

UWAGI O BUDOWIE GEOLOGICZNEJ „TRASY ŁAZIENKOWSKIEJ” W WARSZAWIE

UKD 551.332:551.791/793+552.517.4+552.523:551.782.1/23:551.333(438.112 Trasa Łazienkowska)

Budowę geologiczną trasy mostowej „Łazienkowskiej” przedstawił W. Należyty w „Przeglądzie Geologicznym” nr 2/72. Ilustruje ją przekrój geologiczny zinterpretowany na podstawie wierceń i wiadomości zaczerpniętych z literatury.

Odcinek trasy, którego dotyczą uwagi, długości ok. 1200 m, jest częścią trasy biegnącą w wykopie na głębokości od 5 m, przy ul. Waryńskiego, do ok. 10 m przy skarpie. Roboty najgłębiej odsłoniły profil geologiczny w rowie odwadniającym oraz w węzłowych miejscach (np. plac na Rozdrożu). Ściany rowów i wykopów były obudowywane zaraz lub niedługo po oczyszczeniu i aby uzyskać pełny profil i dokumentację geologiczną (rysunki, fotografie, próbki itd.) należałoby równocześnie prowadzić obserwacje. Niestety moja planowa praca terenowa daleko poza Warszawą zezwalała tylko na dorywcze obserwacje odsłanianych utworów.

Wykop odsłonił osady trzecio- i czwartorzędowe w wąskim profilu na stosunkowo niewielkiej powierzchni. Mimo to dostarczył on tyle danych litologicznych i sedymentacyjnych, że wystarczają do ich stratygraficznego rozwarstwienia. Podobnie ujawnił dostatecznie ich glacictektoniczne zaburzenie a przede wszystkim ich stopień nasilenia oraz charakter form zależnie od wielkości i głębokości nacisku, wykształcenia litologicznego, ilości i okresu działalności deformującej mas lodowych.

Na podstawie obserwacji zebranych w wykopie wykonałem przekrój geologiczny w tej samej skali pionowej i poziomej (ryc. 2), prowadzony wzdłuż wykopu między profilami wierceń wziętych bez zmian z przekroju. W. Należytego (ryc. 1), zlokalizowanych niestety tylko orientacyjnie. Z tego oraz innych względów obraz budowy geologicznej w przekroju jest z konieczności składany, przeglądowy, jednakże wiernie odwzorowujący charakter budowy geologicznej poszczególnych odcinków.

Na to, że przekrój ten nie mógł być zwyczajnym odtworzeniem prowadzonym wzdłuż ustalonej linii przez proste wiązanie faktów złożyły się jeszcze takie przyczyny, jak: znaczna szerokość wykopu, w którym w różnych jego miejscach były wykonywane roboty odsłaniające, zmienność glacictektonicznego obrazu w poszczególnych, sąsiadujących ze sobą odcinkach, skośny w stosunku do osi wykopu przebieg granic i form geologicznych, wskutek czego poszczególne odcinki nie pokrywały się ze sobą. Zdarza się niejednokrotnie, że pewne elementy tektoniczne lub litologiczno-stratygraficzne rozwinięte z jednej strony wykopu znikają częściowo lub całkowicie w drugiej, a na ich miejscu pojawiają się inne elementy. Ilustracją tego jest szkic geologiczny przebiegu warstw i elementów strukturalnych wykreślony na ryc. 1b, pod przekrojem W. Należytego.

Wydzielenie w wykopie i wiązanie ze sobą w pewne ciągi poszczególnych elementów litologicznych i stratygraficznych odsłoniętych w wykopie, określenie ich miąższości utrudnione było jeszcze przez sfałdowanie glacictektoniczne, małe zmarszczki fałdowe, piaszczynny ściecia, uskoki, pogrubienia sedymentacyjne, a w innych miejscach ściecia erozyjne lub przerwy sedymentacyjne, obejmujące dłuższe okresy, zwłaszcza w interglacjalach. Wysoczyzna bowiem rejonu wykopu w tych okresach, oprócz wczesnego okresu schyłku glacialów, była wystawiona na procesy denudacyjno-erozyjne.

Ryc. 1. Przekrój geologiczny odcinka Trasy Łazienkowskiej, między ul. Waryńskiego a skarpią wysoczyzną.

a — według Z. Należytego („Prz. Geol.” 1972(2)), b — ten sam odcinek w interpretacji L. Watychy ze szkicem geologicznym dna wykopu (poniżej) i zaznaczeniem głównych form fałdowych.

Objaśnienia do przekrojów geologicznych:

Q_2 — zlodowacenie środkowopolskie, Q_2fg_2 — osady fluwioglacjalne ze schyłku stadiału mazowiecko-podlaskiego, Q_2m_3 — osady glacialne (głównie moreny) stadiału mazowiecko-podlaskiego, Q_2fg_2 — osady fluwioglacjalne młodszego interstadiału, Q_2z_2 — osady zastolskowe młodsze, Q_2m_2 — osady glacialne młodszej fazy stadiału maksymalnego, Q_2fg_1 — osady fluwioglacjalne starszego interstadiału, Q_2m_1 — osady glacialne starszej fazy stadiału maksymalnego, Q_1 — osady schyłku zlodowacenia południowopolskiego, P_1 — osady starszego czwartorzędu (preglacial), P_1 — osady plioceńskie, M — osady mioceńskie.

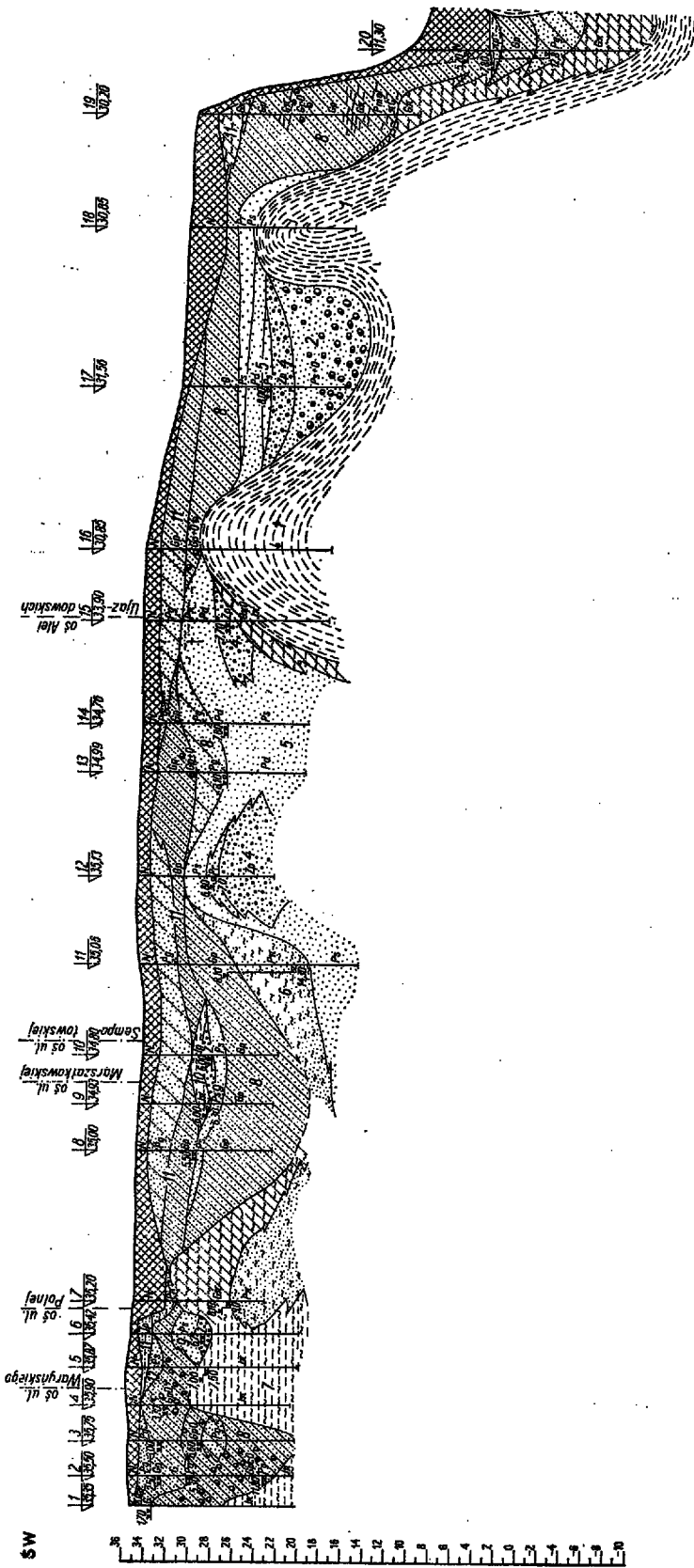
i — il, l_r — il pylasty, l_p — il piaszczysty, l_r/p — il pylasty warstwiony piaskiem, π — pył, π/l — warstewki pyłowe na przemian z ilowymi (najczęściej warwy), π/p — warstewki pyłowe przekładające się na przemian z warstewkami piasku, $p/l/\pi$ — piaszczyste warstwy na przemian z ilowymi i pyłowymi, przeważają piaski, gp — glina piaszczysta, g_r/p — glina pylasta przewarstwiona piaskiem, g_r — glina pylasta, gp_k — glina piaszczysta ze żwirem i z otoczkami, pg — piasek gliniasty, pd — piasek drobny, ps — piasek średni, pg — piasek gruby, p , pr — piasek, piasek różnoziarnisty, p_z/π — piasek ze żwirem z warstewkami pylastymi, z — żwir, z_k — żwir z otoczkami, k — otoczki, niekiedy okruchy krawędziste.

Fig. 1. Geological cross-section along Łazienkowska bridge route, from Waryński Street to highland escarpment.

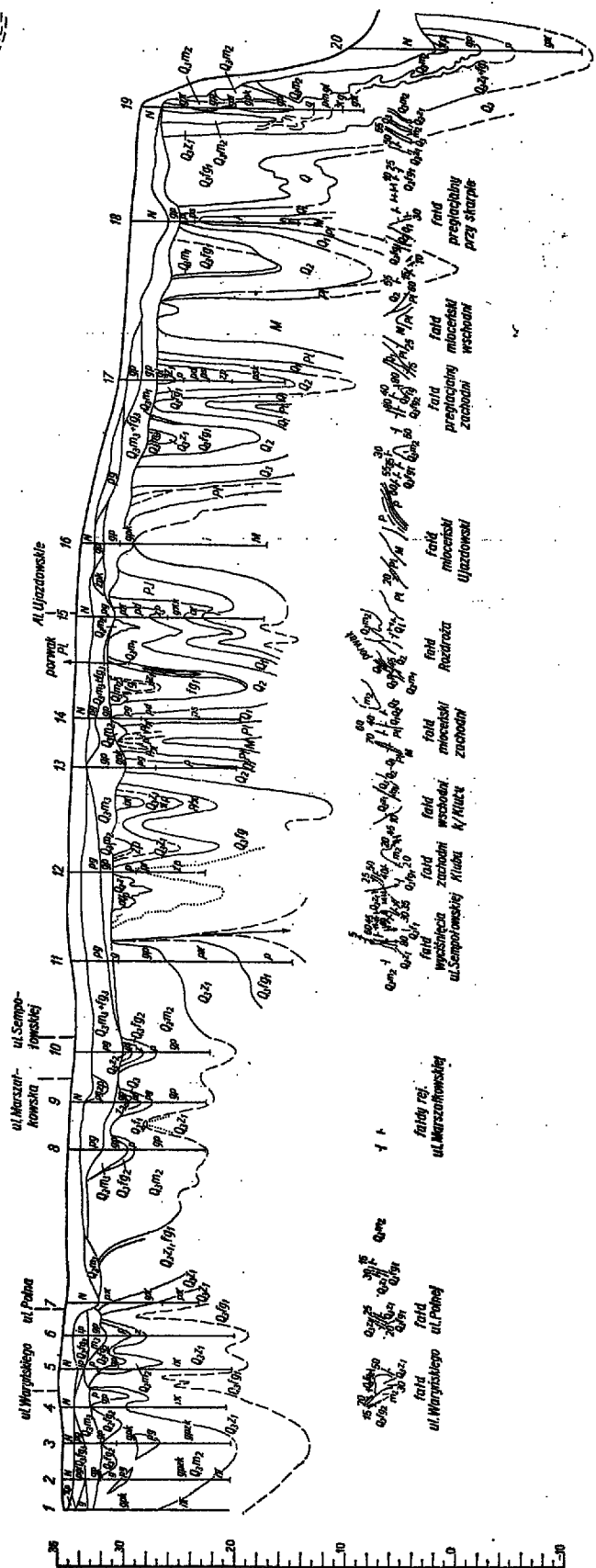
a — after Z. Należyty („Przegląd Geol.” 2/1972), b — the same cross-section as interpreted by the present author; below — geological sketch of the bottom of the road cut, with main fold forms marked.

Explanations to geological cross-sections:

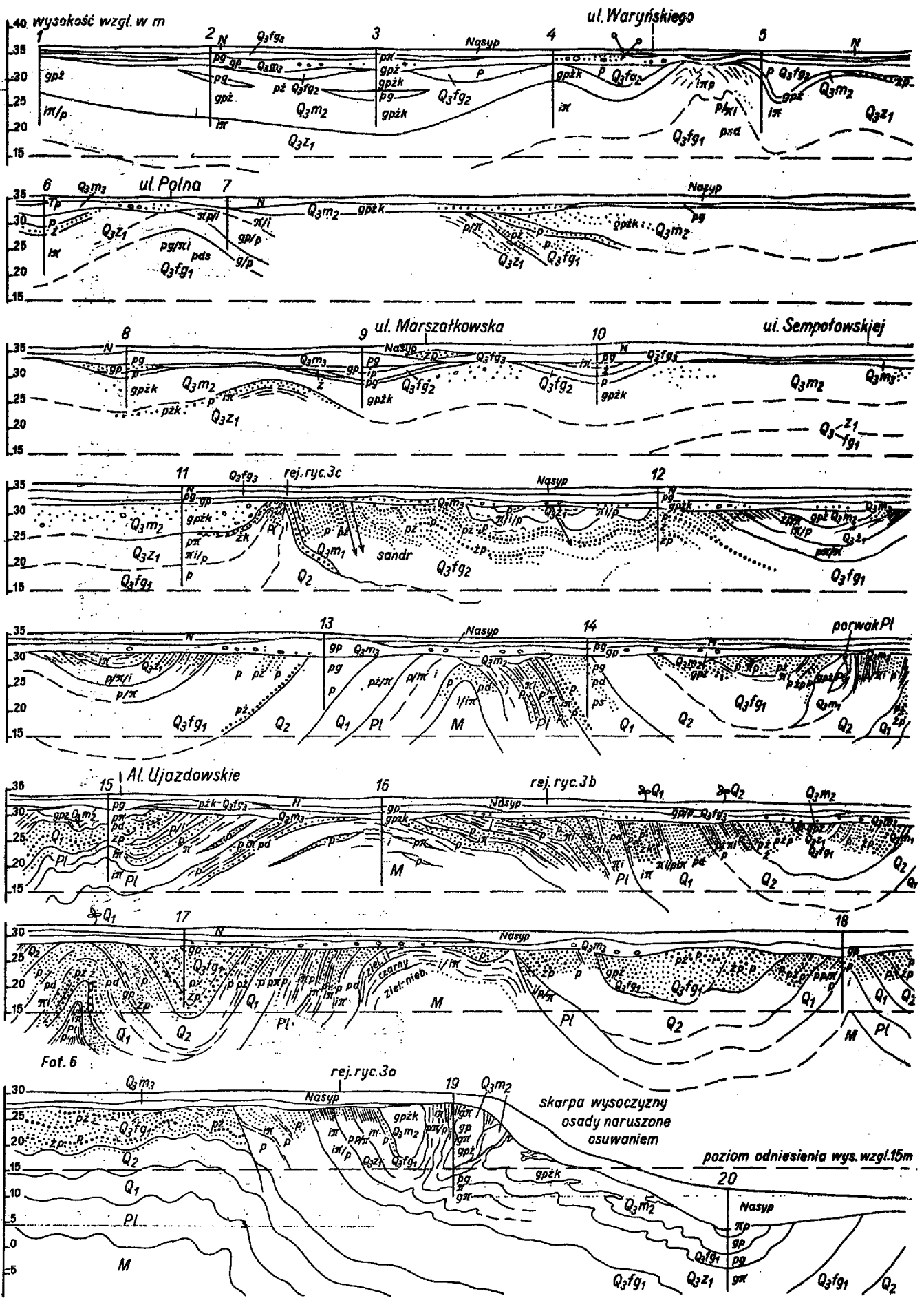
Q_2 — Mid Polish Glaciation, Q_2fg_2 — fluvio-glacial deposits of the latest Mazovian-Podlasie stage, Q_2m_3 — glacial deposits (mostly moraines) of Mazovian-Podlasie stage, Q_2fg_2 — fluvio-glacial deposits of younger interstadial, Q_2z_2 — younger stagnant-lake deposits, Q_2m_2 — glacial deposits of younger phase of maximum stage, Q_2fg_1 — fluvio-glacial deposits of older interstadial, Q_2m_1 — glacial deposits of older phase of maximum stage, Q_1 — deposits of the latest part of South-Polish Glaciation, Q_1 — deposits of Early Quaternary (Preglacial), P_1 — Pliocene deposits, M — Miocene deposits.
i — clay, l_r — silty clay, l_p — sandy clay, l_r/p — silty clay with sandy intercalations, π , silt, π/l — alternations of silty and clay layers (commonly varves), π/p — alternations of silty and sandy layers, $p/l/\pi$ — sandy layers alternating with clay and silty ones; sands predominating; gp — sandy boulder clay, g_r/p — silty boulder clay with sandy intercalations, g_r — silty boulder clay, gp_k — sandy boulder clay with gravel and pebbles, pg — loamy sands, pd — fine-grained sand, ps — medium-grained sand, p_g — coarse-grained sand, p ; pr — sand, unsorted sand, p_z/π — sand with gravel and with silty intercalations, z — gravels, z_k — gravels with pebbles, k — pebbles, sometimes angular rock debris.



Ryc. 1a.



Ryc. 1b.



Ryc. 2. Przekrój geologiczny odcinka trasy jak na ryc. 1, w tej samej skali pionowej i poziomej.

Fig. 2. Geological cross-section of the same part of Łazienkowska bridge route as in Fig. 1; vertical and horizontal scales the same as in Fig. 1.

Przekrój geologiczny W. Należytego, ilustrujący tekst jego publikacji, charakteryzuje bardzo znaczne, prawie dwunastokrotne powiększenie skali pionowej w stosunku do poziomej. Jak to zniekształca obraz naturalny budowy geologicznej można stwierdzić, porównując w tym przekroju (ryc. 1a) interpretację W. Należytego z interpretacją geologiczną ściśle odwzorowaną z przekroju ryc. 2 oraz porównując obydwie przekroje ze sobą. W związku z tym jako jeden z wniosków praktycznych nasuwa się zalecenie, aby w terenach glaciektonicznie zaburzonych zwiększyć gęstość wierceń do 25 m, gdyż to tylko gwarantuje rozpoznanie budowy.

W budowie geologicznej przedstawionej na przekroju uwidacznia się dwojaki obraz: spokojny górnej warstwy i zaburzony — leżącej niżej. Górna warstwa przypowierzchniowa, leżąca poziomo, składa się z osadów fluwioglacjalnych (Q_3fg_3) oraz glacialnych (Q_3m_3) i nasypu. Leży ona na ściętych, sfałdowanych utworach zimnych i cieplejszych najstarszych okresów zlodowacenia środkowopolskiego (Q_2), następnie na osadach, głównie fluwioglacjalnych, zlodowacenia południowopolskiego (Q_1), dalej na osadach preglacialnych (günz, cromerian? — Q_0), pliocenkich (Pl) i mioceńskich (M).

Warstwę osadów czwartorzędowych grubości 2—4 m, leżącą pod nasypem, z wyjątkiem niewielu miejsc naruszyły lub w całości zaburzyły roboty i wykopy fundamentowo-kanalizacyjne. Obecnie w miejscach, gdzie gliny zwałowe stadiału mazowiecko-podlaskiego (Q_3m_3) leżą na glinach zwałowych stadiału maksymalnego (Q_3m_2) natrafia się na znaczne trudności przy ich podziale stratygraficznym. Szczególnie zaś tam, gdzie znajdują się one nad zwierciadłem wody gruntowej i mają jednakowe brunatne zabarwienie, a ścianę wykopu są źle oczyszczone. Przy ich podziale można się kierować spękaniem, które w glinach Q_3m_2 i Q_3m_1 jest gęste, kostkowe, a prawie żadne lub bardzo rzadkie w glinach zwałowych Q_3m_3 . Kryterium to zawodzi tam, gdzie pod wpływem czynników wietrzeniowo-mrozowych rozsypały się w ścianach gliny Q_3m_2 . Z tego względu w warstwie przypowierzchniowej są miejsca, w których glinom zwałowym nie można przydzielić wieku jednoznacznie.

Powierzchnia spągu warstwy górnej kontaktu z niżej leżącymi osadami jest nachylona ok. 5% z W na E. W tę samą stronę warstwa ta cienieje aż do zaniku w rejonie skarpy. Dokonały tego procesy denudacyjne, działające od schyłku zlodowacenia środkowopolskiego do holocenu, dla których bazę erozyjną stanowiła dolina Wisły.

Warstwa górna w wykopie, miejscami miąższości do 5 m, składa się licząc od góry z nasypu, poniżej którego leżą żółtobrunatne piaski gliniaste, piaski ze żwirem, lokalnie z soczewkami żwirowo-kamienistymi i pochodzą z rozmytych (Q_3fg_3) glin zwałowych (Q_3m_3) zachowanych w spągu warstwy tylko w niewielkiej ilości. Gliny zwałowe częściowo piaszczyste, brunatne zawierają liczne ziarna zwiru, otoczaki i głazy, średnicy do 1 m (fot. 5).

Osady te poza zaburzeniami związanymi z sedymentacją, późniejszym rozmywaniem i działalnością mrozową nie wykazują glaciektonicznych deformacji, ani nie są skompresowane naciskiem lodolodu. Masy lodowe stadiału mazowiecko-podlaskiego (Warty) były więc w tym rejonie ostatnią pokrywą lodową. Deformującą siłę nacisku masy lodowej tego lodolodu można określić, mierząc głębokość zaburzeń wywołanych nim w utworach leżących niżej. Zaburzenia sięgały prawdopodobnie znacznie poniżej najniższej części łęków fałdów w glinach zwałowych młodszej fazy stadiału maksymalnego Q_3m_2 , jednakże niżej nie można ich już oddzielić od zaburzeń wywołanych lodo-

lodem stadiału (Q_3g_3). Głębokość ta w łękach na wysoczyźnie waha się między 15 w wykopie a 30 m poniżej skarpy w dolinie Wisły. Ostatnią cyfrę należy jednak uważać jako niepewną, gdyż gliny zwałowe Q_3m_2 na skarpie, jako wyraźnie naruszone osuwaniem, mogły spłynąć w dolinę, a znalezione w otworze 20, mimo ich powiązania z Q_3m_2 , mogą być starsze.

Brak porwaków w morenie Q_3m_3 , następnie słabe zaburzenie i rozwieczenie szczytów antyklinalnych wycińnięć wskazują, że deformacyjna siła tego lodolodu jak i jego grubość były znacznie mniejsze niż podobne zjawiska wywołane lodolodami starszych okresów.

Na odcinku między ul. Sempołowską a Waryńskiego pod utworami stadiału mazowiecko-podlaskiego leżą w łękach fałdów osady fluwioglacjalne (warstwowane skośnie piaski i żwiry — Q_3fg_2) oraz osady zastoiskowe (cienko warstwowane piły, ły i piasek drobny — Q_3z_2). Są one tu wykształcone w niegrubych warstwach o małym zasięgu, łagodnie zgiętych w synklinach, a ściętych na antyklinach. Osadziły je wody spływające z topniejących mas lodowych młodszej fazy stadiału maksymalnego, zaraz na początku interstadialnego ocieplania się, rozmywając i rozwłóczając wytapiające się gliny zwałowe i nasypy żwirowo-kamienisto-piaszczyste moren (Q_3m_2). Sypały one na przedpolu zanikającego lodolodu stożki (sandry), a zagłębienia zamulały warwami. Piaski leżące pod moreną Q_3m_2 sypane były w niższych warstwach z NE, w wyższych z NW.

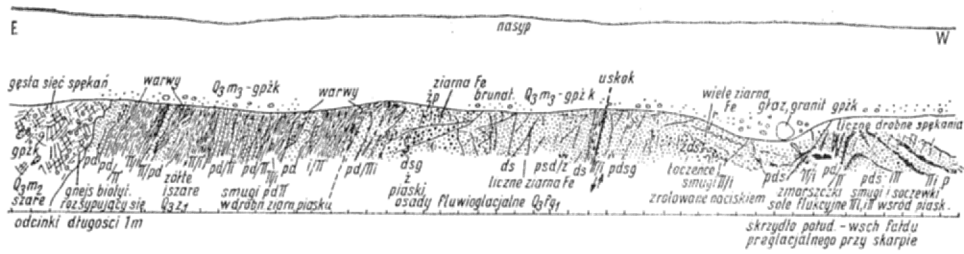
Osady fluwioglacjalne Q_3fg_2 mają bardzo urozmaicony skład pod względem petrograficznym. Dobrze zachowane albo słabo nadwietrzałe są kwarcyty, wapienie, porfiryty, pegmatyty, gnejsy kwarcowe, amfibolity, rogowce i dlatego jest ich więcej niż w glinach zwałowych. Silnie zwietrzałe i łatwo rozsypujące się na gruz są gnejsy i łupki biotytowe, granity oraz rapakiwi. Podobny skład wykazują gliny zwałowe Q_3m_2 , z tym, że niektóre większe głazy mają dość grubą, rozsypującą się otoczkę, kryjącą w środku słabo zwietrzałą skałę, która po rozmyciu może dać mało zwietrzałe otoczaki.

Na odcinku między skarpią a ul. Sempołowską musiał być w tym czasie garb lub też rejon ten szybciej podnosił się kompensacyjnie niż otoczenie, wskutek czego na tym odcinku osady glacialne Q_3m_1 zostały niemal całkowicie rozmyte i zachowały się tylko miejscami w postaci niewielkich soczewek, zaklinowanych głównie w łękach fałdów. Na odcinku ul. Sempołowska — Waryńskiego gliny zwałowe Q_3m_2 zalegają warstwą prawie ciągłą o miąższości od 2—8 m.

Gliny zwałowe (Q_3m_2) szare, powyżej zwierciadła wody gruntowej brunatne, piaszczyste z nieregularnie rozszanymi ziarnami zwiru i otoczek oraz głazów skalnych o różnym stopniu zwietrzenia są silnie skompresowane, zwarte i spękane na nierówne kostki (fot. 1). Przecinają je w różnych miejscach soczewki lub smugi piaszczyste, żwirowe lub pylasto-ilaste (podobne do warw). Zawierają one również porwaki osadów trzeciorzędowych.

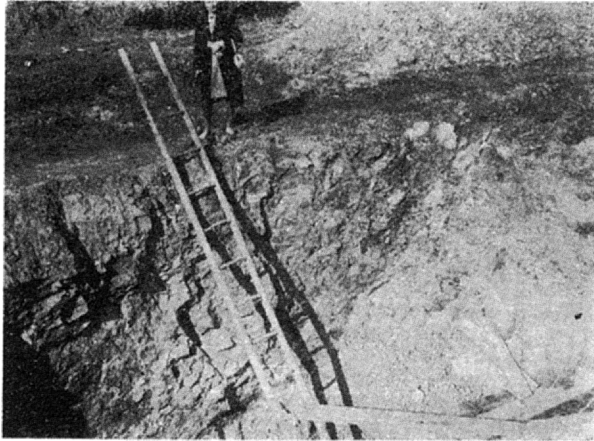
Lodolód młodszej fazy stadiału maksymalnego, sądząc z miąższości pozostawionych osadów oraz ze skutków nacisku glaciektonicznego, był niemal trzykrotnie większy od lodolodu mazowiecko-podlaskiego. Głębokość jego nacisku przekracza znacznie profil udostępniony wierceniami. Przeważała on bardzo silnie wszystkie znajdujące się pod nim osady, a najbardziej trzeciorzędowe zespoły ilasto-pylaste wygniatając je na garbach antyklinalnych. Szczyty garbów ścinał i rozwłoczył.

Formy fałdowe i inne, ukształtowane pierwszy raz przez lodolód południowopolski (Q_2), a później powiększone przez lodolód starszej fazy stadiału maksymalnego zostały przez niego ponownie skomplikowane. Oczywiście, tam gdzie w interstadiale utworzyły się grube pokrywy osadów piaszczysto-żwirowych tam deformowanie przebiegało inaczej niż w takich miejscach, w których przeważały osady ilasto-pylaste zastoiskowe lub w ogóle ich nie było, a starsze osady szczególnie trzeciorzędowe znalazły się w pobliżu powierzchni. Zazwyczaj były to spiętrzenia antyklinalne, lecz na garbach, gdzie erozja intergla-



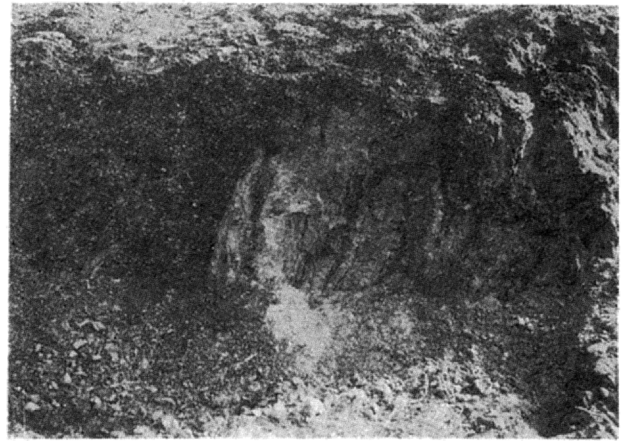
Fot. 1 Fot. 2 Fot. 3
Ryc. 3a. Odslonięcie w pobliżu skarpki wysoczyzny.

Fot. 4
Fig. 3a. Outcrop situated close to highland escarpment.



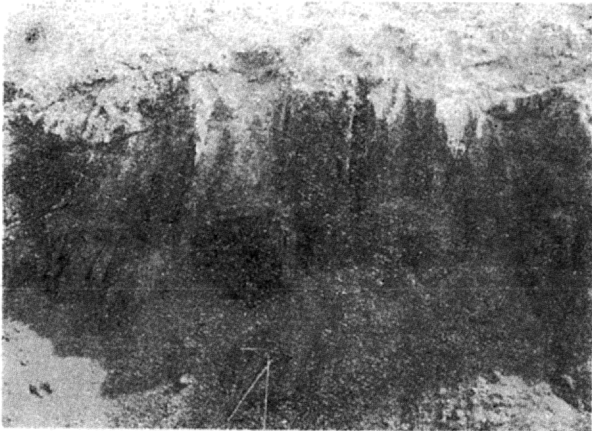
Fot. 1. Gliny zwalowe Q_3m_2 z soczewkami piasku, spękane (lokalizacja do ryc. 3a).

Photo 1 — fractured boulder clays Q_3m_2 with lenses of sands (localization in Fig. 3a).



Fot. 2. Iły warwowe Q_2z_1 i piaski fluwioglacjalne Q_2fg_1 (lokalizacja ryc. 3a).

Photo 2 — Varve clays Q_2z_1 and fluvioglacial sands Q_2fg_1 (localization in Fig. 3a).



Fot. 3. Osady fluwioglacjalne (lokalizacja ryc. 3a).

Photo 3 — Fluvioglacial deposits (localization in Fig. 3a).



Fot. 4. Piaski fluwioglacjalne (lokalizacja ryc. 3a).

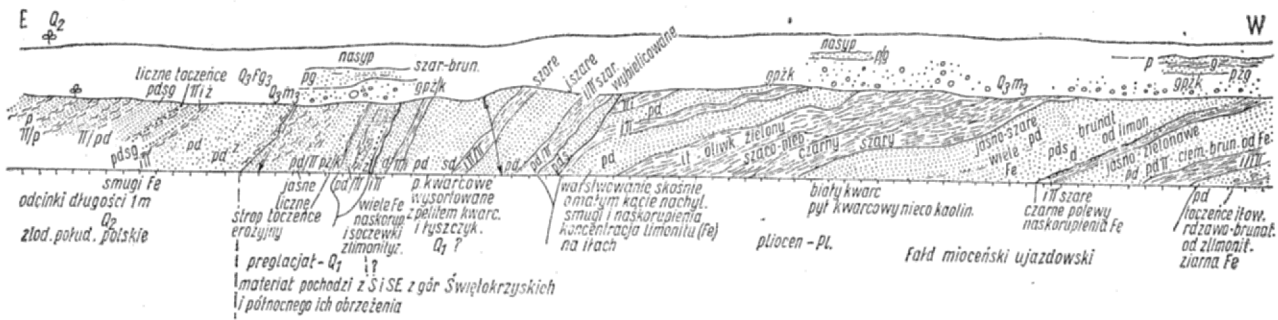
Photo 4 — Fluvioglacial sands (localization in Fig. 3a).

czajna rozcięta w synklinach ochronną warstwę piaszczystą, tam nasuwający się lądolód tworzył nowy diapir lub antyklinę.

Pod glinami zwalowymi Q_3m_2 leży kompleks osadów wodnolodowcowych (Q_3fg_1) oraz osadów zastoiszkowych (Q_3z_1) zmiennej miąższości 4–25 m (w czym Q_3fg_1 od 2 do 17 m, a Q_3z_1 od 2 do 8 m). Powstał on z rozmycia osadów glacialnych starszej fazy stadiału maksymalnego (Q_3g_1) w okresie ocieplenia interstadialnego. Sądząc bowiem z ilości przerobionych osadów był on cieplejszy i dłuższy niż interstadiał po młodszej fazie (Q_3it_2). Wody tajania były tak silne, że niemal zupełnie rozmyły osady glacialne

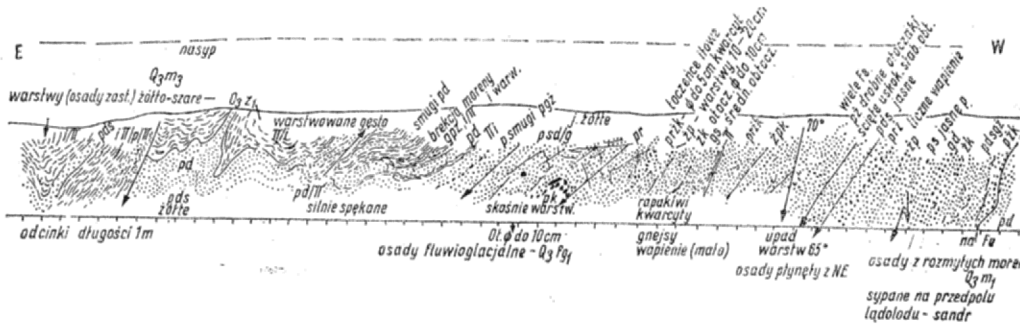
oraz nadcięły odsłonięte na wypiętrzeniach starsze osady czwartorzędowe i neogeńskie.

W pobliżu czoła topniejącego lądolodu sypały one z grubego piaszczysto-żwirowego osadu stożki (sandry), wyrównujące relief pomorenowy — a dalej od niego, w miarę utraty siły transportowej, piaski coraz drobniejsze, aż do namulów pylasto-ilastych z domieszką piasku. Te utwory osadzały się w wodach stojących, zbierających się w zagłębieniach bezodpływowych lub o słabym odpływie w miejscach nierównoczesnego i nierównomiernego odprężenia się podłoża zwolnionego od nacisku lądolodu. Proces zakończył się z chwilą zaniku ruchliwości podłoża i ustabilizowania się powierzchni.



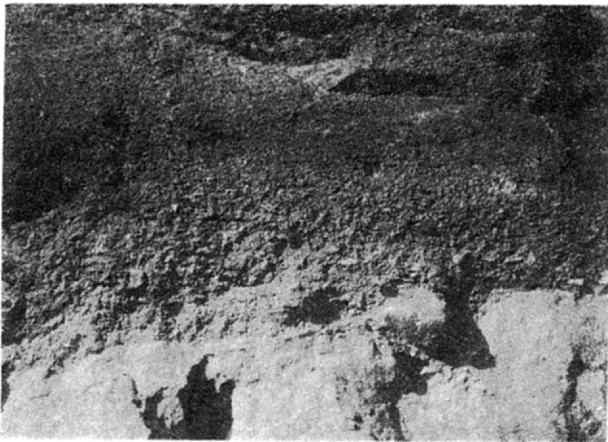
Ryc. 3b. Odstonięcie w ścianie południowej wykopu na E od al. Ujazdowskich (ok. 100 m).

Fig. 3b. Outcrop in southern wall of the road cut, to E of Ujazdowskie avenue (about 100 m long).



Ryc. 3c. Odstonięcie na E od ul. Sempołowskiej (między odc. 70 a 120 m).

Fig. 3c. Exposure to E of Sempołowska Street (70 to 120 m distant from that street).



Fot. 5. Spąg glin zwałowych Q_{3m_2} , niespękane (lokalizacja ryc. 3a).

Photo 5 — Basal surface of non-fractured boulder clays Q_{3m_2} (localization in Fig. 3a).

Kompleks osadów interstadialnych zaczynają piaski na przemian ze żwirami, z wkładkami ilastymi typu zastoiskowego, przechodząc w osady zastoiskowe ilasto-pylaste, które miejscami mają w stropie piaski z wkładkami żwirowymi (nawroty silnie rozmywających strumieni, ryc. 3a, 3c, fot. 2, 3 i 4).

Osady fluwioglacjalne składają się z wielu warstw i soczewek nakładających się na siebie skośnie, drobno warstwowanych, o zmiennym często dużym kącie nachylenia. Ziarno w nich było segregowane grawitacyjnie wskutek czego w tej samej warstwie na dole jest grube ziarno, a u góry drobne. Zmienny nurt wody płynącej, przeważnie z NE nakładał nowe warstwy ścinając wcześniejsze.

W materiale grubym (żwir, otoczaki) najwięcej jest wapieni, następnie dobrze obtoczone (\varnothing 1—15 cm)

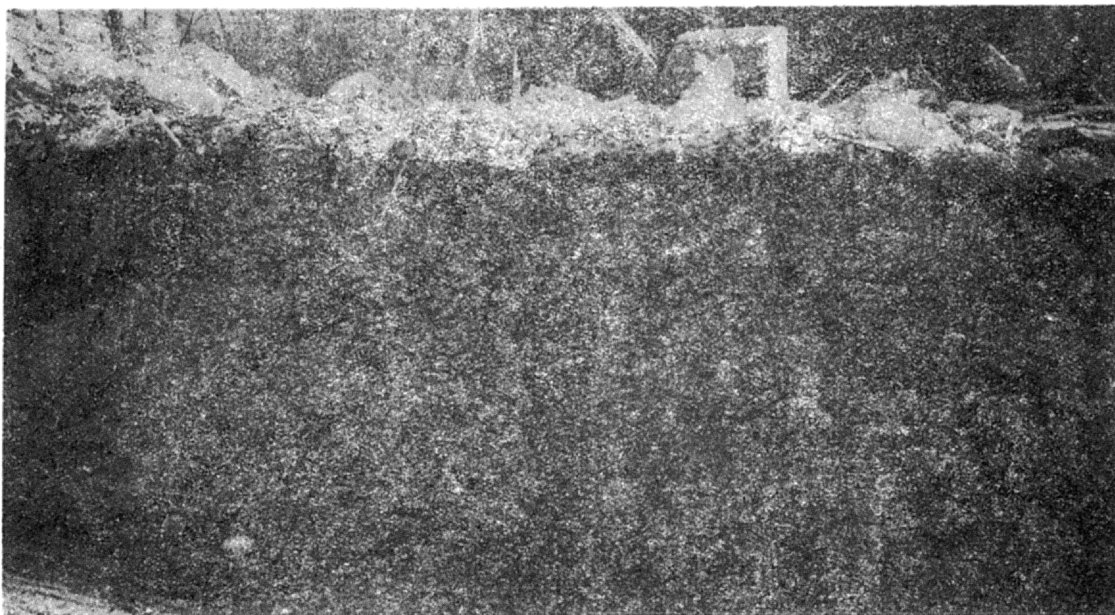
kwarcyty, porfiroidy i inne skały odporne na wietrzenie. Niewiele jest otoczków, gnejsów, łupków krystalicznych i granitu. Skały te pod uderzeniem łatwo rozpadają się na gruz.

Podobny skład mają gliny zwałowe (Q_{3m_1}). W żwirowo-otoczkowych warstwach, w dolnej części osadów fluwioglacjalnych (Q_{3fg_1}), występują również toczące gliny zwałowej Q_{3m_1} o średnicy 5—10 cm, a w całości domieszka materiału preglacjalnego i trzeciorzędowego.

Osady glacialne starszej fazy chłodnej stadiau maksymalnego (Q_{2g_1}) zachowały się, jak już zaznaczono, w niewielu miejscach jako gliny zwałowe (Q_{3m_1}) lub jako wkładki silnie rozmyte żwirowo-otoczkowe z gliną, występujące w dole osadów fluwioglacjalnych. Gliny zwałowe w rejonie fałdu mioceńskiego zachodniego (Rozdroże) mają resztki porwaków iłu plioceńskiego. Łądolód tego stadiau swoją masą lodową ścinał i fałdował osady zlodowacenia południowopolskiego Q_2 , starszego czwartorzędu (Q_1) i trzeciorzędowe. Jego wielkość oraz siła deformująca w wykopie jest nie do odróżnienia.

Pod opisanymi utworami zachował się mocno zredukowany zespół osadów fluwioglacjalnych i zastoiskowych o miąższości 3—8 m, pochodzących ze schyłkowego okresu zlodowacenia południowopolskiego (Q_2). Strop tego zespołu osadów jest nierówny, nadcięty erozją. Osady te składają się z różnoziarnistych piasków z różnoziarnistych piasków z wkładkami żwirowymi oraz pylasto-ilastymi typu warw. Piaski są ułożone skośnie, dobrze obtoczone. W składzie petrograficznym zawierają one skały skandynawskie zubożone do najtrwalszych na wietrzenie elementów, miejscami z dość znaczną domieszką osadów preglacjalnych, plioceńskich (piasek, toczące), pochodzących z rozmycia antyklinalnych przegębów.

Przewarstwienia pylasto-piaszczyste lub ilaste w sąsiedztwie zachodniego fałdu preglacjalnego zawierają szczątki flory. W tych piaskach miejscami jest wiele rozsypanego ziarna związków żelaza. Łądolód południowopolski pierwszy zaburzył podłoże, zainicjował formy fałdowe oraz ich układ. Następnie łądolody (Q_{2g_1} , Q_{2g_2} , Q_{2g_3}) modyfikowały te formy przez ich powiększanie, ścinanie i komplikowanie a łącznie



Fot. 6. Fałd preglacjalny zachodni — osady fluwioglacjalne Q_2 ścięte przez Q_3m_3 (patrz ryc. 2). Wszystkie fotografie autora.

Photo 6 — Western preglacial fold — fluvioglacial deposits Q_2 cut by Q_3m_3 (see Fig. 2). All photographs made by the author.

z erozją i denudacją doprowadziły do stanu przedstawionego na przekroju geologicznym ryc. 2.

Szczegółowa analiza powstałych form wykazuje, że podłoże zależnie od składu i grubości ziarna, układu warstw, ich zawodnienia, czy zawilgocenia inaczej reagowało na nacisk masy lodowej zmieszanej z materiałem skalnym i inne dawało formy. Potwierdziły się tu spostrzeżenia, poczynione w innych miejscach na obszarze Warszawy i poza jej granicami, z których wynika, że utworami najbardziej wrażliwymi, reagującymi plastycznie na nacisk są zespoły pyłowo-ilaste, tworzące grube kompleksy lub zespoły przewarstwione gęsto soczewkami, cieniutkimi lub nieco grubszymi wkładkami piasku drobnego, pylastego, następnie utwory typu ilów warwowych. Trzeba tu podkreślić, że warunkiem powstania pełnej skali zaburzeń glaciektonicznych jest występowanie w podłożu tego typu zespołów osadowych. Te wygniatane, wyciskane utwory tworzyły formy ciągle, fałdowe, w których części antyklinalne mają charakter diapiry a synklinalne rozległych, rozprasowanych łęków. Diapiry formowały się w miejscu największej różnicy nacisku, a więc tuż przed czołem mas lodowych, tam gdzie utwory ilaste były na powierzchni lub w jej pobliżu oraz w miejscach, w których poszczególne bloki mas lodowych były oddzielone przerwami.

Pierwotna, zwarta struktura osadów ilasto-pylastych ulegała zniszczeniu w czasie deformacji. Jednolita zmieniła się na wiele drobnych łusek, o gładkich ścianach poślizgowych. Nowa struktura pod wpływem zmian zawodnienia (osuszenie i zawilgocenie w ścianach, odkrywkach) jest główną przyczyną niestabilności i łatwego osuwania się skarp i ścian odsłonięć. Procesem tym została obniżona ich wodoprzepuszczalność i wytrzymałość na naciski, zwiększyła się plastyczność na deformacje.

Mniej podatne na deformacyjne naciski były kompleksy piaszczyste, składające się z różnoziarnistych piasków, rzadko przedzielone wkładkami ilastymi lub pylastymi (mułki) o grubości od paru milimetrów do 1 m. Przeguby fałdowe tych kompleksów nie są ciągłe, lecz składają się z szeregu słabo zgiętych brył i części, na które zostały pocięte i przesunięte o niewielkie odległości. W czasie tego ruchu wkładki lub domieszka ilowo-pyłowa piasków była rozcierana i rozsmarowywana na ścianach przesunięć, czy też uskoków. W takich kompleksach wytworzyła się charakterystyczna sieć spękań, których ściany pokrywa

często cienka miazga ilowo-pyłowa lub ilowa. Miazga ta pod wpływem zmian zawilgocenia, zwłaszcza przy nagłym dopływie wody, daje poślizg ułatwiający odrywanie się bloków (w odkrywkach ruch osuwiskowy).

Cienkie wkładki ilaste lub smugi utworzyły pod przesuwanym naciskiem spiralne formy, zagięte kołisto, podobne do form spływowych, soliflukcyjnych. Nierzadko widzi się w piasku ilastym wtłoczenia smug lub ich zafalowania.

Grubsze (5–15 m) zespoły piaszczysto-żwirowe bez domieszki ilowo-pyłowej, leżące na kompleksach plastycznych, zostały pocięte spękaniami o nieregularnych kierunkach, miejscami tak gęsto, że przypominają makrobrekcję. Te ostatnie pojawiają się najczęściej w przegubach antyklinalnych lub w miejscach drobnych zafałdowań tuż pod spągiem glin zwałowych Q_3m_3 . W tym miejscu w warstwie o grubości ok. 2 m obserwuje się, oprócz licznych spękań, piaszczysty uskokowo słabo nachylony lub prawie równoległy do spągu tych glin. Ścinają one i przesuwiają w płaszczyźnie poziomej elementy składowe osadów. Powstały one przy nacisku lodolodu przesuwanego się na S, który zmuszał leżące pod nim osady do przemieszczania się, ewentualnie porywał przymarzające do jego dna bryły, które w czasie przesuwania były jednakże zostawiane, ponieważ tarcie piasku było silniejsze niż nacisk przesuwania.

Wielkie zespoły żwirowo-piaszczyste, grubsze niż 15 m, jednolite, amortyzowały nacisk, tym wyraźniej im były grubsze. Zespoły te, poza słabym spękaniami i zafałdowaniem, nie uległy silnej deformacji. Osady wyłącznie piaszczysto-żwirowe, jednolite, w warstwie grubszej niż głębokość nacisku lodolodu deformacji prawie nie ulegały.

W rejonie między skarpą a pl. na Rozdrożu, pod osadami Q_2 , odsłoniły się w licznych antyklinach osady mioceńsko-plioceńskie oraz starszego czwartorzędu. Kompleks miąższości ok. 55 m, składający się w dół z grubych (3–8 m) warstw ilowo-pyłowych, rozdzielonych niegrubymi wstęgami piaszczystymi, zmienia się ku górze w ten sposób, że rośnie grubość ławic piaszczystych a maleją przewarstwienia ilaste. W górze przeważają piaski różnoziarniste ze żwirami, przedzielone cienkimi warstwami ilastymi. W osadach tych nie ma materiału skandynawskiego. Przyjmuje się, że część górna tego kompleksu o miąższości ok. 10 m należy do najstarszego czwartorzędu, do tzw.

preglacjału (Q_1), pozostałe do pliocenu, a najniższe warstwy prawdopodobnie obejmują miocen.

Granice między tymi poziomami są konwencjonalne. Niższa część kompleksu, o miąższości ok. 45 m, wykazuje ten sam charakter sedimentacyjny osadów, składanych w środowisku wodnym najpierw spokojnym, a później coraz ruchliwym, wskutek spływania się go i zmian brzegowych od strony południowej, spowodowanych wypiętrzaniem się północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Ten zmienny ruch w połączeniu ze zmianami klimatycznymi i nasileniem opadów decydował o wielkości oraz ilości dopływającego osadu. Jego dziełem były przerwy sedimentacyjne. W miejscu, gdzie po dłuższej przerwie nastąpiła wielka zmiana składu litologicznego i petrograficznego przyjmując granicę między pliocenem, a starszym czwartorzędem (Q_1).

Jednostajny w pliocenie materiał kwarcowy dobrze obtoczony, wysortowany, przynoszony od wschodu ze skał krystalicznych albo z południa z wietrzejących piaskowców, zmienia się nagle po tej przerwie. Z Gór

Świętokrzyskich oraz ich północnego obrzeżenia przynoszone są kwarcyty, lidyty, rogowce, piaskowce, wapienie. Te skalne okruchy rozmaicie obtoczone, od krawędzistych do dobrze obtoczonych, mają średnicę do 10 cm. Niektóre warstwy bardzo szybko sypane zawierają jeszcze okruchy i toczące łów starszych osadów (plioceńskich, mioceńskich i preglacjalnych). Toczące o rdzawociemnej żelazistej otoczce są ponabijane żwirami. Była to więc sedimentacja krótkich, silnych wezbrań. W osadach tych występują jeszcze smugi bogate w resztki roślinne i okruchy drzew wskazujące na to, że były niewielkie bagniska albo moczary, gdzie mogły się one osadzać. Odpowiadałoby to okresom pluwialnym, które przegrodził jeden lub dwa okresy suche, chłodne o tak skąpej roślinności, że mogły się utworzyć rozległe pola piaszczyste, na których żelazek szlifował okruchy poprzednio pokryte polewą żelazistą, powstałą w bagiennych zastoiskach. Proces ten nie mógł przebiegać w ciepłym, wilgotnym klimacie pliocenu, ani nawet w jego chłodniejszych wahnieniach.

SUMMARY

Earth works carried out in the course of construction of Łazienkowska bridge route revealed in the subsurface a 3—4 m thick bed of Quaternary deposits. In its lower part the bed is built of Podlasie-Mazovian (Q_2m_2) boulder clays and gravels which are overlaid by deposits from their scouring and by upbuilt embankment.

The bed overlays erosionally truncated and glaci-tectonically folded Pleistocene and in places Tertiary deposits. Two complexes may be distinguished in these deposits: the upper Pleistocene formation, mainly built to particles and rock debris transported from the north by icesheets, and a lower complex, the main element of which is material transported from the south, from the area of the Holy Cross Mts. and their margins.

The Pleistocene complex, 10 to 50 m thick, comprises a few horizons of deposits melted out of ice masses and deposited in this area (Q_2m_2 and Q_2m_1 boulder clays). These horizons are separated by deposits from washing of these boulder clays (transversally bedded sands, gravels, and fluvio-glacial pebbles — Q_2fg_2 , Q_2fg), and by stagnant-lake deposits (bedded clays, silts with sandy streaks — Q_2z_2 , Q_2z_1 , Q_2z). In the profile displayed by the road cut the deposits Q_2 are very well-developed, whereas Q_1 deposits are greatly reduced. Tertiary-Preglacial complex is about 55 m thick. Its basal part is represented by clay layers, 3—8 m thick, intercalated by sandy streaks. Upwards the sandy deposits increase in thickness at the expense of clay layers and in the top part of this complex, there are sands and gravels with thin clay intercalations. It is assumed that the lowermost part of this complex belongs to the Miocene, central part — about 45 m thick — to the Pliocene, and the uppermost 10 m thick part represents the Preglacial (Q_1). The series assigned to the Preglacial is devoid of any exotics of northern origin.

The deposits underlying Q_2m_2 series are glaci-tectonically disturbed. In general, the older the deposits, the stronger are the disturbances. Deposits of Q_2 , Q_1 , Pl, and M series were subjected to the stress of ice masses three or four times, whereas Q_2m_1 — fg_1 — z_1 deposits — two times, and Q_2m_2 — fg_2 — z_2 — only once. The first fold forms of stress origin (narrow antyclines and wide synclines) were initiated by Q_2 ice-sheet and modified and complicated by subsequent ice-sheets. These forms could only have been formed there, where sandy deposits intercalated by clay-silty beds and laminae occurred within the zone effected by the stress of overlying ice-sheet mass. Continuous fold forms originated, when the series with predominating contribution of clay occurred close to the surface; in places where clay intercalations of sandy series were occasional, fold forms were formed of a number of blocks of different size.

РЕЗЮМЕ

В выемке под Лазенковскую артерию был вскрыт в близповерхностной зоне горизонтальный слой мощностью 3—4 м, сложенный внизу валунными глинами и гравием подляско-мазовецкой стадии (Q_2m_2), перекрытый продуктами их размыва и нанесенными осадками.

Этот слой залегает на эрозионной поверхности смятых гляциотектонически, более древних плейстоценовых и третичных отложений. В этих отложениях различаются два комплекса: верхний — плейстоценовый, сложенный, главным образом, кластическим материалом, принесенным ледником с севера, и нижний, основным компонентом которого является материал, происходящий с юга, с площади Свентокшиских гор и их обрамления.

Плейстоценовый комплекс общей мощностью 10—50 м состоит из нескольких горизонтов осадков, накопленных за счет таяния ледниковых масс (валунные глины Q_2m_2 , Q_2m_1), переслоенных продуктами размыва этих глин (косослоистые пески, гравий, галька флювиогляциального происхождения Q_2fg_2 , Q_2fg , Q_2fg) и осадками бессточных водоемов (расслоенные глины, суглинки с лентами песка Q_2z_2 , Q_2z_1 , Q_2z). В разрезе выемки наиболее полно представлены отложения Q_2 , осадки же Q_1 сильно сокращены. Третичный — предледниковый комплекс мощностью около 55 м сложен внизу слоями глин (3—8 м мощности), переслоенными прослойками песка, вытесняющими сверху глинистые слои. В кровле пески и гравий содержат маломощные глинистые прослойки. Принято считать, что нижняя часть этого комплекса представляет миоцен. Средняя, мощностью около 45 м — плиоцен, а верхняя, кровельная часть, мощностью порядка 10 м — предледниковые отложения (Q_1). Последний горизонт не содержит материала северного происхождения.

Нижележащие отложения Q_2m_2 нарушены гляциотектонически тем сильнее, чем более древний горизонт они представляют. Под нажимом ледниковых масс трижды или четырежды были нарушены отложения Q_2 , Q_1 , Pl, M, дважды отложения Q_2m_1 — fg_1 — z_1 , один раз отложения Q_2m_2 — fg_2 — z_2 . Первые складчатые формы с нажима (узкие антиклиналы и широкие синклинали) образовались под действием ледника Q_2 , следующие ледники модифицировали и усложняли эти формы.

Рассматриваемые формы возникали единственно в таких местах, где песчанистые отложения включали прослой глинисто-пелитового материала. В местах преобладания глинистого материала вблизи поверхности возникали сплошные складчатые формы, а в местах редких глинистых прослоев в песках складки состоят из ряда глыб разной величины, сдвинутых по отношению друг к другу по мелким трещинам и сбросам на небольшие расстояния.