

Alicja Czamara, Tomasz Tymiąski, Justyna Małyszko

## **ODDZIAŁYWANIE STOPNIA WODNEGO BARTOSZOWICE – OPATOWICE NA STANY WÓD PODZIEMNYCH TERENÓW PRZYLEGŁYCH W 2010 ROKU**

**Streszczenie.** Główną ideą pracy była analiza wpływu piętrzenia stopnia wodnego Bartoszowice – Opatowice na wody podziemne terenów przyległych. W niniejszej pracy przedstawiono charakterystykę fizjograficzną Wielkiej Wyspy Zamieszczono symulację oddziaływania przejścia fali powodziowej w 2010r. na kształtowanie się zwierciadła wody na terenie objętym badaniem. Symulacje obejmowały: okres przed wystąpieniem powodzi, okres przejścia fali przez Wrocław i okres po powodzi. Do wykonania badań modelowych posłużyły wcześniej zgromadzone dane fizjograficzne oraz dane dotyczące stanów wody w 2010r. Badania wykonano przy zastosowaniu modelu matematycznego FIZ, który umożliwia modelowanie przepływu wód podziemnych.

**Słowa kluczowe:** wody podziemne, wody gruntowe, stopnie piętrzące, modelowanie komputerowe, przyrosty stanów wód, Wielka Wyspa, rzeka Odra

### **WPROWADZENIE**

Stosunki wodne, jakie panują na obszarach przyległych do cieków i zbiorników wodnych kształtują się w zależności od budowy geologicznej, stanu wód powierzchniowych oraz warunków zasilania wód podziemnych. Położenie zwierciadła wód podziemnych jest ściśle związane z wodami powierzchniowymi. Wody podziemne mogą zasilać rzekę lub rzeka może zasilać wody podziemne.

W bezpośredniej strefie oddziaływania rzeki, przy wysokich stanach wody w rzece, utrzymujących się przez dłuższy okres czasu, może dochodzić do podtopienia terenu. We Wrocławiu najbardziej narażona na oddziaływanie wód Odry i jej kanałów jest Wielka Wyspa.. Znaczne wahania zwierciadła wody powierzchniowej i podziemnej na tym terenie obserwuje się w sąsiedztwie stopni piętrzących: Bartoszowice, Szczytniki, Opatowice oraz Psie Pole. Jazy te należą do budowli hydrotechnicznych, których zadaniem jest m.in. piętrzenie wody dla potrzeb energetycznych, jak również są one częścią systemu przeciwpowodziowego.

---

prof. dr hab. inż. Alicja CZAMARA – Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
dr hab. inż. Tomasz TYMIŃSKI – Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
mgr inż. Justyna MAŁYSZKO – Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

## **OBSZAR BADAŃ**

### **Wrocławska Wielka Wyspa**

Wrocławska Wielka Wyspa, znajduje we wschodniej części miasta na rzece Odrze. Swym zasięgiem obejmuje osiedla: Bartoszowice, Biskupin, Dąbie, Zacisze, Zalesie, Szczytniki i Sępolno. Nazwa Wielka Wyspa została nadana w 1980 roku przez prof. Wandę Kononowicz. Przez dłuższy czas była ona nazwą nieoficjalną, obecnie jest już stosowana przez Urząd Miasta. Ziemie należące do Wyspy poza Zaciszem znajdowały się na lewym brzegu Odry, aż do XVI wieku. W kolejnych latach zaczęto budowę dotyczącą przekopania obecnego koryta rzeki. Wymienione osady znalazły się natomiast na przeciwnym brzegu rzeki (które pozostały oddzielone starorzeczami). Istnieje jednak połączenie z lewym brzegiem, jak i z centrum miasta Wrocławia poprzez mosty Szczytnicki i Zwierzyniecki. Wielka Wyspa posiada indywidualną ochronę w formie zespołu Przyrodniczo-Krajobrazowego w ramach Szczytnickiego Zespołu Przyrodniczo-Krajoznawczego.

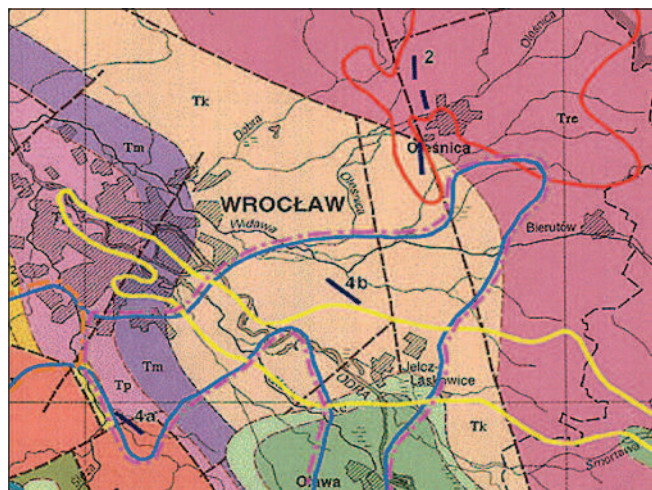
### **Stopień wodny Bartoszowice – Opatowice**

Stopień wodny Bartoszowice – Opatowice położony w km 245 + 035 rzeki Odry. Stopień składa się z: jazu Bartoszowice, śluzy Bartoszowice, jazu Opatowice, śluzy Opatowice, Kanału Żeglugowego Opatowice, górnego i dolnego awanportu śluzy Bartoszowice, budynków mieszkalnych, gospodarczych i magazynowych. Jest połączony z kanałem żeglugowym Bartoszowice – Zacisze – Różanka, kanałem powodziowym, wałami, polderami: Blizanowice, Trestno oraz Oławka, jak i przelewem do Widawy. Stopień ma szczególne znaczenie dla całego Wrocławskiego Węzła Wodnego w szczególności ze względu na ochronę przeciwpowodziową miasta. Przejmuje przepływ wody dopływający Odrą do miasta i steruje jego dalszym przepływem.

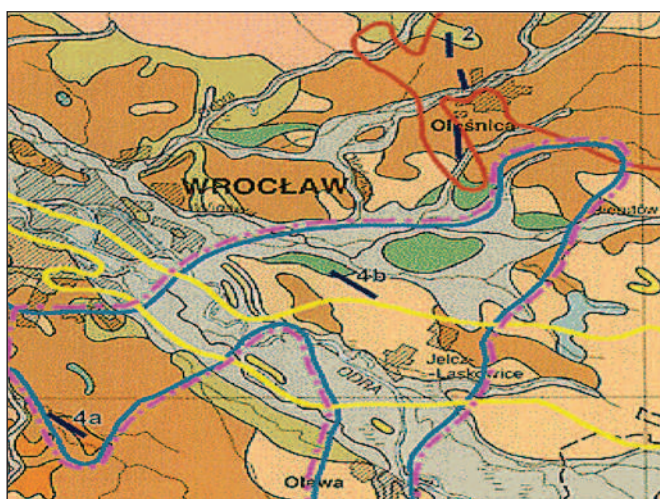
## **ZARYS WARUNKÓW GEOLOGICZNYCH, MORFOLOGICZNYCH I HYDROGEOLOGICZNYCH OBSZARU BADAŃ**

### **Warunki geologiczne**

Obszar Wrocławia położony jest na terenie Monokliny Przedsudeckiej. Utwory triasowe przykryte są przez kenozoiczne osady trzeciorzędowe i czwartorzędowe. Utwory trzeciorzędowe wykształciły się w postaci mioceńskich ilów, piasków i mułów. Utwory czwartorzędowe reprezentowane są przez osady glacialne i fluwioglacjalne, związane ze zlodowaczeniem południowopolskim, środkowopolskim i północnopolskim oraz holocenijskie osady rzeczne. W rejonie objętym badaniami na powierzchni znajdują się czwartorzędowe, holocenijskie osady rzeczne, przykryte nasypami, których miąższość nie przekracza 2 m. Osady te są zbudowane głównie z ilów i mułów rzecznych oraz namulów o miąższości od 1,5 do 4,0 m. Zalegają one na piaskach i żwirach rzecznych. Miąższość piasków i żwirów waha się w granicach od 8 do 11 m. Poniżej występują gliny zwałowe oraz utwory wodnolodowcowe. Na analizowanym terenie miąższość osadów czwartorzędowych waha się od 40 do 50 m.



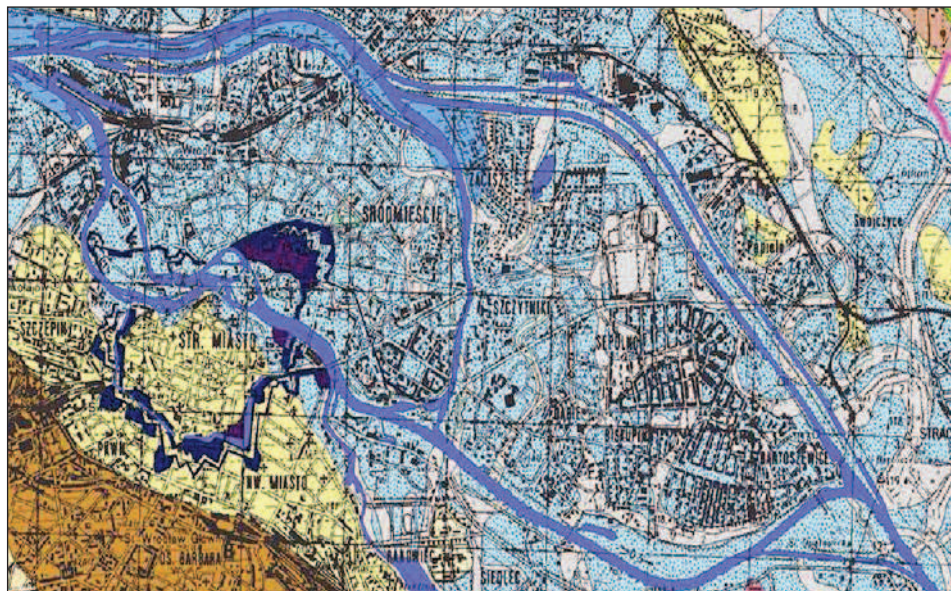
Rys. 1. Mapa geologiczna utworów starszych od trzeciorzędu



Rys. 2. Mapa geologiczna utworów czwartorzędowych

### Warunki morfologiczne

Obszar Wielkiej Wyspy to teren o charakterze równinny, położony w pradolinie Odry. W obrębie dna pradoliny znajdują się starorzecza i tereny podmokłe. Teren objęty badaniem jest otoczony wodami powierzchniowymi rzeki i jej kanałów, rys. 3. Z załączonej mapy wynika, że w przeważającej części obszaru występują dna dolin rzecznych, lokalnie występują formy pochodzenia eolicznego. Znajdują się tu również tarasy akumulacyjne zalewowe 0,5 – 1,0 m n. p. rzeki oraz taras akumulacyjny niski 1,0 – 2,0 m n. p. rzeki. Widoczne są tu również paleomeandry zaliczane do starorzecza. Rzędne terenu wahają się w granicach od 113 do 123 m n. p. m.



Rys. 3. Mapa geomorfologiczna

### Warunki hydrogeologiczne

Zwierciadło wody podziemnej na terenie objętym badaniem występuje na głębokości od 1,5 m do 5 m p.p.t. W większej części terenu posiada ono charakter swobodny, jednak w niektórych miejscach jest napięte przez warstwy glin oraz nasypy, które charakteryzują się słabszą wodoprzepuszczalnością. Wody przemieszczają się przez piaski, piaski wraz ze żwirem oraz żwiry rzeczne zalegające w stropie glin zwałowych. Zwierciadło wód podziemnych waha się w granicach rzędnych od 114,2 do 117,0 m n.p.m. Występuje tu czwartorzędowy poziom wód podziemnych. Warstwa wodonośna zbudowana jest z piasków i żwirów plejstoceniowych oraz holoceniowych utworów aluwialnych. Fluwioglacjalna warstwa wodonośna wraz z osadami holoceniowymi tworzą wspólną część wodonośną.

### NUMERYCZNY MODEL I PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA DO PROGRAMU

**Program FIZ** – jest wykorzystywany w praktyce inżynierskiej do prognozowania wpływu projektowanych budowli hydrotechnicznych na stosunki wodne, jakie panują na terenach przyległych. Program FIZ umożliwia modelowanie przepływu wód podziemnych oraz przepływu zanieczyszczeń. Równaniem bazowym w programie FIZ jest równanie Boussinesq'a:

$$\frac{\partial}{\partial x} \cdot \left( T_x \cdot \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \cdot \left( T_y \cdot \frac{\partial H}{\partial y} \right) + W = \mu \frac{\partial H}{\partial t}$$



Rys. 4. Mapa hydrogeologiczna

gdzie:

- $x, y$  – zmienne przestrzenne,  $(x, y) \in \Omega$ ,  $\Omega$  – obszar filtracji,
- $t$  – czas,
- $\mu$  – współczynnik odsączalności grawitacyjnej swobodnej,
- $H$  – wysokość piezometryczna,
- $T_x$  – wodoprzewodność w kierunku osi OX,  $T_x = k_x (H - a)$ ,
- $T_y$  – wodoprzewodność w kierunku OY,  $T_y = k_y (H - a)$ ,
- $k_x, k_y$  – współczynnik wodoprzepuszczalności odpowiednio w kierunku osi OX i OY,
- $a$  – rzędna spągu,
- $W$  – funkcja źródłowa.

W celu rozwiązania równania dla filtracji nieustalanej należy określić warunki początkowe oraz warunki brzegowe. Warunek początkowy wskazuje rozkład wysokości piezometrycznych w obecnej chwili ( $t = 0$ ). Wartości wysokości piezometrycznej w węzłach dla chwili początkowej możemy określić na podstawie wykonanych pomiarów lub też obliczeń dla stanu ustalonego.

Warunki brzegowe:

- warunek I rodzaju (Dirichleta) – wysokość piezometryczną, występują one wtedy, gdy na brzegach obszaru filtracji dane są wartości funkcji  $h(x, y, t)$ :

$$h = F_1(x, y, t)$$

- warunek II rodzaju (Neumana) – poprzez natężenie przepływu, występuje on wtedy, gdy na brzegu zadane są wartości pochodnej normalnej do brzegu, co oznacza uzależnienie warunków brzegowych od wartości przepływu na brzegach:

$$Q_n = \int_{C_f} q_n \cdot ds = \int_{C_f} k \frac{\partial h}{\partial n} \cdot ds$$

- warunek III rodzaju (mieszane) – występuje wtedy, gdy wzdłuż brzegu zadana jest liniowa kombinacja wartości funkcji  $h$  i jej pochodnej:

$$h + A \frac{\partial h}{\partial n} = F_3(x, y, t)$$

### Dyskretyzacja wybranego obszaru

Na obszar, który został objęty badaniem nałożono siatkę złożoną z elementów trójkątnych. Każdemu elementowi, który znajduje się w obszarze objętym badaniem zostały przypisane współrzędne węzłów ( $x, y$ ). Węzły te są ze sobą wzajemnie powiązane i pozwalają rozwiązać badane zadania. Podział obszaru na mniejsze elementy pozwala uzyskać dokładniejsze wyniki obliczeń. W badaniach nałożona siatka jest jednorodna, trójkąty są równoboczne lub zbliżone do równobocznych.

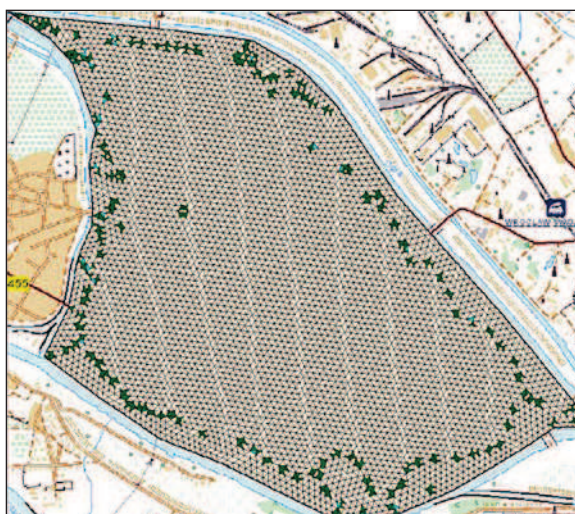
Siatka złożona jest z 4686 węzłów i z 9091 trójkątów. Trójkąty opisane są kolejnymi numerami węzłów. W badaniach teoretycznych wykazano, że jeżeli trójkąty są bardziej zbliżone do równobocznych to wyniki badań modelowych są dokładniejsze.

### Przygotowanie parametrów

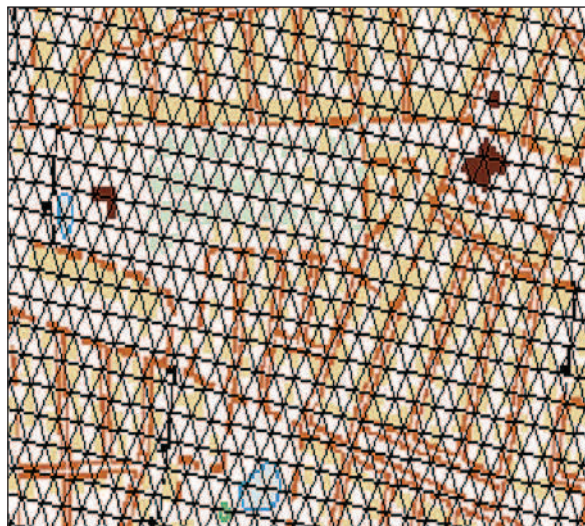
Każdemu węzłowi przypisano:

- współczynnik filtracji wzdłuż osi  $x$  i  $y$  - dla badanego obszaru przyjęto średni współczynnik filtracji  $k = 10$  m/d, (współczynnik filtracji został przyjęty dla piasków średnich),
- współczynnik odsączalności grawitacyjnej  $\mu = 0,16$  - obliczony z wzoru Biecińskiego

$$\mu = 0,117 \sqrt[3]{k}$$



Rys. 5. Siatka dyskretyzacyjna



Rys. 6. Fragment siatki

gdzie:

$k$  – współczynnik filtracji [m/d]

rzędne stropu, spągu oraz terenu – rzedną stropu przyjęto na wysokości 118 m n.p.m.

natomiast rzedną spągu na poziomie 112 m n.p.m.

W modelu założono, że średni opad wynoszący 600 mm/rok równy jest parowaniu występującemu na badanym obszarze. W związku z tym przyjęto, że zasilanie wodami opadowymi równe jest 0 mm/d.

### Określenie warunków początkowych

Za warunki początkowe przyjęto poziomy wód gruntowych. Stan ustalony wód gruntowych wyznaczony przy średnim stanie wód w Odrze w rejonie objętym badaniem wprowadzono jako warunek początkowy do obliczeń.

### Określenie warunków brzegowych

W badaniach wykorzystano warunek brzegowy I rodzaju (Dirichleta) na brzegach obszaru filtracji przyjęto wartość funkcji  $h(x,y,t)$ :

$$h = F_1(x,y,t)$$

## WYNIKI BADAŃ MODELOWYCH

### Badania modelowe dla Wielkiej Wyspy

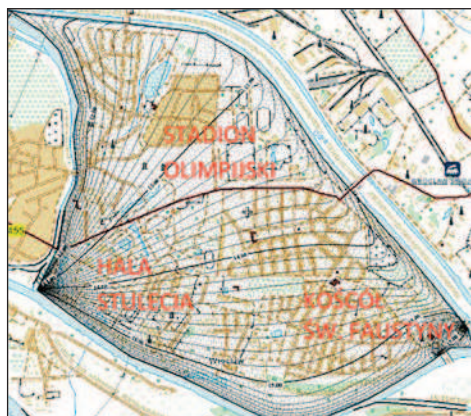
W badaniach modelowych określono wpływ wód powierzchniowych na wody gruntowe terenów przyległych. Sprawdzone, jaki miały wpływ stany wody w Odrze

na przyrosty wód w 2010 r. Zbudowany model matematyczny wykorzystany został do zbadania wpływu powodzi, która wystąpiła w 2010 na poziom wód gruntowych. Badania umożliwiły określenie zmian stanów wód w trakcie nadejścia fali, w momencie kulminacji fali oraz po przejściu fali powodziowej oraz ocenę zasięgu oddziaływania piętrzenia i czasu trwania podwyższonych stanów wód gruntowych.

### Oddziaływanie stopni wodnych na stany wód podziemnych w 2010 roku

W badaniu przeprowadzono wpływ wód powierzchniowych na wody podziemne na terenie Wielkiej Wypsy w 2010 roku. Symulację rozpoczęto miesiąc przed pojawieniem się fali kulminacyjnej tj. 10 kwietnia 2010 roku. Badania prowadzono dla okresu przed powodzią, w trakcie powodzi oraz po powodzi.

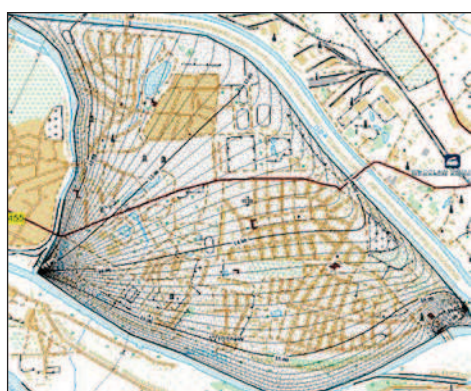
### Badania symulacyjne dla okresu przed powodzią (kwiecień – 1 połowa maja 2010)



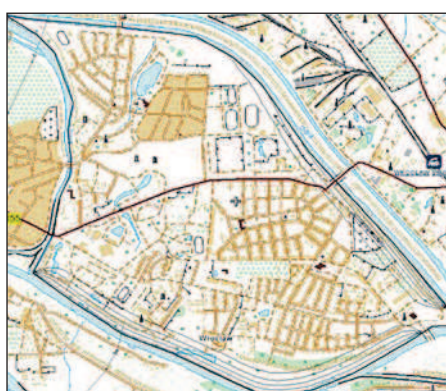
Rys. 7. Hydroizohipsy oraz pole prędkości z dnia 10 kwietnia 2010



Rys. 8. Przyrost wód gruntowych z dnia 10 kwietnia 2010



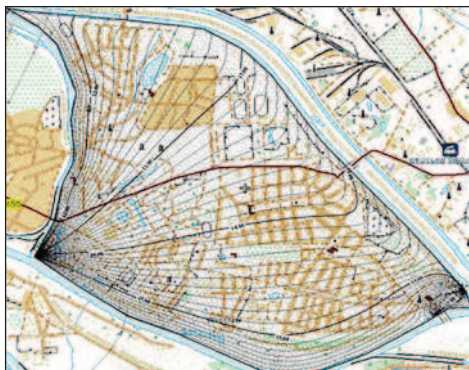
Rys. 9. Hydroizohipsy oraz pole prędkości z dnia 05 maja 2010



Rys. 10. Przyrost wód gruntowych z dnia 05 maja 2010



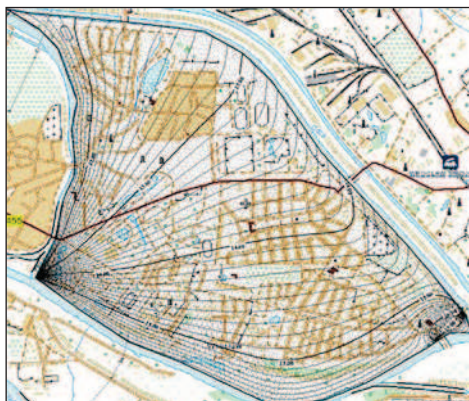
**Badania symulacyjne dla okresu w trakcie powodzi (2 połowa maja –1 połowa czerwca 2010)**



**Rys. 11.** Hydroizohipsy oraz pole prędkości z dnia 22 maja 2010



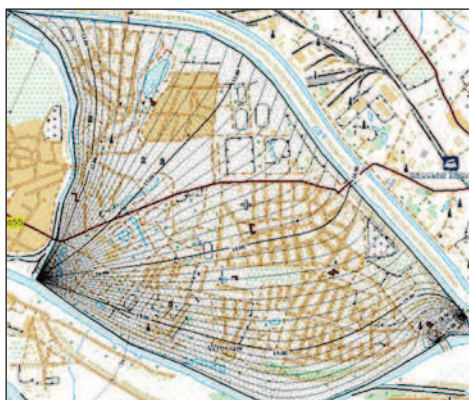
**Rys. 12.** Przyrost wód gruntowych z dnia 22 maja 2010



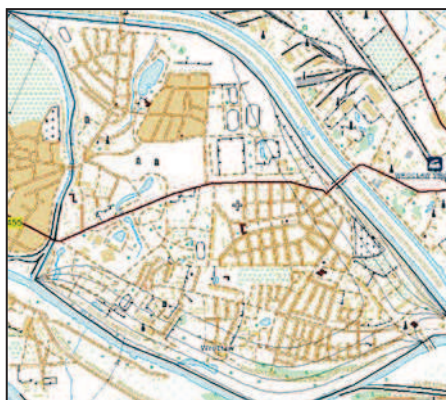
**Rys. 13.** Hydroizohipsy oraz pole prędkości z dnia 20 czerwca 2010



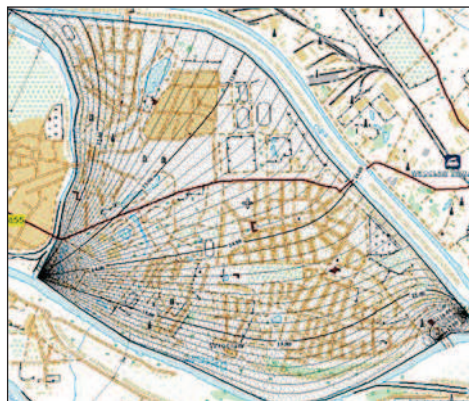
**Rys. 14.** Przyrost wód gruntowych z dnia 20 czerwca 2010



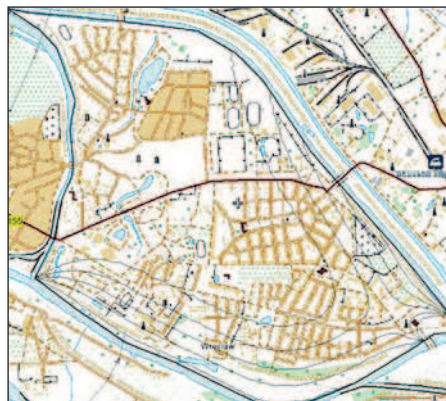
**Rys. 15.** Hydroizohipsy oraz pole prędkości z dnia 05 października 2010



**Rys. 16.** Przyrost wód gruntowych z dnia 05 października 2010



Rys. 17. Hydroizohipsy oraz pole prędkości z dnia 05 stycznia 2011



Rys. 18. Przyrost wód gruntowych z dnia 05 stycznia 2011

Tabela 1. Rzędne stanów wód powierzchniowych i podziemnych dnia 12.04.2010 r.

Data pomiaru	Stany wód powierzchniowych				Stany wód podziemnych			Przyrosty stanów wód podziemnych			
		Jaz Bartoszewice	Jaz Opatowice	Jaz Szczytniki	Jaz Psie Pole	Stadion	Hala Stulecia	Kościół św. Faustyny	Stadion	Hala Stulecia	Kościół św. Faustyny
10.04.2010	woda górna	117,413	117,344	115,56	111,590	113,3	113,4	114,7	0,00	0,00	0,00
	woda dolna	115,001	115,792	111,59	111,590						
05.05.2010	woda górna	117,653	117,584	115,70	112,390	113,3	113,4	114,7	0,00	0,00	0,00
	woda dolna	114,981	116,012	112,39	112,390						
<b>22.05.2010</b>	woda górna	<b>119,713</b>	<b>119,804</b>	<b>117,58</b>	<b>114,080</b>	113,3	113,4	114,7	0,00	0,00	0,00
	woda dolna	<b>115,001</b>	<b>119,792</b>	<b>116,71</b>	<b>114,080</b>						
20.06.2010	woda górna	117,853	117,804	115,56	113,490	113,3	113,4	114,7	0,00	0,00	0,00
	woda dolna	117,841	115,512	113,49	113,490						
05.10.2010	woda górna	117,413	117,344	115,56	111,590	113,3	113,4	114,8	0,00	0,00	0,10
	woda dolna	115,001	115,792	111,59	111,590						
<b>05.01.2011</b>	woda górna	117,413	117,344	115,56	111,590	<b>113,35</b>	<b>113,4</b>	<b>114,9</b>	<b>0,05</b>	<b>0,00</b>	<b>0,20</b>
	woda dolna	115,001	115,792	111,59	111,590						

## ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ MODELOWYCH

Symulację rozpoczęto 10 kwietnia 2010 roku. Od razu można zauważyć, że w początkowym okresie badań nie zarejestrowano żadnych istotnych zmian, które miałyby wpływ na badany teren. W rejonie Starej Odry, jak i w rejonach północno – wschodnich (Zacisze, Zalesie) nie odnotowano żadnego wpływu wód na tereny otaczające. Jedynie zanotowano wpływ wód na tereny przyległe w rejonie Górnej Odry (Opatowice, Szczytniki), który zajmował obszar około 180 metrów od rzeki w kierunku centralnej części badanego terenu [rys. 7 – 8].

W dniu kulminacji fali powodziowej zanotowano wzrost stanów wód gruntowych na terenach przyległych w okolicy Górnej Odry oraz Kanału Powodziowego. Przyrost ten wyniósł około 0,5 do 0,7 m i objął swym zasięgiem obszar Wielkiej Wypisy, pas o szerokości około 300 m w głąb [rys. 9 – 10]. Dwa tygodnie po przejściu fali kulminacyjnej, nadal utrzymywały się zwiększone stany wód podziemnych w rejonie Górnej Starej Odry oraz Kanału Powodziowego. Na południowym – wschodzie do ulicy Eugeniusza Żaka oraz na południowym – zachodzie do ulicy Zygmunta Wróblewskiego przyrosty stanów były większe od 0,1 m. Od strony Bartoszowic największy przyrost wód gruntowych zanotowano w rejonie ulicy Marcelego Bacciarelliego [rys. 11 – 12]. W dniu 5 października zaobserwowano zwiększony przyrost w rejonie Bartoszowic i Opatowic. Od jazu Bartoszowice o około 600 m w stronę centralną, a od jazu Opatowice o około 400 m. Największy przyrost nadal występuje w tym samym rejonie, jednak w tym okresie narażone są tereny Biskupina i Bartoszowic [rys. 13 – 14]. W kolejnym etapie badań, przypadającym na 5 stycznia 2011 roku zauważono jaki jest kierunek przepływu wód podziemnych w rejonie Sępolna, Zalesia, Bartoszowic, Biskupina i Dąbia. W tych rejonach zaobserwowano zwiększenie się przyrostu wód gruntowych. Woda przemieszczała się w kierunku od stopnia wodnego Bartoszowice - Opatowice dochodząc do ulicy Spółdzielczej oraz Karola Olszewskiego [rys. 15 – 16].

Przeprowadzone badania modelowe pozwalają zauważyć, że piętrzenie na stopniu wodnym Bartoszowice – Opatowice w okresie powodzi w 2010 roku miało znaczący wpływ na położenie zwierciadła wód podziemnych na terenach przyległych (Wielkiej Wyspie). Dla powodzi z 2010 roku (która miała miejsce 13 lat po powodzi tysiąclecia) pokazała, że przyrosty wód gruntowych nie były tak duże, jak podczas powodzi w 1997 roku (nie przekraczają 1,5 m). Najbardziej zagrożonymi miejscami są Bartoszowice, Opatowice oraz Sępolno. W czasie fali kulminacyjnej największy przyrost wystąpił w tym rejonie. Po przejściu fali powodziowej obszar objęty zasięgiem izolacji przyrostu zwierciadła wód 0,1 m w rejonie ulicy Spółdzielczej pojawił się po około 4 – 6 miesiącach.

W 2010 roku wpływ fali powodziowej na tereny przyległe miał niewielki zasięg. Fala ta była znacznie mniejsza niż w 1997 roku. W 2010 roku wielka woda przyszła do Wrocławia później niż się jej spodziewano, co umożliwiło sprawniejsze przygotowanie się na nadejście fali. Sprzyjającym warunkiem było również skierowanie części wód na poldery znajdujące się pomiędzy Wrocławiem a Opolem. Po powodzi w 2010 roku odnowiono, odbudowano oraz zmodernizowano większość budowli i urządzeń hydrotechnicznych, które w 1997 roku były niesprawne.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W pracy przeanalizowano wpływ piętrzenia stopnia wodnego Bartoszowice–Opatowice i współpracujących z nim jazów Szczytniki oraz Psie Pole na wody podziemne terenów przyległych podczas powodzi w 2010r. Badania wykonano przy zastosowaniu modelu matematycznego FIZ, który umożliwia modelowanie przepływu wód podziemnych. Do wykonania badań modelowych posłużyły wcześniej zgromadzone dane fizjograficzne dla Wielkiej Wyspy oraz dane dotyczące stanów wody w 2010r. Po przygotowaniu i opracowaniu wszystkich danych wejściowych wprowadzono je do modelu matematycznego. Wykonano symulacje oddziaływania przejścia fali powodziowej w 2010r. na kształtowanie się zwierciadła wody na terenie Wielkiej Wyspy. Symulacje obejmowały okres przed wystąpieniem powodzi, okres przejścia fali przez Wrocław i okres po powodzi.

Po 13 latach po powodzi tysiąclecia nadeszła kolejna powódź do Wrocławia, która również wpłynęła na stany zwierciadła wód gruntowych. W początkowym okresie badań nie odnotowano żadnych zmian, jakie miałyby wpływ na obszar Wielkiej Wyspy. Stany na jazach utrzymywane były na rzędnych: woda górna 118,00 m n.p.m. woda dolna 116,00 m n.p.m. Na jazie Bartoszowice woda mieściła się w koronie wału, jedynie na jazie Opatowickim nieznacznie się przelewała. Przyrosty zwierciadła wód gruntowych w granicach 1,0 m obejmowały obszar blisko Odry w rejonie jazu Bartoszowice oraz Opatowice. Wysokie stany wody na jazach utrzymywały się około 3 tygodnie po przejściu fali. Już cztery tygodnie po fali kulminacyjnej stany wody wróciły do stanu sprzed powodzi i wahały się w granicach 115,6 m n.p.m. na jazie Szczytniki, 117,7 m n.p.m. na jazie Bartoszowice oraz 117,6 m n.p.m. na jazie Opatowice.

Po powodzi w 1997 roku większość wałów została odbudowana oraz zmodernizowana. Wały otaczające Wielką Wyspę zostały uszczelnione. Zmodernizowano, przebudowano oraz na nowo wybudowano budowle oraz urządzenia hydrotechniczne.

Wykonane badania modelowe pokazały w jakich obszarach Wielkiej Wyspy występuje największy przyrost zwierciadła wód gruntowych spowodowany wysokimi stanami wody w trakcie powodzi oraz po przejściu fali powodziowej. Dzięki uzyskanym wynikom można wskazać tereny zagrożone podtopieniem.

## LITERATURA

1. Bakuliński G., Książkiewicz M., Januszewski S., Majewicz R.: Budowle hydrotechniczne Wrocławskiego Węzła Wodnego, Fundacja Otwartego Muzeum Techniki, Wrocław 2007 r.
2. Bocheńska T. (et. Al.), red. naukowa: Dowigałło J., Kleczkowski A., Macioszczyk T., Rózkowski A.: Słownik hydrogeologiczny, Wyd. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2002 r.
3. Bakuliński G., Książkiewicz M., Januszewski S., Majewicz R.: Wrocławski Węzeł Wodny – przewodnik turystyczny, Fundacja Otwartego Muzeum Techniki, Wrocław 2008 r.
4. Chalfen M.: Opis programu FIZ, XXXIII Seminarium Zastosowań Matematyki, Kobyla Góra, 9-12 września 2003 r.
5. Giłka A., Przytuła E., Woźnicka M.: Ujęcia wód podziemnych, Warszawa 2002 r.
6. Hinz. I.: Struktura morfologiczna i funkcjonalna Wielkiej Wyspy we Wrocławiu, praca magisterska w zbiorach zakładu geografii społecznej i ekonomicznej IGiRR, Wrocław 2002 r.

7. IMGW, Instytut rozwoju miasta, instytut ochrony środowiska: Program oddziaływania na środowisko projektu dokumentu – programu dla Odry – 2006 – aktualizacja, Kraków, wrzesień 2011r.
8. Kania J.: Pochodzenie wód podziemnych, warunki zasilania i krążenia wód podziemnych, AGH, Kraków 2011 r.
9. Łabno A.: Baza danych geologiczno inżynierskich wraz z opracowaniem atlasu geologiczno – inżynierskiego aglomeracji wrocławskiej, Państwowy Instytut Geologiczny, Wrocław 2009 r.
10. Miszewska B.: Badanie morfologii miast w ośrodku Wrocławskim, Wrocław, UWR 2004 r.
11. MKKO: Dorzecze Odry, powódź 2010r., Wrocław 2011 r.
12. Prywatne dane RZGW we Wrocławiu

### **BARRAGE BARTOSZOWICE-OPATOWICE INFLUENCE ON GROUNDWATER STATE IN ADJACENT AREAS IN 2010**

#### **Summary**

The main idea of this study was to analyze an influence of altering water level, by the barrage Bartoszowice – Opatowice, on the groundwater in adjacent areas. In this paper a physiographic characteristic of the Big Island and characteristics of barrages are presented. A simulation of the influence of a flood wave passing in 1997 on water level in the study area was presented. The simulation included: period before the flood, period of flood wave passing through Wrocław and period after the flood. To carry out model testing previously collected physiographic data and data regarding water levels in 2010. The test were carried out using mathematical model FIZ, that allows modeling of groundwater flow.

**Keywords:** ground water, earth water, barrages, computer modelling, water level increase, Big Island, Odra River

### **DER EINFLUSS DER STAUSTUFE BARTOSZOWICE-OPATOWICE AUF DEN BODENWASSERSPIEGEL DER NAHGELEGENEN GEBIETE IM JAHR 2010**

#### **Zusammenfassung**

Der Hauptgedanke der Bearbeitung war die Analyse des Einflusses des Wasserspiegelaufstiegs an der Staustufe Bartoszowice-Opatowice auf den Grundwasserspiegel der nahgelegenen Gebiete. In der vorgestellten Forschung wurde die physiographische Charakteristik von Wielka Wyspa (Große Insel) vorgestellt. Man hat sie Simulation des Einflusses von Hochwasserwelle aus dem Jahr 2010 auf die Bildung des Wasserspiegels auf dem Gebiet gezeigt, wo die Forschungen durchgeführt wurden. Die Simulationen betrafen den Zeitraum: vor dem Hochwasser, bei der Durchströmung der Hochwasserwelle in Wrocław, nach dem Hochwasser. Zur Durchführung der Modellforschungen wurden sowohl die früher gesammelten physiographischen Daten als auch Daten über Bodenwasser im Jahr 2010 gebraucht. Die Forschungen wurden mit der mathematischen Modellbildung FIZ durchgeführt, die eine Durchströmung des Grundwassers modellieren kann.

**Schlüsselworte:** Bodenwasser, Grundwasser, Staustufen, Computermodellbildung, Wasseranstieg, Große Insel, Fluss Odra