

Edward WIENCLAW

Katedra Technologii i Organizacji Prac Wodnych i Melioracyjnych, Pracownia Hydrogeologii
Department of Technology of Land Reclamation, Works and Hydrogeology

Sytuacja hydrogeologiczna Skarpy Ursynowskiej **Hydrogeological situation of Ursynów Scarp**

Wstęp

Skarpa Ursynowska jest fragmentem Skarpy Warszawskiej. Odcinek Skarpy od Powsina do Dolinki Służewieckiej stanowi północno-wschodnią granicę gminy Warszawa-Ursynów. W obrębie Skarpy i terenów przyskarpowych występują cenne zabytki kultury, wartościowe obiekty przyrodnicze oraz tereny wyróżniające się w skali całego miasta wyjątkowymi walorami krajobrazowymi (Wolski 1997).

Od momentu powstania zespołu urbanistycznego Ursynów-Natolin, na terenach Skarpy i terenach przyskarpowych obserwuje się postępującą degradację środowiska i krajobrazu. Podstawą do działań mających na celu ograniczenie dalszej degradacji Skarpy było ustanowienie w ubiegłym roku terenów Skarpy rezerwatem przyrody oraz przyjęcie w marcu 1997 r. przez Radę Gminy Warszawa-Ursynów uchwały dotyczącej opracowania programu ochrony Skarpy Ursynowskiej (65 sesja Rady Gminy).

Przedmiotem pracy jest prezentacja sytuacji hydrogeologicznej ursynowskiego odcinka Skarpy Warszawskiej oraz wstępna ocena zmian warunków hydrogeologicznych terenów przyległych do Skarpy pod wpływem urbanizacji.

Podstawowy materiał do opracowania stanowią profile sond i otworów penetracyjnych wykonanych w rejonie Skarpy Ursynowskiej w ramach realizacji ćwiczeń terenowych z hydrogeologii ze studentami Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW, profile wierceń geotechnicznych zebrane w pracy Badziaka i Sternickiego (1985) i w pracach Mroza i Smagały (1995a, 1995b) oraz profile otworów studziennych ujęcia wód podziemnych udostępnione przez Zakład Wodociągów i Kanalizacji Wiejskich SGGW.

Położenie i wysokości względne Skarpy

Skarpa Warszawska ciągnie się po lewej stronie Wisły od okolic Czerska po Żoliborz. Jest to strome, ostro zarysowa-

ne w morfologii terenu zbocze, stanowiące krawędź wysoczyzny polodowcowej. Według ogólnej rejonizacji fizycznogeograficznej (Kondracki 1977), Skarpa Warszawska stanowi granicę dwóch mezoregionów: Równiny Warszawskiej (wysoczyzny lodowcowej) i doliny środkowej Wisły, wchodzących w skład Niziny Środkowomazowieckiej. Kolago i Chrzanowski (1975) w swej pracy *Przejawy wód podziemnych w strefie Skarpy Warszawskiej* piszą, że przebiega ona pomiędzy doliną a wysoczyzną, a określenie, że dzieli ona te dwie jednostki geomorfologiczne nie jest bardziej uzasadnione niż to, które mówi, że je łączy.

Na odcinku od Powsina do Dolinki Służewieckiej Skarpa zachowuje w swoim biegu ogólnie przebieg dość wyrównany, zbliżony do prostoliniowego, o kierunku SE – NW (rys. 1). Odległości od omawianego odcinka Skarpy do rzeki Wisły wynoszą około 5 km. Skarpa Ursynowska wznosi się nad dolinę od około 10 m do 15 m. Przeciętne pochylenie zbocza wynosi 20° – 30° , ale niekiedy przekracza 45° , nie licząc fragmentów o typie obrywów, co można obserwować zwłaszcza w Wolicy. Szerokości pasa skarpowego, rozumiane jako odległości poziome pomiędzy krawędzią górną i dolną Skarpy, wynoszą od około 50 m do ponad 100 m. Urozmaicają Skarpę wąwozy, wcinające się w wysoczyznę na odległość od 50 do 200 m. Na skutek procesów zboczowych u podnóża Skarpy utworzyły się podstokowe deluwia w kształcie połączonych stożków o nachyleniu 3° – 5° i wysokości 3–4 m. Tworzą one pod Skarpą rodzaj przypory (Mróz i

Smagała 1995), tak że w efekcie stroma Skarpa ma wysokość mniejszą (10–12 m).

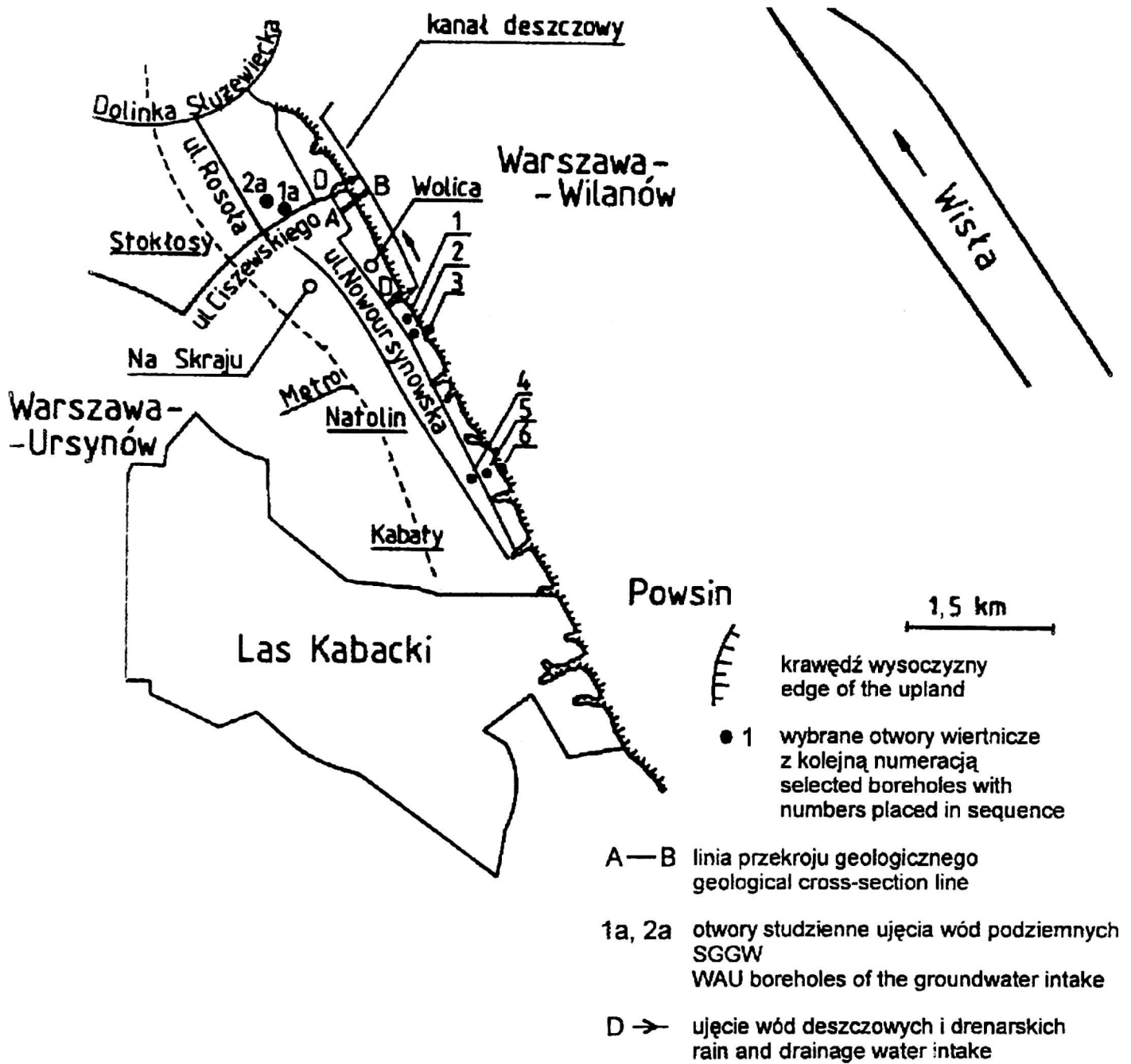
Wysoczyzna polodowcowa przedstawia się jako dość monotonna powierzchnia, której wysokości wynoszą od 24 do ponad 29 m nad „0” Wisły. Jej ostateczna morfologia jest efektem procesów zachodzących w czasie deglacjacji arealnej zlodowacenia Warty (młodsze go środkowopolskiego, Lindner 1992), późniejszej erozji i denudacji.

Przyległy do wysoczyzny taras nadzalewowy doliny Wisły powstał w czasie zlodowacenia Wisły (bałtyckiego). Powierzchnia tarasu leży na wysokości około 10 m nad „0” Wisły. Na powierzchni terenu zachowały się ślady przepływu wód Wisły w postaci podłużnych obniżeń.

Znacznych zmian dokonał i dokonuje w rzeźbie Skarpy i przyległych fragmentach wysoczyzny i doliny człowiek, np. w miejscu lokalizacji starych zabudowań i nowo powstających teren jest sztucznie wymodelowany, co przejawia się w nadbudowie zbocza, złagodzeniem stromizna zbocza w występowaniu sztucznych stopni i wykopów, wąwóz w Wolicy od lat stanowi „dzikie” składowisko odpadów budowlanych i komunalnych, a w dolinie, w odległości około 150–200 m od Skarpy, przebiega obwałowany kanał deszczowy.

Zarys budowy geologicznej

Dość powszechnie uważa się, że Skarpa Warszawska powstała w wyniku erozyjnej działalności Wisły. Tak między innymi uważają cytowani wcześniej Ko-



Rys. 1. Szkic lokalizacyjny Skarpy Ursynowskiej
 Fig. 1. Location sketch of the Ursynów Scarp

lago i Chrzanowski (1975), którzy piszą: „Wytworzona została ona przez działalność erozyjną Wisły w dłuższym okresie czasu, do chwili obecnej”. Podobne stanowisko odnośnie genezy Skarpy można znaleźć w młodszych opracowaniach wspominających o pochodzeniu Skarpy. Na przykład Mróz i Smagała (1995a i

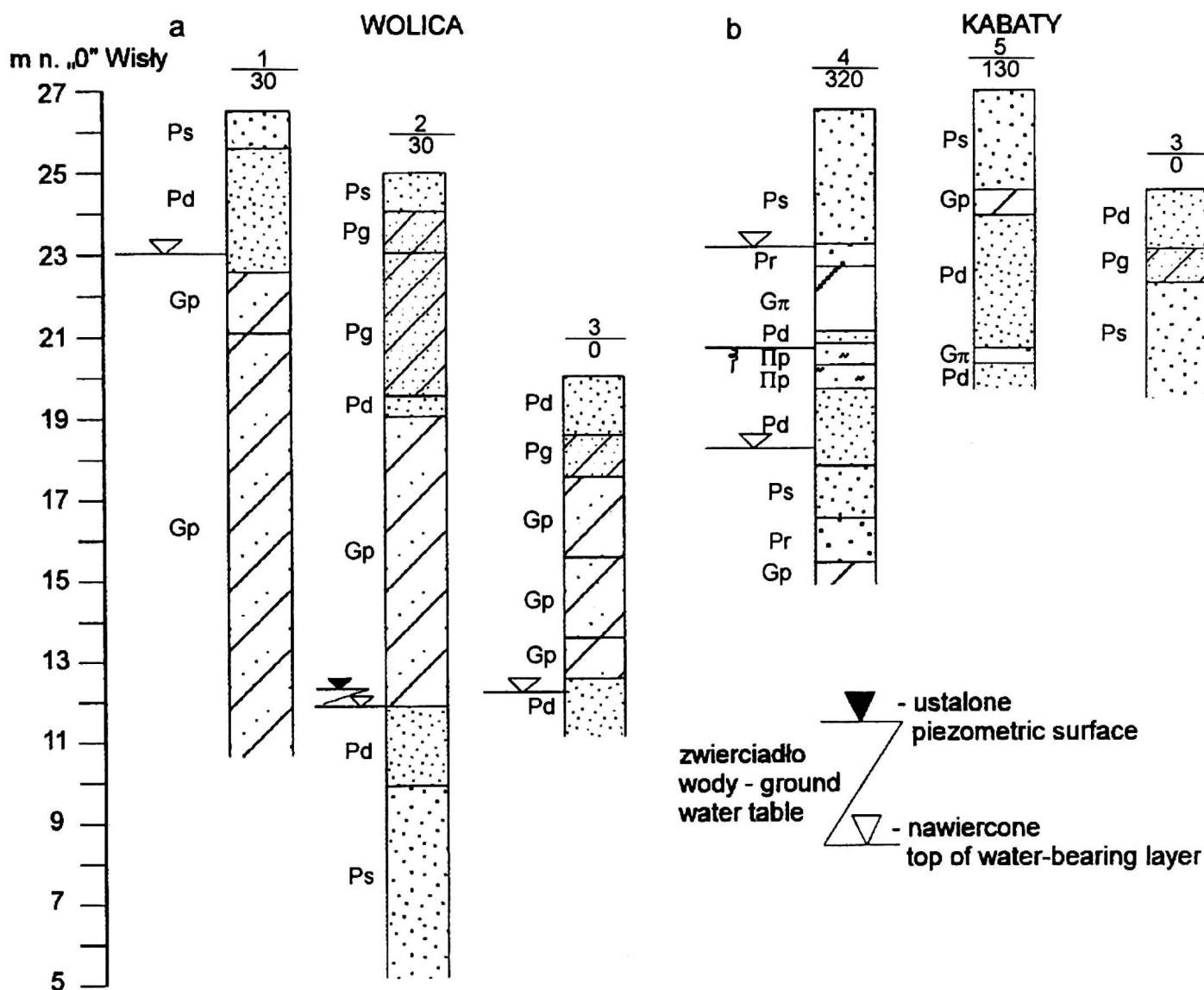
1995b) w pracach dotyczących oceny warunków geologicznych i hydrogeologicznych dla planu zagospodarowania przestrzennego Natolina i Wolicy podają, że równocześnie z akumulacją serii tarasowej w wyniku erozji bocznej Wisły powstała Skarpa.

Opierając się między innymi na pracach Brykczyńskiego (1982), Falkowskiego (1982, 1984 i inne), Laskowskiego (1992) i Lindnera (1992), dotyczących genezy i budowy geologicznej doliny Wisły mazowieckiej, należy przyjąć, że Skarpa nie jest wyłącznie dziełem rzeki Wisły. Skarpa Warszawska jest formą poligeniczną. Pierwotnie dolina była modelowana przez wody płynące w miękkim podłożu trzeciorzędowym zbudowanym z iłówpstrych. Modyfikacje w przebiegu doliny Prawisły wniosły lodowce, kilkakrotnie pokrywające dolinę i przyległe wysoczyzny w plejstocenie. Jężory lodowcowe nasuwających się czasz łądolodu poszerzały dolinę i spiętrzały znacznie jej skarpy. Wody lodowcowe, którym dolina z martwym lodem służyła za trasę przepływu, również erodowały i rzeźbiły wcześniej uformowaną dolinę oraz osadzały w niej materiał piaszczysto-żwirowy. Według Falkowskiego Wisła mazowiecka zaadaptowała na trasę swojego przepływu już istniejącą dolinę glacialną, a rzeczywista rola Wisły w historii geologicznej ograniczała się do obniżania dna doliny lub jego podwyższania, dzięki czemu uformowały się w jej granicach tarasy.

Omawiany obszar znajduje się w Niecce Mazowieckiej, rozległej depresji powstałej w trzeciorzędzie (Stupnicka 1981). Kredowe dno niecki stanowią margle, opoki i gezy, których strop leży na głębokości 240–220 m poniżej „0” Wisły. Struktura ta wypełniona jest detrytycznymi osadami trzeciorzędowymi o ogólnej miąższości ponad 200 m. Górną część profilu trzeciorzędu stanowią osady plioceńskie, które reprezentowane są przez kompleks iłówpstrych z soczewami i warstwami do kilkunastu metrów piasków i pyłów. Miąższość iłówplicieńskich jest zmienna i wynosi około 50 m w dolinie Wisły (na południe od Powsina), ponad 100 m na terenie SGGW (w pobliżu skrzyżowania ulic Rosoła i Ciszewskiego) i 130 m w strefie krawędziowej wysoczyzny. Powierzchnia stropowa utworów plioceńskich, kształtowana pod wpływem procesów glacitektonicznych, jak i działalności erozyjnej wód interglacialnych, znajduje się na różnych wysokościach: od 90 m poniżej „0” Wisły w miejscach rozcięć erozyjnych do kilku metrów poniżej „0” Wisły na obszarze wyniesień.

Zróżnicowaną powierzchnię stropową iłówplicieńskich przykrywa kompleks osadów czwartorzędowych o zmiennej miąższości, od kilkunastu, a być może kilku metrów wzdłuż wypiętrzenia iłówplicieńskich w strefie krawędziowej wysoczyzny do ponad 100 m w strefie dolin kopalnych (Sarnacka 1976 i 1980). Podstawowe zespoły osadowe wiążą się z akumulacją lodowcową i wodnolodowcową w obrębie wysoczyzny morenowej oraz z akumulacją lodowcową, wodnolodowcową i rzeczno-łądolodową w granicach obecnego systemu dolinnego Wisły.

Sytuację geologiczną Skarpy Ursynowskiej dokumentują wybrane profile litologiczne otworów penetracyjnych, wykonanych na terenie Kabat i Wolicy (rys. 2), przekrój geologiczny przez osady czwartorzędowe, zlokalizowany w pobliżu ul. Ciszewskiego (rys. 3), i szczegółowy przekrój geologiczny przez osady deluwialne (rys. 4) oraz profile geologiczne otworów wiertniczych ujęcia wód podziemnych SGGW w Ursynowie (rys. 5).

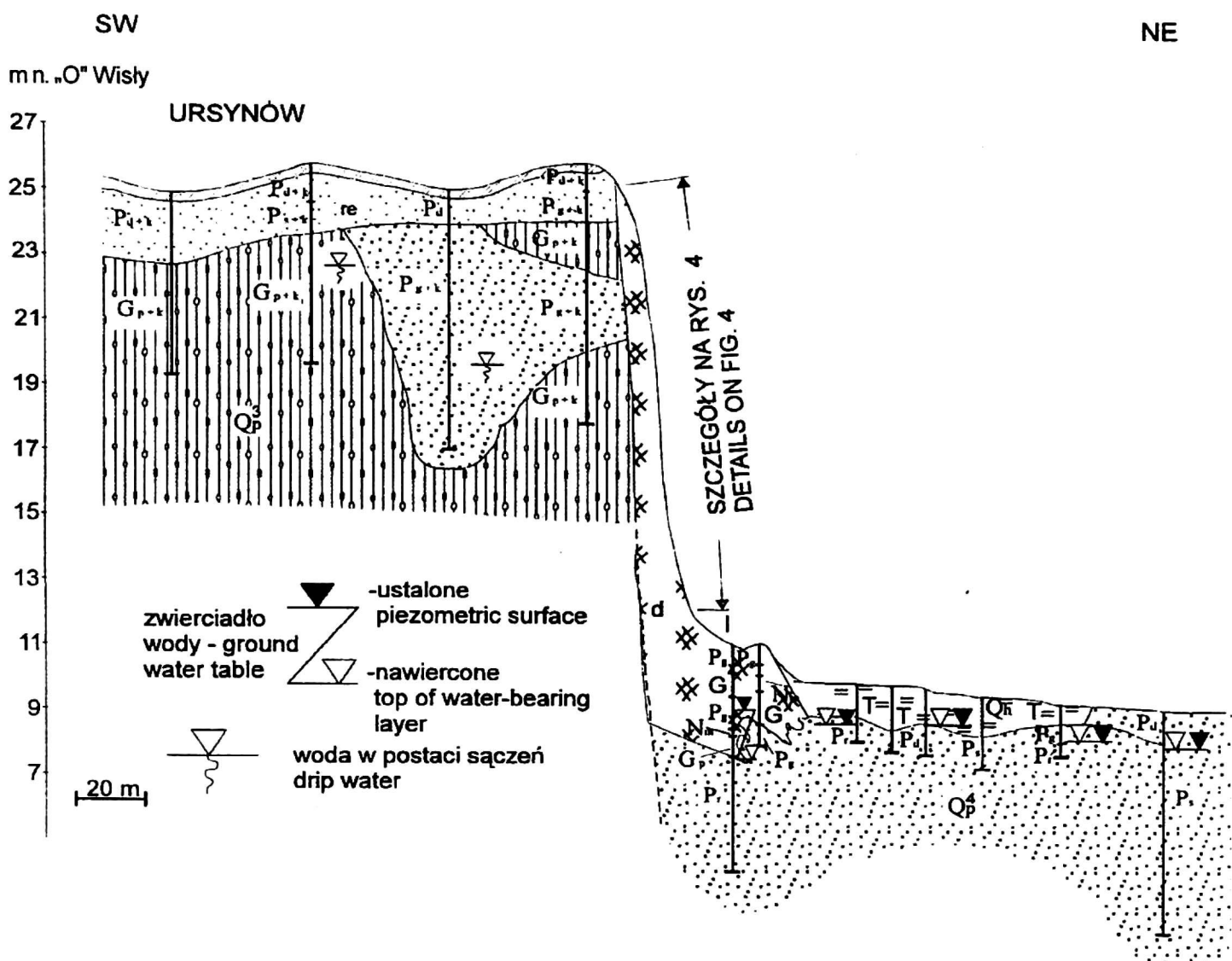


Rys. 2. Profile litologiczne czwartorzędu Skarpy Ursynowskiej; Pd – piasek drobnoziarnisty, Pg – piasek gliniasty, Po – pospółka, Pr – piasek gruboziarnisty, Ps – piasek średnioziarnisty, Πp – pył piaszczysty, Ż – żwir, Gp – glina piaszczysta, Gπ – glina pylasta (wybrano z prac Mroza i Smagała 1995a i 1995b; nad profilem znajduje się jego numer, poniżej numeru odległość w jakiej jest on położony od górnej krawędzi zbocza)

Fig. 2. Litological profiles of Quaternary deposits at Ursynów Scarp; Pd – fine sand, Pg – clayey sand, Po – sandy gravel, Pr – coarse sand, Ps – medium sand, Πp – sandy silt, Ż – gravel, Gp – sandy clay, Gπ – silty clay (Mroz and Smagała 1995a and 1995b; above each profile are shown number and distance from the crest of the scarp)

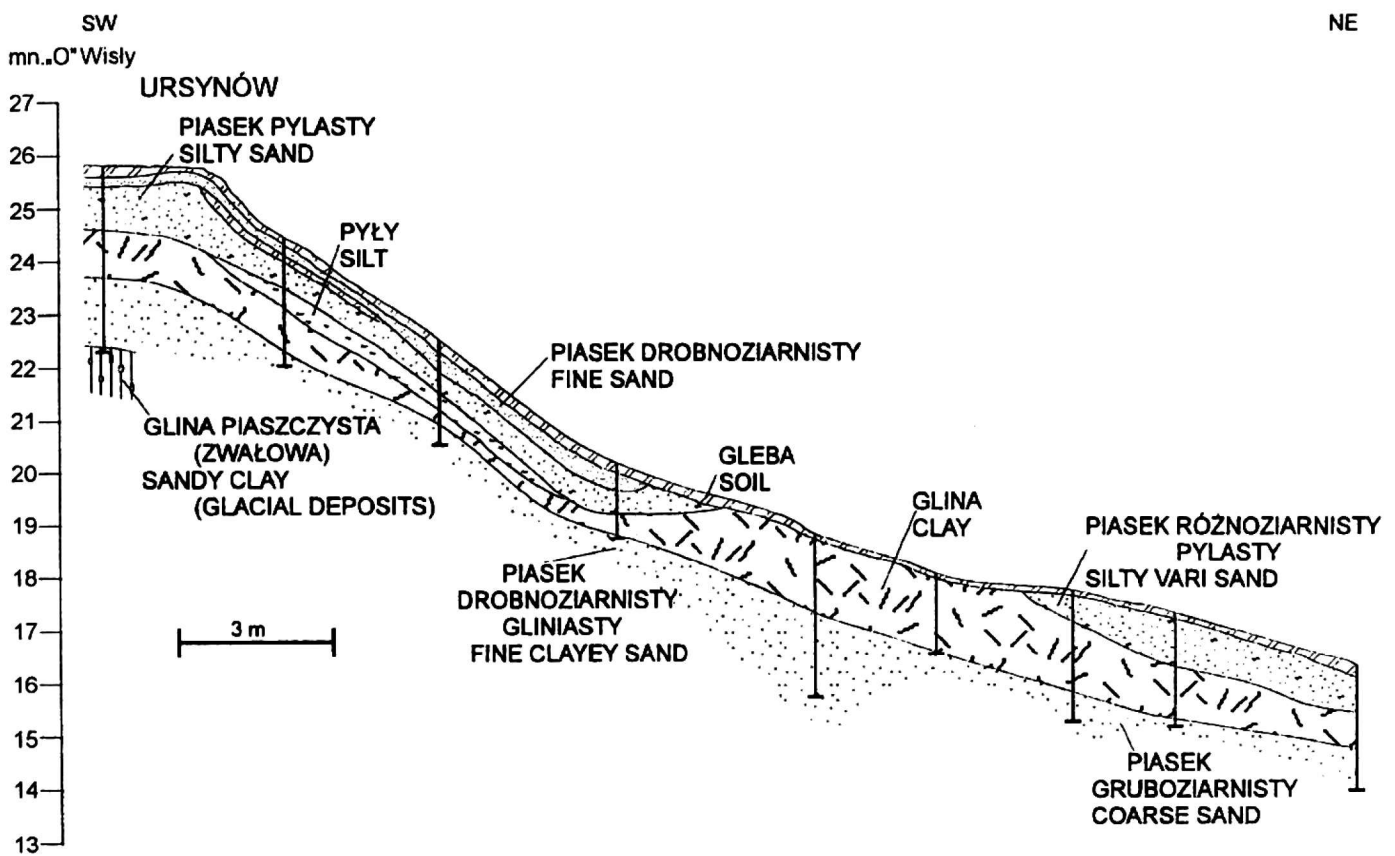
Budowa geologiczna terenu wysoczyzny przedstawia się następująco: na pstrych łąkach pliocenu lub lokalnie na zastoiskowych łąkach pylastych megaglacjału południowopolskiego leżą osady interglacjału mazowieckiego. Wykształcone są one w postaci przekątnie warstwowanych piasków średnio- i drobnoziarnistych w stanie zagęszczonym i

średnio zagęszczonym. Podrzednie występują w nich piaski gruboziarniste, pylaste i pospółki. W części stropowej przewarstwione są pyłami piaszczystymi i pyłami. Tworzą one jednolitą i grubą warstwę o ciągłym rozprzestrzenieniu. Miąższość tych utworów w rejonie skarpy wynosi przeważnie 15–25 m. Strop osadów interglacjału mazowieckiego



Rys. 3. Przekrój geologiczny przez osady czwartorzędowe Skarpy Ursynowskiej; Pd – piasek drobnoziarnisty, Pd + k – piasek drobnoziarnisty z otoczkami, Pg – piasek gliniasty, Pg + k – piasek gliniasty z otoczkami, Pr – piasek gruboziarnisty, Ps – piasek średnioziarnisty, Nm – mułki, G – glina, Gp – glina piaszczysta, Gp + k – glina piaszczysta z otoczkami, d – deluwia, re – rezydwa gliny zwałowej, Q_p^3 – zlodowacenie Warty, Q_p^4 – zlodowacenie Wisły, Q_h – holocen (wykonano na podstawie wyników terenowych prac hydrogeologicznych studentów Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW oraz pracy Badziaka i Sternickiego 1985)

Fig. 3. Geologic section in Quaternary sediments of the Ursynów Scarp; Pd – fine sand, Pd + k – fine sand with pebbles, Pg – clayey sand, Pg + k – clayey sand with pebbles, Pr – coarse sand, Ps – medium sand, Nm – mud (silts), G – silty clay, Gp – sandy clay, Gp + k – sandy clay with pebbles, d – deluvial mud, re – residual deposits, Q_p^3 – Warta Glaciation, Q_p^4 – Wisła Glaciation, Q_h – Holocene (the profiles had been prepared on the basis of field works executed by students of the Faculty of Land Reclamation and Environmental Engineering, Warsaw Agricultural University, and works reported by Badziak and Sternicki 1985)



Rys. 4. Szczegółowy przekrój geologiczny przez osady deluwialne Skarpy Ursynowskiej
 Fig. 4. Detailed geologic section in deluvial mud of the Ursynów Scarp

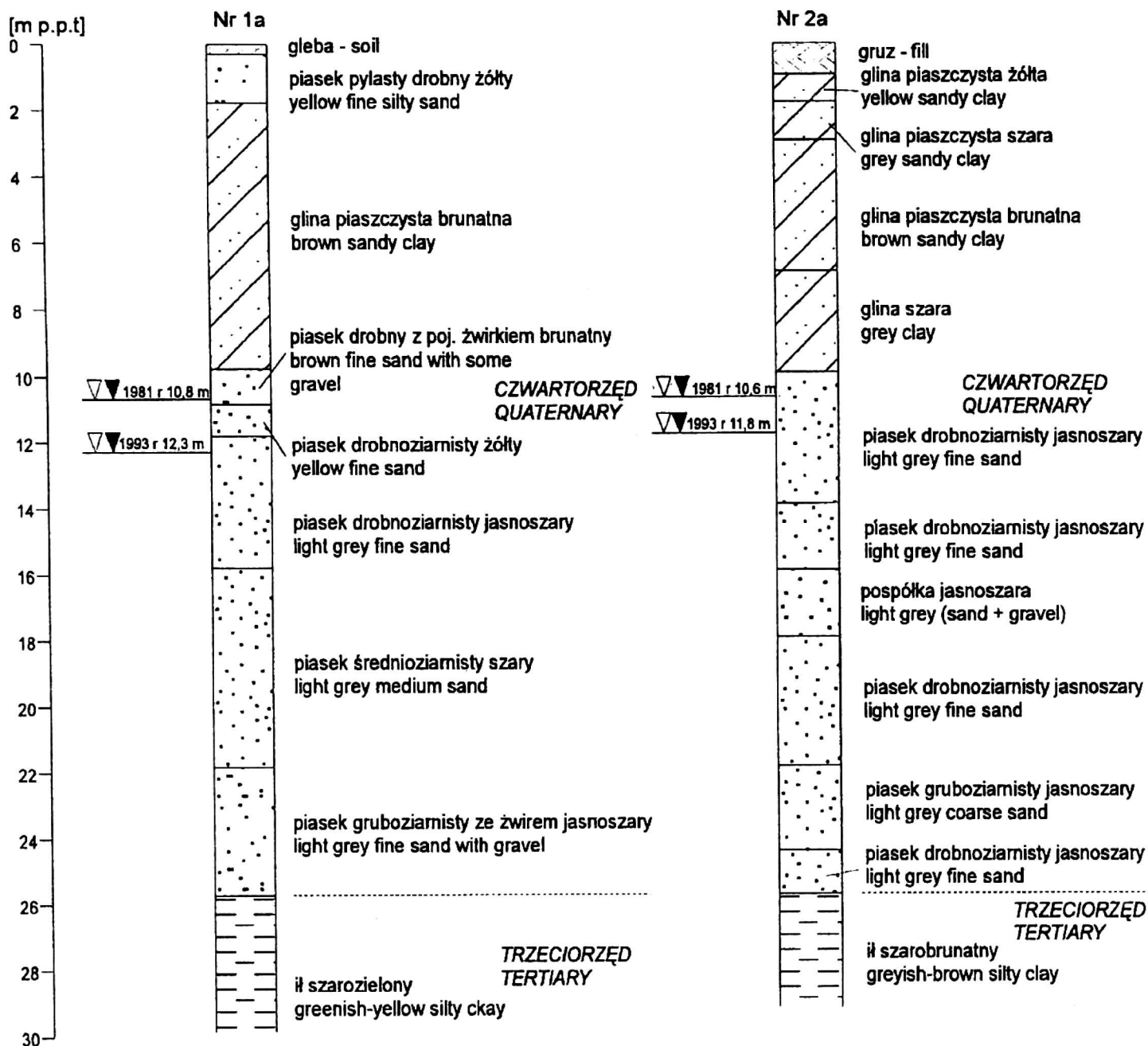
jest, w wyniku procesów erozji i glacitektoniki, morfologicznie zróżnicowany i występuje na głębokości od ponad 20 m do około 10 m poniżej powierzchni terenu.

Na terenie Ursynowa Południowego i Wolicy, na utworach interglacjału mazowieckiego występują silnie zaburzone glacitektonicznie gliny zwałowe megaglacjału środkowopolskiego. Wyniki badań uziarnienia pozwoliły sklasyfikować gliny zwałowe jako gliny, gliny piaszczyste i gliny pylaste z otoczkami skał pochodzenia północnego. Są to grunty o konsystencji w stanie zwartym i półzwartym. W obrębie gliny zwałowej, w formie przewarstwień i soczew, występują lodowcowe piaski gliniaste. Na terenie Ursynowa Południowego od powierzchni terenu do głębokości 1–1,5 m, a na terenie Wolicy do głębokości 4 m nie są to

typowe skały polodowcowe, lecz rezydualne gliny zwałowej, reprezentowane przez piaski ze żwirami i głazami. Towarzyszą im piaszczyste osady rzeczne (w spągu wodnolodowcowe) i kemów.

Nieco inna sytuacja geologiczna występuje na wysoczyźnie w rejonie środkowej części Kabat, gdzie istnieje uformowane w glinie zwałowej nieckowate obniżenie o genezie wytopiskowej (Mróz i Smagała 1995a). Obniżenie wypełniają osady wodnolodowcowe (piaski różnych frakcji, miejscami ze żwirem), zastoiskowe (mułki, ły i piaski pylaste) oraz gliny zwałowe i soliflukcyjne (spływowe). Wymienione osady nie tworzą ciągłych warstw, lecz pakiety o ograniczonym rozprzestrzenieniu, zmiennej miąższości i zróżnicowanej wzajemnej konfiguracji.

Na zboczu wysoczyzny (często w postaci stożków usypiskowych zamasko-



Rys. 5. Profile geologiczne otworów wiertniczych ujęcia wód podziemnych SGGW z Ursynowa
 Fig. 5. Borehole geological profiles of the Warsaw Agricultural University groundwater intake wells at Ursynów

wanych roślinnością) i u jej podnóża za-
 legają utwory deluwialne wieku plejsto-
 cen-holocen (por. rys. 2 i 3). Są to war-
 stewki piasku gliniastego, gliny piasz-
 czystej, gliny, namulów piasku i pyłu
 oraz gleby, swoim ułożeniem nawiązują-
 ce do powierzchni zbocza. Ich łączna
 miąższość wynosi od kilkunastu centy-
 metrów, w górnej części krawędzi zbo-
 cza do ponad trzech metrów u podnóża

Skarpy, w kontakcie z utworami rzeczny-
 mi doliny Wisły. W wąwozie, obok pała-
 cu w Ursynowie, otworem o głębokości
 6 m nie przewiercono deluwialnych pia-
 sków pylastych i pyłów piaszczystych
 oraz wymieszanych z nimi gruntów na-
 sypowych. Wierzchnie warstewki utwo-
 rów deluwialnych można zaliczyć do ho-
 locenu, natomiast dolne (zwłaszcza w

strefie doliny) osadziły się wcześniej, w plejstocenie.

Aluwia wiślane przylegające do Skarpy mają zmienną miąższość, od paru do ponad 10,0 m. Zalegają one na glaci-tektonicznie zaburzonych iłach pstrych pliocenu, glinach zwałowych lub piaskach i żwirach rzek lodowcowych (Falkowski 1982, Laskowski 1992, Sarnacka 1976 i 1980).

Taras budują głównie utwory korytowe, reprezentowane przez piaski drobnoziarniste i średnioziarniste, równowiekowe zlodowaceniowi Wisły. Na utworach korytowych występują płyty holocen-skich utworów powodziowych o miąższości 0,5–2,0 m, wykształcone jako pyły, gliny piaszczyste i piaski gliniaste. Starorzecza i lokalne obniżenia bezodpływowe wypełnione są namułami torfiastymi i torfem o miąższości około 1,0 m.

Występowanie wód podziemnych w osadach czwartorzędowych

Na terenie wysoczyzny praktycznie występuje jeden poziom wodonośny, związany głównie z osadami interglacjału mazowieckiego. Wartości współczynnika wodoprzepuszczalności gruntów tej serii określone na podstawie próbnich pompowań wynoszą: $k = 5 \times 10^{-4} - 8 \times 10^{-4}$ m/s. Przeważnie swobodne zwierciadło wody podziemnej położone jest na wysokości od 11 do 13 m nad „0” Wisły (od 10 do 12 m poniżej powierzchni terenu). Lokalnie, tam gdzie spąg glin zwałowych występuje głębiej (por. rys. 2),

interglacialny poziom wodonośny może charakteryzować się zwierciadłem napiętym.

Wody podziemne interglacialnego poziomu wodonośnego ujmowane są studniami wierconymi z przeznaczeniem tych wód do picia lub do celów gospodarczych. Mimo jeszcze stosunkowo wysokiej jakości, nie spełniają one wymagań stawianych wodzie do picia i na potrzeby gospodarcze. Są więc uzdatniane (Wiencław i in. 1995). Wykazują one intensywniejszą barwę w stosunku do wartości dopuszczalnej 20 mg Pt/dm^3 . Ponadto zawartość żelaza kilkakrotnie przekracza dopuszczalną wartość $0,5 \text{ mg Fe/dm}^3$, a stężenie jonów manganu w ujmowanych wodach jest dużo wyższe od dopuszczalnego $0,1 \text{ mg Mn/dm}^3$.

Zalegające na osadach interglacjału mazowieckiego gliny zwałowe charakteryzują się dobrze wykształconym systemem spękań, przez który może zachodzić infiltracja wód opadowych (Paczyński 1987, Perek 1987). W opisywanej sytuacji hydrogeologicznej Skarpy Ursynowskiej gliny zwałowe stanowią ośrodek słabo przepuszczalny o znacznej pojemności wodnej, w którym dominuje pionowy kierunek przepływu (przesączania). Zawodnienie glin i osadów piaszczystych występujących w obrębie glin, a także osadów piaszczystych zalegających na glinach związane jest przede wszystkim z opadami atmosferycznymi: w czasie roztopów wiosennych i po silnych długotrwałych opadach ich zawodnienie wzrasta, w okresie suszy niemal zanika.

Na zboczu nie obserwuje się przejawów wód podziemnych na powierzchni

terenu – Skarpa jest „sucha”. Okresowo wąwozami odbywa się spływ wód opadowych i roztopowych z wysoczyzny.

W dolinie występowanie przypowierzchniowych wód podziemnych związane jest głównie z piaskami tarasu nadzalewowego. Współczynnik wodoprzepuszczalności tych utworów, określony na podstawie badań wzniosu wody w studni, oszacowano na około $k = 2 \times 10^{-4}$ m/s. Wody podziemne w dolinie mają zwierciadło swobodne. Tylko w strefie przykrawędziowej wysoczyzny wody w dolinie mogą charakteryzować się zwierciadłem napiętym (por. rys. 3). Zwierciadło wody występuje płytko pod powierzchnią terenu, przeważnie na głębokości od 1 m w obniżeniach terenu (przy stanach wysokich woda często stagnuje na powierzchni) do 2 m w wyższych partiach terenu doliny. Wahania zwierciadła wody zawierają się w przedziale około 1 m.

Wody podziemne aluwiiów są ujmowane do celów gospodarczych przez tujejszych mieszkańców i działkowiczów studniami wierconymi („abisynkami”). Pawłat i Wanke badając jakość tych wód w czerwcu 1995 r. stwierdzili znaczne przekroczenie dopuszczalnych dla celów pitnych i gospodarczych wartości kilku wskaźników, m.in.: amoniaku i siarkowodoru.

Mróz i Smagała (1995) w ocenie warunków geologicznych i hydrogeologicznych dla planu zagospodarowania przestrzennego Kabat i Wolicy podają, że wody podziemne wysoczyzny i doliny Wisły pozostają we wzajemnym kontakcie oraz, że podziemny przepływ wód z

wysoczyzny do doliny odbywa się na poziomie poniżej podstawy Skarpy.

Dolina Wisły mazowieckiej niewątpliwie stanowi strefę drenażu wód podziemnych występujących w przyległej do doliny części wysoczyzny polodowcowej. Należy jednakże w tym miejscu silnie podkreślić (za Falkowskim 1980), że najczęściej nie istnieje praktycznie pełny i bezpośredni kontakt hydrauliczny między wodami w aluwiiach i wodami gruntowymi wysoczyzn na Nizinie Polskiej, a drenaż wysoczyzny odbywa się w sposób złożony. Dotychczas, zdaniem autora niniejszej pracy, zagadnienie współzależności wód podziemnych doliny i wód podziemnych wysoczyzny dla strefy przyległej do Skarpy Ursynowskiej, nie zostało ściśle opracowane. Zmusza to do stosowania wielkiej ostrożności przy opracowywaniu warunków hydrogeologicznych rejonu Skarpy, a szczególnie w prognozowaniu zmian warunków hydrogeologicznych.

Wstępna ocena zmian warunków hydrogeologicznych wywołanych urbanizacją

W ostatnim 20-leciu, w rejonie Skarpy Ursynowskiej na wysoczyźnie powstały nowe osiedla mieszkaniowe: Kabaty, Natolin, Wolica, Na Skraju i Stokłosy. Wybudowano metro, przebiegające w odległości 1–1,5 km od Skarpy. Na terenach SGGW, pomiędzy ulicami Nowoursynowską i Rosoła powstały m.in. nowe budynki Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska, Wydziału Ogrodni-

czego i Wydziału Weterynarii oraz domy studenckie. W ten sposób znaczne obszary wysoczyzny pozbawiono możliwości infiltracji wód opadowych do gruntu. Te z wód opadowych, które przedostają się do gruntu (do glin, piasków występujących w obrębie glin i piasków zalegających na glinach), są z kolei częściowo lub całkowicie likwidowane przez odwodnienia drenażowe zabudowań oraz głęboką kanalizację.

Przekształcenie warunków zasilania i drenażu przypowierzchniowych wód podziemnych terenu wysoczyzny nie pozostaje bez wpływu na dynamikę wód podziemnych użytkowego poziomu interglacjalnego i na jego zasoby oraz na przejawy wód podziemnych na zboczu wysoczyzny.

Oceniając tendencję zmian w dynamice wód podziemnych poziomu interglacjalnego i tendencję zmian zasobów wód podziemnych tego poziomu, przez ocenę zmian położenia zwierciadła wód w studniach ujęcia SGGW (por. rys. 5), należy wskazać na obniżanie się zwierciadła wód i towarzyszące temu procesowi ubożenie zasobów wód podziemnych w rejonie Skarpy. W otworze nr 1a, w roku 1981, zwierciadło wody nawierczone i ustalone znajdowało się na głębokości 10,8 m, a w roku 1993 już na głębokości 12,3 m. W otworze nr 2a, w roku 1981 zwierciadło wody nawierczone i ustalone znajdowało się na głębokości 10,6 m, natomiast w roku 1993 na głębokości 11,8 m. Łatwo można zauważyć, jak bardzo obniżył się poziom wód podziemnych w rozpatrywanym okresie: w studni nr 1a o 1,5 m, a w studni nr 2a o 1,2 m. Takiej wielkości obniżenia zwier-

ciadła wód podziemnych poziomu interglacjalnego odpowiada zmniejszenie zasobów statycznych o około 10%.

Cały odcinek podskarpowy był dawniej bogaty w wysięki i źródła (Kolago i Chrzanowski 1975). Obecnie nie obserwuje się przejawów wód podziemnych na powierzchni zbocza wysoczyzny. Jeszcze na początku lat osiemdziesiątych, w pobliżu Dolinki Służewieckiej u podnóża Skarpy, poniżej jednego z najstarszych kościołów warszawskich – kościoła św. Katarzyny, znajdował się mały wyciek ze studzienką (wcześniej wypływ był obfitszy). W tym samym czasie w Wolicy, w centralnej części stoku, czynna była studnia kopana, z której okoliczni gospodarze zaopatrywali się w wodę – od kilku lat studnia jest „sucha”.

Wpływ rozbudowującego się ciągle zespołu urbanistycznego Ursynów-Natolin, przejawia się także w zmianie jakości wód czwartorzędowego piętra wodonośnego na wysoczyźnie. Zajac (1996) oraz Reczek i Siwiec (1997), porównując jakość wód pobieranych przez ujęcie SGGW w ciągu lat, stwierdzają wzrost zawartości węglanów, żelaza, manganu i amoniaku. Według Zajaca, w ciągu ostatnich piętnastu lat (od 1981 r. do 1996 r.) zawartość węglanów wzrosła z 16–18 mg do 25–27 mg $\text{CaCO}_3/\text{dm}^3$. Znacznie zwiększyła się zawartość żelaza, z 1,0–2,0 mg do 3,8–4,0 mg Fe/dm^3 (wpłynęło to na zwiększenie mętności i barwy wody). Ilość manganu wzrosła z około 0,2 do około 0,3 mg Mn/dm^3 . Zawartość amoniaku wzrosła z 0,14–0,2 do 0,32–0,36 mg NH_3/dm^3 , natomiast zawartość azotanów, mimo okresowych wahań, ogólnie utrzymuje się na dość ni-

skim poziomie, poniżej 0,1 mg NO_3/dm^3 .

Należy liczyć się z możliwością dalszego pogorszenia jakości wód podziemnych, występujących w osadach czwartorzędowych wysoczyzny w rejonie Skarpy Ursynowskiej. Obecnie niemal na całym obszarze Warszawy ze starszą zabudową wody podziemne występujące w utworach czwartorzędowych wykazują znaczne pogorszenie jakości i podwyższoną mineralizację (Paczyński 1987). Dotyczy to zwłaszcza Śródmieścia i obniżenia służewieckiego, gdzie mineralizacja od $800 \text{ mg}/\text{dm}^3$ do ponad $1000 \text{ mg}/\text{dm}^3$, zawartość jonu chlorkowego ok. $180 \text{ mg}/\text{dm}^3$ oraz jonu siarczanowego do $280 \text{ mg}/\text{dm}^3$ wskazują na zanieczyszczenia powierzchniowe.

Dynamika wód podziemnych doliny w rejonie Skarpy Ursynowskiej jest kształtowana w znacznym stopniu przepływem w kanale deszczowym (por. rys. 1) i przez towarzyszącą kanałowi sieć melioracyjną. Kanał deszczowy przebiega od Potoku Służewieckiego do wylotu kolektora z ul. Płaskowickiej w Natolinie. Kanał o głębokości 1,4–1,7 m w stosunku do powierzchni terenu ma przekrój dwudzielny. Koryto dolne prowadzi przepływ niski, na który składają się wody melioracyjne (dopływ $Q = 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$), wody infiltracyjne i wody deszczowe. Koryto duże prowadzi przepływy maksymalne, na które to składają się wody deszczowe z terenu Natolina (dopływ $Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$) i Ursynowa Południowego (dopływ $Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}$) (Pawłat i Wolski 1993). W okresie intensywnych opadów deszczu i w czasie roztopów kanał zasila wody podziemne doliny, w okresie suszy

jest obiektem drenującym wody podziemne. Kanał deszczowy, poza ściekami opadowymi, prowadzi także – co wielokrotnie obserwowano – różnego rodzaju ścieki przemysłowe. Należy stwierdzić, że kanał deszczowy stanowi poważne źródło zanieczyszczeń wód podziemnych doliny.

Wnioski

1. W okresie ostatniego 20-lecia, od momentu powstania zespołu urbanistycznego Ursynów-Natolin, na terenach Skarpy Ursynowskiej obserwuje się postępującą degradację środowiska wód podziemnych.

2. Na terenie wysoczyzny degradacja środowiska wód podziemnych przejawia się w następujących formach: w obniżeniu poziomu przypowierzchniowych wód podziemnych lub wręcz ich zaniku; w obniżeniu zwierciadła interglacjalnego użytkowego poziomu wodonośnego o 1,2–1,5 m, co odpowiada zmniejszeniu zasobów statycznych o około 10%; w pogorszeniu jakości wód interglacjalnego użytkowego poziomu wodonośnego (wzrost zawartości węglanów, żelaza, manganu i amoniaku).

3. Na terenie doliny Wisły degradacja środowiska wód podziemnych przejawia się głównie w pogorszeniu ich jakości – przekroczenie dopuszczalnych dla celów pitnych i gospodarczych wartości kilku wskaźników, m.in.: amoniaku i siarkowodoru.

Literatura

- BADZIAK B., STERNICKI W. 1985: *Dokumentacja techniczna badań podłoża gruntowego. Osiedle Ursynów Południowy B III, Warszawa-Ursynów.*
- BRYKCZYŃSKI M. 1982: *Glacitektonika krańdowiowa w Kotlinie Warszawskiej i Kotlinie Płockiej.* Prace Muzeum Ziemi, nr 35.
- FALKOWSKI E. 1980: *Zasady ustalania schematycznego przekroju geologicznego dolinnych jednostek geomorfologicznych dla celów inżyniersko-geologicznych i hydrogeologicznych.* Przegląd Geologiczny nr 9.
- FALKOWSKI E. 1982: *Wista Mazowiecka.* W: A. Piskozub (red.): *Wista. Monografia rzeki 137–150.* Wydaw. Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- FALKOWSKI E. 1984: *Geologiczne warunki kształtowania się odcinka Wisły warszawskiej.* Sympozjum pn. „Problemy zaopatrzenia w wodę Warszawy, Warszawa.
- KOLAGO C., CHRZANOWSKI A. 1975: *Przejawy wód podziemnych w strefie skarpy warszawskiej. Stan aktualny i tendencje zmian oraz możliwości wykorzystania.* Prace i Materiały Techniczno-Ekonomicznej Rady Naukowej przy Urzędzie Miasta Warszawy.
- KONDRACKI J. 1977: *Regiony fizycznogeograficzne Polski.* Wydaw. UW, Warszawa.
- LASKOWSKI K. 1992: *Serie litogenetyczne doliny Wisły* UW, Warszawa (maszynopis).
- LINDNER L. (red.) 1992: *Czwartorzęd, osady, metody badań, stratygrafia.* Wydaw. PAE, Warszawa.
- Materiały archiwalne otworów studziennych. Zakład Wodociągów i Kanalizacji Wiejskich SGGW, Warszawa.
- MRÓZ W.J., SMAGAŁA S. 1995a: *Ocena warunków geologicznych i hydrogeologicznych do planu zagospodarowania przestrzennego osiedla Kabaty.* Pracownia Ekofizjografii, sp. cywil. Warszawa (maszynopis).
- MRÓZ W.J., SMAGAŁA S. 1995b: *Ocena warunków geologicznych i hydrogeologicznych do planu zagospodarowania przestrzennego Wolicy.* Pracownia Ekofizjografii, sp. cywil. Warszawa, (maszynopis).
- PACZYŃSKI B. 1987: *Warunki hydrogeologiczne na trasie I linii metra w Warszawie.* Przegląd Geologiczny nr 2 (406).
- PAWŁAT H., WANKE A. 1995: *Charakterystyka warunków gruntowo-wodnych fragmentu tarasu doliny Wisły, obejmującego łąki SGGW i tereny osiedla przy ulicy Rzodkiewki SGGW, Warszawa, (maszynopis).*
- PAWŁAT H., WOLSKI P. 1993: *Ocena możliwości zagospodarowania terenów osiedla przy ulicy Rzodkiewki w Warszawie.* Biuro Konsultacyjne Inżynieria Środowiska, sp. cywil., Warszawa, (maszynopis).
- PEREK M. 1987: *Geologiczno-inżynierski przekrój wzdłuż I linii metra w Warszawie.* Przegląd Geologiczny nr 2 (406).
- RECZEK L., SIWIEC T. 1997: *Analiza zmian jakości wody z utworów trzecio- i czwartorzędowych na przykładzie wód pochodzących ze studni SGGW.* Przegł. Nauk. Wydz. Mel. i Inż. Środ. Wydaw. SGGW, Warszawa.
- SARNACKA Z. 1974: *Szczegółowa mapa geologiczna Polski – Piaseczno.* Wydaw. Geolog., Warszawa.
- SARNACKA Z. 1980: *Szczegółowa mapa geologiczna Polski – Warszawa Wschód.* Wydaw. Geolog., Warszawa.
- STUPNICKA E. 1989: *Geologia regionalna Polski.* Wydaw. Geolog., Warszawa.
- WIENCŁAW E., SIWIEC T., GRUNWALD P., MORAWSKI D. 1996: *Jakość wód podziemnych ujmowanych w Naukowo-Badawczej Stacji Wodociągowej SGGW w Ursynowie.* Przegł. Nauk. Wydz. Mel. i Inż. Środ., Zeszyt 6. Wydaw. SGGW, Warszawa.
- WOLSKI P. 1997: *Zarys programu ochrony Skarpy Ursynowskiej (maszynopis).* SGGW Warszawa.
- Wyniki terenowych prac hydrogeologicznych studentów Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW.* Warszawa (ostatnie dziesięciolecie 1988–1998)
- ZAJĄC M., 1996: *Strefy ochronne ujęć wód podziemnych.* Wydz. Mel. i Inż. Środ. SGGW (praca inżynierska wykonana pod kierunkiem E. Wiencława), Warszawa

Summary

Hydrological situation of Ursynów Scarp. During last two decades after starting urban development of the Ursynów – Natolin district, progressive degradation of undergro-

und waters environment in surroundings of the Ursynów Scarp is observed. At the Pleistocene upland (called Warsaw Plain) deterioration is distinguished in the following form: – lowering or even disappearance of the shallow ground water table, – the permanent lowering of the table of deep ground water (Masovian Interglacial water-bearing layer) by 1.2 to 1.5 m. It is equivalent to decreasing the ground water resources by 10%. In interglacial aquifer the level of carbonate, iron, manganese and ammonia contents is increasing. At the Vistula Valley the environ-

mental degradation is mainly observed as water quality deterioration – concentration of several components (e.g. ammonia and sulphur hydrogen) exceeding permissible level for drinking water.

Author's address:

E. Wienclaw
Warsaw Agricultural University – SGGW
02-787 Warszawa
ul. Nowoursynowska 166
Poland