



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Aleksander FRANKIEWICZ

OBJAŚNIENIA
DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ
POLSKI
1 : 50 000

Arkusze NASIELSK (449)

AKTUALIZACJA

z wykorzystaniem
Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Nasielsk
J. Nowak (1967)



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska



Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ

WARSZAWA 2023

Aktualizacja: Aleksander FRANKIEWICZ¹ – 2021
z wykorzystaniem
Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Nasielsk J. Nowak (1967)

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Główny koordynator Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski: Bogusław PRZYBYLSKI
Koordynator regionu Polski środkowej, północno-wschodniej i wschodniej: Stanisław LISICKI

Redakcja merytoryczna: Kamila JANUS

ISBN 978-83-67567-93-0

PIG-PIB, Warszawa 2023
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000
biuro@pgi.gov.pl

Przygotowanie wersji cyfrowej: Anna MAJEWSKA, Sebastian GURAJ

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu	8
III. Budowa geologiczna	13
A. Stratygrafia	13
1. Neogen	14
a. Miocen	14
Miocen górny	14
2. Czwartorzęd	15
a. Plejstocen	15
Zlodowacenia południowopolskie	16
Zlodowacenie Sanu 2	16
Stadiał dolny	16
Stadiał górny	16
Interglacjał wielki	17
Interglacjał mazowiecki	18
Zlodowacenia środkowopolskie	18
Zlodowacenie Odry	19
Interglacjał lubawski	21
Zlodowacenie Warty	21
Stadiał dolny	21
Stadiał środkowy	24
Interglacjał eemski	29
Zlodowacenia północnopolskie	29
Zlodowacenie Wisły	29
b. Czwartorzęd nierozdzielony	30
c. Holocen	30
B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu	31
C. Rozwój budowy geologicznej	33
IV. Podsumowanie	39
Literatura	40

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

I. WSTĘP

Obszar arkusza Nasielsk (449) Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (SMGP) położony jest między 20°45' a 21°00' długości geograficznej wschodniej oraz między 52°30' a 52°40' szerokości geograficznej północnej. Jego powierzchnia wynosi około 314 km². Administracyjnie opisywany teren znajduje się w województwie mazowieckim i obejmuje fragmenty trzech powiatów: pułtuskiego (gminy: Świercze, Winnica i Pokrzywnica), nowodworskiego (gminy Nasielsk i Pomiechówek, miasto Nasielsk) i legionowskiego (gmina Serock).

Większość badanego obszaru jest użytkowana rolniczo. Wśród upraw dominują: zboża, ziemniaki i buraki cukrowe, w produkcji zwierzęcej – chów: bydła, trzody chlewnej i drobiu. Przemysł na terenie arkusza jest bardzo słabo rozwinięty.

Opisywany obszar posiada korzystne położenie w układzie połączeń komunikacyjnych. Przebiegają tutaj droga krajowa numer 62 oraz drogi wojewódzkie numer: 571, 622 i 632, umożliwiające połączenia z: Warszawą, Pułtuskim, Serockiem i Płońskiem. Dobrze rozwinięta jest również sieć dróg powiatowych i gminnych. Przez teren arkusza przebiega ważna magistrala kolejowa Warszawa–Gdańsk. Na wschód od Nasielska znajduje się należące do Aeroklubu Warszawskiego EPNC Lądowisko Chrcynno.

Wyniki najstarszych badań budowy geologicznej przeprowadzonych na obszarze arkusza Nasielsk zawarto na mapie geologicznej w skali 1:2 000 000 (Siemiradzki, Dunikowski, 1891). Pierwsze poglądy na temat geomorfologii tego terenu przedstawili w swoich pracach Lencewicz (1927) i Kondracki (1933). Lencewicz wyróżnił dwie jednostki geomorfologiczne: wyżynę dyluwialną i zdenudowaną nizinę dyluwialną, oddzielone od siebie krawędzią, a Kondracki – zagłębienie prusko-mazowieckie, zbudowane z utworów kredy i trzeciorzędu, których strop obniża się w kierunku Warszawy. Dane dotyczące ukształtowania i genezy powierzchni podczwartorzędowej znajdują się w pracy Rühlego (1965), który na obszarze niecki podłoża wyróżnionej przez Lencewicza i Kondrackiego rozróżnił depresje warszawską i ostrołęcką. Zdaniem Rühlego depresje te wykształcone są w stropowej części osadów kredowych. Nowocześniejsze ujęcie budowy geologicznej badanego

terenu przedstawia arkusz Warszawa Przeglądowej Mapy Geologicznej Polski 1:300 000, wydania A (Różycki, Zwierz, 1952c) i B (Rühle, 1953). Wyniki prac geologicznych wykonanych na potrzeby tego opracowania zawarte są na arkuszach Płońsk i Ciechanów mapy geologicznej w skali 1:100 000 (Różycki, Zwierz, 1952a, b). O rozprzestrzenieniu osadów plejstoceniowych i holoceniowych na opisywanym obszarze, a także o deglacjacji północnego Mazowsza można dowiedzieć się również z prac: Michalskiej (1961), Nowak (1950) i Różyckiego (1972).

Prace geologiczne w ramach SMGP na obszarze arkusza Nasielsk powadziła w latach 1954–1959 J. Nowak. W tym czasie opisała profile 1460 rozmieszczonych nierównomiernie punktów dokumentacyjnych i wykonała pomiary wód w 780 studniach. Poza pracami kartograficznymi w celu udokumentowania stratygrafii utworów czwartorzędu na potrzeby arkusza wykonano trzy otwory badawcze dla SMGP (kartograficzne) w: Gołębiach (otw. 1), Nasielsku (otw. 17) i Nunie (otw. 28). W dwóch z nich (w Gołębiach i Nasielsku) przewiercono osady czwartorzędu i osiągnięto utwory miocenu górnego. Wyniki przeprowadzonych badań Nowak ostatecznie opracowała w 1963 r. Pierwszą wersję arkusza Nasielsk opublikowano w latach 1965 i 1967 (Nowak, 1965, 1967).

Aktualizację arkusza Nasielsk rozpoczęto w kwietniu 2019 r., ukończono w marcu 2020 r. Zakres prac i badań wykonanych przez A. Frankiewicza obejmował prace kameralne, w tym przegląd, analizę i zestawienie archiwalnych otworów wiertniczych (w tym 81 wierceń wykonanych po opracowaniu pierwszej wersji arkusza) oraz przegląd i analizę dokumentacji geologicznych sporządzonych po opracowaniu pierwszej wersji arkusza, i prace terenowe, w tym kartowanie geologiczne na wybranych fragmentach terenu arkusza i dokumentację 24 oczyszczonych ścian odsłoneń (tab. 1).

Poza materiałami dokumentacyjnymi i zdjęciowymi z prac własnych do realizacji arkusza wykorzystano profile archiwalnych otworów wiertniczych oraz dokumentacje: surowcowe, geofizyczne i geologiczno-inżynierskie, pochodzące z Narodowego Archiwum Geologicznego i Banku HYDRO Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego oraz archiwów Mazowieckiego Urzędu Wojewódzkiego i urzędów gmin.

Spośród wykonanych opracowań kartograficznych na potrzeby niniejszego arkusza wykorzystano przede wszystkim arkusze: SMGP obszarów przyległych (także materiały autorskie) (Baraniecka, Nowak, 1974a, b; Nowak, 1977, 1978; Frankiewicz, 2020, 2021; Nowacki, 2021a, b), Mapy Geologicznej Polski 1:200 000 (Nowak, 1971a, b, 1972; Słowański i in., 1995a, b; Morawski, 2008, 2011; Morawski, Nowacka, 2008; Nowacki, Morawski, 2008, 2011; Morawski, Pielach, 2011) i Przeglądowej Mapy Geologicznej Polski 1:300 000 (Różycki, Zwierz, 1952a–c; Rühle, 1953), oraz Mapę Geologiczną Polski 1:500 000 (Marks i in., 2006). Sięgano również do map i opracowań z zakresu stratygrafii (Baraniecka i in., 1978; Lisicki, 2003) i budowy podłoża podczwartorzędowego (Areń,

WYKAZ WYBRANYCH ODSŁONIĘĆ

Numer punktu dokumentacyjnego		Lokalizacja (miejscowość)	Rzędna [m n.p.m.]	Głębokość [m]	Uwagi
na mapie geologicznej	w notatniku terenowym				
1	7	Jackowo Dworskie	142,0	1,2	Dokumentacja osadów kemu
2	8	Jackowo Dworskie	141,0	1,0	Dokumentacja osadów kemu
3	6	Gołębie	150,0	4,0	Dokumentacja osadów kemu
4	5	Stpice	144,0	1,2	Dokumentacja osadów kemu
5	4	Stpice	150,0	2,5	Dokumentacja osadów wysoczyzny morenowej
6	2	Kowalewice Włościańskie	153,0	4,4	Dokumentacja osadów kemu
7	3	Chmielewko	154,0	1,5	Dokumentacja osadów kemu
8	1	Chmielewko	142,1	1,5	Dokumentacja osadów kemu
9	13	Brodowo-Dębówko	149,0	2,0	Dokumentacja osadów kemu
10	14	Brodowo-Dębówko	150,0	1,5	Dokumentacja osadów kemu
11	12	Gnaty-Zarazy	130,5	3,0	Dokumentacja osadów moreny czołowej
12	11	Gnaty-Lewiski	129,8	7,0	Dokumentacja osadów kemu
13	10	Gnaty-Lewiski	125,0	1,0	Dokumentacja osadów wysoczyzny morenowej
14	9	Budy-Zbroszki	126,0	1,5	Dokumentacja osadów moreny czołowej
15	17	Skoroszki	127,0	3,0	Dokumentacja osadów równiny wodnolodowcowej
16	18	Poniaty-Cibory	131,0	1,5	Dokumentacja osadów formy akumulacji szczelinowej
17	16	Skoroszki	126,0	2,0	Dokumentacja osadów kemu
18	15	Rębkowo	126,5	1,5	Dokumentacja osadów formy akumulacji szczelinowej
19	19	Krzyczki-Żabiczki	119,0	1,5	Dokumentacja osadów równiny wodnolodowcowej
20	21	Paulinowo	122,4	2,5	Dokumentacja osadów kemu
21	20	Paulinowo	131,5	1,5	Dokumentacja osadów kemu
22	22	Paulinowo	120,0	2,0	Dokumentacja osadów kemu
23	23	Budy Siennickie	116,0	2,0	Dokumentacja osadów równiny wodnolodowcowej
24	24	Młodzianowo	112,5	2,0	Dokumentacja osadów kemu

1964; Mojski, Rühle, 1965; Rühle, 1967; Baraniecka, 1979, 1995; Bałuk, 1986, 1989; Ber, 2006), a także do map: geofizycznych (Zientara, 1988; Graniczny i in., 1995), hydrogeologicznych (Ciechanowska, 1985; Frączek, Oficjalska, 1986; Sadurski i in., 2002; Bentkowski i in., 2011) i geośrodowiskowych (Heliasz, Ostaficzuk, 2010; Giełżecka-Mądry i in., 2017).

Podczas analizy rzeźby terenu niniejszego opracowania korzystano z danych numerycznego modelu terenu (NMT) o rozdzielczości terenowej 1,0 m (z projektu ISOK) oraz nowszych map topograficznych w skalach 1:10 000 i 1:25 000. Do analizy powierzchniowego pokrycia obszaru wykorzystywano ortofotomapę.

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Według podziału fizycznogeograficznego Polski (Kondracki, 2009; Solon i in., 2018) obszar arkusza Nasielsk położony jest w całości w granicach mezoregionu Wysoczyzna Ciechanowska, należącego do makroregionu Nizina Północnomazowiecka, w obrębie podprowincji Niziny Środkowopolskie, prowincji Niż Środkowoeuropejski. Badany teren tworzą wysoczyzna morenowa, poprzecinana dolinami rzecznyymi i dolinami wód roztopowych, oraz niewielkie równiny sandrowe i wodnolodowcowe oraz równiny zastoiskowe (tabl. I). Najwyżej położony punkt obszaru arkusza (157,6 m n.p.m.) znajduje się w jego północno-zachodnim narożniku, w okolicach Ostrzeniewa, najniżej (88,5 m n.p.m.) wznosi się dolina Klusówki w jego południowo-wschodniej partii, w rejonie Bud Pobyłkowskich. Maksymalna różnica wysokości osiąga 69,1 m. Lokalne deniwelacje dochodzą do około 28 m (okolice Poniat Wielkich). Część południowo-zachodnia opisywanego terenu, na południe od Nasielska, jest głównie równinna, ukształtowanie powierzchni pozostałej części obszaru arkusza jest urozmaicone.

Formy lodowcowe. Wysoczyzna morenowa płaska, utworzona w czasie stadiału środkowego zlodowacenia Warty, dominuje w obrazie geomorfologicznym obszaru arkusza Nasielsk. Jej powierzchnia wznosi się stopniowo w kierunku północno-zachodnim, od około 100 m n.p.m. przy granicach południowej i wschodniej badanego terenu do ponad 150,0 m n.p.m. w jego części północno-zachodniej. W obrębie opisywanej wysoczyzny można wyróżnić trzy obszary: południowy, wschodni i północno-zachodni. Obszar południowy, wznoszący się w kierunku północnym, od około 100 m n.p.m. do około 120 m n.p.m., jest płaski, urozmaicony równinami sandrowymi i wodnolodowcowymi, równinami piasków przewianych oraz kemami. Powierzchnia wysoczyzny rozcięta jest dolinami wód roztopowych oraz niewielkimi dolinkami rzecznyymi i dolinkami w ogólności, nierozdzielonymi. W części południowo-zachodniej badanego terenu występują równiny zastoiskowe. Powierzchnia wysoczyzny morenowej występującej w części wschodniej obszaru arkusza znajduje się na podobnej wysokości (około 105–130 m n.p.m.). Opisywana forma ma miejscami charakter wysoczyzny morenowej zdenudowanej. Teren cechuje krajobraz równinny z falistymi wzniesieniami, wąskimi rozcięciami dolinnymi Niestępówki, Klusówki i Pokrzywnicy oraz ich dopływów.

Na znacznej części tego obszaru występują równiny denudacyjne, równiny sandrowe, wzniesienia form akumulacji szczelinowej i liczne zagłębienia o różnej genezie. Najwyżej położony, północno-zachodni obszar wysoczyzny morenowej, rozciągający się na północny zachód od równin wodnolodowcowych i wzniesień form akumulacji szczelinowej, wznosi się stopniowo (z południa i wschodu w kierunku północnym) od około 110 m n.p.m. do ponad 150,0 m n.p.m. przy północnej granicy terenu arkusza, z kulminacją, w okolicy Ostrzeniewa, dochodzącą do 157,6 m n.p.m. Powierzchnię opisywanej formy urozmaicają pagórki kemowe oraz równiny zastoiskowe i równiny piasków przewianych. Rozcinają ją doliny Nasielnej i mniejszych cieków.

Moreny czołowe akumulacyjne na badanym terenie znajdują się, w obrębie wysoczyzny morenowej, w jego części północnej. W okolicy Gnat-Wieśnian zlokalizowany jest niewielki pagórek o wysokości około 2–3 m. Przy północnej granicy obszaru arkusza, w Budach-Zbroszkach, rozpoznano niewielki, południowy fragment większej formy czołowomorenowej występującej na terenie sąsiedniego arkusza Przewodowo (Nowacki, 2021b).

Formy wodnolodowcowe. Równiny sandrowe i wodnolodowcowe występują powszechnie na prawie całym obszarze arkusza Nasielsk, z wyjątkiem jego części północno-zachodniej. Tworzą niewielkie płyty. Południowo-wschodnie naroże badanego terenu, od okolic Zabłocia do wschodniej granicy obszaru arkusza, zajmuje równina sandrowa wznosząca się około 100–105 m n.p.m. Jej powierzchnię urozmaicają równiny: piasków przewianych, zastoiskowe i torfowe. Utwory wodnolodowcowe otulają kemy i formy akumulacji szczelinowej. Równiny wodnolodowcowe występujące od rejonu Nasielska do południowej granicy obszaru arkusza, tworzą wyraźne ślady przepływu wód lodowcowych w obrębie dolin rzecznych i wód roztopowych. W partii centralnej obszaru arkusza równiny sandrowe i wodnolodowcowe towarzyszą kemom, rozległym formom akumulacji szczelinowej i równinom denudacyjnym. Największa z nich występuje na północny wschód od Nasielska, w sąsiedztwie dolin Nasielnej i Niestępówki. Jej powierzchnia wznosi się stopniowo, z południowego zachodu na północny wschód, od około 113 m n.p.m. w okolicach Krzyczek-Żabiczek do około 130 m n.p.m. w rejonie Gnat-Lewisk.

Równiny zastoiskowe. Formy te są najbardziej rozpowszechnione w części zachodniej obszaru arkusza Nasielsk. Największa z nich, rozpoznana w południowo-zachodniej partii badanego terenu, zajmuje powierzchnię ponad 8,0 km². Towarzyszy wysoczyźnie morenowej oraz równinom: wodnolodowcowym, denudacyjnym i piasków przewianych. Jej powierzchnia wznosi się na podobnej wysokości (około 99–108 m n.p.m.) jak powierzchnie równin wodnolodowcowych i wysoczyzny morenowej. Jest ona rozcięta przez dolinę wód roztopowych, miejscami urozmaicona równinami piasków przewianych i torfowymi oraz drobnymi dolinkami rzeczными. Z kolei w północno-zachodnim

narożu badanego terenu niewielkie równiny zastoiskowe (o powierzchni 0,1–1,8 km²) występują na wysokości około 140–150 m n.p.m., w sąsiedztwie wzgórz kemowych.

Formy akumulacji szczelinowej na obszarze arkusza Nasielsk występują licznie w jego części centralnej. Między Nasielskiem a Winnicą w morfologii tego terenu zaznaczają się cztery pagórki i wzgórza o skomplikowanym zarysie morfologicznym (o długości około: 500, 2500, 3000 i 4500 m, dłuższych osiach o kierunku NE–SW lub WNW–ESE i północ–południe, wysokości względnej około 2,5–25 m), zbudowane z materiału piaszczysto-żwirowego. Tworzą one wyraźne kulminacje ponad powierzchniami równiny sandrowej i wysoczyzny morenowej. Zdaniem Nowak (1958, 1967) są to pagórki morenowe wyznaczające maksymalny zasięg lądolodu fazy Wierzbicy. Jednak zarówno morfologia i budowa wewnętrzna tych form (warstwy poziome lub lekko nachylone w kierunku północno-wschodnim), jak i brak możliwości dowiązania ich do udokumentowanych ciągów moren czołowych wskazują na genezę szczelinową.

Wzgórze zlokalizowane w południowo-wschodniej partii badanego terenu, na południowy wschód od Świącienicy, ma kształt wału o rozciągłości WNW–ESE. Stanowi fragment większej formy kontynuującej się na obszarze sąsiedniego arkusza Serock (Frankiewicz, 2020). W granicach terenu niniejszego opracowania forma ta ma długość około 2,5 km, szerokość około 200–700 m i wysokość do 10,0 m. Ze względu na swój wyjątkowo okazały kształt wzgórze to już w latach 20. XX w. zwróciło uwagę geologów i geografów badających ten teren, którzy w strefie jego przebiegu dopatrywali się nawet zasięgu odrębnego zlodowacenia (Lencewicz, 1927; Nowak, 1950; Michalska, 1961). Było ono uważane za morenę czołową i wraz ze wzgórzami w rejonie Wólka Zatorska–Jackowo Górne określane jako moreny wierzbickie (Nowak, 1969). Zarówno morfologia (symetryczna budowa) i budowa wewnętrzna (horyzontalny układ warstw) tych form, jak i brak wyraźnie zaznaczonej strefy postoju czoła lądolodu przeczą ich wcześniej przyjętej genezie (Frankiewicz, 2020, 2021).

Kemy na obszarze arkusza Nasielsk występują dość licznie, głównie w jego częściach północno-zachodniej i centralnej. Na północnym zachodzie badanego terenu, między Gołębiami a Winnicą, dziewięć pagórków o powierzchni około 0,1–1,2 km² wznosi się około 3–15 m ponad powierzchnię wysoczyzny morenowej. Sąsiadują one bezpośrednio z równinami: zastoiskowymi, sandrowymi i denudacyjnymi. W części centralnej obszaru arkusza, w okolicach Poniat Wielkich, w obrębie równiny sandrowej znajdują się dwa pagórki kemowe o powierzchni około 0,5 i 1,4 km² i wysokości około 4 i 8 m. Od okolic Chrcynna do rejonu Nuny, na granicy wysoczyzny morenowej oraz równiny sandrowej i równin wodnolodowcowych występuje pięć pagórków i wzgórz o powierzchni około 0,2–2,5 km² i wysokości około 3–12 m. W południowo-wschodnim narożu

badanego terenu, w rejonie Szadek, odnotowano dwa pagórki o powierzchni 0,3 i 0,8 km², wznoszące się około 3 m ponad powierzchnię równiny sandrowej.

Doliny wód roztopowych na terenie arkusza Nasielsk reprezentowane są przez dwie doliny biegnące z północy na południe, rozcinające powierzchnie wysoczyzny morenowej, równin wodnolodowcowych i równin zastoiskowych, w jego częściach zachodniej i południowej. Pierwsza forma ciągnie się od Nasielska do południowej granicy badanego terenu i kontynuuje się na obszarze sąsiedniego arkusza Legionowo. Jej długość na terenie niniejszego opracowania wynosi około 11 km. Druga dolina biegnie od Popowa Borowego do południowej granicy obszaru niniejszego arkusza, a następnie również ciągnie się na terenie sąsiedniego arkusza Legionowo. Na badanym obszarze ma długość około 6 km. Szerokość obu dolin wynosi około 200–600 m, głębokość dochodzi do 10,0 m. Ich zbocza są spłaszczone. Opisywane formy stanowią dystalne odcinki dolin odprowadzających wody roztopowe w kierunku doliny Narwi podczas recesji lądolodu. Obecnie wykorzystywane są przez wody opadowe lub okresowe ciekły podczas wiosennych roztopów.

Formy eoliczne. Równiny piasków przewianych na obszarze arkusza Nasielsk występują, na powierzchniach wysoczyzny morenowej, równin sandrowych i wodnolodowcowych oraz równin zastoiskowych, głównie w jego części południowej. Tworzą owalne lub wygięte parabolicznie pola o powierzchni 0,1–0,9 km² i wysokości około 1–3 m.

Formy rzeczne. Dna dolin rzecznych występują w obrębie współczesnych dolin rzecznych rozcinających głównie powierzchnie wysoczyzny morenowej oraz równin sandrowych i wodnolodowcowych na całym obszarze arkusza Nasielsk – przede wszystkim w dolinach: Niestępówki, Nasielnej, Klusówki i Pokrzywnicy oraz ich dopływów. Dolina Niestępówki rozcina równinę sandrową i wysoczyznę morenową do głębokości około 3–6 m. Jej dno obniża się w kierunku północno-wschodnim, od około 125 m n.p.m. w rejonie Poniat-Cibor (źródła rzeki) do około 102,5 m w okolicach Gołądkowa. Dno doliny Nasielnej obniża się w kierunku zachodnim, od około 122,5 m n.p.m. w okolicy Skoroszek do około 96 m n.p.m. przy zachodniej granicy badanego terenu, jej wcięcie w powierzchnię wysoczyzny morenowej i równiny sandrowej wynosi około 2–5 m. Dolina Klusówki rozcina powierzchnie wysoczyzny morenowej, równin sandrowej i wodnolodowcowych oraz równin zastoiskowych w części południowej obszaru arkusza do głębokości około 2–4 m. Jej dno obniża się od około 105 m n.p.m. w okolicach Żabiczyna do około 88,5 m n.p.m. przy wschodniej granicy terenu niniejszego opracowania. Szerokość opisanych den dolin nie przekracza 350,0 m, a den ich dolin bocznych – 150,0 m. Są one wypełnione zwykle piaskami humusowymi, namułami torfiastymi lub torfami.

Dolinki w ogólności, nierozdzielone. Formy te występują na całym obszarze arkusza Nasielsk. Są to płytkie (o głębokości około 2–5 m) dolinki o długości do około 3 km i szerokości najczęściej do 200,0 m, wypełnione osadami rzecznyymi lub deluwialnymi. Dna tych dolinek często są suche lub okresowo płyną nimi niewielkie cieki. Dolinki towarzyszą wszystkim dzisiejszym dolinom. Wyłobiły je wody roztopowe i opadowe.

Formy denudacyjne. Równiny denudacyjne (zdegradowane wysoczyzny morenowe) występują głównie w częściach w północnej, wschodniej i południowej obszarze arkusza Nasielsk. Dominują w okolicach: Kowalewic Włociańskich, Gnat-Wieśnian i Gołądkowa (na północy), na południowy wschód od Winnicy oraz w rejonach Glinic-Domaniewa i Święcienicy (na wschodzie) i w okolicy Kroguli (na południu). Są to obszary płaskie, pokryte przeważnie osadami powstałymi w wyniku działalności procesów denudacyjnych w warunkach peryglacialnych.

Stożki napływowe rozpoznane na obszarze arkusza Nasielsk to niewielkie płaskie formy występujące w szerokiej dolinie wód roztopowych ciągnącej się na południe od Popowa Borowego. Powstały przy ujściach dolinek bocznych do doliny wód roztopowych. Ich wysokość u wylotu dolinek nie przekracza 4,0 m, a szerokość podstawy może przekraczać 100,0 m.

Drobne zagłębienia o różnej genezie na badanym terenie występują przede wszystkim w jego częściach wschodniej, na wysoczyźnie morenowej, równinach denudacyjnych i sandrowych. Powstały wskutek zarówno wytapiania się niewielkich brył martwego lodu, jak i nierównomiernej działalności egzarycyjnej lądolodu. Zagłębienia te mają owalne kształty, zróżnicowaną powierzchnię i głębokość. Wypełnione są przeważnie piaskami humusowymi, kredą jeziorną lub namułami.

Formy utworzone przez roślinność. Równiny torfowe występujące na obszarze arkusza Nasielsk największe powierzchnie tworzą w dolinach rzecznych w jego częściach centralnej i wschodniej. Wypełniają dna dolin: Nasielnej na odcinku o długości około 12 km, Klusówki na odcinku długości około 6 km i Niestępówki na odcinku o długości około 3 km. Niewielkie równiny torfowe, o powierzchni 0,05–0,25 km², występują w obrębie wysoczyzny morenowej oraz równin wodnolodowcowych i zastoiskowych, głównie w części południowo-zachodniej badanego terenu.

Formy antropogeniczne. Piaskownie-żwirownie i piaskownie zlokalizowane są głównie w części centralnej obszarze arkusza Nasielsk. W rejonie Poniaty-Cibory–Skoroszki–Rębko-wo w kilku wyrobiskach eksploatowane są piaski ze żwirami form akumulacji szczelinowej i piaski kemów. W części południowej badanego terenu, w okolicy Młodzianowa eksploatowane są piaski i piaski ze żwirami kemów i wodnolodowcowe. W rejonie Wólki Zaleskiej (przy wschodniej granicy obszarze arkusza) funkcjonuje piaskownia eksploatująca na powierzchni 0,02 km² piaski wodno-

lodowcowe przykryte osadami lodowcowymi. Na opisywanym terenie obecne są także mniejsze, dzikie punkty eksploatacji kruszyw naturalnych, o kilkumetrowej średnicy i głębokości (niezaznaczone na mapie geologicznej i szkicu geomorfologicznym ze względu na skalę). Do form antropogenicznych zlokalizowanych na obszarze opracowania należą również niewielkie stawy i nasypy liniowe zbudowane wzdłuż szlaków komunikacyjnych, szczególnie kolejowych.

* *
*

Obszar arkusza Nasielsk leży w dorzeczu Wisły, w zlewniach Narwi i Wkry. Główną rzeką badanego terenu jest Nasielna – lewobrzeżny dopływ Wkry, do której uchodzi w okolicach Ciekosyna (poza granicami obszaru arkusza). Jej całkowita długość wynosi 24,3 km (w granicach terenu niniejszego opracowania około 15 km). Jej zlewnia charakteryzuje się słabo rozwiniętą siecią rzeczną. Inne rzeki, Niestępówka, Pokrzywnica i Klusówka, uchodzą do Narwi. Wszystkie te rzeki mają swoje źródła na badanym terenie. Nasielna wypływa w pobliżu Skoroszek, a jej obszar źródłiskowy znajduje się między wzgórzami kemowymi i form akumulacji szczelinowej. Źródła występują także w dolinie prawego dopływu Nasielnej, uchodzącego do niej na wysokości Pniewa. Nasielna płynie na zachód, ze spadkiem rzędu 1,25%. Niestępówka wypływa ze wzgórz form akumulacji szczelinowej w rejonie Poniat-Cibor i płynie w kierunku północno-wschodnim. Obszar źródłiskowy Pokrzywnicy znajduje się w obniżeniu dolinnym na południe od Rębkowa. Rzeka ta płynie na południowy wschód, a jej spadek wynosi 2,1%. Klusówka płynie w kierunku wschodnim. Swoją początek bierze na południe od wzgórza kemowego położonego na wschód od Paulinowa, a jej spadek wynosi 0,6%.

Na badanym terenie znajduje się także sieć rowów melioracyjnych wraz ze stawami, jeziorkami i gliniankami wypełnionymi wodą (w częściach północnej i zachodniej obszaru arkusza).

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

Obszar arkusza Nasielsk położony jest na południowo-zachodnim skłonie prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej, przykrytej w tym rejonie osadami: paleozoicznymi, mezozoicznymi i kenozoicznymi. Utwory pokrywowe tworzą nieckę warszawską stanowiącą środkową, najgłębszą część niecki brzeżnej. W paleogenie powstała tu niecka mazowiecka – rozległa depresja z centrum w okolicach Warszawy, którą wypełniły osady detrytyczne reprezentujące przedział wiekowy od eocenu do pliocenu.

Najstarszymi osadami nawierconymi na terenie niniejszego opracowania są utwory neogenu – miocenu górnego. Stanowią one bezpośrednie podłoże osadów czwartorzędu. Najbliższym otworem wiertniczym, w którym rozpoznano skały starsze od miocenu jest otwór Pułtusk-1 zlokalizowany na wschód od obszaru arkusza Nasielsk, w Nowym Niestępowie (obszar arkusza Serock), o głębokości 2305,0 m, zakończony w utworach proterozoiku. Litologia, stratygrafia i tektonika podłoża mezozoicznego badanego terenu została opisana w pracach zbiorowych pod redakcją Marka (1983) oraz Marka i Pajchłowej (1997).

1. Neogen

a. Miocen

Miocen górny

Iły pstre z przewarstwieniami mułków i piasków. Skały miocenu górnego występują na całym obszarze arkusza Nasielsk. Tworzą bezpośrednie podłoże osadów czwartorzędowych. Utwory górnomiocenijskie reprezentowane są przez iły pstre (barwy: szaroniebieskiej, żółtoszarej, jasnoniebieskiej, żółtej, niebieskawożółtej z dużymi plamami, czerwono-brunatnej, rudej, fioletowej, brązowej, ciemnoszarobrunatnej i z brunatnymi smugami związków manganu) z przewarstwieniami mułków piaszczystych, mułków ilastych, piasków średnioziarnistych, drobnoziarnistych i pyłowatych oraz podrzędnie węgla brunatnego. Miąższość ilów pstrych nie jest znana, na terenie arkusza nie zostały one nigdzie przewiercone. Największą znaną miąższość tych utworów (40,0 m) odnotowano w otworze 25 zlokalizowanym w Nowych Pięścirogach.

Ukształtowanie stropu osadów miocenu górnego na badanym terenie jest bardzo urozmaicone (tabl. II). Najniżej zalegające utwory tego wieku udokumentowano na wysokości 12,9 m n.p.m. w otworze 16, w Nasielsku (przekrój geologiczny A–B), i 17,9 m n.p.m. w otworze 11, w Poniatkach Wielkich (tabl. III). W części południowej obszaru arkusza opisywane osady mogą zalegać na wysokości poniżej 10,0 m p.p.m. Najwyżej strop osadów miocenu górnego w profilach wierceń stwierdzono na wysokości: 73,5 m n.p.m. w otworze 13, w Starych Pięścirogach, oraz 83,7 m n.p.m. w otworze 3, 72,0 m n.p.m. w otworze 4 i 71,9 m n.p.m. w otworze 5, w Winnicy. Wysokie położenie stropu opisywanych utworów – 54,0, 52,0 i 49,9 m n.p.m. – odnotowano także w wierceniach odpowiednio: 25, w Nowych Pięścirogach, oraz 18 i 20, w Nasielsku.

Osady górnomiocenijskie zarejestrowano w otworach kartograficznych 1 (w Gołębiach) i 17 (w Nasielsku), na wysokości odpowiednio: 40,0 i 30,7 m n.p.m. Nawiercono w nich iły plastyczne, zwięzłe, barwy szaro-niebieskawej lub szarżółtawej z rdzawymi lub czerwonomalinowymi plamami i smugami (Nowak, 1967).

Skały miocenu górnego odsłaniają się na powierzchni badanego terenu. Zarejestrowano je na obszarze o powierzchni około 6 km², ograniczonym miejscowościami: Glinice-Domaniewo, Łosewo, Ciepielin, Błędostowo i Smogorzewo Włociańskie. Przykryte są jedynie glebą lub cienkimi (o miąższości do 0,7 m) warstwami osadów lodowcowych bądź wodnolodowcowych. Wznoszą się około 110–120 m n.p.m. Są to iły szare, zielononiebieskie, pomarańczowe i czerwone, kontaktujące się pionowo z mułkami i iłami czarnymi oraz osadami plejstoceniowymi, co wskazuje na silne zaburzenia glacictektoniczne spowodowane spiętrzeniem osadów górnomioceniowych.

2. Czwartorzęd

Utwory czwartorzędowe zalegają na niemal całym obszarze arkusza Nasielsk. Tworzą pokrywę o skomplikowanej budowie i zróżnicowanej grubości. Miąższość opisywanych osadów rozpoznana w otworach wiertniczych mieści się w przedziale od 28,5 w Starych Pieścirogach (otw. 13) (w obrębie elewacji podłoża podczwartorzędowego) do 118,0 m w Poniatach Wielkich (otw. 11) i ponad 98,1 m w Nunie (otw. 28) (w obrębie obniżenia podłoża podczwartorzędowego). Takie różnice w miąższości osadów czwartorzędowych są przede wszystkim wynikiem silnych zaburzeń glacictektonicznych skał podłoża czwartorzędu, czego świadectwem mogą być kry utworów tego podłoża w osadach starszego plejstocenu.

a. Plejstocen

Na obszarze arkusza Nasielsk osady plejstoceniowe deponowane były w efekcie procesów zachodzących podczas zlodowaceń: południowopolskich (zlodowacenia Sanu 2), środkowopolskich (zlodowaceń Odry i Warty) i północnopolskich (zlodowacenia Wisły). Utwory zlodowaceń południowopolskich osadzały się w obniżeniach wyłobionych w zaburzonych glacictektonicznie ilastych osadach miocenu górnego, skąd zostały prawdopodobnie w znacznej części usunięte w wyniku późniejszych procesów erozyjno-egzaracyjnych.

Na opisywanym terenie dotychczas nie udokumentowano w pełni (jednoznacznie), analizami palinologicznymi, organicznych osadów interglacjalnych. Nie wykonano również badań litopetrograficznych glin zwałowych. Stratygrafię plejstocenu i pozycje stratygraficzne osadów interglacjalów wielkiego i eemskiego wyinterpretowano na podstawie wyników analizy profili otworów wiertniczych zlokalizowanych na obszarze niniejszego arkusza, korelacji z arkuszami sąsiednimi (Frankiewicz, 2020, 2021; Nowacki, 2021a, b) oraz rekonstrukcji paleogeograficznej tego terenu.

Iły pstre z przewarstwieniami mułków i piasków miocenu górnego jako kry w utworach plejstoceniowych. W otworze studziennym zlokalizowanym w Kosewie

(otw. 14) zarejestrowano krę skał neogeńskich – iłów pstrych, szarych mułków i pyłów miocenu górnego – przemieszanych z osadami plejstoceniowymi, o miąższości 19,7 m. Utwory kry rozpoznano także na powierzchni terenu, w rejonie dawnej cegielni w Kosewie.

Zlodowacenia południowopolskie

Zlodowacenia południowopolskie na obszarze arkusza Nasielsk reprezentowane są przez utwory stadiałów dolnego i górnego zlodowacenia Sanu 2. Zarejestrowano tu dwa pokłady glin zwałowych, dwie warstwy piaszczysto-żwirowych osadów wodnolodowcowych i warstwę iłów zastoiskowych.

Zlodowacenie Sanu 2

Stadiał dolny

Gliny zwałowe zaliczone do stadiału dolnego zlodowacenia Sanu 2 na obszarze arkusza Nasielsk wypełniają zagłębienia w powierzchni podczwartorzędowej. Stwierdzono je tylko w trzech otworach wiertniczych. W części zachodniej badanego terenu, w otworze kartograficznym w Gołębiach (otw. 1), na głębokości 82,5–88,0 m (40,0–45,5 m n.p.m.), bezpośrednio na osadach miocenu górnego zalega warstwa glin zwałowych. Według Nowak (1967) są to gliny mułkowato-piaszczyste, ciemnoszare, z dużą liczbą żwirów i wtrąceniami iłów ciemnoszarych, z wkładkami piasków drobnoziarnistych i mułków ciemnoszarych. W części południowej obszaru arkusza, w otworze kartograficznym w Nunie (otw. 28), na głębokości 95,2 m (13,8 m n.p.m.) nawiercono strop glin zwałowych ciemnoszarych, zbitych, z dużą liczbą gładów. Warstwa tych glin nie została przewiercona, jej miąższość nie jest znana (Nowak, 1967). Gliny piaszczyste ze żwirami i otoczakami stadiału dolnego zlodowacenia Sanu 2 nawiercono również w części centralnej obszaru niniejszego opracowania, w otworze 11, w Poniatach Wielkich, na głębokości 100,0–118,0 m (17,9–35,9 m n.p.m.).

Iły zastoiskowe zdeponowane podczas recesji lądolodu stadiału dolnego zlodowacenia Sanu 2 przewiercono w otworze kartograficznym w Nunie (otw. 28). Bezpośrednio na glinach zwałowych tego samego wieku, na głębokości 93,0–95,2 m (13,8–16,0 m n.p.m.) zalegają iły warwowe, tłuste, ciemnoszare, wyraźnie warstwowane. Strop podobnie wykształconych osadów nawiercono, na głębokości 88,6 m (60,0 m n.p.m.), w Świerczach (otw. 2).

Stadiał górny

Piaski ze żwirami wodnolodowcowe powstałe w czasie transgresji lądolodu stadiału górnego zlodowacenia Sanu 2 występują w częściach północno-zachodniej, centralnej i południowej obszaru arkusza Nasielsk. Udokumentowano je w Świerczach (otw. 2), na głębokości

83,0–88,6 m (60,0–65,6 m n.p.m.) i Nunie (otw. 28), na głębokości 88,0–93,0 m (16,0–21,0 m n.p.m.), gdzie bezpośrednio na łożach warwowych stadiału dolnego zlodowacenia Sanu 2, tworzą, zdaniem Nowak (1967), trójdzieloną serię piasków ze żwirami. W spągu tej serii występują piaski drobnoziarniste, przemyte, zawierające żwiry grubookruchowe, reagujące słabo z HCl, o miąższości około 1 m. Zalegają na nich piaski drobnoziarniste, szare, przemyte, o miąższości 2,5 m. Partie stropowe opisywanej serii tworzy warstwa piasków różnoziarnistych, głównie drobnoziarnistych, nieco zapyłonych, z rzadko występującymi żwirami. W otworze 11, w Poniatach Wielkich, bezpośrednio na glinach zwałowych stadiału dolnego zlodowacenia Sanu 2, na głębokości 99,0–100,0 m (35,9–36,9 m n.p.m.), zarejestrowano warstwę piasków średnioziarnistych.

Gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia Sanu 2 występują płatami w częściach północno-zachodniej, centralnej i południowej obszaru arkusza Nasielsk. W otworze kartograficznym w Nunie (otw. 28), na osadach wodnolodowcowych tego samego wieku, na głębokości 69,5–88,0 m (21,0–39,5 m n.p.m.) odnotowano gliny zwałowe. Według Nowak (1967) są to gliny piaszczyste, zbite, z dużą liczbą głazów, szare lub szarobrazowe. Podobnie wykształcone gliny zwałowe przewiercono również w otworze 2, w Świerczach, na głębokości 66,3–83,0 m (65,5–82,3 m n.p.m.), i 11, w Poniatach Wielkich, w przedziale głębokości 91,0–99,0 m (36,9–44,9 m n.p.m.).

Piaski ze żwirami i piaski wodnolodowcowe, powstałe w czasie recesji lądolodu zlodowacenia Sanu 2, występują w częściach zachodniej, północno-wschodniej i centralnej obszaru arkusza Nasielsk. Osady te wypełniają głębokie obniżenia w stropie utworów miocenu górnego. Na zachodzie badanego terenu, w otworze 16, zlokalizowanym w Nasielsku, w przedziale głębokości 89,0–105,0 m (12,9–28,9 m n.p.m.) zarejestrowano piaski drobnoziarniste przechodzące w średnioziarniste. W części północno-wschodniej obszaru niniejszego opracowania, w Winnicy, w otworze 6, na głębokości 72,0 m (46,1 m n.p.m.) nawiercono strop piasków gruboziarnistych ze żwirami i otoczkami, wypełniających dolinę głęboko wciętą w podłoże. Miąższość tych osadów nie jest znana, prawdopodobnie przekracza 25,0 m. W centrum terenu arkusza, w Poniatach Wielkich, w otworze 11, na głębokości 89,0–91,0 m (44,9–46,9 m n.p.m.) stwierdzono warstwę piasków drobnoziarnistych rozdzielających gliny zwałowe zlodowaceń Sanu 2 i Odry.

Interglacja wielki

Na obszarze arkusza Nasielsk do interglacjału wielkiego zaliczono serie osadów rzecznych interglacjału mazowieckiego, rozdzielające poziomy glacialne zlodowaceń południowopolskich i środkowopolskich.

Interglacjał mazowiecki

Piaski, żwiry i mułki rzeczne, zaliczone do interglacjału mazowieckiego, na obszarze niniejszego opracowania wypełniają długie, szerokie i głębokie doliny kopalne rozcinające utwory zlodowaceń południowopolskich i miocenu górnego. W profilu otworu kartograficznego zlokalizowanego w części północno-zachodniej badanego terenu, w Gołębiach (otw. 1), Nowak (1967) opisała piaski drobnoziarniste, szare, przemyte i odwapnione, przechodzące stopniowo w kierunku stropu serii w piaski różnoziarniste i żwiry z gładzikami, o łącznej miąższości 32,0 m (45,5–77,5 m n.p.m.). Osady te wypełniają głęboką dolinę utworzoną w starszych osadach lodowcowych, wodnolodowcowych i zastoiskowych oraz w utworach miocenu górnego, ciągnącą się w kierunku Nasielska. W części zachodniej obszaru arkusza, w otworach 12, w Mazewie Dworskim B, na głębokości 50,0–71,0 m (44,6–65,6 m n.p.m.), i 16, w Nasielsku, na głębokości 61,5–89,0 m (28,9–56,4 m n.p.m.), zarejestrowano osady wypełniające dolinę rzeczną, wykształcone w postaci piasków drobnoziarnistych, z przewarstwieniami piasków pyłowatych i mułków piaszczystych. W Nasielsku, w otworze kartograficznym (otw. 17), na głębokości 56,0–74,3 m (30,7–49,0 m n.p.m.), oraz w Paulinowie, w otworze 26, na głębokości 72,0–84,0 m (27,6–39,6 m n.p.m.), stwierdzono serię rzeczną składającą się z dwóch części o nieco odmiennych cechach litologicznych. W dolnej części tej serii, bezpośrednio na łożach miocenu występują mułki szarobrązowe, przemieszane z łożami, na których leżą piaski różnoziarniste, a następnie piaski drobnoziarniste. Tę część opisywanej serii zamykają mułki silnie wapniste. Łączna miąższość badanych osadów wynosi około 4 m. Drugą część serii rozpoczynają piaski drobnoziarniste, jasnoszare, przechodzące w kierunku stropu w piaski średnioziarniste z przewarstwieniami mułków. Zalegają na nich piaski różnoziarniste z domieszką żwirków drobnoookruchowych (Nowak, 1967). Podobnie wykształcone osady zarejestrowano również w otworach: 19, 22 i 23, w Nasielsku. Utwory te, o miąższości 19,0–29,0 m, wypełniają prawdopodobnie tę samą kopalną dolinę, którą wyróżniono w części północno-zachodniej obszaru niniejszego arkusza. Opisywana kopalna dolina rzeczna wykształcona podczas interglacjału mazowieckiego kontynuuje się w kierunku południowym, na terenie sąsiedniego arkusza Legionowo, gdzie jest dobrze udokumentowana (Nowak, 1977, 1978).

Zlodowacenia środkowopolskie

Na obszarze arkusza Nasielsk zlodowacenia środkowopolskie reprezentowane są przez osady: zlodowacenia Odry, interglacjału lubawskiego i zlodowacenia Warty. Utwory te odgrywają zasadniczą rolę w profilu plejstocenu badanego terenu. Poziomy glacialne tworzą gliny zwałowe oraz osady

zastoiskowe i wodnolodowcowe. Utwory interglacjalne mają genezę rzeczną. Osady zlodowacenia Warty występują na powierzchni opisywanego obszaru.

Zlodowacenie Odry

Piaski, mułki i łyły zastoiskowe z glinami zwałowymi w spływach na obszarze arkusza Nasielsk występują lokalnie, w jego części południowej, zwykle pod osadami wodnolodowcowymi lub glinami zwałowymi zlodowacenia Odry. Zaliczono je do osadów transgresywnych zlodowacenia Odry, akumulowanych w zbiornikach utworzonych na glinach zwałowych starszego zlodowacenia lub utworach powstałych podczas interglacjału mazowieckiego. W otworze kartograficznym w Nunie (otw. 28), na głębokości 55,5–69,5 m (39,5–53,5 m n.p.m.) odnotowano, według Nowak (1967), szare mułki masywne, na których leży cienka warstwa glin zwałowych w spływach, przykryte przez piaski różnoziarniste przechodzące w kierunku stropu serii w mułki i łyły ciemnoszare, z substancją organiczną. Strop podobnych osadów stwierdzono także w otworach: 27 (w Żabicy), 29 (w Nunie) i 30 (w Stanisławowie), na wysokości odpowiednio: 44,0, 55,5 i 53,6 m n.p.m. W wierceniach tych udokumentowano osady wypełniające jeden ze zbiorników zastoiskowych o długości ponad 9,0 km i ponad 25,0-metrowej miąższości wypełniających go utworów.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) z okresu transgresji lądolodu zlodowacenia Odry wypełniają dolinki erozyjne utworzone w powierzchni glin zwałowych zlodowacenia Sanu 2 lub osadów zastoiskowych zlodowacenia Odry w częściach północno-zachodniej, centralnej i południowej obszaru arkusza Nasielsk. Na północnym zachodzie badanego terenu osady te rozpoznano w otworze 2, w Świerczach, na głębokości 53,8–65,9 m (82,7–94,8 m n.p.m. – jest to najwyższe położenie opisywanych utworów na obszarze niniejszego arkusza). Są to piaski drobnoziarniste ze żwirami drobnookruchowymi. W części południowej terenu opracowania badane osady zarejestrowano w Nunie (otw. 28 i 29) i Stanisławowie (otw. 30), na głębokości odpowiednio: 49,5–55,5 m (53,5–59,5 m n.p.m.), 50,5–55,5 (55,5–60,5 m n.p.m.) i 51,2–56,4 (53,6–58,8 m n.p.m.). W profilu otworu kartograficznego 28 Nowak (1967) opisała, występujące na utworach zastoiskowych zlodowacenia Odry, nieprzemyte, wapniste żwiry przechodzące w kierunku stropu serii piaski różnoziarniste z gładzikami. W wierceniach 29 i 30 zarejestrowano piaski różnoziarniste z domieszką żwirów, przechodzące w piaski średnioziarniste.

Gliny zwałowe zlodowacenia Odry występują w szeregu otworów wiertniczych zlokalizowanych na niemal całym obszarze arkusza Nasielsk. Nie stwierdzono ich w północno-wschodnim fragmencie badanego terenu oraz miejscami w jego pozostałej części (np. w otworach: 13, 14, 18, 20, 22, 23 i 27).

Najbardziej miąższy pokład glin zwałowych zlodowacenia Odry odnotowano w części centralnej obszaru arkusza, w rejonie Nasielsk–Winnica. Warstwa tych glin, przykrywająca osady wodnolodowcowe zlodowacenia Sanu 2, osiąga miąższość do 50,5 m (otw. 11, w Poniatach Wielkich), a jej strop zalega na wysokości około 90–100 m n.p.m. W pozostałej części badanego terenu strop opisywanych glin zalega na wysokości zwykle około 60–90 m n.p.m., a ich miąższość waha się od około 1 m do ponad 30,0 m.

W częściach północno-zachodniej i zachodniej obszaru niniejszego arkusza, w otworach: 1 (w Gołębiach), 2 (w Świerczach) oraz 12 (w Mazewie Dworskim B) i 16 (w Nasielsku), strop silnie zredukowanej warstwy glin zwałowych zlodowacenia Odry rozpoznano na wysokości 58,4–105,4 m n.p.m. Miąższość tych utworów waha się od 1,5 do 10,6 m. W Nasielsku, w otworze 17, i Paulinowie, w wierceniach 26, opisywane gliny zwałowe rozpoznano na głębokości odpowiednio: 22,3–56,0 m (49,0–82,7 m n.p.m.) i 38,0–72,0 m (39,6–73,6 m n.p.m.). W profilu otworu kartograficznego 17 są to gliny zbite, szare i brązowe, z licznymi wkładkami piaszczystymi i żwirowymi oraz przemazami iłów mioceńskich (Nowak, 1967). Na południu obszaru arkusza, w wierceniach 28 i 29, w Nunie, oraz 30, w Stanisławowie, na wysokości od 58,8–60,5 m n.p.m. (spąg) do 83,0–89,0 m n.p.m. (strop) rozpoznano gliny zwałowe szare przechodzące w kierunku stropu poziomym w brązowe, z wkładkami piaszczystymi i żwirowymi, porwakami iłów mioceńskich i warstewkami glin zwałowych malinowych (Nowak 1967).

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne). Osady wodnolodowcowe zdeponowane podczas recesji lądolodu zlodowacenia Odry na obszarze arkusza Nasielsk występują jedynie w jego częściach zachodniej i południowo-wschodniej. Strop tych utworów zalega na wysokości od 60,5 m n.p.m. w części wschodniej badanego terenu do 86,7 m n.p.m. w jego części południowo-zachodniej, a spąg – od 42,5 m n.p.m. na wschodzie do 81,7 m n.p.m. na południowym zachodzie. Miąższość piasków i żwirów waha się przeważnie od 5,0 m do 18,0 m. W otworze 21, w Nasielsku, na głębokości 23,0–39,0 m (72,1–88,1 m n.p.m.) stwierdzono piaski średnioziarniste i gruboziarniste, z dużą liczbą żwirów, przechodzące w piaski gruboziarniste, z otoczkami i tocząciami glin zwałowych. W stropie opisywanej warstwy obecne są pyły piaszczyste o miąższości 1,1 m. Warstwa ta kontynuuje się w kierunku południowo-zachodnim. W otworze 25, w Nowych Pieścirogach, zalega na głębokości 38,6–41,6 m (64,4–67,4 m n.p.m.). W otworze 31, w Dębem, na głębokości 31,0 m (74,1 m n.p.m.) nawiercono strop miąższej warstwy opisywanych utworów (spągu warstwy nie osiągnięto). Są to piaski gruboziarniste, z domieszką żwirów, przechodzące w kierunku stropu serii w piaski średnioziarniste i drobnoziarniste. Osady te wypełniają głęboką dolinę (być może rynną subglacjalną)

wyrodowaną w glinach zwałowych oraz utworach wodnolodowcowych i zastoiskowych zlodowacenia Odry, w przedziale głębokości 24,0–36,5 m (69,9–82,4 m n.p.m.).

Interglacja lubawski

Piaski, żwiry i mułki rzeczne zaliczone do interglacjału lubawskiego rozpoznano w kilku otworach zlokalizowanych częściach zachodniej i północno-wschodniej obszaru arkusza Nasielsk, gdzie tworzą dobrze czytelne poziomy akumulacyjne. W zachodniej partii badanego terenu osady te wypełniają dwie głębokie kopalne doliny rozcinające utwory starszych zlodowaceń i mioce-
nu górnego. W Nasielsku udokumentowano osady obu dolin. W wierceniach 18 i 20 rozpoznano utwory wypełniające pierwszą z nich – piaski średnioziarniste i drobnoziarniste przechodzące w piaski pyłowate i mułki piaszczyste (Nowak, 1967). Zalegają one na głębokości 13,2–54,2 m (52,0–93,0 m n.p.m.) w otworze 18 i 20,5–56,5 m (49,9–85,9 m n.p.m.) w otworze 20. Osady drugiej doliny odnotowano w wierceniach 22 i 23 na głębokości odpowiednio: 18,0–54,9 m (52,0–88,9 m n.p.m.) i 16,0–55,5 m (50,0–89,5 m n.p.m.). Są to piaski pyłowate, drobnoziarniste i średnioziarniste podścielone piaskami różnoziarnistymi i gruboziarnistymi ze żwirami i otoczkami, tworzące co najmniej dwa cykle sedymentacyjne. W części północno-wschodniej badanego terenu, w otworze 6, w Winnicy, na głębokości 45,0–72,0 m (46,1–73,1 m n.p.m.) stwierdzono osady rzeczne, których profil rozpoczynają szarobrazowe piaski średnioziarniste ze żwirami i otoczkami przechodzące stopniowo w szarobrazowe piaski drobnoziarniste z domieszką mułków piaszczystych. W wierceniach 7 i 8, w Zbroszkach, na głębokości odpowiednio: 28,5–35,0 i 31,0–45,0 m (odpowiednio: 76,2–82,7 i 65,0–79,0 m n.p.m.) nawiercono serię osadów rzecznych reprezentowanych przez piaski drobnoziarniste i średnioziarniste przechodzące w kierunku stropu w piaski różnoziarniste ze żwirami i otoczkami.

Zlodowacenie Warty

Zlodowacenie Warty na obszarze arkusza Nasielsk reprezentowane jest przez osady: lodowcowe, wodnolodowcowe i zastoiskowe stadiałów dolnego i środkowego.

Stadiał dolny

Iły, mułki i piaski zastoiskowe z glinami zwałowymi w spływach stwierdzono w szeregu otworów w częściach północno-zachodniej, zachodniej, północno-wschodniej i południowej obszaru arkusza Nasielsk. Występują lokalnie pod glinami zwałowymi lub osadami wodnolodowcowymi zlodowacenia Warty. Wypełniają szerokie zagłębienia wykształcone głównie

w glinach zwałowych zlodowacenia Odry. Akumulacja mułków ilastych, pyłów, piasków pyłowatych i iłów odbywała się na przedpolu transgredującego lądolodu zlodowacenia Warty.

W części północno-zachodniej badanego terenu, w otworze kartograficznym 1, w Gołębiach, na głębokości 45,0–49,0 m (79,0–83,0 m n.p.m.) rozpoznano, według opisu Nowak (1967), szare i brązowe ły warwowe. Miąższość warstwy osadów zastoiskowych wzrasta w kierunku południowym.

Na zachodzie obszaru arkusza opisywane osady rozpoznano w wierceniach: 12, 14 i 16. W otworze 12, w Mazewie Dworskim B, na głębokości 12,0–47,0 m (68,6–103,6 m n.p.m.) występują (od spągu): szare mułki piaszczyste, ciemnoszare ły oraz piaski drobnoziarniste i pyłowate z glinami zwałowymi w spływach. W otworze 14, w Kosewie, pod porwakiem osadów miocenu górnego, na głębokości 21,5–55,0 m (47,5–81,0 m n.p.m.) zarejestrowano miąższą warstwę mułków i mułków piaszczystych z cienkimi przewarstwieniami szarych iłów. W wierceniach 16, w Nasielsku, w przedziale głębokości 18,0–59,5 m (58,4–99,9 m n.p.m.) zalegają piaski drobnoziarniste z cienką warstwą glin zwałowych w spływach (na głębokości 51,0–52,5 m – 65,4–66,9 m n.p.m.).

W otworach zlokalizowanych w północno-wschodnim narożu badanego terenu, 4 i 6, w Winnicy, oraz 8, w Zbroszkach, wyróżniono osady wypełniające niewielkie zagłębienia w osadach: interglacjału lubawskiego, zlodowacenia Odry i miocenu górnego – mułki piaszczyste z przewarstwieniami pyłów, o miąższości 9,0–13,5 m. Strop tych osadów zalega na wysokości 84,1–92,0 m n.p.m.

W części południowej obszaru arkusza, w otworze 27, w Żabicy, na głębokości 28,0–61,0 m (44,0–77,0 m n.p.m.) odnotowano szare ły z przewarstwieniami piasków pyłowatych. Osady te stanowią wypełnienie głębokiego obniżenia utworzonego prawdopodobnie w czasie interglacjału lubawskiego w glinach zwałowych oraz utworach wodnolodowcowych i zastoiskowych zlodowacenia Odry.

Piaski ze żwirami wodnolodowcowe (dolne), podścielające gliny zwałowe zlodowacenia Warty, występują płatami lub tworzą duże powierzchnie w różnych rejonach obszaru arkusza Nasielsk, z wyjątkiem jego części centralnej, południowo-zachodniej i południowo-wschodniej. Osady te uznano za utworzone w czasie transgresji lądolodu stadiału dolnego zlodowacenia Warty.

W części północno-zachodniej opisywanego terenu, w otworze kartograficznym 1, w Gołębiach, na głębokości 43,5–45,0 m (83,0–84,5 m n.p.m.), i w wierceniach 2, w Świerczach, na głębokości 41,7–43,2 m (105,4–106,9 m n.p.m.), zarejestrowano piaski drobnoziarniste, dobrze przemyte.

Na zachodzie obszaru niniejszego opracowania, w Nasielsku, w otworze kartograficznym 17, na głębokości 22,0–22,3 m (82,7–83,0 m n.p.m.), i w Paulinowie, w wierceniach 26, na głębokości 34,0–38,0 m (73,6–77,6 m n.p.m.), stwierdzono obecność cienkiej warstwy piasków drobnoziarni-

stych rozdzielającej gliny zwałowe zlodowaceń Odry i Warty. W pozostałych otworach zlokalizowanych w Nasielsku, na wysokości 95,2–103,8 m n.p.m., występują żwiry różnoziarniste lub piaski różnoziarniste ze żwirami, wypełniające dolinę o głębokości 8,7–15,7 m.

W północno-wschodnim narożu badanego terenu, przy granicy z obszarem arkusza Serock, w otworach 9 i 10, w Gołądkowie, odnotowano warstwę żwirów z otoczkami, przechodzących w piaski średnioziarniste i drobnoziarniste. Jej strop osiąga wysokość 86,3–88,1 m n.p.m. Osady te wypełniają dolinę o głębokości ponad 20,0 m.

Gliny zwałowe stadiału dolnego zlodowacenia Warty tworzą zwarty pokład i występują w większości otworów wiertniczych wykonanych na terenie arkusza Nasielsk. Odnotowano je we wszystkich wierceniach kartograficznych wykonanych na potrzeby arkusza (otw.: 1, 17 i 28) (Nowak, 1967). Ich brak stwierdzono m.in. w Żabiczynie, gdzie zostały zniszczone przez wody akumulujące młodsze osady zastoiskowe.

Mięższość opisywanych glin zwałowych jest zróżnicowana i wynosi od 1,0 m (otw. 3, w Winnicy) do ponad 30,0 m (m.in. w okolicach Mogowa i w rejonie Paulinowo–Żabiczyn). Najczęściej mieści się w przedziale około 3–22 m. Strop badanych utworów najwyżej wznosi się w części północno-zachodniej obszaru arkusza, w otworach 1 i 2 odnotowano go na wysokości odpowiednio: 113,5 i 120,3 m n.p.m. Najniżej gliny zwałowe stadiału dolnego zlodowacenia Warty stwierdzono w rejonach: Dębego (otw. 31), na wysokości 80,1 m n.p.m., Nowych Pieścirogów (otw. 25), na wysokości 84,0 m n.p.m., i Winnicy (otw. 6), na wysokości 87,6 m n.p.m. Lokalne niskie położenie stropu glin zwałowych i ich mała mięższość mają związek z procesami erozji rzecznej i denudacji przebiegającymi w interstadiale i stadiale środkowym zlodowacenia Warty.

Według Nowak (1967) w części północno-zachodniej obszaru arkusza, w otworze 1, w Gołębiach, opisywane gliny zwałowe odnotowano na głębokości 14,5–43,5 m (84,5–113,5 m n.p.m.). Są to gliny piaszczyste, zbite, z niewielką liczbą gładzików. Na zachodzie badanego terenu, w wierceniach 17, w Nasielsku, gliny piaszczyste z wkładkami ciemnoszarych iłów mułkowatych, zaliczone do stadiału dolnego zlodowacenia Warty zarejestrowano od powierzchni terenu do głębokości 22,0 m (83,0–105,0 m n.p.m.). W części południowej obszaru arkusza, w otworze 28, w Nunie, stwierdzono warstwę badanych glin zwałowych o bardzo zróżnicowanej litologii. Ich dolną partię tworzą gliny zbite, o barwie malinowej, przepełnione otoczkami i ostrokrawędzistymi kawałkami gładzików, głównie zawierających glaukonit skał kredy. W górnej części profilu występują gliny silnie piaszczyste, brązowe. Między opisanymi glinami odnotowano przewarstwienie piasków drobnoziarnistych i średnioziarnistych (Nowak, 1967).

W rejonie Kosewa (otw. 14), w obrębie glin zwałowych stadiału dolnego zlodowacenia Warty występuje porwak iłów pstrych, szarych mułków i pyłów miocenu górnego, o miąższości 19,7 m.

Gliny zwałowe stadiału dolnego zlodowacenia Warty tworzące powierzchnię wysoczyzny morenowej odnotowano w częściach zachodniej i centralnej obszaru arkusza, głównie w okolicach: Nasielska, Chrcynna i Popowa Borowego. Lokalnie gliny te przykryte są cienką warstwą osadów: wodnolodowcowych, lodowcowych i wodnomorenowych stadiału środkowego zlodowacenia Warty, zwietrzelinowych lub rzecznych holocenu.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne), zaliczone do osadów recesyjnych lądolodu stadiału dolnego zlodowacenia Warty, występują w częściach północno-wschodniej, zachodniej i południowej obszaru arkusza Nasielsk. Często przykryte są przez młodsze osady zastoiskowe i lodowcowe zlodowacenia Warty.

W części północno-wschodniej badanego terenu, w otworze 5, w Winnicy, na głębokości 33,5–48,5 m (71,9–86,9 m n.p.m.) przewiercono piaski drobnoziarniste, przechodzące w kierunku stropu w żwiry. W rejonie Stare Pieścirogi–Mogowo opisywane osady wodnolodowcowe wypełniają szerokie zagłębienia w starszych osadach lodowcowych zlodowaceń Warty i Odry. Udokumentowano je w otworach 15 i 25, odpowiednio w: Starych Pieścirogach i Nowych Pieścirogach. Ich strop zarejestrowano na wysokości 92,4 m n.p.m. (otw. 15) i 94,0 m n.p.m. (otw. 25). Miąższość określono na 10,0 m (otw. 25) i 22,5 m (otw. 15). Według opisu Nowak (1967) w spągu serii występują żwiry szarobrazowe, przechodzące w dość dobrze przemyte piaski średnioziarniste z domieszką piasków drobnoziarnistych i gruboziarnistych. Wyżej zalegają zapyłone piaski różnoziarniste. W stropie ponownie pojawiają się piaski średnioziarniste. W części południowej obszaru arkusza, w otworze 31, w Dębem, badane osady to piaski pyłowate przewarstwione piaskami średnioziarnistymi. Stwierdzono je na głębokości 12,0–25,0 m (80,1–93,1 m n.p.m.).

Piaski i żwiry wodnolodowcowe stadiału dolnego zlodowacenia Warty odsłaniają się na powierzchni badanego terenu w sąsiedztwie doliny Klusówki, od Powielina do wschodniej granicy obszaru arkusza, a także w krawędzi suchej doliny między Stanisławowem a Wójtostwem.

Stadiał środkowy

Iły i mułki, miejscami piaski, zastoiskowe, akumulowane w czasie transgresji lądolodu stadiału środkowego zlodowacenia Warty, występują lokalnie, w obniżeniach erozyjnych wyciętych w starszych osadach lodowcowych, wodnolodowcowych lub zastoiskowych zlodowaceń Warty i Odry, w częściach: północno-zachodniej, zachodniej, północno-wschodniej i południowej

terenu arkusza Nasielsk. Najczęściej przykryte są młodszymi osadami lodowcowymi i wodnolodowcowymi.

W części północno-wschodniej badanego obszaru, w otworach 5 i 6, w Winnicy, na głębokości odpowiednio: 28,0 i 23,0 m (odpowiednio: 92,4 i 95,1 m n.p.m.) nawiercono strop szarych mułków ilastych przewarstwionych piaskami różnoziarnistymi, przechodzących w kierunku spągu w pyły piaszczyste, o łącznej miąższości odpowiednio: 5,5 i 7,5 m. Osady te wypełniają niewielką dolinę wyerodowaną w utworach zlodowacenia Warty i przykryte są glinami zwałowymi lub osadami wodnolodowcowymi tego samego wieku.

Na północnym zachodzie i zachodzie terenu arkusza mułki ily zastoiskowe tworzą ciągłą, cienką warstwę rozdzielającą gliny zwałowe zlodowacenia Warty. Ich strop osadów układa się przeważnie na wysokości około 100–115 m n.p.m., a miąższość mieści się w przedziale od 1,5 m do 8,0 m.

W części południowej obszaru niniejszego opracowania, w otworze 27, w Żabicy, na głębokości 4,0–28,0 m (77,0–101,0 m n.p.m.) odnotowano jasnobrązowe piaski pyłowate z przewarstwieniami mułków i szarych iłó, przykryte osadami wodnolodowcowymi tego samego wieku. Wypełniają one głęboką, kopalną dolinę utworzoną w utworach zlodowaceń Warty i Odry.

Na powierzchni terenu niniejszego opracowania ily i mułki zastoiskowe odsłaniają się w jego wschodniej partii, wzdłuż doliny Klusówki w rejonie Powielina. Opisywane osady zastoiskowe tworzą duże partie wysoczyzny morenowej w częściach zachodniej i południowo-zachodniej obszaru arkusza, od Nasielska i Mogowa do południowej granicy badanego terenu. Występują tam bezpośrednio na powierzchni lub pod cienkim przykryciem osadów lodowcowych, wodnolodowcowych i wodnomorenowych zlodowacenia Warty oraz osadów eolicznych.

Piaski i piaski ze żwirami wodnolodowcowe. Piaszczysto-żwirową serię występującą w postaci zazwyczaj cienkich warstw rozdzielających gliny zwałowe zlodowacenia Warty lub wypełniających lokalne zagłębienia w starszych osadach różnej genezy rozpoznano na znacznej części obszaru arkusza, z wyjątkiem jego partii północno-zachodniej i południowo-zachodniej. Utwory tej serii zaliczono do osadów transgresywnych poprzedzających bezpośrednio akumulację glin zwałowych stadiału środkowego zlodowacenia Warty. Miąższość piasków i żwirów mieści się w przedziale od 0,5 m do 12,5 m, a ich strop, udokumentowany w otworach, zalega na wysokości 90,9–106,1 m n.p.m. Opisywane osady wodnolodowcowe odsłaniają się na powierzchni badanego terenu lub zalegają pod cienką pokrywą młodszych utworów w jego częściach centralnej, wschodniej i południowej (punkty dok. 19 i 23) oraz w krawędzi suchej doliny między Stanisławowem a Wójtostwem. Są to głównie piaski średnioziarniste i drobnoziarniste, miejscami z domieszką materiału grubszego. Sporadycznie występują w nich żwiry o średnicy do 5 cm, dobrze obtoczone, krystaliczne

i metamorficzne, miejscami toczące glin lub ilów warwowych. Osady te na głębokości ponad 0,7 m są warstwowane poziomo (Nowak, 1967).

Gliny zwałowe stadiału środkowego zlodowacenia Warty na obszarze arkusza Nasielsk występują powszechnie w obrębie wysoczyzny morenowej. Odsłaniają się na powierzchni terenu lub zalegają pod niewielkiej miąższości pokrywą młodszych osadów. Glin tych brak w rejonie Nasielsk–Żabiczyn i w części południowo-zachodniej obszaru niniejszego opracowania, gdzie zostały w większości rozmyte i usunięte przez wody roztopowe i występują tylko w postaci niewielkich ostańców. Opisywane utwory rozpoznano w większości zlokalizowanych na badanym terenie wierceń studziennych i w dwóch otworach kartograficznych wykonanych na potrzeby arkusza (otw. 1 i 28).

W części północno-zachodniej opisywanego obszaru, w otworze kartograficznym 1, w Gołębiach, od powierzchni terenu do głębokości 13,0 m występują, według opisu Nowak (1967), gliny zwałowe zbite, brązowe, w spągu miejscami szare, z dużą liczbą żwirów i głazów o średnicy do 80 cm. Gliny te często zawierają partie silnie piaszczyste, ale nie stwierdzono w nich wkładek piaszczystych. Do głębokości 0,6–0,8 m są odwapnione i zorsztynizowane. Obecne są w nich też często kliny mrozowe. W partiach spągowych opisywane gliny są częściowo przemieszane z ilami i ułamkami drewna (Nowak, 1967). W partii południowej badanego terenu, w otworze kartograficznym 28, w Nunie, pod 0,5-metrowej miąższości warstwą osadów wodnomorenowych zalegają gliny zwałowe brązowe, bardzo silnie piaszczyste, o miąższości 10,0 m. W pozostałej części obszaru arkusza miąższość opisywanych glin zwałowych jest zróżnicowana. Miąższość tych osadów stwierdzona w wierceniach mieści się w przedziale od 2,3 i 3,8 m na zachodzie (odpowiednio otw.: 25, w Nowych Pieścirogach, i 12, w Mazewie Dworskim B) oraz 2,6 m na południu (otw. 30, w Stanisławowie) do 28,0 m na północnym wschodzie badanego terenu (otw. 5, w Winnicy). Najczęściej wynosi około 5–12 m. Strop glin zwałowych najwyżej (157,6 m n.p.m.) wznosi się w części północno-zachodniej obszaru arkusza, w rejonie Ostrzeniewa. Najniżej (około 90 m n.p.m.) znajduje się na wschodzie terenu opracowania, w dolinie Klusówki. Opisywane gliny zalegają najczęściej na glinach zwałowych stadiału dolnego zlodowacenia Warty, ilach i mułkach zastoiskowych oraz piaskach i piaskach ze żwirami wodnolodowcowych stadiału środkowego zlodowacenia Warty.

Gliny zwałowe odsłaniające się na powierzchni badanego terenu to słabo zwięzłe gliny piaszczyste, piaszczysto-mułkowate lub piaszczysto-ilaste, charakteryzujące się barwami brązowymi, brązowoczerwonymi lub brązowoszarymi, lokalnie przechodzące w piaski gliniaste (Nowak, 1967). Na znacznej części obszaru arkusza przykryte są osadami: lodowcowymi, akumulacji czołowomorenowej lub szczelinowej, kemowymi, wodnolodowcowymi, zastoiskowymi, wodnomorenowymi, rzecznyymi i eolicznymi oraz eluwiami, deluwiami i utworami holocenijskimi.

Piaski, żwiry i mułki (pyły) lodowcowe pokrywają płatami gliny zwałowe, piaski i piaski ze żwirami wodnolodowcowe oraz ropy i mułki zastoiskowe zlodowacenia Warty na powierzchni wysoczyzny morenowej na całym obszarze arkusza Nasielsk. Ich miąższość wynosi zwykle około 0,6–3 m, lokalnie może osiągać 4,5 m. Osady te tworzą niewielkie wzniesienia w części północnej badanego terenu lub płaskie powierzchnie w jego partiach centralnej i południowej. Są to piaski brązowe i brązowo-żółte, z dużą zawartością ziarn frakcji pyłowej i piaski gliniaste z domieszką glin mułkowatych i drobnych żwirów (punkt dok. 13). Miejscami zawierają silnie zwietrzałe głązy, nagromadzenia białych wtrąceń marglistych i kliny mrozowe (Nowak, 1967). Opisywane piaski akumulowane były równocześnie z glinami zwałowymi. Granica między tymi osadami często jest niewyraźna – przejście glin zwałowych w piaski lodowcowe jest płynne.

Piaski i żwiry, miejscami gliny zwałowe, moren czołowych występują jedynie w części północnej obszaru arkusza Nasielsk, w pobliżu jego północnej granicy. Rozpoznano je w Budach-Zbroszkach i w okolicy Gnat-Wieśnian.

Największy udział w materiale badanych form mają pospółki o dość dużej domieszce szarobrazowych piasków różnoziarnistych i brązowych piasków pyłowatych, ułożone bezładnie na glinach zwałowych stadiału środkowego zlodowacenia Warty (punkty dok. 11 i 14). Miąższość zdegradowanych osadów moren czołowych mieści się przeważnie w przedziale 2,0–3,5 m.

Opisywane moreny są śladem ostatniej fazy postoju lądolodu stadiału środkowego zlodowacenia Warty na badanym obszarze, a właściwie w części południowej terenu arkusza Przewodowo (Nowacki, 2021b).

Piaski i żwiry akumulacji szczelinowej. Gliny piaszczyste i piaski pyłowate w spływach akumulacji szczelinowej. Piaski i żwiry akumulacji szczelinowej na obszarze arkusza Nasielsk występują często w jego części centralnej, między Nasielskiem a Winnicą. Utwory te rozpoznano również w południowo-wschodniej partii badanego terenu, na południowy wschód od Święcienicy. Pomiędzy Nasielskiem a Winnicą opisywane osady tworzą pagórki i wzniesienia o wysokości dochodzącej do około 25 m. Ich budowę wewnętrzną rozpoznano w punktach dokumentacyjnych 16 i 18, odpowiednio w: Poniatach-Ciborach i Rębkowie, oraz w otworze 11, w Poniatach Wielkich. W punktach dokumentacyjnych 16 i 18 odnotowano jasnobrązowe piaski pyłowate i drobnoziarniste, przewarstwione skośnie szarobrazowymi piaskami średnioziarnistymi i gruboziarnistymi z drobnoookruchowymi żwirami. W Rębkowie opisywane osady przykryte są brązowymi glinami piaszczystymi i piaskami gliniastymi w spływach. Udokumentowane biegi i upadki warstw osadów o płaskim warstwowaniu przekątnym wynoszą 88–90/22–28 E. Z kolei w otworze 11, dokumentującym osiową część opisywanych form, zarejestrowano głównie piaski gruboziarniste

ze żwirami i głazikami (o średnicy do 20 cm), przechodzące w kierunku spągu w piaski średnioziarniste i żwiry z otoczakami. Ich miąższość, łącznie z pokrywą ablacyjną, dochodzi do 32,0 m. Forma akumulacji szczelinowej występująca na południowy wschód od Świącienicy w dolnej partii zbudowana jest z dobrze przemytych, białych i jasnobrązowych piasków pyłowatych i drobnoziarnistych, tworzących około 2–3-metrowej miąższości warstwę ułożoną horyzontalnie. Przechodzą one płynnie w kilkumetrowej miąższości serię warstwowanych skośnie piasków drobnoziarnistych i średnioziarnistych. Sekwencję osadów kończą, leżące w najwyższych fragmentach wzgórza, brązowe piaski gruboziarniste ze żwirami i głazikami (o średnicy do 15 cm) i przewarstwieniami bardzo suchych brązowych pyłów. Cała badana forma przykryta jest różnej miąższości glinami piaszczystymi i piaskami pyłowatymi w spływach.

Mułki, piaski i żwiry kemów występują dość powszechnie w obrębie wysoczyzny morenowej, głównie w partiach północno-zachodniej i centralnej obszaru arkusza Nasielsk. Pojedyncze kemy występują również w części wschodniej badanego terenu, na granicy z obszarem arkusza Serock (Frankiewicz, 2020, 2021). Osady tworzące te formy to piaski drobnoziarniste z przewarstwieniami piasków pyłowatych, pyłów i mułków lub piasków różnoziarnistych ze żwirami drobnookruchowymi, o łącznej miąższości od około 3 m do około 15 m. Niektóre kemy zbudowane są z mułków i piasków pyłowatych, z niewielkim udziałem materiału grubszego (punkty dok.: 2, 3, 6 i 21). Obecne są także formy utworzone z piasków średnioziarnistych i gruboziarnistych ze żwirami oraz żwirów piaszczystych (punkty dok. 1 i 4). Osady kemów są najczęściej warstwowane poziomo, ale notowane są w nich również warstwowania przekątne o małej i dużej skali. Badane formy pokryte są miejscami, zarówno na zboczach, jak i wierzchołkach, glinami piaszczystymi i piaskami pyłowatymi w spływach kemów, o miąższości 0,6–6,0 m.

Piaski ze żwirami i piaski wodnolodowcowe. Kataglacjalna seria piaszczysto-żwirowa stadiału środkowego zlodowacenia Warty występuje, w postaci niewielkich płątów, na prawie całym obszarze arkusza, z wyjątkiem jego południowo-zachodniej części. Tworzą ją dobrze obtoczone piaski drobnoziarniste, średnioziarniste i gruboziarniste, zawierające sporadycznie żwiry i głaziki, o łącznej miąższości od około 2 m do ponad 10,0 m. Do głębokości 0,5 m nie są one warstwowane, poniżej są warstwowane poziomo lub przekątne. Przy warstwowaniach przekątnych miejscami spotykane są warstwy żwirków (Nowak, 1967). Opiswane osady przykrywają utwory akumulacji szczelinowej, gliny zwałowe lub osady zastoiskowe zlodowacenia Warty.

Mułki, miejscami ily i piaski, zastoiskowe na obszarze arkusza Nasielsk wyróżniono w misach końcowych, wyraźnie widocznych w morfologii tego terenu w jego części północno-zachodniej, w okolicach Gołębi i Chmielewa. Są to głównie szarobrązowe i szare mułki,

miejscami przewarstwione szarymi iłami i piaskami drobnoziarnistymi, o miąższości zwykle nieprzekraczającej 2,0 m (Nowak, 1967).

Gliny ilaste, piaski, żwiry, mułki i ily wodnomorenowe zaliczone do stadiału środkowego zlodowacenia Warty na obszarze arkusza Nasielsk największe powierzchnie zajmują w jego partii południowo-zachodniej. Wyróżniono je także w częściach północnej, centralnej i południowej badanego terenu. Ich przeciętna miąższość wynosi około 1–2 m, ale maksymalna przekracza 3,0 m. Osady te zalegają na wysokości około 100–150 m n.p.m. Są to głównie czerwone i czerwono-brązowe gliny ilaste (na pograniczu iłów), brązowe piaski pyłowate ze żwirami oraz osady mułkowo-ilaste z licznymi żwirkami i przewarstwieniami piasków drobnoziarnistych. Były one wielokrotnie opisywane jako „glinoiły” (Michalska, 1961, 1967). Badane osady tworzą niewielkie pokrywy na glinach zwałowych, osadach wodnolodowcowych lub zastoiskowych zlodowacenia Warty.

Nowak (1967) opisywane utwory zaliczyła do eluwiów. Interpretacja ta nie jest możliwa, ponieważ w wielu miejscach nie leżą one na glinach zwałowych, ale na osadach wodnolodowcowych lub zastoiskowych. Nowsze badania wskazują na możliwość innej genezy tych utworów niż wodnomorenowa. Niewykluczone, że są to osady zbiornikowe zastoiska warszawskiego, które powstawały po osiągnięciu przez łądolód zlodowacenia Wisły maksimum zasięgu w zachodniej części Kotliny Warszawskiej i poziomu lustra wody w zastoisku na wysokości około 150 m n.p.m. (Lisicki i in., 2019).

Interglacjał eemski

W Psucinie (koło jeziora), w południowo-zachodnim narożu obszaru arkusza, pod 2,1-metrowej grubości warstwą piasków deluwialnych rozpoznano gytie i torfy. Miąższość tych osadów wynosi 1,5 m. Zarówno położenie, jak i profil litologiczny utworów występujących w opisywanym stanowisku są analogiczne do położenia i profilu litologicznego gytii i torfów znanych ze stanowiska w Bylicach (około 2 km na północ od granicy terenu arkusza Nasielsk), których wiek określono na interglacjał eemski (Borówko-Dłużakowa, 1959). Na tej podstawie w niniejszym opracowaniu, podobnie jak w pierwszej wersji arkusza Nasielsk (1965, 1967), opisywane gytie i torfy zaliczono do interglacjału eemskiego.

Zlodowacenia północnopolskie

Zlodowacenie Wisły

Według aktualnego stanu wiedzy obszar arkusza Nasielsk nie został pokryty najmłodszym łądolodem. W czasie ostatniego zlodowacenia (Wisły) zachodziły tu procesy denudacji i erozji rzecznej oraz szeroko rozumiane procesy peryglacjalne. W dolinach rzecznych miała miejsce sedymentacja rzeczna.

Piaski rzeczne zlodowacenia Wisły na obszarze arkusza Nasielsk wypełniają doliny, którymi odprowadzane były wody sprzed czoła lądolodu w rejonach Popowo Borowe–Wójtostwo i Nasielsk–Krogule. Według Nowak (1967) są to piaski drobnoziarniste i średnioziarniste, warstwowane lekko skośnie lub faliście, zawierające miejscami nieco szczątków roślinnych, o miąższości dochodzącej do 8,0 m. Powierzchnia piasków jest miejscami przemodelowana przez wiatr lub są one przewiane.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Piaski i mułki zwietrzelinowe (eluwialne) oraz żwiry rezydualne jako pokrywa zwietrzelinowa na obszarze arkusza Nasielsk występują powszechnie w stropie glin zwałowych zlodowacenia Warty. Są to piaski różnoziarniste z dużą domieszką piasków pyłowych i mułków, z gładzikami i żwirkami, szare lub szarobeżowe, w dolnej partii lekko zorsztynizowane (Nowak, 1967). Eluwia charakteryzują się dużą piaszczystością, rozsypliwością i odwapnieniem. Miąższość opisywanych osadów jest przeważnie niewielka (eluwia do 1,2 m, rezydualna do 2,0 m).

Mułki, gliny i piaski gliniaste deluwialne osadziły się w małych dolinkach i obniżeniach bezodpływowych oraz na zboczach suchych dolin na południe od Popowa Borowego i Kroguli. Składają się z materiału przemieszczonego w dół zboczy wskutek działalności procesów stokowych – rozmywania, spęływania i spłukiwania przez wody opadowe. W zależności od budowy geologicznej badanego obszaru deluwia to warstwowane poziomo utwory piaszczyste, mułkowate lub piaszczysto-mułkowate. Ich miąższość w suchych dolinach wynosi zwykle około 1–2 m, może osiągać około 3 m. Deluwia powstają również obecnie, co można często obserwować w czasie wczesnowiosennych roztopów i intensywnych opadów.

Piaski eoliczne na terenie arkusza Nasielsk występują głównie w jego części południowej. Rozpoznano je w okolicach: Studzianek, Psucina, Nuny–Lorcina, Popowa Borowego, Wólki Zaleskiej i Woli Smolanej. Pojedyncze pola piasków eolicznych zarejestrowano w częściach północnej i zachodniej badanego terenu. Opisywane utwory to piaski drobnoziarniste i średnioziarniste, żółte, matowe i sypkie. Ich miąższość najczęściej nie przekracza 1,5 m. Przewiewanie piasków następowało od schyłku zlodowacenia Wisły aż do holocenu włącznie (Nowak, 1967).

c. Holocen

Piaski rzeczne wypełniają dna dolin rzecznych, szczególnie dopływów Nasielnej. Najczęściej są to szare, szaro-zielone lub szaroczarne piaski od drobnoziarnistych do gruboziarnistych, w dolnej części dobrze przemyte, w stropie z dużą domieszką materii organicznej. Ich miąższość wynosi od 0,5 do 2,0 m.

Kreda jeziorna. Osady te wypełniają dwa niewielkie zbiorniki w częściach centralnej (w Dąbrowie) i wschodniej (w Gatkach) obszaru arkusza Nasielsk. Nowak (1967) opisała je jako kremowo-szare, z domieszką ziarn frakcji piaskowej i rosnącym w kierunku spągu udziałem „osadu mułkowatego”. W stanie suchym kreda rozpada się na kawałki. Silnie reaguje z HCl (pozostaje po niej rezydium mułkowate z domieszką piasków). Miąższość opisywanych osadów w Gatkach waha się od 0,5 do 0,8 m, a w Dąbrowie – od 0,4 do 0,6 m.

Piaski humusowe den dolinnych i zagłębień okresowo przepływowych. Na obszarze arkusza Nasielsk piaski humusowe występują w dnach dolinek rzecznych i zagłębień bezodpływowych. Są to piaski od pyłowatych do gruboziarnistych, o różnej zawartości humusu i barwie od szarej przez ciemnoszarą do czarnej. Ich miąższość jest niewielka, zwykle nie przekracza 2,5 m. W dolinach drobnych cieków i w obrębie niewielkich zakłębłości terenu jest ona jeszcze mniejsza (do 1,0 m).

Namuły zagłębień bezodpływowych i den dolinnych. Osady te wypełniają dna dolin i zagłębień bezodpływowych przede wszystkim w części wschodniej obszaru arkusza Nasielsk. Są to piaski drobnoziarniste i średnioziarniste, z domieszką mułków, silnie humusowe, szare lub ciemnoszare. W ich profilu wraz z głębokością maleje zawartość humusu, a wzrasta domieszka mułków. Miąższość opisywanych namułów jest zróżnicowana, waha się od 0,5 m na brzegach zagłębień do 1,8 m w ich partiach środkowych. W dolinach miąższość namułów może dochodzić do 2,5 m (Nowak, 1967).

Namuły torfiaste występują w dnach dolin Nasielnej i Niestępówki oraz ich niektórych dopływów. Są to torfy silnie piaszczyste i mułkowate, szaroczarne lub brązowe. Ich miąższość najczęściej wynosi 0,3–0,6 m, miejscami osiąga około 2 m (Nowak, 1967).

Torfy na obszarze arkusza Nasielsk zajmują dna zarówno dolin Nasielnej, Niestępówki i Klusówki, jak i zagłębień występujących koło Łosewa, Studzianek i Żabiczyna. Są to torfy jasno-brązowe i ciemnobrązowe, po wyschnięciu czarne. Ich miąższość zwykle mieści się w przedziale 0,5–1,2 m, w dolinach rzecznych osiąga około 2 m (Nowak, 1967).

B. TEKTONIKA I RZEŻBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Obszar arkusza Nasielsk jest położony na zachodnim skłonie prekambryjskiej struktury tektonicznej – platformy wschodnioeuropejskiej – w obrębie niecki brzeżnej (wschodniego skraju niecki warszawskiej). Podłoże krystaliczne znajduje się tu na głębokości około 2260 m, a przykrywają je epikontynentalne osady paleozoiku dolnego, na których niezgodnie spoczywają wypełniające nieckę osady permo-mezozoiku i kenozoiku. Rejon badanego terenu przecina sieć nieciągłości niższego

rzędu, sugerujących blokową budowę podłoża (Pożaryski, Marek, 1970). Mapa fotolineamentów summarycznych wskazuje wyraźne deformacje tektoniczne oraz systemy pęknięć tektonicznych najczęściej o kierunkach SSW–NNE i NNW–SSE (Graniczny i in., 1995).

Bezpośrednie podłoże osadów czwartorzędu na terenie arkusza Nasielsk stanowią ility pstrze miocenu górnego. Zostało ono ukształtowane pod wpływem nakładających się na siebie procesów: czwartorzędowych egzaracyjnych i glacitektonicznych, czwartorzędowej i przedczwartorzędowej erozji rzecznej, a być może także starszych tektonicznych.

Strop utworów podłoża czwartorzędu położony jest na zróżnicowanej wysokości, od poniżej 10,0 m p.p.m. do ponad 120,0 m n.p.m., i układa się w szereg obniżen i i wyniesień (elewacji). W obrębie opisywanej powierzchni można wydzielić trzy wyraźnie zaznaczające się obszary. W części wschodniej terenu arkusza, w rejonie Glinice-Domaniewo–Ciepielin, znajduje się bardzo rozległa elewacja, z kulminacją (ponad 120,0 m n.p.m.) w okolicy Glinic-Domaniewa. Od północnego wschodu, w rejonie Gołądkowa, wyniesienie to ograniczone jest wydłużonym obniżeniem, w obrębie którego powierzchnia podczwartorzędowa obniża się poniżej 10,0 m n.p.m. Od południowego wschodu badana elewacja sąsiaduje z głęboką i rozległą kopalną doliną ciągnącą się od Nasielska w kierunku południowej granicy obszaru arkusza, gdzie jej dno, w rejonie Wójtostwa, opada do wysokości poniżej 10,0 m p.p.m.

Przy zachodniej granicy badanego terenu, w rejonie Nasielska, strop górnomiocennych ility pstrych jest zróżnicowany morfologicznie. Występują tu sąsiadujące ze sobą niewielkie elewacje i obniżenia. Wysokość powierzchni podczwartorzędowej waha się od 73,5 m n.p.m. (otw. 13, w Starych Pieścirogach) i 52,0 m n.p.m. (otw. 18, w Nasielsku) w obrębie wyniesień do 27,2 m n.p.m. (otw. 19, w Nasielsku), 23,4 m n.p.m. (otw. 23, w Nasielsku) i 12,9 m n.p.m. (otw. 16, w Nasielsku) w obniżeniach.

W pozostałej części obszaru arkusza rzeźba podłoża czwartorzędu jest mniej urozmaicona. Wysokość jego stropu mieści się w przedziale około 20–50 m n.p.m.

Geneza opisanego zróżnicowania morfologii podłoża czwartorzędu nie została niestety określona z powodu niewystarczającej ilości danych geologicznych. Duże deniwelacje powierzchni osadów miocenu górnego i miejscami duża miąższość tych utworów wskazują, że nie jest to ich pierwotna powierzchnia akumulacyjna. Wcześniejsze badania Nowak (1967) potwierdzają złożoną genezę deniwelacji stropu osadów miocennych. Elewacje oddzielone od głębokich obniżen wysokimi krawędziami sugerują nakładanie się różnych procesów modelujących powierzchnię utworów miocenu górnego. Według Nowak (1967) doszło tu do glacitektonicznego, a możliwe, że pierwotnie i tektonicznego wypiętrzenia ility pstrych. Tak dużą skalę zaburzeń podłoża czwartorzędu mogły

powodować kolejne, nasuwające się na ten obszar lądolody zlodowaceń najstarszych, południowopolskich i środkowopolskich, modelujące pierwotną powierzchnię osadów miocenijskich. Powstanie tych zaburzeń jest prawdopodobnie wynikiem deformacji plastycznych osadów neogenu na styku podłoża z wkraczającym lądolodem.

Wczesny czwartorzęd był okresem intensywnego działania procesów erozji rzecznej, a także denudacji. Głębokie obniżenie powierzchni podczwartorzędowej występujące w południowej części obszaru arkusza jest w przeważającej mierze dziełem erozji rzecznej. Już przed najstarszym zlodowaceniem musiała tu istnieć wcięta w podłoże forma dolinna o charakterze przełomowym.

Prawdopodobnie największy wpływ na ukształtowanie stropu podłoża czwartorzędu miały lądolody zlodowaceń najstarszych i południowopolskich. Obecność kier osadów miocenu górnego w glinach zwałowych zlodowacenia Warty, rozpoznanych w Kosewie (otw. 14), wskazuje na udział w procesach glacitektonicznych również lądolodu tego zlodowacenia.

Podsumowując, można wnosić, że na ostateczny kształt rzeźby podłoża podczwartorzędowego obszaru arkusza Nasielsk miały przede wszystkim wpływ procesy glacitektoniczne oraz wczesno-plejstocenijskiej erozji rzecznej i denudacji, którym podlegały osady tworzące podłoże.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Historię rozwoju geologicznego obszaru arkusza Nasielsk w paleozoiku i mezozoiku przedstawiają opracowania wykonane pod redakcją Marka (1983) oraz Marka i Pajchłowej (1997). Najstarsze skały osadowe udokumentowane na obszarach sąsiednich, reprezentujące kambr, były akumulowane w zbiorniku morskim, początkowo płytkim, następnie stopniowo pogłębiającym się, aby ponownie ulec spłyceniu. W ordowiku, w tremadoku, nastąpiła kolejna, postępująca ze wschodu transgresja morska, która w arenigu objęła obszar całego obniżenia podlaskiego. Pod koniec syluru zbiornik morski uległ spłyceniu i zasypaniu. W permie, w cechszynie, na obszarze obniżenia podlaskiego funkcjonowała zatoka morska (zatoka podlaska). W późnym triasie (kajper) zaznaczyła się regresja morska. W jurze i późnej kredzie, w obrębie zbiornika morskiego stanowiącego północną część basenu środkowopolskiego osadzały się tu mułowce, iłowce, piaskowce, wapienie i margle.

We wczesnym oligocenie, w przybrzeżnych zbiornikach jeziornych, zalewanych okresowo przez wody morskie, tworzyły się osady brakiczne. Od środkowego oligocenu na badanym terenie panowały warunki lądowe. W miocenie środkowym miała miejsce sedymentacja zbiornikowa i rzeczna, miejscami bagienna. Powstałe torfy przekształciły się później w pokłady węgla brunatnego. W późnym miocenie, w rozległym jeziorzysku śródlądowym były akumulowane ropy naftowe (tab. 2).

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Stratygrafia				Utory (opis litologiczny)	Procesy geologiczne
System	Oddział	Piętro	Podpiętro		
C z w a r t o r z ę d	H o l o c e n			Torfy — ${}_t Q_h$	Akumulacja organiczna
				Namuły torfiaste — ${}_{nr} Q_h$	Akumulacja mineralno-organiczna w dnach dolin rzecznych, rynien polodowcowych i zarastających zagłębień bezodpływowych
				Namuły zagłębień bezodpływowych i den dolinnych — ${}_n Q_h$	Akumulacja mineralno-organiczna w dnach dolin rzecznych o zanikającym przepływie
				Piaski humusowe den dolinnych i zagłębień okresowo przepływowych — ${}_{ph} Q_h$	Akumulacja mineralna w zamkniętych zbiornikach
				Kreda jeziorna — ${}_{kj} Q_h$	Erozja i akumulacja rzeczne
				Piaski rzeczne — ${}^f_p Q_h$	
				Piaski eoliczne — ${}^e_p Q$	Akumulacja eoliczna
				Mułki, gliny i piaski gliniaste deluwialne — ${}^d_{mg} Q$	Rozmywanie materiału na stokach oraz akumulacja u podnóży stoków i w obniżeniach
				Piaski i mułki zwietrzelinowe (eluwialne) oraz żwiry rezydualne — ${}^z_{pm} Q$	Wietrzenie mechaniczne i chemiczne glin zwałowych
		Zlodowacenia północnopolskie	Zlodowacenie Wisły	Piaski rzeczne — ${}^f_p Q_{p^4}^B$	Erozja i akumulacja rzeczne
		Interglacjał eemski		Gytie i torfy — ${}_{gyt} Q_{p^{3-4}}$	Denudacja i erozja rzeczna Akumulacja mineralno-organiczna i mineralna w zagłębieniach bezodpływowych
		Zlodowacenia środkowopolskie	Zlodowacenie Warty	Stadiał środkowy	
				Gliny ilaste, piaski, żwiry, mułki i ropy wodnomorenowe — ${}_{gppzmi}^{fgg} Q_{p^3}^{W2}$	Depozycja materiału dużych potoków błotnych na powierzchni wysoczyzny morenowej i w zbiornikach wodnych
				Mułki, miejscami ropy i piaski, zastoiskowe — ${}^b_m Q_{p^3}^{W2}$	Akumulacja osadów w lokalnych zbiornikach zastoiskowych na zapleczu wytapiającego się lądolodu
				Piaski ze żwirami i piaski wodnolodowcowe — ${}^f_g_p Q_{p^3}^{W2}$	Akumulacja osadów przez wody roztopowe trakcie recesji lądolodu
				Gliny piaszczyste i piaski pyłowe w spływach kemów i akumulacji szczelinowej — ${}_{gpppy}^{(kgs)} Q_{p^3}^{W2}$	Akumulacja osadów przez wody roztopowe między bryłami martwego lodu lub w szczelinach stagnującego lądolodu
				Mułki, piaski i żwiry kemów — ${}^{(k)}_{mpz} Q_{p^3}^{W2}$	Akumulacja osadów przez wody lodowcowe w szczelinach lądolodu
				Piaski i żwiry akumulacji szczelinowej — ${}^{(gs)}_{pz} Q_{p^3}^{W2}$	Akumulacja osadów przez wody lodowcowe w szczelinach lądolodu

C z w a r t o r z ę d	P l e j s t o c e n	Z l o d o w a c e n i a ś r o d k o w o p o l s k i e	Z l o d o w a c e n i e W a r t y	Stadiał środkowy	<p>Piaski i żwiry, miejscami gliny zwałowe, moren czołowych — $\frac{g^o}{p^z} Q_{p^3}^{W2}$</p> <p>Piaski, żwiry i mułki (pyły) lodowcowe — $\frac{g}{p^z m} Q_{p^3}^{W2}$</p> <p>Gliny zwałowe — $\frac{g}{g z w} Q_{p^3}^{W2}$</p> <p>Piaski i piaski ze żwirami wodnolodowcowe — $\frac{f g}{p p z} Q_{p^3}^{W2}$</p> <p>Iły i mułki, miejscami piaski, zastoiskowe — $\frac{b}{i m} Q_{p^3}^{W2}$</p>	<p>Akumulacyjna działalność wód roztopowych oraz spływów grawitacyjnych przy krawędzi łądolodu</p> <p>Akumulacja lodowcowa ablacyjna</p> <p>Akumulacja lodowcowa – nasunięcie łądolodu na cały obszar i późniejsze wytopienie</p> <p>Akumulacja przez wody lodowcowe na przedpolu transgredującego łądolodu</p> <p>Akumulacja zastoiskowa przed czołem transgredującego łądolodu</p>
				Stadiał dolny	<p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) — $\frac{f g}{p z 2} Q_{p^3}^{W1}$</p> <p>Gliny zwałowe — $\frac{g}{g z w} Q_{p^3}^{W1}$</p> <p>Piaski ze żwirami wodnolodowcowe (dolne) — $\frac{f g}{p z 1} Q_{p^3}^{W1}$</p> <p>Iły, mułki i piaski zastoiskowe z glinami zwałowymi w spływach — $\frac{b}{i m p} Q_{p^3}^{W1}$</p>	<p>Denudacja i erozja rzeczna</p> <p>Akumulacja osadów przez wody roztopowe trakcie recesji łądolodu</p> <p>Akumulacja lodowcowa – nasunięcie łądolodu na cały obszar i późniejsze wytopienie</p> <p>Depozycja materiału wód wypływających i spływających z łądolodu na jego przedpolu</p> <p>Akumulacja zastoiskowa przed czołem transgredującego łądolodu</p>
				Interglacjał lubawski	<p>Piaski, żwiry i mułki rzeczne — $\frac{f}{p z m} Q_{p^3}^L$</p>	<p>Denudacja i erozja rzeczna</p> <p>Denudacja i erozja rzeczna. Powstanie głębokich dolin rzecznych. Akumulacja rzeczna</p>
				Z l o d o w a c e n i e O d r y	<p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) — $\frac{f g}{p z 2} Q_{p^3}^O$</p> <p>Gliny zwałowe — $\frac{g}{g z w} Q_{p^3}^O$</p> <p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) — $\frac{f g}{p z 1} Q_{p^3}^O$</p> <p>Piaski, mułki i ily zastoiskowe z glinami zwałowymi w spływach — $\frac{b}{p m i} Q_{p^3}^O$</p>	<p>Akumulacja osadów przez wody roztopowe trakcie recesji łądolodu</p> <p>Akumulacja lodowcowa – wieloetapowe nasunięcie łądolodu na cały obszar i późniejsze wytopienie. Procesy glacitektoniczne</p> <p>Depozycja materiału wód wypływających i spływających z łądolodu na jego przedpolu</p> <p>Akumulacja zastoiskowa przed czołem transgredującego łądolodu. Powstanie rozległych zastoisk</p>
				Interglacjał wielki	<p>Piaski, żwiry i mułki rzeczne — $\frac{f}{p z m} Q_{p^{2-3}}^M$</p>	<p>Denudacja i erozja rzeczna</p> <p>Erozja rzeczna (do poziomu około 10 m n.p.m.) i wielocykliczna akumulacja rzeczna</p> <p>Denudacja i erozja rzeczna</p>

Czwartorzęd	Plejstocen	Zlodowacenia południowopolskie	Zlodowacenie Sanu 2	Stadiał górny	<p>Piaski ze żwirami i piaski wodnolodowcowe — ${}_{pżp}^{fg} Q_p^{G3}$</p> <p>Gliny zwałowe — ${}_{gzw}^g Q_p^{G3}$</p> <p>Piaski ze żwirami wodnolodowcowe — ${}_{pż}^{fg} Q_p^{G3}$</p>	<p>Akumulacja osadów przez wody roztopowe trakcie regresji lądolodu</p> <p>Akumulacja lodowcowa – nasunięcie lądolodu na cały obszar i późniejsze wytopienie. Procesy glacitektoniczne</p> <p>Erozja i akumulacja osadów przez wody roztopowe w trakcie transgresji lądolodu</p> <p>Denudacja i erozja rzeczna</p>
				Stadiał dolny	<p>Iły zastoiskowe — ${}_{i}^b Q_p^{G1}$</p> <p>Gliny zwałowe — ${}_{gzw}^g Q_p^{G1}$</p>	<p>Akumulacja osadów w lokalnych zbiornikach zastoiskowych przed czołem lądolodu</p> <p>Akumulacja lodowcowa – nasunięcie lądolodu na cały obszar i późniejsze wytopienie. Procesy glacitektoniczne</p>
					<p>Iły pstre z przewarstwieniami mułków i piasków miocenu górnego jako kry w utworach plejstocen-skich — ${}_{M_3} Q_p$</p>	<p>Intensywne denudacja i erozja rzeczna</p> <p>Egzaracja i akumulacja lodowcowa</p>
Neogen	Miocen	Miocen górny		<p>Iły pstre z przewarstwieniami mułków i piasków — ${}_{ipe} M_3$</p>	<p>Denudacja i erozja rzeczna</p> <p>Akumulacja osadów w jeziorzysku</p>	

W preplejstocenie, w warunkach lądowych rozwinęła się sieć rzeczna. Utwory miocenu ulegały niszczeniu. W dolinach rzecznych i zbiornikach jeziornych zachodziła akumulacja. Wczesny czwartorzęd był okresem intensywnej działalności procesów erozji rzecznej i denudacji. W ich efekcie ukształtowana została ówczesna rzeźba badanego terenu, która wskutek procesów glacitektonicznych i egzaracji, generowanych przez kolejne lądolody, oraz procesów erozji rzecznej ulegała dalszemu przemodelowywaniu, tworząc obecną powierzchnię podczwartorzędową. Głębokie obniżenie podłoża czwartorzędu występujące w części południowej badanego terenu jest najprawdopodobniej w przeważającej mierze efektem intensywnej erozji rzecznej we wczesnym czwartorzędzie.

Kompleks osadów plejstocenu na obszarze arkusza Nasielsk rozpoczyna się osadami zlodowaceń południowopolskich. Na opisywany teren wkroczył lądolód zlodowacenia Sanu 2. Przemodelował powierzchnię podłoża, egzarując głęboko utwory neogenu. Miękkie osady górnomiocenne uległy miejscami silnemu glacitektonicznemu wyciśnięciu. Lądolód ten po wkroczeniu po raz pierwszy na badany teren, w stadiale dolnym, zostawił gliny zwałowe. Okresowe zatamowanie przepływu wód

przez czoło lądolodu spowodowało akumulację osadów ilastych w zbiornikach zastoiskowych. W warunkach postępującej transgresji czoła lądolodu wody lodowcowe akumulowały na jego przedpolu piaski i żwiry. Kolejne nasunięcie lądolodu zlodowacenia Sanu 2, w stadiale górnym, pozostawiło gliny zwałowe. Podczas recesji lądolodu nastąpiła akumulacja mięszszych, piaszczysto-żwirowych osadów wodnolodowcowych (Nowak, 1967).

Interglacjał mazowiecki to okres intensywnego niszczenia starszych osadów. Na terenie niniejszego opracowania powstała nowa sieć rzeczna. U schyłku interglacjału procesy erozyjne ustąpiły miejsca akumulacji rzecznej. Osady rzeczne występują dosyć powszechnie na badanym obszarze. Wypełniają one długie, szerokie i głębokie doliny kopalne utworzone także w powierzchni podłoża czwartorzędu.

Transgresja lądolodu zlodowacenia Odry zaznaczyła się początkowo powstaniem zastoisk, w których akumulowane były utwory piaszczyste, mułkowe i ilaste, noszące cechy osadów proglacialnych. Po spłynięciu wód zastoiska na jego terenie osadziły się piaski i żwiry wodnolodowcowe. Na opisywanych osadach lądolód pozostawił warstwę glin zwałowych, która następnie, podczas recesji lądolodu, przykryta została piaszczysto-żwirowymi osadami wodnolodowcowymi. Nasunięciu lądolodu zlodowacenia Odry towarzyszyły procesy glacitektonicznego wyciskania utworów podłoża.

W interglacjale lubawskim na badanym obszarze dominowały procesy erozji rzecznej i denudacji. W powstałych dolinach kopalnych, najprawdopodobniej u schyłku tego okresu osadziły się mięszsze serie osadów piaszczystych i żwirowych z przewarstwieniami mułków.

W trakcie zlodowacenia Warty, przed wkroczeniem lądolodu na terenie niniejszego opracowania powstało rozległe zastoisko. Zablockowanie przez transgredujący lądolód odpływu wód spowodowało w głębokich dolinach powstałych w interglacjale lubawskim intensywną akumulację osadów zastoiskowych, a później wodnolodowcowych. Na tak ukształtowaną powierzchnię nasunął się lądolód. W efekcie akumulacji lodowcowej osadziły się dużej miąższości gliny zwałowe stadiału dolnego, oddzielone od glin stadiału środkowego osadami wodnolodowcowymi i zastoiskowymi o miejscami znacznej grubości. Lądolód stadiału środkowego dotarł do dolin dzisiejszych Narwi i Bugu (Bruj, Włodek, 2015) i przekroczył je w kierunku południowym. Na terenie arkusza jego miąższość musiała być bardzo nieduża, co sprawiło, że gliny zwałowe tego wieku zalegają tu płatami i mają małą miąższość. W czasie recesji lądolodu duże potoki błotne zdeponowały na powierzchni wysoczyzny materiał wodnomorenowy (gliny ilaste, piaski, żwiry, mułki i ily). Pod koniec zlodowacenia Warty strumienie wód roztopowych intensywnie erodowały osady lodowcowe i wodnolodowcowe, odsłaniając na znacznych obszarach starsze utwory. Miejscami pozostawiały osady piaszczysto-żwirowe, a w licznych obniżeniach osady jeziorne. W otwartych przetainach tworzyły się wydłużone

formy akumulacji szczelinowej, a w wyniku wytapiania lądolodu powierzchnia moreny dennej urozmaicona została morenami czołowymi, kemami i zagłębieniami bezodpływowymi. W wyniku odpływu wód z silnie nawodnionej wysoczyzny morenowej tworzyły się doliny wód roztopowych i doliny mniejszych rzek – dopływów Narwi, rozcinające powierzchnię tej wysoczyzny.

W interglacjale eemskim, zarówno na obszarze wysoczyzny, jak i w dolinie Narwi dominowały procesy erozji rzecznej, niszczące pokrywę osadów zlodowaceń środkowopolskich. Erozja sięgnęła do poziomu piaszczystych serii wodnolodowcowych należących do zlodowacenia Warty lub osadów rzecznych interglacjału lubawskiego. W wyniku wytapiania brył martwego lodu powstawały jeziora, w których rozpoczęła się akumulacja osadów węglanowych i organogenicznych: torfów i gytyi węglanowych. W miarę zmniejszania się erozji wody płynące osadzały część niesionego materiału, wypełniając dna dolin rzecznych.

Podczas zlodowacenia Wisły lądolód nie dotarł na obszar arkusza Nasielsk. Niewykluczone, że po osiągnięciu maksimum zasięgu tego lądolodu w zachodniej części Kotliny Warszawskiej i osiągnięciu poziomu lustra wody w zastoisku warszawskim na wysokości około 150 m n.p.m. deponowane były osady zastoiskowe. W warunkach peryglacjalnych, sprzyjających denudacji, przede wszystkim wietrzeniu mrozowemu i procesom zboczowym, powierzchnia wysoczyzny morenowej ulegała zrównywaniu. Na obszarach płaskich tworzyły się eluvia z licznymi strukturami mrozowymi, a małe zagłębienia na wysoczyźnie zapełniane były deluwiami. Intensywna erozja powodowała pogłębianie się dolinek rozcinających powierzchnię wysoczyzny morenowej, szczególnie w strefach krawędziowych. W dnach dolin zachodziła akumulacja piasków rzecznych. U schyłku plejstocenu, w starych dolinkach zaczęły osadzać się piaski stożków napływowych. W jeziorach akumulacja węglanowa przetrwała do holocenu, przechodząc w sedymentację mineralno-organiczną i organiczną (namuły, namuły torfiaste i torfy). Osady odsłaniające się na powierzchni równin sandrowych ulegały miejscami eolizacji, miejscami zatorfieniu.

W holocenie w dalszym ciągu osadzały się piaski stożków napływowych. Wykształcił się ostatecznie odpływ powierzchniowy i dzisiejsza sieć rzeczna. W dolinach rzecznych do dzisiaj osadzają się piaski, piaski humusowe, namuły, namuły torfiaste i torfy, a w niektórych jeziorach, w częściach środkowej i wschodniej obszar arkusza, została zdeponowana kreda jeziorna. Powierzchnia wysoczyzny morenowej ulega przekształcaniu w wyniku procesów denudacyjnych, rozwoju gleb oraz działalności człowieka (obniżanie poziomu wód gruntowych, eksploatacja kopalin, budowa nasypów).

IV. PODSUMOWANIE

Badania geologiczne przeprowadzone na obszarze arkusza Nasielsk pozwoliły na zrealizowanie szczegółowej mapy geologicznej Polski, która może być podstawą do opracowań surowcowych, hydrogeologicznych, geośrodowiskowych i geologiczno-inżynierskich oraz do sporządzania planów zagospodarowania przestrzennego.

Stratygrafię i litologię rozpoznanych skał neogenu i czwartorzędu dostosowano do aktualnie obowiązującego schematu stratygraficznego. Stratygrafię osadów czwartorzędowych opracowano na podstawie korelacji regionalnych i wyników badań litopetrograficznych wykonanych na obszarach arkuszy sąsiednich. Dotychczasową interpretację stratygraficzną zarejestrowanych utworów zrewidowano, opierając się na wynikach nowszych badań naukowych z zakresu petrografii glin żwałowych (Lisicki, 2003). Na terenie arkusza wyróżniono pięć poziomów glin żwałowych i stowarzyszone z nimi osady wodnolodowcowe i zastoiskowe, które zaliczono do trzech zlodowaceń (Sanu 2, Odry i Warty), a także interglacjalne utwory rzeczne (interglacjalów: mazowieckiego, lubawskiego i eemskiego).

Analiza profili wszystkich otworów wiertniczych zlokalizowanych na badanym terenie, w tym otworów kartograficznych wykonanych na potrzeby arkusza, pozwoliła na wyinterpretowanie bardzo dużych deniwelacji stropu podłoża czwartorzędu (w pierwszej wersji arkusza Nasielsk (Nowak, 1967) nie przedstawiono szkicu geologicznego odkrytego). W dwóch (z trzech) wierceniach kartograficznych osiągnięto podłoże czwartorzędu – osady neogenu (miocenu górnego). Górnomiocenijskie iły pstre odsłaniają się na powierzchni badanego terenu w okolicach: Smogorzewa Włociańskiego, Glinic-Domaniewa, Łosewa, Ciepielina i Błędostowa.

Analiza profili archiwalnych otworów wiertniczych ujawniła również urozmaiconą budowę pokrywy czwartorzędowej obszaru arkusza, całkowicie odbiegającą od przedstawionej przez autorkę pierwszej wersji arkusza (Nowak, 1965, 1967). Różnowiekowe serie osadów rzecznych, rozpoznane w wielu profilach wykonanych m.in. w okolicach: Nasielska, Żabiczyna, Winnicy i Dębego, dowodzą wielokrotnego formowania się tu głęboko wciętych dolin. Strefa obniżonego erozyjnie, w czasie interglacjalu mazowieckiego, podłoża podczwartorzędowego, wykorzystywana była w kolejnych okresach interglacjalnych jako stale odnawiany szlak odpływu wód w kierunku południowym lub południowo-zachodnim. Najmłodsza z tych dolin funkcjonowała na badanym terenie w interglacjale lubawskim.

Prace terenowe pozwoliły ustalić właściwą genezę i litologię osadów powierzchniowych i form morfologicznych różniącą się od wcześniej przyjętej (Nowak, 1965, 1967). Szczegółowe analizy ścian odsłonień i miejsc eksploatacji kruszywa, podparte analizami zdjęć satelitarnych i danych NMT

o rozdzielczości terenowej 1,0 m (z projektu ISOK) oraz nowszych map topograficznych w skalach 1:10 000 i 1:25 000, dostarczyły nowych informacji na temat genezy form morfologicznych. Liczne wzniesienia, uważane wcześniej za moreny czołowe, okazały się formami akumulacji szczelinowej lub kemami. Aktualizując arkusz, poprawiono przebieg granic geologicznych na granicach badanego terenu z obszarami arkuszy sąsiednich.

Dalszych badań i uszczegółowienia wymagają:

- potwierdzenie lub wykluczenie genezy najmłodszych glin ablacyjnych i osadów wodno-morenowych rozpoznanych na badanym obszarze jako osadów spływowych zastoiska warszawskiego (Lisicki i in., 2019);
- odtworzenie pierwotnego położenia stropu utworów miocenu górnego, szczególnie w rejonach jego wyniesień;
- określenie dokładnego zasięgu i wieku zaburzeń glacitektonicznych w wyniesionych fragmentach podłoża czwartorzędu w nawiązaniu do wpływu tektoniki na ukształtowanie tego podłoża i przebiegu procesów geologicznych w czwartorzędzie na analizowanym obszarze;
- szczegółowe rozpoznanie układu przestrzennego, genezy i wieku kopalnych obniżen dolinnych;
- bardziej szczegółowe rozpoznanie organicznych osadów interglacjalnych;
- szczegółowe rozpoznanie serii rzecznych i form eolicznych zlodowacenia Wisły i holocenu.

Warszawa, 2021 r.

LITERATURA

- Areń B., 1964 — Atlas geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne. 11. Trzeciorzęd. 1:3 000 000. Inst. Geol., Warszawa.
- Bałuk A., 1986 — Czwartorzęd i jego podłoże w rejonie Dolnej Narwi. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- Bałuk A., 1989 — Sub-Quaternary depression in the Lower Narew Region, its age and origin. *Kwart. Geol.*, **33**, 3/4.
- Baraniecka M.D., 1979 — Osady plioceńskie Mazowsza jako podłoże czwartorzędu. *Biul. Geol. Wydz. Geol. UW*, **23**.
- Baraniecka M.D., 1995 — O pozycji stratygraficznej iłów pstrych w podłożu czwartorzędu na Mazowszu. *Prz. Geol.*, **43**, 7.
- Baraniecka M.D., Makowska A., Mojski J.E., Nowak J., Sarnacka Z., Skompski S., 1978 — Stratygrafia osadów czwartorzędowych Niziny Mazowieckiej oraz jej południowego i zachodniego obrzeżenia. W: *Z badań czwartorzędu w Polsce*. **21**. *Biul. Inst. Geol.*, 306.
- Baraniecka M.D., Nowak J., 1974a — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Nowe Miasto (448). Inst. Geol., Warszawa.
- Baraniecka M.D., Nowak J., 1974b — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Nowe Miasto (448). Inst. Geol., Warszawa.

- Bentkowski A., Pijewski G., Nowak K., 2011 — Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:50 000, ark. Nasielsk (449). Pierwszy poziom wodonośny, występowanie i hydrodynamika. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Ber A., 2006 — Mapa glaciektoniczna Polski 1:1 000 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Borówko-Dłużakowa Z., 1959 — Przyczynek do znajomości interglacjału eemskiego na obszarze Mazowsza. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Bruj M., Włodek M., 2015 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Radzymin (488). Państw. Inst. Geol. PIG-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Ciechanowska E., 1985 — Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:200 000, ark. Warszawa Zachód (39). Inst. Geol., Warszawa.
- Frankiewicz A., 2020 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Serock (450) – reambulacja. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Frankiewicz A., 2021 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Serock (450) – reambulacja. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Frączek E., Oficjalska D., 1986 — Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:200 000, ark. Warszawa Wschód (40). Inst. Geol., Warszawa.
- Giełżecka-Mądry D., Wojtyna H., Ślusarek W., Szrek D., 2017 — Mapa Geośrodowiskowa Polski 1:50 000 (II), ark. Nasielsk (449), plansza A. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Graniczny M., Doktor S., Kucharski R., 1995 — Mapa liniowych elementów strukturalnych Polski w skali 1:200 000 na podstawie kompleksowej analizy komputerowej zdjęć geofizycznych i teledetekcyjnych, arkusz Brodnica. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Heliasz Z., Ostaficzuk S., 2010 — Mapa Geośrodowiskowa Polski 1:50 000, ark. Nasielsk (449), plansza A. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Kondracki J., 2009 — Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Lencewicz S., 1927 — Dyluwium i morfologia środkowego Powiśla. *Pr. PIG*, **2**, 2.
- Lisicki S., 2003 — Litotypy i litostratygrafia glin lodowcowych plejstocenu dorzecza Wisły. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **177**.
- Lisicki S., Krawczyk M., Nizicka D., Pochocka-Szwarc K., 2019 — Nowe spojrzenie na rozwój i maksymalny zasięg wód zastoiska warszawskiego. *W: Mat. konf. 26. Stratygrafia Plejstocenu Polski. Plejstocen i paleolit przedpola Sudetów. Pokrzywna, 2–6 września 2019 r. UW, Wrocław.*
- Marek S. (red.), 1983 — Budowa geologiczna niecki warszawskiej/płockiej i jej podłoża. *Pr. Inst. Geol.*, **103**.
- Marek S., Pajchłowa M. (red.), 1997 — Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **153**.
- Marks L., Ber A., Gogołek W., Piotrowska K., 2006 — Mapa Geologiczna Polski 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Michalska Z., 1961 — Stratygrafia plejstocenu i paleomorfologia północno-wschodniego Mazowsza. *Stud. Geol. Pol.*, **7**.
- Michalska Z., 1967 — Stratygrafia plejstocenu północnego Mazowsza w świetle nowych danych. *Acta Geol. Pol.*, **17**, 3.
- Mojski J.E., Rühle E., 1965 — Atlas Geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne. 12. Czwartorzęd 1:3 000 000. Inst. Geol., Warszawa.

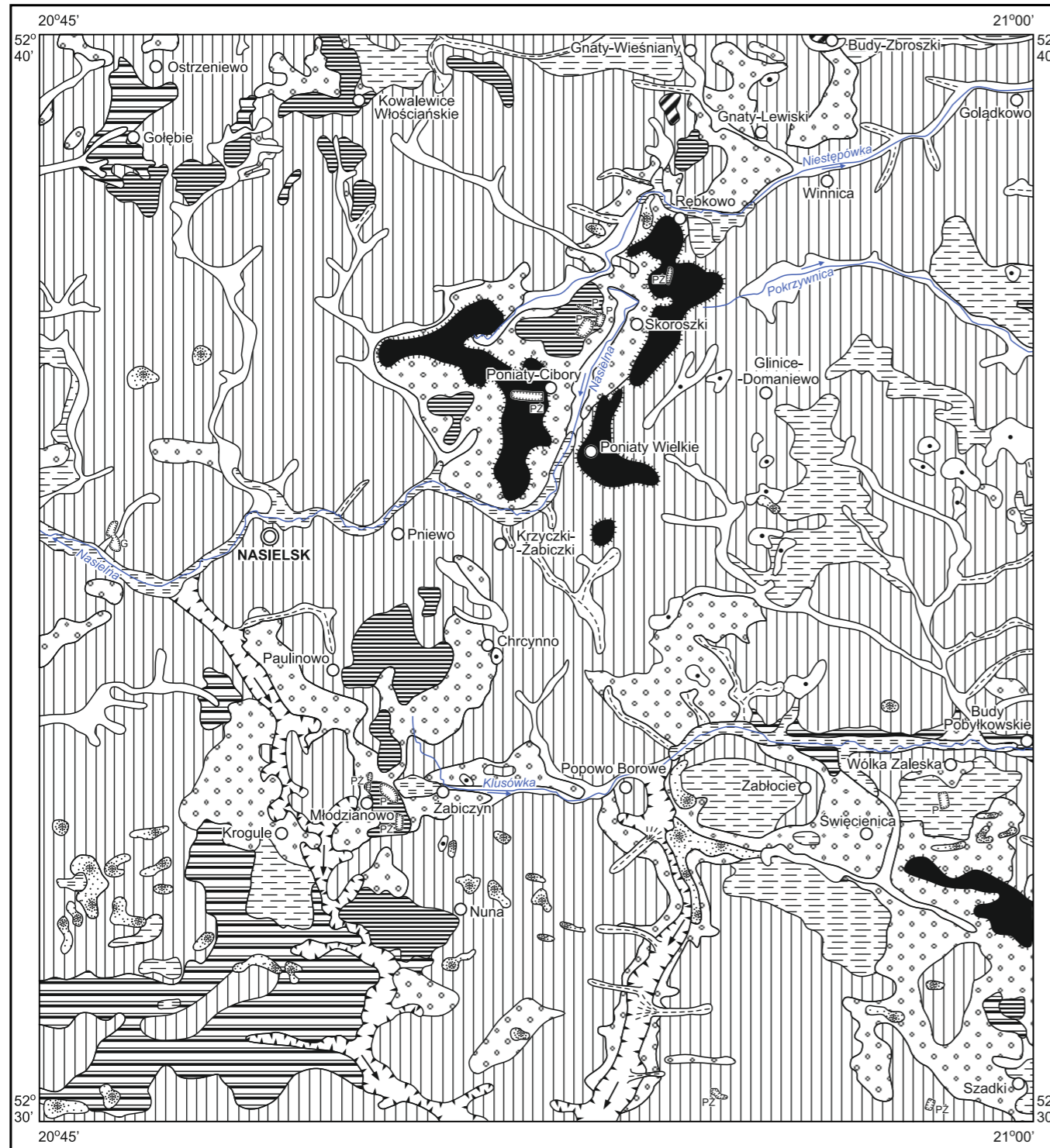
- Morawski W., 2008 — Objąsnienia do Mapy Geologicznej Polski 1:200 000, ark. Warszawa Zachód (39) – reambulacja. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Morawski W., 2011 — Objąsnienia do Mapy Geologicznej Polski 1:200 000, ark. Warszawa Wschód (40) – reambulacja. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Morawski W., Nowacka M., 2008 — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Warszawa Zachód (39), wyd. A – reambulacja. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Morawski W., Pielach M., 2011 — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Warszawa Wschód (40), wyd. A – reambulacja. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Nowacki Ł., 2021a — Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Przewodowo (410) – reambulacja. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Nowacki Ł., 2021b — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Przewodowo (410) – reambulacja. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Nowacki Ł., Morawski W., 2008 — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Warszawa Zachód (39), wyd. B – reambulacja. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Nowacki Ł., Morawski W., 2011 — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Warszawa Wschód (40), wyd. B – reambulacja. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Nowak J., 1950 — Czwartorzęd i geomorfologia doliny Bugo-Narwi. Arch. Zakł. Geol. Czwart. UW, Warszawa.
- Nowak J., 1958 — O występowaniu złóż ilów ceramicznych w okolicy Bud Obrębskich. *Prz. Geol.*, **6**, 11.
- Nowak J., 1965 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Nasielsk (449). Inst. Geol., Warszawa.
- Nowak J., 1967 — Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Nasielsk (449). Inst. Geol., Warszawa.
- Nowak J., 1969 — Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Serock (450). Inst. Geol., Warszawa.
- Nowak J., 1971a — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Warszawa Wschód (40), wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- Nowak J., 1971b — Objąsnienia do Mapy Geologicznej Polski 1:200 000, ark. Warszawa Wschód (40). Inst. Geol., Warszawa.
- Nowak J., 1972 — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Warszawa Wschód (40), wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.
- Nowak J., 1977 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Legionowo (487). Inst. Geol., Warszawa.
- Nowak J., 1978 — Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Legionowo (487). Inst. Geol., Warszawa.
- Pożaryski W., Marek S., 1970 — Ropo- i gazoność synklinorium warszawskiego na tle budowy geologicznej. Atlas geostrukturalny i naftowy 1:200 000. *Pr. Geostruktur. Inst. Geol.*, Warszawa.
- Różycki S.Z., Zwierz S., 1952a — Mapa Geologiczna Polski 1:100 000, ark. Ciechanów. W: Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Warszawa, wyd. A. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Różycki S.Z., Zwierz S., 1952b — Mapa Geologiczna Polski 1:100 000, ark. Płońsk. W: Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Warszawa, wyd. A. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Różycki S.Z., Zwierz S., 1952c — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Warszawa, wyd. A. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Różycki S.Z., 1972 — Plejstocen Polski Środkowej na tle przeszłości w górnym trzeciorzędzie. PWN, Warszawa.
- Rühle E., 1953 — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Warszawa, wyd. B. Inst. Geol. Warszawa.
- Rühle E., 1965 — Czwartorzęd Polski. W: Zarys geologii Polski (M. Książkiewicz, J. Samsonowicz, E. Rühle). Wyd. Geol., Warszawa.

- Rühle E., 1967 — Podłoże czwartorzędu i jego wpływ na rozmieszczenie i charakter osadów czwartorzędowych w Polsce. W: Czwartorzęd Polski (R. Galon, J. Dylik, red.). PWN, Warszawa.
- Sadurski A., Frankowski Z., Majer K., 2002 — Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:50 000, ark. Nasielsk (449). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Siemiradzki J., Dunikowski E., 1891 — Szkic geologiczny Królestwa Polskiego, Galicyi i krajów przyległych. *Pam. Fizjogr.*, **11**.
- Słowański W., Piechulska-Słowańska B., Gogołek W., 1995a — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Warszawa Zachód (39), wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.
- Słowański W., Piechulska-Słowańska B., Gogołek W., 1995b — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Warszawa Zachód (39), wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- Solon J., Borzyszkowski J., Bidłasik M., Richling A., Badora K., Balon J., Brzezińska-Wójcik T., Chabudziński Ł., Dobrowolski R., Grzegorzczak I., Jodłowski M., Kistowski M., Kot R., Krąż P., Lechnio J., Macias A., Majchrowska A., Malinowska E., Migoń P., Myga-Piątek U., Nita J., Papińska E., Rodzik J., Strzyż M., Terpiłowski S., Ziaja W., 2018 — Physico-geographical mesoregions of Poland: verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographia Polonica*, **91**, 2.
- Zientara P., 1988 — Mapa grawimetryczno-sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na obszarze wału pomorsko-kujawskiego i obszarów przyległych. Arkusz Brodnica. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Nasielsk (449)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



Formy lodowcowe

- Wysoczyzna morenowa płaska
- Moreny czołowe akumulacyjne

Formy wodnolodowcowe

- Równiny sandrowe i wodnolodowcowe
- Równiny zastoiskowe
- Formy akumulacji szczelinowej
- Kemy
- Doliny wód roztopowych

Formy eoliczne

- Równiny piasków przewianych

Formy rzeczne

- Dna dolin rzecznych
- Dolinki w ogólności, nierozdzielone

Formy denudacyjne

- Równiny denudacyjne
- Stożki napływowe
- Drobne zagłębienia o różnej genezie

Formy utworzone przez roślinność

- Równiny torfowe

Formy antropogeniczne

- Piaskownie-żwirownie (PŻ), piaskownie (P), glinianki (G)

Zaktualizował: A. FRANKIEWICZ, 2021



Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Nasielsk (449)


SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY


Skala 1:100 000

NEOGEN MIOCEN **M₃** Iły pstry z przewarstwieniami mułków i piasków MIOCEN GÓRNY

1 ● M₃ 40,0 Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek: Q – czwartorzęd, M₃ – miocen górny, liczba – wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędów lub rzędną zakończenia otworu w osadach czwartorzędowych, w m n.p.m.)

H4 ○ Q 38,0 Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy dokumentacyjnej (symbol oznacza wiek: Q – czwartorzęd, liczba – rzędną zakończenia otworu w osadach czwartorzędowych, w m n.p.m.)

 Wychodne utworów miocenu górnego na powierzchni terenu

 Kry utworów miocenu górnego w osadach plejstoceniowych

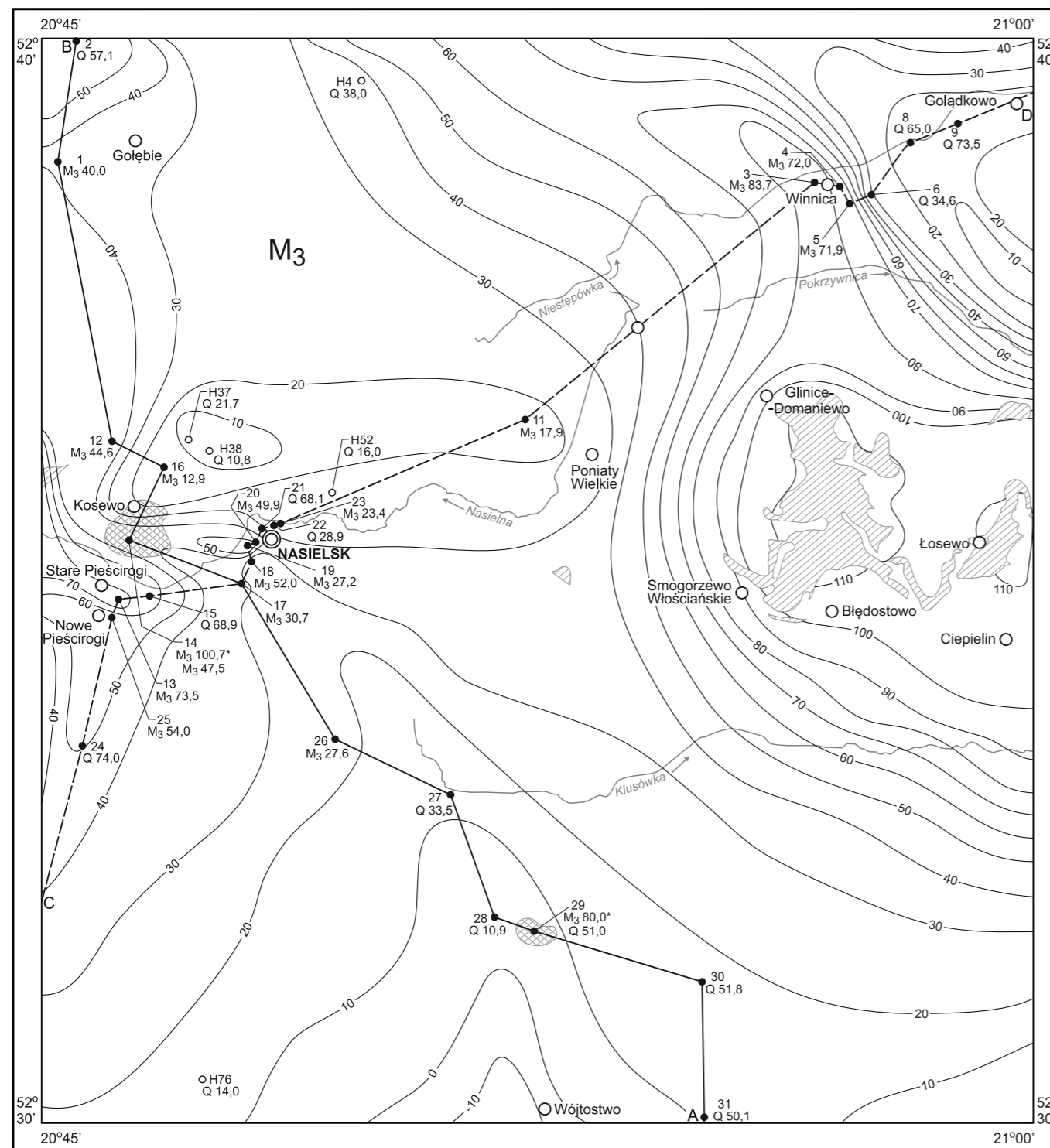
—100— Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w m n.p.m.

A—B Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej

C---D Linia przekroju geologicznego załączonego w tekście

* wysokość stropu utworów miocenu górnego jako kier w osadach plejstoceniowych, w m n.p.m.

Opracował: A. FRANKIEWICZ, 2021



Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Nasielsk (449)

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY C-D

C

D

SSW

ENE

Mogowo

Nowe Pieścirogi

Stare Pieścirogi

Nasielsk

Winnica

Zbroszki

Golądkowo

Otw. 24

Otw. 25
Otw. 13

Otw. 15

Otw. 17
Otw. 19
Otw. 18

Otw. 20
Otw. 21
Otw. 22

Otw. 11

Otw. 3
Otw. 4

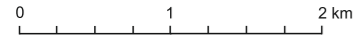
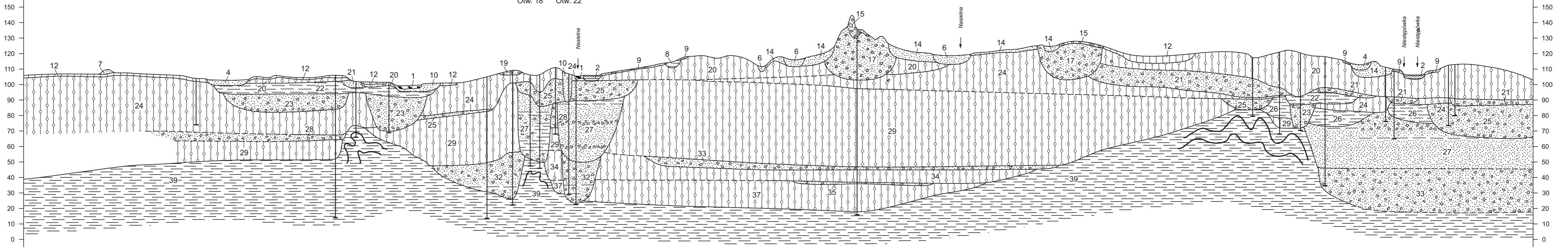
Otw. 5
Otw. 6

Otw. 7
Otw. 8

Otw. 9
Otw. 10

m n.p.m.

m n.p.m.



1 — t_{Qh}	8 — mg^d_{Qp}	15 — $kg^s_{pppy}W^2_{p^3}$	22 — $im^b_{Qp^3}W^2$	27 — $pzm^f_{Qp^3}W^1$	34 — $gzw^g_{Qp^2}G^3$
2 — nr_{Qh}	9 — $zm^z_{Qp^3}W^1$	17 — $ps^s_{Qp^3}W^2$	23 — $pz^f_{Qp^3}W^1$	28 — $pz^f_{Qp^3}W^2$	35 — $pz^g_{Qp^2}G^3$
4 — ph_{Qh}	10 — $f^f_{Qp^4}W^1$	19 — $pzm^g_{Qp^3}W^2$	24 — $gzw^g_{Qp^3}W^1$	29 — $gzw^g_{Qp^3}W^2$	37 — $gzw^g_{Qp^2}G^1$
6 — f^f_{Qh}	12 — $fgg^g_{pzm}W^2_{p^3}$	20 — $gzw^g_{Qp^3}W^2$	25 — $pz^f_{Qp^3}W^1$	32 — $pzm^f_{Qp^2-3}W^1$	39 — ipe^M_3
7 — e_{pQ}	14 — $fg^f_{p}W^2_{p^3}$	21 — $fg^f_{ppz}W^2_{p^3}$	26 — $imp^b_{Qp^3}W^1$	33 — $pzp^f_{Qp^2}G^3$	

	glazy		mulki		gliny zwalowe		struktury glacitektoniczne
	zwiry		ily		torfy		
	piaski		gliny		namuly		

U w a g a: pozostałe objaśnienia jak na mapie geologicznej