



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

JÓZEF BORATYN

Główny koordynator Szczegółowej mapy geologicznej Polski — S. LISICKI

**OBJAŚNIENIA
DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ
POLSKI**

1 : 50 000

Arkusz Boćki (458)
(z 1 fig., 2 tab. i 2 tabl.)



Ministerstwo Środowiska



Wykonano na zamówienie Ministra Środowiska
za środki finansowe wypłacone przez
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

WARSZAWA 2007

Autor: Józef BORATYN

Przedsiębiorstwo Geologiczne SA
al. Kijowska 14, 30-079 Kraków

Redakcja merytoryczna: Elżbieta GRUSZCZYŃSKA

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

Akceptował do udostępniania
Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego
prof. dr hab. Tadeusz M. PERYT

ISBN 978-83-7538-000-2

© Copyright by Ministerstwo Środowiska
and Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2007

Przygotowanie wersji cyfrowej: Stanisław OLCZAK, Jacek STRĄK

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu	8
III. Budowa geologiczna	12
A. Stratygrafia.	12
1. Paleogen	13
a. Eocen+oligocen	13
2. Neogen	13
a. Miocen	13
3. Czwartorzęd	14
a. Plejstocen	14
Plejstocen dolny	14
Zlodowacenia najstarsze	15
Zlodowacenie Narwi	15
Interglacjał augustowski	17
Zlodowacenia południowopolskie	17
Zlodowacenie Nidy	17
Zlodowacenie Sanu 1	18
Interglacjał ferdynandowski	19
Zlodowacenie Sanu 2	20
Stadiał dolny	20
Stadiał górny	20
Zlodowacenia środkowopolskie	21
Zlodowacenie Odry	21
Zlodowacenie Warty	22

Stadiał dolny	22
Stadiał środkowy	26
Interglacjał eemski	26
Zlodowacenia północnopolskie	28
Zlodowacenie Wisły	28
b. Czwartorzęd nierozdzielony	29
c. Holocen	31
B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu	32
C. Rozwój budowy geologicznej	33
IV. Podsumowanie	38
Literatura	39

SPIS TABLIC

Tablica I — Szkic geomorfologiczny w skali 1:100 000

Tablica II — Szkic geologiczny odkryty w skali 1:100 000

I. WSTĘP

Obszar arkusza Boćki (458) Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000 ograniczony jest współrzędnymi geograficznymi: 23°00'–23°15' długości wschodniej oraz 52°30'–52°40' szerokości północnej. Jest on położony we wschodniej Polsce, na Nizinie Północnopodlaskiej, w obrębie mezoregionów: Wysoczyzny Drohiczyńskiej i Równiny Bielskiej (Kondracki, 2002).

Administracyjnie badany obszar znajduje się w województwie podlaskim, w powiatach: siemiatyckim, bielskim i hajnowskim. Obejmuje gminy: Boćki, Milejczyce, Bielsk Podlaski, Orla, Kleszczele, Stacja Nurzec, Siemiatycze i Dziadkowice.

Omawiany obszar jest terenem rolniczym o glebach słabo- lub średniourodajnych, z dużym udziałem łąk i pastwisk. Prowadzona jest tu głównie gospodarka hodowlana. Brak jest ośrodków miejskich i przemysłowych.

Sieć komunikacyjna jest rozwinięta nierównomiernie ze względu na występowanie na terenie arkusza szerokich podmokłych dolin, gęstej sieci cieków oraz kompleksów leśnych. Przez północno-wschodni skraj przebiega szlak komunikacyjny Lublin–Białystok, natomiast przez część południowo-wschodnią — droga łącząca Siemiatycze z Hajnąwką.

Badany obszar jest średnio zalesiony. Większe kompleksy leśne występują w rejonach: Milejczyce–Rogacze i Wandalin–Nurzec–Dubno. Obecnie prowadzi się tu zalesianie terenów nie użytkowanych rolniczo.

Arkusze Boćki opracowany został w Przedsiębiorstwie Geologicznym SA w Krakowie na podstawie Projektu prac geologicznych dla Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, arkuszy: Boćki, Czeremcha, Witowo i L. Podcerkwa¹, wykonanego przez J. Boratyna i S. Bruda, zatwierdzonego przez Ministra Środowiska decyzją numer DG/KOK/AO/489-NY-20/2002 z dnia 08.05.2002 r.

¹ Leśniczówka Podcerkwa

Prace terenowe geologiczno-zdjęciowe prowadzone były w latach 2002–2005. Zdjęcie geologiczne wykonano na obszarze o powierzchni około 314 km². W czasie prac terenowych wykonano 620 sond ręcznych o głębokości 2,0–4,0 m i łącznym metrażu 1893,0 m, 20 wkopów, 225 sond mechanicznych o głębokości 4,0–14,5 m i łącznym metrażu 1200,0 m. Przeprowadzono obserwacje w 110 odsłonięciach naturalnych i sztucznych. Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych przedstawia [tabela 1](#).

Tabela 1

Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych zakończonych w utworach czwartorzędowych

Numer		Rodzaj*	Lokalizacja (miejscowość)	Rzędna (m n.p.m.)	Głębokość (m)	Uwagi
według mapy geologicznej	według notatnika terenowego					
1	15	sm	Boćki	149,0	5,5	Profil utworów organicznych
2	108	sm	Boćki	141,0	11,5	Profil utworów organicznych
3	1	wi	Boćki	138,5	9,4	Profil utworów organicznych
4	3	wi	Boćki	137,0	8,4	Ekspertyza palinologiczna
5	7	sm	Pasieka	162,5	4,0	Profil utworów organicznych
6	1	sm	Pasieka	160,0	10,5	Przekrój geologiczny A–B
7	4	sm	Pasieka	161,0	7,0	Przekrój geologiczny A–B
8	41	sm	Pasieka-Nurzec	165,0	11,5	Przekrój geologiczny A–B
9	5	sm	Pasieka-Nurzec	166,5	10,0	Przekrój geologiczny A–B
10	6	sm	Nurzec	161,0	11,5	Przekrój geologiczny A–B
11	8	sm	Rzeka Nurzec	142,0	13,0	Przekrój geologiczny A–B
12	10	sm	Nurzec-Bystre	144,5	11,5	Przekrój geologiczny A–B
13	11	sm	Bystre	142,0	11,5	Przekrój geologiczny A–B
14	12	sm	Bystre	155,5	11,5	Przekrój geologiczny A–B
15	14	sm	Bystre	164,5	11,5	Przekrój geologiczny A–B
16	149	sm	Sobiatyn-Sasiny	149,0	11,5	Profil utworów organicznych
17	17	sm	Rzeka Dziadek	154,0	11,5	Przekrój geologiczny A–B
18	129	sm	Bielki	155,0	10,0	Profil utworów organicznych
19	2	wi	Choroszczewo	155,0	9,6	Ekspertyza palinologiczna
20	20	sm	Sobiatyn-Bielki	171,0	11,5	Przekrój geologiczny A–B
21	22	sm	Sobiatyn	177,5	11,5	Przekrój geologiczny A–B
22	132	sm	Milejczyce	153,5	14,5	Profil utworów organicznych
23	190	sm	Milejczyce	165,5	5,5	Przekrój geologiczny A–B

*sm — sonda mechaniczna, wi — wibrosonda

Do opracowania mapy wykorzystano profile 33 otworów archiwalnych: surowcowych, hydrogeologicznych oraz profil otworu badawczego Szeszyły (otw. 7). Wykorzystano również zdjęcia lotnicze całego obszaru arkusza.

W 2002 roku na obszarze arkusza odwiercono trzy otwory badawczo-kartograficzne ([fig. 1](#)): Milejczyce K-1 (otw. 16) o głębokości 138,0 m, Sobiatyn K-2 (otw. 13) — 111,0 m i Pasieka K-3 (otw. 3) — 80,0 m. Łączny metraż otworów wyniósł 329,0 m. Wykonawcą wierceń było przedsiębiorstwo „Geofizyka Toruń”.

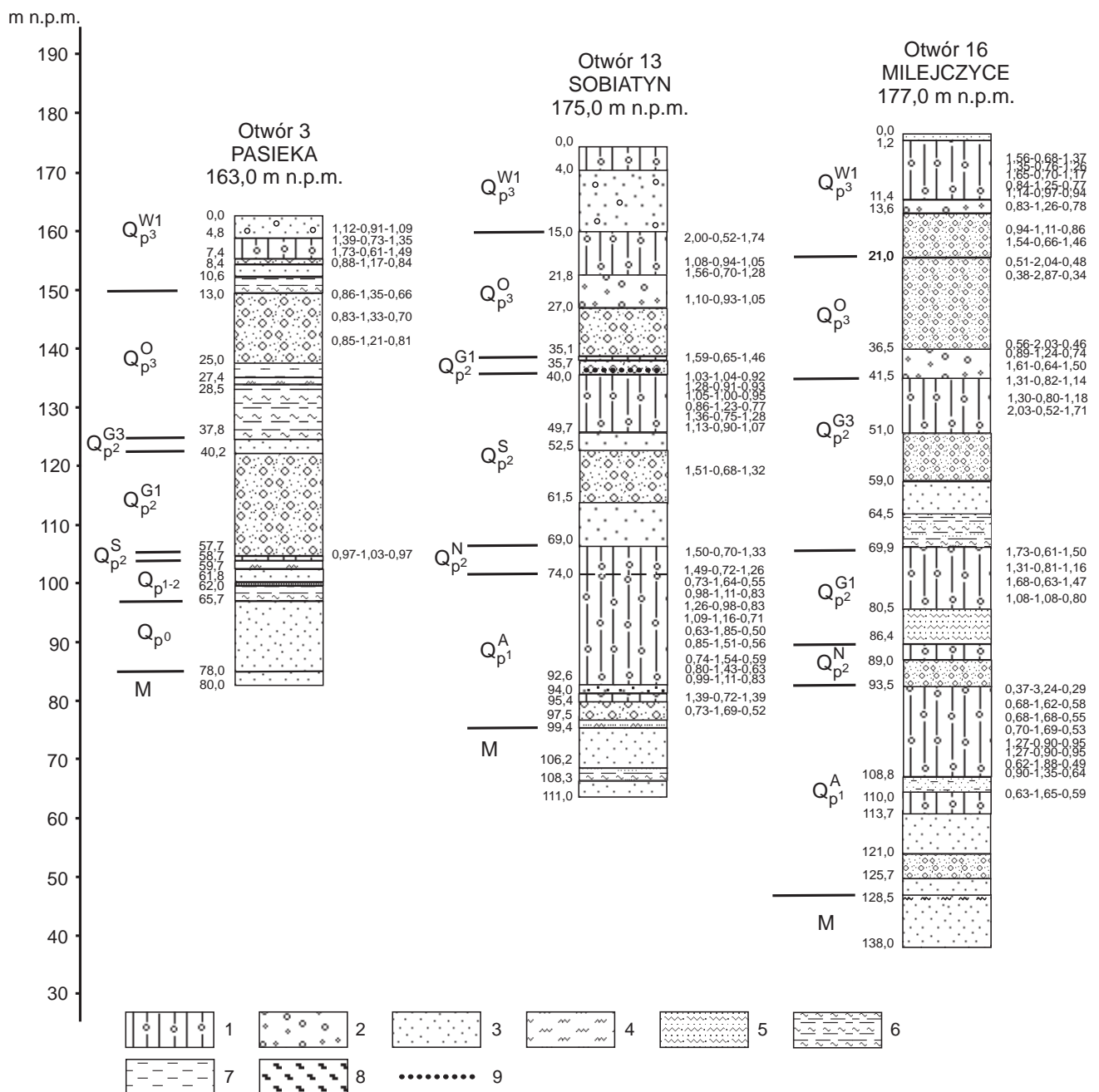


Fig. 1. Zestawienie otworów badawczych dla SMGP (kartograficznych)

l — gliny zwalowe, 2 — żwiry, 3 — piaski, 4 — mułki, 5 — mułki piaszczyste, 6 — mułki ilaste,

7 — iły, 8 — torfy, 9 — bruk; pozostałe objaśnienia jak na mapie geologicznej

Lokalizacja otworów kartograficznych została poprzedzona wykonaniem badań geofizycznych metodą sondowań geoelektrycznych elektrooporowych (SGE). Wykonawcą prac było przedsiębiorstwo geofizyczne „Geoserwis” w Warszawie (Jagodzińska, Kalitiuk, 2004). Na terenie arkusza wykonano 95 sondowań wzdłuż jednego ciągu, na linii projektowanego przekroju geologicznego A–B. Wyniki badań wykorzystano przy interpretacji przebiegu głównych poziomów litostratygraficznych w utworach czwartorzędowych i opracowaniu szkicu geologicznego odkrytego.

Do badań laboratoryjnych pobrano 180 próbek. Badania obejmujące analizę uziarnienia i określenia zawartości CaCO₃ wykonali Czwartek, Elias, Kmiecik i Krzemińska (2004) w Laboratorium Przedsiębiorstwa Geologicznego SA w Krakowie. Skład petrograficzny żwirów z glin zwałowych i obliczenie współczynników petrograficznych wykonała Gronkowska-Krystek (2005) z przedsiębiorstwa „Petrogeo” w Warszawie. Skład minerałów ciężkich i obtoczenie ziarn kwarcu opracował Szydłak (2005) w Katedrze Mineralogii AGH w Krakowie.

Badania paleobotaniczne osadów organicznych wykonali: Kupryjanowicz (2005) z Uniwersytetu w Białymstoku i Bińka (2006) z Uniwersytetu Warszawskiego. Ekspertyzę palinologiczną utworów piaszczysto-mułkowych z otworu kartograficznego Pasieka (otw. 3) sporządził Granoszewski (2006) z Oddziału Karpackiego Państwowego Instytutu Geologicznego w Krakowie. Ekspertyzę dinocyst z utworów paleogenu i neogenu sporządził Gedl (2005) z Instytutu Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk w Krakowie. Oznaczenie wieku metodą radiowęglową (¹⁴C) wykonała Pazdur (2005) z Laboratorium Radiowęglowego Instytutu Fizyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Analizę wieku metodą uranowo-torową (U-Th) próbek z otworu kartograficznego Pasieka (otw. 3) sporządziła Hercman (2005) z Instytutu Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk w Warszawie.

Literatura geologiczna dotycząca obszaru badań jest bardzo uboga. W małym zakresie do terenów tych odnosi się opracowanie Zaborskiego (1927). Regionalne opracowania geomorfologiczne oraz zagadnienia ogólne geologii czwartorzędu zawierają prace: Kondrackiego (1972), Mojskiego (1972) i Różyckiego (1972).

W małym stopniu do terenu badań odnoszą się prace Marksa (2000) oraz Lindnera i Astapovej (2000).

W okresie powojennym opracowany został arkusz Biała Podlaska w ramach edycji Przeglądowej mapy geologicznej Polski 1:300 000. Najważniejszym opracowaniem kartograficznym badanego obszaru jest Mapa geologiczna Polski 1:200 000, arkusz Biała Podlaska (Nowak 1973a, b, 1974). W ramach Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000 w bezpośrednim sąsiedztwie wykonane zostały trzy arkusze: Bielsk Podlaski (Brud, Kmiecik, 2006a, b), Dziadkowice (Marszałek, Szymański, Dyjor, 2000a, b), Stacja Nurzec (Janicki, 2001a, b) i Czeremcha (Kmiecik, 2007a, b).

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Obszar objęty arkuszem Boćki położony jest w obrębie dwóch jednostek geomorfologicznych: Wysoczyzny Drohiczyńskiej i Równiny Bielskiej (mezoregiony Niziny Północnopodlaskiej; Kondracki, 2002).

Rzeźba terenu jest zróżnicowana i związana z postojem i recesją lądolodu zlodowacenia Warty (Galon, 1972). W północnej części obszaru występuje wysoczyzna morenowa falista, w części central-

nej — wysoczyzna morenowa płaska (tabl. I). Wysoczyznę nadbudowują pagórki i wzgórza moren czołowych, moren martwego lodu, pagórki kemów i formy akumulacji szczelinowej. Duże powierzchnie zajmują równiny jeziorne i rzeczno-jeziorne oraz równiny sandrowe. Rzadziej występują formy eoliczne.

Powszechnym na obszarze arkusza elementem rzeźby terenu jest wysoczyzna morenowa. W północnej części obszaru dominuje wysoczyzna morenowa falista o wysokości od około 150 do około 170 m n.p.m., z zagłębieniami bezodpływowymi i licznymi głazami narzutowymi o wielkości do 2,0 m średnicy. Rozcinają ją doliny wód roztopowych, a od południa otaczają osady wodnolodowcowe i rzeczne oraz równiny rzeczno-jeziorne. W części centralnej występuje wysoczyzna morenowa płaska, od zachodu ścięta zboczem o wysokości do 12,0 m, a od północy zamknięta ciągiem wzniesień moren czołowych.

Powierzchnia wysoczyzny morenowej w rejonie zachodnim (Choroszczewo, Wygonowo) wznosi się na wysokość 155,0–175,0, a miejscami nawet do 180,0 m n.p.m.; jest stosunkowo płaska i mało urozmaicona.

Moreny czołowe akumulacyjne. Należą do nich pagórki i wzgórza o kształtach owalnych, wydłużonych i stożkowych, o wysokości względnej 5,0–20,0 m i bezwzględnej do około 190 m n.p.m., z najwyższym punktem 193,2 m n.p.m., zlokalizowanym na północny zachód od wsi Dasze. Moreny rozmieszczone są zasadniczo w dwóch ciągach, wyznaczających kolejne etapy postoju i recesji lądolodu. Pierwszy z nich, o kierunku NE–SW, przebiega w rejonie Daszy–Nowosiółek–Milejczyc i ma swoją kontynuację na wschodzie oraz południu. We wschodniej części ma wyraźny łobowy przebieg, a w części zachodniej z kierunku NE–SW skręca ku południowi i ma przebieg południkowy ku Mielnikowi poza terenem arkusza. Dalej na południowy zachód zasięg lądolodu zlodowacenia Warty wyznaczono w górnej części dorzecza Tocznaj — Wysoczyzna Siedlecka, rejon Łosic (Albrycht, Brzezina, Terpiłowski, 2000). Moreny czołowe w rejonie Milejczyc i Nowosiółek są rozległe, ale stosunkowo płaskie na skutek rozmycia przez wody roztopowe. Przechodzą stopniowo w równinę sandrową, kontynuując się na południu na sąsiednim obszarze arkusza Stacja Nurzec. W rejonie Milejczyc i Nowosiółek utworzyła się powierzchnia pochylona od czoła lądolodu na południe i południowy wschód. Ciąg ten według autora może stanowić maksymalny zasięg lądolodu zlodowacenia Warty. Wskazują na to publikacje Gilewskiej (1991) i naukowców z Białorusi (Karabanov i in., 2004), wyznaczających granicę maksymalnego zasięgu zlodowacenia Warty w południowym rejonie Puszczy Białowieskiej. Korzenie stożków sandrowych okolic Kleszczel (na obszarze sąsiedniego arkusza Czeremcha) łączono już wcześniej z maksymalnym zasięgiem lądolodu zlodowacenia Warty, lecz obecnie zasięg ten przesuwany jest znacznie dalej na południowy zachód (Albrycht i in., 1997; Lindner, Astapova, 2000; Marks, 2000; Mojski, 2005).

Drugi ciąg moren przebiega na linii Wygonowo–Choroszczewo–Pokaniewo–Sobiatyn–Białki–Gruzka–Żuki i ma swoją kontynuację na obszarze sąsiedniego arkusza Czeremcha. Fragmentami ślad

krawędzi lodu zachował się w postaci stromej skarpy (Milejczyce–Sobiatyn). Na zapleczu moren występują rozległe zagłębienia końcowe (wytopiskowe).

Wzgórza morenowe występujące w rejonie Sasin i Śnieżek, wykazujące zaburzenia glaci-tektoniczne (wyciśnięcia ilów warwowych oraz glin zwałowych), zinterpretowano jako moreny spiętrzone.

Równiny wytopiskowe utworzyły się w miejscach wytapiania się wielkich brył martwego lodu. Niektóre z nich można interpretować jako niecki końcowe lobów (rejon Choroszczewa, Milejczyc, Żuków, Sobiatyna). Rozmieszczenie niecek mogło być warunkowane rzeźbą podłoża. Większość z nich w późniejszym okresie wypełniona została młodszymi osadami, co przedstawiono na szkicu geomorfologicznym (tabl. I) jako równiny jeziorne i rzeczno-jeziorne. W rejonie Choroszczewa zamknięta niecka wypełniona jest osadami rejestrującymi cały interglacjał eemski i okres późniejszy (punkt dok. 19). Największe występują w rejonie Milejczyc, Choroszczewa, Sobiatyna, Mołoczek i Żuków. Ich głębokość w stosunku do otaczającej wysoczyzny wynosi od kilku do 20 m, a pierwotnie były głębsze. Kształt niecek jest różny, najczęściej nieregularny. Ich dna są płaskie. W dnach miejscami występują małe, płytkie zagłębienia bezodpływowe lub kemy. Niecki częściowo są zabagnione i podmokłe. Często łączą się z dolinami wód roztopowych.

W bezpośrednim sąsiedztwie zagłębień występuje zróżnicowany genetycznie zespół form, złożony z moren martwego lodu, kemów i form akumulacji szczelinowej.

Dość powszechne na badanym obszarze są moreny martwego lodu. Występują one najczęściej na zapleczu moren czołowych i półkuliście wokół wytopisk. Moreny martwego lodu mają zróżnicowaną wysokość i wielkość. Miejscami w ich budowie jest znaczny udział glin zwałowych (rejon Wandalina). Zgromadzone są w rejonie Milejczyc, Wandalina, Lubiejek i Sobiatyna. Największe formy występują w rejonie Mołoczek, Pawlinowa i Czechów-Zabłotnych. W rejonie Mołoczek moreny zatarasowały swobodny odpływ wód i utworzyły zabagnione i zatorfione obniżenie, które w późniejszym okresie zostało częściowo włączone w odpływ.

Do form akumulacji szczelinowej zaliczono wydłużone symetryczne wzgórza o stromych zboczach. Formy szczelinowe wyróżniono w rejonie Pokaniewa, Lubiejek, Zarzecza–Jakubowskich i Krasnej Wsi.

Kemy związane są z obniżeniami terenu. Ich kształty są owalne lub wydłużone. Posiadają zazwyczaj symetryczne zbocza oraz kopulaste, miejscami spłaszczone powierzchnie. Ich wysokość względna wynosi od 2,0 do 10,0 m. Kemy występujące w obrębie równiny rzeczno-jeziornej rejonu Mołoczek są zatopione i tylko nieznacznie zaznaczają się w morfologii.

W rejonie Dubna występuje taras kemowy, ograniczony od północy wysoczyzną morenową, a od południa utworami wodnolodowcowymi.

Doliny wód roztopowych znajdują się w rejonie Bociek, Dydul, Pokaniewa, Mikulicz i Białek. Były one wykorzystywane przez wody roztopowe, które płynęły tu zapewne przed czołem

lądolodu i podczas wytapiania się brył martwego lodu. Pierwotnie najszerszą doliną wód roztopowych była dolina przebiegająca od Kościukowicz przez Klimkowicze ku Milejczycom i dalej ku południowi poza obszar arkusza, wykorzystywana obecnie przez rzekę Nurczyk. Na szkicu geomorfologicznym (tabl. I) zaznaczona jest jedynie w formie wąskiej listwy ze względu na jej późniejsze przekształcenie i wypełnienie młodszymi osadami.

Równiny sandrowe i wodnolodowcowe w ogólności towarzyszą dolinom wód roztopowych. Występują również wokół wytopisk. Miejscami piaski wodnolodowcowe „rozmywają” wyrazistość morfologii wzniesień moren czołowych, a także otaczają moreny martwego lodu. Duże powierzchnie tworzą w południowo-wschodniej części obszaru arkusza, gdzie obserwuje się stopniowe przejście moren czołowych w równinę sandrową.

Zagłębienia powstałe po martwym lodzie pochodzą z okresu recesji lądolodu zlodowacenia Warty. Są to formy o małych wymiarach — 200–500 m, często bezodpływowe, zabagnione i podmokłe. Występują w rejonie Bociek, Dubna, Krasnej Wsi, Wygonowa, Mołoczek i Pawłowa (tabl. I).

Formy eoliczne — wydmy i równiny piasków przewianych związane są z pokrywami sandrowymi, piaskami wodnolodowcowymi, piaskami rzeczno-jeziornymi, a miejscami również występują na kemach (Mołoczki).

Taras akumulacyjne w dolinach rzecznych — zalewowe i nadzalewowe, utworzyły w swoich dolnych odcinkach rzeki Leśna i Nurzec. Na tarasie zalewowym Nurca, wznoszącym się na wysokość około 137 m n.p.m., w rejonie wsi Jakubowskie, znajduje się najniższy położony punkt terenu — 136,0 m n.p.m. Akumulacja osadów tarasowych rozpoczęła się zapewne w czasie zlodowacenia Wisły i trwa w holocenie.

Przeobrażenia peryglacialne na obszarze arkusza Boćki zaznaczają się głównie w postaci pokryw peryglacialnych.

Nietypową formą rzeźby marginalnej w rejonie Bystrych jest wzgórze zbudowane z glin, zaznaczone jako ostatnie erozyjne.

Drobne zagłębienia o różnej genezie to zwykle małe formy, często bezodpływowe, podmokłe i zabagnione. Na szkicu geomorfologicznym zaznaczono tylko większe z nich.

Równiny jeziorne i rzeczno-jeziorne tworzą duże powierzchnie. Występują w obrębie obniżen wytopiskowych oraz częściowo na równinach wodnolodowcowych. Miejscami wypełniają zagłębienia po bryłach martwego lodu.

Największe równiny torfowe występują w okolicach: Żuków–Wólki Wygonowskiej, Bociek, Pokaniewa i Dubna. Występują na utworach rzeczno-jeziornych i wytopiskowych w miejscach obniżen oraz wzdłuż rzek Nurczyka i Nurca.

W obrębie wysoczyzny morenowej występują małe dolinki. Są to płytkie obniżenia o łagodnych stokach, wypełnione deluwiami.

Formy antropogeniczne związane są głównie z eksploatacją piasków i żwirów, piasków oraz glin. Największe czynne piaskownie-żwirownie i piaskownie występują w Pokaniewie, Wygonowie i rejonie Żuki–Dasze. Większość piaskowni-żwirowni jest obecnie nieczynna i wymaga rekultywacji. Glinianka w Milejczycach jest od dawna nieczynna.

Przeważająca część obszaru leży w dorzeczu rzeki Nurzec z dopływami Nurczykiem i Leśną oraz rzeką Dziadek, mającą swe źródła w rejonie miejscowości Białki. W rejonie Pokaniewa, Milejczyc i Bystrego występują stawy rybne.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

Opracowanie stratygrafii osadów czwartorzędowych jest wynikiem wykonania szczegółowego zdjęcia geologicznego oraz wszechstronnej analizy wszystkich profili otworów wiertniczych (kartograficznych, badawczych, hydrogeologicznych, surowcowych, sond mechanicznych i ręcznych).

Przy konstrukcji przekroju geologicznego wykorzystano wyniki badań geoelektrycznych, na których wydzielono rozprzestrzenie utworów niskooporowych, łączonych głównie z glinami i osadami ilastymi oraz określono występowanie utworów o wyższej oporności, odpowiadających piaskom (Jagodzińska, Kalitiuk, 2004, przekrój geologiczny A–B).

Na obszarze arkusza Boćki brak jest otworów przebijających utwory paleogenu. Otwory takie występują na obszarach arkuszy sąsiednich: Bielsk Podlaski i Stacja Nurzec. W otworze Mielnik IG-1 (głębokość 1813,1 m — ark. Stacja Nurzec; Janicki, 2001a, b) przewiercono osady kredy, jury, triasu, permu, syluru, ordowiku, kambru i osiągnięto utwory proterozoiku.

Osady kredy na obszarze arkusza Boćki nie zostały nawiercone. Na obszarze sąsiedniego arkusza Stacja Nurzec osady kredy górnej (kampan, mastrycht) stwierdzono w kilku miejscach w okolicy Mielnika, a ich miąższość w otworze Mielnik IG-1 wynosi ponad 200 m. Kampan dolny wykształcony jest jako biała kreda pisząca, miejscami z glaukonitem oraz licznymi krzemieniami. Mastrycht wykształcony jest w postaci białoszarej kredy piszącej, miejscami ze skupiskami glaukonitu.

Osady paleogenu i neogenu lub neogenu stwierdzono we wszystkich otworach kartograficznych, kilku hydrogeologicznych (otw. 10, 11) oraz otworze badawczym Szeszyły (otw. 7). Stanowią je głównie nierozdzielone osady eocenu i oligocenu oraz osady miocenu. Utworów paleocenu i pliocenu na badanym obszarze nie stwierdzono.

1. Paleogen

a. Eocen+oligocen

Piaski kwarcowe i glaukonitowe, mułki oraz ły, z wkładkami węgla brunatnego. Wśród osadów paleogenu dominują osady oligoceńskie. Miejscami mogą występować również utwory eoceńskie (Nowak, 1974). Utwory tego wieku występują w dwóch facjach: morskiej i śródlądowej. Nawiercono je w otworze hydrogeologicznym w Sasinach (otw. 11) i badawczym Szeszyły (otw. 7). Reprezentowane są głównie przez piaski kwarcowe, glaukonitowe, drobno- i średnioziarniste, zielone i ciemnozielone, miejscami utwory mają barwę szarą (Szeszyły), w partiach stropowych spotyka się cienkie wkładki węgla brunatnego. W otworze 7, na głębokości 109,5 m piaski drobnoziarniste zielonoszare z glaukonitem zawierają fosforyty, a na głębokości 113,0–120,0 m występują w nich liczne sporomorfy (Nowak, 1974). Badania palinologiczne wykazały, że piaski te należą do oligocenu środkowego (Grabowska, 1972). Na obszarze sąsiedniego arkusza Stacja Nurzec konkretne fosforytowe występują we wkładkach piaszczysto-żwirowych (Janicki, 2001a, b). Węgiel brunatny, nawiercony na głębokości 97,3–98,5 m w Szeszyłach (otw. 7), zawiera zespół sporowo-pyłkowy wskazujący na środkowo- lub górnooligoceni jego wiek (Grabowska, 1972). Osady oligoceńskie nie zostały przewiercone na omawianym terenie. W Szeszyłach miąższość ich wynosi powyżej 27,2 m, w Sasinach powyżej 35,0 m (otw. 11).

2. Neogen

a. Miocen

Piaski kwarcowe, ły węgliste, piaski i mułki z wkładkami węgla brunatnego. Osady miocenu reprezentowane są przez utwory paraliczne (przybrzeżne) i lądowe. W podłożu czwartorzędu występują na przeważającej części obszaru arkusza, poza miejscami obniżonymi — na zachód od Bociek i północ od Mołoczek. W Milejczycach (otw. 16) na głębokości 138,0–128,5 m (39,0–48,5 m n.p.m.) występują piaski drobno- i średnioziarniste jasnoszare i szare, zawierające liczne fragmenty drewna zebrane w warstewki, laminy i smugi, ułożone równolegle. W Sobiątnie (otw. 13) na głębokości 111,0–99,4 m (64,0–75,6 m n.p.m.) występują piaski szare, miejscami z odcieniem zielonym, zawierające wkładki mułków ze ślimakami, a w spągu — wtrącenia białych margli.

W Szeszyłach (otw. 7) nawiercono mułki, jasnoszare piaski drobnoziarniste i czarne ły. Utwory te były badane przez Grabowską, która w piaskach pyłowatych (79,4–79,5 m) i w osadach węglisto-piaszczystych (92,6–92,8 m) określiła przy pomocy badań palinologicznych wiek osadów na młodszy neogen. Według Grabowskiej zespół sporowo-pyłkowy w powyższych osadach występuje w utworach górnomioceni lub plioceni. Położenie osadów górnomioceni bezpośrednio na górnooligoceni może świadczyć o luce sedymentacyjnej (Nowak, 1974). Miąższość osadów miocenu wynosi 25,0

w otworze 11 i 25,2 m w otworze 7. Największą miąższość utwory te osiągają w otworze hydrogeologicznym w Mołoczkach (otw. 10) — ponad 44,0 m. Nie można jednak wykluczyć, że spągowa ich część, wykształcona jako piaski drobnoziarniste i ły, należy do utworów oligocenijskich facji śródlądowej. W otworze Sobiątyn (otw. 13) dinocysty z głębokości 109,8–107,0 m wskazują na środkowiocenijski wiek osadów. Tworzyły się one w środowisku morskim przybrzeżnym z dostawą wody słodkiej do zbiornika. W wyższej części profilu dinocysty wskazują na środowisko lądowe (Gedl, 2005). Podobne warunki tworzenia się osadów zostały zaobserwowane w otworze Milejczyce (otw. 16) — w spągowej części profilu (136,6–136,5 m) zespół dinocyst wskazuje na środowisko morskie przybrzeżne z bardzo intensywną dostawą materii organicznej z lądu oraz wody słodkiej do zbiornika, w wyższej części dinocysty wskazują na środowisko lądowe. W otworze Pasieka (otw. 3) ekspertyza dinocystowa materiału pobranego z głębokości 79,0–80,0 m wskazała na środowisko lądowe tworzenia się osadów. Osady neogenu wykształcone w facji piaszczystej są z reguły bezwapniste, lokalnie w części stropowej — słabo wapniste (do 0,57% CaCO₃). Mułki lokalnie wykazują słabą reakcję z HCl (do 2,7% CaCO₃).

3. Czwartorzęd

Utwory czwartorzędu pokrywają cały badany teren. Ich całkowita miąższość jest zróżnicowana w otworach wiertniczych od 67,6 (otw. 7) do 128,5 m (otw. 16).

Stratyfację utworów czwartorzędowych oparto na analizie litofacjalnej profilów otworów kartograficznych wykonanych na potrzeby arkusza, jak również analizie nielicznych głębszych otworów wiertniczych. Na podstawie wyników badań petrograficznych gliny zwałowe z otworów kartograficznych rozdzielono na poszczególne litotypy (Kenig, 1998; Lisicki, 1998; Gronkowska-Krystek, 2005). W dużym stopniu wykorzystano również wyniki badań elektrooporowych, które umożliwiły dokładniejszą korelację poziomów morenowych (Jagodzińska, Kalitiuk, 2004).

a. Plejstocen

Osady plejstocenijskie na obszarze arkusza Boćki charakteryzuje występowanie kilku poziomów morenowych rozdzielonych osadami międzymorenowymi. Na badanym obszarze wydzielono osady lodowcowe sześciu zlodowaceń: najstarszych (zlodowacenia Narwi), południowopolskich (zlodowaceń: Nidy, Sanu 1 i Sanu 2) oraz środkowopolskich (zlodowaceń Odry i Warty). Osady międzymorenowe związane są z interglacjami: augustowskim, ferdynandowskim i eemskim. W rejonie Pasieki występują osady zaliczone do plejstocenu dolnego.

Plejstocen dolny

P i a s k i r z e c z n e. Osady zaliczone do wczesnego plejstocenu nawiercono w otworze kartograficznym Pasieka (otw. 3) na głębokości 78,0–65,7 m (85,0–97,3 m n.p.m.). Są to piaski drobnoziarniste,

kwarcowe, jasnoszare, szare i beżowe, bezwapniste (0–0,57% CaCO₃), zawierające rozdrobnioną makroflorę, nagromadzoną w warstewkach i soczewkach. Mogą to być osady stożków rzeki proglacialnej. Ich odpowiednikiem są prawdopodobnie osady formacji kozienickiej, występujące na Wysoczyźnie Siedleckiej na wysokości 55,0–100,0 m n.p.m., opisywane przez Nowak (1969). Ekspertyza palinologiczna jednej próbki z głębokości 76,80–76,85 m pozwala przypuszczać, że osady te były akumulowane w okresie czwartorzędowym lub przejściowym neogen–czwartorzęd (Granoszewski, 2006). W spektrum pyłkowym dominuje brzoza drzewiasta, co sugeruje, że badane osady powstały w warunkach klimatu chłodnego, borealnego. Oprócz brzozy obecny jest pyłek sosny i limby. Taksony pyłkowe reprezentujące rośliny o wyższych wymaganiach termicznych w ogromnej większości są pochodzenia paleogeńsko-neogeńskiego (Granoszewski, 2006). W składzie minerałów ciężkich dominuje: dysten (32,4–33,1%), staurolit (24,0–24,8%) i turmaliny (22,5–23,1%), w podwyższonej ilości występuje cyrkon (6,8–9,2%) i monacyt (4,2–6,4%; Szydłak, 2005). Brak jest amfiboli. Może to świadczyć o dużym udziale materiału neogeńskiego w utworach z wczesnego plejstocenu. Morfoskopia i obtoczenie ziarn kwarcu wykazały, że wysoki udział (73–89%) stanowią ziarna błyszczące modelowane w środowisku wodnym o wysokiej energii, mogące reprezentować piaski rzeczne lub plażowe (Szydłak, 2005).

Złodowacenia najstarsze

Złodowacenie Narwi

Utwory złodowaceń najstarszych nawiercono w dwóch otworach kartograficznych — Milejczyce (otw. 16) i Sobiątyn (otw. 13) oraz w badawczym — Szeszyły (otw. 7).

Piaski i piaski ze żwirami wodnolodowe w otworze Milejczyce (otw. 16) występują na głębokości 128,5–113,7 m (48,5–63,3 m n.p.m.) i mają 14,8 m miąższości. Występują jako piaski drobno- i średnioziarniste szare i szarobeżowe, z wkładkami piasków gruboziarnistych i domieszką żwirów drobnookruchowych w stropowej części. Zawierają znaczną ilość skaleni, miejscami skupiska zwęglonej materii organicznej w formie smug i soczewek oraz wkładki przemytych piasków miocenijskich. Są wyraźnie warstwowane poziomo i smużyście. W części spągowej miejscami występują w nich klasty ilów miocenijskich. Skład minerałów ciężkich w tych utworach jest zróżnicowany. W stropowej części (116,0–117,0 m) przeważają granaty (26,5%) i turmaliny (21,3%), w znacznej ilości występują również: cyrkon (15,8%), staurolit (18%) i dysten (10,6%). W środkowej części profilu udział granatów jest bardzo wysoki i wynosi 44,4–46,5%, znaczna jest również zawartość amfiboli 15,4–18,5%. W podwyższonej ilości występują turmaliny (8,4–9,4%), cyrkon (7,4–8,6%) i staurolit (6,2–7,7%). W spągowej, piaszczystej warstwie (próbka z głębokości 127,5–128,0 m) wyraźnie wzrasta udział materiału neogeńskiego. Dominują minerały odporne na wietrzenie: dysten — 32,1%, staurolit — 24,3% i cyrkon — 18,4%. Brak jest amfiboli i granatów. Ze względu na obecność obtoczo-

nych klastów ilów osady te zinterpretowano jako neogeńskie rozmyte, wtórnie złożone w okresie czwartorzędowym. Wapnistość osadów wynosi około 1,0–3,5%.

W otworze Sobiatyn (otw. 13) utwory wodnolodowcowe mają 5,0 m miąższości i utworzyły się w dwóch cyklach. W spągowej części osadziły się piaski drobno- i gruboziarniste przewarstwiane mułkami, w środkowej — żwiry ilasto-piaszczyste, w stropowej występują piaski drobnoziarniste z laminami ilów. Osady te zawierają znaczną domieszkę rozproszonej mioceńskiej materii organicznej. Wapnistość osadów jest zmienna w granicach 1,5–12,5%.

G l i n y z w a ł o w e wyróżniono w profilu Sobiatyn (otw. 13), Milejczyce (otw. 16) i Szeszyły (otw. 7). W profilu Sobiatyn są to gliny popielate, w spągu szarozielone, ilasto-piaszczyste, z nielicznymi okruchami żwirków, wapniste (7,4–13,7%). Zawierają porwaki paleogeńskich piasków szarozielonych. Miąższość glin wynosi 21,4 m. Występują na głębokości 95,4–74,0 m (79,6–101,0 m n.p.m.). Gliny charakteryzują średnie wartości współczynników petrograficznych O/K; K/W; A/B²: 0,84; 1,45; 0,63. Wśród żwirów przeważają skały krystaliczne (26,0–41,7%) nad wapieniami północnymi (22,4–34,4%) przy niezbyt wysokiej zawartości dolomitów (1,3–4,3%). Gliny wyróżniają się wysoką zawartością skał lokalnych. Są to głównie mułowce (do około 18%) i piaskowce (do około 7%), liczne są również wapienie kredy górnej (do około 10%).

W otworze Milejczyce (otw. 16) na głębokości 113,7–93,5 m (63,3–83,5 m) leżą gliny o miąższości 20,2 m. Są to gliny szare i ciemnopopielate, piaszczyste, miejscami pyłowate, z małą ilością żwirów, zawierające przewarstwienie piasków i ilów o łącznej miąższości do 4,6 m. Gliny wykazują małą wapnistość (5,0–9,8%), wkładki ilów — większą (do 14,9%). Wartości współczynników petrograficznych wynoszą 0,72; 1,70; 0,58. Wśród żwirów przeważają skały krystaliczne (30,6–52,0%) nad wapieniami północnymi (17,1–31,2%). Dość licznie reprezentowana jest grupa skał pochodzących z podłoża. Najwięcej występuje mułowców paleogenu (7,5–16,5%), skupionych w spągowej części profilu. W znacznej ilości występują również skały kredy górnej (wapienie — do 8,9%, gezy, piaskowce z glaukonitem — do 3,7%). Obecny jest również zielonkawy kwarc oligoceński.

Wśród minerałów ciężkich dominują granaty (43,1–47,3%), w mniejszej ilości występują amfibole (21,1–23,4%). Wyraźny jest udział minerałów pochodzących z neogenu i paleogenu: turmaliny (6,1–7,5%), dysten (6,2–7,2%) i cyrkon (4,2–7,3%).

Biorąc pod uwagę cechy litotypowe glin oraz w oparciu o stratyografię glin zwałowych Polski północno-wschodniej zawartych w pracach Kenig (1998) i Lisickiego (1998), wyżej opisane osady zaliczono do zlodowacenia Narwi młodszej (A₂).

² Współczynniki petrograficzne obliczone dla żwirów o średnicy 5–10 mm, uzyskanych z glin zwałowych, charakteryzują zależności pomiędzy różnymi grupami skał skandynawskich, gdzie: O — skały osadowe, K — skały krystaliczne i kwarc, W — skały węglanowe, A — skały nieodporne na niszczenie, B — skały odporne na niszczenie.

Interglacjał augustowski

Piaski i mułki z wkładkami iłó w i torfów rzeczno-jeziorne, zaliczone do interglacjału augustowskiego nawiercono na głębokości 65,7–58,7 m, w otworze kartograficznym Pasieka (otw. 3). Leżą one na utworach peryglacialnych, pod glinami zwałowymi zlodowacenia Sanu 1. W spągowej części profilu występują mułki szare przewarstwiane iłami i piaski jasnoszare z laminami iłó w, miąższości 2,5 m, na których występuje 20-centymetrowa warstwa torfów. Nad torfami występują piaski ze żwirami z poziomem żwirów w spągu (miąższość 2,1 m). W części stropowej profilu występują mułki szare i ciemnoszare zawierające rozproszoną substancję organiczną, czarną i brązową. Wapniistość utworów wzrasta ku stropowi profilu od 0 do 4,8%. Ekspertyza palinologiczna w próbce pobranej z głębokości 61,8–62,0 (warstwa torfów) wykazała występowanie wyłącznie ziarn pyłku roślin z okresu czwartorzędu. Spektrum pyłkowe wskazuje na interglacialne lub interstadialne pochodzenie osadów. Wskazują na to znaczące udziały taksonów: lipy (*Tilia cordata*), dębu (*Quercus*), olszy (*Alnus glutinosa*), wiązu (*Ulmus*) oraz chmielu (*Humulus*). Wysoki udział pyłku drzew świadczy o obecności zbiorowisk leśnych (Granoszewski, 2006). W próbce pobranej z głębokości 58,65–58,70 m spektrum pyłkowe wskazuje na zmianę zbiorowisk leśnych w kierunku lasów borealnych. Dominują: brzoza drzewiasta (*Betula*) i sosna (*Pinus*), udział drzew i krzewów ciepłolubnych jest mały. Może to oznaczać ustępowanie zbiorowisk leśnych w kierunku postępującego ochłodzenia.

Zlodowacenia południowopolskie

Zlodowacenie Nidy

Piaski, mułki i ily zastoiskowe, miejscami jeziorne. Do utworów zlodowacenia Nidy zaliczono osady nawiercone w otworze Szeszyły (otw. 7) na głębokości 61,8–60,0 m (81,2–83,0 m n.p.m.). Są to mułki szare bezstrukturalne i piaski różnoziarniste w spągu. W Sasinach (otw. 11, przekrój geologiczny A–B) występują mułki małej miąższości (3,0 m). W Boćkach natomiast (otw. 2) nad glinami zaliczonymi do zlodowacenia Narwi nawiercono 21,3-metrową serię piasków drobno- i średnioziarnistych oraz mułków ilastych. Występują one na głębokości 89,3–68,0 m (53,7–75,0 m n.p.m.). Podobne osady, bezpośrednio na utworach neogeńskich, nawiercono w Mołoczkach (otw. 10). Występują tam na głębokości 98,0–85,0 m (57,8–70,8 m), a wykształcone są jako ily i piaski pyłowate.

Piaski i piaski ze żwirami wodnolodowcowe zlodowacenia Nidy nawiercono w otworze kartograficznym Milejczyce (otw. 16) na głębokości 93,5–89,0 m (83,5–88,0 m n.p.m.). Są to piaski drobno- i różnoziarniste, szare i szarobeżowe, zawierające drobnookruchowe żwiry, warstwowane smużyście i rynnowo w małej skali. Zawartość CaCO₃ jest niska i wynosi 6,2%. W składzie minerałów ciężkich dominują granaty (41,2%) i amfibole (29,1%), ponadto występują: turmaliny (5,9%), cyrkon (4,1%) i staurolit (3,6%). Niski stopień obtoczenia ziarn oraz duży udział skaleni i okruchów skał krystalicznych pozwala przypuszczać, że utwory te reprezentują osady wodnolodowcowe.

Gliny zwałowe zlodowacenia Nidy przewiercono w otworach: Milejczyce (otw. 16), Sobiatyn (otw. 13) i Szeszyły (otw. 7). W otworze 13 gliny występują na głębokości 74,0–69,0 m (101,0–106,0 m n.p.m.), a ich miąższość wynosi 5,0 m. Są to gliny brązowozielone z bardzo małą ilością żwirów, piaszczyste, miejscami silnie piaszczyste, z cienkimi (do 0,5 m) przewarstwieniami piasków szarozielonych. Wapnistość glin jest znaczna i wynosi 17,6%. Leżą one bezpośrednio na glinach zwałowych zlodowacenia Narwi, wykazujących w otworze 13, w stropowej części, zawartość CaCO_3 znacznie mniejszą (około 9%). W materiale żwirowym glin zwałowych zlodowacenia Nidy występuje przewaga wapieni północnych (45,6–41,4%) nad skałami krystalicznymi (30,0–26,8%). W porównaniu do glin zwałowych zlodowacenia Narwi występuje w nich mniejsza ilość piaskowców lokalnych (1,8–2,4%) i mułowców (7,2–8,2%). Gliny zwałowe zlodowacenia Nidy charakteryzują wartości współczynników petrograficznych: 1,49–1,50; 0,70–0,72; 1,26–1,33. W składzie minerałów ciężkich dominują granaty (40,4%) i amfibole (28,9%), w małych ilościach występują turmaliny (6,9%) i cyrkon (6,8%). W Milejczycach (otw. 16) gliny zwałowe są szaropopielate, zawierają żwiry i przewarstwienia piasków drobnoziarnistych. Gliny te mają małą miąższość (2,6 m) i występują na głębokości 89,0–86,4 m (88,0–90,6 m n.p.m.). W Szeszyłach (otw. 7) gliny zwałowe występują na głębokości 60,0–55,5 m (83,0–87,5 m n.p.m.), są szare, bardzo zwarte, zawierają dużo żwirów, w stropowej części są piaszczyste i zawierają wkładki piasków.

Zlodowacenie Sanu 1

Piaski, mułki i iły zastoiskowe, miejscami jeziorne występują w otworze Szeszyły (otw. 7) na głębokości 55,4–49,5 m (87,6–93,5 m n.p.m.). Leżą na glinach zwałowych zlodowacenia Nidy i przykryte są glinami zwałowymi zlodowacenia Sanu 1. Wykształcone są jako piaski drobnoziarniste, miejscami pyłowate, jasnoszare, przeławicające się z mułkami. W spągu piaski zawierają szczątki roślin. W Sasinach (otw. 11) podobnie wykształcone utwory występują na głębokości 66,0–62,0 m (93,3–97,3 m n.p.m.).

Serię piasków i żwirów wodnolodowcowych zlodowacenia Sanu 1 znacznej miąższości (19,3 m) nawiercono w otworze kartograficznym 13. Występują one pod glinami zwałowymi zlodowacenia Sanu 1 na głębokości 69,0–49,7 m (106,0–125,3 m n.p.m.). W spągowej części profilu występują piaski drobno- i średnioziarniste szarobeżowe, warstwowane poziomo, w środkowej — piaski średnio- i gruboziarniste z drobnookruchowymi żwirami, przechodzące ku stropowi w piaski z pojedynczymi otoczakami. Zawartość CaCO_3 w piaskach mieści się w granicach 6,2–9,8%, natomiast w piaskach i żwirach wynosi 15,3%. W składzie minerałów ciężkich dominują granaty (29,4–50,9%) i amfibole (20,3–35,6%), w podwyższonej ilości występują turmaliny (do 6,9%) i pirokseny (do 6,5%). Ku stropowi profilu zaznacza się spadek udziału minerałów węglanowych (kalcyt, dolomit) od 22,9 do 0%. Utwory tego wieku zostały znacznie zniszczone na skutek silnej denudacji w interglacjale ferdynandowskim i zachowały się tylko lokalnie.

Gliny zwałowe zlodowacenia Sanu 1 nawiercono w otworach: Sobiątyn (otw. 13), Pasieka (otw. 3) i Szeszyły (otw. 7). W Sobiątynie (otw. 13) gliny występują na głębokości 49,7–40,0 m (125,3–135,0 m n.p.m.) i mają 9,7 m miąższości. Są to gliny brązowe, z dużą ilością grubookruchowych żwirów i gładzików, o średnicy okruchów od kilku do 15 cm. W spągowej części gliny są ciemnopopielate, z małą ilością żwirów, o litotypie glin zlodowacenia Nidy, co zinterpretowano jako krę osadów starszych. Gliny w profilu Sobiątyn charakteryzują się niewielką przewagą wapieni północnych (36,5–51,0%) nad skałami krystalicznymi (32,0–41,7%) oraz zwiększoną ilością piaskowców północnych (1,2–6,4%), głównie piaskowców jotnickich. Zawartość skał lokalnych w profilu wynosi: piaskowców — 0–12,8%, mułowców — 0–2,8%, wapieni — 0,7–4,9% i krzemieni — 0–0,3%. Litotyp glin przedstawiają następujące współczynniki petrograficzne: 1,12; 0,98; 0,93. W otworze Pasieka (otw. 3) na głębokości 58,7–57,7 m (104,3–105,3 m n.p.m.) nawiercono cienką warstwę glin szarobrązowych o współczynnikach petrograficznych 0,97; 1,03; 0,97. W materiale żwirowym występuje nieznaczna przewaga skał krystalicznych (43,2%) nad wapieniami północnymi (42,6%). Udział skał lokalnych jest niewielki: wapień — 2,0%, piaskowce — 2,7%, mułowce — 0,7%, kwarc ze skał lokalnych — 3,4%. Wapnistość glin w Sobiątynie (otw. 13) zawiera się w granicach 16,8–24,3, a w otworze Pasieka (otw. 3) wynosi 11,4%.

Interglacjał ferdynandowski

Piaski i żwiry, z wkładkami mułków, rzeczne zaliczone do interglacjału ferdynandowskiego nawiercono w otworze Szeszyły (otw. 7). Leżą one między glinami zlodowaceń Sanu 1 i Sanu 2. Występują na głębokości 44,2–37,4 m (98,8–105,6 m n.p.m.) i mają 6,8 m miąższości. W ich spągowej części występują piaski drobnoziarniste z warstwami zawierającymi odwapnione szczątki roślinne. Prawdopodobnie są to osady powstałe w środowisku wód wolnopłynących i starorzeczy, na co zwróciła uwagę Nowak (1974). Piaski te w spągu podścielone są cienką warstwą iłów. W stropowej części profilu występują żwiry i ły szaroczarne, należące do drugiego cyklu sedymentacyjnego. Janczyk-Kopikowa (1972) w materiale pyłkowym z tych warstw stwierdziła formy charakterystyczne i dla czwartorzędu, i dla trzeciorzędu. Nowak (1974) zaliczyła powyższe osady do interglacjału mazowieckiego. Sytuacja geologiczna nowych stanowisk interglacjałnych, odkrytych na obszarach sąsiednich arkuszy: Czeremcha — interglacjał mazowiecki (Kmieciak, 2007) i Witowo — interglacjał ferdynandowski (Boratyn i in., 2007) skłania autora do zmiany dotychczasowej pozycji stratygraficznej powyższych utworów i zaliczenia ich do interglacjału ferdynandowskiego. Utwory zaliczone do interglacjału ferdynandowskiego na obszarze arkusza Witowo zostały stwierdzone w otworze w Majdanie na głębokości 24,0–31,8 m (130,2–138,0 m n.p.m.).

Zlodowacenie Sanu 2

Stadiał dolny

Piaski i mułki zastoiskowe stadiału dolnego nawiercono w rejonie Milejczyc (otw. 16). Wypełniają one obniżenie (prawdopodobnie erozyjne) w glinach zlodowacenia Nidy, a przykryte są glinami zwałowymi stadiału dolnego zlodowacenia Sanu 2. Występują na głębokości 86,4–80,5 m (90,6–96,5 m n.p.m.) i mają 6,0 m miąższości. Są to piaski drobnoziarniste, pyłowate, szare, warstwowane poziomo i smużyste; miejscami przechodzą w mułki. Wykazują zawartość CaCO₃ rzędu 6,6%.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe stadiału dolnego zlodowacenia Sanu 2 wyróżniono w otworze kartograficznym Pasięka (otw. 3) na głębokości 57,7–40,2 m (105,3–122,8 m n.p.m.). Występują one nad glinami zwałowymi zlodowacenia Sanu 1, a przykryte są warstwą piasków drobnoziarnistych stadiału górnego zlodowacenia Sanu 2. Jest to dość monotonna seria piasków różnoziarnistych, z niewielką domieszką drobnookruchowych żwirów, z tendencją do wzrostu przeciętnej średnicy ziarn ku stropowi profilu, wykazujących niską wapnistość — 2,5–4,8%.

Wśród minerałów ciężkich w osadach wodnolodowcowych dominują granaty (52,6–54,6%) i amfibole (18,3–21,4%), w podwyższonej ilości występują turmaliny (5,0–6,8%) i staurolit (3,3–6,3%).

Gliny zwałowe zlodowacenia Sanu 2 stadiału dolnego wydzielono tylko w rejonie Milejczyc (otw. 15, 16). W otworze kartograficznym 16, na głębokości 80,5–69,9 m (96,5–107,1 m n.p.m.), występują gliny zwałowe jasno- i ciemnobrązowe, w spągu szarozielone, piaszczyste, z wkładkami piasków szarozielonych do 1,2 m miąższości. Wapnistość glin wynosi 11,3–14,8%, a piaszczystych wkładek — 3,5%. Skład petrograficzny charakteryzuje się przewagą wapieni paleozoicznych (33,1–54,0%) nad skałami krystalicznymi (28,2–34,2%), śladową ilością dolomitów (0–1,2%) i małą piaskowców północnych (2,5–5,5%). Wśród skał lokalnych dominują mułowce (10,7–13,4%), a wapienie występują w zmiennej ilości (0,7–17,3%). Gliny reprezentują następujące średnie współczynniki petrograficzne: 1,57; 070; 1,38. Litotyp tych glin może odpowiadać stadiałowi dolnemu zlodowacenia Sanu 2.

Stadiał górny

Iły, mułki i piaski zastoiskowe nawiercone zostały w otworze Milejczyce (otw. 16) na głębokości 69,9–64,5 m (107,1–112,5 m). W spągowej części profilu wykształcone są jako iły popielate z laminami piasków, w stropowej występują piaski drobnoziarniste, pyłowate, szarobeżowe, przewarstwiające się z mułkami piaszczystymi. Utwory te są słabo wapniste (5,0%).

Piaski i żwiry wodnolodowcowe nawiercone zostały w otworze kartograficznym Milejczyce (otw. 16) na głębokości 64,5–51,0 m (112,5–126,0 m n.p.m.) i mają 13,5 m miąższości. W spągowej części występują piaski drobnoziarniste z domieszką ziarn grubszych, szarobrązowe, warstwowane poziomo, ku stropowi przechodzą w piaski różnoziarniste z domieszką drobnookruch-

wych żwirów. Charakteryzuje je znaczna wapnistość (17,2%). Piaski i żwiry wodnolodowcowe zlodowacenia Sanu 2 występują powszechnie na omawianym obszarze i tworzą dość miąższy poziom. Występują zazwyczaj pod glinami zlodowacenia Sanu 2, na osadach różnych ogniw stratygraficznych, wypełniając obniżenia stropu utworów starszych (przekrój geologiczny A–B).

W składzie minerałów ciężkich dominują granaty (43,2–47,9%) i amfibole (22,7–25,2%), w małej ilości występują turmaliny (4,6–6,2%), staurolit (4,5–6,5%), cyrkon (4,5–5,5%) i pirokseny (3,3–4,1%).

Gliny zwałowe, miejscami piaski i żwiry wodnolodowcowe nawiercone zostały w otworze Milejczyce (otw. 16) na głębokości 51,0–41,5 m (126,0–135,5 m n.p.m.) i mają 9,5 m miąższości. Są to gliny zwałowe brązowe, zawierające dużą ilość grubookruchowych żwirów, przechodzące w żwiry spojone glinami. Ich wapnistość wynosi 14,5–16%. W całym profilu zawierają cienkie, 1–2-metrowe warstwy żwirów i piasków ze żwirami. W materiale żwirowym występuje przewaga wapieni północnych (43,0–56,1) nad skałami krystalicznymi (26,7–37,3%). W porównaniu z glinami stadiału dolnego zlodowacenia Sanu 2, więcej występuje tu wapieni lokalnych (2,9–5,7%) i piaskowców lokalnych (3,4–4,4%), mniej jest natomiast mułowców (0,8–4,8%). Litotyp glin określają średnie współczynniki petrograficzne: 1,31; 0,80; 1,18.

Zlodowacenia środkowopolskie

Zlodowacenie Odry

Iły, mułki i piaski zastoiskowe nawiercone zostały w otworze Pasięka (otw. 3) na głębokości 37,8–25,0 m (125,2–138,0 m). Występują jako ily brązowe, szarobrązowe i ciemnoszare z laminami oraz cienkimi warstewkami jasnoszarych mułków o dobrej oddzielności płytkowej, miejscami liściastej. W stropowej części występują ily, a w spągowej ily przewarstwiają się z mułkami i występują w równowadze. Miejscami warstwowanie utworów jest zaburzone. W otworze Szeszyły (otw. 7) utwory zastoiskowe występują na głębokości 25,1–15,2 m (117,9–127,8 m n.p.m.). Wykształcone są jako mułki warstwowane i niewarstwowane, miejscami wykazujące zaburzenia typu spływowego oraz ily szarobeżowe z laminami i warstwami mułków oraz piasków pyłowatych.

Utwory zastoiskowe silnie reagują z HCl i wykazują od 13,0 do 17,5% zawartości CaCO₃.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) zostały nawiercone w trzech otworach kartograficznych: Milejczyce (otw. 16), Sobiątyn (otw. 13) i Pasięka (otw. 3; przekrój geologiczny A–B). Występują na wysokości około 120,0–155,0 m n.p.m. Wykształcone są jako piaski różnoziarniste szare i beżowoszare, z drobnookruchowymi żwirami, silnie wapniste. W Milejczycach (otw. 16) występują żwiry drobno- i grubookruchowe z cienkimi warstwami piasków o wapnistości 31,4%. W rejonie Pasięki (otw. 3) utwory piaszczysto-żwirowe występują na głębokości 25,0–13,0 m (138,0–150 m n.p.m.) pomiędzy utworami zastoiskowymi zlodowaceń Odry i Warty, a ich wapnistość wynosi 8,3–10,2%. W rejonie Sobiątyna (otw. 13) piaski różnoziarniste ze żwirami i żwiry z piaskami leżą na

glinach zwałowych stadiału dolnego zlodowacenia Sanu 2, a przykryte są glinami zwałowymi zlodowacenia Odry (przekrój geologiczny A–B). Charakteryzuje je silna wapnistość wynosząca 20,7–39,2%.

Gliny zwałowe zlodowacenia Odry występują dość powszechnie i nawiercone zostały w kilku otworach hydrogeologicznych i jednym kartograficznym — Sobiatyn (otw. 13). Największą miąższość (do 28,0 m) osiągają w rejonie miejscowości Bystre, gdzie razem z cienkimi glinami zlodowacenia Warty tworzą wzniesienie ostańcowe (tabl. I). Gliny zwałowe zlodowacenia Odry w otworze Sobiatyn występują na głębokości 21,8–15,0 m (153,2–160,0 m n.p.m.). W spągowej części profilu gliny są popielate i brązowe, zawierają liczne żwiry, są zwarte, po wyschnięciu twarde. W części stropowej mają barwę oliwkową i jasnobrązową, zawierają dużą ilość drobnoookruchowych żwirów i są piaszczyste. Największą wapnistość wykazują w spągowej części profilu — 24,3%, a najmniejszą — w części stropowej (11,3%). Gliny charakteryzują wartości współczynników petrograficznych: 1,56; 0,70; 1,28 (część spągowa profilu) i 2,0; 0,52; 1,74 (część stropowa).

Wśród żwirów przeważają wapienie północne (45,7–51,6%) nad skałami krystalicznymi (26,3–31,2%), przy śladowej zawartości dolomitów (0–0,7%). Udział skał lokalnych: wapieni, piaskowców i mułowców jest mały i wyrównany, najczęściej wynosi 1–2%. W składzie minerałów ciężkich dominują granaty (44,9%) i amfibole (26,0%). W małej ilości występują: turmaliny (4,8%), staurolit (4,0%) i pirokseny (3,6%).

Piaszki i żwiry wodnolodowcowe (górne) zostały nawiercone w otworze kartograficznym Milejczyce (otw. 16) na głębokości 36,5–21,0 m (140,5–156,0 m n.p.m.). Są to piaszki różno- i gruboziarniste z drobnoookruchowymi żwirami. W stropowej części profilu (27,0–21,0 m) obserwuje się drobnienie frakcji. Wapnistość osadów wynosi 15,0–17,2%. W składzie minerałów ciężkich dominują: granaty (43,8%) i amfibole (22,6%), w mniejszej ilości występują turmaliny (8,9%), staurolit (8,8%) i cyrkon (4,7%).

Zlodowacenie Warty

Stadiał dolny

Piaszki, mułki i ły zastoiskowe nawiercone zostały w otworze Pasięka (otw. 3) na głębokości 13,0–8,4 m (150,0–154,6 m n.p.m.) jako mułki ilaste z przewarstwieniami łów lub ły z przewarstwieniami mułków ilastych szarych, w stropie oliwkowych, wykazujące oddzielność płytkową i silną wapnistość (23,8–26,5%). W spągowej części profilu występują laminy i warstewki piasków. Nad mułkami leżą piaszki drobnoziarniste o miąższości 2,2 m, znacznie niższej wapnistości (8,7%). Wiek próbki osadów z głębokości 11,1–11,2 m, oznaczony metodą uranowo-torową, wynosi $11,4 \pm 1,6$ tys. lat BP (Hercman, 2005). Wynik nie jest wiarygodny ze względu na przykrycie tych osadów glinami zlodowacenia Warty. Zaniżony wiek może być spowodowany zbyt dużym zanieczyszczeniem izotopami nieradiogenicznymi toru i uranu, uniemożliwiającymi datowanie próbek na podstawie pojedynczej standardowej analizy, a także obecnością kaolinitu.

P i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e (dolne) na terenie arkusza Boćki nawiercone zostały w wielu miejscach pod cienką pokrywą glin zwałowych zlodowacenia Warty i odsłaniają się na powierzchni na stokach wzniesień oraz we wcięciach. Największą miąższość i rozprzestrzenienie mają w południowo-wschodniej części obszaru, gdzie występują pod cienką warstwą piasków i żwirów wodnolodowcowych górnych, płatami pokryw eluwialnych oraz pod cienkimi płatami glin zwałowych w spływach. Dobrze rozpoznane zostały w otworze Milejczyce (otw. 16) i Sobiątyn (otw. 13). W otworze Sobiątyn leżą na glinach zwałowych zlodowacenia Odry, a przykryte są glinami stadiału dolnego zlodowacenia Warty. Występują na głębokości 15,0–4,0 m (160,0–171,0 m n.p.m.). Wykształcone są jako piaski drobno- i średnioziarniste, beżowe, niewyraźnie warstwowane równoległe, o zmiennej wapnistości (dużej w stropie profilu i małej w spągu). W Milejczycach (otw. 16), na głębokości 21,0–11,4 m (156,0–165,6 m n.p.m.) nawiercone zostały piaski różnoziarniste z drobnookruchowymi żwirami, prze-myte, wodnolodowcowe z wkładkami żwirów, przechodzące w stropowej części profilu w żwiry drobnookruchowe z piaskami różnoziarnistymi, o zawartości CaCO_3 w granicach 11,7–20,3%.

G l i n y z w a ł o w e zlodowacenia Warty odsłaniają się na powierzchni terenu głównie w północnej, zachodniej i środkowej części obszaru arkusza. Są zwykle małej miąższości (1,5–5,0 m), nieco większej jedynie w miejscach spiętrzeń lub w pobliżu form marginalnych. Nawiercone zostały w trzech otworach kartograficznych: Milejczyce (otw. 16), Sobiątyn (otw. 13) i Pasięka (otw. 3). W Milejczycach występują na głębokości 11,4–1,2 m (165,6–175,8 m n.p.m.). Są to, w spągowej części, gliny zwałowe brązowe ze żwirami, ilasto-piaszczyste, w części stropowej przechodzą w gliny jasnobrązowe z małą ilością żwirów. Gliny te są zwietrzałe do 2,8 m, poniżej wapniste — 14,5–15,3%. Charakteryzują się współczynnikami petrograficznymi (w nawiasie głębokość pobrania próbki): 1,65; 0,70; 1,17 (6,0–7,0 m); 1,35; 0,76; 1,26 (5,0–6,0 m); 1,56; 0,68; 1,37 (4,0–5,0 m). Zaznacza się w nich przewaga wapieni paleozoicznych (46,5–50,2%) nad skałami krystalicznymi (32,1–36,9%). Wśród skał lokalnych w małej ilości występują wapienie (2,2–6,4%) i piaskowce (3,1–6,1%).

Gliny w rejonie Pasięki (otw. 3) występują na głębokości 7,4–4,8 m (155,6–158,2 m n.p.m.). Są to gliny jasnobrązowe z dużą zawartością frakcji pyłowej i małą ilością żwirów. Gliny charakteryzują następujące współczynniki petrograficzne: 1,39; 0,73; 1,35 i 1,73; 0,61; 1,49. Podobnie jak w Milejczycach (otw. 16), zaznacza się w nich przewaga wapieni paleozoicznych (50,3–51,4%) nad skałami krystalicznymi (30,0–33,7%). Wśród skał lokalnych w małej ilości występują wapienie (2,5–4,0%) i piaskowce (4,0–6,3%).

Gliny z rejonu Sobiątyna odsłaniają się na powierzchni terenu. Ich miąższość wynosi 4,0 m. Są odwapnione i zwietrzałe, nie nadawały się do badań diagnostycznych. Skład minerałów ciężkich glin zlodowacenia Warty przedstawia się następująco: otwór Milejczyce (otw 16): granaty (40,1%), amfibole (33,3%), pirokseny (5,9%), turmaliny (5,0%), cyrkon (4,6%), staurolit (3,9%); otwór Pasięka (otw. 3): granaty (47,5%), amfibole (25,4%), pirokseny (4,2%), turmaliny (4,3%), cyrkon (2,8%), staurolit (5,3%), monacyt (3,4%).

Piaski i żwiry z głazami lodowcowe występują dość powszechnie na powierzchni terenu w obrębie wysoczyzny morenowej i związane są genetycznie z glinami zwałowymi. Większe powierzchnie zajmują w strefie występowania moren czołowych, w miejscach wyniesień wysoczyzny morenowej oraz na jej skłonach. Mają zwykle małą miąższość — 1,5–5,0 m. Charakteryzują się złą selekcją materiału i zmienną litologią. Są to najczęściej piaski drobnoziarniste, żółte i rdzawożółte lub piaski brązowe i szarobrązowe, różnoziarniste ze żwirami, zaglinione, z soczewkami, gniazdami i warstewkami glin zwałowych. Często występują w nich głazy.

Piaski, żwiry, mułki i gliny zwałowe z głazami moren spiętrzonych występują w rejonie miejscowości Sasiny i Śnieżki; na zapleczu ciągu morenowego Sobiatyn–Piotrowszczyzna–Żuki. W budowie wzgórz biorą udział piaski różnoziarniste ze żwirami, żwiry z otoczkami, gładzikami i głazami, a także piaski drobnoziarniste i pyły piaszczyste oraz gliny zwałowe. W morenach można zaobserwować wyciśnięcia glin zwałowych i łąw warwowych. Miejscami warstwowanie osadów jest zaburzone. Miąższość osadów moren spiętrzonych wynosi od kilku do około 12 m.

Piaski, żwiry i gliny zwałowe z głazami moren czołowych tworzą wzgórza ułożone w dwóch ciągach. Pierwszy ciąg (przebiegający z południowego zachodu na północny wschód) stanowią wysoko położone, płaskie wzgórza w rejonie Milejczyce–Nowosiółki–Dasze. Są to osady stożków glacialmarginalnych, powstałych w strefie maksymalnego zasięgu zlodowacenia Warty lub w jego pobliżu. Dominują wśród nich piaski ze żwirami, przekładane żwirami i piaskami z depozycji wodnolodowcowej, dobrze przemyte, rozpoznane sondami mechanicznymi do głębokości kilkunastu metrów. Wśród tych utworów, wraz ze wzrostem głębokości zaznacza się wzrost wielkości ziarna.

Następny ciąg powstał już podczas recesji lądolodu zlodowacenia Warty i przebiega od Wygonowa przez Sobiatyn, Piotrowszczyznę w kierunku miejscowości Żuki z wyraźnie zaznaczonym jezerem w rejonie Choroszczewo–Pokaniewo. Wzgórza morenowe mają tu zmienne wysokości względne (5,0–15,0 m), kształt owalny lub wydłużony, zaznacza się w nich wyraźna asymetria zboczy. Morenom od strony wewnętrznej towarzyszą duże zagłębienia wytopiskowe. W budowie wzgórz biorą udział piaski ze żwirami oraz żwiry i piaski z depozycji wodnolodowcowej, wykazujące struktury masywne oraz warstwowanie poziome, przekątne i rynnowe. W morenach często spotykane są pakiety piaszczysto-żwirowe wypełnień wielkoskalowych rozmyć erozyjnych. Miejscami utwory te zawierają cienkie wkładki glin zwałowych w spływach i mułków oraz głazy wielkości do 1,6 m średnicy. Gliny o charakterze spływowym występują w nich również w postaci pokryw miąższości 0,5–1,5 m.

W profilu eksploatowanej ściany w Sobiatynie, w stropowej części profilu, występują piaski drobnoziarniste, brązowe i brązoworude, bezstrukturalne, miąższości 1,0 m. Pod nimi występuje 3-metrowa seria piasków różnoziarnistych z domieszką żwirów warstwowanych frakcjonalnie, przewarstwianych się z piaskami drobnoziarnistymi i drobnookruchowymi żwirami bez warstwowań. W spągowej części występują grubookruchowe żwiry (średnica okruchów do 80 mm) z domieszką piasków, lokalnie z wkładkami mułków żółtozielonkawych.

Piaski, żwiry i gliny zwałowe z głazami moren martwego lodu tworzą różnej wielkości formy na obrzeżach wytopisk i zagłębień po martwym lodzie. Ich miąższość wynosi od kilku do 15 m. Powstały w wyniku akumulacji osadów w bezpośrednim sąsiedztwie brył martwego lodu. W profilu poziomym i pionowym utwory te często wykazują dużą zmienność litologiczną. W ich budowie najczęściej uczestniczą osady piaszczysto-żwirowe o charakterze osadów wodnolodowcowych, z wkładkami mułków i glin zwałowych w spływach oraz gruby materiał w postaci głazów. Utwory te miejscami posiadają pokrywę ablacyjną o miąższości 0,5–1,5 m, zbudowaną z utworów piaszczysto-gliniastych lub glin piaszczystych o charakterze spływowym, barwy brązowoszarej.

Niektóre moreny martwego lodu wykazują zaburzoną strukturę (Dubiażyn; miejscowość na obszarze arkusza Bielsk Podlaski).

Piaski, żwiry i gliny zwałowe z głazami akumulacji szczelinowej występują w rejonie Pokaniewa, Krasnej Wsi, Bociek i Lubiejek. Zlokalizowane są najczęściej na skraju wytopisk. Są to zwykle wydłużone formy o stromych zboczach, zbudowane z piasków różnoziarnistych z domieszką drobnookruchowych żwirów z depozycji wodnolodowcowej, przekładane warstwami żwirów i piasków drobnoziarnistych. Wykazują warstwowanie poziome, przekątne, rynnowe i masywne. W stropowej części profilu miejscami zawierają przewarstwienia i pokrywy glin zwałowych w spływach. W Pokaniewie, na wzgórzu Sahara występują płatami brązowe gliny o cechach glin w spływach, miąższości do 1,0 m. Pod nimi występują piaski drobnoziarniste żółte (1,5–2,0 m) z widoczną orsztylizacją. Poniżej występują piaski różnoziarniste z domieszką drobnookruchowych żwirów, przekładane źle wysortowanymi, gęsto upakowanymi żwirami drobno- i grubookruchowymi oraz piaskami drobnoziarnistymi, poziomo warstwowanymi, z wkładkami mułków o miąższości serii około 6 m. Pod nimi leży około 5-metrowa seria żwirów o zmiennej granulacji (2–80 mm), występujących w postaci nieregularnych, zmiennej miąższości, nierzadko wyklinowujących się warstw. Żwiry te zawierają cienkie przewarstwienia piaszczyste. W spągowej części profilu obserwuje się częste rozmycia rynnowe, wypełnione osadami piaszczysto-żwirowymi, wykazującymi warstwowanie rynnowe, przekątne i poziome. W zachodniej części żwirowni odsłania się ściana o wysokości 5,0 m, w której osady wykazują cechy spływu błotnego. Występują w niej zaburzone warstwy, gniazda i soczewki piasków drobnoziarnistych, bardzo źle wysortowanych żwirów i brązowych glin. W stropowej części ściany widoczne są kieszenie wypełnione materiałem gruboziarnistym.

Piaski, żwiry i mułki kemów związane są z obszarami wytopiskowymi. Tworzą wzgórza i pagórki o wysokości względnej 2,0–8,0 m. Ich budowa została rozpoznana sondami mechanicznymi. W stropowej części profilu są to najczęściej piaski drobno- i średnioziarniste, miejscami z wkładkami żwirów. W części spągowej przeważają piaski drobnoziarniste z wkładkami mułków beżowoszarych.

Piaski, żwiry i mułki tarasów kemowych. Na południowy zachód od Dubna uformował się taras kemowy zbudowany z piasków i mułków z wkładkami warstw żwirowych. W piaskowni na południowy zachód od Dubna do głębokości 2,5 m odsłaniają się piaski drobnoziarniste, żółte, miejscami pyłowate, w stropowej części masywne, głębiej wykazujące warstwowanie poziome, soczewkowe i riplemarkowe. Poniżej piaski te zawierają cienkie (10–20 cm) przewarstwienia żwirów. Utwory tarasów kemowych mają kilka metrów miąższości.

Piaski i żwiry wodnolodowe (górne) zajmują płaskie, dość rozległe powierzchnie w południowo-wschodniej części obszaru arkusza. Stanowią one wypełnienia dolin wód roztopowych. Miejscami przepływ wód był zablokowany lub utrudniony, rozmywały one wtedy wysoczyznę i formy ją nadbudowujące (rejon Sasin, Śnieżek, Daszów, Choroszczewa). Największą miąższość osiągają jako wypełnienia dolin (kilkanaście metrów — rejon Chaniek). W pozostałych przypadkach ich miąższość jest zazwyczaj mała i wynosi 2,0–5,0 m. Najczęściej są to piaski różnoziarniste ze zmiennym udziałem żwirów i przewarstwieniami piasków, z tendencją drobnienia ziarn ku stropowi.

Piaski, mułki i ropy wytopiskowe występują w miejscach, w których podczas deglacji przez długi czas utrzymywał się martwy lód (Mołoczki–Moskiewce, Boćki–Wandalinek, Milejczyce–Pokaniewo, Choroszczewo). W sondach mechanicznych stwierdzono w tych rejonach występowanie piasków drobnoziarnistych i mułków z przewarstwieniami ropy bezpośrednio na powierzchni terenu lub pod nakładem utworów młodszych. Barwa osadów jest szara, szarozielonkawa i szaropopielata. Ich miąższość zwykle nie przekracza 5,0 m.

Stadiał środkowy

Piaski i żwiry wodnolodowe stadiału środkowego na obszarze arkusza Boćki występują tylko w jego północnej części, kontynuując się z obszaru sąsiedniego arkusza Bielsk Podlaski. Tworzą one małe wychodnie w obniżeniach dolinnych. Są to piaski różno- z przewagą średnioziarnistych, miejscami zawierające domieszkę drobnookruchowych żwirów.

Interglacjał eemski

Mułki jeziorne i torfy. Osady interglacjału eemskiego występują w postaci mułków organicznych ciemnoszarych, szarych i szarobrazowych oraz torfów czarnych i brązowych. Mułki miejscami są piaszczyste, torfiaste lub nieznacznie ilaste. Czasami są silnie sprasowane i wykazują strukturę łupkową (Choroszczewo). Osady te zazwyczaj przechodzą stopniowo w osady zlodowaceń północnopolskich, wykształconych w spągowej części profilu jako mułki i piaski drobnoziarniste. Osady interglacjału eemskiego występują na utworach zlodowacenia Warty: wytopiskowych — ropy, piaskach ze żwirami (Choroszczewo) oraz glinach zwałowych (rejon punktu dok. 3 — Boćki). Występują najczęściej w obniżeniach terenu w obrębie utworów jeziornych i rzeczno-jeziornych oraz na obszarze wysoczyzny w zagłębieniach po bryłach martwego lodu.

W czasie przeprowadzanych prac na obszarze arkusza Boćki udokumentowano palinologicznie trzy stanowiska osadów interglacjału eemskiego: w Choroszczewie i w rejonie Bociek (Kupryjanowicz, 2005) oraz Milejczyc (Bińka, 2006).

Stanowisko w Choroszczewie (punkt dok. 19) położone jest w centrum równiny jeziornej na wysokości 155,0 m n.p.m, na zapleczu rozległego kemu. W spagu, na głębokości 7,9–6,0 m, występują szare i ciemnoszare mułki organiczne i łupki organiczne. Utwory podścielają ility zwarte, plastyczne, szare i szarozielone, a przykryte są piaskami drobnoziarnistymi z wtrąceniami materii organicznej i mułkami organicznymi nieco piaszczystymi (prawdopodobnie zlodowaceń północnopolskich). Wyniki badań palinologicznych siedmiu próbek (osadów z głębokości 8,14–6,06 m) jednoznacznie wskazują, że badane utwory tworzyły się w czasie interglacjału. Bardzo wysoka zawartość pyłku leszczyny (*Corylus avellana*) oraz rozprzestrzenienie drzew i leszczyny w kolejności: sosna-brzoza (*Pinus–Betula*), wiąz (*Ulmus*), dąb-jesion (*Quercus-Fraxinus*), leszczyna (*Corylus*), olcha (*Alnus*), lipa (*Tilia*), grab (*Carpinus*), świerk-jodła (*Picea-Abies*), sosna (*Pinus*), pozwalają na powiązanie uzyskanej sukcesji pyłkowej z interglacjałem eemskim (Kupryjanowicz, 2005). W Choroszczewie udokumentowano wszystkie fazy sukcesji roślinności interglacjału eemskiego, reprezentowane przez regionalne poziomy pyłkowe od E1 do E7. W spektrum pyłkowym na głębokości 7,26 m rejestruje się obecność ciepłolubnych mieszanych lasów liściastych z lipą (*Tilia*), dębem (*Quercus*), wiązem (*Ulmus*) i leszczyną (*Corylus*). Bardzo wysoki udział leszczyny może wskazywać, że na niektórych siedliskach mogła ona w tym czasie formować zbiorowiska. Jednoczesne występowanie pyłku bluszczu (*Hedera*) i jemioli (*Viscum*) dowodzi, że średnia temperatura najzimniejszego miesiąca była w tym czasie wyższa niż 0, a najcieplejszego przekraczała 17°C (Kupryjanowicz, 2005).

Spektrum pyłkowe próbki pobranej z głębokości 6,06 m korelowane jest z poziomem E7, odpowiadającym schyłkowi interglacjału eemskiego, lecz może też odpowiadać fazie sosnowej interstadiałów brørup lub odderade.

Badane osady akumulowały w płytkim jeziorze, które początkowo miało charakter eu- lub mezotroficzny, a pod koniec interglacjału — oligotroficzny.

Kopalne osady organiczne stwierdzono również w rejonie Bociek. W profilu punktu dokumentacyjnego 3 (sonda WH 53) na głębokości 10,3–7,0 m występują torfy brązowe i mułki organiczne czarne i czarnobrązowe. Osady te leżą na mułkach zlodowacenia Warty, a przykryte są mułkami i piaskami z wkładkami mułków organicznych zlodowaceń północnopolskich. Ekspertyzie poddano trzy próbki z głębokości 9,65; 9,05 i 8,05 m. W próbce z głębokości 9,05 m zarejestrowano obecność pyłku roślin ciepłolubnych mieszanych lasów liściastych z lipą (*Tilia*), dębem (*Quercus*), wiązem (*Ulmus*) oraz leszczyną (*Corylus*), stanowiącą obfity podszyt. Z obecności pyłku *Tilia tomentosa* można wnioskować, że średnia temperatura najcieplejszego miesiąca była wyższa od 21°C (Kupryjanowicz, 2005). W profilu punktu dokumentacyjnego 4, na głębokości 7,20–4,69 m występują mułki ciemnoszare

i czarne organiczne, poziomo warstwowane, wykazujące miejscami oddzielność łupkową. Spektrum pyłkowe rejestruje obecność ciepłolubnych lasów liściastych na głębokości 5,25–5,70 m. W profilu pierwszym, na głębokości 8,05–9,65 m udokumentowano palinologicznie osady reprezentujące regionalne poziomy pyłkowe E3, E4 i E6, a w profilu drugim na głębokości 5,25–6,05 m — osady odpowiadające regionalnym poziomom E3, E4 i E5. Akumulacja osadów najprawdopodobniej miała miejsce w oligotroficznym jeziorze z bardzo ubogą roślinnością szuwarową.

W okolicy Milejczyc (punkt dok. 22) nawiercono znacznej miąższości serię utworów wykształconych jako mułki organiczne szare, ciemnoszare i oliwkowe z wkładkami i przerostami torfów, charakteryzujące się zmienną zawartością frakcji piaszczystej i ilastej, a także mułki ilaste, ciemnoszare i czarne. Seria ta występuje na głębokości 14,5–5,0 m. Pobrano z niej 22 próbki do badań palinologicznych. W wyniku analizy wykonanej przez Bińkę (2006) wydzielono tu osiem lokalnych zon pyłkowych. Dwie pierwsze próbki pobrane z głębokości 14,4–14,0 m wskazały na schyłek zlodowacenia poprzedzającego interglacjał eemski. Próbki pobrane z głębokości 13,4–7,4 m wskazały na interglacjał eemski, natomiast próbki pobrane ze stropowej części profilu (7,2–5,3 m) należą już do zlodowacenia Wisły (stadiał herring i interstadiał brørup; Bińka 2006). Podobieństwo litologiczne utworów z tych okresów i ciągłość sedymentacyjna utrudniają, a niekiedy uniemożliwiają poprawne ich rozdzielenie bez wykonania analiz.

Udokumentowana miąższość utworów interglacjału eemskiego w Milejczycach (punkt dok. 22) zawarta w profilu pyłkowym wynosi 6,6 m (13,9–7,3 m). Wydzielono w nich pięć regionalnych poziomów pyłkowych: dębowy (cztery próbki), leszczynowy (jedna próbka), grabowy (cztery próbki), świerkowy (dwie próbki) i sosnowy (dwie próbki). Początkowo zbiornik sedymentacyjny był raczej głęboki, a jego wypłykanie nastąpiło dopiero w fazie świerkowej i kontynuowało się w sosnowej. Jest to dość nietypowe, ponieważ na obszarze Polski już faza grabowa jest fazą silnych wypłyceń (Bińka, 2006).

Licznie występujące na omawianym obszarze kopalne osady jeziorne interglacjału eemskiego świadczą o obecności w tym okresie pojezierza z dużą ilością różnej wielkości i głębokości zbiorników wodnych. Południowa granica tego pojezierza przebiegała w rejonie Łosic (Albrycht i in., 1997).

Zlodowacenia północnopolskie

Zlodowacenie Wisły

Piaski, mułki i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych 2,0–4,0 m n.p. rzeki. Badany obszar znajdował się poza zasięgiem lądolodu zlodowacenia Wisły. W warunkach klimatu peryglacialnego dochodziło do wietrzenia na wysoczyznach oraz erozji i akumulacji w dolinach rzecznych Leśnej, Nurca i Nurczyka.

W dolnych odcinkach rzek Nurca i Leśnej w rzeźbie terenu zaznaczają się tarasy nadzalewowe, położone na wysokości 2,0–4,0 m ponad współczesne dno rzek, przechodzące na obszary sąsiednich arkuszy: Dziadkowice na zachodzie i Bielsk Podlaski na północy. W ich budowie uczestniczą głównie

piaski drobnoziarniste i mułki, zawierające miejscami wkładki drobnookruchowych żwirów, lokalnie w zagłębieniach terenu występują torfy holoceni. W rejonie punktu dokumentacyjnego 3 w pobliżu Bocięk nad glinami zwałowymi szaropopielatymi, położonymi na głębokości 6,0 m, leży warstwa namulów gliniastych (0,7 m) przykryta warstwą (1,7 m) mułków szarozielonkawych z rozproszoną materią organiczną oraz mułków organicznych, brązowych i szarych, z cienkimi przewarstwieniami torfów ze znaczną domieszką frakcji pyłowej. Powyżej występuje 2,1-metrowa seria piasków drobnoziarnistych szarych, zawierających wkładki piasków różnoziarnistych z drobnookruchowymi żwirami, przechodzących w stropie w piaski humusowe z przewarstwieniami torfów. Utwory te przykryte są półtorametrową warstwą torfów holoceni. Wynik oznaczenia wieku bezwzględnego metodą radiowęglową (^{14}C) próbki torfów, pobranej wibrosondą z głębokości 3,7–3,9 m, wynosi $12\,870 \pm 170$ lat BP (Pazdur, 2005) i wskazuje na zlodowacenie Wisły jako okres tworzenia się osadów.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Piaski, mułki i piaski ze żwirami rzeczno-jeziorne wypełniają obniżenia terenu w rejonach: Mołoczki–Moskiewce, Boćki–Wandalinek i Grabarka–Chańki. Występują najczęściej na utworach wytopiskowych zlodowacenia Warty i utworach organicznych interglacjału eemskiego. Są to osady rzeczne, jeziorne, osady spływów powierzchniowych oraz stożków cieków okresowych. Litologicznie są to głównie piaski drobnoziarniste szare i mułki szaropopielate z warstwami żwirów, piasków humusowych i ilów, o miąższości do 10 m.

Piaski pyłowate ze żwirami zwietrzelinowe (eluwialne) tworzą pokrywy na glinach zwałowych w rejonie Pasieki, Krasnej Wsi, Gregorowców i Milejczyc–Rogaczy. Osady te powstały na płaskiej wysoczyźnie morenowej, zbudowanej z glin zwałowych i są produktem głównie procesów wietrzeniowych, zachodzących w klimacie peryglacjalnym z okresu zlodowacenia Wisły. Pokrywy peryglacjalne utworzone są z piasków drobnoziarnistych, pyłowatych ze żwirami, pyłów i pyłów piaszczystych szarych i beżowoszarych. Utwory te stopniowo przechodzą w zwietrzałe gliny zwałowe. Miąższość pokryw jest zwykle niewielka i wynosi 1,5–2,2 m.

Mułki i piaski deluwialno-jeziorne wypełniają zagłębienia terenu w rejonie Choroszczewa, Milejczyc i Białek. Utwory te często występują nad organicznymi osadami interglacjału eemskiego (punkty dok. 19, 22). W spągowej części profilu są najczęściej wykształcone jako mułki organiczne, piaszczyste i ilaste, wykazujące duże podobieństwo litologiczne do utworów podścielających. W stropowej części profilu występują jako szare piaski drobno- oraz różnoziarniste z drobnookruchowymi żwirami. Miąższość tych osadów jest zmienna i wynosi od 2,0 do 7,3 m. Akumulacja tych utworów trwała zapewne od schyłku zlodowacenia Wisły do czasów współczesnych. W profilu punktu dokumentacyjnego 19 nad utworami interglacjału eemskiego (głębokość 7,9–6,0 m) udokumentowanymi palinologicznie (Kupryjanowicz, 2005), występują mułki ilaste z niewielką ilością sub-

stancji organicznej i mułki organiczne szare, z wkładkami torfów i piasków drobnoziarnistych, szarych i żółtych (głębokość 6,0–2,7 m). W stropowej części (głębokość 2,70–1,45 m) leżą ility pyłowate i mułki ilaste, szare i szarordzawe, przechodzące w stropie w piaski drobno- z warstwami różnoziarnistych ze żwirami o średnicy okruchów do 35 mm. Spektrum pyłkowe próbki pobranej z głębokości 6,06 m wskazuje na bliskość granicy utworów interglacjału eemskiego i zlodowacenia Wisły (schyłek interglacjału eemskiego — poziom E7 lub faza sosnowa interstadiału brørup lub odderade; Kupryjanowicz, 2005). Oznaczenie wieku bezwzględnego próbki z głębokości 3,7–3,9 m wskazało, że osady te są starsze od 32 500 lat BP (Pazdur, 2005).

W profilu punktu dokumentacyjnego 22 od głębokości 7,3 m, na utworach organicznych interglacjału eemskiego (udokumentowanych palinologicznie; Bińka 2006) występują mułki ciemnoszare i czarne ilaste (7,3–6,5 m); mułki organiczne, ciemnoszare, nieco piaszczyste (6,5–5,4 m); mułki organiczne, ciemnoszare zawierające pokruszone skorupki fauny (5,4–5,0 m) oraz mułki ilaste (5,0–4,0 m), przechodzące ku stropowi w piaski różnoziarniste z drobnookruchowymi żwirami (średnica okruchów do 5 mm; 4,0–2,5 m) i piaski drobnoziarniste jasnoszare. Utwory te przykryte są 2,3-metrową warstwą torfów holocenijskich. Spektrum pyłkowe czterech próbek pochodzących z głębokości 7,2–6,4 m wskazuje na występowanie w tym okresie fazy bezleśnej z wierzbą (*Salix*), brzozą karłowatą (*Betula*), jałowcem (*Juniperus*), licznymi roślinami zielnymi, a także bogatym spektrum roślin miejsc otwartych (stadiał herring, dolny vistulian; Bińka, 2006). Zastanawiające jest bardzo obfite (43%) występowanie jałowca (*Juniperus*) na granicy poziomu z fazą następną (interstadiał brørup), świadczące najprawdopodobniej o poprawie warunków klimatycznych. Tak liczne występowanie pyłku jałowca (*Juniperus*) nie było dotychczas notowane w zapisach zlodowacenia Wisły na Podlasiu, lecz w sekwencjach pomazowieckich (Bińka, 2006). Może to świadczyć o lukach stratygraficznych w pobliskim, w miarę pełnym profilu osadów zlodowacenia Wisły, występującym w pobliskich Choroszkach (Granoszewski, 2003, Bińka, 2006). W przedziale głębokości 6,1–5,3 m udokumentowano palinologicznie (trzy próbki) interstadiał brørup (Bińka, 2006). W okresie tym na omawiany obszar ponownie wkroczyły zbiorowiska leśne, początkowo brzozowe, a później sosnowe.

W rejonie Białek (punkt dok. 18) od głębokości 7,0 m występują piaski drobnoziarniste z rozproszoną materią organiczną, mułki organiczne, mułki popielate, piaski pyłowate i różnoziarniste z ciekim, 40-centymetrowym przykryciem torfów holocenijskich. Utwory te podścielone są mułkami organicznymi z ciekimi przewarstwieniami torfów prawdopodobnie interglacjału eemskiego.

P i a s k i , ż w i r y , m u ł k i i g l i n y d e l u w i a l n e występują na badanym obszarze u podnóży stromych stoków w rejonie miejscowości: Pokaniewo, Białki, Kolonia Krygule oraz w górnych odcinkach dolin. Miąższość ich jest zazwyczaj mała i nie przekracza 3,0 m. Są to piaski różnoziarniste z udziałem frakcji pyłowej i domieszką drobnookruchowych żwirów, przewarstwiane mułkami i glinami deluwialnymi. Utwory te są zazwyczaj niewyraźnie równoległe warstwowane, zgodnie z nachy-

leniem zboczy. Warstwowanie poziome wykazują w miejscach akumulacji na wyrównanych powierzchniach (nieckach wytopiskowych, dnach dolin rzecznych). Osady powstały ze splukiwania osadów piaszczystych, piaszczysto-żwirowych, pyłowatych i gliniastych z form o stromych zboczach.

Piaski eoliczne i piaski eoliczne w wydmach są to piaski drobnoziarniste z udziałem ziarn średnich, barwy żółtej, dobrze wysortowane i obtoczone. Utwory te związane są z obszarami występowania piasków wodnolodowcowych, lodowcowych, jak również występują w obrębie utworów rzeczno-jeziornych wzdłuż doliny rzeki Nurzec. Niekiedy nadbudowują kemy i moreny martwego lodu. Największe skupienia wydm i otaczających je piasków przewianych występują w środkowej części doliny Nurca oraz na południowy wschód od Milejczyc. Wysokość względna wydm wynosi 1,5–4,0 m, a miąższość piasków eolicznych nie przekracza zwykle 2,5 m. Działalność eoliczna przebiegała zapewne podczas kilku faz wydmotwórczych i mogła być zapoczątkowana w starszym dryasie, a nasiliła się po allerødzie.

c. Holocen

Piaski, mułki, żwiry i ły (mady) rzeczne tarasów zalewowych 1,0–2,0 m n.p. rzeki występują w dolnych odcinkach rzek Leśnej i Nurca. Osady te przechodzą stopniowo (obocznie) w utwory rzeczno-jeziorne bez wyraźnie zaznaczonej granicy. W miejscach zwężenia doliny (rejon Bociek) włożone są w utwory tarasów nadzalewowych, miejscami leżą na utworach wodnolodowcowych zlodowacenia Warty. Ich miąższość zwykle nie przekracza kilku metrów (maksymalnie do 6 m). W obniżeniach tarasu utworzyły się cienkie (półmetrowe) warstwy torfów. W spągowej części tarasu występują często piaski różnoziarniste z drobnookruchowymi żwirami, których depozycja w dolinach rzecznych tego obszaru związana jest z okresem wczesnoholocenijskiego optimum klimatycznego (Zernitskaya, 1996). Stropową część tworzą przeważnie piaski drobnoziarniste, mułki, ły i utwory organiczne facji pozakorytowej z wypełnieniami zagłębień.

Piaski, piaski humusowe i namuły den dolinnych oraz zagłębień okresowo przepływowych. Po wytopieniu się pokrywy lodowej zlodowacenia Warty rozpoczął się proces tworzenia cieków, odprowadzających wody z topnienia lodu i opadów atmosferycznych. W miarę postępowania erozji wstecznej tych cieków następowało włączanie w sieć drenażu drobnych zagłębień. Akumulowane osady mają niewielką miąższość — 1,5–4,0 m.

Namuły zagłębień bezodpływowych stanowią stropową część osadów wypełniających zagłębienia różnej genezy. Są zazwyczaj zróżnicowane litologicznie. Dominują mułki piaszczyste i piaski drobnoziarniste, czasami z materią organiczną. Mają zwykle małą miąższość — 1,5–3,5 m. Miejscami leżą na utworach organicznych (torfach i mułkach organicznych — punkty dok. 1, 5), a w otworze 2 — na torfach i piaskach deluwialno-jeziornych.

Namuły torfiaste i piaszczyste związane są z zagłębieniami okresowo podmokłymi. Występują w obrębie równin rzeczno-jeziornych. Są to piaski i mułki z rozproszoną czarną materią organiczną, zawierające miejscami warstewki torfów czarnych i brunatnych. Miąższość namułów jest niewielka i najczęściej wynosi 1,5–2,5 m.

Torfy zajmują miejscami znaczne obszary, lecz zazwyczaj mają małą miąższość. Występują przede wszystkim w obrębie równin rzeczno-jeziornych, gdzie osiągają największe miąższości — powyżej 3 m (na północny zachód od miejscowości Żuki). W dolinie Nurca i Nurczyka miąższość torfów przeważnie zawiera się w przedziale 0,8–2,0 m, a w rejonie Węgielnicy (północno-zachodnia część obszaru) wynosi 1,5–2,5 m. W rejonie Milejczyc i Pokaniewa torfy tworzą pokrywy miąższości 0,8–1,4 m. Genetycznie są to torfowiska niskie, drzewno-trzcinowe, drzewne, trzcinowe, mszyste i zielno-trzcinowe. Silne zatorfienie dolin rzecznych i zbiorników wodnych wiązać można z okresami ociepleń w preboreale i okresie atlantyckim, co udokumentowane zostało w rejonie Puszczy Białowieskiej (Krutous, 1998).

B. TEKTONIKA I RZEŻBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Obszar arkusza położony jest w obrębie obniżenia podlaskiego ograniczonego od południa zrębem łukowsko-wisznickim (Pożaryski, 1974). Jednostki te należą do waryscyjskiego piętra strukturalnego. Granicę pomiędzy nimi wyznacza w rejonie Mielnika (na południowym zachodzie, poza obszarem arkusza) uskok Łosic o kierunku NE–SW. Dyslokacje pomiędzy poszczególnymi blokami odnawiane były w orogenezie alpejskiej, zwłaszcza w młodszych fazach (Żelichowski, 1972).

Na krystalicznym cokole występują niesfałdowane, zróżnicowane kompleksy osadowe paleozoiczne, mezozoiczne i kenozoiczne. Podłoże paleogenu na terenie arkusza Boćki nie jest znane. Na obszarze przyległym, w otworze Mielnik IG-1 (głębokość 1813,1 m; obszar arkusza Stacja Nurzec; Janicki, 2001a, b), nawiercono osady proterozoiku, kambru, ordowiku, syluru, permu, triasu, jury i kredy.

Na utworach kredy górnej akumulowały osady eocenu i oligocenu — w stropowej części w facji płytkomorskiej, związane z basenem platformy wschodnioeuropejskiej. Ponad nimi osadzały się paraliczne i śródlądowe osady mioceńskie, które uległy następnie częściowej erozji.

Rzeźba stropu utworów paleogenu i neogenu jest bardzo urozmaicona, a jego położenie kształtuje się w granicach od poniżej 20 do powyżej 90 m n.p.m. (Dydula, [tabl. II](#)). Deniwelacje są duże i wynoszą ponad 70 m. Linia przekroju przebiega poza największymi obniżeniami i wyniesieniami, z tego względu przekrój geologiczny nie odzwierciedla w pełni urozmaicenia powierzchni stropu podłoża.

Na terenie arkusza Boćki można wyróżnić dwa obszary obniżone i dwa wyniesione. Jedno z obniżen przebiega od Milejczyc do Andryjanek–Bociek, ma kształt wydłużony z NW na SE i kontynuuje się na obszarze sąsiedniego arkusza Dziadkowice. Dno obniżenia zapada ku północnemu zachodowi.

Drugie obniżenie zlokalizowane jest w rejonie Mołoczki–Żuki, rozciąga się z WNW na ESE i kontynuuje się na obszarze sąsiedniego arkusza Czeremcha. Dna obniżeń na wysokości 20–40 m n.p.m. wypełniają utwory paleogenu.

W rejonie Krasna Wieś–Dydule występuje obszar podniesionego podłoża osadów czwartorzędowych. Podłoże czwartorzędowe wznosi się tu powyżej 90 m n.p.m., co może być wynikiem spiętrzenia glacitektonicznego.

Drugie wyniesienie, w rejonie Sobiątyn–Gruzka–Mikulicze, może być wyniesieniem blokowym i mieć związek z tektoniką podłoża, podobnie jak w Polsce północno-wschodniej (Ber, 2002). Wyniesienie to prawdopodobnie stanowiło barierę dla lądolodu zlodowacenia Warty, uniemożliwiając jego transgresję dalej na południowy wschód.

Analiza map liniowych elementów strukturalnych i fotolineamentów (Doktór, Graniczny, 1995a–c) w znacznej części potwierdza związek tektoniki starszego podłoża z układem kopalnych obniżeń i wyniesień.

Zróznicowana rzeźba podłoża czwartorzędu na badanym terenie jest zapewne wynikiem egzaracji, erozji i uaktywniania się starych stref uskokowych w podłożu podkenozoicznym pod ciężarem kolejno nasuwających się lądolodów oraz wypiętrzania izostatycznego po ich ustąpieniu (Liszkowski, 1975). Uaktywnienie się stref uskokowych nastąpiło wyraźniej w okresie zlodowacenia Sanu 2, kiedy to ówczesny lądolód miał największą miąższość. Rozciągłość i przebieg form marginalnych zlodowacenia Warty, na terenie arkusza nawiązuje do głównych regionalnych stref uskokowych.

W procesach formowania się rzeźby terenu mogły również uczestniczyć (zapewne w mniejszym stopniu) ruchy neotektoniczne.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Podłożem osadów czwartorzędowych w granicach obszaru arkusza Boćki są morskie i lądowe utwory paleogenu i neogenu. Po transgresji morskiej w eocenie górnym osadzały się piaski glaukonitowe i mułki (tab. 2). W oligocenie miała miejsce akumulacja osadów morza płytkiego. Pod koniec oligocenu nastąpiło spłylenie zbiornika morskiego, zachodziła sedymentacja przybrzeżna, okresami lądowa. W tym okresie osadziły się piaski, mułki z wkładkami ilów, a lokalnie również węgla brunatnego.

W miocenie zachodziła sedymentacja paraliczna i lądowa — jeziorno-bagienna. Osadów pliocenu na obszarze arkusza nie stwierdzono.

W plejstocenie dolnym zaznaczyła się intensywna erozja, lokalnie miała miejsce sedymentacja przez rzeki roztokowe w obniżeniach (Pasieka, otw. 3).

W zasięgu łądolodu zlodowacenia Narwi znalazł się cały badany obszar. Jego nasunięcie zostało poprzedzone akumulacją utworów wodnolodowcowych, zachowanych w rejonie Milejczyc i Sobiątyna (otw. 13, 16). Łądolód ten uformował egzaracyjne obniżenia w rejonie Bociek (otw. 2) i Sasin (przekrój geologiczny A–B) i pozostawił miąższy, kilkunastometrowy poziom glin zwałowych. W części północnej i wschodniej seria ta została zniszczona przez późniejsze procesy erozyjne.

W interglacjale augustowskim procesy erozyjne doprowadziły do usunięcia najstarszych glin zwałowych w części północnej obszaru, lokalnie erozja rozcięła osady neogeńskie. Akumulacja osadów mineralnych i organicznych zachodziła w dolinach rzecznych i zbiornikach jeziornych (Pasięka, otw. 3).

Z transgresją łądolodu zlodowacenia Nidy związane są utwory zastoiskowe w okolicy Sasin i Nurca, miejscami również wodnolodowcowe (otw. 16). Łądolód zlodowacenia Nidy pozostawił cienką, zazwyczaj kilkumetrową, serię glin zwałowych. Miejscami gliny zwałowe zlodowacenia Nidy osadziły się bezpośrednio na glinach zwałowych zlodowacenia Narwi (Sobiątyn, otw. 13).

Nasunięcie łądolodu zlodowacenia Sanu 1 poprzedzone zostało akumulacją osadów zastoiskowych oraz wodnolodowcowych. Łądolód ten pozostawił po sobie zmiennej miąższości gliny zwałowe. Zachodziły procesy egzaracji. W rejonie Sobiątyna (otw. 13) uformowało się wzniesienie, być może związane z odmłodzeniem uskoków o przebiegu NW–SE i SW–NE.

W interglacjale ferdynandowskim w rejonie Milejczyc miała miejsce głęboka erozja, która doprowadziła do całkowitego usunięcia osadów zlodowacenia Sanu 1. W rejonie Nurca zachodziła akumulacja rzeczna (otw. 7).

Łądolód zlodowacenia Sanu 2 wyrównał swoimi osadami obszary dawnych obniżzeń i depresji (Milejczyce, Pasięka) i pozostawił dość miąższą, miejscami dwudzielną, dobrze rozwiniętą serię glacialną (Milejczyce, otw. 16), związaną z dwoma stadiami. Przed transgredującym łądolodem osadziły się utwory zastoiskowe i wodnolodowcowe. Następnie łądolód stadiału dolnego zlodowacenia Sanu 2 pozostawił poziom glin zwałowych. Osady stadiału dolnego zachowały się tylko lokalnie. W stadiale górnym powstały kolejno: utwory zastoiskowe (występujące lokalnie) i wodnolodowcowych (powszechne na obszarze arkusza) oraz poziom glin zwałowych. Utwory stadiału górnego są dobrze rozwinięte. Powierzchnia glin zwałowych stadiału górnego zlodowacenia Sanu 2 jest stosunkowo płaska. Najcieńsze osady tego zlodowacenia występują na wyniesieniu w rejonie Sobiątyna.

W interglacjale mazowieckim na obszarze wysoczyzn zaznaczyły się procesy erozyjne. W obniżeniach możliwa była sedimentacja osadów. Z interglacjalem tym mogą być związane piaski i mułki w rejonie Nurca, brak jednak na to dowodów.

Transgresję łądolodu zlodowacenia Odry na omawiany obszar poprzedziła akumulacja osadów zastoiskowych (iłów, ilów warwowych, mułków i piasków) znacznej miąższości (otw. 3, 7) oraz piasków i żwirów wodnolodowcowych (otw. 3, 13). Gliny zwałowe tego zlodowacenia występują płatami, prawdopodobnie zostały zniszczone u schyłku zlodowacenia Odry przez wody roztopowe. Tylko w rejonie

Bystrych gliny osiągają znaczną miąższość, co potwierdzają wyniki badań geoelektrycznych (Jagodzińska, Kalitiuk, 2004). Niewykluczone, że wystąpiły tam spiętrzenia glacitektoniczne. Z okresu recesji zlodowacenia Odry pochodzi seria utworów wodnolodowcowych (rejon Milejczyc, otw. 16).

Łądolód stadiału dolnego zlodowacenia Warty był ostatnim, który wkroczył na badany teren. W tym okresie ukształtowały się też główne rysy rzeźby terenu. Wkroczenie łądolodu zlodowacenia Warty poprzedziło osadzenie utworów zastoiskowych w obniżeniach i akumulacja piasków i żwirów wodnolodowcowych na przeważającej części obszaru (przekrój geologiczny A–B). Łądolód zlodowacenia Warty wkroczył na dość urozmaicony obszar prawdopodobnie dwoma obniżeniami: z północnego zachodu i północnego wschodu. Miąższość pokrywy lodowej była mała, o czym świadczy cienka warstwa glin, jaką łądolód pozostawił (przekrój geologiczny A–B). Prawdopodobnie podczas transgresji odnowiły się stare założenia uskoków o kierunkach NW–SE i SW–NE. Rejon na południowy wschód od Nowosiółek uległ wypiętrzeniu i zablokował na tym odcinku dalsze przesuwanie się łądolodu. Na zachód od Milejczyc łądolód nasunął się znacznie dalej w kierunku południowo-zachodnim. Najprawdopodobniej w południowo-wschodniej części obszaru arkusza przebiega granica maksymalnego zasięgu łądolodu zlodowacenia Warty. Wskazują na to rozległe i miększe piaski sandrowe, sypane od moren czołowych w rejonie Milejczyc–Nowosiółek–Daszy i kontynuujące się na obszarze sąsiedniego arkusza Stacja Nurzec (Janicki, 2001a). Zasięg ten zgodny jest również z najnowszymi danymi o zasięgach zlodowacenia Warty na Białorusi (Karabanov i in., 2004).

W rejonie Sasin, prawdopodobnie w czasie transgresji łądolodu utworzyły się moreny spiętrzone. Podczas recesji łądolód utworzył ciąg morenowy o wyraźnym zasięgu lobowym, przebiegający od Wygonowa przez Choroszczewo–Pokaniewo–Sobiatyn–Białki–Gruzkę do Żuków.

Później nastąpiła deglacjacja arealna. Lód pękał, rozpadał się, wytapiały się bryły martwego lodu. W szczelinach utworzyły się formy akumulacji szczelinowej. Na obrzeżach dużych brył martwego lodu usypane zostały moreny martwego lodu. Nastąpiło to w miejscach, gdzie wody z topniejącego lodu miały ograniczoną siłę transportowania i materiał był składany w najbliższym sąsiedztwie. Utworzyły się kemy, tarasy kemowe oraz równiny wodnolodowcowe. W miejscach, gdzie ilość wód była duża i odpływ był swobodny, utworzyły się doliny wód roztopowych. Szeroka dolina wód roztopowych, wypełniona piaskami i żwirami, występuje od Sobiatyna do Milejczyc. Miejscami odpływ wód od łądolodu był utrudniony (rejon Śnieżek). Główny odpływ odbywał się na południowy wschód i południe. W późnym okresie deglacjacji, w wyniku wytopienia brył martwego lodu, utworzyły się zagłębienia wytopiskowe.

W północnej części obszaru, na małej powierzchni, występują piaski i żwiry wodnolodowcowe związane ze stadiem środkowym zlodowacenia Warty. Granica zasięgu tego stadiału jest kontynuacją z obszaru sąsiedniego arkusza Bielsk Podlaski.

Współczesna sieć dolinna zaczęła się kształtować pod koniec recesji zlodowacenia Warty.

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Tabela 2

Stratygrafia				Utworki (opis litologiczny)	Procesy geologiczne	
System	Oddział	Piętro	Podpiętro			
C z w a r t o c e n	P l e j s t o c e n	Z l o d o w a c e n i a ś r o d k o w o p o l s k i e	Z l o d o w a c e n i e W a r t y	Torfy — $t Q_h$ Namuly torfiaste i piaszczyste — $nr^f Q_h$ Namuly zagłębień bezodpływowych — $li_n Q_h$ Piaski, piaski humusowe i namuly den dolinnych oraz zagłębień okresowo przepływowych — $pf^f Q_h$ Piaski, mułki, żwiry i ily (mady) rzeczne tarasów zalewowych 1,0–2,0 m n.p. rzeki — $pm^f Q_h^0$	Akumulacja organiczna (bagienna) Akumulacja mineralno-organiczna w podmokłych obniżeniach oraz dnach dolin rzek Wypełnianie obniżeni osadami mineralno-organicznymi Akumulacja mineralna i organiczna rzeczna i w zagłębieniach Akumulacja rzeczna (korytowa i powodziowa), lokalnie organiczna, tworzenie się tarasów zalewowych Nurca i Leśnej	
				Piaski eoliczne — $p^c Q$ Piaski eoliczne w wydmach — $p^c Q^{(w)}$ Piaski, żwiry, mułki i gliny deluwialne — $pzm^d Q$ Mułki i piaski deluwialno-jeziorne — $d-li_{mp} Q$ Piaski pyłowate ze żwirami zwietrzelinowe (eluwialne) — $pp^z Q$ Piaski, mułki i piaski ze żwirami rzeczno-jeziorne — $f-li_{pmz} Q$	Akumulacja eoliczna, tworzenie się wydm Rozmywanie materiału na stokach i akumulacja u ich podnóży oraz w obniżeniach Spłukiwanie rozmytych osadów do obniżeni. Akumulacja mineralno-organiczna w zbiornikach jeziornych Wietrzenie i rozmywanie osadów oraz akumulacja na płaskich kulminacjach wzniesieni w warunkach klimatu peryglacjalnego Erozja i akumulacja rzeczno-jeziorna w obniżeniach i większych zbiornikach wodnych	
				Zlodowacenia północnopoliskie Zlodowacenie Wisły	Piaski, mułki i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych 2,0–4,0 m n.p. rzeki — $pmz^f Q_{p^4}^{B(0)}$	Akumulacja rzeczna (korytowa i powodziowa), miejscami organiczna, tworzenie się tarasów nadzalewowych Nurca i Leśnej. Erozja na wierzchołwach
				Interglacjał eemski	Mułki jeziorne i torfy — $li_{mt} Q_{p^{3-4}}$	Akumulacja jeziorna i akumulacja osadów organicznych
				Stadiał środkowy	Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pz} Q_{p^3}^{W2}$	Akumulacja wodnolodowcowa
				S t a d i a ł d o l n y	Piaski, mułki i ily wytopiskowe — $pmi^b Q_{p^3}^{W1}$	Akumulacja w sąsiedztwie brył i płatów martwego lodu lub w nieckach wytopiskowych
					Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) — $fg_{pz2} Q_{p^3}^{W1}$	Akumulacja wodnolodowcowa
					Piaski, żwiry i i mułki tarasów kemowych — $(tk)_{pzm} Q_{p^3}^{W1}$	Akumulacja przez wody lodowcowe
					Piaski, żwiry i mułki kemów — $(k)_{pzm} Q_{p^3}^{W1}$	Akumulacja wodnolodowcowa w przetainach w warunkach deglacjacji arealnej
					Piaski, żwiry i gliny zwałowe z gładziami akumulacji szczelinowej — $(gs)_{pz} Q_{p^3}^{W1}$	Akumulacja w poszerzających się szczelinach śródlodowych
Piaski, żwiry i gliny zwałowe z gładziami moren martwego lodu — $(gm)_{pz} Q_{p^3}^{W1}$	Akumulacja pomiędzy bryłami martwego lodu					
Piaski, żwiry i gliny zwałowe z gładziami moren czołowych — $(gc)_{pz} Q_{p^3}^{W1}$	Bezpośrednia akumulacja lodowcowa, częściowo w strefie marginalnej					
Piaski, żwiry, mułki i gliny zwałowe z gładziami moren spiętrzonych — $(gw)_{pzm} Q_{p^3}^{W1}$	Akumulacja w strefie lodu oscylującego (recesyjno-transgresywnego). Procesy glacitektoniczne					
Piaski i żwiry z gładziami lodowcowe — $g_{pzgl} Q_{p^3}^{W1}$ Gliny zwałowe — $g_{gzw} Q_{p^3}^{W1}$	Nasunięcie się lądolodu; procesy glacitektoniczne. Akumulacja lodowcowa					
Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) — $fg_{pz1} Q_{p^3}^{W1}$ Piaski, mułki i ily zastoiskowe — $pmb Q_{p^3}^{W1}$	Akumulacja przez wody lodowcowe Akumulacja zastoiskowa przed czołem nasuwającego się lądolodu					

C	z	w	a	r	t	o	r	c	e	n	ę	d	Zlodowacenia środkowopolskie	Zlodowacenie Odry	Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) — $fg_{p22} Q_{p3}^O$ Gliny zwałowe — $ig_{gzw} Q_{p3}^O$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) — $fg_{p21} Q_{p3}^O$ Iły, mułki i piaski zastoiskowe — $b_{imp} Q_{p3}^O$	Erozja i akumulacja przez wody lodowcowe Akumulacja lodowcowa Egzaracja lodowcowa Akumulacja wodnolodowcowa Akumulacja zastoiskowa przed czołem nasuwającego się lądolodu	
													Interglacjał wielki	Interglacjał mazowiecki		Erozja	
													Zlodowacenia północnopolskie	Zlodowacenie Sanu 2	Stadiał górny	Gliny zwałowe, miejscami piaski i żwiry wodnolodowcowe — $ig_{gzw} Q_{p2}^{G3}$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{p2} Q_{p2}^{G3}$ Iły, mułki i piaski zastoiskowe — $b_{im} Q_{p2}^{G3}$	Akumulacja lodowcowa, miejscami wodnolodowcowa Egzaracja lodowcowa Akumulacja przez wody lodowcowe Akumulacja zastoiskowa przed czołem nasuwającego się lądolodu
															Stadiał dolny	Gliny zwałowe — $ig_{gzw} Q_{p2}^{G1}$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{p2} Q_{p2}^{G1}$ Piaski i mułki zastoiskowe — $b_{pm} Q_{p2}^{G1}$	Akumulacja lodowcowa Egzaracja lodowcowa Akumulacja przez wody lodowcowe Akumulacja zastoiskowa w obniżeniach
														Interglacjał ferdynandowski		Piaski i żwiry, z wkładkami ilów, rzeczne — $f_{p2} Q_{p2}^F$	Erozja i akumulacja rzeczna (rejon Nurca)
													Zlodowacenia południowopolskie	Zlodowacenie Sanu 1		Gliny zwałowe — $ig_{gzw} Q_{p2}^S$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{p2} Q_{p2}^S$ Piaski, mułki i ropy zastoiskowe, miejscami jeziorne — $b_{pmi} Q_{p2}^S$	Akumulacja lodowcowa Egzaracja lodowcowa w północnej części obszaru Erozja i akumulacja wodnolodowcowa Akumulacja zastoiskowa przed czołem lądolodu
															Zlodowacenie Nidy	Gliny zwałowe — $ig_{gzw} Q_{p2}^N$ Piaski i piaski ze żwirami wodnolodowcowe — $fg_{p2} Q_{p2}^N$ Piaski, mułki i ropy zastoiskowe, miejscami jeziorne — $b_{pmi} Q_{p2}^S$	Akumulacja lodowcowa Egzaracja lodowcowa Akumulacja przez wody lodowcowe Akumulacja zastoiskowa przed czołem nasuwającego się lądolodu
														Interglacjał augustowski		Piaski i mułki, z wkładkami ilów i torfów, rzeczno-jeziorne — $f_{pm}^{f-li} Q_{p1-2}$	Erozja i akumulacja rzeczna i jeziorna w północnej części obszaru
													Zlodowacenia najstarsze	Zlodowacenie Narwi		Gliny zwałowe — $ig_{gzw} Q_{p1}^A$ Piaski i piaski ze żwirami wodnolodowcowe — $fg_{p2} Q_{p1}^A$	Akumulacja lodowcowa w obniżeniach Egzaracja lodowcowa, powstanie w rejonie Bociek rozległego obniżenia Akumulacja przez wody lodowcowe w obniżeniach
														Plejstocen dolny		Piaski rzeczne — $f_p Q_{p0}$	Intensywna erozja i akumulacja rzeczna
													Neogen	Miocen		Piaski kwarcowe, ropy, piaski i mułki, z wkładkami węgla brunatnego — $p_Q M$	Akumulacja w zbiorniku śródlądowym
													Paleogen	Eocen+ oligocen		Piaski kwarcowe i glaukonitowe, mułki oraz ropy, z wkładkami węgla brunatnego — $p_Q E + OI$	Akumulacja morska lub lagunowa oraz lądowa

W interglacjał eemskim na terenie arkusza występowały liczne zagłębienia i panował krajobraz pojezierny. W okresie tym miała miejsce sedymentacja utworów organicznych.

Obszar badań w okresie zlodowacenia Wisły należał do strefy ekstraglacialnej. Na wyniesieniach zachodziło intensywne wietrzenie w klimacie peryglacialnym, o czym świadczą pokrywy pyłowe i poziomy wymarzania otoczków. W obniżeniach zachodziła sedimentacja. Drobne zagłębienia ulegały zasypywaniu. W dolinach rzecznych Nurczyka, Nurca i w dolnym biegu Leśnej, zapewne na skutek wysoko położonej bazy erozyjnej, dochodziło prawdopodobnie do blokowania odpływu wód. Tym samym istniały odpowiednie warunki do sedimentacji serii osadów rzeczno-jeziornych, rozlewiskowych — mineralno-organicznych i organicznych. W obniżeniach w rejonie Bociek i Mołoczek–Żuków–Moskiewiec w podłożu dodatkowo mogła występować ciągła zmarzlina i przez większą część okresu zlodowacenia Wisły mogły się tam tworzyć osady znacznej miąższości (do 10,0 m). Miejscami wytopienie się lodu gruntowego mogło doprowadzić do powstania zagłębień bezodpływowych i utworzenia się zbiorników jeziorno-torfowiskowych. Wnioskowanie takie potwierdza morfologia obniżeń, gdzie dominują płaskie równiny rzeczno-jeziorne akumulacyjne przy jednoczesnym ubóstwie form erozyjnych oraz występowanie utworów interglacjału eemskiego w dnach obniżeń (tabl. I). Miejscami, w dolnych odcinkach rzek, utworzyły się tarasy nadzalewowe. W rejonach piaszczystych przewiewane były piaski, z których powstały wydmy i pokrywy piasków przewianych, proces ten zapewne nasilił się u schyłku zlodowacenia Wisły.

W holocenie kontynuuje się wypełnianie drobnych zagłębień i dolinek osadami mineralnymi i mineralno-biogenicznymi. W dolinach większych rzek — Leśnej i Nurca, trwa formowanie się tarasów zalewowych. Następuje wypełnienie mis jeziornych osadami biogenicznymi i powstanie rozległych równin torfowych. Zachodzi akumulacja rzeczna i zaznacza się erozja (wcinanie dolin).

W czasach współczesnych miejscowa eksploatacja kopalin naturalnych spowodowała lokalne zmiany w ukształtowaniu terenu.

IV. PODSUMOWANIE

W wyniku prac geologicznych, prowadzonych w latach 2003–2006 r. opracowano powierzchniowy obraz budowy geologicznej obszaru arkusza Boćki w skali 1:25 000. Na mapie geologicznej uszczegółowiono przebieg granic litologicznych poszczególnych wydzieleni powierzchniowych.

Rzeźba terenu badań jest dość urozmaicona, związana z postojem i recesją lądolodu zlodowacenia Warty. Głównym elementem rzeźby jest wysoczyzna morenowa falista i płaska. Wysoczyznę nadbudują pagórki i wzgórza moren czołowych, moren martwego lodu, pagórki kemów i formy akumulacji szczelinowej. Duże powierzchnie zajmują obniżenia terenu — niecki wytopiskowe, w znacznej części przekształcone w późniejszym okresie w równiny rzeczno-jeziorne. Dość powszechne są również równiny sandrowe. Rzadziej występują formy eoliczne.

Budowa geologiczna i rzeźba terenu pozwalają wnioskować, że procesy deglacjacji na badanym obszarze odbywały się zarówno w warunkach lodu aktywnego, jak i stagnującego.

W profilu osadów czwartorzędowych wydzielono sześć serii glacialnych, należących do trzech zlodowaceń: najstarszych (zlodowacenia Narwi), południowopolskich (zlodowaceń Nidy, Sanu 1 i Sanu 2) i środkowopolskich (zlodowaceń Odry i Warty) oraz trzy serie interglacjałów: augustowskiego, ferdynandowskiego i eemskiego.

W wyniku badań specjalistycznych uszczegółowiono wiek osadów neogenu (Gedl, 2005), udokumentowano palinologicznie trzy stanowiska osadów interglacjału eemskiego (Kupryjanowicz, 2005, Bińka, 2006) i jedno związane prawdopodobnie z interglacjałem augustowskim oraz wydzielono osady plejstocenu dolnego (Granoszewski, 2006).

Oznaczono metodą radiowęglową wiek osadów organicznych z dwóch stanowisk. Analiza wykazała, że osady te pochodzą z okresu zlodowaceń północnopolskich (Pazdur, 2005).

Rozpoznano głębokość występowania powierzchni podczwartorzędowej wzdłuż linii przekroju geologicznego A–B.

Dalszych badań wymaga budowa geologiczna i stratygrafia strefy glacialnej, południowo-wschodniej części terenu badań i terenów przyległych, gdzie brak głębszych otworów wiertniczych. Wyniki badań pozwoliłyby na wyjaśnienie rangi ciągu morenowego Milejczyce–Nowosiółki–Dasze, który, zdaniem autora, stanowi strefę maksymalnego zasięgu zlodowacenia Warty. Wskazują na to prace Gilewskiej (1991) i najnowsze publikacje naukowców z Białorusi (Karabanov, i in., 2004).

Opracowano
w Przedsiębiorstwie Geologicznym SA
w Krakowie

Zakład Kartografii Geologicznej
Państwowego Instytutu Geologicznego
w Warszawie

Kraków, 2007 r.

LITERATURA

- Albrycht A., Bińka K., Brzezina R., Dyjor K., Nitychoruk J., Pawłowska I., 1997 — Uwagi o nowych stanowiskach interglacialnych na tle stratygrafii czwartorzędu południowego Podlasia. *Prz. Geol.*, **45**, 6: 629–633.
- Albrycht A., Brzezina R., Terpiłowski S., 2000 — Zasięgi lądolodu warciańskiego w górnej części dorzecza Tocznej (Wysoczyzna Siedlecka). 7 Konf.: Stratygrafia plejstocenu Polski. Łączy.
- Ber A., 2002 — Wpływ podłoża w kształtowaniu ruchu lądolodów plejstoceniowych na przykładzie NE Polski. *Posiedz. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **58**, s. 17–20.
- Bińka K., 2006 — Analiza palinologiczna profilu Milejczyce–Boćki. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.

- Boratyn J., Kozioł T., Preidl M., 2007 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Witowo (460) wraz z objaśnieniami. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Brud S., Kmiecik M., 2006a — Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Bielsk Podlaski (419). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Brud S., Kmiecik M., 2006b — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Bielsk Podlaski (419). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Czwartek B., Elias M., Kmiecik K., Krzemińska B., 2004 — Badania uziarnienia, zawartości węgla wapienia, dla potrzeb wykonania Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Boćki. Lab. Przeds. Geol. SA, Kraków.
- Doktor S., Graniczny M., 1995a — Mapa pionowych granic gęstości wyznaczonych z pola ΔG w skali 1:200 000, ark. Biała Podlaska. SEGI PBG. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Doktor S., Graniczny M., 1995b — Mapa fotolineamentów w skali 1:200 000, ark. Biała Podlaska. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Doktor S., Graniczny M., 1995c — Mapa liniowych elementów strukturalnych na podstawie analizy teledetekcyjno-geofizycznej w skali 1:200 000, ark. Biała Podlaska. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Galon R., 1972 — Główne etapy tworzenia się rzeźby Niżu Polskiego. W: Geomorfologia Polski. Niż Polski. 2. 35–109. PWN, Warszawa.
- Gedl P., 2005 — Ekspertyza dinocystowa i palinofacjalna osadów z ark. Boćki (458), Jedlińsk (671) i Mońki (261) Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000. Inst. Nauk Geol. PAN, Kraków.
- Gilewska S., 1991 — Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze. Rzeźba. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Grabowska I., 1972 — Wyniki analizy paleontologicznej osadów z wiercenia Szeszyły, ark. Boćki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Granoszewski W., 2003 — Late Pleistocene vegetation history and climatic changes at Horoszki Duże, eastern Poland: a palaeobotanical study. *Acta Palaeobot. Suppl.*, 4: 3–95.
- Granoszewski W., 2006 — Wyniki ekspertyzy palinologicznej osadów z profilu otworu kartograficznego Pasięka K3 (ark. Boćki Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000). Oddz. Karp. Państw. Inst. Geol., Kraków.
- Gronkowska-Krystek B., 2005 — Wyniki badań petrograficznych glin lodowcowych pochodzących z wierceń badawczych wykonanych dla potrzeb Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark.: Jedlińsk (671), Mońki (261), Boćki (458), Czeremcha (459), Witowo (460).
- Hercman H., 2005 — Wyniki analizy metodą uranowo-torową osadów jeziornych (metoda izochron). Próbkę Boćki Pasięka. Inst. Nauk Geol. PAN, Warszawa.
- Jagodzińska B., Kalituk R., 2004 — Dokumentacja badań geoelektrycznych. Temat: Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Boćki (458). „Geoserwis”, Warszawa.

- Janczyk-Kopikowa Z., 1972 — Orzeczenie dotyczące próbek z miejscowości Wygoda i Szeszyły. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Janiccki T., 2001a — Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Stacja Nurzec (496) i Klukowicze (497). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Janiccki T., 2001b — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Stacja Nurzec (496) i Klukowicze (497). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Karabanov A.K., Matvejev A.V., Pavlovskaya I.E., 2004 — The main glacial limits in Belarus. Quaternary Glaciations-Extent and Chronology. 1. Europe. Elsevier.
- Kenig K., 1998 — Petrograficzne podstawy stratygrafii glin morenowych Polski północno-wschodniej. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 380: 1–99.
- Kmiecick M., 2007 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Czeremcha (459; wraz z Objąszeniami). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Kondracki J., 1972 — Polska północno-wschodnia. PWN, Warszawa.
- Kondracki J., 2002 — Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kupryjanowicz M., 2005 — Wyniki ekspertyzy palinologicznej osadów z profili Choroszczewo, Boćki 1 i Boćki 2 (ark. Boćki Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000). Inst. Biol., Uniw. w Białymstoku, Białystok.
- Krutous E.A., 1998 — Etapy formowania holocenijskich osadów na terenie Puszczy Białowieskiej. Mat. Konf.: Polsko-białoruskie seminarium „Paleogeografia górnego plejstocenu i holocenu wschodniej Polski i Białorusi”. 20. 5–7 października 1998. Kraków.
- Lindner L., Astapova S.D., 2000 — The age and geological setting of Pleistocene glacial beds around the border between Poland and Belarus. *Geol. Quart.*, 44, 2: 187–197.
- Lisicki S., 1998 — Interpretacja wyników analizy petrograficznej frakcji żwirowej glin zwałowych, w nawiązaniu do ich genezy. *Prz. Geol.*, 46, 5.
- Liszkowski J., 1975 — Wpływ obciążenia łądolodem na plejstocenijską i współczesną dynamikę litosfery na obszarze Polski. W: Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce. 1. Wyd. Geol., Warszawa: 255–278.
- Marks L., 2000 — Zasięgi łądolodu zlodowacenia Warty na Podlasiu. Mat. Konf.: Osady, struktury deformacyjne i formy warciańskiej strefy glacijomarginalnej na Nizinie Podlaskiej. Warsztaty terenowe: 44–46. Lublin–Mielnik.
- Marszałek S., Szymański J., Dyjor K., 2000a — Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Dziadkowice (457). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Marszałek S., Szymański J., Dyjor K., 2000b — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Dziadkowice (457). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Mojski J.E., 1972 — Nizina Podlaska. Geomorfologia Polski. 2. Niż Polski. PWN, Warszawa.
- Mojski J.E., 2005 — Ziemie Polskie w czwartorzędzie. Zarys morfogenezy. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Nowak J., 1969 — Rzeźba podłoża i stratygrafia osadów czwartorzędu Wysoczyzny Siedleckiej i obszarów sąsiednich. *Kwart. Geol.*, 13, 2: 424–441.

- Nowak J., 1973a — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Biała Podlaska, wyd. A. Wyd. Geol., Warszawa.
- Nowak J., 1973b — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Biała Podlaska, wyd. B. Wyd. Geol., Warszawa.
- Nowak J., 1974 — Objąsnienia do Mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Biała Podlaska. Wyd. Geol., Warszawa.
- Pazdur A., 2005 — Sprawozdanie 10/2005 z wykonania oznaczeń wieku metodą ^{14}C . Inst. Fiz. Polit. Śl., Gliwice.
- Pozaryski W., 1974 — Obszar wyniesiony platformy wschodnioeuropejskiej, część środkowa. W: Budowa geologiczna Polski. Tektonika. 1. Niż Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- Rózycki S. Z., 1972 — Plejstocen Polski środkowej na tle przeszłości w górnym trzeciorzędzie. PWN, Warszawa.
- Szydłak T., 2005 — Badania minerałów ciężkich oraz morfoscopia i obtoczenie ziarn kwarcu. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Boćki. AGH, Kraków.
- Zernitskaya V. P., 1996 — Paleogeografia białoruskiego Polesia w późnym glacie i holocenie. *Czas. Geogr.*, **68**, 1–2: 137–149.
- Zaborski B., 1927 — Studia nad morfologią dyluwium Podlasia i terenów sąsiednich. *Prz. Geogr.*, **7**, 1–2: 1–47.
- Żelichowski A. M., 1972 — Rozwój budowy geologicznej obszaru między Górami Świętokrzyskimi a Bugiem. *Biul. Inst. Geol.*, 263: 1–97.

Obja nienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Bo ki (458)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



Formy lodowcowe

Wysoczyzna morenowa płaska

Wysoczyzna morenowa falista

Moreny czołowe:

a. akumulacyjne

b. spi trzone

Zagł bienia ko cowe (wytopiskowe)

Formy utworzone w strefie martwego lodu

Moreny martwego lodu

Formy wodnolodowcowe

Równiny sandrowe i wodnolodowcowe w ogólnie ci

Formy akumulacji szczelinowej

Kemy

Tarasy kemowe

Doliny wód roztopowych

Zagł bienia powstałe po martwym lodzie

Formy eoliczne

Wydmy

Równiny piasków przewianych

Formy rzeczne

Dna dolin rzecznych

Tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych:
I — zalewowe 1,0–2,0 m n.p. rzeki,
II — nadzalewowe 2,0–4,0 m n.p. rzeki

Formy denudacyjne

Osta ce

Drobne zagł bienia o ró nej genezie

Formy jeziorne

Równiny jeziorne i rzeczno-jeziorne

Formy utworzone przez roślinność

Równiny torfowe

Formy antropogeniczne

Piaskownie- wirownie (P),
piaskownie (P), gliniarki (G)

Dna stawów

Grodziska

Opracował: J. BORATYN



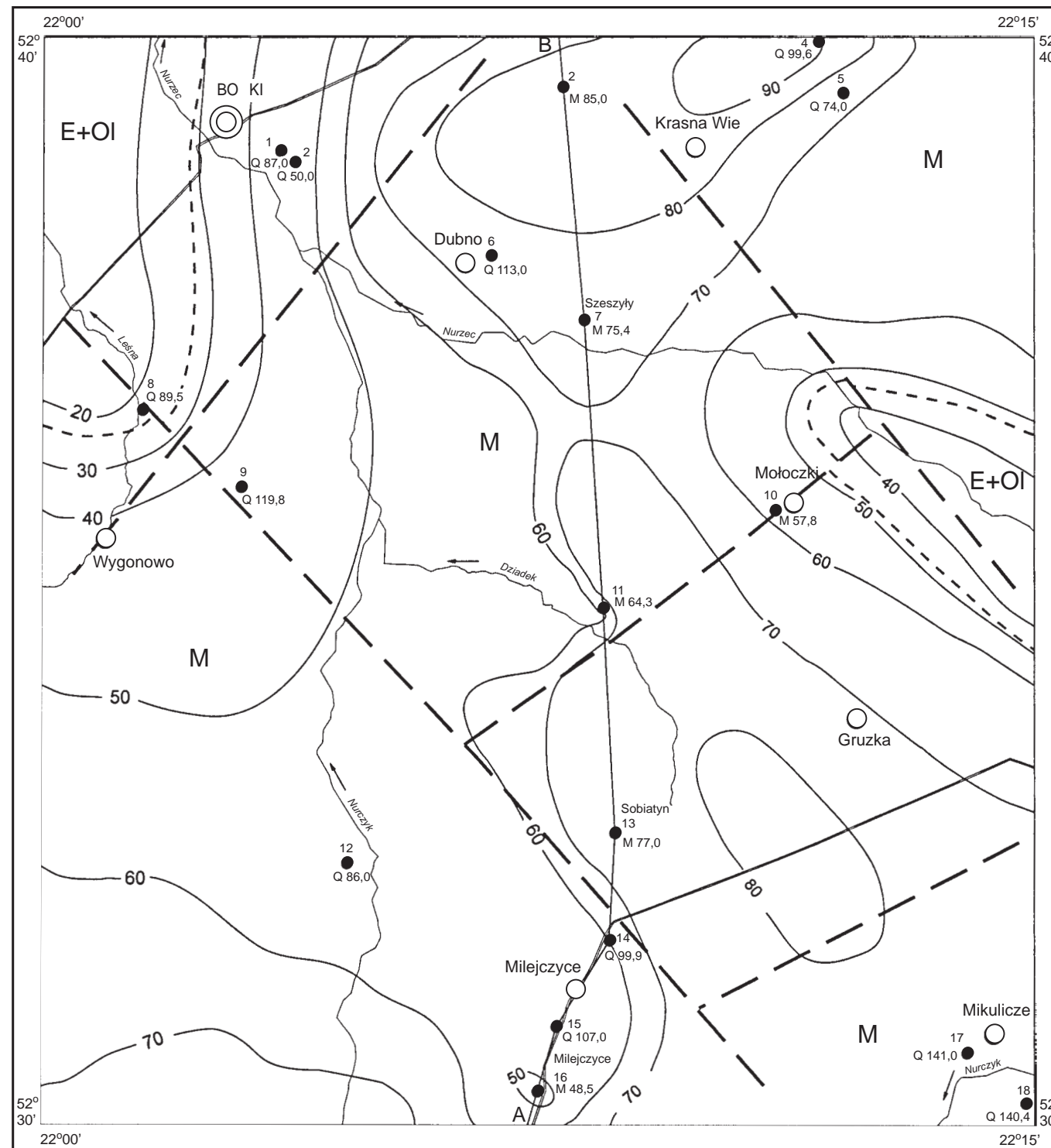
Obja nienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Bo ki (458)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000

- | | | | |
|----------|-----------------|------|--|
| NEOGEN | MIOCEN | M | Piaski kwarcowe, iły, piaski i mułki, z wkładkami w gła brunatnego |
| PALEOGEN | EOCEN+ OLIGOCEN | E+OI | Piaski kwarcowe i glaukonitowe, mułki oraz iły, z wkładkami w gła brunatnego |
- Granice geologiczne
 - Uskoki przypuszczalne
 - Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek: M — miocen, liczba — wysoko stopu utworów starszych od czwartorz du lub rz dn zako czenia otworu w osadach czwartorz dowych, w m n.p.m.)
 - Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej

Opracował: J. BORATYN



Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Boćki (458)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



Formy lodowcowe

- Wysoczyzna morenowa płaska
- Wysoczyzna morenowa falista
- Moreny czołowe:
 - a. akumulacyjne
 - b. spiętrzone
- Zagłębienia końcowe (wytopiskowe)

Formy utworzone w strefie martwego lodu

- Moreny martwego lodu

Formy wodnolodowcowe

- Równiny sandrowe i wodnolodowcowe w ogólności
- Formy akumulacji szczelinowej
- Kemy
- Tarasy kemowe
- Doliny wód roztopowych
- Zagłębienia powstałe po martwym lodzie

Formy eoliczne

- Wydmy
- Równiny piasków przewianych

Formy rzeczne

- Dna dolin rzecznych
- Tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych:
 - I — zalewowe 1,0–2,0 m n.p. rzeki,
 - II — nadzalewowe 2,0–4,0 m n.p. rzeki

Formy denudacyjne

- Ostańce
- Drobne zagłębienia o różnej genezie

Formy jeziorne

- Równiny jeziorne i rzeczno-jeziorne

Formy utworzone przez roślinność

- Równiny torfowe

Formy antropogeniczne






- Piaskownie-żwirownie (PŻ), piaskownie (P), gliniarki (G)
- Dna stawów
- Grodziska

Opracował: J. BORATYN

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Boćki (458)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000

- | | | | |
|----------|-----------------|------|--|
| NEOGEN | MIOCEN | M | Piaski kwarcowe, iły, piaski i mułki, z wkładkami węgla brunatnego |
| PALEOGEN | EOCEN+ OLIGOCEN | E+OI | Piaski kwarcowe i glaukonitowe, mułki oraz iły, z wkładkami węgla brunatnego |
-  Granice geologiczne
 Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w m n.p.m.
 Uskoki przypuszczalne
 Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek: M — miocen, liczba — wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędu lub rzędną zakończenia otworu w osadach czwartorzędowych, w m n.p.m.)
 Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej

Opracował: J. BORATYN

