

Ireneusz Kajewski, Jerzy Kowalski

**WPLYW PIĘTRZENIA ODRY MIEJSKIEJ WE WROCŁAWIU
NA WARUNKI WODNO-GRUNTOWE NA TERENIE MIASTA**

**THE INFLUENCE OF DAMMING UP OF Odra MIEJSKA
RIVER IN WROCŁAW ON GROUNDWATER CONDITIONS
IN THE TOWN**

*Instytut Inżynierii Środowiska, Akademia Rolnicza we Wrocławiu
Institute of Environmental Engineering, Agricultural University of Wrocław*

Stany wód gruntowych na znacznej części powierzchni Wrocławia są uzależnione od poziomu wody w korytach rzek i kanałów Wrocławskiego Węzła Wodnego. W 1959 roku na dolnym stopniu piętrzącym Odry Miejskiej (jazy Elektrowni Wodnej Wrocław I i Wrocław II) dokonano podwyższenia piętrzenia o 0.96 m, co wywołało podniesienie się poziomu wód gruntowych pierwszego horyzontu wodonośnego na terenie Starego Miasta oraz wyspy Nadodrze.

W pracy przedstawiono analizę czynników posiadających zasadniczy wpływ na kształtowanie się stosunków wodno-gruntowych na terenie Wrocławia. Na podstawie bezpośrednich, wieloletnich obserwacji stanów wód gruntowych na terenie miasta należy stwierdzić, że bezspornie decydujący wpływ na położenie zwierciadła wody gruntowej w pobliżu koryta Odry Miejskiej posiada poziom zwierciadła wody w rzece.

Dodatkowo, wykorzystując matematyczny model ruchu wód gruntowych obliczono stany wód gruntowych na terenie miasta przy obecnym piętrzeniu na jazach Elektrowni i przy piętrzeniu jakie było utrzymywane do 1959 roku. Porównanie stanów wód gruntowych dla analizowanych warunków piętrzenia na jazach Elektrowni umożliwiło ocenę zasięgu i wielkości podniesienia się poziomu wód gruntowych na terenie miasta (rys. 6) wywołanego zmianą piętrzenia w Odrze Miejskiej.

SŁOWA KLUCZOWE: tereny zabudowane, wody gruntowe, badania modelowe

1. WPROWADZENIE

Stosunki wodno-gruntowe są jednym z najważniejszych elementów mających wpływ na planowanie przestrzennego zagospodarowania terenu, projektowanie, wykonawstwo i użytkowanie obiektów budowlanych oraz sieci podziemnego uzbrojenia terenu. Przy wysokim stanie wód gruntowych posadowienie budynków i wykonawstwo innych obiektów inżynierskich jest możliwe jedynie przy czasowym lub trwałym obniżeniu poziomu wód gruntowych. Błędna ocena stosunków wodnych a niekiedy także

niewłaściwe projektowanie i wykonawstwo bardzo często są przyczynami podtopienia piwnic, zawilgocenia ścian budynków i korozji materiałów budowlanych. Likwidacja podtopienia i zawilgocenia budynków wymaga stosowania drogich i skomplikowanych technologii, przy czym roboty izolacyjne i osuszające w przypadku istniejących obiektów budowlanych nie zawsze są w pełni skuteczne.

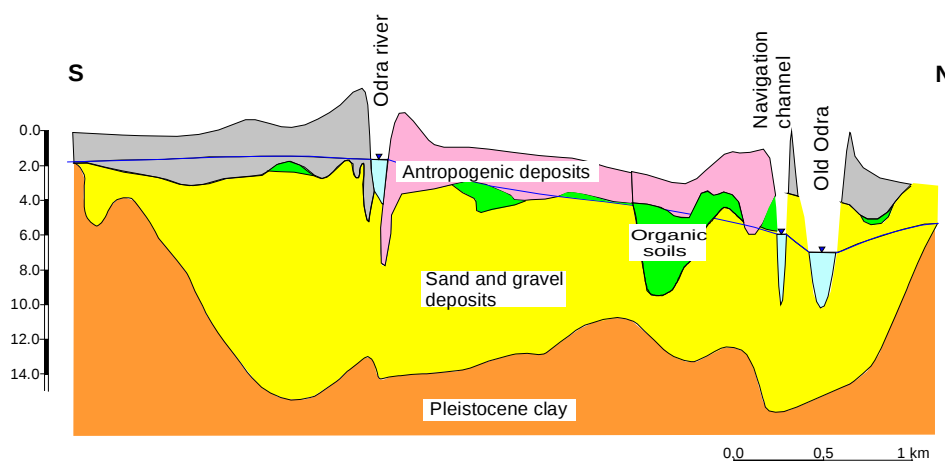
Przykładem powszechności występowania wymienionych wyżej problemów jest obszar miasta Wrocławia - głównie tereny położone wzdłuż Odry Miejskiej, na których przeważa wysoka zabudowa o charakterze monumentalnym. Liczne zabytkowe obiekty w tej części miasta, jak na przykład kompleks budynków Uniwersytetu, Ossolineum, obiekty sakralne Ostrowa Tumskiego, rejonu Wyspy Piaskowej, placu Bp. Nankiera i inne wykazują cechy podtopienia i zawilgocenia [2]. Według danych cytowanych przez Kowalskiego [3] straty gospodarki miejskiej z tytułu podtopienia i zawilgocenia budynków mieszkalnych szacowano w 1970 roku na około 500 tys. USD rocznie. W podanej kwocie nie mieszczą się niewymierne straty, wynikające z utrudnienia w korzystaniu z pomieszczeń piwnicznych, ogólnospołeczne straty wynikające ze złego stanu zdrowotnego mieszkań i inne.

Pogorszenie się warunków wodno-gruntowych na terenie miasta nie było oczywiście procesem gwałtownym, lecz zachodziło stopniowo. Szczególnie istotne pod tym względem były znaczne podwyższenia piętrzeń na dolnym i górnym stopniu piętrzącym Śródmiejskiego Węzła Wodnego górnym stopniu piętrzącym dokonane w XIX oraz w obecnym stuleciu. Dolny stopień wodny przyjął obecną postać w roku 1925, spiętrzając wody w korycie Odry Miejskiej do rzędnej 114.69 m npm. Po przebudowie dolnego stopnia w latach 1957-1959 piętrzenie jazów Elektrowni podniesiono o 96 cm - do rzędnej 115.65 m npm. Najdotkliwiej skutki podwyższenia piętrzenia i wynikające z tego zmiany poziomu wód gruntowych zaznaczyły się na obszarze Starego Miasta, wysp odrzańskich i wyspy Nadodrze. Większość obiektów na tym terenie należy uważać za podtopione, co oznacza, że poziom wód gruntowych układa się powyżej poziomu ich posadowienia.

Wrocław jest jednym z europejskich miast, w którym systematyczne obserwacje stanów wód gruntowych zostały rozpoczęte najwcześniej. W związku z prowadzoną kanalizacją sanitarną miasta wykonywano w 43 otworach obserwacyjnych rozmieszczonych na obszarze 24 km² codzienne pomiary stanów i temperatury wody gruntowej w okresie 1874-1881 i z częstotliwością raz w tygodniu w okresie 1881-1916 [5]. Analiza wyników tych badań oraz obserwacji prowadzonych w latach 1966-1974 przez Kowalskiego [3] pozwala określić związki między stanami wód gruntowych i czynnikami je kształtującymi. Ponadto analizy wyników pomiarów z okresu 100 lat (1874-1974) pozwalają stwierdzić w jakim stopniu zmieniły się warunki wodne podłoża gruntowego w związku z urbanistycznym rozwojem miasta i zmianami hydrotechnicznej zabudowy koryta Odry we Wrocławiu.

2. CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW GEOLOGICZNYCH TERENU WROCŁAWIA

Administracyjne granice miasta obejmują część pradoliny Odry. Górne warstwy podłoża stanowią osady akumulacji lodowcowej i wodno-lodowcowej starszego czwartorzędu, przykryte młodszymi osadami akumulacji rzecznej. Strop glin plejstoceńskich zalega na obszarze miasta stosunkowo płytko, za wyjątkiem środkowej części doliny Odry, w której obrębie gliny te pokrywają serie osadów rzecznych o miąższości dochodzącej do kilkunastu metrów (rys. 1).



Rys.1. Schematyczny przekrój geologiczny doliny Odry we Wrocławiu.

Fig.1. Schematic geological crosssection of Odra Valley in Wrocław.

Z geotechnicznego punktu widzenia najważniejsze znaczenie posiadają osady rzeczne, bowiem stanowią one podłoże budowlane, na którym zostały posadowione obiekty zwartej zabudowy miasta. Osady rzeczne doliny Odry w części spągowej tworzą żwirry i pospółki z otoczkami przechodzące ku górze w utwory drobniejsze: piaski grubo-, średnio-, i drobnoziarniste oraz piaski pylaste. W górnej części profilu lokalnie stwierdza się gliny akumulacji rzecznej oraz wkładki gruntów organicznych w postaci namulów i torfów.

Istotną rolę w działalności inżynierskiej i budowlanej na terenie miasta odgrywają utwory antropogeniczne, składające się z nasypów kulturowych z różnych okresów - od wczesnego średniowiecza po gruz budowlany będący skutkiem zniszczeń ostatniej wojny. W obrębie doliny Odry wody podziemne występują w piaszczysto-żwirowych osadach rzecznych w sposób ciągły, posiadając zwierciadło swobodne. Jak wynika z układu zwierciadła wód gruntowych (rys. 1) Odra w śródmiejskiej części Wrocławia posiada charakter infiltracyjny. Często zwierciadło wód gruntowych kształtuje się w warstwie nasypów antropogenicznych, co oznacza, że w rezultacie kolejnych, coraz

wyższych spiętrzeń Odry zapoczątkowanych kilka wieków temu, poziom wód gruntowych układu się obecnie często powyżej pierwotnej powierzchni terenu.

Rozpatrując przekrój geologiczny doliny Odry we Wrocławiu można dojść do oczywistego wniosku, że liczne budowle sakralne wznoszone począwszy od X wieku były posadowione na fundamentach, położonych powyżej ówczesnie kształtującego się średniego poziomu wód gruntowych. Liczne przykłady danych historycznych odnośnie posadowienia obiektów sakralnych Ostrowa Tumskiego i Wyspy Piaskowej w powiązaniu z ówczesnymi stanami Odry przedstawiają Broś i Kowalski [2] oraz Kowalski [3].

3. CZYNNIKI KSZTAŁTUJĄCE STANY WÓD GRUNTOWYCH NA TERENIE MIASTA

Stan wód gruntowych w określonym punkcie dowolnego obszaru, w danej chwili czasowej zależy od:

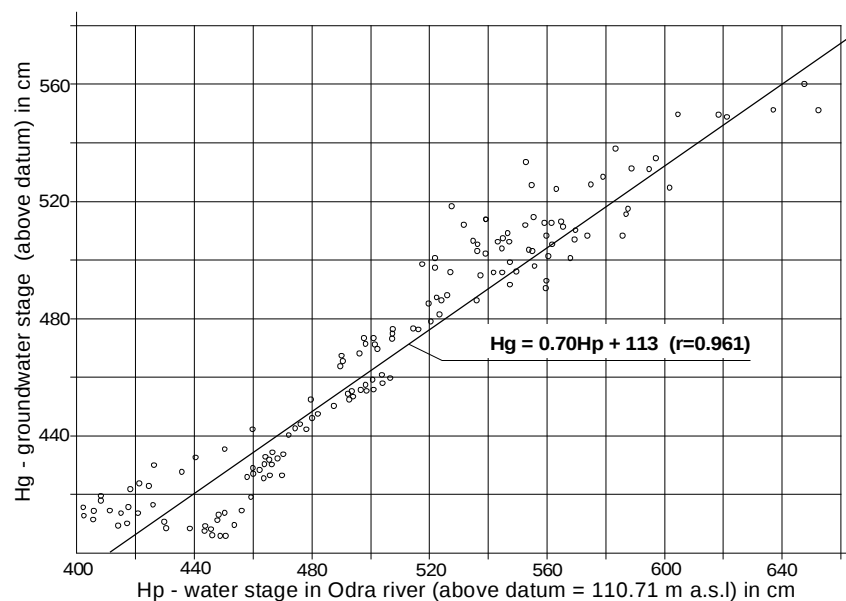
- warunków geologicznych podłoża, w tym w szczególności od przewodności hydraulicznej warstwy wodonośnej;
- warunków brzegowych na granicach zasilania i drenażu obszaru, przy czym należy uwzględnić również tzw. brzegi wewnętrzne jak np. drenaże i ujęcia wód podziemnych istniejące w granicach obszaru;
- zasilania warstwy wodonośnej, wynikającego przede wszystkim z infiltracji opadów atmosferycznych.

W określonych warunkach geologicznych zmiany stanów wody gruntowej są wywołane zmianą wartości warunków brzegowych na granicach obszaru oraz zmiennym w czasie zasilaniem warstwy wodonośnej lub jej eksploatacją.

Dla obszarów zabudowanych o dużej powierzchni terenów nieprzepuszczalnych (place, ulice, budynki), ze sprawnie działającą siecią kanalizacji deszczowej wpływ infiltracji opadów atmosferycznych na zasilanie warstwy wodonośnej jest zwykle znikomy.

Badania korelacyjne wykonane przez Kowalskiego [3] wykazały, że dla terenu Starego Miasta i Śródmieścia istnieje silna korelacja pomiędzy stanami wód powierzchniowych i wód gruntowych. Bardzo słabą korelację uzyskano przy próbie powiązania stanów wód gruntowych z opadami atmosferycznymi i średnią temperaturą powietrza.

Przykładowy związek między stanami wód gruntowych i powierzchniowych dla rejonu ulicy Św. Krzyża (zob. lokalizację piezometru nr 53 - rys. 6) przedstawiono na rys. 2. Z równania regresji zamieszczonego na tym wykresie wynika, że obniżenie poziomu wody w Odrze o 1,0 m powoduje obniżenie się lustra wody gruntowej przy oddalonym od Odry o ok. 100 m Kościele Św. Krzyża o 0.70 m. Z drugiej strony: wzrost poziomu wody w Odrze o 1.0 m wywołuje podniesienie się stanu wody gruntowej w tym rejonie również o 0.70 m.

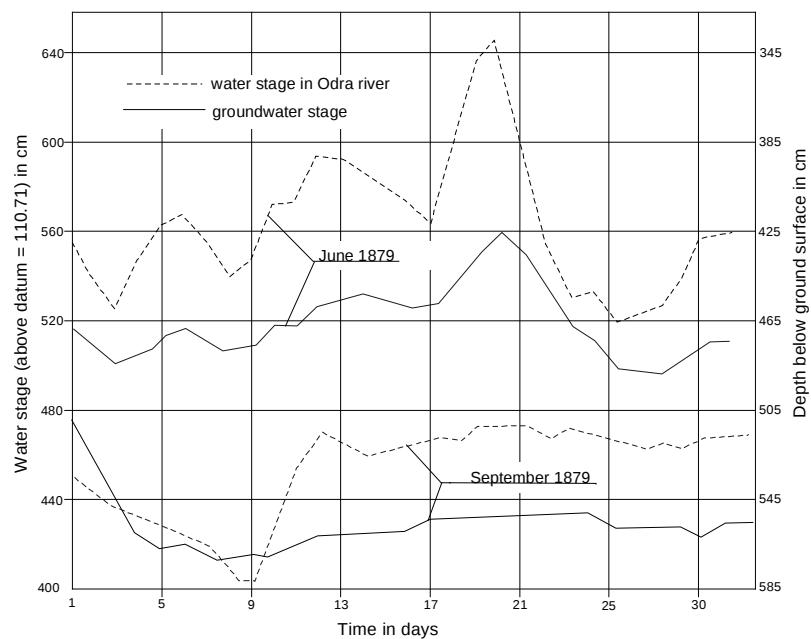


Rys. 2. Związek między stanami wody w Odrze Miejskiej i stanami wody gruntowej przy ul. Świętokrzyskiej.

Fig. 2. The relationship between surface water in Odra Miejska and groundwater table at Świętokrzyska St.

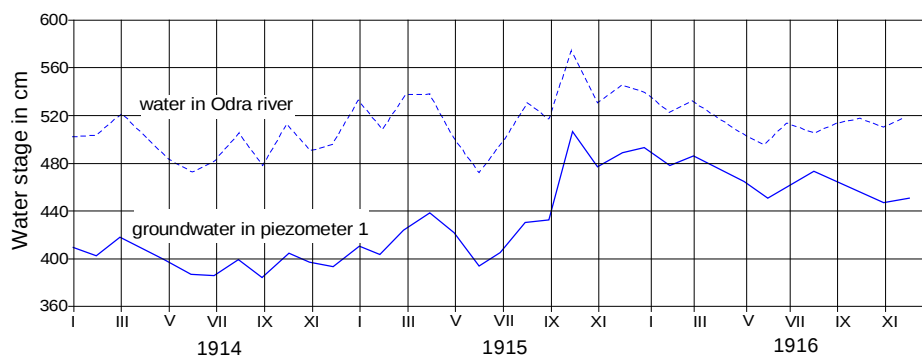
Na kolejnym wykresie (rys. 3) przedstawiono zmienność stanów wody gruntowej na tle zmian poziomu wody w Odrze w tym samym piezometrze na podstawie obserwacji prowadzonych w 1879. Analizując ten rysunek należy stwierdzić, że wahania wody w Odrze wywołują niemal natychmiastowe i proporcjonalne zmiany poziomu wody gruntowej. Interesująca sytuacja miała miejsce w dniach 8/9.09.1879, gdy w wyniku krótkotrwałego bardzo niskiego stanu wody w Odrze (ok. 114.75 m npm), rzeka przybrała w stosunku do otaczających terenów charakter drenujący. W okresie, dla którego przedstawiono dane zamieszczone na rys. 3 Odra we Wrocławiu cechowała się znaczną zmiennością przepływów i stanów, wynikającą z braku systemu ochrony przeciwpowodziowej miasta.

Kolejnym dowodem oddziaływania wód powierzchniowych na stany wód gruntowych jest porównanie zmienności poziomu wód gruntowych na tle zmian stanów Odry, brzegu Odry Miejskiej - w rejonie placu Bp. Nankiera (rys. 4).



Rys. 3. Wykres dziennych stanów wody Odry Miejskiej i stanów wody gruntowej przy ul. Świętokrzyskiej.

Fig. 3. Plot of water stages of Odra Miejska River and groundwater stages in piezometer at Świętokrzyska St.

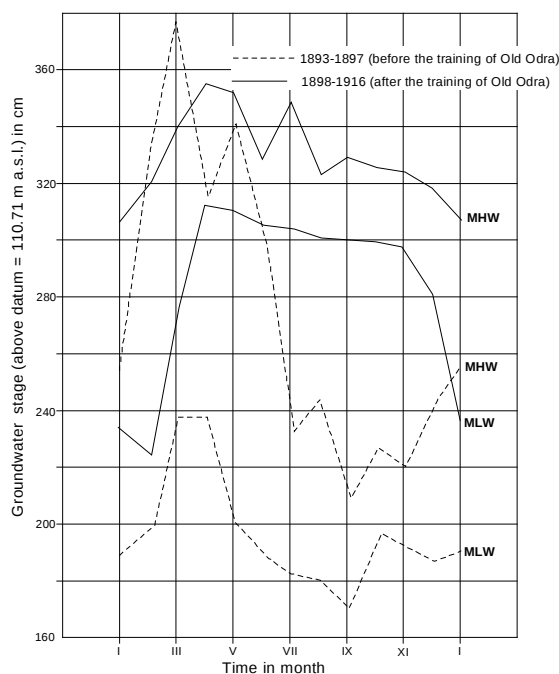


Rys. 4. Wykresy stanów Odry Miejskiej i stanów wody gruntowej na pl. Bp. Nankiera.

Fig.4. Groundwater level at B. Nankier's Sq. and water level in Odra Miejska River.

Następny przykład oddziaływania wód Odry na wody gruntowe przedstawiono na rys. 5, na którym zaznaczono wykresy średnich wysokich i średnich niskich stanów

wody gruntowej w studzienice nr 41 zlokalizowanej przy ul. C. Skłodowskiej -w pobliżu koryta Starej Odry.



Rys. 5. Średnie miesięczne stany wody gruntowej przy ul. C. Skłodowskiej.

Fig. 5. Groundwater level at C. Skłodowskiej St.

Na rysunku tym należy zwrócić szczególną uwagę na istotne obniżenie się poziomu wód gruntowych zarówno w zakresie stanów wysokich, jak i w zakresie stanów niskich, będące skutkiem regulacji Starej Odry. Drugim ważnym spostrzeżeniem, wynikającym z danych przedstawionych na rys. 5 jest bardzo wyraźny wpływ piętrzenia na jazie iglicowym Psie Pole na stany wody gruntowej w tym rejonie. W okresie, w którym jest utrzymywane piętrzenie na tym jazie (marzec/kwiecień do października) średnie stany wody gruntowej są o około 1,0-1,2 m wyższe niż w okresie zimowym, gdy piętrzenie na jazie jest likwidowane.

Przedstawiona powyżej analiza i wybrane przykłady oddziaływania wód powierzchniowych na wody gruntowe na obszarach przylegających do koryta Odry Miejskiej i Starej Odry wyraźnie udowadniają bardzo silną zależność poziomu wód gruntowych od stanów wód powierzchniowych.

4. STOSUNKI WODNO-GRUNTOWE NA TERENIE ŚRÓDMIEŚCIA I STAREGO MIASTA ORAZ ICH WPŁYW NA ISTNIEJĄCĄ ZABUDOWĘ

Prawie wszystkie obiekty wznoszone od początków osadnictwa do końca XIX wieku w śródmiejskiej części Wrocławia były posadowione na fundamentach bezpośrednich na odpowiedniej głębokości w istniejących ówczesnie korzystnych warunkach wodno-gruntowych. Jest oczywiste, że sprawne wykonywanie robót fundamentowych było możliwe jedynie w przypadku, gdy poziom posadowienia znajdował się powyżej ówczesnej powierzchni zwierciadła wody gruntowej. Analiza różnych materiałów i informacji historycznych pozwala na przyjęcie z dużym prawdopodobieństwem założenia, że średni poziom wód gruntowych w śródmiejskiej części Wrocławia kształtował się na rzędnej około 112 do 113 m npm [2], to jest około 3-4 metrów poniżej rodzimej powierzchni terenu.

Obecną sytuację w tej części miasta ilustrują podane poniżej przykłady:

Rejon Ostrowa Tumskiego. Obecny poziom terenu w najstarszej części (ulice: Katedralna, Św. Idziego, Św. Marcina, Kanonia) kształtuje się na wys. ok. 120.5 m npm. Powierzchnię rodzimego terenu stwierdzono w czterech miejscach: w odkrywkach archeologicznych (1977 r.) między ulicą Katedralną i ul. Św. Idziego (115.8 m npm) oraz przy Katedrze (116.2 m npm), jak również w otworach wiertniczych przy ul. Św. Marcina (115.8 m npm) i przy ul. Św. Józefa (115.5 m npm) [1]. Można przyjąć, że pierwotny teren na Ostrowie Tumskim kształtował się zatem na poziomie ok. 115.5 do 116.0 m npm.

Średnie stany wód gruntowych z okresu 1967-1974 przy ul. Świętokrzyskiej wynosiły 115.60 m npm, zaś na pl. Katedralnym 115.45 m npm.

Aktualny stan wód gruntowych na Ostrowie Tumskim kształtuje się zatem w poziomie pierwotnego terenu lub nieznacznie niżej. Wynika z tego jednoznacznie, że wszystkie budowle zabytkowe na Ostrowie Tumskim, w tym katedra i kościół Św. Krzyża, posadowione co najmniej na głębokości 1.0 do 1.5 m poniżej poziomu pierwotnego terenu (na rzędnej ok. 114 m npm) są stale podtopione. Pod prezbiterium Katedry z 1158 r., znajdowała się krypta o murach kamiennych. Jak podaje Broś [2] za Bukowskim: "Pewne jest, że pod prezbiterium znajdowała się krypta, której poziom posadzki był o ok. 2 m niższy od ówczesnego terenu". Można zatem przyjąć, że poziom posadzki krypty był usytuowany na wys. 114.0 m npm, natomiast fundamenty murów krypty nie wyżej niż na rzędnej 113.0 m npm. Wynika z tego, że średnie stany wody gruntowej na Ostrowie Tumskim kształtowały się poniżej rzędnej 113.0 m npm.

Rejon Uniwersytetu. Powierzchnia pierwotnego terenu kształtuje się w okolicach pl. Uniwersyteckiego i pl. Biskupa Nankiera na wys. ok. 114.5 - 115.5 m npm. Jedynie wzdłuż ul. Grodzkiej grunty rodzime występują pod nasypami o miąższości ok. 6-7 m, na głębokości ok. 112-113 m npm. Średnie stany wód gruntowych z lat 1967-1974 kształtują się w tym miejscu następująco: pl. Uniwersytecki 115.08 m npm, pl. Bp. Nankiera 115.59 m npm [3].

W rejonie tym występują liczne podtopienia, połączone z zalewaniem piwnic. Poziom piwnic budynku głównego Uniwersytetu usytuowany jest na wysokości 115.22 m npm. Zwierciadło wody gruntowej w najbliższym sąsiedztwie budynku, w otworach wiertniczych przy ul. Grodzkiej kształtowało się w 1958 r. na poziomie 114.15 m npm. Po podniesieniu piętrzenia na jazach elektrowni w 1959 r. o 0.96 m zaobserwowano, począwszy od kwietnia 1960 stały dopływ wody do piwnic budynku głównego, przy czym w styczniu 1961 r. poziom wody ustabilizował się na wysokości 115.42 m npm, tj. o 20 cm powyżej poziomu posadzki piwnic. W gmachu Wydziału Prawa przy ul. Uniwersyteckiej 22/26 stwierdzono w 1961 r. poziom wody w piwnicach, na wysokości 35 cm ponad powierzchnię posadzki piwnic, a w gmachu Etnografii przy ul. Szewskiej 50/51 na wysokości 80 cm ponad poziomem posadzki piwnic [1]. Po roku 1960 stwierdzano podtopienie piwnic również wielu innych budynków uniwersyteckich, położonych przy ulicach Grodzkiej i Szewskiej oraz przy pl. Bp. Nankiera.

Na rozległym obszarze Nadodrza zwierciadło wody gruntowej kształtuje się najczęściej w poziomie pierwotnego terenu, a miejscami nieznacznie niżej, a zatem budynki tam wzniesione są również podtopione. Zalanie piwnic i zawilgocenie budynków obserwowane jest w tej części miasta na ok. 70 ulicach, a ilość budynków podtopionych oceniana jest na ok. 500 obiektów [3]. Pod wpływem piętrzenia Odry Miejskiej znajdują się również na lewym brzegu tereny Starego Miasta leżące między Odrą a Fosą Miejską, a dalej do rzeki Oławy (Plac Społeczny).

Najczęstszym objawem podtopienia budynków na rozpatrywanych terenach jest ich trwale zawilgocenie w poziomie piwnic i parteru połączone z niszczeniem i odpadaniem tynków, postępującym powoli niszczeniem cegły i zaprawy w murach oraz butwieniem drewna, a także pojawieniem się grzyba domowego. Stanowi takiemu sprzyja brak izolacji w budynkach, a zwłaszcza bitumicznej izolacji poziomej, która do ok. 1910 roku nie była znana i stosowana. Wody gruntowe na terenie Wrocławia wykazują często agresywność siarczanową i kwasowęglową w stosunku do materiałów budowlanych [5]. Procesy korozyjne materiałów budowlanych, z których wzniesiono budynki są obok zawilgocenia budynków dalszym ujemnym skutkiem podtopienia miasta.

W ostatnim okresie często wskazuje się, że przyczyną podtopienia i zawilgocenia licznych budynków jest brak poziomych i pionowych izolacji tych obiektów oraz niesprawność, względnie brak systemów drenażowych. Stanowisko takie, aczkolwiek ze wszechmiar słuszne nie jest odkrywcze i całkowicie ignoruje podstawową przyczynę takiego stanu rzeczy, to znaczy zbyt wysoki poziom wód gruntowych.

W obecnych warunkach zabudowy miasta i podziemnego uzbrojenia terenu wykonanie głębokiego (około 5-6 m poniżej powierzchni terenu) poziomego drenażu w rejonie Starego Miasta jest niemożliwe. Również wykonanie poziomych i pionowych izolacji w dziesiątkach istniejących budynków z uwagi na bardzo wysokie koszty takich inwestycji oraz ich wątpliwą skuteczność wydaje się niecelowe.

Jedynym zatem sposobem poprawy niekorzystnych warunków użytkowania obiektów oraz zahamowania ich technicznej degradacji, wobec braku realnych możliwości ochrony przed skutkami wysokiego stanu wód gruntowych wydaje się być podjęcie

starań w kierunku likwidacji przyczyn podtopienia, wynikającego ze zbyt wysokiego piętrzenia w korycie Odry.

5. PROGNOZA WPLYWU OBNIŻENIA PIĘTRZENIA NA JAZACH ELEKTROWNI NA KSZTAŁTOWANIE SIĘ POZIOMU WÓD GRUNTOWYCH NA PRZYLEGLYCH TERENACH

Z uwagi na niekorzystnie wysokie stany wód gruntowych na terenie Starego Miasta i Śródmieścia niektóre wrocławskie środowiska zawodowe i naukowe od pewnego czasu postulują obniżenie piętrzenia na jazach Elektrowni, przez powrót co najmniej do warunków piętrzenia, jakie istniały na tym stopniu do 1959 roku.

Dla oceny skutków obniżenia piętrzenia autorzy w 1989 przeprowadzili symulacyjne badania modelowe kształtowania się powierzchni zwierciadła wód podziemnych na terenie Wrocławia dla dwóch wariantów warunków brzegowych [4]:

1. Przy obecnym, średnim stanie wody w Odrze Miejskiej, odpowiadającym poziomowi piętrzeniu na dolnym stopniu 115.65 m npm.

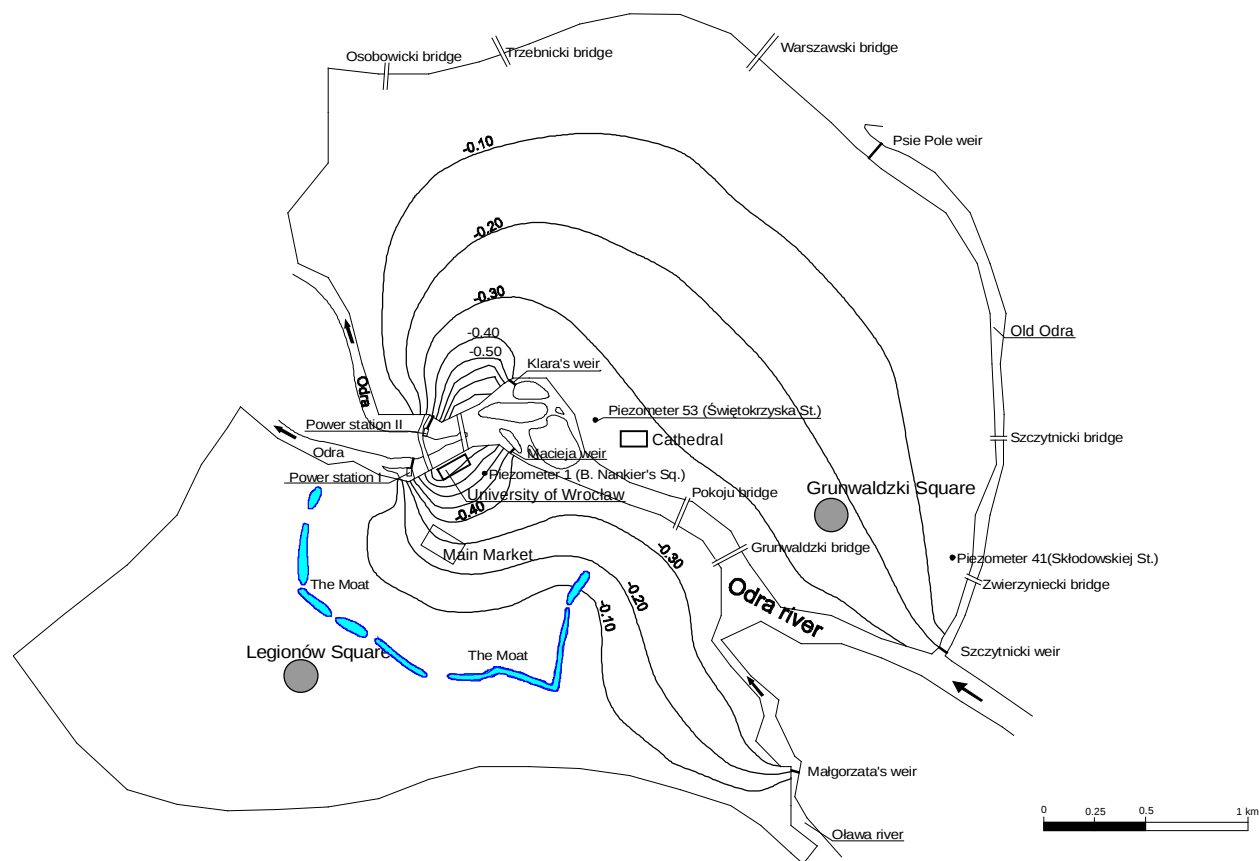
2. Przy stanie wody w Odrze Miejskiej wynikającym z obniżenia piętrzenia na jazach Elektrowni do rzędnej 114.60 m npm, co odpowiada w przybliżeniu warunkom jakie istniały do 1959 r. W wariancie tym obliczenia przeprowadzono przy założeniu, że na górnym stopniu piętrzącym zostanie utrzymany dotychczasowy stan piętrzenia.

Obliczenia symulacyjne dla obu przypadków wykonano przy wykorzystaniu modelu obliczeniowego filtracji nieustalonej o nazwie FIZ.EXE, w którym równanie filtracji jest rozwiązywane metodą elementów skończonych.

Porównanie rezultatów symulacji dla obu wariantów przedstawiono na rys. 6 w postaci izolinii różnic pomiędzy aktualnym i przewidywanym (po obniżeniu piętrzenia na dolnym stopniu) poziomem wody gruntowej na całym analizowanym obszarze.

Na podstawie rys. 6 można stwierdzić, że najbardziej znaczące obniżenie stanów wód gruntowych (przekraczające 50 cm) wystąpi na terenie wąskiego pasa terenu rozciągającego się po obu stronach koryta Odry Miejskiej pomiędzy jazami Elektrowni i górnym stopniem piętrzącym. Szerokość tego pasa można oszacować na około 150 m po obu stronach Odry. Biorąc pod uwagę, że w rejonie tym znajduje się większość podtopionych zabytkowych obiektów należy stwierdzić, że obniżenie poziomu wody gruntowej byłoby bardzo korzystne zarówno dla trwałości tych obiektów, jak i warunków ich eksploatacji.

Mniejsze obniżenie poziomu zwierciadła wód gruntowych zaznaczyłyby się również w większych odległościach od rzeki stwarzając w przypadku licznych budowli korzystniejsze warunki użytkowania i utrzymania istniejących budynków. Opierając się na wynikach przeprowadzonych badań modelowych można oszacować, że na około 25% rozpatrywanej powierzchni miasta obniżenie poziomu wód gruntowych przekroczyłoby 20 cm.



Rys. 6. Izolinie różnic pomiędzy aktualnym i prognozowanym średnim stanem wód gruntowych na terenie Wrocławia.
 Fig. 6. Contour map of differences between actual and predicted mean groundwater table in Wrocław

6. WNIOSKI

Przedstawiona w rozdz. 3 analiza związku poziomu wody w korycie Odry oraz stanów wód powierzchniowych oparta na wynikach bezpośrednich obserwacji z okresu 1874-1974 jednoznacznie pokazuje ścisły, silny związek wysokich stanów wód gruntowych z piętrzeniem wody w Odrze.

Wskutek wysokiego spiętrzenia Odry Miejskiej zwierciadło wód gruntowych na znacznej powierzchni miasta układają się obecnie na poziomie rodzimej powierzchni terenu. Stan taki stwarza istotne utrudnienie w zakresie budownictwa ogólnego i inżynierskiego oraz niekorzystnie wpływa na istniejące obiekty budowlane przez zawilgocenie i podtopienie budynków oraz korozję materiałów budowlanych.

Ewentualne obniżenie piętrzenia na jazach Elektrowni (bez przebudowy górnego stopnia piętrzącego), przy średnim przepływie w Odrze $Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$ spowoduje znaczące obniżenie się zwierciadła wody gruntowej w bezpośrednim sąsiedztwie obu stopni piętrzących. Stworzy to korzystniejsze warunki utrzymania i eksploatacji licznych zabytkowych budowli.

Zwiększenie zasięgu obniżenia poziomu wód gruntowych byłoby możliwe dzięki przebudowie górnego stopnia piętrzącego. W zasięgu oddziaływania znacznego obniżenia się wód gruntowych znalazłyby się między innymi podziemne ciągi komunikacyjne na pl. Społecznym, obecnie chronione przed podtopieniem przy pomocy systemu odwodnienia poziomego z mechanicznym odprowadzeniem wód drenażowych.

Zmiana piętrzenia na dolnym stopniu piętrzącym oraz przebudowa górnego stopnia piętrzącego, będąc przedsięwzięciem bez wątpienia bardzo kosztownym i technicznie złożonym przyczyniłaby się do znaczącej poprawy stosunków wodno-gruntowych na terenie miasta.

PIŚMIENNICTWO

- [1] BROŚ B.: Wpływ obniżenia piętrzenia w Śródmiejskim Węźle Wodnym we Wrocławiu na zabudowę na obszarze oddziaływania piętrzenia, Maszynopis, Wrocław, 1989.
- [2] BROŚ B., KOWALSKI J.: Podtopienie Starego Miasta i Śródmieścia we Wrocławiu na skutek piętrzenia Odry Miejskiej, Zesz. Nauk. AR Wroc., Inż. Środ. III, 1993, 7-19.
- [3] KOWALSKI J.: Dynamika stanów pierwszego poziomu wód podziemnych terenu m. Wrocławia, Zesz. Nauk. AR Wroc., Rozprawy, 1977.
- [4] KOWALSKI J., KAJEWSKI I. i inn.: Wpływ zmian piętrzeń na stopniu dolnym i górnym Odry Miejskiej we Wrocławiu na kształtowanie się poziomu wód podziemnych na terenach przyległych, Maszynopis, 1989.
- [5] KOWALSKI J., JANIĄK Z.: Groundwater changes in the urban area of Wrocław in the period 1874-1974, IAHS Pub. No. 146, Wallingford, Oxfordshire, 1985, 45-56.

THE INFLUENCE OF DAMMING UP OF ODRA MIEJSKA RIVER IN WROCLAW ON GROUNDWATER CONDITIONS IN THE TOWN

Summary

On the majority of Wrocław area groundwater level depends on water level in rivers and canals of surface water system of the city. In 1959 water level in Odra Miejska River has been elevated by 96 cm in the center of the town (weirs of hydro-power plant). Damming up the river has evoked significant rising of groundwater table in the area of Stare Miasto (Old Town) and Eródmieście districts.

In presented paper the factors which are important for the dynamics of groundwater conditions in the city are analyzed. Basing on the 100 years long direct observations of groundwater level in Wrocław authors have proved that in the area adjacent to the river only river water stages are significantly responsible for groundwater conditions.

Using FEM groundwater model the authors have simulated groundwater levels within studied area for two cases of boundary conditions in Odra Miejska River. 1) using the mean actual water level in the river, 2) with mean previous water level in the river (before 1959). The comparison of computations results are shown in the form of contour map of differences between present and previous average groundwater table in studied area (fig. 6).

In the conclusions authors have stated that additional damming up the Odra Miejska River in 1959 has caused rising groundwater level in adjacent area situated close to the river by 40-80 cm, resulting in submerging of many buildings, including very valuable historical ones.

KEYWORDS: urban area, groundwater problems, groundwater modeling