



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

STANISŁAW LISICKI, DOROTA NIZICKA

Główny koordynator Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski — W. MORAWSKI

Koordynator regionu Polski północno-wschodniej i wschodniej — S. LISICKI

OBJAŚNIENIA

DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ

POLSKI

1 : 50 000

Arkusz Lipica (37) i arkusz Sępapol (65)

(z 2 tab. i 4 tabl.)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA



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

WARSZAWA 2014

Autorzy: Stanisław LISICKI, Dorota NIZICKA

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

Redakcja merytoryczna: Zofia KLIMCZAK

Akceptował do udostępniania
Dyrektor ds. państwowej służby geologicznej
mgr inż. A. PRZYBYCIN

ISBN 978-83-7863-358-7

© Copyright by Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2014

Przygotowanie wersji cyfrowej: Jadwiga GAC-JACHOWICZ, Sebastian GURAJ

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu	8
III. Budowa geologiczna.	11
A. Stratygrafia	11
1. Paleogen	12
a. Paleocen	12
b. Eocen	12
c. Oligocen	13
2. Neogen	13
a. Miocen	13
3. Czwartorzęd	14
a. Plejstocen	14
Zlodowacenia najstarsze	14
Zlodowacenie Narwi	14
Stadiał dolny	15
Stadiał górny	16
Zlodowacenia południowopolskie	16
Zlodowacenie Nidy	16
Stadiał dolny	17
Zlodowacenie Sanu 2	17
Stadiał dolny	17
Stadiał górny	18
Interglacjał wielki	18
Interglacjał mazowiecki	19
Zlodowacenie Liwca	19

Zlodowacenia środkowopolskie	20
Zlodowacenie Odry	20
Stadiał dolny	20
Stadiał górny	21
Zlodowacenie Warty	21
Stadiał dolny	22
Interstadiał	22
Stadiał środkowy	22
Interglacjał eemski	24
Zlodowacenia północnopolskie	24
Zlodowacenie Wisły	24
Stadiał środkowy	24
Stadiał górny	26
b. Czwartorzęd nierozdzielony	28
c. Holocen	28
B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu	29
C. Rozwój budowy geologicznej	30
IV. Podsumowanie	34
Literatura	35

SPIS TABLIC

Tablica I — Szkic geomorfologiczny w skali 1:100 000

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

Tablica III — Przekrój geologiczny C–D

Tablica IV — Zestawienie profili otworów badawczych dla SMGP (kartograficznych) z korelacją stratygraficzną

I. WSTĘP

Granice arkusza Lipica określone są współrzędnymi geograficznymi $21^{\circ}00'$ – $21^{\circ}15'$ długości geograficznej wschodniej i $54^{\circ}20'$ – $54^{\circ}30'$ szerokości geograficznej północnej, natomiast granice arkusza Sępapol wyznaczają współrzędne $21^{\circ}00'$ – $21^{\circ}15'$ długości geograficznej wschodniej i $54^{\circ}20'$ – $54^{\circ}10'$ szerokości geograficznej północnej. Obszar objęty arkuszem Lipica ma powierzchnię około 19 km^2 , arkusza Sępapol – około 302 km^2 . Omawiany teren wchodzi w skład prowincji Nizy Wschodniobałtycko-Białoruskiego, prowincji Pojezierze Wschodniobałtyckie z makroregionem Nizina Staropruska i mezoregionem Nizina Sępopolska (Kondracki, 2009). Pod względem administracyjnym należy on do województwa warmińsko-mazurskiego oraz powiatów kętrzyńskiego (z gminą Korsze i Barciany) oraz bartoszyckiego (z gminami Bartoszyce, Sępapol i Bisztynek). Jedynymi ośrodkami miejskimi są Sępapol (około 2 tys. mieszkańców) oraz Korsze (około 5 tys. mieszkańców), będące również ośrodkiem przemysłowym.

Arkusze zostały opracowane w Zakładzie Kartografii Geologicznej Struktur Płytkich Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego na podstawie projektu badań geologicznych (DGkok/4790-5-955/06/ED) zatwierdzonego decyzją z dnia 31.01.2006 r. Przy opracowywaniu arkuszy wzięto pod uwagę wyniki prac wykonanych w ramach realizacji arkusza Reszel (Lisicki i in., 2006).

W celu opracowania arkuszy Lipica i Sępapol wykorzystano profile 101 otworów wiertniczych, w tym 93 otworów hydrogeologicznych, czterech kartograficznych i czterech badawczych. Zestawiono dokumentacje, sprawozdania i orzeczenia dotyczące 36 badań inżynierskich podłoża gruntów, czterech złóż surowców mineralnych, trzech złóż surowców ilastych oraz dwóch złóż kruszywa naturalnego, a także dwie dokumentacje geofizyczne. Na terenie całego arkusza były przeprowadzone poszukiwania i badania torfowisk. Dokumentacje tych prac znajdują się w Instytucie Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach pod Warszawą.

Terenowe prace kartograficzne zostały wykonane w latach 2006–2009. Wykonano i opisano 1536 punktów dokumentacyjnych, w tym 1464 sondowania ręczne o głębokości od 2 do 3 m i 66 sondowań

mechanicznych o głębokości od 4 do 20 m. Oczyszczono i opisano ściany sześciu odsłoneń. Daje to średnio około 4,8 punktu na km². Wybrane punkty dokumentacyjne przedstawiono w tabeli 1.

Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych (sond mechanicznych)

Tabela 1

Numer punktu		Lokalizacja (miejscowość)	Rzędna (m n.p.m.)	Głębokość (m)	Uwagi
na mapie geologicznej	w notatniku terenowym				
1	13/6	Sępolski Dwór	51,0	20,0	Wysoczyzna morenowa: gliny zwałowe*; żwiry i piaski; gliny zwałowe
2	10/8	Stopki	46,0	17,5	Wysoczyzna morenowa: gliny deluwialne; mułki; gliny zwałowe; piaski; gliny zwałowe
3	7/8	Gierkiny	46,0	17,5	Równina jeziorna: mułki; piaski
4	19/8	Rutka	45,9	17,5	Wysoczyzna morenowa: gliny zwałowe; piaski; gliny zwałowe
5	1a/5	Długa	54,0	18,0	Wysoczyzna morenowa: gliny zwałowe; piaski; mułki
6	27/6	Długa	60,0	24,3	Osady sandrowe spod glin zwałowych (piaskownia): gliny zwałowe; piaski
7	15/6	Stopki	56,0	18,0	Wysoczyzna morenowa: gliny zwałowe; piaski; mułki
8	16/6	Stopki	47,5	12,0	Wysoczyzna morenowa: gliny zwałowe
9	12/8	Miedna	43,0	17,5	Równina jeziorna: piaski i gliny; gliny zwałowe; mułki
10	29/6	Lwowiec (las)	60,0	20,0	Forma szczelinowa: piaski, mułki i żwiry
11	18/8	Romankowo	42,0	17,5	Równina wodnomorenowa: piaski; mułki i piaski; gliny zwałowe
12	7/6	Buskajmy Małe	35,7	10,0	Równina wodnomorenowa: piaski i gliny; ily
13	9/8	Buskajmy Małe	36,0	15,5	Równina wodnomorenowa: piaski i gliny; piaski i mułki; gliny zwałowe
14	8/6	Buskajmy Małe	40,0	17,0	Równina wodnomorenowa: piaski i gliny; mułki; gliny zwałowe
15	26/6	Lwowiec	40,5	19,3	Wysoczyzna morenowa: piaski i gliny deluwialne; gliny zwałowe; piaski; gliny zwałowe
16	34/6	Marłuty	40,0		Pagórek kemowy: gliny, piaski i mułki
17	38/6	Kol. Solkieniki	42,0	6,0	Równina jeziorna: piaski humusowe; mułki
18	37/6	Kol. Solkieniki (Skandawa)	44,0	14,0	Pagórek kemowy: mułki, piaski i gliny; piaski i żwiry; gliny zwałowe
19	3/8	Kałwagi	40,0	17,5	Równina wodnomorenowa: piaski; mułki; gliny zwałowe
20	4/8	Prosna	41,0	17,5	Wysoczyzna morenowa: gliny zwałowe; mułki
21	6/6	Prosna	37,5	20,3	Równina wodnomorenowa: piaski; gliny zwałowe; piaski i żwiry; gliny zwałowe
22	6/8	Buskajmy Wielkie	38,0	17,5	Dolina rzeczna: gliny deluwialne; piaski i mułki; gliny zwałowe; piaski; gliny zwałowe
23	4/6	Kałwagi	53,5	18,0	Wysoczyzna morenowa: gliny zwałowe; piaski; gliny zwałowe
24	3/6	Studzieniec	53,0	16,0	Wysoczyzna morenowa: gliny zwałowe; gliny zwałowe
25	5A/8	Bykowo	36,0	16,0	Dolina rzeczna: piaski; gliny zwałowe
26	14/8	Karszewo	51,0	17,5	Wysoczyzna morenowa: gliny zwałowe; piaski i żwiry; gliny zwałowe
27	20/8	Drogosze		9,5	Pagórek kemowy: piaski; gliny sphyrowe; mułki
28	1/6	Dłużec Mały	65,0	5,1	Wysoczyzna morenowa: gliny zwałowe; piaski; mułki
29	2/6	Dłużec Wielki	58,0	20,0	Wysoczyzna morenowa: gliny zwałowe; piaski; gliny zwałowe; piaski i mułki
30	1/8	Dłużec Wielki	57,0	17,5	Wysoczyzna morenowa: gliny zwałowe; piaski
31	21/6	Sarkajmy	65,0	10,0	Równina wodnomorenowa: piaski; gliny zwałowe
32	17/8	Parys	44,0	15,5	Równina wodnomorenowa: piaski i żwiry; gliny zwałowe
33	15/8	Równina Dolna	54,0	16,0	Równina wodnomorenowa: piaski; gliny zwałowe; piaski i żwiry; gliny zwałowe
34	16/8	Warnikajmy	40,0	11,5	Równina jeziorna: piaski i gliny deluwialne; mułki i piaski

* kolejność występowania osadów od powierzchni terenu

W celu określenia przybliżonej głębokości zalegania osadów paleogeńskich i neogeńskich, rozpoziomowania osadów czwartorzędowych oraz uściślenia lokalizacji otworów kartograficznych wykonano 172 sondowania geoelektryczne elektrooporowe (SGE typu Schlumberger'a) o rozstawach $AB/2 = 500$ m wzdłuż dwóch krzyżujących się ciągów, pokrywających się z liniami przekrojów geologicznych A–B i C–D, o łącznej długości około 40 km (Pacanowski, 2008). W celu udokumentowania pełnego profilu osadów czwartorzędowych i określenia głębokości stropu utworów podczwartorzędowych wykonano w 2007 r. cztery otwory badawcze dla SMGP (kartograficzne): 55 – Studzieniec (K-1) (głębokość 127,0 m), 30 – Proсна (K-2) (głębokość 117,0 m), 11 – Łoskajmy (K-3) (głębokość 172,0 m) i 2 – Bardo (K-4) (głębokość 200,0 m), o łącznym metrażu 616,0 m. Z rdzeni wiertniczych, uzyskanych z otworów kartograficznych pobrano 343 próbki do badań charakterystyki litologicznej, genetycznej i stratygraficznej utworów czwartorzędowych, neogeńskich i paleogeńskich, z czego 228 próbek poddano badaniom litologiczno-petrograficznym (Marcinkowski, Wyszomierski, 2009). Wykonano analizy: uziarnienia, stopnia obtoczenia ziaren kwarcu, zawartości węglanów, składu frakcji ciężkiej, a dla glin zwałowych również składu petrograficznego (żwirów o średnicy 5–10 mm). Analizę palinologiczną 15 próbek osadów paleogeńskich i neogeńskich, pobranych z rdzeni wszystkich odwierconych otworów kartograficznych, wykonała Słodkowska (2009). Analizę palinologiczną 6 próbek osadów interglacialnych wykonała Winter (2008). Z odsłonięcia zlokalizowanego na północ od Sępola pobrano 3 próbki osadów piaszczystych do badań wieku metodą optoluminescencyjną (OSL) (Adamiec, 2009).

Najstarsze opracowania dotyczące tego terenu pochodzą z końca XIX i początku XX w. Prace prowadzone były przez geologów niemieckich i dotyczyły mapy geologiczno-glebowej w skali 1:25 000. Trzy arkusze tego opracowania: Sępól (Schippenbeil; Klebs, 1887), Drogosze (Dönhofstadt; Klebs, 1892) i Garbno (Lamgarben; Klebs, 1897) pokrywają ponad 2/3 powierzchni arkusza Sępola. Geolodzy niemieccy zwrócili uwagę na dużą miąższość osadów plejstoceńskich i dużą liczbę poziomów glacialnych na tym obszarze, m.in. w rejonie Kętrzyna (Klautzsch, 1901). Organiczno-mineralne osady, nawiercone w otworach studziennych na dużych głębokościach w rejonie Węgorzewa i Kętrzyna, zostały określone przez Krause'go i Gross'a (1941) jako utwory interglacjalnego eemskiego. Późniejsze badania pozwoliły zaliczyć te osady do interglacjalnego mazowieckiego (Słowański, 1975a; Sobolewska, 1975; Pochocka-Szwarc, Winter, 2001). Po stronie rosyjskiej odkryto stanowiska (Domnovo i Sosnovka) tego interglacjalnego z osadami wykształconymi w facji morskiej (Kondratiene, Gudelis, 1983). Znacznie wyżej występujące kopalne osady jeziorne (Harbot, 1913; Schröder, 1888) były zaliczane do tzw. interglacjalnego mazurskiego (Halicki, 1960; Hess von Wichdorf, 1916).

Najważniejszym opracowaniem geologiczno-kartograficznym omawianego obszaru jest Mapa Geologiczna Polski w skali 1:200 000, arkusz Kętrzyn, wydanie A i B (Słowański, 1974a, b) wraz z Objaśnieniami (Słowański, 1975a) oraz mapy podstawowe dla tych arkuszy (ark. Lipica i Sępól)

w skali 1:50 000 (Słowański, 1974c). Ponadto obszar arkuszy znajduje się w obrębie wcześniejszych opracowań kartograficznych Kondrackiego (1948) i Zwierza (1953).

Badaniami geologicznymi podłoża krystalicznego zajmował się głównie Ryka (1982), a morfologią tego podłoża Dąbrowski i Karaczun (1956). Zagadnienia tektoniki krystaliniku zostały zawarte w publikacji Kubickiego i innych (1972), a tektoniki pokrywy osadowej – w pracy Pożaryskiego (1974). Struktura i budowa podłoża krystalicznego została przedstawiona przez Kubickiego i Rykę (1982) oraz przez Karaczuna i innych (1975) na mapach wydanych w postaci atlasu obejmującego cały region północno-wschodniej Polski.

Regionalna synteza budowy geologicznej skał osadowych obszaru położonego na wschód od omawianych arkuszy zawarta jest w pracy Znoski (1993). Utwory kredowe Polski północno-wschodniej były przedmiotem zainteresowania Jaskowiak (1969), również wspólnie z Krassowską (1988) i Gawor-Biedową (1966). Utwory paleogenu i neogenu tej części Polski badane były przez Łyczewską (1958), Ciuka (1966a–c), Nowickiego (1969) i Grabowską (1971a, b, 1972). Nowy podział stratygraficzny neogenu został przedstawiony przez Piwockiego i Ziemińską-Tworzydło (1995).

O ogólnych problemach geologii czwartorzędu tej części Polski można się dowiedzieć z opracowań Halickiego (1935, 1950), Mojskiego (1969), Roszko (1968) a także Rühlego (1955, 1974). Bardziej szczegółowe badania geologii czwartorzędu Pojezierza Mazurskiego, a więc krainy graniczącej z omawianym obszarem, prowadził Słowański (1981). Autor ten opracował również profil otworu w Węgorzewie, w którym przewiercono osady interglacjału mazowieckiego (Słowański, 1975b). Zagadnienia plejstocenu Pojezierza Mrągowskiego przedstawił Lisicki (1996, 1997, 1998). W jego pracach została szczegółowo omówiona litostratygrafia glin lodowcowych, która w nawiązaniu do wyników badań palinologicznych umożliwiła stratygraficzny podział plejstocenu tego regionu.

Morfologią i geomorfologią omawianego terenu szczegółowo zajmował się Kondracki (1952, 1957, 1972a–c), również wspólnie z Pietkiewiczem (1967).

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Obszar objęty arkuszami Lipica i Sępapol położony jest w obrębie jednego regionu fizyczno-geograficznego – Niziny Sępopolskiej (Kondracki, 2009). Na obszarze arkusza Sępapol kulminacja terenu występuje na gliniastej wysoczyźnie morenowej w południowo-zachodnim krańcu arkusza i wynosi 67,7 m n.p.m., najniższy położony obszar ma wysokość 34,8 m n.p.m. Na obszarze arkusza Lipica, w jego północno-zachodnim krańcu, w miejscu, gdzie wody Łyny opuszczają teren Polski, znajduje się najniższy położony teren o wysokości 32,7 m n.p.m. Najwyższy punkt obszaru tego arkusza – 57,6 m n.p.m. – znajduje się w północno-wschodniej części, w okolicy Krestowa. Deniwelacja bezwzględna powierzchni obszaru badań wynosi około 35 m. Największe wysokości względne, dochodzące do 15 m, można

spotkać w krawędziach dwóch form akumulacji szczelinowej, znajdujących się w północnej części obszaru oraz w krawędziach dolin Łyny i Gubra, gdzie dochodzą one do 10–15 m (maksymalnie do 25 m na kontakcie doliny Łyny z formą akumulacji szczelinowej w północno-zachodniej części obszaru arkusza Sępopol). Różnice wysokości na pozostałym obszarze rzadko przekraczają 2 m.

W prawie płaskim krajobrazie omawianego rejonu największe obszary zajmują rozległe powierzchnie wysoczyzn morenowych płaskich i towarzyszące im, równie rozległe powierzchnie równin wodnomorenowych i równin jeziornych. Na szkicu geomorfologicznym (tabl. I) przedstawiono formy: lodowcowe, wodnolodowcowe, rzeczne, jeziorne, utworzone przez roślinność i małe formy antropogeniczne.

Dużą część powierzchni obszaru arkuszy tworzy wysoczyzna morenowa płaska, o deniwelacjach przeważnie nie przekraczających 2 m. Płaską wysoczyznę budują silnie ilaste gliny zwałowe Niziny Sępopolskiej, powstałe w wyniku deglacjacji przez ablację i sublimację, przy braku odpływu subglacialnego wód roztopowych.

Najrozleglejsze równiny wodnomorenowe występują głównie w środkowej części obszaru arkusza Sępopol i są zbudowane z osadów piaszczysto-żwirowych, często z przewarstwieniami glin spływowych. Deniwelacje ich powierzchni rzadko przekraczają 2 m. Formy te powstały w wyniku niezorganizowanego, miejscami zamierającego przepływu wód roztopowych wśród brył martwego lodu i tworzącej się wysoczyzny morenowej. Akumulacji osadów wód roztopowych towarzyszyły spływy błota morenowego z powierzchni martwych lodów i wysoczyzny.

Dwie formy akumulacji szczelinowej, o wysokości względnej do 20 m w stosunku do powierzchni wysoczyzny, powstały w północnej części obszaru arkusza Sępopol. Najdłuższa z nich ma długość ponad 2,5 km.

Kemy. Na omawianym obszarze wyróżniono osiem pagórków kemowych. Trzy największe z nich występują: w środkowej części obszaru arkusza Sępopol (nad Gubrem), w północno-wschodniej części tego arkusza i na granicy arkuszy Sępopol i Lipica.

Równiny zastoiskowe usytuowane są przede wszystkim w północno-zachodniej części obszaru arkusza Sępopol. Największa z nich, o powierzchni ponad 3 km², położona na wysokości około 38 m n.p.m., leży w widłach Łyny i Gubra. Osady zastoiskowe występują tu na większym obszarze, ale są przykryte młodszymi osadami wodnomorenowymi i jeziornymi.

Zagłębienia powstałe po martwym lodzie są stosunkowo nieliczne. Występują pojedynczo na obszarach płaskiej wysoczyzny morenowej i równin wodnomorenowych, gdzie są przeważnie wypełnione osadami jeziornymi i torfami.

Dn dolin rzecznych z tarasami zalewowymi rozwinęły się wzdłuż koryt Łyny, Gubra, Sajny, Liwny, Bajdyckiej Młynówki i lokalnie mniejszych cieków. Dolinki w ogólności, nierozdzielone, to przede wszystkim młode rozcięcia erozyjne, powstałe w południowej części

obszaru arkusza Sępapol w wyniku spływu wód powierzchniowych z południa, z obszaru pagórkowatej wysoczyzny morenowej garbu pojeziernego.

Równiny jeziorne zajmują rozległe obszary, głównie w środkowej części arkusza Sępapol. Rozwinęły się one przede wszystkim na równinach wodnomorenowych i równinach zastoiskowych, rzadziej na wysoczyźnie morenowej płaskiej. Towarzyszą im równiny torfowe, głównie we wschodniej części obszaru arkusza Sępapol. Największa z równin torfowych ma powierzchnię około 2 km².

Na szkicu geomorfologicznym zaznaczono trzy duże piaszkowce. Największa z nich, o wysokości ścian powyżej 8 m, znajduje się na północ od Sępopola, na wysoczyźnie morenowej, gdzie eksploatowano osady piaszczyste, występujące pod najmłodszymi glinami zwałowymi.

Obszar objęty arkuszami Lipica i Sępapol leży w dorzeczu Pregoty. Odwadniają go głównie Guber z Liwną i Sajną oraz Łyna z Bajdycką Młynówką. Według raportu o stanie środowiska (Państwowa Inspekcja..., 1997) czystość wody tych rzek na wielu odcinkach jest pozaklasowa; są one zanieczyszczone ściekami gospodarczo-bytowymi i przemysłowymi. Sieć rzeczna w obrębie obszaru arkuszy jest dobrze rozwinięta.

Największą rzeką jest Łyna, odwadniająca wraz z Bajdycką Młynówką (bez Gubra i jego dopływów) zachodnią część obszaru arkuszy. Łyna wypływa z piasków sandrowych na północ od Nidzicy. Źródła rzeki znajdują się w okolicy wsi Łyna na terenie rezerwatu przyrody Źródła Rzeki Łyny. Jest ona rzeką meandrującą. Na obszarze arkusza Sępapol Łyna początkowo płynie w kierunku północno-wschodnim, niedaleko miejscowości Masuny skręca na północny zachód, po czym koło miejscowości Stopki ponownie przyjmuje kierunek północny. Na obszarze arkusza Lipica, na wschód od miejscowości Ostre Bardo (ark. Szczurkowo) przekracza granicę państwa i wpływa do Rosji (Obwodu Kaliningradzkiego).

W Sępopolu do Łyny prawobrzeżnie wpada Guber. Źródła tej rzeki znajdują się na południowy zachód od jeziora Guber, na terenie gminy Ryn. Guber początkowo płynie w kierunku północno-zachodnim, w miejscowości Marłuty skręca na południowy wschód, po czym w miejscowości Sątoczno skręca i ponownie kieruje się na północny zachód, do swojego ujścia. Guber wraz z dopływami odwadnia środkową i wschodnią część obszaru arkuszy Lipica i Sępapol. W rejonie Sątoczna z Gubrem łączy się Sajna – jego największy lewobrzeżny dopływ. W kierunku północnym Sajna przepływa przez Głowobity i Bykowo. Prawobrzeżnie z Gubrem łączy się Liwna. Przepływa ona przez dwa mezo-regiony: Krainę Wielkich Jezior Mazurskich i Nizinę Sępopską. Wzdłuż rzeki położone są miejscowości Silginy i Krelikiejmy. Prawobrzeżnie z Gubrem łączy się również Mamlak. W południowo-zachodniej części obszaru arkusza Sępapol, w okolicy miejscowości Rożyna, w kierunku północno-zachodnim płynie Bajdycka Młynówka. Występuje tam rozległy obszar podmokłości i bardzo gęsta sieć sztucznych cieków (kanałów melioracyjnych).

Omawiane rzeki charakteryzują się dość wysokim wskaźnikiem nieregularności odpływu. Dość duży stopień nieprzepuszczalności podłoża i małe spadki na większości obszaru gmin Sępól i Korsze ograniczają infiltrację i spływ powierzchniowy. Mało też jest lasów, które pełnią rolę regulatora obiegu wody. Jest to młoda sieć rzeczna, która rozwinęła się w holocenie i ciągle jeszcze się rozwija.

Jedynym małym jeziorem na omawianym obszarze – jeziorem Drogosz – znajduje się na południe od Drogoszy. Ma charakter wytopiskowy i największą głębokość jedynie 1,6 m. Jego powierzchnia wynosi tylko 0,12 km² (Jańczak, 1999).

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

Na omawianym obszarze jeden otwór wiertniczy badawczy (otw. 53) dotarł do skał prekambryjskich na głębokości 1840,0 m. Pozostałe trzy otwory badawcze (otw. 5, 7 i 58) zostały zakończone w skałach kambryjskich. W otworze 53 (Kętrzyn IG-1) strop anortozytów proterozoicznych intruzji kętrzyńskiej został stwierdzony na głębokości 1840,0 m (wysokość 1780,0 m p.p.m.) a miąższość przewierconych skał tego wieku wynosi 27,0 m. Powyżej skał krystalicznych leżą kambryjskie skały osadowe o miąższości 227,0 m. Są to piaskowce kwarcowe z przewarstwieniami iłowców i mułowców. Przykrywają je skały ordowiku o miąższości 60,0–80,0 m, wykształcone w postaci wapieni, wapieni marglistych i margli, rzadziej mułowców. Wyżej występują skały sylurskie o bardzo zmiennej miąższości 65,0–452,0 m. Są to iłowce i łupki ilaste, partiami margliste, z przewarstwieniami margli, z liczną fauną graptolitów i głowonogów, a w części spągowej wapienie gruzłowe. Skały te są przykryte przez utwory permskie (czerwonego spągowca i cechsztynu). Na zlepieńcach i piaskowcach czerwonego spągowca leżą skały cechsztyńskie wykształcone w trzech cyklotemach morsko-brakicznych (PZ1, PZ2 i PZ3), na które składają się dolomity, anhydryty i sole kamienne. Skały najstarszego cyklotemu (PZ1) podścielają wapienie, a osady trzeciego cyklotemu (PZ3) przykrywają iłowce z wkładkami gipsów i anhydrytów, należące do permo-triasu. Łączna miąższość skał permskich wynosi 187,0–232,0 m. Skały mezozoiczne to kolejno: iłowce i mułowce, miejscami piaskowce, triasowe o miąższości 347,5–468,0 m, iłowce, mułowce i piaskowce oraz wapienie jurajskie o łącznej miąższości 340,0–417,5 m oraz margle i wapienie, rzadziej piaskowce, kredowe o miąższości 173,5–240,0 m. Strop skał kredowych znajduje się na głębokości 227,0–240,0 m (wysokość 171,0–187,0 m p.p.m.).

Głównym przedmiotem badań stratygraficznych wykonanych w trakcie realizacji arkuszy Lipica i Sępól były, dostępne dla prac kartograficznych i dokumentacyjnych, osady czwartorzędowe i podścielające je osady paleogeńskie i neogeńskie. Stratygrafię osadów czwartorzędowych oparto głównie na wynikach badań litologiczno-petrograficznych drobnookruchowej frakcji żwirowej z glin

zwałowych (Marcinkowski, Wyszomierski, 2009), w nawiązaniu do litostratygrafii glin dużego obszaru dorzecza Wisły (Lisicki, 2003). Do opracowania stratygrafii podłoża utworów czwartorzędowych wykorzystano wyniki badań palinologicznych tych osadów (Słodkowska, 2009).

Wysoko położona powierzchnia stropu osadów podczwartorzędowych występuje w środkowej części obszaru arkusza Sępopol, ma zarys zbliżony do kolistego i jest ograniczona strefami uskoku (tabl. II). Zalegające tu paleozoiczne, mezozoiczne i kenozoiczne skały osadowe przykrywają anortozyty północnej części intruzji kętrzyńskiej (Karaczun i in., 1975).

1. Paleogen

Osady paleoceńskie na obszarze arkusza Sępopol zostały nawiercone we wszystkich czterech otworach kartograficznych (otw.: 2, 11, 30 i 55) (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III), w czterech archiwalnych otworach badawczych (otw.: 5, 7, 53 i 58) oraz w 14 otworach hydrogeologicznych. Są to utwory paleocenu, eocenu i oligocenu. Łącznie z osadami mioceńskimi stanowią one bezpośrednio podłoże utworów czwartorzędowych (tabl. II). W otworze 53 stwierdzona miąższość utworów paleogenu wynosi 61,9 m, a w otworach hydrogeologicznych: 17 – ponad 81,2 m, 26 – ponad 69,0 m.

a. Paleocen

Osady z pogranicza kredy i paleogenu budują nisko położoną powierzchnię podczwartorzędową na obszarze arkusza Lipica, a na obszarze arkusza Sępopol jego północna część oraz rejony wzdłuż granic tego arkusza od zachodu, południa i wschodu (tabl. II). Osady paleoceńskie nawiercono w dwóch otworach kartograficznych: Bardo (otw. 2) i Łoskajmy (otw. 11). Są to m u ł k i i m u ł o w c e , m i e j s c a m i p i a s k i k w a r c o w o - g l a u k o n i t o w e. Nawiercone w Bardzie, bezwapienne mułki i mułowce o miąższości ponad 7,5 m mają zabarwienie czarne i domieszkę substancji roślinnej. Trzy próbki tych osadów zbadała palinologicznie Słodkowska (2009). Osady z górnej części wykazały brak sporomorf, środkowej – zespół charakterystyczny dla paleocenu, a dolnej – bardzo ubogi zespół paleogenu. W Łoskajmach drobnoziarniste piaski glaukonitowe o miąższości ponad 29,8 m zawierają pokruszone muszelki mięczaków, a w spągowej części igły jeżowców i fragmenty rostrów belemnitów. Trzy próbki tych piasków zostały zbadane palinologicznie (Słodkowska, 2009), a badania te (głównie fitoplanktonu morskiego) wykazały, że jest to paleocen z domieszką taksonów kredowych.

b. Eocen

Utwory eoceńskie występują na powierzchni podczwartorzędowej w środkowej części obszaru arkusza Sępopol; nawiercono je w otworach kartograficznych Proсна (otw. 30) i Studzieniec (otw. 55). Są to bezwapienne piaski i żwiry z glaukonitem oraz igły. W Prośnie strop szarych

iłów leży na wysokości 66,7 m p.p.m., a w Studzieniu drobnoziarniste piaski glaukonitowe z domieszką dobrze obtoczonych żwirów kwarcowych o średnicy do 0,8 cm (tzw. fasolka oligoceńska) na wysokości 41,0 m p.p.m. i mają tu miąższość ponad 31,0 m. Trzy próbki osadów z otworu w Prośnie zostały poddane badaniom palinologicznym (Słodkowska, 2009). Wiek osadów środkowej próbki określono na eocen górny z ubogim zespołem palinomorf. Górna próbka była pozbawiona palinomorf, a dolna zawierała ubogi zespół palinomorf paleogenu. Próbkę osadów z głębokości 103,5 m z otworu w Studzieniu zawierała fitoplankton charakterystyczny dla eocenu górnego (priabonu) formacji pomorskiej (Słodkowska, 2009). W hydrogeologicznym otworze 28 stwierdzona miąższość osadów eoceńskich wynosi około 40 m. Osady eoceńskie występują prawdopodobnie również w innych otworach hydrogeologicznych, m.in.: 21, 37, 42, 44, 72, 73 i 76 (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – [tabl. III](#)).

c. Oligocen

Utwory oligoceńskie występują na powierzchni podczwartorzędowej obszaru arkusza Sępól w kilku rejonach wyżej położonego podłoża. Przewiercono je tylko w jednym otworze kartograficznym Studzieniec (otw. 55) i w prawdopodobnie w kilku otworach hydrogeologicznych, m.in. w otworze 21. W Studzieniu mają one miąższość 23,2 m. Są to bezwapienne piaski kwarcowo-glaukonitowe, miejscami piaski kwarcowe z wkładkami węgla brunatnego (lignitu). Stwierdzono je w tym otworze na utworach eoceńskich na wysokości 41,0 m p.p.m., ale na większej części obszaru arkusza leżą przeważnie na wysokości od około 60 do około 80 m p.p.m. Występujący w tych osadach, na głębokości 76,0 m, fitoplankton, wskazuje na dolnooligoceński (latdorf) poziom dinocystowy z formacji mosińskiej dolnej (Słodkowska, 2009).

2. Neogen

Osady neogeńskie na obszarze arkusza Sępól zostały nawiercone tylko w jednym otworze kartograficznym Studzieniec (otw. 55) i prawdopodobnie w dwóch otworach hydrogeologicznych: 37 i 41 (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – [tabl. III](#)). Są to utwory mioceńskie o stwierdzonej miąższości 32,0 m (otw. 37).

a. Miocen

Utwory mioceńskie występują w stropowej części dwóch wysoko położonych fragmentów powierzchni podczwartorzędowej w południowo-zachodniej części obszaru arkusza Sępól ([tabl. II](#)). Są to bezwapienne piaski kwarcowe z substancją brunatną węglową i wkładkami węgla brunatnego. Ich strop stwierdzono na wysokości: 13,3 m p.p.m. w kartograficz-

nym otworze Studzieniec (otw. 55), 8,5 m p.p.m w otworze 37 i 26,5 m p.p.m. w otworze 41. W otworze hydrogeologicznym 37 w stropowej części osadów miocenijskich występuje pokład węgla brunatnego o miąższości 6,0 m. Otrzymane spektrum pyłkowe dla próbki piasków z substancją brunatnowęglową ze Studzienca (otw. 55) z głębokości 70,5 m nie zawiera wskaźników facji morskich. Oznaczony przez Słodkowską (2009) pyłek roślin nagonasiennych (rodzaje: *Pinuspollenites*, *Sequoiapollenites*, *Sciadopityspollenites*, *Piceapollis*, gatunki: *Inaperturopollenites hiatus*, *Cupressacites bockwitzensis*, *Tsugaepollenites maximus*) i okrytonasiennych (gatunek *Tricolporopollenites pseudocingulum*) pozwala zaliczyć badane osady do miocenu środkowego, a spektrum pyłkowe jest charakterystyczne dla II łuzycyjskiego pokładu węgla brunatnego formacji ścinawskiej.

3. Czwartorzęd

Cały obszar arkuszy Lipica i Sępopol pokryty jest grubą warstwą osadów czwartorzędowych. Ich miąższość przeważnie wynosi około 70–190 m. Maksymalną miąższość stwierdzono w otworach hydrogeologicznych zlokalizowanych w północnej części obszaru arkusza Sępopol: 9 – powyżej 263,0 m, 8 – powyżej 252,9 m i 17 – 244,3 m oraz 192,5 m w otworze kartograficznym Bardo (otw. 2). Najmniejszą miąższość osadów czwartorzędowych odnotowuje się na małych obszarach wysoko zalegających osadów miocenijskich: w kartograficznym otworze Studzieniec (otw. 55) – 67,3 m, w otworach hydrogeologicznych 37 i 41 odpowiednio – 63,0 i 67,0 m. Powierzchnia podczwartorzędowa była modelowana głównie przez paleogeńsko-neogeńskie procesy tektoniczne oraz późniejsze, plejstocenijskie procesy erozji wodnej i egzaracji lodowcowej.

a. Plejstocen

W osadach plejstocenijskich zostało wyróżnionych 12 poziomów glin zwałowych, należących do siedmiu zlodowaceń, i rozdzielające je osady wodnolodowcowe, zastoiskowe, jeziorne i rzeczne. Litostratygrafia glin zwałowych jest zgodna z wcześniejszym opracowaniem dotyczącym litotypów i litostratygrafii glin lodowcowych plejstocenu dorzecza Wisły (Lisicki, 2003).

Zlodowacenia najstarsze

Zlodowacenie Narwi

Kompleks osadów tego zlodowacenia występuje w sposób nieciągły (w najgłębszych obniżeniach w powierzchni utworów paleogeńskich i neogeńskich). Jego miąższości w otworach kartograficznych wynoszą: 77,2 m (otw. 2), 19,7 m (otw. 30), 4,0 m (otw. 11) i 1,0 m (otw. 55) (tabl. IV). Kompleks ten został również przewiercony w kilku otworach hydrogeologicznych, m.in. w otworze 26, gdzie jego miąższość wynosi prawdopodobnie 51,0 m (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). Spąg kompleksu znajduje się na wysokości od około 10 m p.p.m. do ponad 150 m p.p.m.

Kompleks osadów zlodowacenia Narwi reprezentują osady jeziorno-lodowcowe, wodnolodowcowe i zastoiskowe oraz dwa poziomy glin zwałowych. Osady te zaliczono do stadiału dolnego i górnego.

Stadiał dolny

Piaski i mułki z domieszką substancji brunatnowęglowej i glaukonitu jeziorno-lodowcowe przewiercono we wszystkich otworach kartograficznych i w kilku otworach hydrogeologicznych (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). W otworze kartograficznym 2 osiągają one największą miąższość 62,5 m. Występujące tu zielono-szare, rzadziej zielone piaski drobnoziarniste i mułki piaszczyste, ze zmienną zawartością glaukonitu i substancji brunatnowęglowej, miejscami zawierają domieszkę czerwonych skaleni. W stropowej części, pod glinami zwałowymi leżą mułki i ily o strukturze warwowej, niżej pseudowarwowej, z wyraźnymi zaburzeniami wcześniejszego ułożenia warstw mułkowo-ilastych. Osady te powszechnie zalegają na utworach paleogeńsko-neogeńskich i powstały w wyniku działalności wodnej (erozji i akumulacji) przed nasunięciem się pierwszego lądolodu plejstocenijskiego.

Gliny zwałowe stadiału dolnego zostały przewiercone w kilku otworach hydrogeologicznych i tylko w jednym otworze kartograficznym Proсна (otw. 30) (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). Największą miąższość – 25,0 m – osiągają w otworze 15, gdzie leżą na utworach eocenijskich. W Prośnie słabo wapniste, ilaste gliny zwałowe zawierają wkładki ilów w części stropowej i mają zabarwienie szare, z odcieniem brązowym. Ich łączna miąższość wynosi tu zaledwie 2,9 m. Uśrednione wartości współczynników petrograficznych¹ tych glin (O/K–K/W–A/B) wynoszą odpowiednio: 1,53–0,70–1,37 (Marcinkowski, Wyszomierski, 2009). Żwiry paleozoiczne skał węglanowych przeważają nad żwirami skał krystalicznych, a w składzie skał skandynawskich najwięcej jest wapieni północnych – 41,5–53,1%, w tym dolomitów – 5,1–8,9%. Zawartość żwirów skał lokalnych wynosi 4,5–6,7%. Spągowa część tych glin reprezentowana jest przez odmienny petrograficznie podlitotyp. Mimo że wartości współczynników petrograficznych tej części glin są zbliżone do wartości współczynników górnego podlitotypu (1,71–0,60–1,57), gliny dolne charakteryzują się bardzo dużą zawartością dolomitów (28,0%) i wyższym udziałem skał lokalnych (15,6%).

Gliny zwałowe stadiału dolnego zlodowacenia Narwi zachowały się głównie w obniżeniach powierzchni podczwartorzędowej.

Piaski wodnolodowcowe zostały stwierdzone tylko w trzech otworach hydrogeologicznych: 15, 32 i 76 (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). W otworze 76 piaski

¹ Współczynniki petrograficzne 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.

drobnoziarniste z małą domieszką żwirów osiągają największą miąższość 17,0 m i prawdopodobnie wypełniają formę dolinną wyerodowaną w starszych piaskach jeziorno-lodowcowych.

Mułki i iły zastoiskowe występują sporadycznie. Zostały przewiercone w dwóch otworach hydrogeologicznych 17 i 26 (przekrój geologiczny A–B – mapa), gdzie rozdzielają gliny zwałowe dolnego i górnego stadiała zlodowacenia Narwi i mają miąższość 4,0 m.

Stadiał górny

Gliny zwałowe zaliczone do tego stadiała przewiercono tylko w dwóch wspomnianych wyżej otworach hydrogeologicznych (otw. 17 i 26), gdzie mają odpowiednio miąższości 4,0 i 8,0 m.

Iły, mułki i piaski zastoiskowe występują na obszarze arkusza Sępopol w jego środkowej części. Zostały przewiercone w kilku otworach hydrogeologicznych i w jednym otworze kartograficznym Proсна (otw. 30) (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). W otworze 28 mają one największą miąższość 32,0 m. W Prośnie wapniste, szare mułki piaszczyste i ilaste mają w dolnej części charakter warwowy, a w części górnej zawierają kawałki lignitu. Między dolną i górną częścią osadów zastoiskowych stwierdzono ilaste gliny spływowe o miąższości 0,2 m. Łączna miąższość opisanych osadów wynosi 8,0 m. Osady te leżą na niewielkiej miąższości glinach zwałowych stadiała dolnego zlodowacenia Narwi.

Zlodowacenia południowopolskie

Na charakteryzowanym obszarze występują prawdopodobnie trzy poziomy glin zwałowych zlodowaceń południowopolskich. Gliny te rozdzielone są utworami zastoiskowymi i wodnolodowcowymi. Gliny zaliczono kolejno do stadiała dolnego zlodowacenia Nidy oraz stadiała dolnego i górnego zlodowacenia Sanu 2. Podział stratygraficzny zlodowaceń południowopolskich oparto na wynikach badań litologiczno-petrograficznych (Marcinkowski, Wyszomierski, 2009) osadów pobranych z rdzeni wiertniczych otworów kartograficznych i na interpretacji paleogeograficznej. Łączna, potwierdzona wierceniami, maksymalna miąższość utworów zlodowaceń południowopolskich wynosi 51,8 m (otw. 30), a minimalna 17,0 m (otw. 11). Rozpoznana w otworach hydrogeologicznych maksymalna miąższość tych utworów wynosi 61,0 m (otw. 26). Spąg utworów kompleksu zlodowaceń południowopolskich znajduje się na wysokości od około 130 m p.p.m. w rejonie otworu 17, do około 10 m p.p.m. w południowo-wschodniej części obszaru arkusza Sępopol. W wielu miejscach osady tego zlodowacenia leżą bezpośrednio na utworach podłoża.

Zlodowacenie Nidy

Miąższość osadów tego zlodowacenia rozpoznana w otworach kartograficznych zawiera się w przedziale od 4,2 m (otw. 11) do 29,8 m (otw. 30). W rejonie otworu hydrogeologicznego 17

miąższość ta dochodzi do około 50 m (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). Wyróżniono tylko osady dolnego stadiału zlodowacenia Nidy.

Stadiał dolny

Gliny zwałowe tego stadiału przewiercono w dwóch otworach kartograficznych (otw. 11 i 30). Gliny te są ilaste, zwarte i silnie wapniste. Mają zabarwienie szare do brązowo-szarego. W Prośnie (otw. 30) ich stwierdzona miąższość wynosi 29,8 m, a w otworze Łoskajmy (otw. 11) – 4,2 m; gliny tu nawiercone zawierają wkładki piasków glaukonitowych. Znane z otworów hydrogeologicznych maksymalne miąższości tych glin mogą dochodzić do około 40 m. Uśrednione wartości współczynników petrograficznych badanych glin (O/K–K/W–A/B) wynoszą: 2,05–0,52–1,85 (otw. 30) i 2,24–0,45–2,17 (otw. 11) (Marcinkowski, Wyszomierski, 2009). Żwiry paleozoicznych skał węglanowych znacznie przeważają nad żwirami skał krystalicznych, a w składzie skał skandynawskich najczęściej jest wapieni północnych – do 58,6%. Wśród żwirów skał lokalnych w Łoskajmach (otw. 11) dominują wapienie w ilości do 22,9%. W Prośnie (otw. 30) zawartość tych wapieni nie przekracza 2,8%.

Iły, mułki i piaski zastoiskowe występują lokalnie w zagłębieniach powierzchni glin tego stadiału i zostały przewiercone tylko w otworach hydrogeologicznych. Ich zasięg został wyinterpretowany na podstawie wyników badań geoelektrycznych (Pacanowski, 2008). Osady zastoiskowe największą miąższość – ponad 20 m – osiągają w rejonie otworu Prosna (otw. 30) (przekrój geologiczny C–D – tabl. III).

Zlodowacenie Sanu 2

Kompleks osadów zlodowacenia Sanu 2 tworzy na obszarze arkusza Sępólą ciągłą pokrywę. Kompleks ten został przewiercony we wszystkich otworach kartograficznych i w wielu otworach hydrogeologicznych (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). Najniższe położenie spągu utworów tego zlodowacenia odnotowano w otworze Bardo (otw. 2) – 89,0 m p.p.m. Do utworów zlodowacenia Sanu 2 zaliczono gliny zwałowe, osady wodnolodowcowe i osady zastoiskowe. Utwory te podzielono na dwa stadiały: dolny i górny.

Stadiał dolny

Gliny zwałowe stwierdzono we wszystkich otworach kartograficznych i w ponad 20 otworach hydrogeologicznych (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). Gliny te są ilaste, wapniste i silnie zwarte, przeważnie o charakterystycznym czerwono-brązowym zabarwieniu, rzadziej szaro-brązowym. Ich miąższość wynosi od 11,3 m w Studzieńcu (otw. 55) do 18,0 m w Prośnie (otw. 30) i prawie 40 m w innych miejscach obszaru arkusza Sępólą. Uśrednione wartości współczynników petrograficznych tych glin (O/K–K/W–A/B) wynoszą: 1,83–0,61–1,45 (otw. 2), 1,62–0,64–1,51 (otw. 11), 2,01–0,52–1,79 (otw. 30) i 2,04–0,51–1,90 (otw. 55) (Marcinkowski,

Wyszomierski, 2009). Żwiry północnych skał węglanowych znacznie przeważają nad żwirami skał krystalicznych. Charakterystyczna jest też duża zawartość dolomitów paleozoicznych (do 27,1%) i wapieni lokalnych (w otw. 2 i 11 do 22,9%). Badane gliny leżą na osadach jeziorno-lodowcowych zlodowacenia Narwi (otw. 2).

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 przewiercono tylko w jednym otworze kartograficznym 55 (Studzieniec) i w kilku otworach hydrogeologicznych (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). W Studzieniecu beżowe piaski gruboziarniste zawierają w części spągowej żwiry o średnicy do 10 cm i mają łączną miąższość 13,8 m.

I ł y, m u ł k i i p i a s k i z a s t o i s k o w e występują w północno-zachodniej części obszaru arkusza Sępopol. Zostały przewiercone tylko w otworach hydrogeologicznych, a ich zasięg został wyinterpretowany na podstawie wyników badań geoelektrycznych (Pacanowski, 2008). W otworze 23 miąższość osadów zastoiskowych wynosi 12,0 m.

Stadiał górny

Stadiał górny zlodowacenia Sanu 2 reprezentowany jest przez gliny zwałowe oraz osady wodnolodowcowe i zastoiskowe. Osady te występują lokalnie w zachodniej i południowej części obszaru arkusza Sępopol.

G l i n y z w a ł o w e stwierdzono tylko w jednym otworze kartograficznym 2 (Bardo) i prawdopodobnie w kilku otworach hydrogeologicznych (przekrój geologiczny C–D – tabl. III). Są to wapniste gliny ilaste o charakterystycznej czerwonej barwie. Zawierają ziarna żwirów drobnookruchowych i wkładki piasków glaukonitowych. Mają miąższość 12,3 m. Uśrednione wartości współczynników petrograficznych glin zwałowych (O/K–K/W–A/B) wynoszą: 1,46–0,76–1,17 (Marcinkowski, Wyszomierski 2009). Największą zawartość wśród żwirów skał północnych wykazują wapienie i stosunkowo dużo jest dolomitów – do 14,6%. Zawartość żwirów skał lokalnych dochodzi do 16,9%.

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 występują tylko w jednym miejscu. Ich zasięg został wyinterpretowany na podstawie otworów hydrogeologicznych 3 i 4 (przekrój geologiczny C–D – tabl. III). Prawdopodobnie osady te wypełniają wąską formę dolinną i mają maksymalną miąższość około 30 m.

M u ł k i i p i a s k i z a s t o i s k o w e przewiercono jedynie w kilku otworach hydrogeologicznych zlokalizowanych w północno-zachodniej części obszaru arkusza Sępopol. Największą ich miąższość – 17,0 m – stwierdzono w otworze 4 (przekrój geologiczny C–D – tabl. III).

Interglacjał wielki

Wśród utworów interglacjału wielkiego wydzielono osady interglacjału mazowieckiego i zlodowacenia Liwca.

Interglacjał mazowiecki

Mułki i piaski z detrytusem roślinnym jeziorne przewiercone zostały tylko w jednym otworze kartograficznym 2 (Bardo), gdzie ich miąższość wynosi 4,5 m (przekrój geologiczny A–B – mapa). Są to słabo wapniste piaski średnioziarniste z humusem i miejscami ze szczątkami roślin, z przewarstwieniami szarych, wapnistych mułków ze smugami humusu. Spąg tej serii leży na głębokości 96,5 m (wysokość 55,5 m p.p.m.). Miąższość najgrubszej warstwy mułków wynosi 2,6 m. Ze spągowej, piaszczystej części osadów, z głębokości 96,2 m, została wykonana ekspertyza palinologiczna dla jednej próbki (Winter, 2008). Spektrum tej próbki zawiera pyłek drzew (AP) iglastych: *Pinus silvestris*, *Picea* i *Abies* oraz drzew liściastych: *Alnus*, *Betula*, *Quercus* i *Corylus*. Pyłek roślin zielnych (NAP) występuje w bardzo małej ilości. Takie spektrum pyłkowe jest charakterystyczne dla interglacjału mazowieckiego.

Zlodowacenie Liwca

Zlodowacenie to reprezentują gliny zwałowe i osady zastoiskowe o łącznej, maksymalnej miąższości dochodzącej do około 30 m, stwierdzonej w otworach hydrogeologicznych. Osady te występują w środkowej i wschodniej części obszaru arkusza Sępapol. Ich miąższość rozpoznana tam w dwóch otworach kartograficznych (otw. 11 i 30) wynosi 9,6 m (Łoskajmy) i 15,9 m (Prosna).

Gliny zwałowe zlodowacenia Liwca występują we wschodniej i południowo-wschodniej części obszaru arkusza Sępapol. Przewiercono je w otworach kartograficznych 11 (Łoskajmy) i 30 (Prosna) oraz prawdopodobnie w wielu otworach hydrogeologicznych (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). Stwierdzone w otworach kartograficznych gliny są ilaste, wapniste, silnie zwarte, szare, brązowo-szare do brązowych, miejscami z odcieniem czerwonym. Miejscami zawierają cienkie wkładki piasków drobnoziarnistych. W Łoskajmach spąg glin o miąższości 9,6 m znajduje się na wysokości 68,5 m p.p.m., a w Prośnie spąg tych glin o miąższości 15,9 m leży znacznie wyżej, na wysokości 4,8 m n.p.m. Maksymalne miąższości glin tego zlodowacenia rozpoznane w otworach hydrogeologicznych osiągają około 30 m. Uśrednione wartości współczynników petrograficznych badanych glin (O/K–K/W–A/B) wynoszą: 1,95–0,53–1,82 (otw. 11) i 2,20–0,52–2,12 (otw. 30) (Marcinkowski, Wyszomierski, 2009). W glinach zlodowacenia Liwca na obszarze arkusza Sępapol wśród żwirów skał północnych dominują wapnienie oraz dolomity – do 29,0%, a wśród żwirów skał lokalnych zawartość wapieni dochodzi miejscami do 14,8%.

Mułki i piaski zastoiskowe występują lokalnie w północno-wschodniej części obszaru arkusza Sępapol i zostały przewiercone w otworze kartograficznym 11 (Łoskajmy). Są to głównie wapniste mułki piaszczyste o barwie szarej, z przewarstwieniami jasnoszarych piasków pyłowych, z widocznymi strukturami pogrązowymi, w części stropowej o charakterze warwowym – z prze-

warstwieniami brązowych ilów. Ich łączna miąższość w Łoskajmach (otw. 11) wynosi 4,7 m i rośnie w kierunku północno-wschodnim do ponad 20 m (przekrój geologiczny A–B – mapa).

Zlodowacenia środkowopolskie

Na obszarze arkusza Sępoleń występują cztery poziomy glin zwałowych zlodowaceń środkowopolskich. Gliny te rozdzielone są osadami zastoiskowymi i wodnolodowcowymi oraz lokalnie interstadialnymi osadami jeziornymi. Gliny zaliczono kolejno do: stadiału dolnego i górnego zlodowacenia Odry oraz stadiału dolnego i środkowego zlodowacenia Warty. Podział stratygraficzny zlodowaceń środkowopolskich oparto na wynikach badań litologiczno-petrograficznych (Marcinkowski, Wyszomierski, 2009) osadów pobranych z rdzeni wiertniczych otworów kartograficznych i na interpretacji paleogeograficznej. Łączna, potwierdzona wierceniami, miąższość utworów zlodowaceń środkowopolskich wynosi maksymalnie 67,1 m (otw. 2) i 55,4 m (otw. 11). W środkowej części obszaru arkusza Sępoleń miejscami osadów tych zlodowaceń brak, np. nie stwierdzono ich w otworze kartograficznym 30 (Prosna). Spąg utworów kompleksu zlodowaceń środkowopolskich znajduje się na wysokości od około 50–45 m p.p.m. w północnej części obszaru arkusza Sępoleń do około 0 m n.p.m. w części południowej tego arkusza (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). Na obszarze arkusza Lipica nawiercono tylko osady stadiału środkowego zlodowacenia Warty.

Zlodowacenie Odry

Kompleks osadów zlodowacenia Odry występuje tylko w północnej części obszaru arkusza Sępoleń. Kompleks ten został przewiercony w otworach kartograficznych Bardo (otw. 2) i Łoskajmy (otw. 11). Spąg utworów zlodowacenia Odry znajduje się na wysokości 54,2 m p.p.m. w Łoskajmach i na wysokości 51,0 m p.p.m. w Bardzie.

Stadiał dolny

Gliny zwałowe tego stadiału stwierdzono w otworze kartograficznym 2 (Bardo; mają tu miąższość jedynie 1,5 m, są szare i silnie wapniste), w otworach 55 (Studzieniec) i 11 (Łoskajmy) oraz prawdopodobnie w otworach archiwalnych: 24, 62 i 63 (przekrój geologiczny C–D – tabl. III). Wartości współczynników petrograficznych jednej próbki tych glin (O/K–K/W–A/B) wynoszą: 2,79–0,38–2,30 (Marcinkowski, Wyszomierski, 2009). W glinach stadiału dolnego zlodowacenia Odry wśród żwirów skał północnych dominują wapnienie w ilości 59,4%, a skał lokalnych jest tylko 7,3%.

Piaszki i żwiry wodnolodowcowe nawiercono w otworze 2 (Bardo) i w otworze hydrogeologicznym 4 (przekrój geologiczny C–D – tabl. III). W Bardzie, spągowa część tych osadów to wapniste, szare piaski średnioziarniste, miejscami gliniaste, ze żwirami o średnicy do 2 cm, z dobrze zachowanymi szczątkami roślin i kawałkami drewna, z cienkimi przewarstwieniami piasków drobno-

ziarnistych, humusowych, prawie czarnych, o łącznej miąższości 2,5 m. Ku górze osady te przechodzą w piaski ze żwirami o miąższości 7,9 m, które stwierdzono również w otworze hydrogeologicznym 4, gdzie mają miąższość 5,0 m. Z piasków gliniastych ze szczątkami roślin zostały pobrane trzy próbki do badań palinologicznych. Wyniki tych badań (Winter, 2008) wykazały, że spektra pyłkowe są charakterystyczne dla osadów lodowcowych i zastoiskowych, ponieważ zawierają redeponowane, często zniszczone, sporomorfy starsze od plejstocenu. Piaski gliniaste, występujące w spągowej części osadów wodnolodowcowych, można interpretować jako spływy błota morenowego do koryt sandrowych rzek roztopowych.

Stadiał górny

Gliny zwałowe tego stadiału występują również tylko w północnej części obszaru arkusza Sępapol. Zostały przewiercone w dwóch otworach kartograficznych: 2 (Bardo) gdzie mają miąższość 8,1 m i 11 (Łoskajmy) gdzie ich miąższość wynosi 11,8 m (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). Są to silnie wapniste, ilaste i zwarte gliny o barwie szarej i szaro-brązowej. Miejscami zawierają one przewarstwienia piasków drobnoziarnistych i iłów. W Bardzie spąg tych glin leży na wysokości 39,1 m p.p.m., a w Łoskajmach – 54,2 m p.p.m. Uśrednione wartości współczynników petrograficznych badanych glin (O/K–K/W–A/B) wynoszą: 2,36–0,45–1,90 w Bardzie i 1,93–0,53–1,79 w Łoskajmach (Marcinkowski, Wyszomierski, 2009). W glinach stadiału górnego zlodowacenia Odry na obszarze arkusza Sępapol wśród żwirów skał północnych dominują wapnienie, a zawartość żwirów skał lokalnych wynosi przeważnie poniżej 10% (maksymalnie 10,3%). W spągowej części tych glin występują porwaki glin zlodowaceń południowopolskich.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe zostały przewiercone tylko w otworze kartograficznym 11 (Łoskajmy) i w otworze hydrogeologicznym 31, gdzie ich zasięg został wyinterpretowany na podstawie badań geoelektrycznych (Pacanowski, 2008) (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). W Łoskajmach żwiry z domieszką piasków mają łączną miąższość 4,1 m. W archiwalnym otworze 54 osady te mają miąższość 9 m. W części spągowej średnica żwirów przekracza 5 cm.

Zlodowacenie Warty

Kompleks osadów zlodowacenia Warty występuje dość powszechnie na obszarze arkuszy Sępapol i Lipica, z wyjątkiem środkowej części arkusza Sępapol, gdzie tych osadów brak. Kompleks ten został przewiercony w trzech otworach kartograficznych (otw. 2, 30 i 55), a w czwartym z nich (otw. 11), w którym gliny zwałowe zlodowacenia Liwca przykrywają utwory zlodowacenia Wisły, brak jest osadów zlodowacenia Warty. Spąg utworów zlodowacenia Warty znajduje się najniżej w otworach 11 (Łoskajmy) – na wysokości 38,3 m p.p.m. i 2 (Bardo) – na wysokości 31,0 m p.p.m. Do utworów tego zlodowacenia zaliczono gliny zwałowe, osady wodnolodowcowe i zastoiskowe oraz lokalnie osady jeziorne. Utwory te podzielono na dwa stadiały i rozdzielający je interstadiały.

Stadiał dolny

Gliny zwałowe tego stadiału nie tworzą ciągłej pokrywy. Występują w północnej i południowej części obszaru arkusza Sępapol. Przewiercono je w dwóch otworach kartograficznych: 2 (Bardo) i 55 (Studzieniec) oraz w wielu otworach hydrogeologicznych (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). Ich miąższość miejscami przekracza 20 m. W Bardzie piaszczyste i wapniste gliny zwałowe mają miąższość 4,0 m i podścielają osady interstadialne. W Studzieniu ilaste i wapniste gliny o barwie brązowej mają miąższość jedynie 2,1 m. W obu otworach gliny przewarstwiają piaski drobnoziarniste. Uśrednione wartości współczynników petrograficznych badanych glin (O/K–K/W–A/B) wynoszą: 1,56–0,68–1,34 (otw. 2) i 1,70–0,62–1,46 (otw. 55) (Marcinkowski, Wyszomierski, 2009). W glinach stadiału dolnego zlodowacenia Warty na obszarze arkusza Sępapol wśród żwirów skał północnych wapnienie przeważają nad skałami krystalicznymi, a skał lokalnych jest od 7,1 do 14,0%.

Interstadiał

Interstadialne mułki i piaski z detrytusem roślinnym jeziorne zostały przewiercone jedynie w kartograficznym otworze 2 (Bardo) (przekrój geologiczny C–D – tabl. III). Są to szare, wapniste piaski drobnoziarniste z przewarstwieniami mułków, z humusem, dobrze zachowanymi szczątkami roślin i fragmentami drewna. Osady te mają miąższość 0,6 m. Dwie próbki osadów zbiornikowych zostały poddane badaniom palinologicznym (Winter, 2008). W spektrum dolnej próbki występuje bardzo wysoki udział pyłku drzew z dominacją *Pinus sylvestris* i wyraźnym udziałem *Larix*. Głównym przedstawicielem drzew liściastych jest *Betula*. Według Winter (2008) charakter spektrum dowodzi, że sedymentacja osadów mogła nastąpić na początku lub u schyłku interglacjału, ale również jego depozycję można wiązać z warunkami interstadialnymi. W spektrum górnej próbki obecne są sporomorfy redeponowane, licznie występuje pyłek bylic i traw. Winter (2008) opisuje ten pyłek jako pochodzący ze zbiorowisk roślin zielnych, być może stepopodobnych, zasiedlających płatowo siedliska otwarte, a panujący ówczesnie klimat miał charakter subarktyczny. Sedymentacja tych osadów nastąpiła w jeziorze przekształcającym się w zastoisko. O ochładzaniu się klimatu i o odlesieniu obszaru, powodującym uruchomienie procesów stokowych, świadczą szare, ilaste gliny spływowe z przewarstwieniami mułków, o łącznej miąższości 1,8 m, przykrywające osady zbiornikowe. Omówione osady są dowodem istotnych zmian klimatycznych przebiegających na obszarze arkusza Sępapol w czasie zlodowacenia Warty i charakteryzują czas stopniowego przekształcania się zbiornika jeziornego w zbiornik zastoiskowy.

Stadiał środkowy

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) występują lokalnie. Zostały przewiercone w trzech otworach kartograficznych: 2 (Bardo), 11 (Łoskajmy) i 55 (Studzieniec) oraz w otworze

hydrogeologicznym 13 (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). W Bardzie żwiry z piaskami gruboziarnistymi mają miąższość 10,1 m, a w Łoskajmach – 12,0 m; w części spągowej podścielone są one tu warstwą gładową. W Studzieńcu piaski drobnoziarniste z pojedynczymi żwirami o średnicy do 2 cm są przykryte szarymi mułkami i brązowymi iłami. Łączna miąższość tych osadów wynosi 2,6 m.

Mułki i piaski zastoiskowe przewiercono w otworze kartograficznym 11 (Łoskajmy), gdzie mają miąższość 4,8 m (przekrój geologiczny A–B – mapa). Są to wapniste mułki ilaste z cienkimi przewarstwieniami jasnobrązowych mułków piaszczystych i brązowych iłów. Ich maksymalna miąższość w rejonie otworów hydrogeologicznych, wyinterpretowana na podstawie wyników badań geoelektrycznych (Pacanowski, 2008) może lokalnie przekraczać 15,0 m (przekrój geologiczny C–D – tabl. III).

Gliny zwałowe stadiału środkowego występują w południowej i północnej części obszaru arkusza Sępapol oraz na obszarze arkusza Lipica. Zostały przewiercone w trzech otworach kartograficznych (otw.: 2, 11 i 55) i w większości otworów hydrogeologicznych (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). Uśrednione wartości współczynników petrograficznych badanych glin (O/K–K/W–A/B) wynoszą: 1,44–0,76–1,22 (otw. 2) (Marcinkowski, Wyszomierski, 2009). W glinach tych wśród żwirów północnych wapnienie nieznacznie przeważają nad skałami krystalicznymi. W spągowej i stropowej części tego kompleksu glin zwałowych występują porwaki starszych glin stadiału górnego zlodowacenia Odry. Gliny w Bardzie (otw. 2) mają miąższość 25,3 m, są szare, wapniste i zawierają cienkie przewarstwienia mułkowate i piaszczyste. W otworze Łoskajmy (otw. 11) poziom glin stadiału środkowego zlodowacenia Warty tworzy wyłącznie porwak glin stadiału górnego zlodowacenia Odry (uśrednione wartości współczynników petrograficznych: 2,01–0,52–1,84). Gliny te mają miąższość 18,7 m. W Studzieńcu (otw. 55) uśrednione wartości współczynników petrograficznych glin stadiału środkowego zlodowacenia Warty (O/K–K/W–A/B) wynoszą: 1,56–0,68–1,37 (Marcinkowski, Wyszomierski, 2009). W glinach tych wśród żwirów północnych, podobnie jak w otworze Bardo (otw. 2), wapnienie nieznacznie przeważają nad skałami krystalicznymi. W spągowej części tych glin również występuje porwak glin stadiału górnego zlodowacenia Odry. Gliny zwałowe w Studzieńcu mają miąższość 17,2 m. Są one wapniste, ilaste, szare z odcieniem brązowym. Na obszarze arkusza Lipica, w otworze hydrogeologicznym 3, miąższość glin zwałowych tego stadiału przekracza 25,0 m.

Iły i mułki zastoiskowe zostały przewiercone jedynie w otworze kartograficznym Bardo (przekrój geologiczny C–D – tabl. III), gdzie mają miąższość tylko 1,2 m. Są to szare, wapniste mułki i ły ze smugami jasnoszarych piasków pyłowatych i przewarstwieniem szarych, ilastych glin spływowych.

Piaski i żwiry wodnolodowe (górne) występują lokalnie i zostały przewiercone w otworze kartograficznym 2 (Bardo) i w otworach hydrogeologicznych 12 i 13 (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). W Bardzie żwiry z piaskami gruboziarnistymi są podścielone brukiem żwirowym o średnicy okruchów do 6 cm i mają łączną miąższość 4,1 m. Na obszarze arkusza

Lipica, stwierdzona w otworze hydrogeologicznym 1 miąższość osadów wodnolodowcowych tego wieku wynosi 9,5 m.

Interglacjał eemski

Piaski i mułki z detrytusem roślinnym rzeczne przewiercono tylko w otworze kartograficznym 30 (Prosna) (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III), gdzie mają miąższość 4,1 m, a ich spąg leży na wysokości 20,7 m n.p.m. W dolnej części są to wapniste piaski drobnoziarniste, brązowo-szare z ciemnobezowymi smugami, w górnej części z detrytusem roślinnym. Przykryte są one mniej wapnistymi, brązowo-szarymi mułkami piaszczystymi z humusem, o miąższości 1,0 m. Mułki te można uznać za mady rzeczne. Osady rzeczne zaliczone do interglacjału eemskiego nie zostały zbadane palinologicznie.

Zlodowacenia północnopolskie

Na obszarze arkuszy Sępopol i Lipica występują dwa poziomy glin zwałowych zlodowaceń północnopolskich. Razem z osadami im towarzyszącymi zostały zaliczone do zlodowacenia Wisły, stadiałów środkowego i górnego.

Zlodowacenie Wisły

Kompleks osadów zlodowacenia Wisły tworzy na obszarze arkuszy Sępopol i Lipica ciągłą pokrywę. Kompleks ten został przewiercony we wszystkich otworach kartograficznych. Spąg utworów zlodowacenia Wisły zalega najniżej w Łoskajmach (otw. 11) na wysokości 1,2 m n.p.m., a ich miąższość wynosi tu 51,5 m. Najwyżej osady najmłodszego zlodowacenia występują w Studzieńcu (otw. 55) na wysokości 33,7 m n.p.m., a ich miąższość wynosi 17,3 m. Do utworów zlodowacenia Wisły zaliczono gliny zwałowe, osady wodnolodowcowe i zastoiskowe oraz osady form występujących na powierzchni terenu.

Stadiał środkowy

Piaski i mułki zastoiskowe występują w południowo-zachodniej części obszaru arkusza Sępopol. Przewiercono je tylko w jednym otworze kartograficznym 55 (Studzieniec) (przekrój geologiczny A–B – mapa). Stwierdzono tam wapniste, szare piaski drobnoziarniste z wkładkami mułków, ze strukturami pogrązowymi, o miąższości 3,0 m. Ich maksymalne miąższości, wynikające z badań geoelektrycznych (Pacanowski, 2008), mogą miejscami przekraczać 15,0 m. Omawiane osady zastoiskowe zostały przewiercone również w otworach hydrogeologicznych (m.in. otw.: 24, 37 i 54) oraz nawiercone w sondach mechanicznych (punkty dok.: 19, 20, 23, 28, 29 i 30). Na obszarze arkusza Lipica, rozpoznana w otworze hydrogeologicznym 1 miąższość osadów zastoiskowych tego stadiału wynosi 8,0 m.

Gliny zwałowe stadiału środkowego stwierdzono we wszystkich otworach kartograficznych i licznych otworach hydrogeologicznych (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). W otworze 11 (Łoskajmy) szare, wapniste i ilaste gliny mają miąższość 28,5 m. W otworze 2 (Bardo) szare, wapniste, piaszczysto-ilaste w części spagowej i ilaste w części stropowej gliny zwałowe mają miąższość 15,3 m. W otworze 55 (Studzieniec) szare, wapniste i piaszczysto-ilaste gliny, łącznie z brukiem żwirowym w części stropowej, mają miąższość 11,0 m. W otworze 30 (Prosna) szare, wapniste i ilaste gliny zwałowe mają miąższość jedynie 3,7 m. Uśrednione wartości współczynników petrograficznych tych glin (O/K–K/W–A/B) wynoszą: 2,48–0,38–2,27 (otw. 11), 2,01–0,55–1,54 (otw. 2), 3,28–0,32–2,80 (otw. 55) i 1,80–0,53–1,82 (otw. 30) (Marcinkowski, Wyszomierski, 2009). W glinach zwałowych stadiału środkowego zlodowacenia Wisły na obszarze arkusza Sępól wśród żwirów skał północnych wapnienie dominują nad skałami krystalicznymi, a zawartość żwirów skał lokalnych rzadko przekracza 10%. Tylko w Bardzie gliny tego wieku są wzbogacone żwirami skał lokalnych (głównie wapieni górnokredowych) do 37,3%. W Łoskajmach i Studzieniu stropowe partie badanych glin są zwiertzałe, na co wskazuje podwyższona zawartość żwirów skał krystalicznych. Na obszarze arkusza Lipica miąższość glin zwałowych tego stadiału dochodzi do około 19 m.

Iły, mułki i piaski zastoiskowe wypełniają lokalne zagłębienia w starszych glinach zwałowych zlodowacenia Wisły. Ich zasięg został wyinterpretowany na podstawie wyników badań geoelektrycznych (Pacanowski, 2008). Osady te stwierdzono w profilach sond mechanicznych (punkty dok.: 4, 9 i 27) (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). Miąższość osadów zastoiskowych może miejscami przekraczać 10,0 m. W punkcie dokumentacyjnym 4 piaski drobnoziarniste z domieszką frakcji pyłowej, leżące między glinami zwałowymi zlodowacenia Wisły, mają miąższość 6,8 m.

Piaski i piaski ze żwirami wodnolodowcowe przewiercono w trzech otworach kartograficznych: 2 (Bardo), 11 (Łoskajmy) i 30 (Prosna) (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). Są to głównie piaski dronoziarniste, miejscami z domieszką żwirów, o miąższości od 1,0 m w Bardzie do 3,0 m w Łoskajmach. Osady wodnolodowcowe tego wieku nawiercono również sondami mechanicznymi (punkty dok.: 1, 2, 5, 6, 7, 15, 21, 22, 26, 28, 29 i 33). W punktach dokumentacyjnych 21 i 28 piaski ze żwirami mają miąższości odpowiednio 10,6 i 9,8 m.

W północno-zachodniej części obszaru arkusza Sępól, koło miejscowości Długa, osady piaszczyste tego wieku odsłaniają się w piaskowni pod glinami zwałowymi o miąższości około 2,5 m. Są to piaski drobnoziarniste o warstwowaniu równoległym, z przewarstwieniami piasków bardzo drobnoziarnistych i pyłowatych o warstwowaniu riplemarkowym oraz z pojedynczymi warstwami piaszczysto-żwirowymi. Osady te są przeważnie zaburzone glacitektonicznie. Widoczne są w nich fałdy i liczne uskoki odwrócone świadczące o działaniu nacisku lądolodu z zachodu i północnego zachodu. Miejscami osady te są niezaburzone, a upad lamin w warstwowaniu rynnowym wskazuje na

transport ziaren z zachodu na wschód. Miejscami w dolnej części odsłonięcia występują zastoiskowe piaski pyłowate. Z osadów drobnopiaszczystych pobrano próbki z głębokości 6,5, 8,5 i 11,0 m do badań wieku metodą optoluminescencyjną (OSL). Wyniki tych badań są następujące: 59,2, 57,9 i 66,3 tys. lat BP i wskazują na schyłek stadiału środkowego (Świecia) zlodowacenia Wisły. W dnie odsłonięcia zostało wykonane sondowanie mechaniczne do głębokości 20,3 m (punkt dok. 6), stwierdzające piaski drobno-, średnio- i gruboziarniste; nie zostały one przewiercone.

Stadiał górny

Gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia Wisły tworzą najważniejszy poziom budujący główne połacie wysoczyzny polodowcowej. Gliny zwałowe, budujące płaską wysoczyznę morenową głównie w północnej i południowej części obszaru arkusza Sępapol i na obszarze arkusza Lipica, są przeważnie silnie ilaste w części północnej i piaszczysto-ilaste w części południowej. Ich stropowe partie powstawały w wyniku procesów ablacji i sublimacji. Gliny te zostały przewiercone we wszystkich otworach kartograficznych (przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). W otworze 11 (Łoskajmy) są to wapniste, piaszczysto-ilaste gliny o barwie szaro-brązowej, na głębokości 8,0 m zmieniające barwę na szarą, o miąższości 16,0 m. W otworze 2 (Bardo) wapniste, piaszczysto-ilaste gliny o barwie czerwono-brązowej do głębokości 6,0 m, niżej szarej, mają miąższość 8,6 m. W otworze 30 (Prosna) stwierdzono wapniste, silnie ilaste i brązowe w części stropowej do głębokości 2,1 m, niżej piaszczysto-ilaste i szare gliny o miąższości 7,6 m. Podobnie w otworze 55 (Studzieniec) nawiercono wapniste, silnie ilaste i brązowe do głębokości 1,7 m, niżej piaszczysto-ilaste i szare gliny o miąższości jedynie 3,7 m. Uśrednione wartości współczynników petrograficznych tych glin (O/K–K/W–A/B) wynoszą: 2,16–0,49–1,91 (otw. 11), 2,04–0,52–1,75 (otw. 2), 2,64–0,40–2,26 (otw. 30) i 1,92–0,54–1,77 (otw. 55) (Marcinkowski, Wyszomierski, 2009). W glinach stadiału górnego zlodowacenia Wisły na obszarze arkusza Sępapol wśród żwirów skał północnych wapienie dominują nad skałami krystalicznymi, a zawartość żwirów skał lokalnych waha się w szerokich granicach od 6,9 do 36,2%. W Łoskajmach w najmłodszych glinach występują porwaki glin zlodowacenia Warty, a w Studzieniu stropowa partia glin jest zwietrzała. W piaskowni koło miejscowości Długa, najmłodsze gliny zwałowe mają miąższość około 2,5 m. Leżą one na piaskach wodnolodowcowych stadiału środkowego tego zlodowacenia. Są to gliny brązowe, piaszczyste, w środkowej części czerwono-brązowe, bardziej ilaste. W spągowej części, w glinach z odłożenia (*lodgement till*), na kontakcie z osadami piaszczystymi, spotyka się głązy ze spłaszczoną, wygładzoną i porysowaną górną powierzchnią o średnicy do ponad 0,5 m. Wyżej występują gliny wytopnieniowe (*melt-out till*). Gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia Wisły przewiercono w licznych otworach hydrogeologicznych i sondach mechanicznych (punkty dok.: 1, 2, 4–9, 11, 13, 14, 15, 18–24, 26 i 28–33). Stwierdzona w sondach mechanicznych

miąższość najmłodszych glin wynosi od 6,0 m w punkcie 21 do 13,1 m w punkcie 30. Na obszarze arkusza Lipica miąższość najmłodszych glin zwałowych dochodzi prawdopodobnie do około 19 m.

Piaski, żwiry i gliny zwałowe w spływach akumulacji szczelinowej występują tylko w dwóch wysokich formach w północnej części obszaru arkusza Sępopol. Mniejsza z nich występuje na wschodnim brzegu Łyny, większa i wyższa – w północno-wschodniej części obszaru arkusza. Osady ją budujące były dostępne do obserwacji geologicznej jedynie w sondowaniu mechanicznym – punkcie dokumentacyjnym 10. Do głębokości 16,0 m występują tu beżowe piaski drobno- i bardzo drobnoziarniste. Leżą one na osadach żwirowo-piaszczystych, które nie zostały przewiercone do głębokości 20,0 m.

Iły, mułki i piaski oraz gliny zwałowe w spływach kemów występują lokalnie. Na obszarze arkusza Lipica budują dwa pagórki w środkowej części, a na obszarze arkusza Sępopol pięć pagórków w części północno-wschodniej. W Melejdach (ark. Lipica) odsłaniają się beżowe piaski drobno- i średnioziarniste o warstwowaniu przekątnym, przechodzące w środkowej części odsłonięcia w piaski średnio- i gruboziarniste, z drobnookruchowymi żwirami (pojedyncze ziarna o średnicy do 5 cm). Dostępne do obserwacji osady piaszczyste i piaszczysto-żwirowe mają miąższość około 8 m. W Marutach (ark. Sępopol) jasnobieżowe piaski bardzo drobnoziarniste, z przewarstwieniami beżowych piasków pyłowych, charakteryzują się warstwowaniem riplemarkowym, rzadziej falistym. Na piaskach tych leżą rdzawo-beżowe piaski zapyłone o miąższości około 1 m, reprezentujące sedymentację o charakterze spływowym. Osady piaszczyste przykrywają silnie piaszczyste gliny spływowe o miąższości do 1,0 m. W wykonanym tu sondowaniu mechanicznym (punkt dok. 16) osady piaszczyste mają miąższość ponad 12,0 m. W Drogoszach (na granicy arkusza Sępopol z arkuszem Barciany) w sondowaniu mechanicznym (punkt dok. 27) o głębokości 9,5 m, w piaskach drobnoziarnistych z domieszką frakcji pyłowej i mułkach przewiercono warstwę mułkowatych glin spływowych o miąższości 2,5 m.

Gliny zwałowe w spływach kemów budują tylko dwie formy. Jedną z nich jest pagórek w Skandawie, we wschodniej części obszaru arkusza Sępopol. W sondowaniu mechanicznym (punkt dok. 18) o głębokości 14,0 m, pod silnie ilastymi glinami spływowymi z cienkimi przewarstwieniami piasków i mułków, o miąższości 3,0 m, występują piaski drobno- i średnioziarniste o miąższości 5,0 m, niżej leżą żwiry zapiaszczone o miąższości 5,0 m, zalegające na szarych, piaszczysto-ilastych glinach zwałowych. Drugi z pagórków, zbudowany z glin spływowych o miąższości ponad 2,0 m, znajduje się na granicy arkuszy Sępopol i Lipica.

Mułki i iły zastoiszkowe występują lokalnie na obszarze arkusza Sępopol. W jego środkowej części zajmują dużą powierzchnię i prawdopodobnie leżą pod osadami jeziornymi. Osady zastoiszkowe są na ogół przykryte osadami wodnomorenowymi (przekroje geologiczne: A–B – mapa,

C–D – tabl. III, m.in. punkty dok. 11–14 i 19). Osady zastoiskowe przewiercono tylko w jednym otworze kartograficznym 30 (Prosna), gdzie ich miąższość wynosi 0,9 m; leżą pod piaskami wodnomorenowymi z domieszką frakcji pyłowej o miąższości 4,5 m. Lokalnie osady zastoiskowe są też przykryte piaskami i glinami deluwialnymi (np. punkt dok. 34, przekrój geologiczny C–D – tabl. III). Osady zastoiskowe mogą osiągać miąższość 13,3 m (punkt dok. 3, przekrój geologiczny A–B – mapa). W punkcie dokumentacyjnym 3 (sonda mechaniczna) zastoiskowe jasnoszare mułki i piaski pyłowate leżą poniżej mułków jeziornych z humusem o miąższości 4,2 m.

P i a s k i, ż w i r y i g l i n y w o d n o m o r e n o w e to utwory powstałe w wyniku akumulacji osadów krótkiego, niezorganizowanego transportu wodnego i osadów jeziorów błotnych. Są to najczęściej piaski drobnoziarniste z domieszką frakcji pyłowej, miejscami średnioziarniste, rzadko z domieszką drobno-okruchowych żwirów, dość często z przewarstwieniami piasków gliniastych i glin spływowych. Na obszarze arkusza Sępopol powszechnie przykrywają one najmłodsze osady zastoiskowe (np. punkty dok. 11–14 i 19, przekroje geologiczne: A–B – mapa, C–D – tabl. III). Stwierdzone w sondzie mechanicznej (punkt dok. 13) osady wodnomorenowe osiągają miąższość 7,5 m, ale przeważnie miąższość tych osadów jest znacznie mniejsza i rzadko przekracza 3,0 m. Gliniaste piaski wodnomorenowe przewiercono w dwóch otworach kartograficznych: 30 (Prosna) (miąższość 4,5 m) i 55 (Studzieniec) (miąższość 3,0 m).

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Osady zaliczone do czwartorzędu nierozdzielonego powstawały powszechnie u schyłku plejstocenu, w czasie braku pokrycia terenu roślinnością oraz w holocenie – w wyniku odlesienia obszaru na skutek działalności człowieka.

P i a s k i i g l i n y d e l u w i a l n e, powstałe w wyniku spłukiwania osadów przez wody opadowe, mają miąższość do kilku metrów. Lokalnie przykrywają gliny zwałowe, jak również osady zastoiskowe i wodnomorenowe oraz holocenijskie osady jeziorne, rzeczne i torfy.

c. Holocen

Do holocenu zaliczono osady jeziorne i rzeczne, osady zagłębień bezodpływowych i okresowo przepływowych oraz gytie i torfy.

M u ł k i, p i a s k i i ż w i r y j e z i o r n e występują dość powszechnie na obszarze arkuszy Sępopol i Lipica. W odróżnieniu od osadów zastoiskowych zawierają szczątki roślinne i smugi humusu. Dość często są przykryte osadami deluwialnymi i namułami. Miąższość osadów jeziornych w dolinie Gubra może dochodzić do 10,0 m. W sondowaniu mechanicznym (punkt dok. 34) mułki ilaste jeziorne z pojedynczymi fragmentami roślin, o miąższości ponad 3,9 m, przykrywają ilaste gliny deluwialne o miąższości 7,6 m (przekrój geologiczny C–D – tabl. III). Stwierdzone w punkcie dokumentacyjnym

17 szare jeziorne mułki piaszczyste i ilaste ze szczątkami roślin, o miąższości ponad 4,0 m, są przykryte szarobrazowymi namułami gliniasto-mułkowymi o miąższości 2,0 m.

Piaski oraz iły i mułki z domieszką piasków (mady) rzeczne również zawierają domieszkę szczątków roślinnych. Są związane z dolinami większych rzek takich jak Łyna, Gubra i Sajna oraz mniejszych cieków – Bajdyckiej Młynówki i Liwny. Szerokość dolin rzecznych wynosi od 100 m do ponad 1 km. W wykonanym sondowaniu mechanicznym (punkt dok. 25) w dolinie Sajny stwierdzono jasnoszare piaski drobnoziarniste z licznymi przewarstwieniami brązowych mad. W spągowej części są to piaski różnoziarniste z domieszką drobnookruchowych żwirów. Łączna miąższość osadów rzecznych wynosi tu 14,2 m, a poniżej, do głębokości 17,5 m, zalegają gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia Wisły (przekrój geologiczny C–D – [tabl. III](#)).

Piaski humusowe i namuły zagłębień bezodpływowych i okresowo przepływowych wypełniają większe i mniejsze zagłębienia po bryłach martwego lodu. Bardzo często leżą na osadach jeziornych. W punkcie dokumentacyjnym 17 szarobrazowe namuły gliniasto-mułkowe osiągają miąższość 2,0 m i leżą na piaszczystych i ilastych mułkach jeziornych.

Gytie, głównie węglanowe, podrzędnie drobnodetrytusowe, wypełniają pojedyncze zagłębienia jeziorne i powszechnie występują pod torfami w północnej części obszaru arkusza Sępopol. Lokalnie leżą na osadach jeziornych i rzecznych.

Torfy tworzyły się w całym holocenie i powstają do dzisiaj, tam gdzie pozwalają na to zachowane w miarę naturalne warunki wodne. Występują zarówno na rozległych obszarach torfowisk, jak i w małych zagłębieniach bezodpływowych. Są to głównie torfy niskie. Ich miąższość dochodzi do kilku metrów.

B. TEKTONIKA I RZEŻBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Z obszaru arkuszy Lipica i Sępopol brak jest szczegółowych danych o tektonicznych deformacjach podłoża osadów czwartorzędowych. Badania geoelektryczne (Pacanowski, 2008) i wykonane otwory kartograficzne dowiodły, że powierzchnia utworów paleogeńskich i neogeńskich jest dość urozmaicona. Zbudowana jest ona z utworów paleoceńskich, eoceńskich, oligoceńskich i mioceńskich (Słodkowska, 2009). W środkowej i południowej części badanego obszaru strop utworów podczwartorzędowych wznosi się na wysokość powyżej 110 m p.p.m., lokalnie osiąga wysokość nawet powyżej 10 m p.p.m. ([tabl. II](#)). Północna granica tego wysoko wzniesionego obszaru pokrywa się z północną granicą anortozytowej intruzji kętrzyńskiej (Kubicki, Ryka, 1982), w której skały proterozoiczne leżą na głębokości około 1800 m. Obszar ten przecina forma dolinna (rynna subglacialna?) o przebiegu północny zachód–południowy wschód z wysokimi krawędziami dochodzącymi do 70 m. Południowo-zachodnia krawędź tej formy utworzyła się w strefie uskoku o podobnym przebiegu.

Obecność dwóch pozostałych uskokuw o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego została wyinterpretowana na podstawie opracowania Granicznego i innych (1995).

W rdzeniach otworów kartograficznych i w formach geomorfologicznych nie napotkano struktur świadczących o zaburzeniach glacitektonicznych.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Schemat rozwoju budowy geologicznej został przedstawiony w tabeli 2.

W paleocenie, pod koniec którego nastąpiła regresja morska, na obszarze objętym arkuszami Lipica i Sępól, w morzu epikontynentalnym osadzały się mułki i mułowce oraz piaski kwarcowo-glaukonitowe. Po górnioeocenijskiej transgresji morskiej osadziły się piaski i żwiry z glaukonitem oraz ily. W oligocenie dolnym morze epikontynentalne, w którym dalej były akumulowane piaski kwarcowo-glaukonitowe, powoli wycofywało się. Zaczął się okres sedymentacji lagunowej, który jeszcze w oligocenie dolnym zaznaczył się sedymentacją piasków kwarcowych z substancją brunatnowęglową, miejscami z cienkimi pokładami torfów, które powoli przekształcały się w węgiel brunatny. W miocenie trwała sedymentacja lądowa. Były akumulowane piaski kwarcowe z substancją brunatnowęglową i wkładkami węgla brunatnego. Pod koniec neogenu utworzyły się dwa systemy uskokuw, będące echem orogenezy alpejskiej: wcześniejszy – główny, o kierunku zgodnym z osią wału kujawsko-pomorskiego, i późniejszy – o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego.

W plejstocenie, przed czołem nasuwającego się lądolodu stadiału dolnego zlodowacenia Narwi były akumulowane osady jeziorno-lodowcowe o dużej miąższości, składające się z wymieszanych utworów paleogeńsko-neogeńskich i osadów plejstocenijskich. Lądolody obu stadiałów tego zlodowacenia powodowały silną egzarację powierzchni zbudowanej z osadów jeziorno-lodowcowych, miejscami aż do całkowitego ich usunięcia i złożyły gliny, które zachowały się tylko w obniżeniach morfologicznych terenu. Lokalnie tworzyły się zastoiska i formowały przepływy wód lodowcowych.

Interglacjał augustowski to prawdopodobnie czas silnej denudacji analizowanego obszaru.

W stadiał dolnym zlodowacenia Nidy, po okresie sedymentacji lodowcowej, w końcowej części tego stadiału miała miejsce sedymentacja zastoiskowa. Osady stadiału górnego tego zlodowacenia i osady zlodowacenia Sanu 1 nie zachowały się na analizowanym obszarze, co prawdopodobnie było związane z silną denudacją w czasie interglacjału ferdynandowskiego.

W stadiał dolnym zlodowacenia Sanu 2 zostały osadzone gliny zwałowe, a w czasie deglacjał osady wodnolodowcowe i zastoiskowe. W stadiał górnym tego zlodowacenia cykl sedymentacyjny osadów przebiegał podobnie jak w stadiał dolnym.

W interglacjał mazowieckim miała miejsce lokalna sedymentacja osadów jeziornych z detrytusem roślinnym.

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Tabela 2

Stratygrafia				Utwory (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	H o l o c e n		Torfy — ${}_t Q_h$	Akumulacja bagienna		
				Gytie — ${}_{gy} Q_h$	Akumulacja jeziorna		
				Piaski humusowe i namuły zagłębień bezodpływowych i okresowo przepływowych — ${}_{ph} Q_h$	Wypełniane osadami dolin i zagłębień bezodpływowych, akumulacja mineralno-organiczna		
				Piaski oraz ily i mułki z domieszką piasków (mady) rzeczne — ${}^f_p Q_h$	Erozja i akumulacja rzeczna		
				Mułki, piaski i żwiry jeziorne — ${}^{li}_{mpz} Q_h$	Akumulacja jeziorna		
				Piaski i gliny deluwialne — ${}^d_{pg} Q$	Zmywanie osadów ze zboczy i ich akumulacja u podnóża krawędzi lub w obniżeniach		
		d z e r t o c e n	Złodowacenia północnopolskie	Złodowacenie Wisły	Stadiał górny	Piaski, żwiry i gliny wodnomorenowe — ${}^{fgg}_{pzg} Q_{p^4}^{B3}$	Wytapianie osadów z brył martwego lodu i krótki transport wodny lub błotny
						Mułki i ily zastoiskowe — ${}^b_{mi} Q_{p^4}^{B3}$	Akumulacja w zbiornikach zastoiskowych (recesyjnych) w warunkach peryglacialnych
						Gliny zwałowe w spływach kemów — ${}^{\textcircled{K}}_{gzw} Q_{p^4}^{B3}$	Spływy błotne do przetain i rozpadlin lodowych
						Iły, mułki i piaski oraz gliny zwałowe w spływach kemów — ${}^{\textcircled{K}}_{imp} Q_{p^4}^{B3}$	Akumulacja w przetainach i rozpadlinach lodowych, spływy błotne do przetain i rozpadlin lodowych
					Piaski, żwiry i gliny zwałowe w spływach akumulacji szczelinowej — ${}^{\textcircled{gs}}_{pż} Q_{p^4}^{B3}$	Akumulacja w szczelinach lodowych, spływy błotne do szczelin. Recesja łądolodu	
					Gliny zwałowe — ${}^g_{gzw} Q_{p^4}^{B3}$	Akumulacja lodowcowa osadów zwałowych pod stopą łądolodu. Egzaracja lodowcowa Transgresja łądolodu	
Stadiał środkowy	Piaski i piaski ze żwirami wodnolodowcowe — ${}^{fg}_{ppz} Q_{p^4}^{B2}$				Erozja i akumulacja wodnolodowcowa przed czołem topniejącego łądolodu		
	Iły, mułki i piaski zastoiskowe — ${}^b_{imp} Q_{p^4}^{B2}$				Akumulacja w zbiornikach zastoiskowych (recesyjnych) w warunkach peryglacialnych Recesja łądolodu		
		Gliny zwałowe — ${}^g_{gzw} Q_{p^4}^{B2}$	Akumulacja lodowcowa, egzaracja lodowcowa				
		Piaski i mułki zastoiskowe — ${}^b_{pm} Q_{p^4}^{B2}$	Akumulacja w zbiornikach zastoiskowych (transgresyjnych) w warunkach peryglacialnych Transgresja łądolodu				
	Interglacialneński		Piaski i mułki z detrytusem roślinnym rzeczne — ${}^f_{pm} Q_{p^{3-4}}^E$	Erozja i akumulacja rzeczna			
	Złodowacenia środkowopolskie	Złodowacenie Warty	Stadiał środkowy	Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) — ${}^{fg}_{pż2} Q_{p^3}^{W2}$	Erozja i akumulacja wodnolodowcowa przed czołem topniejącego łądolodu		
Iły i mułki zastoiskowe — ${}^b_{mp} Q_{p^3}^{W2}$				Akumulacja w zbiornikach zastoiskowych (recesyjnych) w warunkach peryglacialnych			
Gliny zwałowe — ${}^g_{gzw} Q_{p^3}^{W2}$				Recesja łądolodu Akumulacja lodowcowa Egzaracja lodowcowa			
Mułki i piaski zastoiskowe — ${}^b_{pm} Q_{p^3}^{W2}$				Akumulacja w zbiornikach zastoiskowych (transgresyjnych) w warunkach peryglacialnych			
			Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) — ${}^{fg}_{pż1} Q_{p^3}^{W2}$	Erozja i akumulacja wodnolodowcowa przed czołem nasuwającego się łądolodu Transgresja łądolodu			
		Interstadiał	Mułki i piaski z detrytusem roślinnym jeziorne — ${}^{li}_{mp} Q_{p^3}^{W1-2}$	Akumulacja jeziorna Ostateczne wytapianie brył martwego lodu			
		Stadiał dolny	Gliny zwałowe — ${}^g_{gzw} Q_{p^3}^{W1}$	Recesja łądolodu Akumulacja lodowcowa Egzaracja lodowcowa Transgresja łądolodu.			

Neogen	Mio- cen	C z z w a r t o r z ę d	P i e j s t o c e n	Zlodowacenia srodkowopolskie	Zlodowacenie Odry	Stadial górny	Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg Q_{p^3}^{O3}$ Gliny zwałowe — $ggw Q_{p^3}^{O3}$	Erozja i akumulacja wodnolodowcowa przed czołem topniejącego łądolodu Recesja łądolodu Akumulacja lodowcowa Egzaracja lodowcowa Transgresja łądolodu	
						Stadial dolny	Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg Q_{p^3}^{O1}$ Gliny zwałowe — $ggw Q_{p^3}^{O1}$	Erozja i akumulacja wodnolodowcowa przed czołem topniejącego łądolodu Recesja łądolodu Akumulacja lodowcowa Egzaracja lodowcowa Transgresja łądolodu	
					Interglacjał wielki	Zlodowacenie Liwca	Mułki i piaski zastoiskowe — $b_{mp} Q_{p^{2-3}}^C$ Gliny zwałowe — $ggw Q_{p^{2-3}}^C$	Akumulacja w zbiornikach zastoiskowych (recesyjnych) w warunkach peryglacialnych Recesja łądolodu Transgresja łądolodu, egzaracja, akumulacja lodowcowa	
						Interglacjał mazowiecki	Mułki i piaski z detrytusem roślinnym jeziorne — $li_{pm} Q_{p^{2-3}}^M$	Ostateczne wytopianie brył martwego lodu, akumulacja jeziorna	
					Zlodowacenia południowopolskie	Zlodowacenie Sanu 2	Stadial górny	Mułki i piaski zastoiskowe — $b_{mp} Q_{p^2}^{G3}$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg Q_{p^2}^{G3}$ Gliny zwałowe — $ggw Q_{p^2}^{G3}$	Akumulacja w zbiornikach zastoiskowych (recesyjnych) w warunkach peryglacialnych Erozja i akumulacja wodnolodowcowa przed czołem topniejącego łądolodu Recesja łądolodu Transgresja łądolodu, egzaracja, akumulacja lodowcowa
							Stadial dolny	Iły, mułki i piaski zastoiskowe — $b_{imp} Q_{p^2}^{G1}$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg Q_{p^2}^{G1}$ Gliny zwałowe — $ggw Q_{p^2}^{G1}$	Akumulacja w zbiornikach zastoiskowych (recesyjnych) w warunkach peryglacialnych Erozja i akumulacja wodnolodowcowa przed czołem topniejącego łądolodu Recesja łądolodu Transgresja łądolodu, egzaracja, akumulacja lodowcowa
						Zlodowacenie Nidy	Stadial dolny	Iły, mułki i piaski zastoiskowe — $b_{imp} Q_{p^2}^{N1}$ Gliny zwałowe — $ggw Q_{p^2}^{N1}$	Akumulacja w zbiornikach zastoiskowych (recesyjnych) w warunkach peryglacialnych Transgresja łądolodu, egzaracja, akumulacja lodowcowa
					Interglacjał augustowski			Denudacja	
					Zlodowacenia najstarsze	Zlodowacenie Narwi	Stadial górny	Iły, mułki i piaski zastoiskowe — $b_{imp} Q_{p^1}^{A3}$ Gliny zwałowe — $ggw Q_{p^1}^{A3}$	Akumulacja w zbiornikach zastoiskowych (recesyjnych) w warunkach peryglacialnych Recesja łądolodu Transgresja łądolodu, egzaracja, akumulacja lodowcowa
							Stadial dolny	Mułki i iły zastoiskowe — $b_{mi} Q_{p^1}^{A1}$ Piaski wodnolodowcowe — $fg Q_{p^1}^{A1}$ Gliny zwałowe — $ggw Q_{p^1}^{A1}$ Piaski i mułki z domieszką substancji brunatnowęglowej i glaukonitu jeziorno-lodowcowe — $li-g_{pm} Q_{p^1}^{A1}$	Akumulacja w zbiornikach zastoiskowych (recesyjnych) w warunkach peryglacialnych Recesja łądolodu Erozja i akumulacja wodnolodowcowa przed czołem topniejącego łądolodu Recesja łądolodu Nasunięcie łądolodu, egzaracja, akumulacja lodowcowa Akumulacja w rozległym zbiorniku jeziornym w warunkach peryglacialnych Powolna transgresja łądolodu
			Piaski kwarcowe z substancją brunatnowęglową i wkładkami węgla brunatnego — p^M	Akumulacja w zbiorniku śródlądowym i akumulacja rzeczna					

Paleogen	Oligocen			Piaski kwarcowo-glaukonitowe, miejscami piaski kwarcowe z wkładkami węgla brunatnego — O_l _p	Ostateczna regresja morza Akumulacja morska w płytszych częściach morza epikontynentalnego i akumulacja w lagunach Powolna regresja morza
	Eocen			Piaski i żwiry z glaukonitem oraz ility — E _{pż}	Akumulacja morska w płytszych częściach morza epikontynentalnego Transgresja morza
	Paleocen			Mułki i mułowce, miejscami piaski kwarcowo-glaukonitowe — P_c _{mmc}	Regresja morza Akumulacja morska w głębszych częściach morza epikontynentalnego

W czasie zlodowacenia Liwca lądolód złożył gliny zwałowe, a podczas deglacjacji utworzyły się rozległe zastoiska.

Transgredujące z północy kolejne lądolody – stadiałów dolnego i górnego zlodowacenia Odry – egzarowały swoje podłoże i złożyły dwa poziomy glin zwałowych. W czasie deglacjacji w korytach wód roztopowych miała miejsce sedimentacja osadów mineralnych.

Lądolód stadiału dolnego zlodowacenia Warty pozostawił po sobie tylko gliny zwałowe. W interstadiale osadziły się lokalnie osady jeziorne z detrytusem roślinnym. Przed czołem nasuwającego się lądolodu stadiału środkowego tego zlodowacenia, płynące od jego czoła wody roztopowe miejscami silnie erodowały swoje podłoże i w korytach akumulowały osady okruchowe. Tuż przed czołem lądolodu utworzyły się zastoiska. Lądolód stadiału środkowego zlodowacenia Warty pozostawił po sobie gliny zwałowe, a w czasie deglacjacji ponownie miała miejsce sedimentacja zastoiskowa i wodnolodowcowa.

W interglacjale eemskim w lokalnych rzekach miała miejsce akumulacja osadów rzecznych z detrytusem roślinnym.

Lądolód zlodowacenia Wisły również dwukrotnie nasunął się na obszar arkuszy Lipica i Sępopol. Przed transgredującym lądolodem stadiału środkowego (stadiał Świecia wg wcześniejszych podziałów stratygraficznych) były lokalnie osadzone utwory zastoiskowe. Lądolód ten powodował silną egzarację, szczególnie środkowej części obszaru arkusza Sępopol, gdzie w głębokim podłożu krystalicznym znajduje się północna część intruzji kętrzyńskiej. Było to spowodowane prawdopodobnie wydzwignięciem tej strefy w czasie interglacjalu emskiego, po wytopieniu się lodów lądolodu zlodowacenia Warty. Lądolód stadiału środkowego osadził gliny zwałowe, a następnie były akumulowane osady zastoiskowe i wodnolodowcowe. Osady wodnolodowcowe miejscami bezpośrednio podścielają gliny zwałowe najmłodszego stadiału. Lądolód stadiału górnego złożył gliny zwałowe na całym analizowanym obszarze.

W czasie deglacjacji, na obszarze nisko położonej morfologicznie Niziny Sępolskiej wody roztopowe nie mogły płynąć w kierunku południowym, gdyż tam wznosił się wysoko położony obszar

pojezierny. Na obszarze arkuszy Lipica i Sępapol odbywała się deglacjacja przez ablację i miejscami miał miejsce proces sublimacji mas lodowych. Większość frakcji mułkowo-ilastej pozostała w obrębie stagnującego lądolodu. Doprowadziło to do powstania silnie ilastych glin w górnej części poziomu glin zwałowych stadiału górnego zlodowacenia Wisły. W czasie bardziej zaawansowanej deglacjacji w lokalnie powstających szczelinach lodowych płynęły wody akumulując materiał przyszłych form szczelinowych. W tym czasie w nielicznych przetainach były składane osady przyszłych kemów. W końcowym etapie deglacjacji uformowały się rozległe zbiorniki zastoiskowe. Między bryłami martwego lodu miała miejsce sedymentacja osadów wodnomorenowych o małej miąższości. Przepływy wód roztopowych na małych odległościach były przerywane etapami spływów błota morenowego wytapianego z powierzchni topniejących brył lodowych. Krótkie przepływy nie pozwoliły na znaczną segregację frakcjonalną materiału okrucowego.

Na przełomie plejstocenu i holocenu, w czasie panowania chłodniejszych warunków klimatycznych, w dolinkach erozyjnych i u podnóża skarp były akumulowane osady deluwialne. Zbiorniki zastoiskowe przekształciły się w płytkie jeziora.

W holocenie zaczęły powstawać osady jeziorne i powoli formowała się sieć dolin rzecznych, odprowadzających wody generalnie w kierunku północnym. W zagłębieniach bezodpływowych i okresowo przepływowych były akumulowane piaski humusowe i namuły, w misach jeziornych tworzyły się gytie i torfy. Akumulacja jeziorna, rzeczna, deluwialna i bagienna trwa do dzisiaj.

IV. PODSUMOWANIE

Cztery otwory kartograficzne wykonane na obszarze arkusza Sępapol dotarły do utworów podłoża czwartorzędu. Na podstawie badań palinologicznych rozpoznano utwory paleocenu, eocenu, oligocenu i miocenu. Badania petrograficzne osadów pobranych z rdzeni wiertniczych umożliwiły rozpozniowanie glin zwałowych i zaliczenie ich do odpowiednich litotypów stratygraficznych. W wyniku badań stwierdzono, że na terenie arkusza występuje 12 poziomów glin zwałowych, należących do siedmiu zlodowaceń oraz rozdzielające je osady wodnolodowcowe i zastoiskowe, rzadziej jeziorno-lodowcowe, jeziorne i rzeczne. Współczynniki petrograficzne glin zwałowych i procentowa zawartość występujących w nich żwirów są zgodne z danymi otrzymanymi wcześniej dla odpowiednich glin z arkuszy Reszel, Bredynki i Mrągowo Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000. Są one charakterystyczne nie tylko dla Mazur, ale dla całej Polski północno-wschodniej i całego dorzecza Wisły (Lisicki, 2003).

Przedstawiono szczegółowy model tektonicznej budowy podłoża osadów czwartorzędowych.

Rozrózniono strefy najmłodszej deglacjacji arealnej i przez ablację oraz powiązano je z obszarami morfologicznymi terenu. Prześlędzono procesy, które doprowadziły do utworzenia silnie ilastych glin zwałowych.

Nierozwiązany problem na badanym obszarze pozostaje jednoznaczne przyporządkowanie osadów rzecznych do interglacjału eemskiego. Pozycja tych osadów wymaga udokumentowania palinologicznego.

Zakład Kartografii Geologicznej Struktur Płytkich
Państwowego Instytutu Geologicznego
Państwowego Instytutu Badawczego
w Warszawie

Warszawa, 2010 r.

LITERATURA

- A d a m i e c G . , 2009 — Sprawozdanie z wykonania pomiaru metodą luminescencyjną 3 próbek osadów z ark. Sępopol SMGP 1:50 000. Labor. Datow. Luminesc. Inst. Fiz. PŚl., Gliwice. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- C i u k E . , 1966 a — Mapa geologiczna trzeciorzędu lądowego w Polsce 1:500 000. Mapa ukształtowania stropu mioce-
nu. Inst. Geol., Warszawa.
- C i u k E . , 1966 b — Mapa geologiczna trzeciorzędu lądowego w Polsce 1:500 000. Mapa ukształtowania spągu mioce-
nu. Inst. Geol., Warszawa.
- C i u k E . , 1966 c — Mapa geologiczna trzeciorzędu lądowego w Polsce 1:500 000. Mapa miąższości miocenu. Inst.
Geol., Warszawa.
- D ą b r o w s k i A . , K a r a c z u n K . , 1956 — Morfologia podłoża prekambryjskiego w północno-wschodniej Polsce.
Prz. Geol., **4**, 8.
- G a w o r - B i e d o w a E . , 1966 — Osady górnej kredy północno-wschodniej Polski w świetle badań mikroskopowych.
Kwart. Geol., **10**, 3.
- G r a b o w s k a I . , 1971a — Orzeczenie na podstawie badań palinologicznych 17 próbek z wiercenia Wojkowo, ark.
Reszel (101) SMGP 1:50 000. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- G r a b o w s k a I . , 1971b — Badania stratygraficzno-palinologiczne na obszarze Polski. Palinologiczno-stratygraficzne
opracowanie osadów węglanowych z rejonu olsztyńskiego. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- G r a b o w s k a I . , 1972 — Wyniki analizy sporowo-pyłkowej osadów z wiercenia Beżławecki Dwór, ark. Reszel (101)
SMGP 1:50 000. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- G r a n i c z n y M . , D o k t ó r S . , K u c h a r s k i R . , 1995 — Sprawozdanie z opracowania mapy liniowych elemen-
tów strukturalnych Polski w skalach 1:200 000 i 1:500 000 na podstawie kompleksowej analizy komputerowej zdjęć
geofizycznych i teledetekcyjnych, ark. Kętrzyn 1:200 000. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- H a l i c k i B . , 1935 — O zasięgu zlodowacenia w Polsce północno-wschodniej. *Posiedz. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, 41.
- H a l i c k i B . , 1950 — Z zagadnień stratygrafii plejstocenu na Niżu Europejskim. *Acta Geol. Pol.*, **1**, 2.

- Halicki B., 1960 — Zagadnienie interstadiału mazurskiego. Zbiór prac i komunikatów treści geologicznej. Muzeum Ziemi Inst. Geol, Warszawa.
- Harbort E., 1913 — Über fossilführende jungglaziale Ablagerungen von interstadialen. Charakter im Diluvium des Baltischen Höhenrückens in Ostpreussen. *Jb. Preuss. Geol. Landesanst.*, 31.
- Hess von Wichdorff H., 1916 — Das Masurische Interstadial. *Jb. Preuss. Geol. Landesanst.*, 35.
- Jaskowiak M., 1969 — Synekliza perybałtycka, 1. Kreda górna (łącznie z albem górnym i paleocenem dolnym). *Pr. Geostr. Inst. Geol.*, Warszawa.
- Jaskowiak-Schoeneichowa M., Krassowska A., 1988 — Paleomiąższości, litofacje i paleotektonika epikontynentalnej kredy górnej w Polsce. *Kwart. Geol.*, **32**, 1.
- Jańczak J. (red.), 1999 — Atlas jezior Polski, **3**. Bogudzi Wyd. Nauk., Poznań.
- Karaczun K., Kubicki S., Ryka W., 1975 — Mapa geologiczna podłoża krystalicznego platformy wschodnioeuropejskiej w Polsce 1:500 000. Inst. Geol., Warszawa.
- Klautzsch A., 1901 — Bericht über Endmoränen und Tiefbohrungen im Grundmoränengebiet des Blattes Rastenburg (Ostpreussen). *Jb. Preuss. Geol. Landesanst.*, 21.
- Klebs R., 1892 — Geologische Karte von Preussen und Benachbarten Bundesstaaten 1:25 000, Blatt Dönhoffstädt. Preuss Geol. Landesanst., Berlin.
- Klebs R., 1897a — Geologische Karte von Preussen und Benachbarten Bundesstaaten 1:25 000, Blatt Lamgarden. Preuss Geol. Landesanst., Berlin.
- Klebs R., 1897b — Geologische Karte von Preussen und Benachbarten Bundesstaaten 1:25 000, Blatt Schippenbeil. Preuss Geol. Landesanst., Berlin.
- Kondracki J., 1948 — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Giżycko, wyd. A. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Kondracki J., 1952 — Uwagi o ewolucji morfologicznej Pojezierza Mazurskiego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 65.
- Kondracki J., 1957 — Pojezierze Mazurskie jako region naturalny. *Geogr. w szk.*, **10**, 5.
- Kondracki J., 1972a — Polska północno-wschodnia. PWN, Warszawa.
- Kondracki J., 1972b — Pojezierze Mazurskie. *W: Geomorfologia Polski. 2. Niż Polski*. PWN, Warszawa.
- Kondracki J., 1972c — Nizina Staropruska. *W: Geomorfologia Polski. 2. Niż Polski*. PWN, Warszawa.
- Kondracki J., 2009 — Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kondracki J., Pietkiewicz S., 1967 — Czwartorzęd północno-wschodniej Polski. *W: Czwartorzęd Polski*. PWN, Warszawa.
- Kondratiene O., Gudelis W., 1983 — Morskie osady plejstoceny na obszarze Pribałtyki. *Prz. Geol.*, **31**, 8–9.
- Krause P.G., Gross H., 1941 — Das Interglazial von Angerburg nebst Beberkungen über einige andere ostpreussische Interglaziale. *Jb. Reichsst. Bodenforsch.*, 60.
- Kubicki S., Ryka W., 1982 — Atlas geologiczny podłoża krystalicznego polskiej części platformy wschodnioeuropejskiej. Inst. Geol., Warszawa.
- Kubicki S., Ryka W., Znosko J., 1972 — Tektonika podłoża krystalicznego prekambryjskiej platformy w Polsce. *Kwart. Geol.*, **16**, 3.
- Lisicki S., 1996 — Stratygrafia plejstocenu centralnej części Pojezierza Mazurskiego. *W: Stratygrafia plejstocenu Polski. Mat. II Konf. „Stratygrafia Plejstocenu Polski”*, Grabanów, 18–20 września 1995 (red. L. Marks).

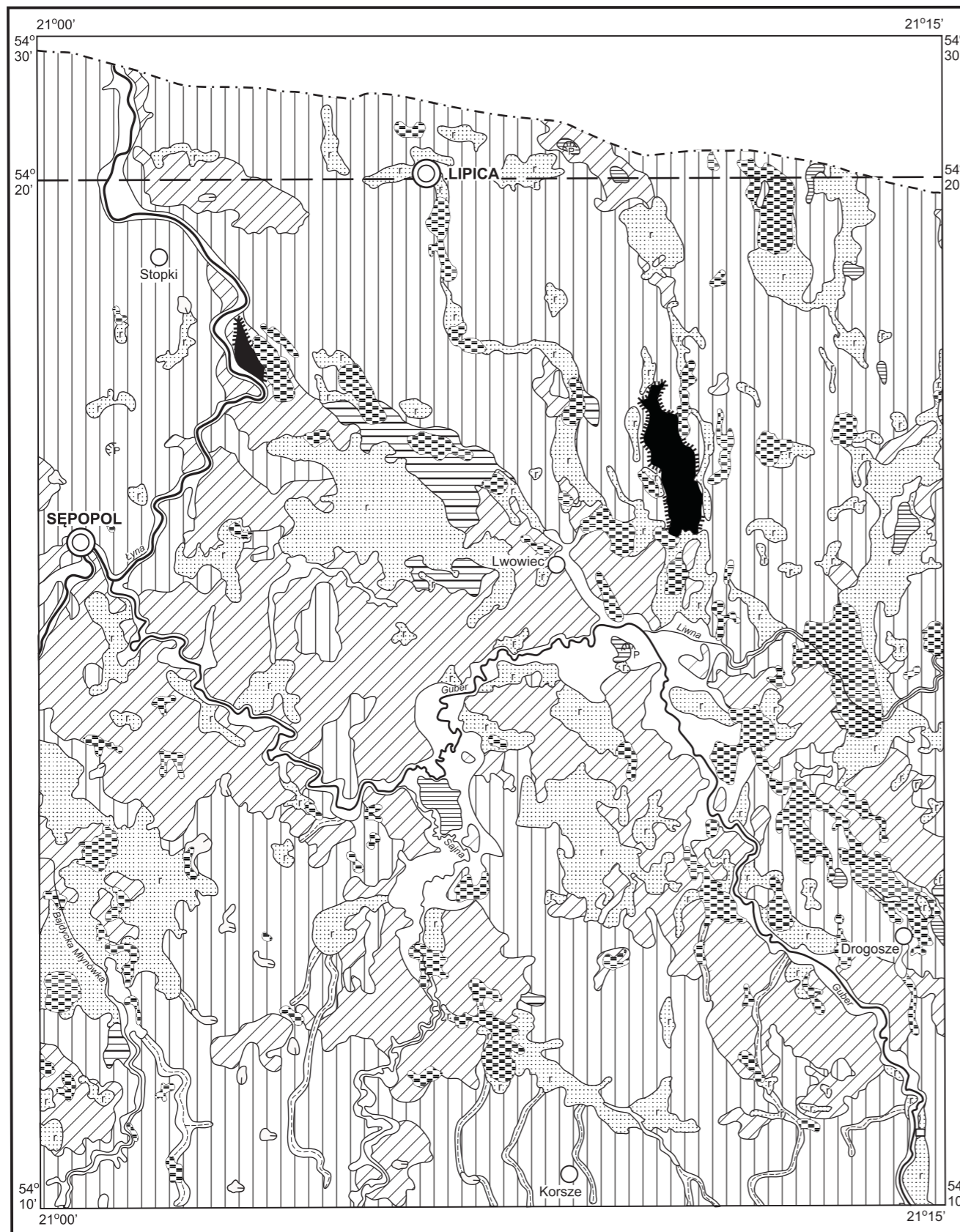
- Lisicki S., 1997 — Pleistocene of the Mrągowo Lakeland. *Geol. Quart.*, **41**, 3.
- Lisicki S., 1998 — Osady interglacjału mazowieckiego w centralnej części Pojezierza Mazurskiego. *Prz. Geol.*, **46**, 2.
- Lisicki S., 2003 — Litotypy i litostratygrafia glin lodowcowych plejstocenu dorzecza Wisły. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 177.
- Lisicki S., Rychel J., Nizicka D., 2006 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Reszel (101) (wraz z Objasńnieniami). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Łyczewska J., 1958 — Stratygrafia paleogenu i neogenu Polski północnej. *Kwart. Geol.*, **2**, 1.
- Marcinkowski B., Wyszomierski M., 2009 — Badania litologiczno-petrograficzne. SMGP 1:50 000, ark. Lipica (37) i Sępól (65). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mojski J.E., 1969 — Stratygrafia zlodowacenia północnopolskiego na obszarze Nizżu Polskiego i wyżyn środkowopolskich. *Biul. Inst. Geol.*, 220.
- Nowicki A.J., 1969 — Mapa geologiczna trzeciorzędu lądowego w Polsce 1:500 000. Mapa miąższości nadkładu miocenu. Inst. Geol., Warszawa.
- Pacanowski G., 2008 — Dokumentacja badań geoelektrycznych, ark. Lipica (37) i Sępól (65) SMGP 1:50 000. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, 1997 — Raport o stanie środowiska województwa olsztyńskiego w latach 1995–1996. Wojew. Inspekt. Ochr. Środ. w Olsztynie, Olsztyn.
- Piwocki M., Ziemińska-Tworzydło M., 1995 — Litostratygrafia i poziomy sporowo-pyłkowe neogenu na Nizżu Polskim. *Prz. Geol.*, **43**, 11.
- Pochocka-Szwarc K., Winter H., 2001 — Osady interglacjału mazowieckiego w Biedaszkach i Prynowie (Kraina Wielkich Jezior Mazurskich). *Prz. Geol.*, **49**, 2.
- Pożaryski W., 1974 — Budowa geologiczna Polski. 4. Tektonika 1. Wyd. Geol., Warszawa.
- Roszkó L., 1968 — Recesja ostatniego lądolodu z terenu Polski. *W: Ostatnie zlodowacenie skandynawskie w Polsce. Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN*, 74.
- Rühle E., 1955 — Przegląd wiadomości o podłożu czwartorzędu północno-wschodniej części Nizżu Polskiego. *Biul. Inst. Geol.*, 70.
- Rühle E., 1974 — Pokrywa kenozoiczna. *W: Skąły platformy prekambryjskiej w Polsce*, 2. Pokrywa osadowa (red. A. Łaszkiwicz). *Pr. Inst. Geol.*, 74.
- Ryka W., 1982 — Prekambryjska ewolucja platformy wschodnioeuropejskiej w Polsce. *Kwart. Geol.*, **26**, 2.
- Schröder H., 1888 — Diluviale Süßwasser-Conchylien auf primärer Lagerstätte in Ostpreussen. *Jb. Preuss. Geol. Landesanst.*, 8.
- Słodkowska B., 2009 — Wyniki badań palinologicznych osadów paleogenu i neogenu przeprowadzone na ark. Sępól (65) SMGP 1:50 000 w profilach: Studzieniec, Proсна, Bardo i Łoskajmy. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Słowañski W., 1974a — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Kętrzyn, wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.
- Słowañski W., 1974b — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Kętrzyn, wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- Słowañski W., 1974c — Mapa podstawowa w skali 1:50 000 dla Mapy Geologicznej Polski 1:200 000, ark. Kętrzyn. Inst. Geol., Warszawa.
- Słowañski W., 1975a — Objasńnienia do Mapy Geologicznej Polski 1:200 000, ark. Kętrzyn. Inst. Geol., Warszawa.
- Słowañski W., 1975b — Czwartorzęd w Węgorzewie i okolicy. *Biul. Inst. Geol.*, 288.

- S ł o w a ń s k i W . , 1981 — Czwartorzęd na Mazurach. *Biul. Inst. Geol.*, 321.
- S o b o l e w s k a M . , 1975 — Analiza palinologiczna osadów interglacjalnych z Węgorzewa. *Biul. Inst. Geol.*, 288.
- W i n t e r H . , 2008 — Opracowanie dotyczące analizy pyłkowej próbek z profilu Bardo i Studzieniec – ark. Sępopol (65) SMGP 1:50 000. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Z n o s k o J . , 1993 — Pokrywa osadowa Augustowszczyzny i Suwalszczyzny (wykształcenie, stratygrafia i rozprze-
strzenienie). Przew. 65 Zjazdu Pol. Tow. Geol. na Ziemi Suwalskiej. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Z w i e r z S . , 1953 — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Giżycko, wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Lipica (37) i ark. Sępól (65)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



- | | | | |
|-----------------------------|--|---|------------------|
| Formy lodowcowe | | Formy jeziorne | |
| | Wysoczyzna morenowa płaska | | Równiny jeziorne |
| Formy wodnolodowcowe | | Formy utworzone przez roślinność | |
| | Równiny wodnomorenowe | | Równiny torfowe |
| | Równiny zastoiskowe | Formy antropogeniczne | |
| | Kemy | | Piaskownie |
| | Formy akumulacji szczelinowej | | Grodziska |
| | Zagłębienia powstałe po martwym lodzie | Formy rzeczne | |
| | Dna dolin rzecznych | | |
| | Dolinki w ogólności, nierozdzielone | | |

Opracowali: D. NIZICKA, S. LISICKI



Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Lipica (37) i ark. Sępopol (65)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000

NEOGEN	MIOCEN	M	Piaski kwarcowe z substancją brunatnowęglową i wkładkami węgla brunatnego
	OLIGOCEN	OI	Piaski kwarcowo-glaukonitowe, miejscami piaski kwarcowe z wkładkami węgla brunatnego
	EOCEN	E	Piaski i żwiry z glaukonitem oraz ropy
	PALEOCEN	Pc	Mułki i mułowce, miejscami piaski kwarcowo-glaukonitowe

--- Granice geologiczne

— Uskoki przypuszczalne

—40— Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w m n.p.m.

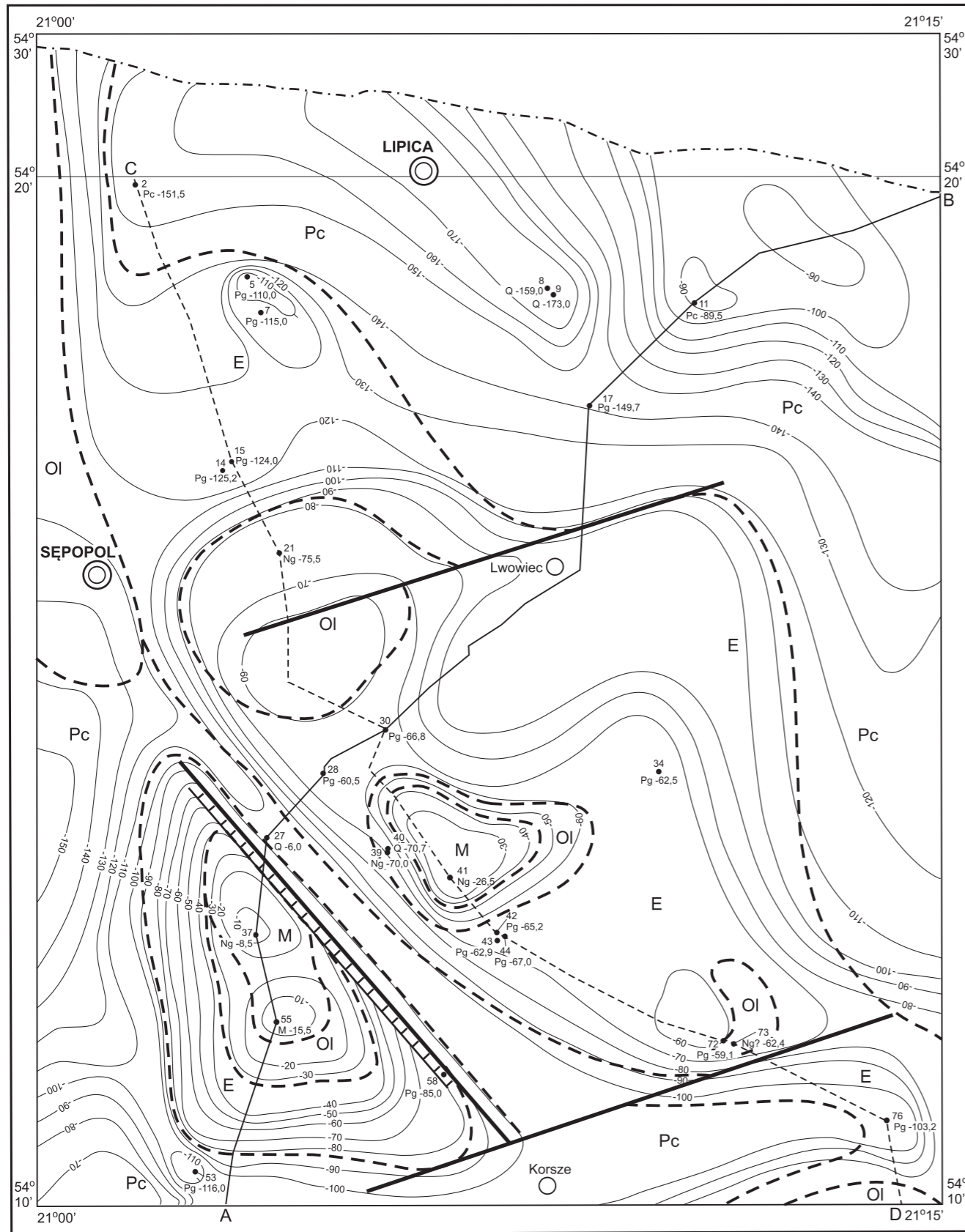
▬▬▬ Krawędzie w podłożu czwartorzędowym

Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek: Q — czwartorzęd, Ng — neogen, Pg — paleogen, liczba — wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędowych lub rzędna zakończenia otworu w osadach czwartorzędowych, w m n.p.m.)

A—B Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej

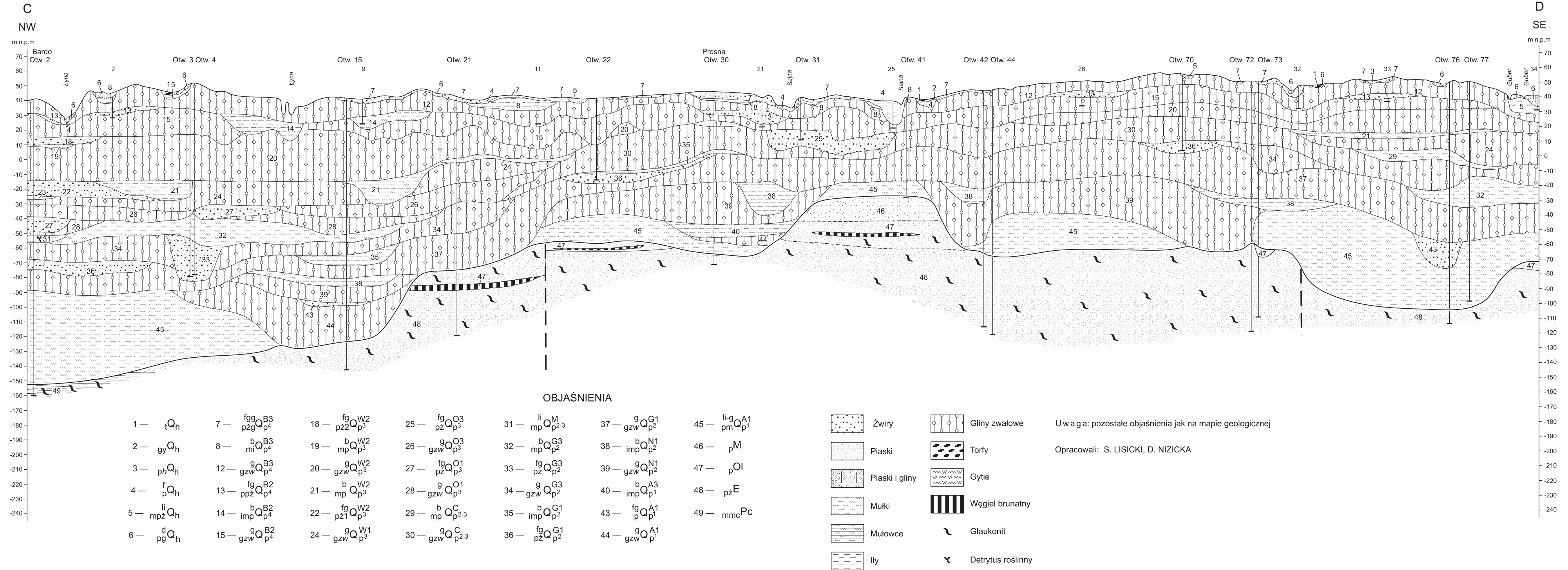
c---d Linia przekroju geologicznego załączonego w tekście

Opracowali: D. NIZICKA, S. LISICKI



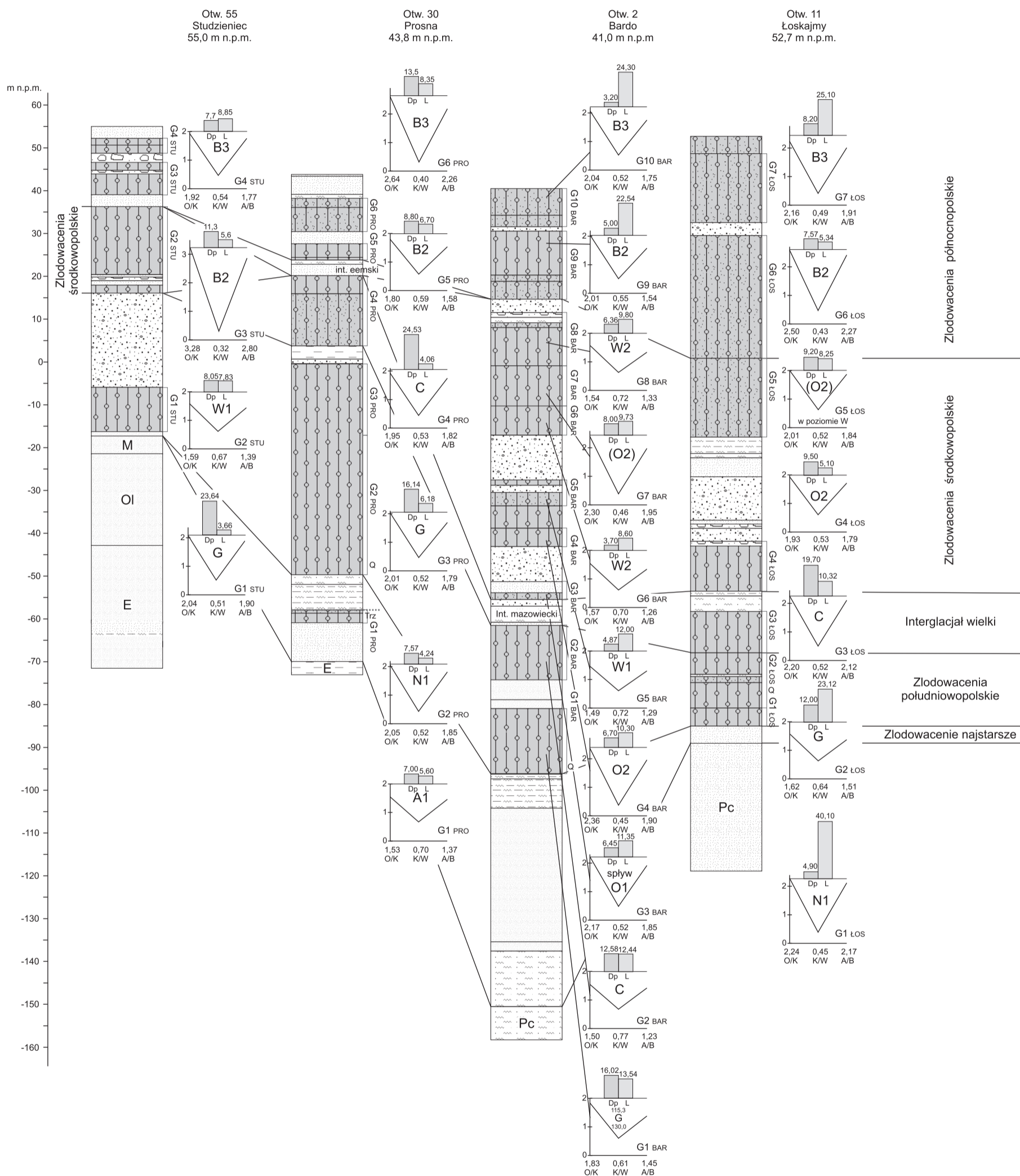
PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY C-D

Skala pozioma 1:50 000












Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Sępólno (65)

**ZESTAWIENIE PROFILI OTWORÓW BADAWCZYCH DLA SMGP (KARTOGRAFICZNYCH)
Z KORELACJĄ STRATYGRAFICZNĄ**



OBJAŚNIENIA

-  Glaziki
-  Żwiry
-  Piaski
-  Iły
-  Mułki
-  Gliny zwałowe
-  Gliny zwałowe piaszczyste
-  Procentowa zawartość w żwirach dolomitów północnych (Dp) i skał lokalnych (L)
-  Badany poziom glin

Wykresy i wartości współczynników petrograficznych
A1, B1, B2, B3, C, N1, C, G, W1, W2, O2 (O2)

Symbole litotypów glin zwałowych; symbol w nawiasie oznacza gliny zwałowe w formie porwaków (wg Lisickiego, 1996)

Oznaczenia stratygraficzne: M — miocen, OI — oligocen, E — eocen, Pc — paleocen