

Halina PAJNOWSKA

Katedra Technologii i Organizacji Prac Wodnych i Melioracyjnych,
Pracownia Hydrogeologii SGGW

Department of Technology of Land Reclamation, Works and Hydrogeology WAU

Henryk PAWŁAT

Katedra Przyrodniczych Podstaw Inżynierii Środowiska SGGW

Department of Natural Bases of Environmental Engineering WAU

Stan i prognoza zagrożenia środowiska przyrodniczego Ogrodu Saskiego w Warszawie

The state and prediction of environmental hazards in Saski Garden (Ogród Saski) in Warsaw

Wstęp

Ogród Saski, położony w centrum Warszawy, jako zabytek objęty jest ochroną prawną konserwatora w zakresie ochrony zarówno dóbr kultury, jak również przyrody. Taki status Ogrodu Saskiego wymusza specjalne działania zabezpieczające, prowadzące do utrzymania w dobrym stanie środowiska przyrodniczego wobec nasilającej się urbanizacji w jego sąsiedztwie.

Ocena źródeł zagrożenia oraz ich kwalifikacja co do intensywności oddziaływania stanowi podstawę do opracowania programu ochrony środowiska. Dla Ogrodu Saskiego zasadniczym problemem jest dostępność do wody gruntowej strefy korzeniowej zabytkowego drzewostanu. Dlatego największym zagrożeniem jest obniżenie zwierciadła wód

gruntowych w obrębie ogrodu w związku z inwestycjami budowlanymi prowadzonymi i projektowanymi w bezpośrednim jego sąsiedztwie.

W niniejszej pracy przedstawiono syntezę dotychczasowych wyników monitoringu wód podziemnych oraz oceny wpływu realizowanych i planowanych inwestycji na gospodarkę wodną drzewostanów w Ogrodzie Saskim (Pawłat i in. 1998).

Zarys warunków geologicznych

W budowie geologicznej Ogrodu Saskiego dominujące znaczenie mają utwory pliocenu, tj. najwyższego trzeciorzędu oraz przykrywające je osady czwartorzędowe. Osady pliocenu wykształcone są głównie w postaci iłów zwięzłych, łus-

tych i pylastych, przewarstwionych piaskami pylastymi i drobnoziarnistymi (Sarnacka 1980a i 1980b). Miąższość iłów dochodzi do kilkudziesięciu metrów, natomiast występujące tylko w soczewkach piaski mają miąższość zaledwie od kilku do kilkunastu metrów. Całkowita miąższość tego kompleksu sięgać może nawet do 162,9 m, jak to ma miejsce przy ul. Fredry. Obecna powierzchnia stropowa pliocenu jest bardzo urozmaicona, a uformowała się w wyniku działania różnorodnych czynników w okresie plejstoceniowym i procesów:

- glacytektonicznych wszystkich trzech zlodowaceń, prowadzących do powstania wypiętrzeń i rozdzielających je zagłębien;
- erozji rzecznej i denudacji w okresie interglacjalów.

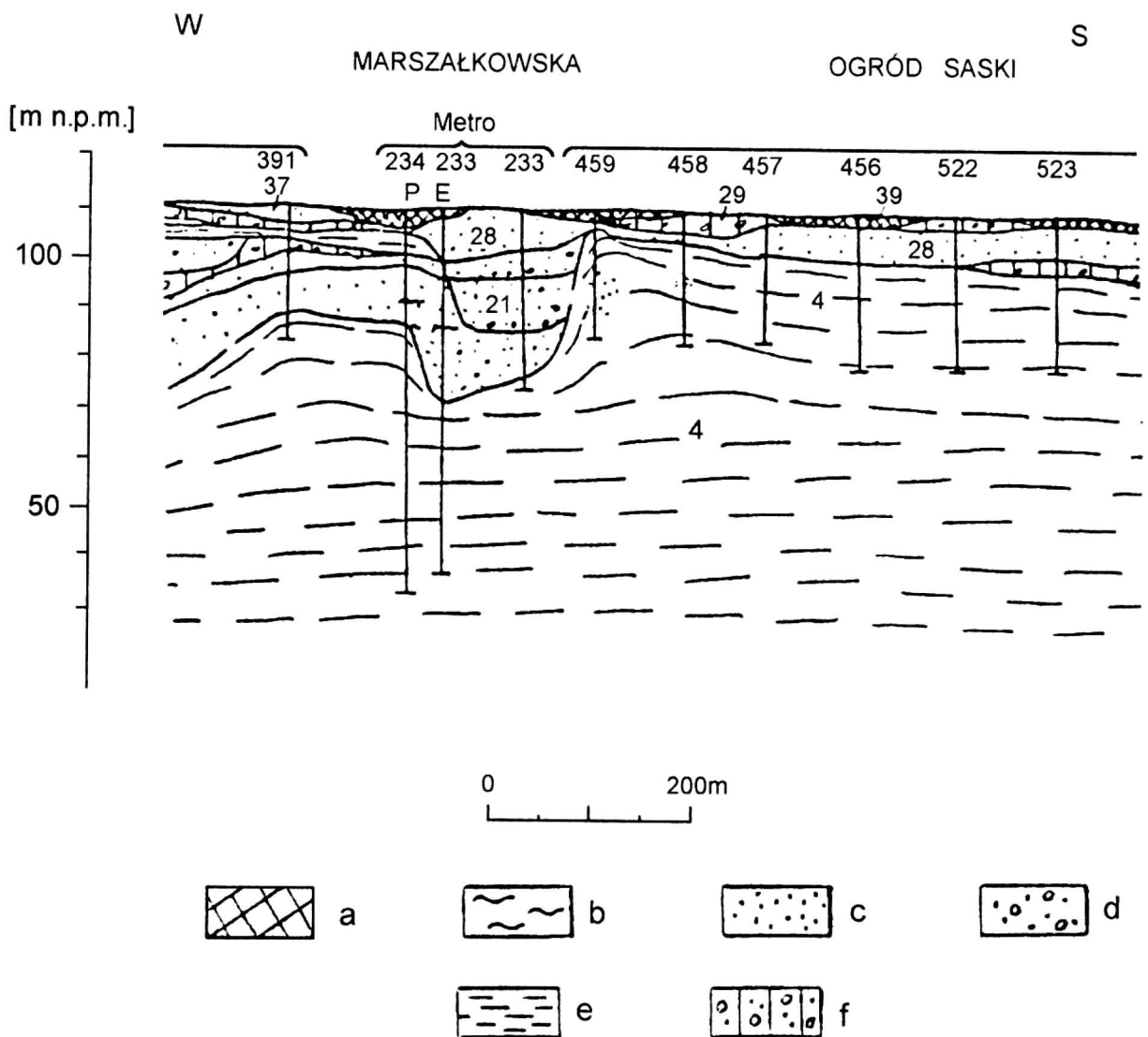
Uformowały się tzw. fałdy warszawskie, wypiętrzające łąy aż do powierzchni terenu. Wypiętrzenie osadów plioceniowych przebiegające przez Warszawę w rejonie Ogrodu Saskiego ma wiele elewacji, a w każdej z nich mniejsze synkliny i antykliny równoległe do siebie. Rozciągłość osi wyniesienia ma kierunek NNW-SSE. Strop maksymalnego wyniesienia znajduje się na rzędnych 30,0–30,4 m n „0” Wisły, to jest zaledwie 3–4 m pod powierzchnią terenu i przykryty jest utworami antropogenicznymi. To maksymalne wyniesienie iłów plioceniowych ciągnie się po zachodniej stronie ogrodu pasem szerokości od 100 m na południowym zachodzie (w rejonie ul. Królewskiej) do 50 m na północnym wschodzie (w rejonie ul. Senatorskiej). Oś tej kulminacji przebiega od 30 m do 100 m na wschód od zachodniej granicy ogrodu. Od tego miejsca strop iłów gwałtownie

zapada ku zachodowi (spadek 70%) ku osi głębokiej (ponad 35 m) i wąskiej rynny biegnącej zgodnie z przebiegiem ul. Marszałkowskiej. W przeciwnym kierunku, tj. ku wschodowi, strop iłów łagodnie obniża się pod Ogrodem Saskim, pograżając się przy wschodniej granicy ogrodu i placu Piłsudskiego na głębokość do 10 m (rys. 1).

Na tak urozmaiconej morfologicznie powierzchni zalegają osady czwartorzędowe kolejnych zlodowaceń. Transgresje i regresje lądolodu oraz towarzyszące im procesy akumulacji i erozji doprowadziły do powstania kompleksu osadów o zróżnicowanej litologii, zbudowanych z warstw o małej miąższości i ograniczonej rozciągłości w planie. Są to naprzemianległe gliny zwałowe, żwiry i piaski różnej frakcji, muły i pyły (Sarnacka 1980b).

Jednak istnieje wyraźna różnica w litologii osadów w obrębie rynny i w rejonie położonym na wschód od wyniesienia iłów. Rynna wypełniona jest osadami o dużej zmienności w profilu pionowym, będących wynikiem zarówno akumulacji lodowcowej (gliny zwałowe), jak też erozji akumulacji fluwioglacjalnej (piaski, żwiry, muły).

Natomiast po wschodniej stronie kulminacji, na morfologicznie mało urozmaiconej powierzchni podczwartorzędowej leży kilkumetrowej miąższości warstwa piasków podścielona i przykryta lokalnie osadami gliniasto-ilastymi (rys. 1). Istotne znaczenie dla charakterystyki profilu ma przykrycie całej powierzchni utworami antropogenicznymi (gruz z gruntem mineralnym) o miąższości dochodzącej do 3,5 m. Na tym tle rysuje się trójdzielność Ogrodu Saskiego pod względem budowy geologicznej:



RYSUNEK 1. Przekrój geologiczny przez Ogród Saski wg Sarnackiej (1992): a – osady antropogeniczne, b – mułki, c – piaski eoliczne, d – piaski ze żwirami, e – ropy, f – gliny zwałowe; 4 – ropy pstre i piaski plioceniczne, 5–38 – osady plejstoceniczne, 39 – utwory holoceniczne

FIG 1. Geological cross section of the Ogród Saski (Sarnacka 1992): a – man-made sediments, b – silts, c – sands aeolian, d – sands and gravels, e – clays, f – boulder clays; 4 – variegated clays and sands of pliocene, 5–38 – sediments of pliocene, 39 – sediments of holocene

- skłonu rynny, obejmujący pas szerokości 20–40 m ciągnący się wzdłuż zachodniej granicy ogrodu,
- obszar wypiętrzenia ropy obejmujący pas szerokości 50–100 m w zachodniej części ogrodu,
- obszar płytkiego zalegania ropy obejmujący część centralną i wschodnią ogrodu.

Powierzchnia współczesna Ogrodu Saskiego jest płaska, o niewielkich deni-

welacjach, nie przekraczających 2 m, nachylona jest ze spadkiem zaledwie 2% ku wschodowi, tj. ku dolinie Wisły. Rzędne powierzchni terenu zmieniają się od 35 m nad „0” Wisły w zachodniej części do 29,35 m nad „0” Wisły na krańcach wschodnich. Większość powierzchni ogrodu jest położona na rzędnych 33–34 m n „0” Wisły. Obszar ten określony jest w literaturze jako równina wodnolodowcowa (Sarnacka 1980).

Stosunki wodno-gruntowe

Istotną rolę w zaspokajaniu potrzeb wodnych drzewostanu Ogrodu Saskiego odgrywają wody pierwszego poziomu – wody gruntowe. Występują one w warstwach piaszczysto-żwirowych, czasem piaszczysto-pylastych osadów czwartorzędu i trzeciorzędu. Ich rozprzestrzenienie i kontakty wynikają z budowy geologicznej przestrzeni skalnej. W efekcie warstwy wodonośne z reguły mają małe rozprzestrzenienie, choć ich miąższość osiąga niekiedy kilkanaście metrów.

Charakterystyka hydrauliczna tego obszaru jest dodatkowo skomplikowana przez rozdzielający go wał iłów plioceńskich. Mimo że w obrębie iłów istnieją przewarstwienia piaszczyste zawierające wodę, to są to mało zasobne izolowane soczewki, o ograniczonym rozprzestrzenieniu.

W centralnej i wschodniej części ogrodu istnieje ciągły czwartorzędowy poziom wodonośny wód gruntowych (rys. 2). Miejscami jest on przykryty od powierzchni słabo przepuszczalną warstwą o miąższości 2–3 m. Zwierciadło wody pierwszego poziomu na terenie ogrodu w większości ma charakter swobodny. Lokalnie, szczególnie wody występujące głębiej, mają charakter naporowy.

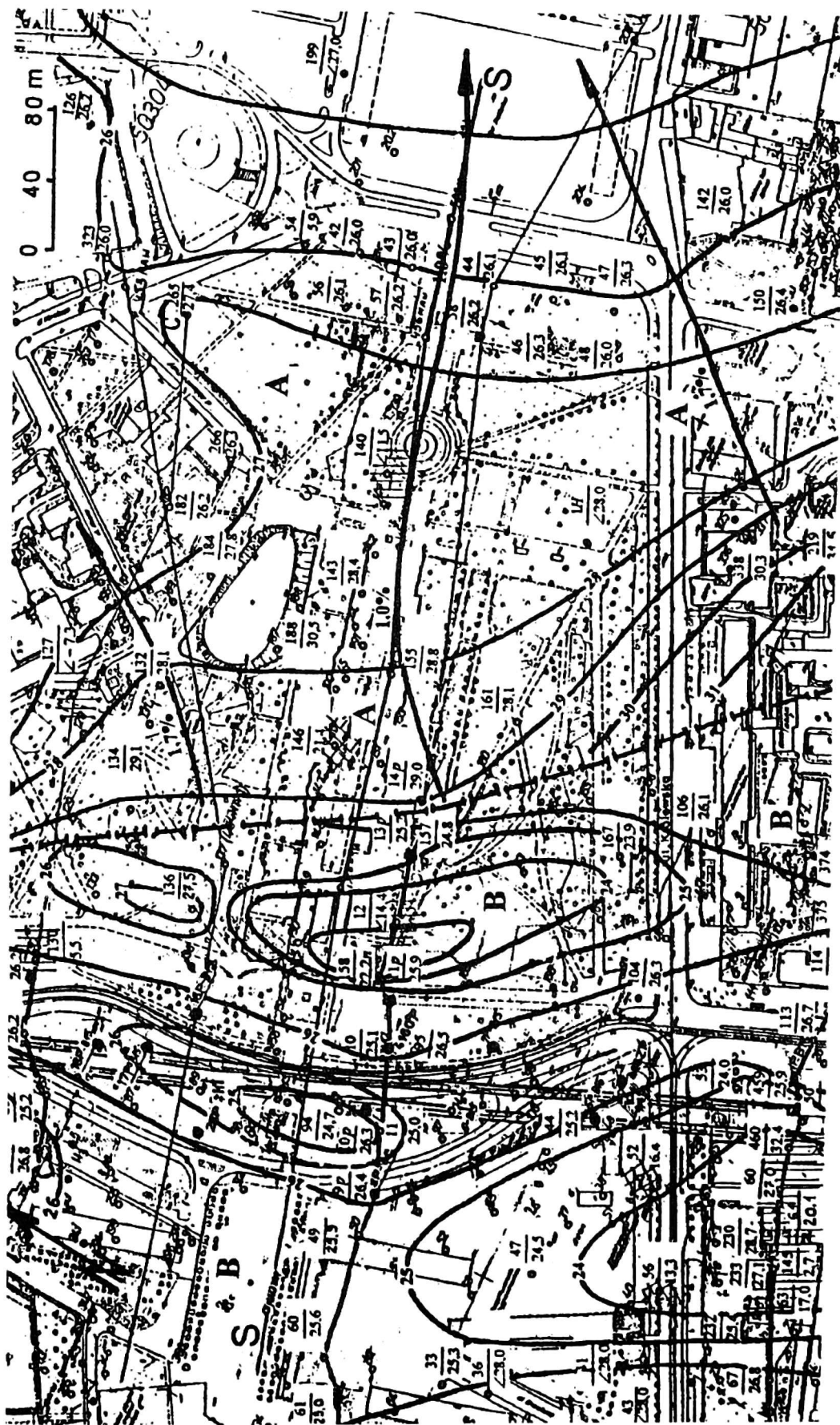
Pomiary położenia zwierciadła wody gruntowej w rejonie ogrodu prowadzone były za pomocą piezometrów w latach sześćdziesiątych, osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych (tab. 1).

Głębokości występowania zwierciadła wody gruntowej w latach 1953–1968 były zróżnicowane i zmieniały się

prawie od 3 do ponad 22 m. Obszary, gdzie woda występuje na głębokości ponad 10 m pokrywają się z obszarami wypiętrzeń iłów plioceńskich. W zachodniej części ogrodu, na skłonie wypiętrzenia, woda występuje na głębokości od 6 do 10 m. Zwierciadło jej jest swobodne. W części ogrodu położonej na wschód od wypiętrzenia iłów na większości obszaru wody gruntowe zalegają w osadach czwartorzędowych, na głębokości 6–10 m. Jedynie w centralnej partii ogrodu występują płycej, na głębokości od 3,3 do 5,8 m.

Zwierciadło wody gruntowej generalnie ulega ciągłemu obniżaniu. Tempo jego obniżania znacznie wzrosło w latach 1994–1998 i można je szacować na około 0,5–0,8 m/rok. Obecnie zwierciadło wody znajduje się o co najmniej 3,5 m niżej niż zwierciadło wody rejestrowane tu przy okazji wykonywania otworów geologicznych w latach 1953–1968. Są też piezometry, w których od lat 60. położenie zwierciadła wody utrzymuje się na podobnym poziomie. Mimo że są to wyjątki, wskazują one na złożoność charakterystyki dynamiki wód tego obszaru.

Charakterystyka warunków przepływu wód podziemnych nawiązuje wyraźnie do budowy geologicznej (rys. 2). W strefie rynny czwartorzędowej i zachodniego skłonu wyniesienia iłów rzędne zwierciadła wody zmieniają się od 24,8 m n „0” Wisły do 29,1 m n „0” Wisły, a układ hydroizohips pokazuje, że są to ograniczone struktury wodonośne, o rozciągłości wzdłuż obniżenia rynnowego. Na obszarach wypiętrzenia iłów woda stabilizuje się na rzędnych od 6,5 m n „0” Wisły do 28,7 m n „0” Wisły, a nawet 32,4 m n „0” Wisły. Tak duża zmienność w położeniu



1. — 25 — ; 2. $\frac{116}{26.2}$; 3. — — — ; 4. A ; 5. B ; 6. $\frac{1.0\%}{\rightarrow}$; 7. S — S

RYSUNEK 2. Mapa kierunków filtracji: 1 – hydrozohipsa; 2 – numer otworu i rzędna zwierciadła wody w m „0” Wisły; 3 – granica obszarów A i B o różnych warunkach hydrogeologicznych; 4 – obszar o ciągłym zwierciadle wody gruntowej; 5 – obszar występowania małych izolowanych struktur wodonośnych; 6 – kierunek filtracji i spadek hydrauliczny; 7 – linia przekroju geologicznego

FIG. 2. Map of directions of groundwater flow: 1 – hydrozohipse; 2 – number of measurement point and groundwater level in meter above Vistula River level; 3 – boundary between A and B area; 4 – one aquifer area; 5 – area with many small and different aquifers; 6 – direction of groundwater flow and value of hydraulic gradient; 7 – line of geological cross section

TABELA. Zestawienie pomiarów położenia zwierciadła wody w piezometrach i studniach w latach 1953–1998 na podstawie pomiarów archiwalnych z wierceń WPG^a, Dawidowskiego i in. (1996)^b, Latki (1998)^c, własnych (1996)^b, Latka (1998)^c and authors' drillings

Nr punktu Site number	Rzędna m n „0” Wisły The datum above the Vistula „0” level	Głębokość zwierciadła wody [m] The water-table depth [m]											
		dane arch. ^a 1953–1968 archival data	12.04.88 ^b	25.10.93 ^b	20.11.94 ^b	9.09.96 ^b	05.1998 ^c	06.1998 ^c	07.1998 ^c	11.08.1998 ^d			
4160p	34,47	9,4	-	-	-	-	-	-	-	-	12,90	-	< 11,68
4162p	34,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5p	34,73	-	8,9	-	10,61	-	-	-	-	-	-	-	-
7p	34,32	-	8,38	-	-	-	-	-	-	12,51	12,66	-	-
9p	34,85	8,5	9,2	10,1	11,88	13,18	12,70	13,30	13,30	13,34	12,70	-	-
10p	34,62	8,3	8,6	9,72	11,36	12,19	12,24	12,40	12,40	12,24	12,24	-	12,90
11p	34,20	9,3	9,0	9,90	11,53	12,95	13,08	-	-	13,08	13,08	-	13,29
13p	34,47	9,4	-	12,79	12,66	12,82	12,74	-	-	12,74	12,74	-	12,95
14p	34,82	5,8	-	5,78	5,78	4,84	5,10	-	-	4,84	5,10	-	-
16p	34,16	-	8,0	9,5	11,23	12,44	12,53	12,55	12,55	12,44	12,53	-	12,89
16pA	33,61	-	7,9	-	-	12,39	12,50	12,50	12,50	12,39	12,50	-	-
17p	34,15	-	8,5	9,6	11,23	12,09	12,19	12,20	12,20	12,09	12,19	-	-
18p	34,68	-	9,0	9,4	11,69	11,94	12,01	12,13	12,13	11,94	12,01	-	12,23
19p	33,82	7,62	-	-	-	-	-	-	-	< 8,0	< 8,0	< 8,0	< 8,0

zwierciadła w punktach sąsiadujących ze sobą o kilkadziesiąt metrów potwierdza wnioski co do nieciągłości zwierciadła wody w zachodniej części Ogrodu Saskiego. Duża zmienność warstw o małej miąższości, prowadzących wodę swobodną, pod ciśnieniem lub tylko sącząca się oraz mała rozciągłość w planie tych warstw, wyklinowujących się szybko zamkniętych w soczewkach śródglinowych lub śródiłowych powoduje tu mozaikowość układu hydraulicznego. W obszarze centralnym i wschodnim zwierciadło wody tworzy jedną wspólną powierzchnię, co potwierdza istnienie ciągłego zbiornika wodonośnego. Jego zwierciadło układa się na rzędnych od 29 m n „0” Wisły na zachodzie, do 25,0 m n „0” Wisły na wschodnich krańcach, w rejonie placu Piłsudskiego.

Zróznicowanie obszarowe rysuje się również w zakresie kierunków i charakteru przepływu wód podziemnych (rys. 2). W zachodniej części ogrodu nie ma wyraźnych dróg ich odpływu. W obszarze centralnym i wschodnim wody podpływają ku północnemu wschodowi, ze spadkiem od 1% do 1,7%. Elementem drenującym dla tej formacji jest nieodległa dolina Wisły. Zasilanie tego poziomu wodonośnego odbywa się głównie przez infiltrację opadów atmosferycznych (średnioroczna suma opadów z 1971–1991 wynosi 510 mm). Szczególnie korzystne warunki do infiltracji znajdują się w centralnej i wschodniej części ogrodu, gdzie sprzyja temu w znacznej części odkryta dobrze przepuszczalna warstwa piaszczysta oraz niemal pozioma powierzchnia terenu, co redukuje spływ powierzchniowy do minimum, a zwiększa możliwości retencyjne obszaru.

Ocena wpływu na wody gruntowe projektowanych i realizowanych inwestycji podziemnych w otoczeniu Ogrodu Saskiego

Największą inwestycją planowaną do realizacji w sąsiedztwie Ogrodu Saskiego jest dwupoziomowy parking podziemny pod płytą placu Piłsudskiego. Przewidywana głębokość posadowienia tego parkingu wynosi około 6–7 m. Lokalizacja jego znajduje się w miejscu, gdzie zwierciadło wody występuje w przedziale głębokości 6–10 m poniżej powierzchni terenu. Przy czym są to głębokości uzyskane z materiałów archiwalnych (z lat 1953–1968), które w latach 1968–1998 uległy znacznemu obniżeniu (tab.). Można więc przyjąć, że skoro obecnie zwierciadło wody gruntowej znajduje się niżej niż 6 m, planowana tu inwestycja nie wpłynie na zmiany położenia zwierciadła wody. Jednak mając na uwadze fakt, że obszar ten znajduje się na drodze odpływu wód gruntowych z Ogrodu Saskiego, przy szczegółowych pracach projektowych nad tą inwestycją należy zwrócić uwagę na to, aby wszelkie działania inżynierskie prowadzić powyżej poziomu obecnego zwierciadła wody. W innym przypadku, tj. w razie konieczności podjęcia prac odwodnieniowych, obszar drenażu obejmie również Ogród Saski aż po linię wyniesienia łąk, tj. obejmie część centralną i wschodnią. Obniżenie poziomu wód gruntowych w rejonie placu Piłsudskiego spowoduje wzmożony odpływ wód gruntowych z terenu ogrodu, co prowadzić będzie (przy nie zmienionym zasilaniu) do obniżenia w nim zwierciadła wody.

W podobnej sytuacji hydrogeologicznej znajduje się planowany parking podziemny pod płytą w sąsiedztwie Teatru Wielkiego i w związku z tym dotyczągo te same zastrzeżenia.

Parking usytuowany na rogu ul. Marszałkowskiej i Królewskiej znajduje się w obszarze gdzie obecnie zwierciadło wody leży na głębokości 12,90 m (tab.), a więc znacznie poniżej poziomu posadowienia inwestycji.

Największe zagrożenie dla Ogrodu Saskiego, a szczególnie jego strefy zachodniej, stwarza realizowana budowa trasy metra biegnąca wzdłuż zachodniej granicy ogrodu. Według Dronia (1995) i Dawidowskiego i in. (1996) dna tuneli metra projektowane są na rzędnej 21,9 m n „0” Wisły. Przy rzędnych powierzchni na trasie metra około 34,3 m n „0” Wisły, tunele posadowione będą na głębokości 12,4 m, tj. poniżej „archiwalnego” i „aktualnego” zwierciadła wody. Odwadnianie strefy objętej pracami górniczymi przy drażeniu tuneli metra spowoduje obniżenie położenia zwierciadła wody w zachodniej części Ogrodu Saskiego, wzdłuż ul. Marszałkowskiej do rzędnej 17,5 m n 0 Wisły. Obecnie rzędne zwierciadła wynoszą około 25 m, co narzuca konieczność obniżenia zwierciadła wody prawie o 7,5 m. Wpływ tego obniżenia obejmować będzie zachodni kraniec Ogrodu Saskiego w strefie szerokości do 80 m.

Ocena wpływu zmian położenia zwierciadła wody na uwilgotnienie strefy korzeniowej drzewostanu w Ogrodzie Saskim

Głębokość położenia zwierciadła wody gruntowej warunkuje typ gospodarki wodnej drzewostanów w Ogrodzie Saskim. W siedliskach o lustrze wody układającym się na głębokości do 5 m, a maksymalnie do 6 m p.p.t, występuje opadowo-gruntowo-retencyjna gospodarka wodna. Drzewostany znajdują się pod wpływem wody gruntowej, ale głównym źródłem zasilania w wodę drzew są opady atmosferyczne. W siedliskach, gdzie poziom wód układa się poniżej 6 m od terenu, drzewostany gospodarują tylko wodą z opadów atmosferycznych (opadowo-retencyjna gospodarka wodna). Wskazuje na to literatura siedliskoznawstwa leśnego (Babiński 1987, Rachtiejenko 1963, Wieretiennikow 1968, Wompierskij 1968, i inni).

Z analizy położenia zwierciadła wód gruntowych wynika, że w latach 1953–1968 na przeważającym obszarze Ogrodu Saskiego gospodarka wodna drzew oparta była na opadach atmosferycznych (poz. zw. wody głębiej niż 6 m). Jedynie w centralnej części ogrodu i na północnym jego krańcu potrzeby wodne drzewostanów zaspokajane były wodą opadową i gruntową. Zwierciadło wody gruntowej występowało wówczas na głębokości 3,3–5,8 m p.p.t.

Z upływem lat poziom wód gruntowych obniżył się. Jednocześnie zmniejszył się obszar, na którym drzewostany Ogrodu Saskiego korzystają z wód gruntowych. Wyniki rozpoznania hydrogeologicznego z lat 1994–1996 wskazują, że obecnie w centralnej części ogrodu drzewostany mają jeszcze typ gospodarki wodnej opadowo-podsiąkowej. Woda zalega tu na głębokości około 5 m. Na obszarze tym może w następnych latach wystąpić dalsze obniżanie zwierciadła wody gruntowej i wyłączyć zasilanie drzew podsiąkiem kapilarnym. W warunkach tych, w celu utrzymania istniejących stosunków wodnych, ławy fundamentowe nowych inwestycji budowlanych powinny być posadowione powyżej istniejącego zwierciadła wody, nie głębiej niż 7 m p.p.t.

Na pozostałym obszarze ogrodu, gdzie obecnie zwierciadło wody zalega poniżej 6 m, dalsze obniżenie wody gruntowej nie pogorszy zaopatrywania drzewostanów w wodę. Planowane posadowienie parkingów i reprezentacyjnych obiektów na głębokości do 7 m p.p.t. nie wpłynie na gospodarkę wodną drzew.

Budowa tunelu metra wzdłuż zachodniej granicy ogrodu powoduje obniżenie zwierciadła wody na terenie ogrodu wzdłuż ul. Marszałkowskiej, gdzie woda znajduje się na głębokości co najmniej 8,5 m p.p.t. Drzewostany tu są nawadniane, a procesy monitorowane. Po zakończeniu budowy tunelu nastąpi naturalne odtworzenie pierwotnego poziomu wody gruntowej. Z analizy prognozy oddziaływania odwodnienia roboczego tunelu metra na roślinność Ogrodu Saskiego (Latocha i Tomczak 1997) i własnej oce-

ny wynika, że nie wystąpią istotne zmiany w wilgotności strefy korzeniowej drzew. Potwierdzają to dotychczasowe wyniki prowadzonego monitoringu. Dalsze obserwacje w tym zakresie będą testem wskazującym poprawność prognoz potencjalnych zagrożeń dla środowiska drzewostanów w wyniku planowanych inwestycji na terenach przyległych.

Podsumowanie i wnioski

1. Głębokość zalegania wody gruntowej jest zmienna w układzie czasowym i przestrzennym. W latach 1953–1968 wody gruntowe zalegały:
 - poniżej 10 m p.p.t. na obszarze wypiętrzeń łąk plioceńskich;
 - od 6 do 10 m p.p.t. w obrębie rynny czwartorzędowej i na wschód od wypiętrzenia łąk plioceńskich;
 - od 33 do 5,8 m p.p.t. w centralnej części ogrodu.
2. Głębokość występowania zwierciadła wody na przeważającym obszarze ogrodu ulega obniżeniu. W 1998 r. woda gruntowa układała się co najmniej o 3,5 m niżej niż w latach 1953–1968. Lokalnie głównie w centralnej części ogrodu woda utrzymuje się jednak na niezmiennym poziomie. Warunkowane jest to budową geologiczną.
3. Zasilanie wód gruntowych odbywa się głównie w wyniku infiltracji opadów atmosferycznych. Odpływ wód odbywa się w kierunku Wisły.
4. Drzewostany w centralnej części Ogrodu Saskiego w obszarze zalegania wody gruntowej do 6 m p.p.t.

- gospodarują wodą z opadów atmosferycznych i podsiąkającą wodą gruntową (opadowo-gruntowo-retencyjna gospodarka wodna). Na pozostałym obszarze, gdzie woda gruntowa układa się poniżej 6 m od powierzchni terenu, drzewostany gospodarują tylko wodą z opadów atmosferycznych (opadowo-retencyjna gospodarka wodna).
5. W wyniku systematycznego obniżania się wód na terenie ogrodu zmniejsza się powierzchnia drzewostanu o opadowo-podsiąkowej gospodarce wodnej. W rezultacie pogarsza się zapotrzebowanie drzew w wodę. Przyczyny tego stanu wynikają z działalności inwestorskiej na terenach przyległych do Ogrodu Saskiego i bardzo małych opadów atmosferycznych w latach 1982–1994.
 6. Planowane parkingi podziemne pod płytą placu Piłsudskiego i w sąsiedztwie placu Teatralnego powinny być posadowione na głębokości nie większej niż 6–7 m p.p.t., odpowiadającej strefie zalegania pierwszego zwierciadła wody gruntowej w latach 1953–1968. Obecnie lustro wody układa się niżej. W warunkach tych budowa i eksploatacja garaży nie wpłynie na zmiany położenia zwierciadła wody w Ogrodzie Saskim. Przy podjęciu działań inwestycyjnych wymagana jest tu jednak szczegółowa dokumentacja hydrogeologiczna, ponieważ garaże są lokalizowane w linii drenażu Ogrodu Saskiego w kierunku Wisły.
 7. Posadowienie nowych budynków przy ulicy Fredry i Wierzbowej nie powinno być głębsze niż 6 m. Zwierciadło wody w latach 1953–1968 układało się na głębokości 5–6 m, a obecnie może być niżej. Przy podejmowaniu decyzji o inwestycji niezbędna jest aktualizacja głębokości położenia zwierciadła wody.
 8. Budowa dwupoziomowego parkingu pod biurowcem na rogu ul. Marszałkowskiej i Królewskiej nie wpłynie na zmiany poziomu wód w Ogrodzie Saskim. Obecnie lustro wody układa się na głębokości 12,90 m p.p.t.
 9. Odwodnienie tuneli metra w trakcie budowy obniży poziom wody gruntowej w Ogrodzie Saskim w pasie szerokości do 80 m, bez ujemnego oddziaływania na gospodarkę wodną. Lustro wody przed pracami odwodnieniowymi układało się tu na głębokości około 12 m p.p.t.
 10. Przedstawiona analiza hydrogeologiczna terenu Ogrodu Saskiego i ocena oddziaływania planowanych inwestycji w sąsiedztwie na gospodarkę wodną drzewostanów została wykonana w warunkach znacznej niepewności. Wynika ona z ograniczonej informacji o środowisku przyrodniczym, złożonej budowy geologicznej obszaru oraz z niepewności rozwoju interakcji działalności człowieka na środowisko. W najbliższych latach na podstawie wyników prowadzonego monitoringu wód gruntowych, wilgotności gleb i kondycji drzew, należy dokonać weryfikacji przedstawionej prognozy zmian środowiskowych i opracować zasady rewaloryzacji drzewostanów w kierunku ich przebudowy na opadowo-retencyjną gospodarkę wodną.

Literatura

- Archiwalne wiercenia (*dokumentacja profili wraz z lokalizacją w skali 1:2000*) Warszawskiego Przedsiębiorstwa Geodezyjnego (WPG). PIG, Warszawa.
- BABIŃSKI S. 1987: *Podstawy i zasady melioracji wodnych w lasach*. Naczelny Zarząd Lasów Państwowych i Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.
- DAWIDOWSKI J.S. i in. 1996: *Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z projektowanym odwodnieniem tunelu szlakowego B-15*. Archiw. Metroprojekt, Warszawa, ul. Marszałkowska 77/79.
- DROŃ K. 1995: *Prognoza zakresu zmiany warunków hydrogeologicznych w rejonie B-15 (Park Saski) odcinka metra warszawskiego*. Uniw. Warsz. Wydz. Geologii, Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej (praca magisterska).
- LATKA A. 1998: *Monitoring zwierciadła wody w Ogrodzie Saskim*. Materiały nie publikowane.
- LATOCHA P., TOMCZAK P. 1997: *Prognoza oddziaływania odwodnienia roboczego na drzewostan Ogródu Saskiego wraz z projektem monitoringu*. Warszawa (maszynopis).
- PAWŁAT H., PAJNOWSKA A., SIERADZ A. 1998: *Analiza warunków hydrogeologicznych i prognoza zagrożeń dla środowiska przyrodniczego Ogródu Saskiego w Warszawie*. Warszawa (maszynopis).
- RACHTIEJENKO I.N. 1963: *Rost i wzajemodziejstwo korniewych systemów drzewiastych*. Izdatielstwo Akademii Nauk BSR, Mińsk.
- SARNACKA Z. 1980a: *Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz Warszawa-Wschód*. Wydaw. PIG, Warszawa.
- SARNACKA Z. 1980b: *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000*. Arkusz Warszawa-Wschód, Wydaw. Geologiczne, Warszawa.
- SARNACKA Z. 1992: *Stratygrafia osadów czwartorzędowych Warszawy i okolic*. Prace Inst. Geolog. 138, Wydaw. PIG, Warszawa.
- WIERETIENNIKOW A.W. 1968: *Fizjologiczskie osnowy ustojczivosti drzewiastych w czasie nadmiernej wilgotności w powietrzu*. Izdatielstwo „Nauka”, Moskwa.
- WOMPIERSKIJ S.E. 1968: *Biologiczkie osnowy efektywności lesoosuszenia*. Izdatielstwo „Nauka”, Moskwa.

Summary

The state and prediction of environmental hazard in Saski Garden (Ogród Saski) in Warsaw. The synthesis of the ground water monitoring on Saski Garden area and the estimation of the present and planned investments influence on the forest stands water management are being presented in this paper. The ground water-table on the main Saski Garden area lowers. The coverage of the sink-retentional water management forest stand increases. The new buildings in the Garden's neighbourhood should be based above the ground water-table.

Authors' address:

H. Pajnowska, H. Pawłat
Warsaw Agricultural University – SGGW
02-787 Warszawa
ul. Nowoursynowska 166
Poland