

## **Ewolucja poglądów na budowę geologiczną i powstanie gardzieńskiej moreny czołowej**

### **Geological structure and the origin of Gardno end-moraine – evolution of ideas**

**Krzysztof Petelski\***

*Akademia Pomorska w Słupsku, Zakład Geomorfologii i Geologii Czwartorzędu, ul. Partyzantów 27,  
76-200 Słupsk*

**Zarys treści:** Wzgórza czołowomorenowe otaczające od zachodu i południa jezioro Gardno tworzą jeden z najbardziej wyraźnych krajobrazów lądowych w Polsce. W roku 2007 minęło 150 lat od pierwszej publikacji poświęconej budowie geologicznej i rzeźbie gardzieńskiej moreny czołowej (Borne 1857). Artykuł stanowi podsumowanie wyników prac wielu autorów, którzy prowadzili badania na tym obszarze.

Budowa geologiczna tej formy oraz charakter kontaktu utworów, z których jest zbudowana, z utworami przedpola potwierdzają transgresywny charakter fazy gardzieńskiej ostatniego zlodowacenia, co doprowadziło do powstania wzniesień łobu gardzieńskiego.

Z nasunięciem łobu gardzieńskiego jest związany poziom brązowej gliny zwałowej, występujący jedynie po stronie proksymalnej wału gardzieńskiej moreny czołowej. Kontakt gliny zwałowej fazy gardzieńskiej z zaburzonymi głacitektonicznie utworami budującymi spiętrzone jądro wału czołowomorenowego widoczny jest w odsłonięciach klifu pomiędzy wsiami Dębina i Poddąbie.

**Słowa kluczowe:** faza gardzieńska, morena czołowa

**Abstract:** The long period of geomorphological and geological research of the area occupied by the Gardno ice sheet lobe, more than 150 years in total, has culminated in the preparation of the Smółdzino sheet of the Detailed Geological Map of Poland, at 1:50,000 scale. However, additional data is required for the northern and central section of the lobe area, where deep boreholes are missing. The results of new drillings might help to explain the structure of Quaternary infill of the fossil valley of Gardno. The recognition of tectonic origin of sub-Quaternary relief would be possible if geophysical prospecting is applied, and high-resolution seismic reflection in particular. In this way, dislocation zones in the sub-Quaternary bedrock and their possible influence on the geometry of the top surface of pre-Quaternary strata might be detected. The problem of Quaternary tectonic movements genetically linked with isostatic rebound pertains to the entire region of Pomorze (Pomerania).

**Key words:** Gardno Phase, end moraine

\* e-mail: kpetelski@box43.pl

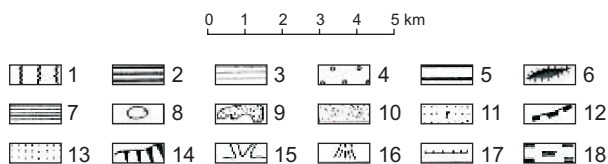
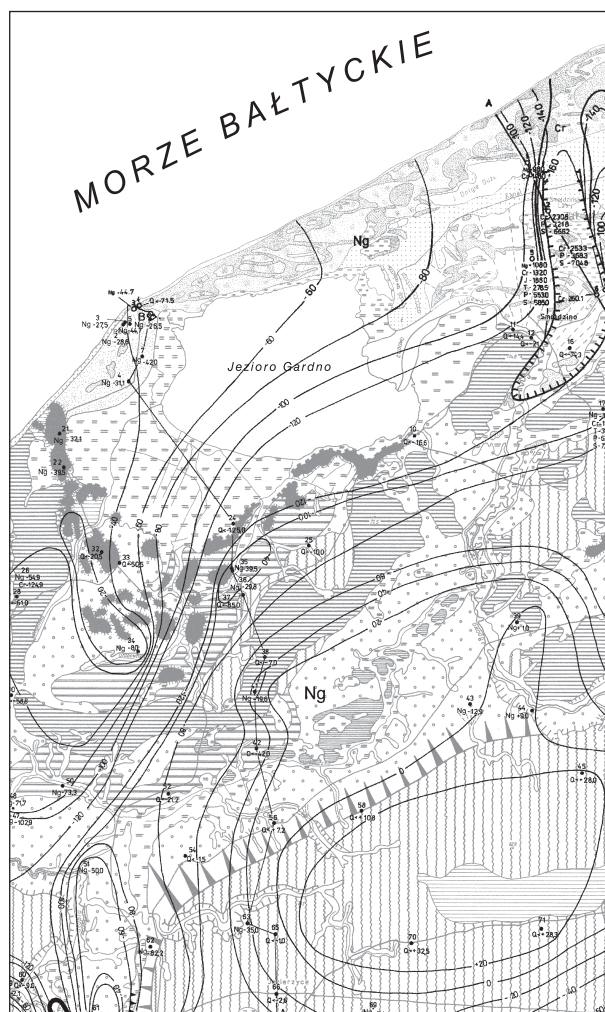
## Wprowadzenie

Wzgórza czołowomorenowe otaczające od zachodu i południa jezioro Gardno tworzą jeden z najbardziej wyraźnych krajobrazów globalnych w Polsce. Jest to łob gardzieński z klasycznymi formami. Należy do nich przede wszystkim główny (maksymalny) wał czołowomorenowy, który od Dębiny poprzez Machowinko, Redwanki, Dominek do Smółdzina okala misę końcową zajęta przez jezioro Gardno (ryc. 1). Na zapleczu wzgórz czołowomorenowych znajdują się ciągi form akumulacji szczelinowej. Są one oddzielone równiną torfową od jeziora Gardno, które zajmuje najniższą część misy końcowej łobu. Z kolei na przedpolu wału morenowego występuje sandr, płaski obszar zajęty przez utwory zastoiskowe, oraz dolina odpływu wód lodowcowych.

## Historia badań

Historia badań omawianego obszaru sięga 1857 r., kiedy to Borne (1857) w pracy o budowie geologicznej Pomorza umieścił wzmiankę o odsłonięciach klifu między Ustką a Dębina.

Opublikowane później prace Jentzsch (1914), Hartnacka (1926) i Bülowa (1924, 1930) zawierają piękne opisy morfologiczne obszaru, ale niewiele danych o jego budowie geologicznej. Żaden z wymienionych badaczy nie zamieścił pełnego opisu i rysunków odsłonień klifu, którego znajomość ma podstawowe znaczenie dla poznania budowy geologicznej wału gardzieńskiej moreny czołowej, a tym samym jest niezbędna dla właściwego scharakteryzowania nasunięcia fazy gardzieńskiej. Mapy geomorfologiczne wykonane przez Bülowa (1924, 1930) zawierają szczegółowy obraz morfologii wału gardzieńskiej moreny czołowej, jego przedpola oraz misy końcowej. Wyróżnił on (Bülow 1924, 1930) na obszarze misy końcowej trzy ciągi moren recesyjnych, znaczących według niego kolejne etapy deglacjacji frontальной lądolodu łobu gardzieńskiego (ryc. 2). Obecnie, po zbadaniu budowy wewnętrznej tych form, zostały one zaklasyfikowane jako wzgórza akumulacji szczelinowej w strefie martwego lodu (Petelski 1978, 2005). W obrębie głównego wału gardzieńskiej moreny czołowej Bülow (1924, 1930) wyróżnił jedynie bramę morenową Redwanek. Nie dostrzegł obecności bram morenowych Stojcina. Według niego odpływ wód lodowcowych z misy końcowej łobu odbywał się tylko tą jedną bramą morenową, u której wylotu, na przedpolu wału czołowomorenowego był sypany sandr. Bülow (1924, 1930) nie wydzielił także obszarów występowania utworów zastoiskowych po zachodniej stronie gardzieńskiej moreny czołowej w okolicy Machowinka i Wytowna, uważał bowiem, że obszar ten budują piaski sandrowe.

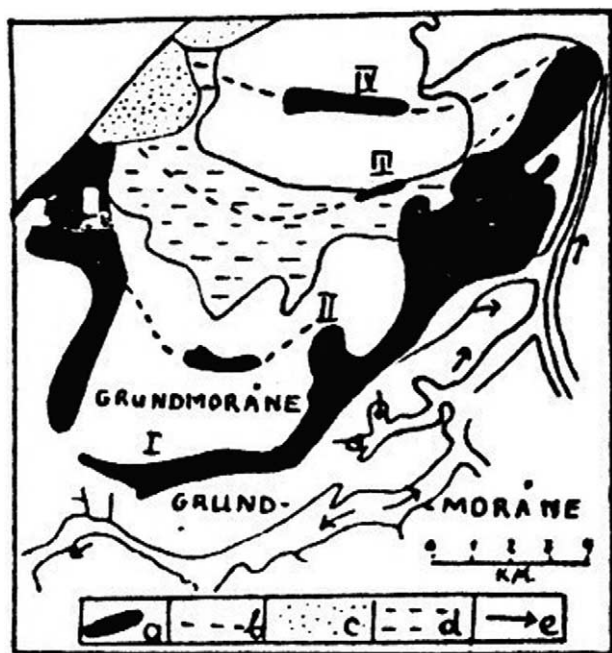


**Ryc. 1.** Mapa geomorfologiczna moreny gardzieńskiej i jej sąsiedztwa wraz z mapą stropu osadów podczwartorzędowych

1 – wysoczyzna morenowa falista, 2 – moreny czołowe akumulacyjne, 3 – równiny wodnomorenowe, 4 – równiny wodnolodowcowe, 5 – obszary zastoiskowe, 6 – formy akumulacji szczelinowej 7 – kemy, 8 – zagłębienia po martwym lodzie, 9 – wydmy, 10 – równiny piasków przewianych, 11 – równiny jeziorne, 12 – klif, 13 – plaża, 14 – długie stoki, 15 – dna dolin rzecznych, 16 – dolinki, parowy, młode rozcięcia erozyjne, 17 – stożki napływowe, 18 – krawędzie wysoczyzny, 19 – równiny torfowe

**Fig. 1.** Geomorphologic sketch of the Gardno Moraine and their surroundings and sketch of top side of Neogene and Palaeogene deposits

1 – morainic undulating plateau, 2 – front moraines, 3 – plain watermorainic sediments, 4 – outwash plain, 5 – plain ice-dam clays, 6 – rift form, 7 – kames, 8 – kettle holes, 9 – dunes, 10 – plain of aeolian sands, 11 – plain of lake deposits, 12 – cliff shore, 13 – beach, 14 – long slopes, 15 – bottom of river valleys, 16 – youth erosional dissections, 17 – alluvial cone, 18 – edge margin, 19 – peat plain



Ryc. 2. Szkic geologiczno-geomorfologiczny lobu gardzieńskiego Bülowa (1930)

1 – morena czołowa, b – położenie czoła lodu, c – piasek wydmy, d – torf, e – spadki

Fig. 2. Geologic-geomorphological sketch of Gardno Lobe by Bülow (1930)

a – end moraine, b – glacier front, c – dune sand, d – peat, e – decline

W roku 1947 moreny lobu gardzieńskiego opisał Halicki (1947). Jego praca stanowiła jednak jedynie krótkie podsumowanie wcześniejszych prac badaczy niemieckich w związku z projektem utworzenia na obszarze Niziny Gardzieńsko-Łebskiej nadmorskiego parku narodowego. Z kolei Giedroń-Juraha (1949) na opublikowanym przez siebie szkicu geologiczno-geomorfologicznym (ryc. 3), w przeciwieństwie do Bülowa (1924, 1930), nie wyróżniła bramy morenowej Redwanek, zaznaczyła jedynie dwie bramy morenowe Stojcina oraz obszar występowania utworów zastoiskowych po zachodniej i południowej stronie gardzieńskiej moreny czołowej. Nie wydzieliła też wyraźnego stożka sandrowego związanego z bramą morenową Redwanek. W obrębie misy końcowej lobu gardzieńskiego wyróżniła tylko jeden ciąg moren recesyjnych.

W późniejszym okresie szczegółowo morenami lobu gardzieńskiego zajął się Petelski, który prowadził tu badania w latach 1974–1978. Jego prace zostały uwieńczone w roku 1980 obroną pracy doktorskiej pod tytułem „Gardzieńska morena czołowa” (Petelski 1985). Na omawiany obszar Petelski wrócił w latach 2003–2005 w ramach prac nad arkuszem Smołdzino (10) Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000.

Ważną rolę w poznaniu budowy geologicznej moren lobu gardzieńskiego odegrały badania odsłonięć klifu pomiędzy Dębina a Poddąbiem (Petelski 1975,

1976, 1985, Jasiewicz 1998, 1999, 2001, Jasiewicz i in. 2005, Masłowska i in. 2006).

Budowa geologiczna i rozwój paleogeograficzny najniższej części misy końcowej lobu gardzieńskiego zajętej przez jezioro Gardno była przedmiotem badań licznych autorów (Rosa 1968, 1990, Bogaczewicz-Adamczak i in. 1981, Tobolski 1987, Rotnicki 1987, 1995, 1999, 2001, Rotnicki, Borówka 1990, 1995, Florek, Orłowski 1991, Florek 1996, 2003, Florek, Majewski 1997), a przede wszystkim Wojciechowskiego (1985, 1989, 1990).

Duże znaczenie dla poznania budowy geologicznej Niziny Gardzieńsko-Łebskiej mają prace wykonane przy okazji realizacji arkuszy Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000: Łeba (Morawski 1987), Kluki (Borówka, Rotnicki 1994), Główny Las (Borówka, Rotnicki 2000), Smołdziński Las (Petelski, Orłowski 2003) i Smołdzino (Petelski 2005).

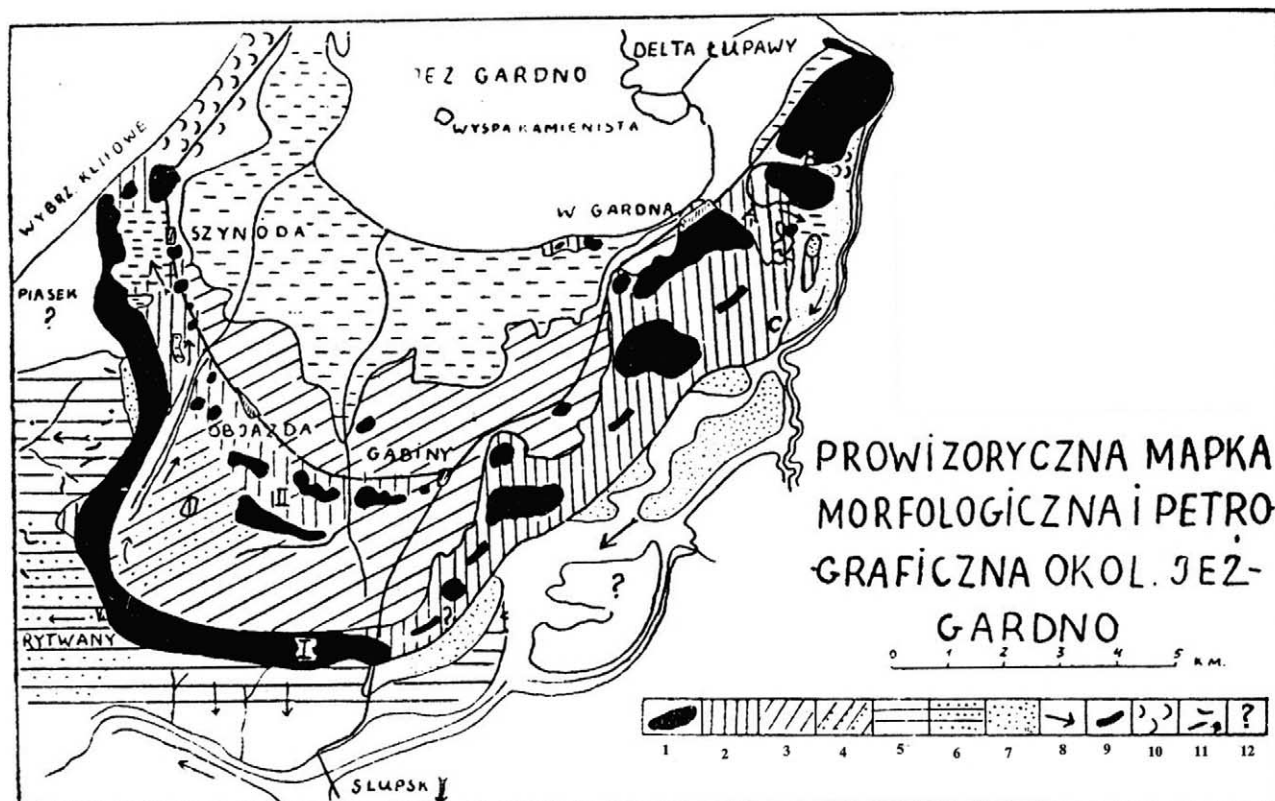
## Rzeźba i budowa geologiczna gardzieńskiej moreny czołowej

Najważniejszym elementem w rzeźbie omawianego obszaru są wzgórza czołowomorenowe otaczające od zachodu i południa jezioro Gardno, tworzące jeden z najbardziej wyraźnych krajobrazów lokalnych w Polsce.

Należy do nich przede wszystkim główny (maksymalny) wał czołowomorenowy, który od Dębiny poprzez Machowinko, Redwanki, Dominek do Smołdzina okala misę końcową zajęta przez jezioro Gardno. Na zapleczu wzgórz czołowomorenowych znajdują się ciągi form akumulacji szczelinowej. Są one oddzielone równiną torfową od jeziora Gardno, które zajmuje najniższą część misy końcowej lobu. Natomiast na przedpolu wału morenowego występuje sandr, równina akumulacji utworów zastoiskowych oraz dolina odpływu wód lodowcowych.

Na południe od doliny odpływu wód lodowcowych rozciąga się wysoczyzna polodowcowa znana jako Wysoczyzna Damnicka. Budują ją gliny zwalowe. Wznosi się ona do rzędnych przekraczających 80 m n.p.m. Powierzchnia wysoczyzny polodowcowej obniża się ku północy i przy południowej krawędzi doliny odpływu wód lodowcowych osiąga wysokość 50 m n.p.m. Wysoczyzna polodowcowa ma charakter wysoczyzny morenowej falistej lub płaskiej.

Wał gardzieńskiej moreny czołowej jest dominującym elementem w morfologii badanego terenu. Rozpoczyna się on po stronie zachodniej jeziora Gardno, w pobliżu wsi Dębina. Osiąga tu rzędne 38–40 m n.p.m. i szerokość 1300 m. Ku południowi wał moreny czołowej zwęża się i biegnie przez Machowinko oraz Redwanki, gdzie osiąga szerokość około 350 m i rzędna 35 m n.p.m. W pobliżu Redwanek wał moreny czołowej jest przecięty przez roz-



Ryc. 3. Szkic geologiczno-geomorfologiczny lobu gardzieńskiego Giedrojc-Juraha (1949)

1 – morena czołowa piaszczysta, 2 – morena czołowa gliniasta, 3 – morena denna gliniasta, 4 – morena denna piaszczysta lub sandr wewnętrzny, 5 – mułki i ropy zastoiiskowe, 6 – mułki i ropy zastoiiskowe pod piaskiem fluwioglacjalnym, 7 – piaski fluwioglacjalne, 8 – przypuszczalny odpływ wód podczas I i II fazy postępu języka lodowego, 9 – teoretyczna możliwość występowania wzgórz piaszczystych, 10 – wydmy, 11 – zagłębienia bezodpływowe i dolinki rynnowe wśród utworów zastoiiskowych, 12 – teren mało lub wcale nie zbadany przez autorę komunikatu

Fig. 3. Geologic-geomorphological sketch of Gardno Lobe by Giedrojc-Juraha (1949)

1 – sandy end moraines, 2 – end moraines tills, 3 – ground moraine tills, 4 – ground moraine sands or internal outwash plains, 5 – varved silt and clay, 6 – varved silt and clay under fluvioglacjal sands, 7 – fluvioglacjal sands, 8 – probable issue (outlet) during I and II stage of glacier front development, 9 – theoretical possibility of existing sands hill, 10 – dunes, 11 – kettle holes and erosive fissures among varved silt and clay, 12 – area where the author of article did only a little bit of research or didn't do it at all.

ległe obniżenie – bramę morenową – o szerokości około 300 m. Dno bramy morenowej znajduje się na rzędnej 25 m n.p.m. Następny odcinek wału czołowomorenowego Redwanki-Kępno biegnie równoleżnikowo. Szerokość moreny czołowej wzrasta ku wschodowi od 300 do 500 m, a rzędne od 35 do 52,5 m n.p.m. Od Kępna, w stronę Dominka, Bukowej, Stojcina i Smołdzina, wał moreny czołowej przybiera kierunek południowy zachód-północny wschód. Ku północnemu wschodowi szerokość wału morenowego rośnie od 500 do 900-1000 m, a rzędne wzrastają od 52,5 do 115 m n.p.m. (kulminacja wzgórza Rowokół). Na opisanym odcinku wału czołowomorenowego, w pobliżu Stojcina, znajdują się dwie bramy morenowe: na południe od wsi – o szerokości 150 m, na północ – o szerokości 300 m. Dna obu bram morenowych znajdują się na rzędnej 25 m n.p.m.

Wzgórze Rowokół (115 m n.p.m.) koło Smołdzina kończy ciąg moren czołowych lobu gardzieńskiego (ryc. 1).

Dalej na wschód moreny fazy gardzieńskiej przybierają kierunek równoleżnikowy. Są to wzgórza czo-

łowomorenowe nadbudowujące wysoczyznę polodowcową pomiędzy Smołdzinem, Sieciami i Choćmirowem.

Wał moreny czołowej lobu gardzieńskiego osiągający długość 26 km ma jednolity i zwarty charakter, co wyraźnie wyodrębnia go spośród moren czołowych fazy gardzieńskiej, znajdujących się poza omawianym obszarem. Budują go różnoziarniste piaski i żwiry oraz gliny zwałowe. Są to piaski słabo wysortowane, z domieszką żwiru i głazików. Izolowane kulminacje moren czołowych budują gliny zwałowe typu spływowego. Piaski i żwiry, tworzące wzgórza czołowomorenowe, spoczywają na zaburzonych glaciektonicznie glinach zwałowych stadiału górnego zlodowacenia wisły oraz na utworach zastoiiskowych.

Misę końcową lobu gardzieńskiego, obramowaną od zachodu, południa oraz południowego wschodu wałem moreny czołowej, można pod względem zróżnicowania rzeźby podzielić na dwa obszary. Pierwszy to pagórkowata równina na rzędnych od 5 do 20 m n.p.m., stanowiąca bezpośrednie zaplecze wału gar-

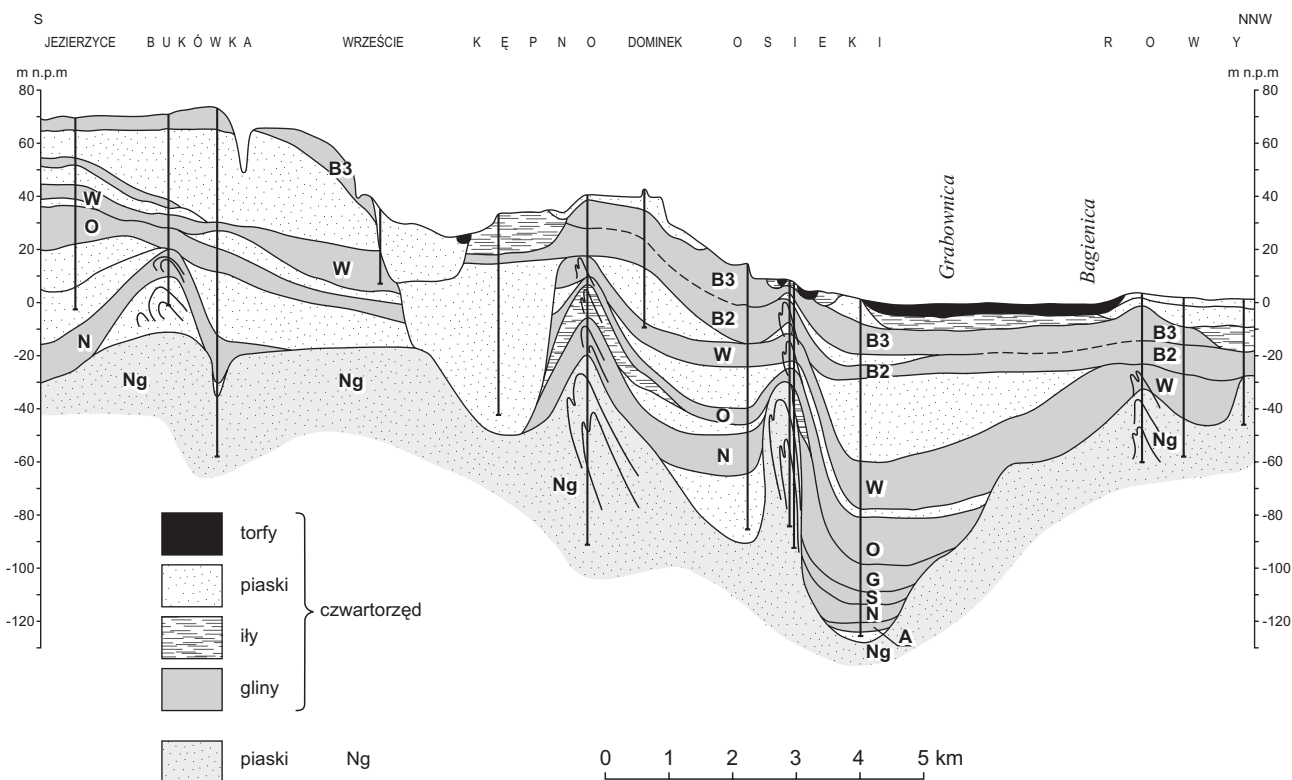
dziennej moreny czołowej. Jedynie pojedyncze wzgórza osiągają tu rzędną 27 m n.p.m. Szerokość tej strefy wynosi od 1 do 5 km. Kulminacje w jej obrębie to wzgórza akumulacji szczelinowej powtarzające swym przebiegiem zarys głównego wału moreny czołowej. Drugi obszar to płaska równina torfowiskowa otaczająca jezioro Gardno. Jej rzędna na granicy z obszarem równiny pagórkowatej wynosi około 5 m n.p.m., a następnie, w sąsiedztwie jeziora Gardno, które zajmuje najniższą część misy końcowej lobu gardzieńskiego, obniża się do 0,3–0,4 m n.p.m.

Jezioro Gardno to płytkie jezioro wytopiskowe – osiągające głębokość 2,6 m. W centralnej części jeziora znajduje się „wyspa kamienna”. Jest to obszar, na którym z toni wodnej wystają głazy narzutowe. W zależności od stanu wody w jeziorze (do którego mogą wlewać się wody morskie, co związane jest ze stanem morza oraz kierunkiem i siłą falowania w Bałtyku) głazy narzutowe wynurzają się lub pograżają w jego wodach. Omawiana „wyspa” jest residuum po formie akumulacji szczelinowej, która kiedyś tworzyła wyspę na jeziorze.

Misę końcową oddziela od morza mierzeja, która rozpoczyna się koło Dębiny (ryc. 1), gdzie znajduje się kontakt piasków budujących mierzeję z zachodnim skrzydłem wału czołowomorenowego lobu gardzieńskiego. Mierzeję nadbudowują wydmy. Ciągnie się ona w kierunku północno wschodnim, przez Rowy i dalej, w stronę Łeby.

Po stronie dystalnej wału czołowomorenowego, wzdłuż jego wschodniego skrzydła, biegnie rozległa dolina odpływu wód lodowcowych o kierunku południowy zachód–północny wschód (Lubuczewo–Smółdzino). Północną krawędź omawianej doliny stanowią moreny czołowe lobu gardzieńskiego. Południową krawędź tej doliny tworzy północna krawędź Wysoczyzny Damnickiej o wysokości 30 m, bardzo wyraźnie zarysowana w rzeźbie terenu. Jest ona urozmaicona licznymi rozcięciami erozyjnymi, o długości dochodzącej do 1,5 km. Dolina ta, na wschód od Smółdzina, łączy się z Niziną Gardzieńsko-Łebską. W pobliżu Lubuczewa dolina odpływu wód lodowcowych rozdziela się na dwa ramiona. Główne ramię skręca na południe w kierunku Siemianic i Słupska. Drugie ramię biegnie na zachód przez Machowinko do Bydlina. Rzędna dna doliny przy ujściu do Niziny Gardzieńsko-Łebskiej wynosi 2,5 m n.p.m., podczas gdy w Żelkowie – 10 m n.p.m. W pozostałej części doliny dno znajduje się na rzędnej około 20 m n.p.m.

W części północnej dolina odpływu wód lodowcowych pomiędzy Żelkowem a Smółdzinem wykorzystywana jest przez Łupawę. Rzeka ta na obszarze objętym arkuszem mapy Smółdzino początkowo płynie ze wschodu na zachód wąską, równoleżnikową doliną, która rozcina wysoczyznę polodowcową na południe od moren czołowych fazy gardzieńskiej – tak zwanych Choćmirowskich Gór – by w miejscu,



Ryc. 4. Przekrój geologiczny A–B; lokalizacja na rycinie 1  
 Fig. 4. Geological cross – section A–B; location on figure 1

gdzie wpada do doliny odpływu wód lodowcowych w pobliżu Żelkowa, zmienić gwałtownie kierunek i popłynąć ku północnemu wschodowi, w stronę Niziny Gardzieńsko-Łebskiej – do jeziora Gardno i dalej do Morza Bałtyckiego. Łupawa uformowała rozległy stożek napływowy, którego proksymalna część znajduje się już w obrębie północnej części doliny odpływu wód lodowcowych, z przedłużeniem ku północy, na obszar Niziny Gardzieńsko-Łebskiej.

Południową odnogę doliny odpływu wód lodowcowych, na odcinku Siemianice-Słupsk, wykorzystuje Słupia, płynąca z południa na północ, koło Bydlina skręcająca ku zachodowi, w zachodnie ramię doliny odpływu wód lodowcowych.

Omawianą dolinę odpływu wód lodowcowych wykorzystują jeszcze dwa mniejsze ciekiki: Gnilna (płynąca ze wschodu na zachód) oraz Brodniczka (płynąca z zachodu na wschód). Obydwie rzeki biorą początek w pobliżu wsi Lękowica w centralnej części doliny odpływu wód wodnolodowcowych i płyną w przeciwnych kierunkach: Gnilna ku zachodowi do Słupi, a Brodniczka ku wschodowi do Łupawy.

W obrębie doliny odpływu wód lodowcowych wyróżnić można poziomy sandrowe i obszary występowania osadów zastoiskowych.

Prace geologiczne przeprowadzone na arkuszach Smołdzino (Petelski 2005) oraz Smołdziński Las (Petelski, Orłowski 2003) ukazały budowę geologiczną serii osadów czwartorzędowych na obszarze lobu gardzieńskiego.

Przez omawiany teren przebiega z południowego zachodu na północny wschód głębokie obniżenie (rynna) – dolina Gardna (ryc. 1). Jej dno znajduje się na rzędnej poniżej 120 m p.p.m. Bierze ona swój początek na południe od Niziny Gardzieńskiej i ciągnie się ku północy, gdzie w pobliżu współczesnego brzegu morskiego jej dno znajduje się na rzędnej 257 m p.p.m.

Na południe od doliny Gardna strop utworów trzeciorzędu wznosi się do rzędnej 20 m n.p.m., zaś na północ od wspomnianej doliny nieco niżej.

Geneza tej doliny nie jest jasna. Wypełniają ją głównie gliny zwałowe: zlodowacenia narwi, zlodowaceń południowopolskich (zlodowacenia nidy, sanu 1 i sanu 2), zlodowaceń środkowopolskich (zlodowacenia odry i warty) i zlodowacenia wisły (ryc. 4).

Na jej dnie brak śladów erozji. Jej przebieg pokrywa się z przebiegiem fotolineamentu wyznaczonego przez J. Bażyńskiego, S. Doktora i M. Granicznego na mapie fotogeologicznej Polski wydanej w roku 1984. Sugeruje to istnienie związku pomiędzy lokalizacją tej formy a tektoniką podłoża. Tak głęboko położone utwory czwartorzędu występują w Polsce jedynie w rynnach Jeziora Żarnowieckiego (Petelski, Prussak 2001), gdzie związek ten jest wyraźny (Dadlez 1989).

Występowanie podobnych form, wypełnionych osadami czwartorzędowymi, stwierdzono metodami

wysokorozdzielczej sejsmiki refleksyjnej w dniu południowego Bałtyku (Kramarska i in. 1999). Formy te położone są nad strefami uskokowymi występującymi w podłożu paleozoicznym.

Osady czwartorzędu, wypełniające dolinę Gardna, są bardzo silnie zaburzone glacitektonicznie. Jest to dobrze udokumentowane w rejonie wsi Osieki, gdzie wykonano dużą liczbę wierceń. Zaburzenia glacitektoniczne związane są z oddziaływaniem kolejnych lądolodów, które wkraczały do niej z północy.

Rzeźba stropu utworów neogenu i paleogenu ma duży wpływ na współczesną rzeźbę powierzchni terenu. Północna krawędź Wysoczyzny Damnickiej związana jest z południową krawędzią kopalnej doliny o przebiegu południowy zachód-północny wschód (Włynkówko-Smołdzino). Położenie lobu lodowcowego, który utworzył gardzieńskie moreny czołowe, uwarunkowane było istnieniem obniżenia w stropie utworów neogeńskich. Zależności te bardzo dobrze pokazują przekroje geologiczne przez omawiane formy (ryc. 4).

## Literatura

- Bogaczewicz-Adamczak B., Fedorowicz S., Gołębski R., Miotk G. 1981. Polodowcowa historia rejonu jeziora Gardno. Zeszyty Naukowe Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Gdańskiego, Geografia, 12: 27–49.
- Borne D.v. 1857. Zur Geognosie der Provinz Pommern. Zeitschrift d. Deutsche Geologischen Gesellschaft, 9.
- Borówka R., Rotnicki K. 2000. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1: 50 000, arkusz Głowczyce. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Bülow K.v. 1924. Die Diluviallandschaft im nordöstlichen Hinterpommern. Jahrbuch d. Preuß. Geologischen Landesanstalt, 45: 317–344.
- Bülow K.v. 1930. Erdgeschichte und Landschaftgestaltung im Kreis Stolp in Pommern. Oskar Eulitz Verlag, Stolp.
- Giedrojc-Juraha S. 1949. Moreny czołowe okolic jeziora Gardno. Czasopismo Geograficzne, 20, 1–4: 239–244.
- Florek W. 1996. Nizina Gardzieńsko-Łebska – część zachodnia. [W:] 45 Zjazd Polskiego Towarzystwa Geograficznego. Przewodnik wycieczek, Słupsk-Ustka, 18–21 września 1996, s. 53–75.
- Florek W. 2003. Powstanie jeziora Gardno w świetle budowy geologicznej zachodniej części Niziny Gardzieńsko-Łebskiej. [W:] Z. Mudryk (red.), Jezioro Gardno. Pomorska Akademia Pedagogiczna, Słupsk, s. 13–34.
- Florek W., Majewski M. 1997. Wiek wałów brzegowych a wiek górnoholoceńskich transgresji jeziora

- Gardno. [W:] Geologia i geomorfologia Pobrzeża i południowego Bałtyku, 3: 121–127.
- Florek W., Orłowski A. 1949. O wieku maksimum transgresji jeziora Gardno. *Przeł. Geol.*, 5–6: 298–301.
- Halicki B. 1947. Projekt Nadmorskiego Parku Narodowego. *Wiadomości Muzeum Ziemi*, 3.
- Hartnack W. 1926. Die Küste Hinterpommerns unter besonderer Berücksichtigung der Morphologie. *Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft*, Greifswald.
- Jasiewicz J. 1998. Stratygrafia osadów gardnieńskiej moreny czołowej. III Seminarium „Geneza, litologia i stratygrafia osadów czwartorzędowych”. Poznań, 16–17 listopada 1998. Streszczenia referatów i opisy posterów. Poznań, s. 49–51.
- Jasiewicz J. 1999. Glacitektoniczna struktura dupleksu (gardzieńska morena czołowa, klif w Dębnie na zachód od Rowów). [W:] R.K. Borówka, Z. Młynarczyk, A. Wojciechowski (red.), *Ewolucja geosystemów nadmorskich południowego Bałtyku*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań–Szczecin, s. 87–93.
- Jasiewicz J. 2001. Vistuliańskie „gliny czerwone” i ich znaczenie stratygraficzne dla wydzielenia fazy gardnieńskiej. [W:] K. Rotnicki (red.), *Przemiany środowiska geograficznego nizin nadmorskich południowego Bałtyku w vistulianie i holocenie*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 53–56.
- Jasiewicz J., Czerniawska J., Krzyszkowski D. 2005. Stratygrafia osadów glacialnych fazy gardnieńskiej (Pobrzeże Słowińskie) na podstawie kryterium petrograficznego. [W:] R.K. Borówka (red.), *Plejstoceńskie i holocenne przemiany środowiska przyrodniczego Polski*. Szczecin.
- Jentzsch A. 1914. Beobachtungen am Ostseestrand im Hinterpommern und Westpreussen. *Jahrbuch d. Preussische Geologische Landesanstalt*, 35.
- Masłowska M., Michałowska M., Jurys L., Kaulbarsz D., Zaleszkiewicz L., Olszak I. 2006. Budowa geologiczna klifów wybrzeża polskiego na odcinku od Orłowa do Ustki. Maszynopis w archiwum PIG OGM Gdańsk.
- Morawski W. 1987. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1: 50 000, arkusz Łeba. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Petelski K. 1975. O budowie geologicznej gardzieńskiej moreny czołowej w odsłonięciach klifu pomiędzy Dębnią a Poddębniem na Pobrzeżu Zachodniopomorskim. *Zeszyty Naukowe Wydziału BiNoZ Uniwersytetu Gdańskiego, Geografia*, 5: 169–180.
- Petelski K. 1976. Zaburzenia glacydynamiczne w spągu środkowego poziomu glin zwałowych w odsłonięciach klifu w pobliżu wsi Dębina na Pobrzeżu Zachodniopomorskim. *Zeszyty Naukowe Wydziału BiNoZ Uniwersytetu Gdańskiego, Geografia*, 6: 87–99.
- Petelski K. 1985. Budowa geologiczna moreny czołowej i niecki końcowej lobu gardzieńskiego. *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, 348: 89–121.
- Petelski K. 2005. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Smołdzino. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Petelski K., Orłowski A. 2003. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Smołdziński Las. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Rosa B. 1968. Obszar południowobałtycki w okresie ostatniego zlodowacenia i w holocenie. [W:] *Ostatnie zlodowacenia skandynawskie w Polsce*. R. Galon (red.), *Prace Geograficzne IG PAN*, 74: 121–155.
- Rosa B. 1990. Chronomorfologia gardzieńskich moren czołowych (pradoliny, brzeg morski, osady plejnistuliańskie i inne). *Przewodnik LXI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Gdańsk 13–15 września 1990*, Kraków, s. 11–23.
- Rotnicki K. 1987. Paleogeografia i geomorfologia obszaru Słowińskiego Parku Narodowego – stan badań i ich perspektywy. Materiały na Konferencję Poświęconą 20-leciu Słowińskiego Parku Narodowego, Smołdzino.
- Rotnicki K. 1995. An outline of geomorphology and main problem of the Upper Quaternary of the Gardno-Łeba Coastal Plain. *Journal of Coastal Research, Special Issue*, 22: 213–219.
- Rotnicki K. 1999. Problem holocennej transgresji Bałtyku Południowego na wybrzeżu środkowym Polski w świetle nowych danych z obszaru Niziny Gardzieńsko-Łebskiej. [W:] K. Rotnicki (red.), *Ewolucja geosystemów nadmorskich południowego Bałtyku*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 121–140.
- Rotnicki K. 2001. Stratygrafia i paleogeografia vistulianu Niziny Gardzieńsko-Łebskiej. [W:] K. Rotnicki (red.), *Przemiany środowiska geograficznego nizin nadmorskich południowego Bałtyku w vistulianie i holocenie*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 19–30.
- Rotnicki K., Borówka R.K. 1990. Nowe dane dotyczące stratygrafii osadów młodoczwartorzędowych Niziny Gardzieńsko-Łebskiej na obszarze położonym między jeziorami Gardno i Łebsko. *Sprawozdania Komisji Geogr.-Geol. PTPN*, 107: 125–128.
- Rotnicki K., Borówka R.K. 1995. The last cold period in the Gardno-Łeba Coastal Plain. *Journal of Coastal Research, Special Issue*, 22: 225–229.
- Rotnicki K., Borówka R.K. 2000. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Kluki. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Tobolski K. 1987. Holocene vegetational development based on the Kluki reference site in the Gardno-Łeba Plain. *Acta Palaeobotanica*, 27, 1: 179–222.

- Wojciechowski A. 1985. Pozycja stratygraficzna torfów w niecce jeziora Gardno. Sprawozdania Komisji Geogr.-Geol. Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk, 101: 68–70.
- Wojciechowski A. 1989. A lithofacies sequence model for South Baltic lagoonal deposits, Lake Gardno, Poland. *Quaestiones Geographicae*, Special Issue, 2: 147–154.
- Wojciechowski A. 1990. Analiza litofacyjna osadów jeziora Gardno. Uniwersytet im. A. Mickiewicza, *Geografia*, 49.
- Wojciechowski A. 1991. Model sekwencji litofacyjnej osadów jeziora Gardno. [W:] A. Kostrzewski (red.), *Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych*. Poznań, s. 367–375.
- Zaborowska K. 1977. Analiza flory okrzemek osadów dennych jeziora Gardno. *Studia i Materiały Oceanologiczne*, 19: 304–305.
- Zachowicz J. 1977. Analiza palinologiczna osadów jeziora Gardno. *Studia i Materiały Oceanologiczne*, 19: 299–303.
- Zachowicz J., Zaborowska K. 1985. Biostratygrafia osadów jeziora Gardno. *Peribalticum*, 3: 67–77.