskiej po Zalew Wiślany (ryc. 1). Jego wzrastająca ku północy miąższość dochodzi lokalnie do 200 i więcej metrów. Jest to niewątpliwie największy i najpełniej wykształcony litologicznie kompleks młodoplejstoceni na obszarze Polski. Znajduje się on w specyficznym położeniu paleomorfologicznym, wypełniając rozległą, głęboką, zróżnicowaną morfologicznie i powtarzającą się w ciągu całego plejstocenu depresję podłoża, uwarunkowaną procesami przedczwartorzędowymi, w której w ciągu całego plejstocenu zachodziła zarówno intensywne erozja glacialna i rzeczna, jak też i akumulacja osadów w bardzo zróżnicowanych środowiskach sedymentacyjnych. Specyfiką obszaru jest także to, że znajduje się on w bezpośrednim sąsiedztwie i na przedłużeniu niecki Bałtyku, co miało również wpływ zarówno na przebieg procesów jak i wykształcenie osadów omawianego okresu. Zasadniczy styl budowy kompleksu młodoplejstoceni jest na znacznej części obszaru jednakowy, jakkolwiek wykazuje on bogate i regionalnie zróżnicowane wykształcenie litologiczne, świadczące o tym, że miały tu miejsce zarówno te procesy, które zostały już wcześniej dobrze rozpoznane na pozostałym obszarze kraju (erozja i akumulacja rzeczna i jeziorna, glacialna i ekstraglacialna, procesy eoliczne i glebowe) jak też i takie, które nie są znane na innych obszarach (transgresje morskie).

Niniejszy artykuł ma wstępny charakter, poprzedzający pełniejsze opracowanie niektórych omawianych tu zagadnień. Do jego przedstawienia składają autorów dwa powody.

Pierwszy to ten, że w badaniach ostatnich lat ubiegłego wieku autorka uzyskała w sumie pełny obraz wykształcenia profilu młodoplejstoceni, zarówno na dolnym Powiślu jak i na Wzniesieniu Elbląskim, co można

uważać za zwieńczenie dotychczasowego etapu własnych badań, prowadzonych tu od ponad 30. lat. Drugim zaś powodem jest wzrastające zainteresowanie obszarem dolnego Powiśla ze strony innych badaczy i potrzeba włączenia się do dyskusji nad ich nowymi interpretacjami stratygraficznymi vistuliankiej części kompleksu młodoplejstoceni tego obszaru.

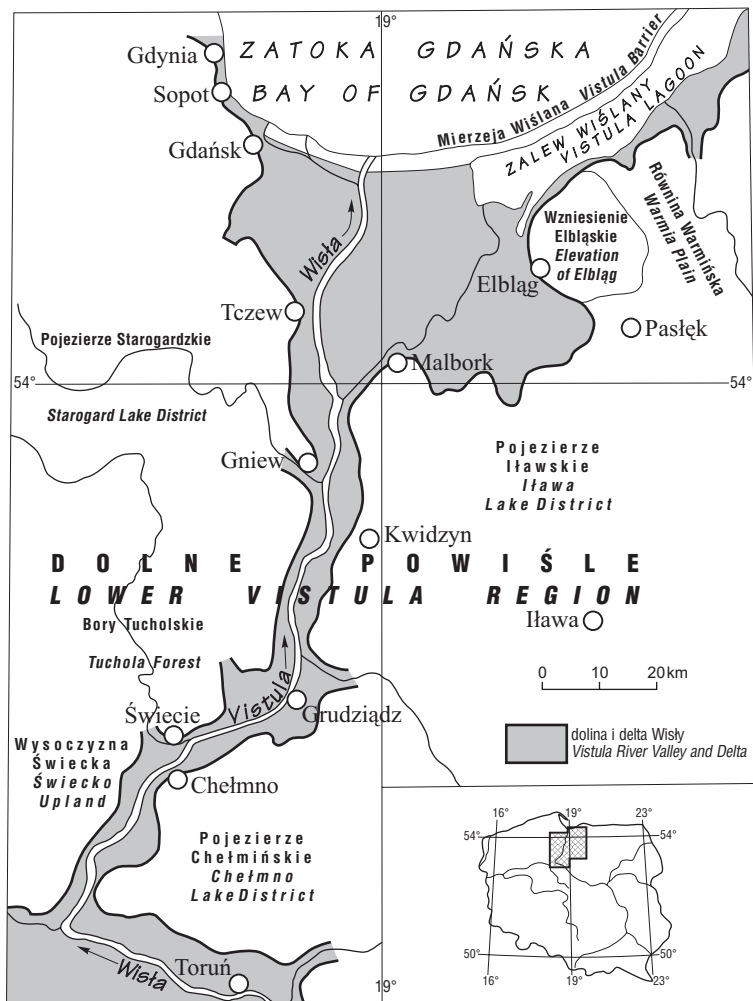
### Ważniejsze etapy w historii badań młodszego plejstocenu dolnego Powiśla i Wzniesienia Elbląskiego

Pierwszy, konsekwentny obraz budowy młodszego plejstocenu dolnego Powiśla zawierały prace Galona (1934, 1938). Wydzielił on w młodszym plejstocenie trzy poziomy glin zwałowych („górną”, „pierwsza dolna” i „druga dolna”) oddzielone od siebie dwiema seriami międzymorenowymi („fluwioglacjał I, II”).

W podziale stratygraficznym druga dolna glina zwałowa należała do zlodowacenia środkowopolskiego zaś pozostałe jednostki litostratygraficzne do eemu i zlodowacenia bałtyckiego. Dyskusyjnym problemem było zaliczenie osadów piaszczysto-żwirowych z fauną morską na wtórnym złożu, występujących w serii „II fluwioglacjału”, do interglacjału eemskiego. Podział Galona utrzymywał się jednak prawie do lat siedemdziesiątych XX w. Wcześniej pojawiła się krótka, ale ważna publikacja Samsonowicza (1951), w której autor opisał i udokumentował faunistycznie jako eemskie osady morskie znajdujące się na złożu pierwotnym, w dwóch profilach otworów wiertniczych wykonanych w Tychnowych. Zagadnienia stratygraficzne młodszego plejstocenu odnoszące się zarówno do tych profili, jak też i do osadów morskich odłaniających się na Wzniesieniu Elbląskim (iły yoldiowe) opracował Halicki (1951a, b), w późniejszym okresie również we współpracy z Brodniewicz, która zajmowała się fauną mięczaków i otwornic.

W pierwszych podziałach stratygraficznych Halicki wyróżniał interglacjał eemski, a nad nim dwa zlodowacenia rozdzielone interglacjałem „skaerumhede” wydzielo-

\*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa;



Ryc. 1. Szkic lokalizacyjny obszaru  
Fig. 1. Location of the study area

nym na podstawie ilów yoldiowych, które początkowo uważał za młodsze od eemu.

W późniejszych pracach, w oparciu o badania paleontologiczne interglacjał ten został połączony z interglacjałem eemskim z ewentualnym wyróżnieniem interstadiu oryniackiego (brørup) (Halicki & Brodniewicz, 1961; Brodniewicz, 1969, 1972).

Następnym etapem były badania autorki niniejszego tekstu prowadzone wzdłuż doliny dolnej Wisły na obszarze od Kotliny Toruńskiej po Tczew, Malbork i Pasłęk. Celem badań było ustalenie właściwej pozycji przestrzennej i stratygraficznej lądowych i morskich osadów eemskich. W wyniku badań ustalono, że osady eemskie znajdują się w niższej pozycji hipsometrycznej i stratygraficznej niż to przyjmował Galon i składają się z trzech serii wypełniających kopalną sieć dolin rzecznych na południu oraz z dwóch niezależnych poziomów osadów morskich: sztumskiego i tychnowskiego, rozdzielonych środkową serią dolinną na północy obszaru (Makowska, 1973a, 1979a). Na skutek obniżenia zespołu osadów eemskich nastąpiło, w stosunku do badań wcześniejszych, wzbogacenie młodszych, wyżej leżących osadów o dodatkowe poziomy glacialne. Autorka wyróżniła tu łącznie pięć

poziomów glin zwałowych oznaczonych symbolami BI–BV rozdzielonych osadami międzymorenowymi, z których dwa poziomy glin (BI, BV) o zasięgu lokalnym występowały jedynie w północnej części obszaru, zaś pozostałe trzy (BII, BIII, BIV) wraz z dzielącymi je seriami międzymorenowymi rozciągały się na całym badanym obszarze (Makowska, 1973b, 1974, 1975, 1979b, 1980).

Dalsze badania zostały podjęte przez Olszewskiego (1974). Prowadzone były w wybranych odsłonięciach, rozmieszczonych w krawędziach wysoczyzn po obu stronach doliny Wisły na odcinku od Świecia po Gniezno. Obejmowały one analizę litologiczną i sedymentologiczną odsłaniających się tu trzech kolejnych od góry poziomów glin zwałowych (BIV, BIII i BII) zlodowacenia bałtyckiego. W wyniku swych badań autor stwierdził bogate zróżnicowanie facjalne glin, które jednak było zależne od paleogeograficznych warunków ich sedymentacji i nie dawało podstaw do określenia ich pozycji stratygraficznej. Podobne badania, lecz obejmujące głównie górną część osadów odsłaniających się w krawędziach wysoczyzn wzdłuż doliny Wisły początkowo w Basenie Grudziądzkim, a następnie na odcinku od Świecia do Knibawy z jednej strony i od Grudziądza po Wielbark z drugiej strony Wisły, zostały podjęte przez Drozdowskiego (Drozdowski, 1973, 1974, 1975, 1979, 1980, 1986; Drozdowski, Berglund, 1976).

Obejmowały one analizę sedymentologiczną glin zwałowych poziomu BIV i BIII oraz leżące między nimi osady międzymorenowe. W ostatnich etapach zostały też rozszerzone na niższy poziom międzymorenowy i glinę zwałową poziomu BII. Nie zmieniały one zasadniczo układu litostratygraficznego osadów ustalonego przez Galona oraz później przez autorkę niniejszego tekstu. Jednakże ważnym elementem w badaniach Drozdowskiego były datowania osadów. W oparciu o te datowania ustalił on własny podział chronostratygraficzny, gdzie dużą rolę odgrywały osady górnego poziomu międzymorenowego, znajdującego się między glinami zwałowymi BIV i BIII. Na podstawie osadów tego poziomu Drozdowski wyróżnił na badanym obszarze duży interstadiął grudziądzki, który został skorelowany z interpleniglacjałem zlodowacenia Wisły z literatury zachodniej, zaś leżące niżej poziomy litostratygraficzne (niższy poziom międzymorenowy i glina zwałowa BII) miały jedynie charakter fazowy.

Wielką rolę w badaniach omawianego obszaru odgrywały prace kartograficzne prowadzone tu przez Państwowy Instytut Geologiczny lub pod jego nadzorem od początku lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Były to początkowo prace nad Mapą geologiczną Polski w skali 1:200 000 zakończone w końcu lat siedemdziesiątych, a następnie prace nad Szczegółową mapą geologiczną Polski w skali 1:50 000, koordynowane przez autorkę z ramienia PiG do 1998 r. (Makowska, 1992a). Oprócz powierzchni-

wych prac kartograficznych mapy były dokumentowane specjalnie wykonywanymi wierceniami kartograficzno-badawczymi, które z reguły przebiegały całą pokrywą czwartorzędową i docierały do jej bezpośredniego podłoża. Na omawianym obszarze wykonano ok. 70 takich wierceń. Rdzenie wiertnicze były poddawane wielokierunkowym badaniom specjalistycznym, wśród których wielką rolę odgrywały ekspertyzy i badania palinologiczne wybranych odcinków rdzeni wykonywane głównie przez Janczyk-Kopikową (Janczyk-Kopikowa, 1976, 1980, 1991, 1996, 1997). Na podstawie własnych prac kartograficznych i wiertniczych oraz profilów wierceń wykonanych przez autorów szczegółowych map geologicznych, autorka tego tekstu prowadziła w tym czasie dalsze badania czwartorzędu omawianych obszarów, w tym również badania kompleksu młodoplejstoceniowego. Poszerzyły one dotychczasowe rozpoznanie budowy geologicznej dolnego Powiśla oraz pozwoliły na poznanie wglębnej budowy czwartorzędu Wzniesienia Elbląskiego. W wyniku tych badań autorka odkryła w północnej części dolnego Powiśla i na Wzniesieniu Elbląskim kilka nowych poziomów osadów morskich, młodszych od eemu, poznanych zarówno w odsłonięciach terenowych w czasie realizacji prac kartograficznych, jak też i w profilach nowych wierceń (Makowska, 1986a, b, 1999; Makowska & Rabek, 1990). Występują one głównie wśród osadów lądowych środkowej formacji międzymorenowej (między glinami zwałowymi BII i BIII). Uzupełniono też kompleks młodoplejstoceniowy o nowe poziomy osadów organicznych (jeziornych), z których dwa na podstawie badań palinologicznych zostały zaliczone do interstadiałów (interfaz) brørup i odderade (Janczyk-Kopikowa, 1991, 1996, 1997; Makowska, 1991b, 2001; Makowska i in., 2001). W ten sposób uzyskano najpełniejszy obraz budowy kompleksu młodoplejstoceniowego omawianych obszarów w dotychczasowej historii badań tego terenu, na tle budowy pozostałej, starszej części kompleksu plejstoceniowego.

W ostatnich latach zostały podjęte nowe badania górnej części kompleksu młodoplejstoceniowego prowadzone w odsłonięciach terenowych nad dolną Wisłą w rejonie Gniewu (Tomczak i in., 1999; Błaszkiwicz i in., 2000) oraz w krawędziach wysoczyzny Pojezierza Chełmińskiego (Wysoczyzny Chełmińskiej) (Wysota, 2000, 2001, 2002a, b; Wysota i in., 1996, 2000).

Wyniki tych badań i ich kontynuacja mogą mieć w przyszłości duże znaczenie dla dalszego rozpoznania osadów vistuliańskich odsłaniających się nad dolną Wisłą, w tym również dla ich interpretacji stratygraficznej. Lecz obecnie w tym ostatnim zakresie są one jeszcze bardzo dyskusyjne. Temu zagadnieniu autorka poświęci następny artykuł.

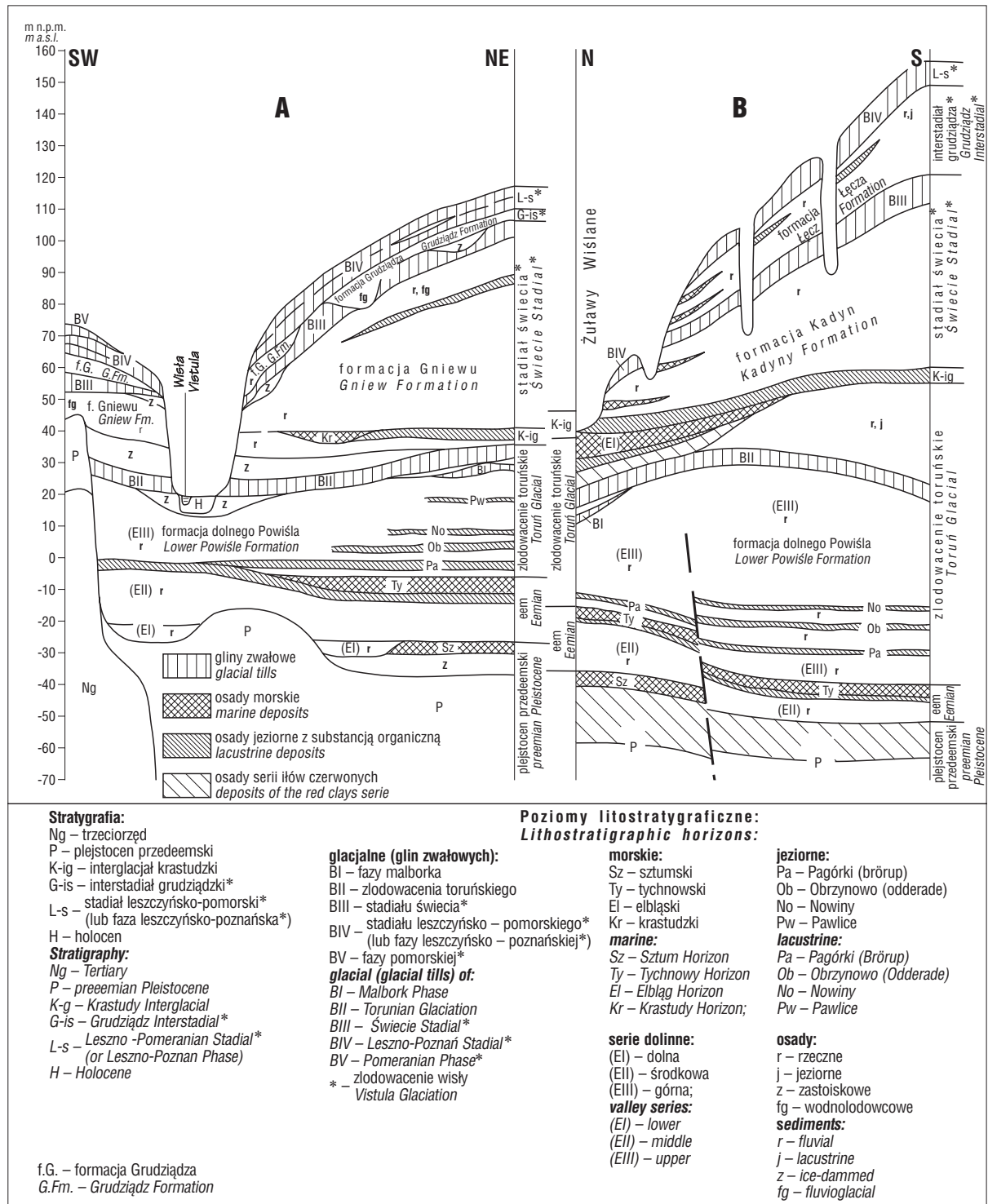
#### **Litologia i stratygrafia osadów kompleksu młodoplejstoceniowego dolnego Powiśla i Wzniesienia Elbląskiego**

Kompleks osadów młodoplejstoceniowych charakteryzuje się zmienną miąższością, zależną od ukształtowania zarówno jego podłoża, jak i podłoża podczwartorzędowego oraz rzeźby powierzchni terenu. Miąższość osadów zwiększa się od kilkudziesięciu metrów w sąsiedztwie doliny Wisły na południu, do ponad 200 m na północy w

strefie Wzniesienia Elbląskiego. Na południu kompleks młodoplejstoceniowy spoczywa wprost na osadach trzeciorzędowych, natomiast na północy, poczynając od Basenu Grudziądzkiego, w jego podłożu znajdują się osady plejstoceniowe starsze od eemu (Makowska, 1982). Na podstawie dotychczasowych badań można powiedzieć, że ogólny styl budowy geologicznej tego kompleksu jest na całym omawianym obszarze, tj. w środkowej części dolnego Powiśla i na Wzniesieniu Elbląskim, jednakowy (ryc. 2). Podstawą wyróżnienia kompleksu są na tym obszarze dobrze udokumentowane paleontologicznie (Brodniewicz, 1960, 1969, 1972; Janczyk-Kopikowa, 1970, 1976, 1991, 1996, 1997; Makowska, 1970, 1977a, 1986a, b; Samsonowicz, 1951; Pożaryski, 1951) lądowe i morskie osady interglacjalne eemskie (Makowska, 1979a, b). Podział stratygraficzny osadów vistuliańskich natomiast opiera się na: jednostkach litostratygraficznych, głównie glinach zwałowych i dzielących je formacjach międzymorenowych, na osadach morskich występujących w formacjach międzymorenowych, głównie w formacji Gniewu i Kadyn znajdującej się między glinami zwałowymi poziomu BII i BIII oraz na wynikach badań paleontologicznych osadów jeziornych, występujących w dolnej części kompleksu vistuliańskiego w formacji dolnopowiańskiej (Janczyk-Kopikowa, 1991, 1996, 1997; Makowska, 1991b, 2001; Makowska i in., 2001).

Profil młodoplejstoceniowy obejmuje sześć podstawowych jednostek litostratygraficznych, na które składają się trzy główne poziomy glin zwałowych: toruńska (BII), Świecia (BIII) i leszczyńsko-poznańska (BIV) rozciągające się na całym (lub prawie całym) obszarze od Kotliny Toruńskiej po Zalew Wiślany oraz trzy główne formacje osadów międzymorenowych: formacja dolnego Powiśla (znajdująca się w najniższej części profilu i występująca między glinami zwałowymi zlodowaceń środkowopolskich a gliną zwałową toruńską — BII), formacja Gniewu (znajdująca się między glinami zwałowymi toruńską — BII i Świecia BIII) i formacja Grudziądzka (leżąca między glinami zwałowymi Świecia — BIII) i leszczyńsko-poznańską — BIV) (ryc. 2A; Makowska, 1986b, 1992a). Dwie starsze formacje międzymorenowe dolnego Powiśla i Gniewu charakteryzują się dużymi, kilkudziesięciometrowymi miąższościami osadów, natomiast formacja najmłodsza Grudziądzka jest od nich znacznie cieńsza, a miejscami zredukowana do minimum lub zupełnie usunięta przez egzrację ostatniego lądolodu lub erozję jego wód ekstraglacialnych. Na Wzniesieniu Elbląskim kolejność poszczególnych poziomów glin zwałowych i formacji międzymorenowych jest analogiczna do dolnego Powiśla z tym, że dwie górne formacje międzymorenowe mają własne nazwy. I tak formacji Gniewu odpowiada formacja Kadyn, zaś formacji grudziądzkiej formacja Łęcza (ryc. 2B; Makowska, 1986b, 1999).

W północnej części obszaru, poza tymi głównymi jednostkami litostratygraficznymi spotyka się dwa dodatkowe, cienkie i nieciągłe poziomy glin zwałowych: najstarszą, występującą według opisów wierceń archiwalnych w obrzeżeniu Żuław Wiślanych, poniżej gliny zwałowej toruńskiej (BII), nazwaną gliną malborską (BI) oraz najmłodszą, znajdującą się w najwyższej części profilu związaną najczęściej z fazą pomorską (BV), ale być może również z innymi fazami recesyjnymi ostatniego stadiału.



Ryc. 2. Schematyczny układ ważniejszych poziomów litostratygicznych młodszego plejstocenu na dolnym Powiślu (A) i Wzniesieniu Elbląskim (B — bez struktur glaciektonicznych)

Fig. 2. Schematic diagram of lithostratigraphic zonation Uppland Pleistocene in the Lower Vistula Region (A) and Elbląg Elevation (B — without glaciektonic structures)

Najpełniejsze profile osadów młodoplejstocenijskich zostały poznane na wielu obszarach i w wielu stanowiskach wiertniczych, np. takich jak: Bałart, Nowiny, Krastudy, Obrzynowo, Licze, Majewo, Pagórki oraz w wielu innych (Makowska, 1977a, 1979b, 1980, 1986a, b, 1991b, 1995a, 1999, 2001). Tworzą one konsekwentny obraz budowy geologicznej, który jest udokumentowany również na wszystkich opracowanych tu mapach geologicz-

nych, zarówno ogólnych w skali 1: 200 000 (arkusze: Grudziądz, Iława, Elbląg) (Makowska, 1974, 1975, 1976, 1977b), jak i szczegółowych w skali 1: 50 000, jakkolwiek mają tam inną terminologię stratygraficzną dostosowaną do wymogów odpowiednich instrukcji wykonawczych dla tych map (Makowska, 1992a).

W formacjach międzymorenowych występują zarówno osady interglacjalne i interstadialne, jak też i osady ana-

kataglacialne związane wiekowo z podścielającymi lub nadległymi glinami zwałowymi.

W wielu miejscach wszystkie wymienione kompleksy litostratygraficzne występują w prawidłowej superpozycji bez większych luk stratygraficznych, jednak ten klasyczny przykład profilu młodoplejstoceniowego, poza zasięgiem eemskiego poziomu przewodniego, może ulegać znacznej modyfikacji, lecz problem ten nie wchodzi już w zakres niniejszych rozważań. Wyjątek od tej reguły stanowią też te strefy zaburzeń glaciektonicznych na Wzniesieniu Elbląskim, gdzie osady młodoplejstoceniowe uległy znacznemu przekształceniu (Makowska, 1999).

Wymienione wyżej kompleksy litostratygraficzne powstawały w okresie od schyłku zlodowacenia Warty i początku interglacjału eemskiego po schyłek vistulianu. Opierając się na litologii i genezie osadów oraz innych cechach, takich jak rozmieszczenie i zmienność środowisk sedymentacyjnych lub obecność osadów morskich młodszych od eemu, osady młodszego plejstocenu zaliczono do dwóch interglacjałów oraz dwóch zlodowaceń, z których młodsze dzieli się na dwa stadiały rozdzielone interstadiąlem.

Są to od najstarszych do najmłodszych: interglacjał eemski, zlodowacenie toruńskie, interglacjał krastudzki oraz zlodowacenie wisły s.s. dzielące się na stadiał świecia, interstadiął grudziądzki i stadiął leszczyńsko-pomorski. Podział ten powstał w oparciu o autorskie podziały wcześniejsze, które ulegały ewolucji w miarę postępu badań i wzbogacania się profilu młodoplejstoceniowego o nowe, nieznane wcześniej osady oraz fakty, jakie miały miejsce w historii tego okresu.

Charakterystyczną cechą tego podziału jest wyróżnienie interglacjału krastudzkiego i zlodowacenia toruńskiego. Podstawą wyróżnienia tych jednostek jest kilka poziomów osadów morskich występujących w formacji Gniewu (i Kadyn), a zwłaszcza najważniejsze z nich poziom krastudzki (ryc. 2A) i poziom elbląski (ryc. 2B) (Makowska, 1986a, b, 1999; Makowska, Rabek, 1990). Świadczą one o obecności jednego zmieniającego się w czasie, lub większej ilości mórz, które zajmowały niekiedy Bałtyku w ciągu sedymentacji tych formacji. Ponieważ autorka przyjmuje, że morza mogły tu istnieć jedynie w okresie interglacialnym, kiedy niecka Bałtyku była wolna od pokrywy lodowej, dlatego też okres odpowiadający sedymentacji formacji Gniewu, wcześniej, przed poznaniem osadów morskich zaliczany do interstadiąłu gniewu (Makowska, 1980) po odkryciu tych osadów zaliczono do interglacjału. W konsekwencji glina zwałowa toruńska (BII) oddzielająca ten interglacjał od eemu została uznana za osad powstały w okresie odrębnego zlodowacenia toruńskiego. Oczywiście ranga odległości czasowej tych okresów w stosunku do eemu i zlodowacenia wisły może być jeszcze kwestią dalszych badań.

#### **Datowania i wiek osadów, chronostratygrafia oraz inne ważniejsze problemy w badaniach profilu młodoplejstoceniowego**

Proces wieloletniego poznawania kompleksu młodoplejstoceniowego na dolnym Powiślu i Wzniesieniu Elbląskim nie odbywał się dla autorki bezproblemowo. Wprost przeciwnie, wraz z rozwojem badań mnożyły się

nowe większe i mniejsze problemy do rozwiązania. Niektóre z nich, takie jak na przykład, południowo-wschodnie i wschodnie granice zasięgu morza tychnowskiego lub pozycja stratygraficzna ilów elbląskich wyjaśniały się w toku postępujących prac (Makowska, 1995a, b, 1999; Makowska & Rabek, 1990) inne zaś nie zostały do końca wyjaśnione i będą w przyszłości wymagały kontynuacji, być może jeszcze wieloletnich, badań. Można tu wyliczyć takie problemy jak dokładniejsza pozycja stratygraficzna niektórych poziomów morskich w formacji Gniewu i Kadyn oraz związana z najważniejszymi z nich interpretacja rangi stratygraficznej interglacjału krastudzkiego (i zlodowacenia toruńskiego), zaburzenia glaciektoniczne i możliwość występowania porwaków glacialnych w osadach młodoplejstoceniowych, regionalne zróżnicowanie profilu tych osadów i wiele innych.

Do ważniejszych problemów należy też niewątpliwie datowanie osadów i ogólna ocena ich wieku. Jest to problem istotny, gdyż możliwie prawidłowa ocena wieku i zachodzących w tym czasie procesów może być, obok wyników badań litostratygraficznych, paleontologicznych i innych, podstawą korelacji zarówno z innymi obszarami Polski oraz pozostałą częścią strefy perybałtyckiej, jak też i z okresami klimatycznymi wydzielanymi na podstawie krzywej tlenowej.

Datowanie tego wielkiego kompleksu osadów młodoplejstoceniowych, który znajduje się na dolnym Powiślu i Wzniesieniu Elbląskim nie jest sprawą łatwą ani prostą, gdyż obejmuje on cały eem i cały vistulian z ich bogatą i zróżnicowaną litologią.

Jego wielką zaletą jest to, że w wielu miejscach wszystkie główne jednostki litostratygraficzne znajdują się w pełnej superpozycji, bez większych luk stratygraficznych, co pozwala na bezpośrednią, jakkolwiek względną ocenę wzajemnych zależności między miąższością i wykształceniem poszczególnych serii litostratygraficznych a czasem trwania ich sedymentacji i ich przypuszczalnym wiekiem. Ścisłe datowanie osadów wymaga jednak odpowiednich badań.

Początkowo duże nadzieje wiązano z zapoczątkowanym w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku i szeroko rozwijającym się w następnych latach datowaniem osadów metodą termoluminescencyjną (TL). Tego typu datowania, obok datowań prowadzonych metodą radiowęglową ( $C^{14}$ ) dla górnej części profilu, zaczęto też stosować w tych latach na obszarze dolnego Powiśla i Wzniesienia Elbląskiego na większą skalę. Ogółem do połowy lat dziewięćdziesiątych istniało tu już ponad 100 datowań osadów młodoplejstoceniowych obejmujących cały omówiony w poprzedniej części artykułu profil od interglacjału eemskiego po ostatnie nasunięcie lądolodu wisły i jego recesję. Są one jednak daleko niewystarczające i w wielu przypadkach dyskusyjne. Poza tym zagęszczenie badań było bardzo nierównomierne zarówno pod względem regionalnym, jak też i ze względu na rozmieszczenie w profilu pionowym.

Najwięcej dat przyniosły systematyczne badania prowadzone w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego wieku przez Drozdowskiego w odsłonięciach terenowych rozmieszczonych w krawędziach wysoczyzn obrzeżających dolinę Wisły, a w pojedynczych miejscach również na powierzchni tych wysoczyzn (Drozdowski,

1973, 1974, 1975, 1979, 1980, 1986; Drozdowski & Berglund, 1976). Obejmowały one górną część profilu młodoplejstoceniowego. W zasięgu badań Drozdowskiego znajdowały się początkowo dwa górne poziomy glin zwałowych leszczyńsko-pomorska (BIV + BV) i Świecia (BIII) oraz dzieląca je formacja międzymorenowa (grudziądzka), a następnie w dalszych latach, również górna część międzymorenowej formacji Gniewu i w pojedynczym przypadku (Morsk) trzeci od góry poziom gliny zwałowej (głina toruńska BII) (Drozdowski, Fedorowicz, 1987). Drozdowski wykonał tu w sumie 60 datowań metodą radiowęglową ( $C^{14}$ ) i termoluminescencji (TL) obejmujących zarówno gliny zwałowe, jak też i osady międzymorenowe, a w pojedynczych miejscach także skorupki mięczaków znajdujących w tych osadach. Uzyskane daty określiły wiek badanych osadów w przedziale od 15,4 do 58,4 tys. lat BP\*, co wynosi prawie połowę okresu, jaki może przypadać na młodszy plejstocen. Datę starszą — 76,0 tys. lat BP Drozdowski uzyskał jedynie w pojedynczym przypadku dla iłłów morskich w Ryjewie (Drozdowski, 1986). Głównym problemem zarysowującym się od samego początku badań Drozdowskiego było nadanie dużej rangi wiekowej i stratygraficznej osadom górnej części profilu młodoplejstoceniowego obejmującej dwie gliny zwałowe (BIV i BIII) oraz dzielącą je formację międzymorenową. Osady te wcześniej były na ogół zaliczane do faz leszczyńskiej i poznańskiej (m.in. wydzielenia na *Mapie geologicznej Polski w skali 1:200 000* i *Szczegółowej mapie geologicznej Polski w skali 1:50 000* z tego obszaru) a przez autorkę niniejszego tekstu do dwóch substadiów: świecia i leszczyńsko-pomorskiego młodszego stadiału zlodowacenia wisły (Makowska, 1980). Osady międzymorenowe dzielące obydwie gliny zwałowe zostały przez Drozdowskiego zaliczone do interstadiu grudziądzkiego umieszczonego w środkowym vistulianie, który na podstawie uzyskanych datowań w przedziale 38–53 tys. lat BP został przez tego autora skorelowany z interpleniglacjałem autorów duńsko-holendersko-niemieckich, obejmującym interstadiały denekamp i hengelo (Drozdowski, 1975). Wzbudzało to wiele wątpliwości zarówno ze względu na niewielką miąższość osadów międzymorenowych, jak i brak osadów typowo interstadalnych. Miejscami interstadiał wyraża się jedynie luką stratygraficzną (m.in. Morsk), która obejmuje również dolną część osadów stadiału leszczyńsko-pomorskiego. Drozdowski na podstawie swoich badań przypisywał jednak temu okresowi dużą rangę stratygraficzną i wiązał z nim początek tworzenia się Basenu Grudziądzkiego (Drozdowski, 1974, 1975).

Głina zwałowa drugiego od góry poziomu glacialnego (Świecia BIII) datowana przez Drozdowskiego w wielu stanowiskach terenowych uzyskała daty w przedziale od 52,2 do 56,6 tys. lat BP\*\*. Zbliżone daty miały też datowane przez tego autora osady leżące pod tą gliną zwałową

należące już do formacji gniewskiej, a zaliczane przez Drozdowskiego, podobnie jak glina zwałowa Świecia (BIII) do drugiego poziomu glacialnego. Przyjmując, że osady górnej części formacji Gniewu są osadami anaglacjalnymi stadiału Świecia można było uważać, że nie było tu sprzeczności między datowaniem tych osadów i leżącej nad nimi gliny zwałowej. Prawdziwy kłopot zaczął się jednak przy datowaniu osadów formacji Gniewu w Gniewie i okolicach oraz datowania trzeciego poziomu glacialnego, tj. gliny zwałowej toruńskiej (BII). Głina ta jest mało dostępna na powierzchni terenu, gdyż znajduje się w najniższej części krawędzi wysoczyzn okalających dolinę Wisły, gdzie jest przeważnie ukryta pod grubą pokrywą deluwii. Drozdowski podaje dla tej gliny dwie daty: 57,6 tys. lat BP w Ryjewie i 58,4 tys. lat BP w Morsku (Drozdowski, 1986; Drozdowski & Fedorowicz, 1987). Tu trzeba wyjaśnić, że data z Ryjewa w rzeczywistości nie odnosi się do gliny toruńskiej (BII), ponieważ glina ta, jak wynika z badań autorki (Makowska, 1986b), znajduje się poniżej iłłów ryjewskich datowanych przez Drozdowskiego na 76,0 tys. lat BP. Drozdowski, tak samo jak autorka, słusznie korelował ły ryjewskie z ıłłami elbląskimi datowanymi według tego autora także na 76,0 tys. lat BP (Drozdowski & Fedorowicz, 1987). Leżą one, podobnie jak ıły ryjewskie, nad gliną zwałową toruńską (Makowska, 1986b, 1999) (ryc. 2B) i nie reprezentują bynajmniej, jak to przypuszczał Drozdowski „okresu preglacialnego poprzedzającego pierwsze, poeemskie nasunięcie lądolodu”, lecz pochodzą ze znacznie późniejszego okresu vistulianu. Wiek gliny zwałowej toruńskiej należałoby zatem oceniać na starszy od powyższych dat.

Osady z Gniewu natomiast, należące do formacji Gniewu, datowane m.in. na podstawie skorupki mięczaków znajdujących się tu na wtórnym złożu, okazały się częściowo młodsze od wykonanych przez Drozdowskiego w wielu stanowiskach datowań gliny zwałowej Świecia. Drozdowski uzasadnił to w ten sposób, że osady formacji Grudziądzka są tu lokalnie włożone w formację Gniewu. Jednakże powodowało to dalsze komplikacje, mianowicie konieczność wyjaśnienia obecności fauny morskiej w tych osadach.

Przyjęcie przez Drozdowskiego koncepcji młodej, związanej z interstadiem grudziądzkim transgresji morskiej w tym rejonie stawało się już zupełnie nieprawdopodobne ze względu na wtórne złożo fauny morskiej i hipsometrycznie wysokie położenie osadów. Problem ten rozpatrywany był wcześniej przez Galona (1934), który interpretował te osady, jako morskie osady eemskie. Tak więc można powiedzieć, że oparcie stratygrafii na podstawie datowań osadów zarówno metodą TL, jak i  $C^{14}$  uległo w tym etapie badań całkowitemu załamaniu. Drozdowski w wyniku swoich datowań uzyskał mało wiarygodny obraz chronostratygraficznego następstwa zjawisk, gdzie interstadiu grudziądzki zajmuje wielką część okresu młodszego plejstocenu, natomiast na sedymentację osadów formacji gniewskiej oraz gliny zwałowej toruńskiej (BII) pozostaje bardzo mało czasu, w wyniku czego miały one według tego autora jedynie charakter zmian fazowych poprzedzających stadiał świecia. Obraz ten jest sprzeczny z profilem geologicznym tej części młodszego plejstocenu, gdzie proporcje miąższości osadów są zupełnie odwrotne do przypisywanej im przez Drozdowskiego rangi straty-

\*Daty są podawane na podstawie opracowań końcowych. Autorzy i laboratoria, w których datowano osady są cytowane w tych opracowaniach

\*\*Daty (w zaokrągleniu) cytowane za Drozdowskim niezależnie od obecnej oceny możliwości datowania glin zwałowych metodą luminescencji

graficznej. Wynika stąd, że wyniki datowania nie mogą być oderwane od ogólnej analizy litostratygraficznej badanych osadów, gdyż może to prowadzić do zupełnie błędnych wniosków.

Poza systematycznymi datowaniami przeprowadzonymi przez Drozdowskiego w górnej części profilu młodoplejstoceniowego nad dolną Wisłą, istniały też datowania punktowe obejmujące różne części tego profilu, uzyskane przez autorkę w północnej części obszaru, głównie przy pracach kartograficznych prowadzonych przy realizacji arkuszy Elbląg Północ i Elbląg Południe *Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000*. Obejmują one pięć datowań wykonanych metodą  $C^{14}$  oraz ok. 22 daty uzyskane za pomocą metody termoluminescencyjnej (Makowska, 1986a, b; 1987, 1991a, 1994b). Część tych datowań nie była jeszcze publikowana. Kilka niezależnych datowań metodą termoluminescencyjną zostało też wykonanych w północnej części omawianych obszarów przez Prószyńskiego (1980) oraz Stańską-Prószyńską i Prószyńskiego (1984). Uzyskane daty odnoszą się zarówno do młodszej, badanej przez Drozdowskiego części kompleksu młodoplejstoceniowego, jak też i do części starszej z osadami interglacjału eemskiego włącznie, nie badanej przez tego autora, gdyż nie miał on do niej dostępu.

Przeprowadzono tu m.in. datowania morskich iłów krastudzkich, gdzie uzyskano datę 76 tys. lat BP Krastudy (Makowska, 1986a, b) jak też i iłów elbląskich: 99 tys. lat BP Kadyny, 124 tys. lat BP Pękłewo, >180 tys. lat BP i  $\geq 210$  tys. lat BP Suchacz (Makowska, 1986b, 1987, 1991a), a także gliny zwałowej toruńskiej (BII): 80–100 tys. lat BP Gniew (Stańska-Prószyńska & Prószyński, 1984), 107 tys. lat BP Pękłewo (Makowska, 1987, 1991a).

Powyższe datowania lokują omawiane osady na granicy lub wprost w dolnym vistulianie.

Tak też w końcu lat osiemdziesiątych były one umieszczane, z tym, że glina zwałowa toruńska (BII) nigdy nie była wiązana z pierwszym ochłodzeniem poeemskim, gdyż od czasu odkrycia właściwego poziomu osadów eemskich znajdującego się w niższej pozycji hipsometrycznej i stratygraficznej niż to przyjmował Galon, było wiadome, że jest ona młodsza od interstadiału brørup, z którym korelowano ocieplenie Mniszka (Drozdowski & Tobolski, 1972). Ponad osadami z tego ocieplenia leżała trzecia seria dolina (EIII), a dopiero nad nią glina zwałowa toruńska (BII) (Makowska, 1979a, 1980, 1986b).

Początkowo, przy ogólnych analizach geologicznych, uwzględniano wszystkie daty termoluminescencyjne, w tym m.in. datowania uzyskane przez Drozdowskiego (Makowska, 1986b). Wkrótce okazało się jednak, że niektóre z tych dat i to niezależnie od tego, jaki rodzaj osadu podlegał datowaniu, są absolutnie sprzeczne z wynikami innych badań, w tym głównie litostratygraficznych. Lepsze wyniki uzyskiwano przy badaniach prowadzonych metodą radiowęglą ( $C^{14}$ ) w górnej części profilu. Jednak i tu uzyskiwano fałszywe daty, co miało miejsce w przypadku, gdy datowano tą metodą skorupki mięczaków.

Wobec podobnych doświadczeń na innych obszarach objętych realizacją *Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000* metoda badań termoluminescencyjnych jako metoda obligatoryjna została wycofana przez Państwowy Instytut Geologiczny z dalszych opracowań tej mapy i przy realizacji późniejszych arkuszy zarówno na

dolnym Powiślu, jak i na Wzniesieniu Elbląskim nie była stosowana.

W tej sytuacji ocena wieku osadów całego kompleksu młodoplejstoceniowego jest jeszcze daleka od precyzji. Trzeba jednak podkreślić, że obecnie istnieją lepsze podstawy do oceny wieku osadów vistuliańskich niż to miało miejsce przed kilkunastu laty, kiedy nastąpiły ostatnie interpretacje wiekowe dokonane zarówno przez Drozdowskiego (Drozdowski, 1986), jak też i przez autorkę niniejszego tekstu (Makowska, 1986b).

Jest to z jednej strony uzyskanie pełniejszego obrazu wykształcenia profilu młodoplejstoceniowego, w tym również vistulianu na omawianym obszarze, z drugiej zaś znaczny postęp jaki dokonał się w badaniach tego okresu poza granicami naszego kraju, głównie w krajach skandynawskich oraz w pozostałej części strefy perybaltyckiej.

Obecnie, zwłaszcza po uzyskaniu pełnego profilu formacji dolnopowślańskiej wraz z osadami brørupu i odderade, pozycję wiekową wielu leżących wyżej poziomów litostratygraficznych można będzie oceniać na omawianym obszarze od nowa, co w odniesieniu do gliny zwałowej toruńskiej (BII) autorka sygnalizowała już we wcześniejszych publikacjach (Makowska, 1994a, 2001), gdzie jej przypuszczalny wiek określono na ok. 80 tys. lat BP.

Przy tej ocenie należy uwzględniać jednak wnioski wynikające z dotychczasowych doświadczeń w posługiwaniu się wynikami datowania osadów. Nie mogą one być stosowane w oderwaniu od wyników innych badań, w tym zwłaszcza litostratygraficznych i paleontologicznych. Moga stanowić jedynie czynnik uzupełniający te badania.

## Literatura

- BRODNIEWICZ I. 1960 — Eemskie mięczaki morskie z wiercenia w Brachlewie. *Acta Paleont. Pol.*, 5, 2.
- BRODNIEWICZ I. 1969 — Mięczaki z interglacialnych iłów elbląskich z Elbląga i Nadbrzeża. *Acta Paleont. Pol.*, 14.
- BRODNIEWICZ I. 1972 — Pleistocene foraminifers of the area of the lower Vistula River (Northern Poland). *Acta Paleont. Pol.*, 17.
- BŁASZKIEWICZ M., JUSCHUS O. & KRZYMIŃSKA J. 2000 — Zagadnienie występowania fauny morskiej nad dolną Wisłą. V Zjazd Geomorfologów Polskich, 11–14 września 2000 r. Toruń. Przewodnik wycieczek terenowych. Stanowisko 6 Gniewskie Młyny (gm. Gniew): 119–125.
- DROZDOWSKI E. 1973 — Przedostatni okres deglacjacji na obszarze Basenu Grudziądzkiego. *Prz. Geogr. IG PAN*, 45, 1: 65–90.
- DROZDOWSKI E. 1974 — Geneza Basenu Grudziądzkiego w świetle osadów i form glacialnych. *Prz. Geogr. IG PAN*, 104.
- DROZDOWSKI E. 1975 — Penultimate period of deglaciation in the Grudziądz Basin lower Vistula River Valley: an interstadial like interval of the Middle Würm. *Geograph. Pol.*, 31: 213–235.
- DROZDOWSKI E. 1979 — Deglacjacja dolnego Powiśla w środkowym würmie i związane z nią środowiska depozycji osadów. *Prz. Geogr. IG PAN*, 132: 1–103.
- DROZDOWSKI E. 1980 — Chronostratigraphy of the Vistulian glaciation on the lower Vistula River. *Quater. Stud. Pol.*, 2: 13–20.
- DROZDOWSKI E. 1986 — Stratygrafia i geneza osadów zlodowacenia vistulian w północnej części dolnego Powiśla. *Prz. Geogr. IG i PZ PAN*, 132: 1–90.
- DROZDOWSKI E. & TOBOLSKI K. 1972 — Stanowiska interglacjału eemskiego w Basenie Grudziądzkim. *Bad. Fizjogr. nad Polską Północno-Zachodnią*, 25A: 75–91.
- DROZDOWSKI E. & BERGLUND B.E. 1976 — Development and chronology of the lower Vistula River Valley. North Poland. *Boreas*, 5: 95–107.
- DROZDOWSKI E. & FEDOROWICZ S. 1987 — Stratigraphy of the Vistulian glaciogenic deposits and corresponding thermoluminescence

- dates in the lower Vistula region, northern Poland. *Boreas*, 16: 139–153.
- GALON R. 1934 — Dolina dolnej Wisły, jej kształt i rozwój na tle budowy dolnego Powiśla. *Bad. Fizjogr. nad Polską Północno-Zachodnią*, 12–13: 112.
- GALON R. 1938 — Stratygrafia dyluwium wzdłuż prawego brzegu doliny dolnej Wisły i Nogatu od Gardei do Malborka oraz w okolicy Elbląga. *Spraw. Pozn. TPN*, 2: 133–137.
- HALICKI B. 1951a — Pozycja stratygraficzna eemskich nad dolną Wisłą. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 20, 2: 313–318.
- HALICKI B. 1951b — Z historii plejstocenijskiego Bałtyku. *Acta Geol. Pol.*, 2: 595–615.
- HALICKI B. & BRODNIOWICZ I. 1961 — La stratigraphie du Pléistocène Supérieur dans la région peribaltique meridionale. *Bull. de l'Acad. Pol. des Sc. Ser. des Sci. geol. et geogr.*, 9: 159–162.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1970 — Analiza pyłkowa osadów z obszaru doliny dolnej Wisły. *CAG Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1976 — Analiza pyłkowa osadów w Nowinach. *CAG Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1980 — Orzeczenie dotyczące próbek z miejscowości Łęcze i Próchnik. *CAG Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1991 — Analiza pyłkowa osadów z otworu wiertniczego Pagórki. *Prz. Geol.*, 39: 269–271.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1996 — Opracowanie osadów interglacjału eemskiego i wczesnego wistulianu metodą analizy pyłkowej z profilu Obrzynowo, ark. Susz Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000. *CAG Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1997 — Palinostratygrafia oraz zmiany roślinności i klimatu w profilu Licze, ark. Prabuty Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000. *CAG Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MAKOWSKA A. 1970 — Osady organiczne interglacjału eemskiego w Mniszku koło Grudziądza. *Kwart. Geol.*, 14: 567–571.
- MAKOWSKA A. 1973a — Rozwój erozji i akumulacji osadów w dolinach rzecznych interglacjału eemskiego na obszarze dolnego Powiśla. *Sprawozd. z pos. nauk. Inst. Geol. Kwart. Geol.*, 17: 903–904.
- MAKOWSKA A. 1973b — Lessy w strefie glacialnej zlodowacenia północnopolskiego. *Kwart. Geol.*, 17: 152–167.
- MAKOWSKA A. 1974 — Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000, ark. Grudziądz. *Wyd. A. Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MAKOWSKA A. 1975 — Objasnienia do mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000, ark. Grudziądz: 1–42. *Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MAKOWSKA A. 1976 (1980) — Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000, ark. Iława i objaśnienia do mapy. *Inst. Geol., Warszawa*.
- MAKOWSKA A. 1977a — Rewizja sytuacji stratygraficznej osadów tzw. interglacjału chełmińskiego w Bagarcie koło Unisławia. *Kwart. Geol.*, 21: 105–118.
- MAKOWSKA A. 1977b (1979) — Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000, ark. Elbląg i objaśnienia do mapy. *Inst. Geol., Warszawa*.
- MAKOWSKA A. 1979a — Interglacjał eemski w dolinie dolnej Wisły. *Studia Geol. Pol.*, 63: 1–90.
- MAKOWSKA A. 1979b — Stratigraphy of Vistula Glaciation deposits in the Lower Vistula valley of the background of marine and continental key series of Eemian Interglacial (Starogród, Grudziądz, Gniew). *Symposium on Vistulian Stratigraphy, Poland, 1979. Guide-Book of Excursion: 1–22*.
- MAKOWSKA A. 1980 — Late Eemian with preglacial and glacial part of Vistulian Glaciation in the Lower Vistula region. *Quatern. Studies in Poland. Vistulian Stratigraphy Poland, 1979*, 2: 37–55.
- MAKOWSKA A. 1982 — Paleographic environment for Eemian marine transgressions on the Lower Vistula. *Biul. Inst. Geol.*, 343: 31–49.
- MAKOWSKA A. 1986a — Nowy plejstocenijski poziom morski oraz ślady morza holsztyńskiego na dolnym Powiślu. *Kwart. Geol.*, 30: 609–628.
- MAKOWSKA A. 1986b — Morza plejstocenijskie w Polsce osady, wiek, paleogeografia. *Pr. Inst. Geol.*, 120: 1–174.
- MAKOWSKA A. 1987 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Krynica Morska i Elbląg Północ. *Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MAKOWSKA A. 1991a — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Krynica Morska i Elbląg Północ. *Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MAKOWSKA A. 1991b — Profil geologiczny otworu w Pagórkach koło Elbląga oraz znaczenie wyników badań pyłkowych jego osadów dla stratygrafii młodszego plejstocenu w Polsce. *Prz. Geol.*, 39: 262–269.
- MAKOWSKA 1992 — Stratigraphy of the Younger Pleistocene in the Dolne Powiśle and the Elbląg Elevation based on mapping and boreholes. *Kwart. Geol.*, 36: 97–120.
- MAKOWSKA A. 1994a — Climatic variation in the pre-glacial part of the Toruń Glaciation in the lower Vistula region and the Elbląg Elevation (Preliminary report). *Kwart. Geol.*, 36: 97–120.
- MAKOWSKA A. 1994b — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Elbląg Południe i objaśnienia do mapy. *CAG Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MAKOWSKA A. 1995a — Eem. W: *Atlas geologiczny południowego Bałtyku* (J.E. Mojski i in. red.). *Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MAKOWSKA A. 1995b — Elbląg Clay (Kadyny) geological situation, stratigraphy, glaciotectionics. In: Schirmer (ed), *Quaternary field trips in the Central Europe. Vol. 1. Regional field trips. Stop 7: 136–137. INQUA XVI Intern. Congress. Berlin*.
- MAKOWSKA A. 1999 — Czwartorzęd i jego podłoże na Wzniesieniu Elbląskim w aspekcie historii plejstocenijskiego Bałtyku. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 386: 59–132.
- MAKOWSKA A. 2001 — Paleogeografia rejonu Prabuty-Susz (dolne Powiśle) przed, w czasie i po transgresji morza tychnowskiego oraz zawartość malakologiczna osadów. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 398: 25–68.
- MAKOWSKA A. & RABEK W. 1990 — Osady morskie interglacjału eemskiego i pozycja stratygraficzna łożysk elbląskich (yoldiowych) na podstawie otworów w Pęklewie i Pagórkach (Wzniesienie Elbląskie). *Kwart. Geol.*, 34: 305–324.
- MAKOWSKA A., KABULSKI P. & UNIEJEWSKA M. 2001 — Osady morza tychnowskiego na tle budowy kompleksu plejstocenijskiego w nowych profilach wiertniczych z rejonu Prabuty-Susz na dolnym Powiślu. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 398: 69–84.
- OLSZEWSKI A. 1974 — Jednostki litofacjalne glin subglacialnych nad dolną Wisłą w świetle analizy ich makrostruktur i makrotekstur. *Studia Soc. Scient. Torunensis*, 2, Sec. C: 1–146.
- POŻARYSKI W. 1951 — Otwornice eemskie nad dolną Wisłą. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 20: 309–312.
- PRÓSZYŃSKI M. 1980 — Termoluminescencyjne wskaźniki wieku. *Sprawozdanie z badań naukowych. Kom. Bad. Czwart. PAN*, 3.
- SAMSONOWICZ J. 1951 — Interglacjał eemski nad dolną Wisłą. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 20.
- STAŃSKA-PRÓSZYŃSKA W. & PRÓSZYŃSKI M. 1984 — Termoluminescencyjne wskaźniki moren. [In:] *Zlodowacenie środkowopolskie na wyżynach południowopolskich i terenach przyległych. Przew. Konferencji, Sosnowiec 19–20 września, 1984. Kom. Bad. Czwart. PAN. Wyd. Nauk o Ziemi Uniw. Śl.*
- TOMCZAK A., KRZEMIŃSKA J. & PAZDUR A. 1999 — Problemy interpretacji dat radiowęglowych fauny morskiej z utworów górnego czwartorzędu. (In:) *Geochronologia Górnego Czwartorzędu Polski. Pazdur A., Bluszcz A., Stankowski W., Starkel L. (red.)*.
- WYSOTA W. 2000 — Stratigraphy of the Weichselian deposits in the southern part of the Lower Vistula region, northern Poland — new data and interpretations. *International field Symposium Quaternary geology of Denmark. University of Aarhus. The Peribaltic Group IQNUA Commission on Glaciation. Abstract of Papers and Posters: 53–55*.
- WYSOTA W. 2001 — Stratygrafia i chronologia nasunięć glacialnych zlodowacenia wisły w rejonie dolnego Powiśla. VIII Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski”, Jarnołtówek 3–7 września 2001. *Streszczenia referatów i komunikatów: 78*.
- WYSOTA W. 2002a — Model stratygraficzno-paleogeograficzny zlodowacenia wisły w Polsce. IX Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski”. Borne Sulinowo, 3–7 września 2002 r. *Streszczenia referatów i komunikatów: 56–57*.
- WYSOTA W. 2002b — Stratygrafia i środowiska sedymentacji zlodowacenia wisły w południowej części dolnego Powiśla. *Uniw. M. Kopernika w Toruniu: 1–143*.
- WYSOTA W., LANKAUF K.R., MOLEWSKI P. & SZMAŃDA J. 1996 — Sedymentologia interstadialnej serii rzecznej (Rzeczkowo) zlodowacenia Wisły (vistulian) odsłoniętej w południowo-zachodniej krawędzi Wysozyczny Chelmińskiej. *Acta Univer. Nicolai Copernici. Geografia*, 28, 97: 39–63.
- WYSOTA W., CHRUSCIŃSKA A., LANKAUF K.R., PRZEGIĘTKA R., OCZKOWSKI L.H. & SZMAŃDA J. 2000 — Chronostratigraphy of the vistulian deposits in the southern part of the Lower Vistula region (north Poland) in the light of TL dating. *Geologos*, 5: 123–134.