

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

ROMAN BRZEZINA

Główny koordynator Szczegółowej mapy geologicznej Polski — A. BER
Koordynator regionu Polski wschodniej — A. BAŁUK

**OBJAŚNIENIA
DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ
POLSKI**

1:50 000

Arkusz Krzesk (566)
(z 3 tab. i 2 tabl.)



WARSZAWA 2000

SFINANSOWANO ZE ŚRODKÓW NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ
OPRACOWANIE WYKONANO NA ZAMÓWIENIE MINISTRA ŚRODOWISKA

Redakcja merytoryczna: mgr Zofia KLIMCZAK

Akceptował do udostępniania
p.o. Dyrektor Naczelny Państwowego Instytutu Geologicznego
doc. dr hab. Marek NARKIEWICZ

© Copyright by Ministerstwo Środowiska
and Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2000

Redakcja techniczna, przygotowanie wersji cyfrowej: Jacek STRĄK

SPIS TREŚCI

I. Wstęp.....	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu.....	8
III. Budowa geologiczna.....	11
A. Stratygrafia.....	11
1. Trzeciorzęd.....	12
a. Paleogen.....	12
Eocen + oligocen.....	12
b. Neogen.....	13
Miocen.....	13
Miocen-pliocen.....	13
2. Czwartorzęd.....	14
a. Plejstocen.....	14
Preglacjał.....	14
Zlodowacenia najstarsze.....	16
Zlodowacenie Narwi.....	16
Interglacjał augustowski (podlaski).....	16
Zlodowacenia południowopolskie.....	17
Zlodowacenie Nidy.....	17
Stadiał dolny.....	17
Stadiał górny.....	17
Interglacjał małopolski.....	18
Zlodowacenie Sanu.....	19
Interglacjał ferdynandowski.....	21

Zlodowacenie Wilgi.....	22
Interglacjał wielki	24
Zlodowacenia środkowopolskie.....	24
Zlodowacenie Odry.....	25
Interglacjał lubelski.....	27
Zlodowacenie Warty.....	28
Interglacjał eemski.....	31
Zlodowacenia północnopolskie	32
b. Czwartorzęd nierozdzielony.....	33
c. Holocen	33
B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu.....	34
C. Rozwój budowy geologicznej.....	36
IV. Podsumowanie	40
L i t e r a t u r a	41

I. WSTĘP

Obszar arkusza Krzesk Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 ograniczają współrzędne geograficzne: 52°00' i 52°10' szerokości geograficznej północnej oraz 22°30' i 22°45' długości geograficznej wschodniej.

Pod względem administracyjnym obszar badań należy do województw białkopodlaskiego i siedleckiego. Obejmuje tereny następujących gmin: Olszanka, Międzyrzec Podlaski, Huszlew, Łosice, Trzebieszów, Zbuczyn Poduchowny i Mordy. Badany teren w całości jest regionem rolniczym; lasy występują na nim jedynie fragmentarycznie. Na powierzchni całego obszaru występują osady czwartorzędowe, głównie ze zlodowaceń środkowopolskich.

Arkusze Krzesk zostały opracowane na podstawie zatwierdzonego przez Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa (KOPBG/015/3336/91) projektu badań geologicznych, sporządzonego w Przedsiębiorstwie Geologicznym, w Zakładzie w Lublinie, przez W. Pietruszkę i S. Prusia (53).

Badania geofizyczne wykonała firma GEOSERWIS z Warszawy. Wzdłuż dwóch ciągów sondowań o długości około 26,8 km wykonano 136 SGE i opracowano dokumentację badań geoelektrycznych dla przedmiotowego obszaru arkusza (18). Wyniki sondowań geoelektrycznych pozwoliły na dokładniejszą interpretację spągu czwartorzędu na kontakcie osadów nisko- i wysokoopornych, w mniejszym stopniu na wyinterpretowanie warstw na przekroju geologicznym.

Na zlecenie Państwowego Instytutu Geologicznego wykonano w 1995 r. trzy pełnordzeniowe otwory kartograficzne do podłoża czwartorzędu: Gołowierzchy 1 (otw. 19, głęb. 97,0 m), Sobicze 2 (otw. 7, głęb. 67,0 m) i Olszanka 3 (otw. 2, głęb. 91,0 m).

W ramach prac kartograficznych przeprowadzonych w latach 1994–96 wykonano 1429 sond ręcznych o głębokości od 2,0 do 4,5 m i 197 sond mechanicznych o głębokości od 4,5 do 15,0 m, o łącznym metrażu 1237,0 m oraz opisano 26 odsłoneń. Zebrano i zweryfikowano wszystkie istniejące dotychczas materiały archiwalne (wiertnicze, geologiczne, geologiczno-surowcowe, hydrogeologiczne, geologiczno-inżynierskie) dotyczące obszaru arkusza.

Wybrane otwory wiertnicze (21 otworów) oraz punkty dokumentacyjne (39 sond — tab. 1) umieszczono na mapie geologicznej.

Tabela 1

Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych (sond mechanicznych i ręcznych)

Numer na mapie geologicznej	Numer według notatnika terenowego	Rodzaj punktu dokumentacyjnego*	Lokalizacja (miejscowość)	Rzędna w m n.p.m.	Głębokość w m
1	W-1	sm	Pietrusy	165,8	9
2	W-2	sm	Pietrusy	169,5	13,5
3	W-15	sm	Olszanka	165,6	15
4	W-16	sm	Olszanka	170,4	4,5
5	W-18	sm	Olszanka	178,3	9
6	W-20	sm	Olszanka	169,7	15
7	W-34	sm	Próchenki	175,1	15
8	W-35	sm	Kol. Karczówka	166,0	13,5
9	W-56	sm	Próchenki	172,3	15
10	W-54	sm	Próchenki	173,9	9
11	s-1399	sr	Kożuszki	158,8	3,5
12	W-57	sm	Pólko-Poprzezki	160,0	15
13	W-58	sm	Kol. Łuby	160,1	4,5
14	s-1397	sr	Sobicze	159,5	3,5
15	W-59	sm	Kol. Łuby	159,5	10
16	W-169	sm	Sobicze	160,0	15
17	W-168	sm	Sobicze	162,6	15
18	W-167	sm	Krzesk	161,3	15
19	W-195	sm	Tchórzew Plewki	160,1	9
20	W-180	sm	Tchórzew Plewki	160,0	15
21	s-1395	sr	Tchórzew Plewki	160,0	3,5
22	W-77	sm	Łuniew	159,5	4,5
23	s-1398	sr	Łuniew	158,8	4,5
24	W-166	sm	Krzesk Majątek	164,1	15
25	W-63	sm	Wesółka	158,5	4,5
26	W-165	sm	Krzesk Majątek	162,0	15
27	W-164	sm	Krzesk Stary	158,2	15
28	W-158	sm	Zawady	159,2	15
29	W-100	sm	Dolhołęka	152,2	9
30	W-157	sm	Zawady	157,3	9
31	S-50	so	Zawady	157,5	6
32	W-163	sm	Zembry	159,4	15
33	s-1396	sr	Maciejowice	154,6	2,6
34	W-197	sm	Maciejowice	154,5	9
35	W-106	sm	Krzewica	154,5	15
36	W-162	sm	Zembry	159,5	15
37	W-161	sm	Zembry	162,1	15
38	W-160	sm	Zembry	161,7	15
39	W-159	sm	Gołowierzchy	158,6	15

* sm — sonda mechaniczna, sr — sonda ręczna, so — sonda

Badania litologiczno-petrograficzne dla 150 próbek z rdzeni wiertniczych i odsłonień wykonano w laboratorium Przedsiębiorstwa Geologicznego w Zakładzie w Łodzi (68). Obejmują one analizy uziarnienia, minerałów ciężkich, zawartości węgla wapnia, obtoczenia ziarn kwarcu oraz analizę składu petrograficznego frakcji zwirowej z glin zwałowych.

W Zakładzie Geologii Czwartorzędu PIG wykonano oznaczenia kopalnej fauny mięczaków plejstocenijskich z dwóch stanowisk (67). W Instytucie Geologii Podstawowej Wydziału Geologii UW przebadano metodą analizy pyłkowej 7 próbek z osadów spągowych czwartorzędu i trzeciorzędowego (78), a ponadto dokonano analizy palinologicznej 53 próbek osadów plejstocenijskich reprezentujących m.in. 6 stanowisk interglacialnych (10, 11).

W Zakładzie Geografii Fizycznej i Paleogeografii UMCS w Lublinie oznaczono wiek bezwzględny metodą termoluminescencji dla 10 próbek osadów czwartorzędowych (31). Pozycja stratygraficzna badanych osadów, dobrze udokumentowanych badaniami palinologicznymi, nie zawsze jest zgodna z datowaniami TL, dlatego nie uwzględniono ich w bezpośredniej interpretacji stratygraficznej.

Opracowania geologiczno-kartograficzne obejmujące obszar arkusza stanowią: Przeglądowa mapa geologiczna Polski w skali 1:300 000, arkusz Biała Podlaska (wyd. A i B) wraz z mapą geologiczną w skali 1:100 000, arkusz Łosice (79, 80); Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000, arkusz Siedlce, z mapą podstawową arkusza Krzesk Nowy w skali 1:50 000 (47, 48); Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:200 000, arkusz Siedlce (75); Przeglądowa mapa geomorfologiczna Polski w skali 1:500 000, arkusz Lublin (69); Przeglądowa mapa surowców skalnych Polski w skali 1:300 000 (74); Mapa morfo- i litogenetyczna dla gmin województwa białkopodlaskiego w skali 1:50 000 (16). Zagadnienia głębszej budowy geologicznej opisywanego obszaru przedstawiono na mapach i w atlasach: B. Arenia (4), A. Krassowskiej (26), E. Rühlego (57–59), S. Kubickiego i W. Ryki (30) oraz A. M. Żelichowskiego i S. Kozłowskiego (83).

Do ważniejszych publikacji typu syntez regionalnych, poświęconych problemom czwartorzędu Podlasia, należą prace: Z. Janczyk-Kopikowej, J. E. Mojskiego i J. Rzechowskiego (21); J. E. Mojskiego, (40); J. E. Mojskiego i J. Trembaczowskiego (43, 44); J. Nowak (49, 50); S. Wołosowicza (76); B. Zaborskiego (77).

Zasięgi i rozprzestrzenienie osadów zlodowaceń środkowopolskich na tych terenach są tematem prac: M. D. Baranieckiej (7); J. Buraczyńskiego (13); Z. Janczyk-Kopikowej, J. E. Mojskiego i J. Rzechowskiego (21); K. M. Krupińskiego i L. Marksa (29); L. Lindnera, H. Maruszczaka i J. Wojtanowicza (37); E. Rühlego (62).

Niektóre zagadnienia dotyczące badań litologiczno-petrograficznych osadów czwartorzędowych, szczególnie glin zwałowych, zostały przedstawione m.in. w pracach: J. Rzechowskiego (65); J. Rzechowskiego i in. (66).

Problematykę związaną z genezą osadów i form polodowcowych oraz wpływem dynamiki i struktury podłoża na sedymentację lodowcową poruszają opracowania M. Baranieckiej (6); E. Falkowskiego i in. (17, 18); J. E. Mojskiego (41); J. Nowak (46, 51); E. Rühlego (60).

Wiele publikacji dotyczy paleontologicznego udokumentowania stanowisk interglacialnych z obszaru Podlasia oraz ich interpretacji geologiczno-stratygraficznej. Są to prace: A. Albrychta, S. Skompskiego i I. A. Pidek (1); Z. Janczyk-Kopikowej i J. Rzechowskiego (22); K. M. Krupińskiego (27); K. M. Krupińskiego i L. Lindnera (28); L. Lindnera i in. (35, 36, 38); I. A. Pidek i S. Terpiłowskiego (52).

Zagadnieniom stratygrafii plejstocenu poświęcone są ponadto publikacje: L. Lindnera (33, 34); H. Maruszczaka (39); J. Nitychoruka (45); S. Z. Różyckiego (56).

Tematykę budowy geologicznej podłoża czwartorzędu, odnoszącą się do obszaru arkusza, rozważano w nawiązaniu do prac: B. Arenia (4); E. Ciuka (15); J. Lewińskiego i J. Samsonowicza (32), M. Kosmowskiej-Ceranowicz (24); M. Piwockiego i M. Ziemińskiej-Tworzydło (54). Zagadnienia budowy geologicznej głębokiego podłoża i tektoniki zawarte są w pracach A. M. Żelichowskiego (81, 82).

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Według regionalizacji fizycznogeograficznej J. Kondrackiego (23) prawie cały obszar arkusza Krzesk leży w obrębie Równiny Łukowskiej, tylko niewielki fragment w części północnej należy do Wysoczyzny Siedleckiej. Obydwie te jednostki wchodzi w skład Niziny Południowopodlaskiej.

Najniżej, bo około 148 m n.p.m., leżą torfy w dolinie Krzymoszy, w południowej części obszaru. Najwyższe wzniesienia na wysoczyźnie morenowej, w jej północno-wschodniej części, rzadko przekraczają 180 m n.p.m. Deniwelacje terenu sięgają 32 m; średnie wahają się w granicach około 10 m.

Wysoczyzna morenowa płaska rozczłonkowana siecią cieków, silnie zdenudowana, z nielicznymi pagórkami o wysokości względnej do 5 m oraz niewielkimi zagłębieniami bezodpływowymi kształtuje się na wysokościach: w północnej części obszaru arkusza około 170–175 m n.p.m., w części zachodniej — około 160–165 m n.p.m. i w części południowej około 155–160 m n.p.m.

W północnej części obszaru wyróżniono wysoczyznę morenową falistą (wysokości względne 2–5 m, nachylenie około 5°), sięgające tam około 170–180 m n.p.m.; w rejonie Radzikowa około 160–170 m n.p.m. (tabl. I). Powierzchnię wysoczyzny cechuje łagodny spadek połączonych stoków, opadających w kierunku dolin rzecznych lub otaczających ją równin wodnolodowcowych. Przecinająca wysoczyznę falistą rzeka Toczna o przebiegu południkowym, wykazuje tam na niewielkim odcinku cechy doliny przełomowej. Na powierzchni wysoczyzn morenowych lub w ich bezpośrednim sąsiedztwie znajdują się bezodpływowe zagłębienia powstałe po martwym lodzie średnicy do około 300 m, zabagnione i podmokłe; w Olszance, zagłębienie bezodpływowe stanowi zbiornik wypełniony wodą.

Wyraźnie zaznaczające się w morfologii terenu moreny czołowe, przeważnie akumulacyjne (wysokości względne 3–10 m) tworzą ciąg równoleżnikowy biegnący

nący przez cały obszar arkusza od Radzikowa do Korczówki. Kulminacje w części zachodniej pasma dochodzą do 170 m n.p.m., w części środkowej i wschodniej do 180 m n.p.m. Moreny czołowe przecinają zagłębienie końcowe (wytopiskowe) rozciągające się od miejscowości Sobicze po północno-zachodni skraj obszaru. Jest to płaskie, podmokłe i zatopione obniżenie o powierzchni około 20 km². Dno jego w części południowo-wschodniej znajduje się na wysokości około 160 m n.p.m., a w części północno-zachodniej — około 155 m n.p.m. Wypływa stąd Liwiec, który w obrębie zagłębienia końcowego uformował górny odcinek swej doliny. Podobnej genezy jak zagłębienia końcowe (wytopiskowe), lecz mniejszych rozmiarów, są niecki wytopiskowe, wyrażone najlepiej w rzeźbie zachodniej części badanego obszaru. Są one pozostałością wytopienia się brył martwego lodu u schyłku zlodowacenia Warty. Niecka wytopiskowa w rejonie Modrzewia ma powierzchnię około 3 km². Podobne formy w okolicy Wólki Kamiennej, Krzeska, w rejonie Dawidów i koło Kozuszek mają mniejszą powierzchnię — około 1 km². W sąsiedztwie niecek wytopiskowych w Krzesku i w Sobiczach utworzyły się kilkumetrowej wysokości wzniesienia, które ze względu na wewnętrzną budowę i usytuowanie zakwalifikowano jako moreny martwego lodu.

W okolicy Krzeska, nie wyróżniający się w rzeźbie terenu taras kemowy jest płaską powierzchnią usytuowaną między zagłębieniem wytopiskowym od południa i wzniesieniem moreny czołowej od północy, sięgającym 160 m n.p.m. Na wysoczyźnie morenowej i w sąsiedztwie niektórych niecek wytopiskowych w północnej i w zachodniej części obszaru występują kemy. Ich wysokość rzadko przekracza 5 m. Niewielkie plateau kemowe o wyrównanej powierzchni około 1 km² wyróżniono w Modrzewiu.

Wyraźnie w rzeźbie terenu zaznaczają się ozy. Są to podłużne wały długości około 1,5 km, szerokości do około 300 m i wysokości względnej do 10 m. Ozy występują w rejonie Klim i Izdebek-Kosny, gdzie mają kierunek NW–SE. Formy akumulacji szczelinowej, jako pojedyncze, słabo zarysowane wzniesienia kilkumetrowej wysokości wyróżniono w południowo-wschodniej części obszaru, w rejonie miejscowości Żabce i Pościszce.

Znaczną część obszaru arkusza zajmują równiny sandrowe i wodnolodowcowe. Największa pokrywa sandrowa rozciąga się od wzniesienia moren czołowych Korczówki, gdzie osiąga wysokość około 170 m n.p.m., do obszaru ujściowego Krzymoszy do Krzyny Północnej. Powierzchnia jej obniża się w kierunku południowym i wschodnim do około 155 m n.p.m. Na południe od doliny Liwca, w zachodniej części obszaru, występują nieregularne powierzchnie sandrowe o mniejszym zasięgu. Fragment równiny wodnolodowcowej w południowo-wschodniej części obszaru odpowiada szlakowi sandrowemu Krzyny Północnej (40).

Wyróżniającą się formą morfologiczną we wschodniej części obszaru jest zbocze o charakterze długiego stoku długości około 5 km i wysokości względnej do 10 m, rozdzielające różno-

wiekowe pokrywy sandrowe. Równina położona niżej jest powierzchnią erozyjno-akumulacyjną, uformowaną w strefie doliny wód roztopowych Krzyny.

Dolina wód roztopowych rzeki Tocznej uformowana w osadach wodnolodowcowych jest pozostałością szlaku sandrowego ze schyłku zlodowacenia Warty. Różnica wysokości między jej dnem a powierzchnią otaczającej ją wysoczyzny morenowej płaskiej dochodzi do 10 m. Powierzchnia pobliskiej wysoczyzny morenowej falistej leży około 20 m wyżej. Dopływ wód roztopowych z tego okresu odbywał się także doliną Krzymoszy w kierunku obniżenia doliny Krzyny Północnej. W południowo-wschodniej części obszaru w rejonie Podlesia i Tłuśca oraz miejscami na peryferiach równin sandrowych w Wylanach, w Łukowisku, w Mostowie i w Zawadach występują równiny erozyjne wód roztopowych. Obszary te — zrównane wskutek przepływów wodnolodowcowych — odsłaniają osady starsze.

Kształtem i formą w morfologii terenu wyróżniają się wydmy. W zależności od stopnia zniszczenia lub przeobrażenia mają kształt paraboliczny lub podłużny. W rejonie Krzeska i Krzymoszy tworzą ciągi długości do 2 km o kierunku WNW–ESE lub nieregularne skupiska. Pojedyncze wydmy, na niewielkich powierzchniach piasków eolicznych, występują w Płudach i w Dawidach. Wysokość względna wydmy dochodzi do 4 m. Formy pochodzenia eolicznego rozwijały się głównie na osadach wodnolodowcowych. Równiny piasków przewianych o powierzchni poniżej 1 km² znajdują się na zapleczu misy wytopiskowej w północnej części obszaru arkusza, w części zachodniej między Tchórzewem a Krzeskiem Starym oraz na południu, gdzie w rejonie Krzymoszy zajmują największą powierzchnię ponad 1 km². Obszaram występowania piasków eolicznych towarzyszą zagłębienia deflacyjne średnicy do około 400 m. Są to zagłębienia bezodpływowe wypełnione namułami.

Formy pochodzenia rzeczne zostały utworzone przez cieki należące do dwóch zlewni oddzielonych działem wodnym na linii strefy form marginalnych. Część północna stanowi dorzecze Liwca i Tocznej, a część południowa dorzecze Krzyny. Dna dolin rzecznych odpowiadają tarasom zalewowym położonym od około 150,0 do 155,0 m n.p.m., w dolinie Tocznej około 160,0 m n.p.m. W części południowej najlepiej rozwinięte są: dolina Krzymoszy o zróżnicowanej szerokości dna od 200 do 500 m oraz równoleżnikowo przebiegająca dolina Kratówki o szerokości dna do 750 m. Dna niektórych dolin rzecznych są częściowo zatorfione. W obrębie doliny Tocznej i w dolnym odcinku doliny Krzymoszy wyróżniono nadzalewowe tarasy akumulacyjne. Powierzchnie tarasów wznoszą się od 2,0 do 2,5 m ponad dna dolinne i leżą na wysokościach: do około 152,5 m n.p.m. w dolinie Krzymoszy i 162,5 m n.p.m. w dolinie Tocznej. Rozbudowana sieć różnej wielkości dolin bocznych ma w swych górnych odcinkach charakter dolin denudacyjnych. Dolinki denudacyjne (suche) długości od 500 m do 1 km, o płaskich dnach, usytuowane są na wysoczyznach

morenowych w rejonie Pietrusów, Olszanki i Radzikowa. Pozbawione stałego odpływu, funkcjonują w okresach ulewnych deszczów i roztopów wiosennych.

Równiny torfowe o powierzchni do kilku kilometrów kwadratowych znajdują się w obrębie zagłębienia końcowego (wytopiskowego) Liwca (misy końcowej). Obszary zatorfione o mniejszej powierzchni występują w dolinach Tocznej, Krzymoszy i Kratówki. Prawie wszystkie torfowiska należą do typu niskiego. Wyjątek stanowią pojedyncze wyniesienia (wysokości do 3 m) torfów wysokich w północno-zachodniej części misy końcowej Liwca.

Z działalnością człowieka związane są formy antropogeniczne. Należą do nich nasypy, groble, zaznaczające się w morfologii wcięcia dróg i cieków oraz piaskownie i żwirownie. Ciekawym obiektem jest historyczne grodzisko w miejscowości Koszarki.

Obszar arkusza Krzesk leży w dorzeczach Krzny, Tocznej i Liwca, lewobrzeżnych dopływów Bugu. Lokalny dział wodny przebiega wzdłuż strefy pagórków moren czołowych od Zaolszyna do Sobiczów, dalej biegnie w kierunku północnym i wschodnim, wzdłuż pasma pagórków czołowomorenowych. Ten dział wód oddziela dorzecza Liwca i Tocznej o kierunku przepływu północno-zachodnim i północnym, od dorzecza Krzny Północnej z jej lewobrzeżnym dopływem Krzymoszą, płynącym w kierunku południowym. Do większych cieków należą: Kratówka — dopływ Krzymoszy, Zbuczynka — dopływ Muchawki wpadającej do Liwca, dopływy Piszczki — we wschodniej części obszaru. Jedyny zamknięty zbiornik wodny o niewielkiej powierzchni (około 0,2 km²) położony jest na południe od Olszanki, w zagłębieniu bezodpływowym.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

Opracowanie stratygraficzne dotyczy głównie utworów czwartorzędowych, w mniejszym zakresie osadów występujących w ich podłożu. Osady trzeciorzędowe (neogenu, paleogenu) rozpoznano na obszarze arkusza Krzesk w dwunastu otworach wiertniczych, z których jeden sięga do podłoża krystalicznego. Jest to otwór poszukujący ropy i gazu Zembry 1 w Wólce Kamiennej (otw. 9). Najstarszymi utworami w profilu tego wiercenia są czarne amfibolity archaiku z tzw. serii łukowskiej, z głębokości 1291,0–1422,0 m. Na nich leży kompleks piaskowców kwarcytowych, mułków i iłowców dolnokambryjskich miąższości 401 m. W przedziale głębokościowym 719,5–890,0 m występują utwory permu i triasu (anhydryty, mułowce i piaskowce drobnoziarniste). W stropie tych osadów, na głębokości 719,5–727,5 m, słabo wapniste iłowce mogą, zdaniem autorów opisu wiercenia należeć do jury środkowej. Jurę górną (głęb. 545,0–719,5 m) reprezentują margle i wapienie. W kredzie dolnej (głęb. 519,5–545,0 m) wyróżniono — na podstawie badań geofizycznych — pia-

ski, piaskowce i margle. Górnokredowe utwory węglanowe (margle) stwierdzono na głębokości 100,0–519,5 m. Utwory te leżą w bezpośrednim podłożu osadów trzeciorzędowych.

1. Trzeciorzęd

a. Paleogen

Eocen + oligocen

Piaski i mułki oraz piaski i mułki glaukonitowe. Na obszarze arkusza Krzesk stwierdzono występowanie osadów eoceńskich w Gołowierzchach (otw. 19) bezpośrednio pod utworami czwartorzędowymi na głębokości 62,7–97,0 m (96,7–62,4 m n.p.m.) jako nie przewiercony kompleks miąższości 34 m mułków, piasków drobnoziarnistych, w części spągowej glaukonitowych, pyłowatych, z mika, w części środkowej i stropowej — piasków szarych lub brunatnoszarych węglistych z wkładkami mułków i domieszką piasków frakcji grubszej. Na podstawie analizy palinologicznej próbki piasków z głębokości 71,4 m wiek tych osadów określono na eocen górny (78). Osady eocenu górnego występują też na obszarze sąsiadującym od południa, objętym arkuszem Kąkolewnica (70), gdzie są udokumentowane palinologicznie w otworze Rudniki, Zosi-nowo i Sawki. Badania litologiczne dla 9 próbek z osadów eoceńskich z Gołowierzchów (otw. 19) wykazały niską wapnistość (0,4–1,5%), zdecydowaną przewagę minerałów nieprzezroczystych nad przezroczystymi, reprezentowanymi głównie przez epidot, dysten, staurolit, andaluzyt, granat i topaz. Jest to zespół mineralny typowy dla paleogenu (24) różniący się od czwartorzędowego brakiem amfiboli i piroksenów. Osady piaszczysto-mułkowe, glaukonitowe, stwierdzono w otworze studziennym w Halasach-Żabcach (otw. 20), w południowo-wschodniej części obszaru arkusza. Występują one pod serią osadów miocenijskich na głębokości 82,0–105,0 m (53,9–76,9 m n.p.m.). Tego typu osady w podobnym położeniu znane są także z obszaru sąsiedniego arkusza Międzyrzec Podlaski (12). Mogą one też występować na północno-wschodnim skraju omawianego obszaru, bezpośrednio pod osadami czwartorzędowymi (tabl. II), podobnie jak na sąsiadującym od północy obszarze arkusza Łosice (2). Ze względu na brak dostatecznych podstaw do rozdzielenia osadów eocenu i oligocenu, w niniejszym opracowaniu przedstawiono je łącznie.

b. Neogen

Miocen

Piaski kwarcowe i mułki, miejscami łą i węgiel brunatny. Osady mioceńskie występują na większości obszaru objętego arkuszem Krzesk. Brak ich w jego części południowo-zachodniej, a prawdopodobnie także w północno-wschodniej (tabl. II). Na wschodzie, południu i wzdłuż północnej granicy obszaru leżą one bezpośrednio pod osadami czwartorzędowymi. W części centralnej i zachodniej przykrywa je seria łą „pstrych”. Przewiercone zostały otworem studziennym (otw. 20) w Żabcach (76,9–114,9 m n.p.m.), gdzie reprezentowane są przez osady ilasto-mułkowe z 10 m warstwą węgla brunatnego w stropie. W kilku studniach (otw. 8, 13, 15, 16, 21) oraz w otworach kartograficznych Olszanka (otw. 2) i Sobicze (otw. 7) nawiercono kilkumetrowej miąższości piaski kwarcowe drobnoziarniste i pyłowate, jasnoszare, piaski węgliste, brunatne oraz mułki, którym przypisano wiek mioceński. Znaczącą miąższość tych osadów (11,2 m) stwierdzono w Olszance (80,3–91,5 m n.p.m.). W piaskach węglistych w części spągowej na głębokości od 86,6 do 90,6 m występują wkładki do 15 cm węgla brunatnego, zapiaszczonego. Piaski mioceńskie z otworów z Sobicza i Olszanki (3 próbki) cechuje niska wapnistość (0,21–1,06%) i słabe obtoczenie ziarn kwarcu ($R = 0,58–0,61$). We frakcji ciężkiej przeważają minerały nieprzezroczyste, a wśród przezroczystych najliczniejsze są: dysten (43,5–49%), staurolit (14–30%) i andaluzyt (13,7–25,0%). Brak jest amfiboli i piroksenów, dominują minerały odporne na wietrzenie (24). Analiza palinologiczna podobnych osadów piaszczystych z wkładkami węgla brunatnego z otworu w Sawkach, na obszarze sąsiadującego od południa arkusza Kąkolewnica (70) wykazała środkowomioceński wiek tych osadów

Miocen-pliocen

Łą, miejscami piaski i mułki. Nierozdzielone osady młodszego neogenu tzw. formacji poznańskiej (54) występują w środkowej i w zachodniej części obszaru w formie rozległego płata, o zróżnicowanej miąższości od kilku do około 20 m. Od okolic Krzeska do Olszanki leżą one na powierzchni osadów mioceńskich, na wysokości około 90–100 m n.p.m. Nierówna stropowa powierzchnia utworów neogenu kształtowała się wskutek erozyjnej działalności wód czwartorzędowych i pod wpływem nacisku transgredującego lądolodu. Osady z pogranicza miocenu i pliocenu przewiercono otworami kartograficznymi w Sobiczu — otwór 7 (97,5–109,4 m n.p.m.) i w Olszance — otwór 2 (91,5–101,1 m n.p.m.). Są to łą pstre twaroplastyczne, zwarte o zróżnicowanych barwach, brunatnoszarej, szaro-niebieskiej i czarnej, miąższości około 10 m, w spągu i w stropie zapiaszczone. W wypływającym się ku wschodowi zbiorniku jeziornym, w jego brzeżnej strefie (otw. 7)

osadziły się wraz z łałami mułki i piaski drobnoziarniste o niskiej wapnistości i bardzo słabym obtoczeniu ziarn kwarcu ($R = 0,94$). Badania litologiczne łałów z Sobicza i Olszanki wskazują na osady o niskiej wapnistości (0,63%) i słabym wysortowaniu. We frakcji ciężkiej brak jest amfiboli i piroksenów, dominują minerały odporne na wietrzenie: dysten (23,9%), staurolit (16,8%), andaluzyt (13,4%) i topaz (18,5%). Wskazują one na neogeński wiek tych osadów, tworzących na większości omawianego obszaru bezpośrednie podłoże czwartorzędu.

2. Czwartorzęd

Osady czwartorzędowe na obszarze objętym arkuszem Krzesk leżą zwartą pokrywą na zróżnicowanej morfologicznie powierzchni trzeciorzędowej, położonej około 90–120 m n.p.m. W północno-wschodniej części obszaru powierzchnia ta obniża się prawdopodobnie do około 30 m n.p.m. w kierunku depresji glacictektonicznej rejonu Łosic (2) i tam też wzrasta miąższość osadów czwartorzędowych do 90 m. Na pozostałym obszarze wynosi: 40–50 m na południowym wschodzie (otw. 13, 20), 50–60 m na południowym zachodzie (otw. 8, 19) i 70 m na północy (otw. 2).

Stratygrafię osadów plejstocęńskich oparto głównie na profilach trzech otworów kartograficznych, wykorzystując przy tym profile otworów archiwalnych. Szczególnie ważne dla ustaleń stratygraficznych są wyniki badań palinologicznych (10, 11), dzięki którym wyróżniono osady trzech interglacjałów. Do korelacji glin zwałowych wykorzystano także wyniki badań litologiczno-petrograficznych (68).

a. Plejstocen

Preglacjał

Do najstarszych osadów czwartorzędowych na omawianym obszarze należą serie piaszczysto-mułkowe środowisk jeziornych i jeziorno-rzecznych, które nawiercono w otworach kartograficznych w Sobiczach (otw. 7) na głębokości 37,15–51,9 m (109,4–124,15 m n.p.m.) i w Olszance (otw. 2) na głębokości 56,5–70,2 m (101,1–114,8 m n.p.m.).

Mułki oraz mułki ilaste i piaszczysto-ilaste, jeziorne, miąższości 13,7 m wypełniają obniżenie w łałach plioceńskich w rejonie Olszanki (otw. 2). Ich charakterystyka litologiczno-petrograficzna oparta na badaniach 4 próbek wskazuje na podobieństwo do osadów wyróżnionych jako preglacjałne w Sobiczach. Cechuje je słabe wysortowanie i niska wapnistość (0,63–1,06%). Wśród minerałów ciężkich występują: staurolit, andaluzyt, topaz, epidot, granat i dysten, którego zawartość w przedziale 63,6–70,2 m wynosi 96,5%. W warstwie stropowej (głęb. 56,5–63,6 m)

pojawia się amfibol i piroksen. Skład i cechy osadu z udziałem materiału trzeciorzędowego, wskazują na sedymentację jeziorną w okresie preglacjalnym (68).

Z badań palinologicznych próbki mułków ilastych z głębokości 67,6 m (otw. 2) otrzymano pełne spektrum palinologiczne z materiału czwartorzędowego, bez domieszki sporomorf trzeciorzędowych wtórnego złoża. Obecność pyłku ciepłolubnych drzew wskazuje na dość łagodny klimat tego okresu czwartorzędu. Sugestia co do wieku osadu może pochodzić z obecności ziarn pyłku *Celtis*. Drzewa te żyły na naszych terenach w okresach interglacjalnych (78). Wyniki badań pyłków dla próbki z tego samego osadu z głębokości 67,5 m wykazują, że zbiorowiska roślinne z licznie występującą sosną i brzozą istniały w okresach interstadialnych plejstocenu (11). Badania palinologiczne mułków z głębokości 56,5–66,2 m (otw. 2) wskazują, że osadzały się one w warunkach klimatu chłodnego. W próbce z głębokości 64,5 m ziarna pyłku drzew znajdują się na wtórnym złożu. Wśród nielicznie występujących ziarn roślinności zielnej na uwagę zasługuje arktyczno-alpejska *Selaginella* oraz pojawiająca się w tzw. florach dryasowych *Botrychium*. Oznaczać to może, że mamy do czynienia z sedymentacją, jaka mogła odbywać się w środowisku tundrowym (11). Analiza palinologiczna próbki z głębokości 57,8 m wykazuje, że osady tworzyły się w warunkach klimatu chłodnego i wilgotnego (11).

Osady preglacjalne w rejonie Łukowa opisał E. Rühle (61). Bezpośrednio na piaskach różnoziarnistych, zaliczonych przez tego autora do pretegeleńskich, leżą mułki z przewarstwieniami piasków pyłowatych miąższości około 10 m. Ich powierzchnia stropowa znajduje się na wysokości około 120 m n.p.m. Istnieje podobieństwo położenia i wykształcenia litologicznego górnej serii osadów w Łukowie i osadów zaliczonych do preglacjalu na obszarze arkusza Krzesk. Osady preglacjalne opisano także na sąsiadującym od południa obszarze arkusza Kąkolewnica (70).

Piaski i mułki jeziorno-rzeczne i jeziorne charakteryzują profil osadów preglacjalnych w Sobiczach. Ich miąższość wynosi 14,8 m. Leżą one na kulminacji osadów miocenu-pliocenu. Są to piaski drobnoziarniste i pyłowate o słabym wysortowaniu i niskiej wapnistości (poniżej 1%) oraz mułki piaszczyste i ilasto-piaszczyste. Współczynniki obtoczenia (R) są wysokie (0,63–0,69), bardzo duży procent stanowią ziarna częściowo obtoczone i przełamane. W składzie minerałów ciężkich (8 próbek) dominuje granat (11,5–36,2%), dysten (13,0–20,1%), staurolit (12,6–20,6%) i andaluzyt (15,7–23,3%). W mniejszych ilościach występuje topaz, epidot, cyrkon, amfibol i piroksen (59). Skład i opisane cechy wskazują, że są to osady staroczwartorzędowe z domieszką materiału trzeciorzędowego.

Badania palinologiczne mułków z częściami organicznymi (głęb. 47,5–48,4 m) wykonali M. Ziemińska-Tworzydło (78) i K. Bińka (11). W próbce z głębokości 48,1 m skład zespołu sporo-pyłkowego wskazuje na istnienie bezleśnego, otwartego zbiorowiska roślinności zielnej w chłod-

nym okresie czwartorzędu (78). W czasie intensywnej erozji podłoża, do zbiornika znoszone były również ziarna pyłku z osadów starszych. Skład zespołu pyłkowego na wtórnym złożu jest całkowicie przypadkowy i nie pozwala wnioskować o wieku rozmywanych osadów. Klimat chłodny tego okresu potwierdzają także badania palinologiczne tych mułków z głębokości 48,3 m i 47,4 m (11). Spektrum pyłkowe z głębokości 48,3 m ma cechy bezleśne, z przewagą traw i turzyc. Brak elementu arktyczno-alpejskiego sugeruje zbiorowisko stepowe, powszechnie pojawiające się we florach stadialnych plejstocenu. Spektrum pyłkowe z głębokości 47,4 m nawiązuje, zdaniem autora opracowania palinologicznego, do spektrum z głębokości 48,3 m. Ważną rośliną pojawiającą się w tzw. florach dryasowych jest tu arktyczno-alpejska *Selaginella selaginoides*.

Zlodowacenia najstarsze

Zlodowacenie Narwi

Osady najstarszego zlodowacenia wyróżniono w Gołowierzchach (otw. 19) na głębokości 57,80–62,75 m (96,65–101,60 m n.p.m.). Należą do nich piaski i mułki rzeczno-peryglacjalne, leżące wprost na utworach paleogenu. Są to piaski drobnoziarniste, szare, wartwowane poziomo i skośnie z toczęncami mułków w spągu, dobrze wysortowane, z zawartością węgla wapnia w ilości 2,11%. Stopień obtoczenia ziarn kwarcu R wynosi 0,71. Z oznaczeń wykonanych dla próbki z głębokości 58,8 m wynika, że przeważają ziarna częściowo obtoczone, przełamane (79,3%), we frakcji ciężkiej przeważają minerały przezroczyste nad nieprzezroczystymi. Znaczną grupę stanowi granat (33,1%), pojawia się amfibol (10,9%) i piroksen (4,1%), mniej jest chlorytu (1,6%). Badania litologiczno-petrograficzne wskazują na osad rzeczno-peryglacjalny (68). W stropie tych osadów, na głębokości 57,2–57,8 m występują mułki jasnoszare, przewarstwione szarymi piaskami pyłowatymi, miejscami z fragmentami roślin i kawałkami drewna. Badania palinologiczne wykonano dla próbki z głębokości 57,5 m; niska frekwencja pyłku oraz charakter osadu (mułki nie występują w cieplejszych okresach interglacjału na tym terenie) przemawiają przeciw uznaniu tych osadów za interglacjalne (11). Obecność najliczniej występujących w spektrum, nie odpornych na czynniki niszczące, pyłków dębu świadczyłaby o tym, że osady te nie są redeponowane; można wnioskować, że tworzyły się one w warunkach klimatu peryglacjalnego.

Interglacjał augustowski (podlaski)

W wyerodowanym obniżeniu w Gołowierzchach (otw. 19), na piaskach i mułkach rzeczno-peryglacjalnych i osadach trzeciorzędowych osadziły się piaski i żwiry rzeczne miąż-

szości 9,7 m (102,2–111,9 m n.p.m.). Są to piaski, w części spągowej średnioziarniste ze żwirami skał północnych, w spągu z tocząciami mułków, przechodzące ku stropowi w piaski drobnoziarniste i pyłowate, w stropie na głębokości 47,5–50,5 m z wkładkami (miąższości do 20 cm) mułków piaszczystych i humusowych. Badania litologiczne (4 próbki) wykazały, że są to osady dobrze wysortowane. Zawartość węgla wapnia waha się od 1,9% w stropie do 6,9% w spągu. Współczynniki obtoczenia R wynoszą od 0,15 do 0,23. We frakcji ciężkiej przeważa granat (31,0%), liczny jest staurolit (14,4%) i andaluzyt (13,3%), mniej liczny amfibol (8,0%), piroksen (2,8%), biotyt (0,6%), chloryt (1,9%) i cyrkon (2,1%). Dobre obtoczenie i wysortowanie osadów, przewaga granatu we frakcji ciężkiej przy nielicznej grupie amfibolu, piroksenu, biotyty i chlorytu wskazują, że są to osady rzeczne facji korytowej o stosunkowo długim transporcie (68). Znaczny udział staurolitu i andaluzytu świadczy o redeponowaniu materiału z podłoża trzeciorzędowego.

Badania geoelektryczne (20) wykazują istnienie na obszarze badań dolin kopalnych wciętych głęboko w podłoże trzeciorzędowe. W rejonie Krzeska dno takiej doliny może sięgać do głębokości podobnej jak w Gołowierzchach, można więc sądzić, że jest to również dolina pochodząca z okresu interglacjalnego augustowskiego (podlaskiego).

Zlodowacenia południowopolskie

Zlodowacenie Nidy

Stadiał dolny

W północnej części obszaru, w rejonie Pietrusów, wydzielono mułki i iły zastoiskowe. Osady te kontynuują się na sąsiadujący obszar arkusza Łosice (2). Wyniki badań palinologicznych potwierdzają zastoiskowy charakter tych osadów (otw. w Wyczółkach — 60,0–80,0 m n.p.m.).

W Gołowierzchach (otw. 19) na głębokości 47,0–47,5 m nawiercono gliny zwałowe ciemnoszare ze żwirkami skał skandynawskich. Gliny te mogą reprezentować dolny stadiał zlodowacenia Nidy, podobnie jak miąższe, ponad 21-metrowe gliny zwałowe w Próchenkach (otw. 5), nieprzewiercone do wysokości 99,0 m n.p.m., wypełniające obniżenie w wyerodowanych osadach preglacjalnych i trzeciorzędowych.

Stadiał górny

Mułki i piaski pyłowate zastoiskowe rozdzielają w Próchenkach (otw. wiertnicze archiwalne 5 i 6) gliny zwałowe dolnego i górnego stadiału zlodowacenia Nidy. Są to 7-metrowej

miąższości ciemnoszare mułki i mułki ilaste, w stropie piaski pyłowate i drobnoziarniste szare (około 121,5–128,5 m n.p.m.).

Na nierównej powierzchni osadów zastoiskowych i preglacjalnych leżą gliny zwałowe i rezydualne glin zwałowych. Wyróżniono je w profilach otworów kartograficznych (otw. 2, 7) oraz w profilu archiwalnym (otw. 6). Spąg tych glin leży na wysokości około 105,0–128,0 m n.p.m. Miąższość ich jest niewielka, od 0,5 do około 7,0 m. Charakteryzują się one znaczną zawartością piasków, małą ilością żwirów oraz obecnością przewarstwień piasków i mułków miąższości do 10 cm. W Olszance (otw. 2) do górnego stadiału zlodowacenia Nidy zaliczono szare gliny mułkowo-piaszczyste z głębokości 49,8–56,6 m (114,7–121,5 m n.p.m.). Są one słabo wapniste (CaCO_3 — 1,48–1,90%) i ubogie we frakcję żwirową. Wśród żwirów skał skandynawskich wapnienie paleozoiczne (43,9%) przeważają nad skałami krystalicznymi (27,4%), piaskowce paleozoiczne stanowią 12,3%, kwarc 1,4%. Wśród skał lokalnych nielicznie występują wapnienie, piaskowce oraz mułowce. Uśrednione współczynniki petrograficzne¹ (2 próbki) wynoszą: $O/K=1,95$; $K/W=0,66$; $A/B=1,07$. Uwzględniając wyniki badań litologicznych, przyjęto za prawdopodobne, że analizowane osady są genezy glacialnej i pochodzą z okresu zlodowacenia Nidy (68). Z rozmycia glin zwałowych w Sobiczach (otw. 7) z głębokości 36,7–37,15 m powstały, jako rezydium, osady gliniasto-mułkowe ze żwirami skał skandynawskich, w spągu przewarstwione piaskami.

Bezpośrednio na glinach zwałowych stadiału górnego zlodowacenia Nidy leżą piaski i żwiry wodnolodowcowe. Stwierdzono je otworem archiwalnym (otw. 5) w Próchenkach na głębokości 34,0–40,0 m (128,5–134,5 m n.p.m.). Niewielkiej miąższości (1,8 m) piaski drobnoziarniste, szare ze żwirami skał skandynawskich, z wkładką (0,15 m) glin zwałowych, nawiercono otworem kartograficznym 2 w Olszance na głębokości 49,8 m. Cechuje je słabe wysortowanie i obtoczenie ($R = 0,47$), zawartość węgla wapnia — 4,0%. Stopień obtoczenia ziarn kwarcu oraz skład granulometryczny wskazują na wodnolodowcowe pochodzenie osadu (68).

Interglacjał małopolski

Piaski i mułki rzeczno-jeziorne. Osady interglacjału małopolskiego wyróżniono w Gołowierzach (otw. 19) na głębokości 42,60–47,0 m (112,4–116,8 m n.p.m.). Są to piaski pyłowate i drobnoziarniste, szare z wkładkami mułków i ilów z częściami organicznymi. Zawierają 1,9–3,4% CaCO_3 , mają dobre wysortowanie i obtoczenie ziarn kwarcu (R od 0,26 do 0,43). Wśród minerałów

¹ Współczynniki petrograficzne obliczone dla żwirów o średnicy 5–10 mm, uzyskanych z glin zwałowych, charakteryzują zależności pomiędzy różnymi grupami skał skandynawskich, gdzie: O — skały osadowe, K — skały krystaliczne i kwarcowe, W — skały węglanowe, A — skały nieodporne na niszczenie, B — skały odporne na wietrzenie

ciężkich przeważa granat (34,8%), obok staurolitu (11,3%) i topazu (7,9%) mniej liczne są chloryt (4,6%) i turmalin (2,8%). Opisane cechy wskazują na rzeczno-jeziorne pochodzenie osadów (68).

Zlodowacenie Sanu

Osady zlodowacenia Sanu reprezentowane są przez utwory zastoiskowe, rzeczno-peryglacjalne, wodnolodowcowe i lodowcowe.

Mułki i piaski pyłowate zastoiskowe wyróżniono w środkowej i północnej części obszaru arkusza. W rejonie Krzeska (otw. archiwalne 8, 15) są to pyły i piaski pyłowate miąższości do 9 m, leżące wprost na osadach piaszczystych interglacjału podlaskiego (około 112 m n.p.m.). Mułki zastoiskowe w Olszance (otw. 1), miąższości 2 m (wysokość spągu — 117 m n.p.m.) kontynuują się na sąsiadujący od północy obszar arkusza Łosice (2), gdzie na podstawie ekspertyzy palinologicznej zostały zaklasyfikowane jako osady zastoiskowe.

Piaski rzeczno-peryglacjalne nawiercono otworem kartograficznym w Sobieczach (7), bezpośrednio pod glinami zwałowymi zlodowacenia Sanu na głębokości 27,1–36,7 m (124,6–134,2 m n.p.m.). W spągu na odcinku 1,5 m są to piaski pyłowate szare z wkładką 0,2 m mułków, w środkowej i w górnej części przeważają piaski drobno- i średnioziarniste szare, w stropie z niewielkimi przewarstwieniami mułków. W całym profilu pojawiają się żwiry skał skandynawskich, mogące pochodzić z rozmycia starszych glin zwałowych. Z badań litologiczno-petrograficznych wykonanych dla 5 próbek wynika, że są to osady dobrze i słabo wysortowane, z zawartością węgla wapnia od 1,05% w stropie do 3,58% w spągu warstwy. Współczynniki obtoczenia R wahają się od 0,40 do 0,52. Stopień obtoczenia ziarn kwarcu, duży udział ziarn kanciastych (do 6,4%) oraz cechy granulometryczne wskazują na rzeczno-peryglacjalne pochodzenie osadu (68).

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) o miąższości 1,5 m leżą w Gołowierzchach (otw. 19) pod glinami zwałowymi zlodowacenia Sanu, na mułkach i piaskach interglacjału małopolskiego (głęb. 41,1–42,6 m). Na zachód od Krzeska wypełniają one prawdopodobnie niewielkie zagłębienie erozyjne w łańcuchach mio-pliocenów (otw. 12). Piaski tego poziomu są przeważnie drobnoziarniste, zawierają domieszkę drobnoookruchowych żwirów i otoczaki. Piaski drobnoziarniste, szare, zaliczone do wodnolodowcowych, stwierdzono również otworem archiwalnym (otw. 1) w Olszance na głębokości 42,0–55,0 m. Osadziły się one bezpośrednio na mułkach zastoiskowych przed nadejściem lądolodu zlodowacenia Sanu.

Gliny zwałowe zlodowacenia Sanu wyróżniono zarówno w profilach otworów kartograficznych, jak i archiwalnych. W Gołowierzchach (otw. 19) osady zwałowe z głębokości 30,0–41,1 m (118,3–129,4 m n.p.m.) reprezentują piaski pyłowato-ilaste ze żwirkami i gliny piaszczyste, w spągu

ilasto-piaszczyste. Cechuje je bardzo słabe wysortowanie i zawartość węglanu wapnia w granicach 7,5–8,6%. Frakcja żwirowa w całej warstwie (4 próbki) charakteryzuje się bardzo niską frekwencją (49–60 sztuk). Udział żwirów skał krystalicznych i wapieni jest bardzo zbliżony (odpowiednio około 33 i 34%). Współczynniki petrograficzne obliczone z pominięciem próbki z silnie zwietrzałych partii stropowych, nie mogą być zdaniem autorki opracowania litologiczno-petrograficznego (68) miarodajne ze względu na bardzo niską ilość żwirów; badane gliny zwałowe z Gołowierzchów zalicza ona do okresu zlodowacenia Nidy II lub Sanu I. Podobnie wykształcone osady zwałowe występują w Olszance (otw. 2) na głębokości 40,0–48,0 m (123,3–131,3 m n.p.m.). Są to gliny piaszczyste i ilaste, szare oraz piaski pyłowate szarobrazowe z otoczkami skał skandynawskich o średnicy do 5 cm. Cechuje je bardzo słabe wysortowanie materiału i zawartość węglanu wapnia od 3,38% w spągu do 7,39% w stropie warstwy. Minerale przezroczyste stanowią około 48% frakcji ciężkiej. Wśród skał skandynawskich skały kryształiczne (44,7%) przeważają nad wapieniami paleozoicznymi (22,8%). Średnie wartości współczynników petrograficznych (2 próbki) wynoszą: O/K=0,76; K/W=1,56; A/B=0,57 i charakteryzują gliny zwałowe dolnego stadia zlodowacenia Sanu (68). Gliny zwałowe z tego okresu o podobnych współczynnikach (0,71–1,98–0,42) występują w otworze wiertniczym Wyczółki (około 110–120 m n.p.m.) na sąsiadującym od północy obszarze arkusza Łosice (2). Pod osadami piaszczysto-mułkowymi z okresu interglacjału ferdynandowskiego w Sobiczach (otw. 7) leżą gliny zwałowe piaszczyste (134,2–138,0 m n.p.m.), ciemnoszare o bardzo słabym wysortowaniu i niskiej wapnistości (0,63%). W małej liczbie żwirów (30 sztuk), wśród skał skandynawskich przeważają skały krystaliczne (ok. 47–70%) (68).

Gliny zwałowe zlodowacenia Sanu wyróżniono w profilu otworu archiwalnego (otw. 15) w Krzesku Nowym. Spąg tych osadów znajduje się na wysokości 112,4 m n.p.m. Stanowią je piaski gliniaste dwumetrowej grubości, z głębokości 45,0 m. Na nich leżą gliny zwałowe piaszczyste, ciemnoszare miąższości 2,0 m. Zerodowane gliny zwałowe miąższości 1,2 m, pochodzące prawdopodobnie z okresu zlodowacenia Sanu leżą na utworach trzeciorzędowych w profilu otworu archiwalnego (otw. 13) w Krzewicy, na wysokości 121,3 m n.p.m. Glin zlodowacenia Sanu nie stwierdzono w południowo-wschodniej części obszaru arkusza (otw. 20).

Na glinach zwałowych zlodowacenia Sanu leżą miejscami piaski i żwiry wodno-lodowe (górne) (Zembry, Zawady). W otworze wiertniczym 12 występują na głębokości 30,0–32,5 m, a w otworze 13 piaski średnio- i różnoziarniste ze żwirami tego poziomu położone są na głębokości 30,5–42,5 m (122,5–134,5 m n.p.m.).

Interglacjał ferdynandowski

Osady pochodzące z tego interglacjału wypełniają szerokie obniżenia w przeważającej części badanego obszaru. Wykształcone są one w typowej facji jeziornej lub jeziorno-rzecznej.

Na obniżonej powierzchni glin zwałowych zlodowacenia Sanu między Krzeskiem i Olszanką leżą piaski jeziorno-rzeczne, związane z interglacjałem ferdynandowskim (otw. 2, 5, 7). W otworze kartograficznym w Sobiczach (otw. 7) leżą one na głębokości 16,5–23,3 m (138,0–144,8 m n.p.m.). W profilu tych osadów przeważają piaski drobnoziarniste, w dolnej części smugowane substancją organiczną. W Olszance (otw. 2) są to piaski skośnie lub poziomo warstwowane, przechodzące wyżej w piaski średnioziarniste, ciemnoszare, z dobrze rozłożoną substancją humusową.

Badania litologiczne piasków z obu tych profilów (4 próbki) wykazują niskie zawartości CaCO_3 (1,06–2,11%). Wskaźniki obtoczenia ziarn kwarcu (R) są zbliżone i wynoszą od 0,44 do 0,56. Wśród minerałów ciężkich przeważa granat (39,6–56,7%), w zróżnicowanych ilościach występuje andaluzyt, staurolit, amfibol, piroksen i epidot. Cechy granulometryczne, stopień obtoczenia ziarn kwarcu i znaczna ilość granatów we frakcji ciężkiej pozwalają przypuszczać, że opisywane osady powstawały w szerokich obniżeniach typu jeziorno-rzecznej, z okresowym przepływem wód o niskiej dynamice transportu (68).

W otworze archiwalnym (otw. 13) w Krzewicy warstwa piasków drobnoziarnistych, zailonych miąższości 3,0 m leży na piaskach wodnolodowcowych ze zlodowacenia Sanu (134,5 m n.p.m.) Położenie tych piasków, przykrytych glinami zwałowymi zlodowacenia Wilgi sugeruje, że mogą one pochodzić z okresu interglacjału ferdynandowskiego.

W otworze kartograficznym w Gołowierzach (otw. 19) są to mułki oraz mułki piaszczyste i ilasto-piaszczyste, jeziorne, miąższości 7,0 m z fragmentami flory i fauny oraz z detrytusem roślinnym. Osady te usytuowane są między dwoma kompleksami glin zwałowych, na głębokości 22,7–30,0 m (129,4 do 136,4 m n.p.m.). Badania litologiczno-petrograficzne mułków jeziornych (4 próbki) wykazują słabe wysortowanie osadów, zawartość węgla wapnia wyjątkowo wysoką w dolnej ich części (30,6%), w części górnej niższą (5,5–12,0%). Minerale nieprzezroczyste stanowią aż 33,5–99,0% frakcji ciężkiej. Ekspertyza palinologiczna 6 próbek opisywanych mułków daje możliwość diagnozowania wieku na podstawie następujących po sobie kolejnych faz sukcesji roślinnej (tab. 2). Tak wyrażone następstwo według K. Bińki (11) wskazuje jednoznacznie na dwa ciepłe wahnięcia klimatyczne w czasie trwania interglacjału ferdynandowskiego.

Badania faunistyczne mułków z głębokości 24,8–25,0 m i 28,4–28,6 m (otw. 19), stwierdzające obecność mięczaków, a także małżoraczków i ryb wskazują na słodkowodny zbiornik wód

stojących (67). Niektóre gatunki mięczaków występujące przede wszystkim w okresach ciepłych oraz duża liczba tych gatunków, sugerują interglacjalny charakter osadów.

Ilasto-mułkowate osady jeziorne miąższości 9,0 m, leżące na piaskach wodnolodowcowych zlodowacenia Sanu (131,5 m n.p.m.), występują też w rejonie Zawadów (otw. 12).

Tabela 2

Stanowiska osadów interglacjalnych na obszarze arkusza Krzesk

Nazwa profilu i nr punktu dokumentacyjnego lub otworu na mapie geologicznej	Głębokość opróbowanych warstw (w m)	Osady	Wiek osadów	
Tchórzew-Plewki (sonda 21)	1,2–1,6 1,6–3,5	namuły torfy	schyłek interglacjalnego eemskiego	
Sobicze (sonda 14)	1,2–1,4 1,4–3,0	torfy gytie	schyłek interglacjalnego eemskiego	
Kożuszki (sonda 11)	1,2–2,1 2,1–2,8 2,8–3,5	namuły organiczne gytie wapniste gytie wapnisto-mineralne	schyłek interglacjalnego eemskiego	
Łuniew (sonda 23)	1,8–4,5	gytie wapnisto-mineralne	poziom grabowy interglacjalnego eemskiego	
Maciejowice (sondy 33, 34)	1,7–2,1	torfy	schyłek poziomu <i>Pinus-Larix</i> lub początek optimum klimatycznego, strop poziomu <i>Picea-Alnus</i>	interglacjal wielki
	2,1–2,6	gytie organiczno-mineralne		
Gołowierzchy (otw. 19)	22,95–23,25	mułki ilaste, warwowe	flora chłodna — borealna	interglacjal ferdynandowski
	23,25–24,70	mułki z humusem i z fauną	flora chłodna — borealna	
	24,70–25,05	mułki z humusem, ze szczątkami makrofauny	flora ciepła z obecnością graba	
	25,05–25,90	mułki ilasto-piaszczyste z humusem i fragmentami skorupki małży i ślimaków	flora chłodna o cechach borealnych	
	25,90–26,90	mułki z humusem		
	26,90–30,00 (próbki z głęb. 27,6 m)	mułki ilaste z humusem i skorupkami małży i ślimaków	flora ciepła bez udziału graba	
(próbka z głęb. 29,0 m)		flora chłodna cechująca początek interglacjalnego		

Zlodowacenie Wilgi

Na opisywanym obszarze zlodowacenie to reprezentowane jest przez osady zastoiskowe, wodnolodowcowe i lodowcowe.

Mułki i ropy zastoiskowe (dolne) występują lokalnie na osadach jeziorno-rzecznych interglacjalnego ferdynandowskiego, bezpośrednio pod glinami zwałowymi zlodowacenia Wilgi.

Wyróżniono je w archiwalnych profilach (otw. 17, 6, 1, 20) w rejonie Zawadów, Próchenek, Pietrusów i Żabców. Ich miąższość zmienia się od 2–3 m (otw. 12 i 1) do około 8–12 m (otw. 6 i 20).

Gliny zwałowe zlodowacenia Wilgi występują powszechnie na opisywanym obszarze. Stanowią one wyraźny, miejscami erozyjnie rozcięty poziom. Stwierdzono je w otworach kartograficznych, w wielu otworach archiwalnych i w sondach mechanicznych. Miąższość ich jest zmienna i wynosi od kilku do 15,0 m (otw. 19) i 24,0 m (otw. 2). Powierzchnia spągowa tych glin leży na wysokości około 135,0–145,0 m n.p.m. Są one w przeważającej części szare, ciemnoszare lub brązowe. W Gołowierzchach, gdzie leżą na głębokości 7,4–22,7 m (136,7–152,0 m n.p.m.), stanowią niejednorodny kompleks, z wkładkami piasków, mułków i ilów występujących w części środkowej tych glin w przedziale głębokościowym od 14,1 do 18,6 m. W Sobiczach i w Olszance gliny zwałowe zlodowacenia Wilgi też są rozdzielone cienkimi warstwami piasków (w otw. 7 — na głęb. 14,0–14,8 m, w otw. 2 — na głęb. 20,0–20,6 m). Dwudzielny kompleks glin zwałowych zlodowacenia Wilgi leży w Olszance na głębokości 7,9–32,0 m (139,3–163,4 m n.p.m.), a w Sobiczach na głębokości 13,1–16,5 m (144,8–148,2 m n.p.m.).

Gliny zwałowe zlodowacenia Wilgi stwierdzone w otworach kartograficznych cechują się słabym wysortowaniem, typowym dla glin zwałowych (2,0–2,94). W Gołowierzchach zawierają one dużo węgla wapnia (od 13,8 do 16,8%), którego zawartość w dwóch pozostałych profilach jest znacznie zróżnicowana (0,63–14,4%). Skład frakcji żwirowej tych glin w Gołowierzchach i Olszance wykazuje przewagę wapieni paleozoicznych nad skałami krystalicznymi przy większym, niż w glinach zwałowych starszych udziale skał lokalnych. Współczynniki petrograficzne glin zwałowych z otworu 19 w Gołowierzchach przedstawiają się następująco: 136,7–139,8 m n.p.m. (2 próbki) — O/K=1,52; K/W=0,71; A/B=1,28; (140,8–152,0 m n.p.m. — 3 próbki) — O/K=1,95; K/W=0,56; A/B=1,53. W otworze 2 w Olszance współczynniki petrograficzne glin wynoszą: 139,3–150,7 m n.p.m. (6 próbek) — O/K=1,43; K/W=0,77; A/B=1,15; (151,3–163,4 m n.p.m. (5 próbek) — O/K=1,49; K/W=0,74; A/B=1,20.

Mułki i iły zastoiskowe (górne). Na glinach zwałowych zlodowacenia Wilgi występują miejscami mułki ilaste o niedużej miąższości (3–4 m). Nawiercono je w Gołowierzchach (sondy 37, 39). W podobnym położeniu występują w Żabcach (otw. 20) mułki piaszczyste i piaski drobnoziarniste z domieszką piasków pyłowatych, miąższości 4,5 m.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe wypełniają obniżenia wyerodowane w glinach zwałowych. Miąższość piasków jest zróżnicowana, od 3,0 m (sonda 3 i otw. 12) do około 10 m (sonda 27). Stwierdzono je także w archiwalnych otworach w rejonie Krzeska i Krzewicy oraz na północ od Olszanki. Są to piaski szare różnych frakcji, od drobnoziarnistych do gruboziarnistych, z licznymi żwirami skał północnych. Badania litologiczne tych piasków, tworzących cienkie warstwy

w profilu Sobicze (z głęb. 14,0–14,9 m i 12,5–13,15 m), wykazują słabe ich wysortowanie i średnie obtoczenie ziarn kwarcu (R wynosi od 0,43 do 0,53).

Interglacjał wielki

Piaski i mułki jeziorno-rzeczne z okresu tego interglacjału występują w południowo-zachodniej części obszaru, stwierdzone otworem kartograficznym (otw. 19) i sondami mechanicznymi (39, 38, 37, 36, 32). W rejonie Gołowierzchów są to piaski szare drobnoziarniste, ilaste, z rozproszoną substancją humusową, miejscami z wkładkami i laminami mułków piaszczystych, o miąższości do 13,0 m (sonda 39). Wypełniają one obniżenia w powierzchni glin zwałowych zlodowacenia Wilgi, gdzie podścielone są osadami zastoiskowymi z recesji tego zlodowacenia. Występują na małej głębokości 2,0–7,4 m, pod glinami zwałowymi zlodowacenia Odry lub piaskami wodnolodowcowymi zlodowacenia Warty. Piaski tego ogniwa, leżące w Gołowierzchach na głębokości 2,55–7,40 m, cechuje słabe obtoczenie ziarn kwarcu ($R = 0,57$), różny stopień wysortowania, dominanta frakcji 0,1–0,25 mm i zawartość CaCO_3 od 1,47 do 2,31%.

Różniące się litofacjalnie osady tego interglacjału występują w rejonie Maciejowic. Jest to seria utworów organogenicznych, stwierdzona sondą ręczną (sonda 33) na głębokości 1,7–2,6 m i sondą mechaniczną (sonda 34) na głębokości od 2,1 do 7,4 m. Torfy z dobrze rozłożoną substancją organiczną i silnie zdiagenezowane gytie wypełniają zagłębienia w glinach zwałowych zlodowacenia Wilgi. Przykryte są cienką warstwą glin zwałowych, zaliczonych w niniejszym opracowaniu do zlodowacenia Odry. Ekspertyza palinologiczna (10) tych osadów (tab. 1) określa ich wiek na interglacjał wielki. Udokumentowane palinologicznie osady tego interglacjału występują też na sąsiednim obszarze, objętym arkuszem Łosice (2), gdzie w otworze Zakrze 3 w rejonie Łosic, przewiercono gytie na głębokości 42,8–62,8 m. Badania palinologiczne wykazały jednoznacznie, że osadzały się one w interglacjale wielkim (10). Osady organiczne z malakofauną interglacjału wielkiego, w podobnym położeniu jak w Maciejowicach, stwierdzono również na obszarze objętym arkuszem Międzyrzec Podlaski (12), w Drelowie (głęb. od 3,3 do 8,0 m).

Zlodowacenia środkowopolskie

Na erozyjnej powierzchni ścinającej osady zlodowacenia Wilgi i lokalnie interglacjału wielkiego leży kompleks osadów zlodowaceń środkowopolskich, o prawie ciągłym rozprzestrzenieniu i zmiennej miąższości od 0,5 do 25,0 m. Tworzą go osady zlodowacenia Odry, interglacjału lubelskiego i zlodowacenia Warty. Powierzchnia spągowa tych osadów leży na wysokości około 140–160 m n.p.m.

Zlodowacenie Odry

Zlodowacenie to jest reprezentowane przez utwory zastoiskowe, lodowcowe, rzeczno-peryglacialne i wodnolodowcowe. Występują one na powierzchni w południowej części badanego obszaru, silnie zniszczone i porożcinane wskutek późniejszej erozji, szczególnie w okresie zlodowacenia Warty. Miąższość tych osadów dochodzi do kilkunastu, maksymalnie do 20 m.

Profil osadów tego okresu rozpoczynają ły i mułki zastoiskowe. Stwierdzono je otworami archiwalnymi i sondami mechanicznymi w środkowej i w południowej części obszaru. Tworzą one warstwy niewielkiej, kilkumetrowej miąższości w spągu glin zwałowych z tego okresu lub w ich sąsiedztwie. Ły i mułki zastoiskowe występują w obniżeniu doliny Liwca od Próchenek do miejscowości Sobicze i Olszanka. W profilu Sobicze leżą one na głębokości od 8,15 do 12,50 m. W dolnej części (1,2 m) są to ły warwowe o zawartości CaCO_3 7,39%. Od mułków ilastych słabowapnistych (1,9%) w części górnej, oddzielone są 30-centymetrową warstwą piasków. Interpretacja palinologiczna próbek z głębokości 12,0 m wykazuje, że redepozycja ziarn pyłków odbywała się w chłodnym i wilgotnym klimacie (11). Wiek bezwzględny mułków pochodzących z tego otworu (głęb. 10,3 m) określono metodą termoluminescencji na $225\ 000 \pm 50\ 000$ lat BP (31). W okolicy Krzewicy nawiercono mułki i ły zastoiskowe w obniżeniach dolin, pod osadami holoceniowymi, miąższości do 2,0 m. W Żabcach (otw. 20) warstwa łów ciemnobrunatnych zwięzłych miąższości 4,0 m leży pod glinami zwałowymi ze zlodowacenia Odry, na głębokości 6,0–10,0 m. W podobnej pozycji występują mułki ilaste z głębokości 11,9–14,1 m w Krzesku (sonda 26).

W warunkach klimatu peryglacialnego, w okresie poprzedzającym transgresję lądolodu na ten obszar osadziły się piaski rzeczno-peryglacialne. Stwierdzono je sondami mechanicznymi (sondy 24, 18, 17, 12), otworem archiwalnym (otw. 5) oraz kartograficznym (otw. 7) od Krzeska do Próchenek. Rozcina je dolina Liwca, wypełniona osadami młodszego wieku. Leżą one na osadach zastoiskowych tego samego zlodowacenia i glinach zwałowych zlodowacenia Wilgi. Są to przeważnie piaski drobno- i średnioziarniste szarozółte i szare, miejscami zailone, z nielicznymi żwirami skał północnych. Ich maksymalna miąższość nie przekracza 10 m. W Sobiczach (otw. 7) piaski rzeczno-peryglacialne występują na głębokości 3,0–8,15 m. Przeważają piaski drobnoziarniste z przewarstwieniami piasków gruboziarnistych i mułków. Cechuje je dość niska wapnistość (1–4%). Obtoczenie ziarn kwarcu jest stosunkowo dobre (R od 0,31 w spągu do 0,40 w stropie warstwy). Wśród minerałów ciężkich liczny jest granat (20–40 %), amfibol (15–26%) i piroksen (4–13%).

Piaski i żwiry wodnolodowcowe z okresu zlodowacenia Odry występują dosyć powszechnie zarówno pod (dolne) jak i nad glinami tego piętra (górne). Na przeważającej części obszaru arkusza

brak jest podstaw do ich rozdzielenia, co spowodowane jest zniszczeniem dzielącego je poziomu morenowego. W tej sytuacji potraktowano je łącznie jako jeden kompleks fluwioglacjalny.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne). Piaski drobnoziarniste ze żwirkami występują w rejonie Zembrów (sonda 32) na głębokości 2,2–9,3 m, pod glinami zwałowymi zlodowacenia Odry. Piaski wodnolodowcowe z tego okresu średnio- i drobnoziarniste, szare, ze żwirami skał północnych, wyróżniono też na południe od Olszanki (sondy: 7, 9, 10, 12). Od doliny Liwca do Próchenek leżą one na piaskach rzeczno-peryglacjalnych i iłach zastoiskowych ze zlodowacenia Odry, a przykryte są osadami glacialnymi z okresu zlodowacenia Warty. W sondzie 12 nawiercono je na głębokości 3,7–8,9 m. Miąższość tych osadów wzrasta w kierunku północnym do około 17 m. Leżą one w obniżeniu erozyjnym, bezpośrednio na glinach zwałowych zlodowacenia Wilgi.

Gliny zwałowe w formie nieregularnych płatów, zdenudowanych, zwietrzałych i porozcinanych wskutek późniejszej erozji, odsłaniają się na powierzchni w części południowej badanego obszaru. Stanowią na tym obszarze jeden poziom glacialny nad osadami interglacjału wielkiego lub zlodowacenia Wilgi. W kierunku na północ od Zaolszyna, Krzeska i Mostowa leżą one pod osadami młodszymi, w tym osadami glacialnymi ze zlodowacenia Warty. Powierzchnia spągowa glin zwałowych zlodowacenia Odry leży na wysokości od 150,0 m n.p.m. w części południowo-wschodniej arkusza i 155,0 m n.p.m. w rejonie Gołowierzchów, do około 160,0 m w okolicach Olszanki. Obecność tych glin, miąższości do 5,0 m, stwierdzono w wielu sondach mechanicznych i archiwalnych otworach studziennych. Są to gliny szare lub brązowoszare, miejscami szarozielonkawe, piaszczyste, na ogół słabo wapniste.

Glinom zwałowym towarzyszą piaski, żwiry i głazy lodowcowe, tworzące niewielkie wzniesienia w południowej i wschodniej części obszaru. Osady te są niewarstwowane, źle wysortowane i często gliniaste, o niedużej miąższości, maksymalnie do 3,0 m (otw. 14 i 17).

Podobne osady piaszczysto-żwirowe, słabo warstwowane i częściowo zwietrzałe, wydzielono w odsłonięciu w Łukowisku na głębokości 0,2–3,3 m. W okolicy Wierzejek, bezpośrednio na glinach zwałowych leżą piaski i żwiry gliniaste, miąższości do 2 m, miejscami z wkładkami glin piaszczystych. Pokrywa ta jest zapewne pozostałością moreny ablacyjnej ze schyłku zlodowacenia Odry. Na powierzchni osadów lodowcowych znajdują się głaziki i głazy granitoidowe średnicy do 2 m.

Na południe od Żabców wyróżniono piaski ze żwirami i wkładkami glin zwałowych (spływowych) akumulacji szczelinowej. Są to piaski różnoziarniste ze żwirami i otoczkami skał północnych, żółtoszare, w partiach zażelazionych rdzawobrazowe, miejscami gliniaste, z wkładkami (do 0,3 m) glin, na powierzchni z otoczkami granitoidowymi. Ciągają się one wąskim pasem między dwoma niżej położonymi płatami glin zwałowych. Podobna forma w kształcie podłużnego wału, zbudowana z piasków różnoziarnistych, ze żwirkami i głazi-

kami skał północnych średnicy 20 cm, jasnoszarych, skośnie warstwowych, występuje w rejonie Pościsz. W odsłonięciu pogłębionym sondą, tego typu osady występują na głębokości 0,7–4,2 m. W stropie są one pyłowate, żelaziste i odwarstwione; poniżej głębokości 1,3 m wykazują niską wapnistość od 0,63 do 1,05% i dobre obtoczenie ziarn kwarcu ($R = 0,40-0,52$).

Piaski drobnoziarniste i żwiry wodnolodowcowe (górne) występują w rejonie Pietrusów (sonda 1) na głębokości 1,3–2,4 m bezpośrednio na glinach zwałowych i osadach zastoiiskowych zlodowacenia Odry.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne i górne), nierozdzielone odsłaniają się na powierzchni w południowej części obszaru. W odsłonięciu w Tęczkach miąższość ich nie przekracza 5 m. Leżą one na iłach i mułkach jeziornych (około 153,7 m n.p.m.). W stropie tych osadów widoczne są struktury peryglacialne w formie zorsztynizowanych kieszeni i lejkowatych zagłębień.

Interglacja lubelski

Osady interglacjału lubelskiego wyróżniono w kopalnych obniżeniach między miejscowościami Zawady i Sobicze. Leżą ona na erozyjnej powierzchni utworów morenowych i wodnolodowcowych zlodowacenia Odry, przykryte piaskami wodnolodowcowymi, a w części południowej cienką warstwą glin zwałowych zlodowacenia Warty.

Piaski i żwiry rzeczne zaliczone do interglacjału lubelskiego miąższości od 3,0 do 7,0 m nawiercono w Zawadach sondami mechanicznymi (sondy 26–28) w przedziale głębokościowym od 3,0 do 12,0 m. Są to w przeważającej części piaski drobnoziarniste, miejscami z domieszką piasków średnioziarnistych ze żwirkami, miejscami z substancją fitogeniczną; w otworze studziennym (otw. 12) są to żwiry drobnookruchowe na głębokości 6,0–9,0 m i piaski pyłowate, szare na głębokości 3,0–6,0 m.

Piaski i mułki jeziorno-rzeczne wyróżniono w rejonie Sobiczów (sondy 18, 24). Są to piaski bardzo drobnoziarniste, szare, miejscami ilaste, z wkładkami miąższości do 1 m mułków i mułków ilastych szarych (głęb. 7,4–11,3 m).

Piaski pyłowate jasnoszare z przewarstwieniami mułków szarych z humusem, stwierdzono otworem kartograficznym (otw. 7) w Sobiczach na głębokości od 1,7 do 3,0 m. Powierzchnia spągowa utworów interglacjału lubelskiego leży tu na wysokości 147,0–150,0 m n.p.m. Przynależność stratygraficzna tych osadów nie jest udokumentowana żadnymi badaniami i została określona jedynie na podstawie ich sytuacji geologicznej.

Zlodowacenie Warty

Maksymalny zasięg lądolodu zlodowacenia Warty na obszarze arkusza Krzesk związany jest ze stadiem mazowiecko-podlaskim. Jego północny przebieg przedstawia większość badaczy (3, 21, 29, 33, 40, 43, 72). Znacznie dalszy zasięg lądolodu stadiau mazowiecko-podlaskiego, aż po pradolinę Krzyny znaczą J. Nowak (46, 48–50) i M. D. Baraniecka (7).

Zlodowacenie Warty reprezentują zróżnicowane litologicznie i genetycznie osady. Są to najczęściej osady wodnolodowcowe, lodowcowe, zastoiskowe i wytopiskowe. Procesy geologiczne, trwające w czasie tego zlodowacenia, wpłynęły w dużym stopniu na ukształtowanie się głównych rysów i różnorodność form geomorfologicznych, szczególnie w części objętej zasięgiem lądolodu. Należą do nich: moreny czołowe, kemy, ozy, tarasy kemowe i sandry. Miąższości osadów pochodzących ze zlodowacenia Warty są zmienne i wahają się w granicach od kilku do kilkunastu metrów, osiągając maksymalnie około 15 m. Ich powierzchnia spągowa występuje na wysokości od 145,0 do 170,0 m n.p.m.

Iły i mułki zastoiskowe o miąższości 1–3 m, rozpoznano w dolinie Toczonej na głębokości 1,6–4,5 m (nieprzewiercone). Przykryte są one piaskami wodnolodowcowymi, a w dolinie młodszymi osadami aluwialnymi. W wyerodowanym, niedużym zagłębieniu w glinach zwałowych zlodowacenia Wilgi w Olszance osadziły się mułki ilaste, zaliczone do okresu zlodowacenia Warty. Nie przewiercone sondą mechaniczną (sonda 6) na głębokości 12,0–15,0 m, leżą pod przykryciem interglacialnych osadów organogenicznych.

Gliny zwałowe tworzą wysoczyznę morenową w północnej części badanego obszaru. W części północno-zachodniej jest ona zerodowana i zdenudowana. Ich powierzchnia spągowa leży na wysokości około 160–170 m n.p.m. Gliny te znane są z wielu wystąpień na powierzchni, z sond ręcznych i mechanicznych oraz z otworów wiertniczych. Leżą one najczęściej na osadach wodnolodowcowych lub na glinach zwałowych zlodowacenia Odry. Największe miąższości glin z tego okresu (około 10 m, lokalnie powyżej 10 m), stwierdzono w północno-wschodniej części obszaru (sondy 1–3, 5; otw. 1). Gliny te cechują się dużą zwięzłością, barwą brązową, znaczną domieszką piasków i zawartością żwirów skał krystalicznych większą niż skał węglanowych, niekiedy zwierzęcych. Przy powierzchni są one odwapnione, toteż nie zawsze reagują z kwasem solnym.

Zachodnia część omawianego obszaru odpowiada maksymalnemu zasięgowi zlodowacenia Warty. Wyznaczają go osady glacialne i związane z nimi formy geomorfologiczne strefy marginalnej z rejonu Zaolśzyna, Krzeska, Sobiczów i Próchenek. Gliny zwałowe występują tam na powierzchni w formie niedużych i nieregularnych płątów. Miąższość ich nie przekracza 3 m. W profilach niektórych otworów i sond brak glin zwałowych, są natomiast ich rezydwa w postaci bruku morenowego. Najmłodszy na tym obszarze poziom glinowy został bowiem mocno zniszczony w wyniku denudacji.

Piaski i żwiry, miejscami głązy, lodowcowe stanowią niewysortowany materiał o bezładnej teksturze, często gliniasty, miejscami z wkładkami glin piaszczystych. Występują na znacznych obszarach w rejonie Radzikowa, Próchenek, Korczówki i Krzeska, tworząc płaskie, zdenudowane wzniesienia. Miąższość ich nie przekracza 3,0 m. Podobne osady znajdują się też na zboczach niektórych kemów lub stanowią przykrycie ozów subglacjalnych. Stosunkowo duży płat piasków lodowcowych miąższości do 1,5 m przykrywa gliny zwałowe na wschód od miejscowości Szawły.

Piaski i żwiry, miejscami głązy, moren czołowych. W morfologii północnej części terenu, na linii Radzików–Próchenki–Korczówka zaznacza się równoleżnikowy ciąg wzgórz morenowych, wysokości względnej do 13,0 m. Według J. Nowak (51) należą one do strefy spiętrzonych moren czołowych fazy łosickiej. Osady czołowomorenowe opisuje ona w dwóch odsłonięciach (głębokości do 6,5 m) między Ostojami i Pytką; w jednym z nich wydziela pospółki i żwiry zwałowe, piaski drobnoziarniste i piaski pyłowate przemyte i warstwowane. Naprzemianległe soczewy tych osadów zawierają wkładki glin zwałowych ze zlustrowaniami, a warstwy piasków pyłowatych stoją prawie pionowo. W drugim odsłonięciu zaburzona warstwa zlustrowanych ilów warwowych, ponad metrowej miąższości, wciśnięta jest między piaski i żwiry. Zaburzenia typu glaciektoniki krawędziowej w tym pasie moren spiętrzonych obejmują wyłącznie osady czwartorzędowe. Wzgórza morenowe na wschód od Próchenek są zbudowane z osadów piaszczystych różnych frakcji rozpoznanych sondami ręcznymi i mechanicznymi, jak również otworami archiwalnymi do głębokości 20,0 m. W części stropowej są to piaski gliniaste, a niżej piaski różnych frakcji, z malejącą ku spągowi ilością żwirów, miejscami z wkładkami glin spływowych lub przewarstwieniami żwirów. Na kulminacjach moren czołowych występują liczne żwiry i otoczaki. W odsłonięciu w Kol. Korczówka (głęb. do 4,0 m), piaski różnoziarniste o teksturze na ogół bezładnej, tylko miejscami wykazują poziome warstwowanie.

Piaski i żwiry moren martwego lodu. W sąsiedztwie niecek wytopiskowych strefy marginalnej zlodowacenia Warty (rejon Krzeska i Sobiczów) zarysowują się niewielkie pagórki związane genetycznie z wytapianiem się brył martwego lodu. Wysokości względne pagórków morenowych nie przekraczają 5 m. Formy te zbudowane są z różnorodnych osadów glacialnych i fluwioglacialnych. Piaski, frakcji od drobnoziarnistej do żwirowej, miejscami gliniaste, z toczęncami glin stwierdzono tam w wielu odsłonięciach. Wykazują one warstwowanie poziome i skośne, bądź teksturę bezładną, zwłaszcza w górnej części. W spągu tych osadów występują miejscami cienkie warstwy glin zwałowych.

Piaski i żwiry ozów. Podłużne wały ozów ciągną się od Klimów do Izdebek. Mają one przebieg południkowy, skręcający na południowo-wschodni, długość do 1,5 km, szerokość do 250 m, falistą linię grzbietową i wysokości względne do 5 m. Zbudowane są one z piasków i żwi-

rów wodnolodowcowych, cechujących się dużą zmiennością uziarnienia i tekstury. W odsłonięciach w Kosnach i w Izdebkach zaznaczają się odrębne serie tych zróżnicowanych osadów, odpowiadające kilku cyklom sedymentacyjnym. Piaski i żwiry wykazują na ogół warstwowanie skośne, teksturę falistą i bezładną. W odsłonięciu w Izdebkach (głębokość 5,0 m) są to przeważnie piaski różnoziarniste, gruboziarniste oraz piaski i żwiry. W rejonie Klim piaski ozu przykryte są warstwą miąższości 1,4 m piasków i żwirów lodowcowych (zwałowych). W odsłonięciu w Kosnach (głębokość 9,0 m) na serii mułków miąższości 4,3 m, z wkładkami ilów i piasków bardzo drobnoziarnistych, leżą warstwowane piaski różnych frakcji.

Tarasym kemowe, usytuowane między wzniesieniem morenowym a niecką wytopiskową na południe od Krzeska tworzą piaski różnoziarniste z domieszką żwirów, miejscami gliniaste, miąższości około 3 m.

Piaski, miejscami mułki, kemów. Kemy różnej genezy występują w rejonie Próchenek oraz na północ i na południe od drogi Iwanów–Kośmidry. Są to przeważnie kemy limnoglacialne. Niewysokie (około 3 m) pagórki kemowe zbudowane są tam z piasków pyłowatych poziomo warstwowanych z wkładkami mułków i z podrzędnym udziałem piasków grubszej frakcji o skośnym warstwowaniu. Nieprzewiercone osady kemów limnoglacialnych w tym rejonie osiągają miąższość 5,5 m.

Piaski i żwiry kemów. W części zachodniej i północnej omawianego obszaru, objętej zasięgiem zlodowacenia Warty, występują formy kemowe o różnej genezie. Są to kemy fluwioglacialne zbudowane z piasków gruboziarnistych, piasków i żwirów oraz żwirów rozpoznane w Dawidach. Niektóre z kemów na południe od Olszanki mają podłużny kształt, co wskazuje, że tworzące je piaski i żwiry osadzały się w warunkach zbliżonych do szczelinowego przepływu.

W okolicy Modrzewia znane jest plateau kemowe (0,7 km²) o płaskiej, wyrównanej powierzchni, zbudowane z osadów piaszczystych różnych frakcji, z soczewkami i wkładkami piasków zażelazionych, warstwowanych skośnie i poziomo. W stropie tych osadów pojawiają się niewarstwowane, zaglinione piaski i żwiry. Pod nimi, na głębokości 2,2–3,9 m leżą ropy, mułki i piaski drobnoziarniste ilaste.

W okresie zlodowacenia Warty obszar arkusza Krzesk znajdował się w strefie maksymalnego zasięgu lądolodu. W czasie deglacjacji wody roztopowe transportowały i akumulowały osady wzdłuż szlaków sandrowych z północy na południe i z północnego zachodu na południowy wschód. W tych kierunkach obniża się powierzchnia powstałych wówczas sandrów: od 165,0–170,0 m n.p.m. na północy do 150,0–155,0 m n.p.m. na południu. Zgodnie z tym kierunkiem przebiegają obniżenia dolinne głównych rzek — Liwca, Toczonej i Krzymoszy. Obniżenia Krzymoszy i jej dopływów są pozostałością szlaków sandrowych odprowadzających wody ze strefy marginalnej do obniżenia doliny Krzyny, stanowiącej równoleżnikową zbiorczą dolinę wód roztopowych podczas zlodowacenia Warty.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe. Pokrywa piasków sandrowych zajmuje największą powierzchnię w środkowej i wschodniej części obszaru. Tworzą ją piaski różnych frakcji ze żwirami, jasnoszare i żółtoszare, przeważnie poziomo warstwowane. Blżej czoła lądolodu osadzały się piaski grubszej frakcji. Spadek dynamiki wód powodował osadzanie się piasków ze żwirami frakcji drobnej i średniej w dalszej części sandru, położonej między Krzewicą, Łuniewem a Łukowiskiem (170,0–167,0 m n.p.m.). Maksymalna miąższość piasków wodnolodowcowych dochodzi tam do 10,0 m. Między Wólką Krzymowską a Łukowiskiem (150–160 m n.p.n.) osadziły się piaski drobnoziarniste z pojedynczymi żwirkami, świadczące o odmiennych warunkach związanych z przepływem wód i sedymentacją tego osadu. W otworze kartograficznym 7 omawiane piaski wodnolodowcowe, różnoziarniste ze żwirkami skał północnych, stwierdzono do głębokości 1,7 m. Wskaźnik obtoczenia kwarcu (R) tych piasków wynosi 0,40, zawartość węgla wapnia — 1,06%.

W rejonie Zembrów piaski i żwiry wodnolodowcowe zlodowacenia Warty wypełniają, wyerodowane w starszych gliniach zwałowych (zlodowacenia Odry), obniżenia do głębokości około 5 m. W dnach tych zagłębień osadziły się grubookruchowe żwiry i otoczaki.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe miąższości od 3 do 10 m leżą na osadach interglacjału lubelskiego w rejonie Krzeska i na piaskach i żwirach wodnolodowcowych zlodowacenia Odry w rejonie Próchenek. Cienkie pokrywy tych piasków, miąższości do 2 m, leżą w wielu miejscach na glinach zwałowych zlodowaceń środkowopolskich, a w obniżeniu doliny Tocznej na łąkach zastoiskowych zlodowacenia Warty.

Obniżenia, których geneza związana jest z wytopianiem się brył i płatów martwego lodu, wypełnione są osadami mułkowo-piaszczystymi, wytopiskowymi i są to osady silnie zróżnicowane litologicznie, reprezentowane przez piaski, żwiry i przewarstwienia glin spływowych. Związane z sedymentacją przemieszanie różnych typów tych osadów, wymaga ich generalizacji. Stąd w niniejszym opracowaniu wyróżniono zagłębienia, w których przeważają piaski i gliny wytopiskowe oraz te, w których dominują piaski i mułki wytopiskowe. Osady te występują w dnach i na peryferiach niecek wytopiskowych uformowanych w wyniku deglacjacji arealnej u schyłku zlodowacenia Warty, m.in. w obrębie misy końcowej doliny Liwca. Miąższość ich dochodzi do kilku metrów.

Interglacjał eemski

W trakcie prowadzenia prac geologiczno-kartograficznych związanych z opracowaniem arkusza Krzesk odkryto i udokumentowano paleontologicznie kilka nowych stanowisk interglacjału eemskiego.

Mułki jeziorno-rzeczne oraz torfy, gytie i namuły jeziorne z okresu opisywanego interglacjału występują w zagłębieniach wytopiskowych lub w obrębie dolin rzecznych, zapoczątkowanych procesami erozji u schyłku zlodowacenia Warty.

Torfy i namuły interglacjału eemskiego, miejscami z wkładkami mułków i piasków humusowych zostały przewiercone sondą mechaniczną (sonda 19) w Tchórzewie–Plewkach na głębokości 1,3–8,3 m. W podłożu tych osadów leżą piaski wodnolodowcowe z okresu zlodowacenia Warty. Próbkę do badań palinologicznych pobrano sondą ręczną (sonda 21, tab. 2). Osady próbki z głębokości 3,4 m były współtworzone przez sosnę i świerk przy śladowej obecności innych drzew — olchy, jodły i grabu. Osady próbki z głębokości 2,7 m najliczniej reprezentuje sosna przy raptownym ograniczeniu obecności świerka i zwiększeniu się liczebności jałowca; osady próbki z głębokości 1,3 m są podobne do poprzedniej. Wiek osadów próbek określono na schyłek interglacjału eemskiego (10).

Torfy i gytie miąższości 1,8 m nawiercono sondą ręczną (sonda 14) w Sobiczach (głęb. 1,2–3,0 m). Leżą one pod osadami aluwialnymi, w obniżeniu doliny Liwca. Wszystkie zbadane próbki (tab. 2) reprezentują zbiorowiska leśne. Spektra z głębokości 1,9 i 2,7 m zdominowane są przez sosnę przy niewielkim udziale grabu. Badane osady pochodzą ze schyłku interglacjału eemskiego (o czym decydują świerk, grab i brak jodły) (10). W części peryferyjnej tego obniżenia przewiercono (sonda 16) mułki szaro-popielate, w spągu z częściami organicznymi (głęb. 2,2–9,3 m), wiekowo odpowiadające interglacjałowi eemskiemu. Leżą one na osadach zastoiskowych z okresu zlodowacenia Odry.

Osady z interglacjału eemskiego stwierdzono w Kozuszkach (sonda 11) i w Łuniewie (sondy 22, 23) — tabela 2. Są to nie przewiercone do głębokości 4,5 m gytie wapniste i wapnisto-mineralne. W stropie tych osadów w Kozuszkach leżą namuły organiczne (głęb. 1,2–2,1 m). Wyniki badań palinologicznych z próbek w Kozuszkach wskazują na dominację w tym okresie lasów sosnowych przy zróżnicowanej obecności świerka i brzozy, i śladowej obecności grabu, jodły oraz dębu. Osady pochodzą ze schyłku interglacjału eemskiego (10). Analiza palinologiczna próbek z profilu osadów w Łuniewie (tab. 2) wykazuje, że zbiorowiska ówczesne opanowała sosna oraz grab. Mniej licznie występuje brzoza, świerk, olcha, dąb i leszczyna. Wiek tych osadów związany jest z poziomem grabowym interglacjału eemskiego (10).

Osady interglacjału eemskiego stwierdzono również w Olszance (sonda 6) na głębokości 4,5–11,4 m. Są to mułki z humusem i torfy przykryte piaskami i glinami deluwialnymi.

Zlodowacenia północnopolskie

Z okresu zlodowaceń północnopolskich zachowały się piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 2,0–2,5 m n.p. rzeki miąższości od 1,5 do 5,0 m, wyróżnione

w dolinach Tocznej i Krzymoszy. Są to piaski drobnoziarniste, miejscami z domieszką frakcji pyłowej lub średnioziarnistej, na ogół dobrze wysortowane, miejscami z pojedynczymi drobnymi żwirkami. W profilu tych piasków, w dolinie Krzymoszy, spotyka się przewarstwienia z humusem lub detrytusem roślinnym. Osady z okresu zlodowaceń północnopolskich mogą się też znajdować w dolinie Liwca. Ich istnienie potwierdzałyby obecność palinologicznie udokumentowanych osadów ze schyłku interglacjału eemskiego w Sobiczach na głębokości 1,2–3,0 m (sonda 14).

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Piaski i gliny deluwialne występują lokalnie w obrębie suchych dolinek oraz w dnach i na zboczach niektórych obniżen w powierzchniach sandrów i wysoczyzn. W okolicach Olszanki (sonda 6) leżą one na jeziornych osadach interglacjału eemskiego. Są to piaski gliniaste i gliny ze żwirami pochodzące z przemieszczania po zboczach materiału różnego wieku, niekiedy przy udziale krótkiego transportu wodnego w obrębie danego obniżenia. Miąższość osadów deluwialnych nie przekracza 2–3 m.

Piaski eoliczne w wydmach i piaski eoliczne. Pokrywy piasków przewianych i wydmy występują zazwyczaj na piaskach wodnolodowcowych zlodowacenia Warty, a tylko sporadycznie w rejonie Bejdów na glinach zwałowych tego piętra. Formy te zgrupowane są w pasie od Tchoźzewa do Krzeska Starego, w rejonie Płudów i Krzymoszy oraz w okolicy Olszanki i Tułłowa. Wydmy występujące na obszarze arkusza Krzesk nie przekraczają 4 m wysokości. Rozrzucone są bezładnie lub tworzą ciągi o kierunku NW–SE. Niektóre mają kształt paraboliczny lub podłużnych wałów długości do 700 m. Wydmy oraz pokrywy eoliczne zbudowane są z piasków kwarcowych, sypkich, drobno- i średnioziarnistych, jasnożółtych. Miąższość piasków w pokrywach eolicznych wynosi 2–3 m.

c. Holocen

Do najbardziej rozpowszechnionych osadów holocenu na obszarze arkusza Krzesk należą piaski humusowe i mułki oraz namuły den dolinnych i zagłębień okresowo przepływowych. Wypełniają one liczne obniżenia o różnej genezie, zarówno czynne jak i okresowo wyłączone z sieci przepływu. Charakteryzują się dużą zmiennością litologiczną, uzależnioną od warunków sedymentacji. W profilach tych osadów przeważają piaski drobnoziarniste, przeważnie ilaste, często z wkładkami mułków i namułów organiczno-mineralnych. Zawierają one zmienne ilości substancji organicznej. Miąższość ich często nie przekracza 2 m, dlatego w wielu przypadkach określono na mapie osady ich podłoża.

Namuły zagłębień bezodpływowych rozmieszczone są w różnych miejscach, np. w zagłębieniach wytopiskowych lub deflacyjnych, przeważnie podmokłych i zabagnionych. Pod względem litologicznym są to najczęściej mułki, mułki piaszczyste i piaski bardzo drobnoziarniste, ilaste lub mułkowate, szare i ciemnoszare, z obfitą, dobrze rozłożoną substancją organiczną. Miąższość namułów wynosi od 0,5 do około 2,0 m. W spągu tych osadów często występują mułki i ily, partie stropowe cechuje zwiększona ilość rozłożonych szczątków roślinnych.

Występowanie kredy jeziornej stwierdzono na niedużych obszarach w obniżeniu rzeki Zbuczynki, Krzymoszy i dopływu Kratówki oraz w obniżeniu wytopiskowym w Sobiczach. Są to osady białoszare, niekiedy ilaste lub z domieszką piasków, miąższości od 0,4 do 0,9 m. W ich podłożu znajdują się osady aluwialne holocenijskie.

Gytie, leżące pod torfami, występują lokalnie w obrębie torfowisk doliny Liwca i obszaru źródłowego Krzymoszy. Miąższość ich wynosi od 0,7 do ponad 1,1 m (nie zostały przewiercone). Najczęściej są to gytie ilaste, niekiedy wapniste i organodetrytyczne, lekkie, szare z odcieniem zielonkawym.

Torfy zajmują rozległy obszar (około 8 km²) w obrębie misy końcowej Liwca i tam też stwierdzono ich największe, dochodzące do 3 m, miąższości. Torfy w tej części złoża nie zawierają zanieczyszczeń i są dobrze rozłożone. Inne torfowiska na obszarze badań zajmują nieduże obszary i wykazują miąższości torfu poniżej 2 m. Torfy występują w nieckach wytopiskowych, w dolinach Tocznej oraz Krzymoszy i jej dopływów. Stopień rozłożenia substancji organicznej tych torfów jest zróżnicowany. W niektórych profilach zawierają one domieszkę piasków lub iłów. W podłożu torfów występują gytie, piaski i mułki z humusem lub piaski i żwiry wodnolodowcowe.

B. TEKTONIKA I RZEŹBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Opisywany obszar położony jest na południowo-zachodnim skłonie platformy wschodnioeuropejskiej, w strefie określanej jako lubelsko-podlaska część platformy prekambryjskiej (79). W czasie ruchów tektonicznych waryscyjskich, uformowały się tu dwie główne jednostki tektoniczne: zrąb łukowski i zapadlisko podlaskie.

Większość obszaru arkusza Krzesk leży na zrębie łukowskim i graniczy w północno-zachodniej części z zapadliskiem podlaskim wzdłuż uskoku Łosic o kierunku NE-SW, o sumarycznej amplitudzie zrzutu przekraczającej 1000 m (79).

Zrąb łukowski podzielony jest na kilka bloków, oddzielonych liniami dyslokacyjnymi. Prawie cały obszar arkusza Krzesk leży w obrębie bloku Szaniaw znajdującego się między uskokiem Łosic a uskokiem Rzeczycy (79). Blok Szaniaw w północno-wschodniej części obszaru przecina

uskok przesuwczy Sitna o kierunku WNW– ESE. W obrębie bloku Szaniaw odwiercono otwór badawczy w Wólce Kamiennej (otw. 9), w którym stwierdzono brak utworów od ordowiku do karbonu.

Alpejska epoka tektoniczna na tym obszarze nie wyróżnia się własnymi jednostkami tektonicznymi. Pokrywa permio-mezozoiczna zalega w formie płaskiej monokliny o minimalnym nachyleniu warstw w kierunku południowo-zachodnim. Reprezentują ją utwory permu, triasu, jury środkowej i górnej oraz kredy dolnej i górnej. Miąższość kompleksu tych osadów wynosi 790 m (otw. 9), wykazując luki stratygraficzne i redukcje miąższości poszczególnych serii osadów (79, 80). W fazie laramijskiej, a także podczas późniejszych ruchów górotwórczych o mniejszym natężeniu, odnawiało się wiele starszych dyslokacji z podłoża, co prowadziło do powstawania struktur zrębowo-zapadliskowych w pokrywie mezozoicznej i trzeciorzędowej oraz zmian miąższości osadów.

Istnienie dwóch dyslokacji sięgających osadów trzeciorzędowych wykazały badania geoelektryczne w południowo-zachodniej części omawianego obszaru (20). Pokrywają się one z przebiegiem liniowych elementów strukturalnych wyznaczonych na podstawie danych teledetekcyjnych w rejonie Gołowierzchów i Zawadów (19). Na dwie inne dyslokacje w północno-wschodniej części obszaru arkusza, w strefie uskoku Łosic, wskazuje przekrój geoelektryczny; do tych dyslokacji nawiązują linie nieciągłości wyznaczone z danych teledetekcyjnych (19).

Dyslokacje odnawiane aż do trzeciorzędu, stwarzały strefy osłabień podłoża czwartorzędu, co wpływało na deformacje glacitektoniczne w plejstocenie, stwierdzone w południowo-wschodniej części sąsiadującego od północy obszaru arkusza Łosice. Główne kierunki i strefy tektoniczne na obszarze arkusza Krzesk znajdują potwierdzenie w przebiegu liniowych elementów strukturalnych wyznaczonych na podstawie danych teledetekcyjnych (19). Wykazują one zgodność w strefie uskoku Łosic i Rzeczycy. Pokrywają się też z przebiegiem uskoku Sitna, nawiązując tym samym do przebiegu doliny Liwca.

Rzeźba podłoża utworów czwartorzędowych badanego obszaru jest zróżnicowana (tabl. II). Nierówna powierzchnia stropu osadów miocenu–pliocenu obszaru na północny-wschód od Gołowierzchów aż do Olszanki wykazuje deniwelacje dochodzące do 30 m (ok. 90–120 m n.p.m.). Wyróżniającym się elementem w rzeźbie podłoża tego obszaru jest dolina kopalna w rejonie Krzeska, wyinterpretowana na podstawie wyników badań geoelektrycznych (20) oraz otworów wiertniczych archiwalnych. Powierzchnia podczwartorzędowa osiąga największe wysokości w południowo-wschodniej części obszaru (132,4 m n.p.m.), gwałtownie obniża się zaś w części północno-wschodniej (do 30 m n.p.m.), będącej częścią depresji glacitektonicznej z rejonu Łosic. W rzeźbie podłoża podczwartorzędowego wyróżnia się obniżenie w Gołowierzchach. Powierzchnia stropowa osadów trzeciorzędowych (eocieńsko-oligocieńskich) tego obniżenia leży na wysokości około 96 m n.p.m.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Rozpoczęta w mastrychcie regresja morska, spowodowana ruchami górotwórczymi fazy laramijskiej doprowadziła do wynurzenia się obszaru. W eocenie transgredowało tu po raz ostatni morze (tab. 3). W wyniku tej transgresji powstały utwory piaszczysto-mułkowe z glaukonitem i z domieszką substancji fitogenicznej. Po wycofaniu się morza w dolnym oligocenie panowały już warunki lądowe. Procesy denudacyjne w trakcie ruchów pionowych fazy sawskiej powodowały zmniejszenie się pokrywy osadów eoceńsko-oligoceńskich.

Miocen reprezentowany jest tu przez osady śródlądowe, wykształcone jako piaski kwarcowe, mułki oraz węgiel brunatny. Ich sedymentacja odbywała się w rozległych, zbiornikach wodnych. W miocenie górnym i pliocenie dolnym (miocen–pliocen) powstała seria osadów jeziornych, tj. pstre ily formacji poznańskiej (54).

Na przełomie trzeciorzędu i czwartorzędu, wskutek ruchów pionowych fazy walachijskiej, nastąpiło podniesienie obszaru, który następnie został poddany silnej erozji i procesom wietrzeniowym pod koniec pliocenu i w preglacjale, doprowadzającym do redukcji osadów miocenu–pliocenu, miejscami także eoceńsko-oligoceńskich.

Procesy niszczenia w czasie orogenezy alpejskiej faz sawskiej, attyckiej i walachijskiej, nasiliły się szczególnie wzdłuż odmłodzonych linii tektonicznych. Tworzone w ten sposób strefy osłabień, jak również obecność plastycznych iłó w miocenu–pliocenu, miały wpływ na przebieg procesów sedymentacyjnych i na charakter osadów w plejstocenie.

W okresie preglacjału przeważała sedymentacja jeziorna i jeziorno-rzeczna. W rozległych rozlewiskach i jeziorzyskach z okresowym przepływem wód powstawały osady mułkowo-piaszczyste. Ich akumulacja odbywała się głównie w klimacie chłodnym, w początkowym okresie preglacjału w warunkach ocieplenia klimatycznego. Osady najstarszego zlodowacenia — Narwi, reprezentują piaski rzeczno-peryglacjalne. Interglacjał augustowski (podlaski) był okresem intensywnej erozji rzecznej i denudacji. Piaszczyste osady rzeczne tego interglacjału zachowały się fragmentarycznie w obniżeniach wyerodowanych w podłożu czwartorzędu. Także osady zastoiskowe i gliny zwałowe z dolnego stadiału zlodowacenia Nidy zachowały się tylko częściowo w podobnych obniżeniach. Młodszy poziom osadów morenowych z tego zlodowacenia podścielają miejscami osady zastoiskowe.

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Stratygrafia					U t w o r y (opis litologiczny)	Procesy geologiczne	
System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro			
C z w a r t o c e n o r z ę d	H o l o c e n				Torfy — $t Q_h$	Akumulacja organiczna	
					Gytie — $gy Q_h$	Akumulacja organiczno-mineralna	
					Kreda jeziorna — $kj Q_h$	Akumulacja mineralno-organiczna zagłębień bezodpływowych	
						Namuły zagłębień bezodpływowych — $n Q_h$	Akumulacja mineralno-organiczna zagłębień bezodpływowych
						Piaski humusowe i mułki oraz namuły den dolinnych i zagłębień okresowo przepływowych — $ph Q_h$	Akumulacja mineralno-organiczna rzeczna, korytowa i powodziowa
						Piaski i mułki jeziorno-rzeczne — $li-f pm Q_h$	
						Piaski eoliczne w wymach — $e_p Q^W$	Akumulacja eoliczna
						Piaski eoliczne — $e_p Q$	Zmywanie i spęływanie osadów ze zboczy. Akumulacja
						Piaski i gliny deluwialne — $pg^d Q$	
		Zlodowacenia północnopolskie				Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 2,0–2,5 m n.p. rzeki — $f_p(t) Q_p^4$	Erozja i akumulacja rzeczna
	Interglacjal eemski				Torfy, gytie i namuły — $tgy Q_{p^{3-4}}$	Akumulacja organiczna, organiczno-mineralna jeziorna	
					Mułki jeziorno-rzeczne — $li-f_m Q_{p^{3-4}}$	Akumulacja mineralno-organiczna jeziorno-rzeczna Erozja w dolinach rzecznych	
	Zlodowacenia środkowopolskie	Zlodowacenie Warta			Piaski i mułki wytopiskowe — $b_{pm} Q_{p^3}^W$	Akumulacja w sąsiedztwie brył i płyt martwego lodu lub w nieckach wytopiskowych	
						Piaski i gliny wytopiskowe — $b_{pg} Q_{p^3}^W$	Akumulacja w sąsiedztwie brył i płyt martwego lodu lub w nieckach wytopiskowych
						Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pż} Q_{p^3}^W$	Akumulacja wodnolodowcowa w obrębie sandrów, rynien i między bryłami martwego lodu
						Piaski i żwiry kemów — $(k)_{pż} Q_{p^3}^W$	Akumulacja wodnolodowcowa i limnoglacialna w szczelinach i przetainach lodowych
						Piaski, miejscami mułki, kemów — $(k)_p Q_{p^3}^W$	Akumulacja wodnolodowcowa i limnoglacialna w szczelinach i przetainach lodowych
						Piaski tarasów kemowych — $(tk)_p Q_{p^3}^W$	Akumulacja wodnolodowcowa w zbiorniku częściowo podpartym przez lód
						Piaski i żwiry ozów — $(o)_{pż} Q_{p^3}^W$	Akumulacja wodnolodowcowa w szczelinach i obniżeniach lodowych
						Piaski i żwiry moren martwego lodu — $(gm)_{pż} Q_{p^3}^W$	Akumulacja w kontakcie z martwym lodem
						Piaski i żwiry, miejscami głązy, moren czołowych — $(gc)_{pż} Q_{p^3}^W$	Akumulacja przed czołem lądolodu
						Piaski i żwiry, miejscami głązy, lodowcowe — $g_{pż} Q_{p^3}^W$	Bezpośrednia akumulacja lodowcowa i wodnomorenowa
					Gliny zwałowe — $g_{gzw} Q_{p^3}^W$	Akumulacja lodowcowa	
					Iły i mułki zastoiskowe — $b_{im} Q_{p^3}^W$	Akumulacja zastoiskowa przed czołem lądolodu	
	Interglacjal lubelski				Piaski i mułki jeziorno-rzeczne — $li-f_{pm} Q_{p^3}^L$	Erozja rzeczna.	
						Piaski i żwiry rzeczne — $f_{pż} Q_{p^3}^L$	Denudacja i akumulacja jeziorno-rzeczna i rzeczna o charakterze roztokowym

C z w a r t o r z e n d	P l e j s t o w o p o l s k i e	Z l o d o 	Zlodowacenia środkowopolskie	Zlodowacenie Odry	<p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg Q_{p^3}^O$ pz2</p> <p>Piaski ze żwirami i wkładkami glin zwałowych (spływowych) akumulacji szczelinowej — $gs Q_{p^3}^O$ pz</p> <p>Piaski, żwiry i głązy lodowcowe — $g Q_{p^3}^O$ pz</p> <p>Gliny zwałowe — $g Q_{p^3}^O$ gzw</p> <p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg Q_{p^3}^O$ pz1</p> <p>Piaski rzeczno-peryglacjalne — $f-pg Q_{p^3}^O$ p</p> <p>Iły i mułki zastoiskowe — $b Q_{p^3}^O$ im</p>	<p>Erozja i akumulacja wodnolodowcowa podczas recesji lądolodu</p> <p>Akumulacja szczelinowa śródlodowa</p> <p>Bezpośrednia akumulacja morenowa i wodnomorenowa</p> <p>Akumulacja lodowcowa</p> <p>Erozja i akumulacja wodnolodowcowa w początkach zlodowacenia i podczas recesji lądolodu</p> <p>Akumulacja rzeczna o charakterze roztokowym we wstępnej fazie zlodowacenia</p> <p>Akumulacja zastoiskowa na przedpolu lądolodu</p>
			Interglacial wielki	<p>Torfy i gytie — $li Q_{p^{2-3}}$ tgy</p> <p>Piaski i mułki jeziorno-rzeczne — $li-f Q_{p^{2-3}}$ pm</p>	<p>Erozja rzeczna. Denudacja.</p> <p>Akumulacja jeziorna i jeziorno-rzeczna</p>	
			Zlodowacenie Wilgi	<p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg Q_{p^2}^G$ pz</p> <p>Mułki i iły zastoiskowe — $b Q_{p^2}^G$ mi2</p> <p>Gliny zwałowe — $g Q_{p^2}^G$ gzw</p> <p>Mułki i iły zastoiskowe — $b Q_{p^2}^G$ mi1</p>	<p>Erozja i akumulacja wodnolodowcowa podczas recesji lądolodu</p> <p>Akumulacja zastoiskowa podczas deglacjacji</p> <p>Akumulacja lodowcowa</p> <p>Akumulacja zastoiskowa przed czołem transgredującego lądolodu</p>	
			Interglacial ferdynandowski	<p>Mułki oraz mułki piaszczyste i ilasto-piaszczyste, jeziorne — $li Q_{p^2}^F$ m</p> <p>Piaski jeziorno-rzeczne — $li-f Q_{p^2}^F$ p</p>	<p>Erozja rzeczna. Denudacja.</p> <p>Akumulacja jeziorna i jeziorno-rzeczna</p>	
			Zlodowacenie Sanu	<p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg Q_{p^2}^S$ pz2</p> <p>Gliny zwałowe — $g Q_{p^2}^S$ gzw</p> <p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg Q_{p^2}^S$ pz1</p> <p>Piaski rzeczno-peryglacjalne — $f-pg Q_{p^2}^S$ p</p> <p>Mułki i piaski pyłowate zastoiskowe — $b Q_{p^2}^S$ mppy</p>	<p>Erozja i akumulacja wodnolodowcowa podczas recesji lądolodu</p> <p>Akumulacja lodowcowa</p> <p>Erozja i akumulacja wodnolodowcowa na przedpolu nasuwającego się lądolodu</p> <p>Akumulacja rzeczna we wstępnej fazie zlodowacenia</p> <p>Akumulacja zastoiskowa przed czołem transgredującego lądolodu</p>	
			Interglacial małopolski	<p>Piaski i mułki rzeczno-jeziorne — $f-li Q_{p^2}^K$ pm</p>	<p>Denudacja. Sedymentacja rzeczno-jeziorna</p>	
			Zlodowacenie Nidy	<p>Stadial górny</p> <p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg Q_{p^2}^{N3}$ pz</p> <p>Gliny zwałowe i rezydwa glin zwałowych — $g Q_{p^2}^{N3}$ gzw</p> <p>Mułki i piaski pyłowate zastoiskowe — $b Q_{p^2}^{N3}$ m</p> <p>Stadial dolny</p> <p>Gliny zwałowe — $g Q_{p^2}^{N1}$ gzw</p> <p>Mułki i iły zastoiskowe — $b Q_{p^2}^{N1}$ mi</p>	<p>Erozja i akumulacja wodnolodowcowa podczas recesji lądolodu</p> <p>Akumulacja lodowcowa. Erozja i rozmywanie osadów lodowcowych</p> <p>Akumulacja zastoiskowa przed czołem transgredującego lądolodu</p> <p>Akumulacja lodowcowa</p> <p>Akumulacja zastoiskowa przed czołem transgredującego lądolodu</p>	
			Interglacial augustowski (podlaski)	<p>Piaski i żwiry rzeczne — $f Q_{p^{1-2}}$ pz</p>	<p>Erozja i akumulacja rzeczna</p>	
			Zlodowacenia najstarsze	Zlodowacenie Narwi	<p>Piaski i mułki rzeczno-peryglacjalne — $f-pg Q_{p^1}^A$ pm</p>	<p>Akumulacja rzeczna we wstępnej fazie zlodowacenia</p>

Czwartorzęd	Plejstocen	Peryglacjał		Piaski i mułki jeziorno-rzeczne i jeziorne — $li-f_{pm} Q_p^0$ Mułki oraz mułki ilaste i piaszczysto-ilaste, jeziorne — $li_m Q_p^0$	Erozja rzeczna i denudacja Akumulacja jeziorna i jeziorno-rzeczna
			Trzeciorzęd	Neogen	Miocen-pliocen
Miocen	Piaski kwarcowe i mułki, miejscami ropy i węgiel brunatny — pQM	Akumulacja jeziorna i rzeczno-rozlewiskowa w zbiornikach śródlądowych			
Paleogen	Oligocen	Piaski i mułki oraz piaski i mułki glaukonitowe — $pmE + OI$		Ruchy tektoniczne	
	Eocen		Sedymentacja morska i śródlądowa Transgresja morska		

Silna erozja w interglacjale małopolskim spowodowała zniszczenie i częściowe usunięcie starszych osadów plejstocenijskich. W powstałych wówczas strefach obniżen nagromadziły się osady jeziorno-rzeczne, kilkumetrowej miąższości. Gliny zwałowe zlodowacenia Sanu mają szerokie rozprzestrzenienie na obszarze arkusza. Transgresję lądolodu poprzedziła akumulacja zastoiskowa, rzeczno-peryglacialna i wodnolodowcowa.

Interglacjał ferdynandowski reprezentują osady wykształcone w facji rzecznej i jeziorno-rozlewiskowej. Akumulację poprzedziła erozja i uformowanie się rozległych zbiorników jeziornych oraz dolin rzecznych.

W początkach zlodowacenia Wilgi zbiorniki jeziorne przekształciły się w zastoiska, w których trwała akumulacja ilasto-mułkowa. Lądolód tego zlodowacenia pozostawił ciągły poziom glin zwałowych o znacznej miąższości. W czasie deglacjacji na ich nierównej powierzchni osadziły się utwory zastoiskowe i wodnolodowcowe.

W interglacjale wielkim, po okresie erozji, uformował się system dolin i zagłębień, w których sedymentowały osady o charakterze biogenicznym i mineralno-biogenicznym.

Transgresję lądolodu zlodowacenia Odry poprzedziła sedymentacja ilów i mułków zastoiskowych, piasków rzeczno-peryglacialnych oraz w późniejszej fazie akumulacja piasków wodnolodowcowych. Lądolód tego zlodowacenia pokrył cały obszar badań i pozostawił serię glin zwałowych o niewielkiej miąższości. W południowej części obszaru leżą one na powierzchni, a towarzyszą im zdenudowane formy akumulacji szczelinowej z tego okresu.

W interglacjale lubelskim obszar arkusza Krzesk objęty był procesami erozji rzecznej i denudacji. W dolinach rzek roztokowych odbywała się akumulacja rzeczna, miejscami przechodząca w jeziorno-rzeczna.

W czasie zlodowacenia Warty lądolód po raz ostatni wkroczył na opisywany obszar. Poprzedziła go akumulacja w zbiornikach zastoiskowych. Maksymalny zasięg lądolodu warciańskiego na obszarze arkusza Krzesk wyznaczają pagórki moren czołowych strefy marginalnej od Krzeska do

Próchenek i na wschód od Próchenek. Podobny zasięg zlodowacenia Warty w granicach opisywanego obszaru proponują A. Albrycht i in. (3), wyznaczając go w strefie: od okolic Krzeska powyżej Maciejowic i dalej w kierunku wschodnim przez Łuniew do Łukowiska.

Postój lądolodu na linii Radzików–Korczówka pozostawił wyraźnie zarysowane w morfologii pasmo wzgórz. Formy te według J. Nowak (49) wyznaczają zasięg tzw. fazy łosickiej i związane są z postojem czoła lądolodu w tej strefie w czasie jego recesji.

Na przedpolu strefy wzgórz czołowomorenowych Radzików–Próchenki ukształtowało się wiele form powstałych w wyniku wytapiania się brył martwego lodu oraz związanych z przepływem wód roztopowych. Natomiast na zapleczu tego pasma moren powstała szeroka strefa obniżen wytopiskowych misy końcowej. Równinę sandrową we wschodniej części obszaru tworzą piaski wodnolodowcowe niesione przez wody roztopowe od północy, północnego-zachodu i od zachodu. Podczas deglacjacji przepływ wód roztopowych odbywał się także dolinami Tocznnej i Krzymoszy. W południowej części obszaru arkusza piaski wodnolodowcowe zapełniły obniżenia starsze, przedwarciańskie. Ukształtowanie się powierzchni morfologicznej po zlodowaceniu Warty miało decydujący wpływ na obraz obecnej rzeźby obszaru arkusza Krzesk.

W okresie interglacjału eemskiego zaczęła się formować współczesna sieć rzeczna, wykorzystująca szlaki odpływu wód roztopowych oraz zagłębienia i niecki powytopiskowe. W obniżeniach polodowcowych odbywała się sedymentacja jeziorna osadów organiczno-mineralnych i organicznych.

W czasie zlodowacenia północnopolskiego i w holocenie ukształtowała się ostatecznie współczesna sieć rzeczna. W dolinach Tocznnej i Krzymoszy akumulowane były osady piaszczyste, tworzące powierzchnie tarasów nadzalewowych. Procesy denudacyjne na stokach wysoczyzn morenowych powodowały tworzenie się pokryw deluwialnych. Na przełomie plejstocenu i holocenu rozwijały się procesy eoliczne. W ich wyniku powstawały lokalnie pokrywy piasków przewianych i wydmy. Procesy denudacyjne o niewielkim natężeniu trwają nadal w holocenie. Akumulacja osadów aluwialnych, namulów i torfów odbywa się w dolinach rzek, starorzeczy i lokalnie w jeziorach.

IV. PODSUMOWANIE

Prace geologiczno-zdjęciowe wykonane w latach 1994–1997 dla arkusza Krzesk Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000 wniosły szereg nowych danych, umożliwiających dokładniejsze poznanie budowy geologicznej tego obszaru.

Do najważniejszych rezultatów tych prac należą:

— przedstawienie nowego, bardziej szczegółowego obrazu powierzchniowej budowy geologicznej, opartego na wynikach prac terenowych i badań laboratoryjnych;

- podział litostratygraficzny osadów czwartorzędu;
 - rozpoznanie i udokumentowanie palinologiczne nowych stanowisk osadów interglacjalnych: interglacjału ferdynandowskiego, wielkiego i eemskiego;
 - szczegółowe wyznaczenie strefy maksymalnego zasięgu zlodowacenia Warty, oparte na pracach geologiczno-zdjęciowych i analizie geomorfologicznej;
 - rozpoznanie budowy geologicznej i genezy form rzeźby terenu od zlodowacenia Odry do holocenu;
 - przedstawienie budowy geologicznej i obrazu powierzchni przedczwartorzędowej.
- Do zagadnień nie rozwiązanych, albo wymagających bardziej szczegółowych badań należą:
- rozpoznanie i paleontologiczne udokumentowanie osadów interglacjału lubelskiego;
 - rozpoznanie i udokumentowanie osadów doliny kopalnej z interglacjału augustowskiego (podlaskiego); wyznaczenie przebiegu tej doliny;
 - dokładniejsze rozpoznanie podłoża czwartorzędu w północno-zachodniej części obszaru arkusza.

Opracowano
w Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL w Warszawie,
w Zakładzie w Lublinie

Zakład Geologii Czwartorzędu
Państwowego Instytutu Geologicznego

Lublin, 1999 r.

LITERATURA

1. Albrycht A., Skompski S., Pidek J. A., 1995 — Znaczenie fauny mięczaków w stanowiskach Ortel Królewski i Rossosz dla stratygrafii czwartorzędu na Podlasiu. *Prz. Geol.* 4.
2. Albrycht A., 1997 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Łosice. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
3. Albrycht A., Bińka K., Brzezina R., Dyjor K., Nitychoruk J., Pawłowska I., 1997 — Uwagi o nowych stanowiskach osadów interglacjalnych na tle stratygrafii młodszego czwartorzędu południowego Podlasia. *Prz. Geol.* 6.
4. Areń B., 1964 — Atlas geologiczny Polski 1:300 000. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne. 11 Trzeciorzęd. Inst. Geol. Warszawa.
5. Bałuk A., 1991 — Czwartorzęd dorzecza dolnej Narwi (północno-wschodnie Mazowsze). *Pr. Państw. Inst. Geol.* 130.
6. Baraniecka M. D., 1975 — Zależność wykształcenia osadów czwartorzędowych od struktur i dynamiki podłoża w środkowej części Niżu Polskiego. *Biul. Inst. Geol.* 288.
7. Baraniecka M. D., 1984 — Neoplejstocen. Niż Polski, wyżyny środkowopolskie. Zlodowacenie środkowopolskie. W: Budowa geologiczna Polski. T. 1. Stratygrafia cz. 3b. Kenozoik. Czwartorzęd. Inst. Geol. Warszawa.
8. Baraniecka M. D., 1993 — Problem of the Lublin Interglacial and stratigraphical subdivision of the Middle Polish Glaciations. *Geol. Quat.* 37, 4.

9. Bażyński J., Doktor S., Graniczny M., 1984 — Mapa fotogeologiczna Polski 1:1 000 000. Inst. Geol. Warszawa.
10. Bińka K., 1996 — Ekspertyza palinologiczna próbek organogenicznych z Podlasia (ark. Krzesk). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
11. Bińka K., 1996 — Orzeczenie palinologiczne dla próbek osadów czwartorzędowych pobranych na obszarze arkusza Krzesk. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
12. Brzezina R., Albrycht A., 1995 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Międzyrzec Podlaski wraz z objaśnieniami. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
13. Buraczyński J., 1986 — Zasięg lądolodu Odry (Saalian) we wschodniej Polsce. *Prz. Geol.* 12.
14. Buraczyński J., 1988 — Jednostki stratygraficzne czwartorzędu Polski. *Kwart. Geol.* 32.
15. Ciuk E., 1970 — Schematy litostratygraficzne trzeciorzędowe Nizy Polskiego. *Kwart. Geol.* 14, 4.
16. Falkowski E. (red.), 1980 — Mapa morfo- i litogenetyczna dla gmin woj. bialsko-podlaskiego, 1:50 000. Wyd. UW. Warszawa.
17. Falkowski E. i in., 1985 — Kształtowanie się rzeźby obszaru woj. białkopodlaskiego i ocena możliwości występowania surowców budowlanych. *Rocz. Międzyrzecki* 16–17.
18. Falkowski E., Falkowski T., Karabon J., Krauzlis W., 1988 — Morfogenezę sieci rzecznej obszaru woj. białkopodlaskiego w nawiązaniu do prawdopodobnego przebiegu deglacji. *Prz. Geol.* 11.
19. Graniczny M., Doktor S., Kucharski R., 1995 — Sprawozdanie z opracowania mapy liniowych elementów strukturalnych Polski w skalach 1:200 000 i 1:500 000 na podstawie kompleksowej analizy komputerowej, zdjęć geofizycznych i teledetekcyjnych. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
20. Jagodzińska B., Kalitiuk R., 1996 — Dokumentacja badań geoelektrycznych, temat: Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000 ark. Krzesk. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
21. Janczyk-Kopikowa Z., Mojski J. E., Rzechowski J., 1980 — Stratygrafia i zasięgi osadów glacialnych dolnego i środkowego plejstocenu między Wisłą a Bugiem. W: Stratygrafia i chronologia lessów oraz utworów glacialnych dolnego i środkowego plejstocenu w Polsce południowo-wschodniej. Komit. Bad. Czwart. PAN UMCS. Lublin.
22. Janczyk-Kopikowa Z., Rzechowski J., 1974 — Rozwój zbiornika jeziornego i historia roślinności w Ferdynandowie podczas interglacjału mazowieckiego (streszczenie referatów). I Krajowe Symp. Paleolimnol. Włocławek.
23. Kondracki J., 1978 — Geografia fizyczna Polski. PWN. Warszawa.
24. Kosmowska-Ceranowicz B., 1979 — Zmienność litologiczna i pochodzenie okruszonych osadów trzeciorzędowych wybranych rejonów północnej i środkowej Polski w świetle wyników analizy przezroczystych minerałów ciężkich. *Pr. Muzeum Ziemi.* 30.
25. Krajewska-Pinińska J., Małys Z., Muchowski J., 1967 — Mapa geologiczna 1:100 000, ark. Łosice, dla Przeglądowej mapy geologicznej Polski 1:300 000, ark. Biała Podlaska. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
26. Krassowska A., 1968 — Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku, 1:200 000. Inst. Geol. Warszawa.
27. Krupiński K. M., 1988 — Sukcesja roślin interglacjału mazowieckiego w Białej Podlaskiej. *Prz. Geol.* 11.
28. Krupiński K. M., Lindner L., 1988 — Flora interglacialna w Komarnie koło Białej Podlaskiej. W: Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych. Mat. Semin. w 10 rocznicę śmierci prof. B. Krygowskiego. UAM Poznań.

29. Krupiński K. M., Marks L., 1993 — Pozycja stratygraficzna i paleogeografia zlodowacenia Warty w północno-wschodniej Polsce. *Acta Geogr. Lodz.* 65.
30. Kubicki S., Ryka W. (red.), 1982 — Atlas geologiczny podłoża krystalicznego części platformy wschodnioeuropejskiej. Inst. Geol. Warszawa.
31. Kusiak J., 1996 — Wyniki datowania metodą termoluminescencyjną (TL) osadów czwartorzędowych pobranych z arkusza Krzesk. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
32. Lewiński J., Samsonowicz J., 1918 — Ukształtowanie powierzchni, skład i struktura podłoża dyluwium wschodniej części Nizy Północno-Europejskiego. *Pr. Tow. Nauk. Warsz.* 31.
33. Lindner L., 1988 — Zarys stratygrafii plejstocenu rejonu Białej Podlaskiej wraz z próbą korelacji z przyległymi obszarami. *Prz. Geol.* 11.
34. Lindner L., 1991 — Główne jednostki podziału plejstocenu Polski. *Zesz. Nauk. UAM Ser. Geogr.* 50.
35. Lindner L., Krupiński K. M., Marciniak B., Nitychoruk J., 1990 — Sytuacja geologiczna i florystyczna plejstocenijskich osadów organogenicznych w rejonie Ossówki (południowe Podlasie). *Prz. Geol.* 11.
36. Lindner L., Krupiński K. M., Marciniak B., Nitychoruk J., Skompski S., 1991 — Plejstocenijskie osady jeziorne w stanowisku Hrud I k. Białej Podlaskiej. *Kwart. Geol.* 35, 3.
37. Lindner L., Maruszczak H., Wojtanowicz J., 1985 — Zasięg i chronologia starszych nasunięć stadialnych lądolodu środkowopolskiego (Saalian) między górną Wartą a Bugiem. *Prz. Geol.* 2.
38. Lindner L., Wyrwicki R., 1996 — Plejstocenijskie osady jeziorne w odsłonięciu Grabanów na południowym Podlasiu. *Prz. Geol.* 11.
39. Maruszczak H., 1992 — Chronostratygrafia utworów glacialnych i fluwioglacjalnych stadiału Wkry zlodowacenia warciańskiego. *Spraw. z Bad. Nauk.* 9.
40. Mojski J. E., 1972 — Nizina Podlaska. W: Geomorfologia Polski. T. 2. PWN. Warszawa.
41. Mojski J. E., 1981 — O genezie niektórych śródplejstocenijskich powierzchni na Nizy Polskim. T. 23, *Biul. Inst. Geol.* 321.
42. Mojski J. E., 1984 — Eoplejstocen. Niz Polski i wyżyny środkowopolskie. W: Budowa geologiczna Polski T. 1. Stratygrafia cz. 3b. Kenozoik. Czwartorzęd. Inst. Geol. Warszawa.
43. Mojski J. E., Trembaczowski J., 1975 — Osady kenozoiczne Polesia Lubelskiego. *Biul. Inst. Geol.* 290.
44. Mojski J. E., Trembaczowski J., 1977 — Plejstocenijskie osady jeziorne na Polesiu Lubelskim. *Stud. Geol. Pol.* 52.
45. Nitychoruk J., 1995 — Stratygrafia plejstocenu i paleogeomorfologia południowego Podlasia (rozprawa doktorska). Wyd. Tow. Przyjaciół Nauk. Międzyrzec Podlaski.
46. Nowak J., 1969 — Rzeźba podłoża i stratygrafia osadów czwartorzędowych Wysoczyzny Siedleckiej i obszarów sąsiednich. *Kwart. Geol.* 13, 2.
47. Nowak J., 1972 — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Siedlce, wyd. A. Inst. Geol. Warszawa.
48. Nowak J., 1972 — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Siedlce, wyd. B. Inst. Geol. Warszawa.
49. Nowak J., 1971 — Objąśnienia do Mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Siedlce. Inst. Geol. Warszawa.
50. Nowak J., 1972 — Czwartorzęd i jego podłoża w południowo-wschodniej części Niziny Podlaskiej. *Kwart. Geol.* 16, 4.
51. Nowak J., 1977 — Specyficzna budowa geologiczna form polodowcowych, zależnych od podłoża (okolice Łosic na Podlasiu). *Stud. Geol. Pol.* 52.

52. Pidek I.A., Terpiłowski S., 1995 — Osady organogeniczne eemskie i wczesnovistuliańskie w Wiśniewie koło Siedlec. *Ann. UMCS Sect. B.* 158.
53. Pietruszka W., Pruś S., 1991 — Projekt badań geologicznych dla wykonania arkuszy Krzesk i Swory SMGP w skali 1:50 000. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
54. Piwocki M., Ziemińska-Tworzydło M., 1995 — Litostratygrafia i poziomy sporowo-pyłkowe neogenu na Niżu Polskim. *Prz. Geol.* 11.
55. Praca zbiorowa, 1996 — Stratygrafia plejstocenu Polski. W: Materiały II Konferencji Grabanów 18–20 września 1995 r. Warszawa.
56. Różycki S. Z., 1980 — Stratygrafia czwartorzędu Polski. W: Stratygrafia i chronologia lessów oraz utworów glacialnych dolnego i środkowego plejstocenu w Polsce SE. Wyd. UMCS. Lublin.
57. Rühle E., 1977 — Mapa geologiczna Polski bez utworów czwartorzędowych, 1:500 000. Inst. Geol. Warszawa.
58. Rühle E., 1978 — Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoicznych i kredowych, 1:500 000. Inst. Geol. Warszawa.
59. Rühle E., 1980 — Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoicznych, kredowych i jurajskich, 1:500 000. Inst. Geol. Warszawa.
60. Rühle E., 1967 — Podłoże czwartorzędu i jego wpływ na rozmieszczenie i charakter osadów czwartorzędowych w Polsce. Czwartorzęd Polski. Warszawa.
61. Rühle E., 1969 — Profil geologiczny utworów czwartorzędowych w Łukowie na Podlasiu. *Biul. Inst. Geol.* 220.
62. Rühle E., 1970 — Nowe jednostki stratygraficzne zlodowacenia środkowopolskiego na obszarze między środkową Wisłą a dolnym Bugiem. *Acta Geogr. Lodz.* 24.
63. Ruszczyńska-Szenajch H., 1976 — Glacitektoniczne depresje i kry lodowcowe na tle budowy geologicznej pld.-wsch. Mazowsza i południowego Podlasia. *Stud. Geol. Pol.* 50.
64. Rzechowski J., 1969 — Genetyczna klasyfikacja osadów morenowych. *Kwart. Geol.* 13, 2.
65. Rzechowski J., 1974 — O litotypach glin zwałowych dolnego i środkowego plejstocenu na Niżu Polskim. *Zesz. Nauk. UAM. Ser. Geogr.* 10.
66. Rzechowski J., Gronkowska B., Kenig K., 1968 — Petrografia glin zwałowych Podlasia i Mazowsza. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
67. Skompski S., 1996 — Mięczaki plejstocenijskie ze stanowiska Gołowierzchy i Korczówka (ark. Krzesk). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
68. Stanek E., 1997 — Badania litologiczno-petrograficzne osadów czwartorzędowych dla SMGP 1:50 000, ark. Krzesk. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
69. Starke L. (red.), 1980 — Przeglądowa mapa geomorfologiczna Polski 1:500 000, ark. Lublin. Inst. Geogr. i Zagospod. Przestrz. PAN. Warszawa.
70. Szymański J., Buła S., 1997 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Kąkolewnica. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
71. Terpiłowski S., 1992 — Rzekome moreny końcowe w strefie maksymalnego zasięgu zlodowacenia Warty między Łukowem a Siedlcami. W: Mat. Konf., temat „Osady i formy glacialne z okresu warciańskiego w NE części Wyżyny Łódzkiej”. Łódź.
72. Terpiłowski S., 1993 — Mechanizm kształtowania strefy marginalnej lądolodu warciańskiego w okolicy Biard k. Łukowa. *Acta Geogr. Lodz.* 65.

73. Terpiłowski S., 1995 — Kem Gostchorzy z początkowej fazy deglacjacji aeralnej między Łukowem a Siedlcami. *Ann. UMCS Sec. B.* 48.
74. U b e r n a T., 1969 — Przeglądowa mapa surowców skalnych Polski, 1:300 000. Inst. Geol. Warszawa.
75. Witkowska B., 1981 — Mapa hydrogeologiczna Polski, 1:200 000, ark. Siedlce. Inst. Geol. Warszawa.
76. Wołosowicz S., 1922 — O zlodowaceniu w dorzeczu Bugu. *Spraw. Państw. Inst. Geol.* 1, 4–6.
77. Zaborski B., 1927 — Studia nad morfologią dyluwium Podlasia i terenów sąsiednich. *Prz. Geogr.* 7.
78. Ziemińska-Tworzydło M., 1996 — Ekspertyza palinologiczna próbek osadów trzeciorzędowych pobranych z arkusza Krzesk. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.*
79. Zwierz S., 1949 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Biała Podlaska, wyd. A. Inst. Geol. Warszawa.
80. Zwierz S., 1954 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Biała Podlaska, wyd. B. Inst. Geol. Warszawa.
81. Żelichowski A. M., 1972 — Rozwój budowy geologicznej obszaru między Górami Świętokrzyskimi a Bugiem. *Biul. Inst. Geol.* 263.
82. Żelichowski A. M., 1979 — Przekrój geologiczny przez brzeżną część platformy prekambryjskiej na obszarze lubelsko-podlaskim (bez kenozoiku). *Kwart. Geol.* 23, 2.
83. Żelichowski A. M., Kozłowski S. (red.), 1983 — Atlas geologiczno-surowcowy obszaru lubelskiego, 1:500 000. Inst. Geol. Warszawa.

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
 Ark. Krzesk (566)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



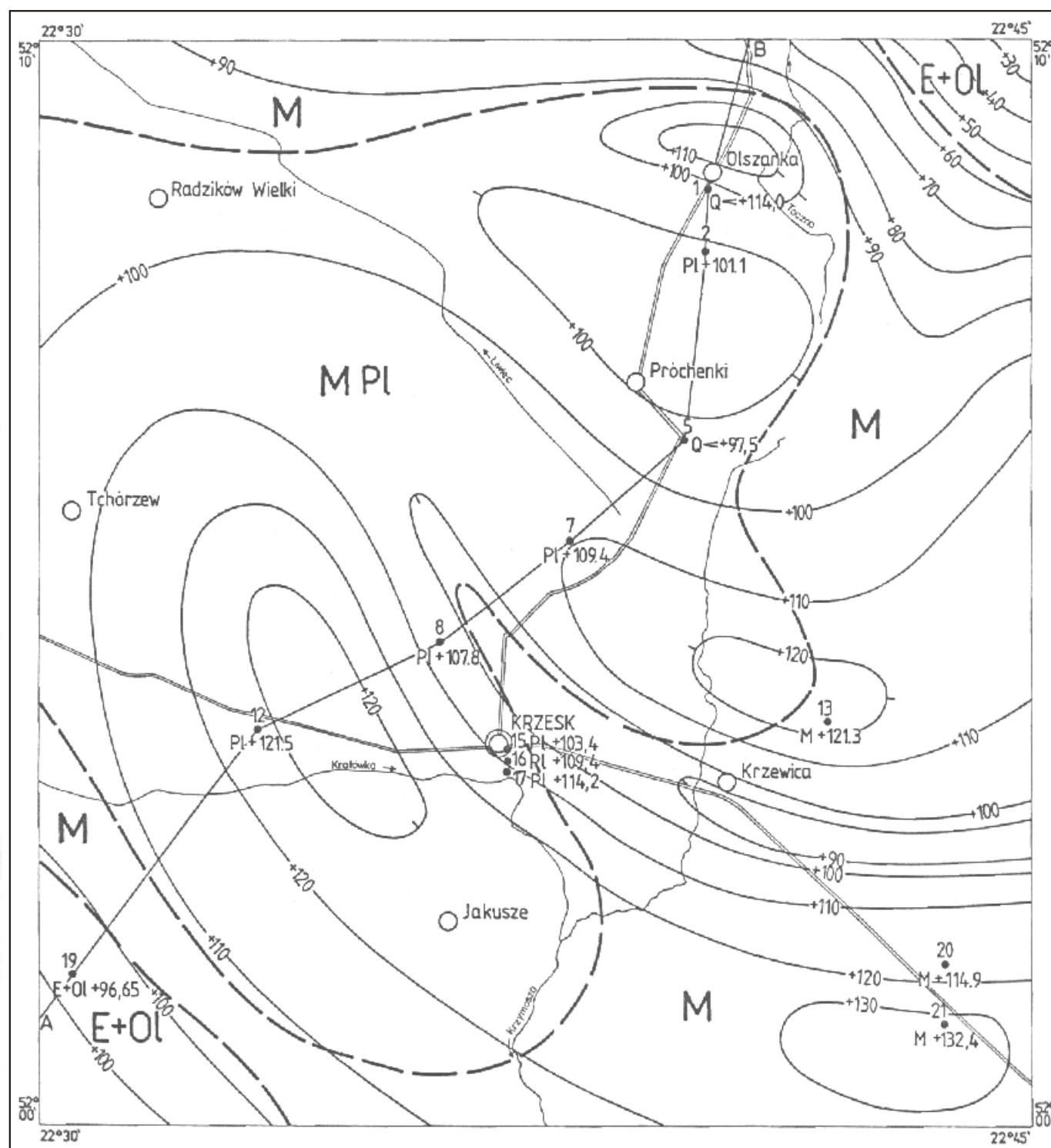
- | | |
|---|---|
| <p>Formy lodowcowe</p> <ul style="list-style-type: none"> Wysoczyzna morenowa płaska (wysokości względne do 2 m, nachylenie do 2°) Wysoczyzna morenowa falista (wysokości względne 2-5 m, nachylenie do 5°) Moreny czołowe przeważnie akumulacyjne (wysokości względne 3-10 m) Zagłębienia końcowe (wytopiskowe) Niecki wytopiskowe <p>Formy utworzone w strefie martwego lodu</p> <ul style="list-style-type: none"> Moreny martwego lodu Zagłębienia powstałe po martwym lodzie <p>Formy wodnolodowcowe</p> <ul style="list-style-type: none"> Równiny sandrowe i wodnolodowcowe Ozy, formy akumulacji szczelinowej Kemy, plateau kemowe Tarasy kemowe Doliny wód roztopowych Równiny erozyjne wód roztopowych <p>Formy eoliczne</p> <ul style="list-style-type: none"> Wydmy Równiny piasków przewiałnych Zagłębienia deflacyjne | <p>Formy rzeczne</p> <ul style="list-style-type: none"> Dna dolin rzecznych Tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych Krawędzie i stoki tarasów <p>Formy denudacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> Dolinki denudacyjne (suche) Długie stoki Drobne zagłębienia op różnej genezie <p>Formy utworzone przez roślinność</p> <ul style="list-style-type: none"> Równiny torfowe <p>Formy antropogeniczne</p> <ul style="list-style-type: none"> Nasypy i groble Wcięcia dróg i cieków Płaskowiny (P), żwirownie (Z) Grodziska |
|---|---|

Opracował: R. BRZEZIŃNA

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Krzesk (566)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000



- | | | | | |
|-------------|----------|------|--|----------------|
| TRZECIORZĘD | NEOGEN | MPI | Iły, miejscami piaski i mułki | MIOCEN-PLIOCEN |
| | | M | Piaski kwarcowe i mułki, miejscami iły i węgiel brunatny | MIOCEN |
| | PALEOGEN | E+Ol | Piaski i mułki oraz piaski i mułki glaukonitowe | EOCEN+OLIGOCEN |
- Granice geologiczne
 - +100— Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w metrach
 - 8 MPI +107,8 Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek, liczba wysokość stropu nawierconych osadów trzeciorzędowych lub wysokość miejsca zakończenia otworu w osadach czwartorzędowych, w m n.p.m.)
 - A—B Linia przekroju na mapie geologicznej

Opracował: R. BRZEZINA