

Zdzisław Jan Małecki, Jerzy Wira,
Krzysztof Pulikowski, Izabela Małecka

PROGNOZOWANY WPŁYW BUDOWLI PARKU WODNEGO NA ZAGROŻENIE POWODZIOWE OSIEDLA RAJSKÓW W KALISZU

Streszczenie

Teren budowy Parku Wodnego, znajduje się między rzeką Prosną i jej rozwidleniem nazywanym Kanałem Bernardyńskim a rzeką Swędrnią będącą prawostronnym dopływem Kanału Bernardyńskiego. W oparciu o dane hydrologiczne z okresów powodzi wynika, że woda stuletnia osiąga w tym rejonie rzędną 103,48 m n.p.m. i jest ponad 1,0 m wyższa od rzędnej istniejącego terenu. Natomiast woda dziesięcioletnia już zalewa (podtopia) teren znajdujący się pomiędzy rozwidleniem rzek: Swędrni i Proсны. Grunty terenu zalewowego rozpoznane wierceniami do głębokości od 5,0 do 10 m p.p.t. zbudowane są z czwartorzędowych piaszczystych utworów akumulacji rzecznej z odłożoną w stropie, warstwą osadów akumulacji zastoiszkowo – bagiennej zalegającej na głębokości od 0,65 m do 3,30 m p.p.t. Natomiast osady akumulacji rzecznej zalegają pod w/w osadami akumulacji zastoiszkowo – bagiennej do głębokości od 8,0 do 10 m p.p.t. Warstwę powierzchniową stanowi gleba o miąższości od 0,20 do 0,80 m (śr. 0,40 m) oraz nasypy niekontrolowane piaszczysto – próchniczo – pyłowe o miąższości od 0,20 do 1,60 m. W gruncie stwierdzono występowanie swobodnego i napiętego zwierciadła wody gruntowej w piaskach akumulacji rzecznej. Ustabilizowane zwierciadło wody gruntowej, posiadającej bezpośredni kontakt hydrauliczny z wodą w obu rzekach, występuje na głębokości 0,65 – 1,84 m p.p.t. o spadku w kierunku północnym, tj. w stronę rzeki Swędrni. W oparciu o wieloletnie obserwacje należy stwierdzić, że przepływy wezbraniowe w Swędrni występują z reguły w tym samym okresie co w rzece Prośnie. Budynek główny Parku Wodnego posadowiony jest na żelbetowych ławach fundamentowych co z upływem czasu w następstwie sufozji gruntu, wraz ze zwiększeniem współczynnika filtracji wody w gruncie będzie skutkowało, zmniejszeniem stabilności statycznej budowli jak i zwiększoną infiltracją wód w gruncie z rzeki Proсны do Swędrni. W następstwie prognozowanej większej infiltracji wód m.in. w otoczeniu fundamentowania budowli Parku Wodnego, skutkować będzie przyspieszonymi znacznymi podtopieniami (zalewaniem) terenów przyległych Osiedla Rajsków. W przypadku wystąpienia wysokich stanów wód w rzekach w celu ograniczenia skutków negatywnych związanych z podtopieniami terenów zalewowych Osiedla Rajsków należy po wykonaniu studium technicznego, m.in. wykonać drenaż powierzchni i stopy skarpy wału przeciwpowodziowego wraz ze wzmocnieniem skarpy odwodnej na odcinku od mostu Bursztynowego do początku Kanału Bernardyńskiego. Natomiast w przypadku wystąpienia fali powodziowej przekraczającej stan alarmowy przez dłuższy okres czasu, wszelkie dodatkowe budowle hydrotechniczne dają z dużą dozą prawdopodobieństwa efekt niezadawalający w stosunku do założonego (podtopienie wraz z zalaniem terenów przyległych do cieków).

Słowa kluczowe: powódź, fala powodziowa, wody gruntowe, infiltracja, sufozja gruntu, tereny zalewowe, budowle hydrotechniczne.

prof. nadzw. dr hab. inż. Zdzisław Jan MAŁECKI – Instytut Badawczo-Rozwojowy Inżynierii Lądowej i Wodnej „Euroexbud” w Kaliszu.

prof. nadzw. dr hab. inż. Jerzy WIRA – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

prof. nadzw. dr hab. inż. Krzysztof PULIKOWSKI – Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.

dr inż. Izabela MAŁECKA – Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

WPROWADZENIE

Częściową regulację koryt Proсны w Kaliszu wykonano w latach 1842-1843 wg planu regulacji opracowanego przez inż. Teodora Urbańskiego (wybudowano kanały w śródmieściu, poszerzono i pogłębiono istniejące koryto). Natomiast tzw. „wielką” regulację rzeki przeprowadzono w latach 1874 – 1875 wraz z wykonaniem dwóch nowych kanałów (Babinka i Rypinkowski). W latach 1940 – 1942 został zasypany Kanał Babinka przez Niemców m.in. książkami z kaliskich bibliotek oraz wyprostowany kanał Rypinkowski.

Według kronikarza Kalisza, Adama Chodyńskiego, powodzie w Kaliszu były czymś oczywistym od zawsze. Po „wielkiej” regulacji rzeki wystąpiły w Kaliszu powodzie a mianowicie w: 1865/66, 1871/72, 1879, 1880 – duża powódź i huragan, 1885 – stosunkowo duża powódź oraz w 1888 roku. Dopiero w XIX w. zmniejszyła się częstotliwość powodzi, przede wszystkim na skutek obniżenia się poziomu wód gruntowych w następstwie występowania niższych opadów atmosferycznych. Powodzie rozlewne z którymi stosunkowo często mamy do czynienia, mają różny przebieg w zależności od ukształtowania lokalnego terenu Kalisza. Grunty na terenach zalewowych i przyległych do głównego nurtu rzeki Proсны wraz z dopływami: prawostronnym – Pokrzywnicą i Swędnia; lewostronnym – Piwonką i Krępicą oraz kanałami: Rypinkowskim i Bernardyńskim (Kaliski Węzeł Wodny) charakteryzują się występowaniem zjawisk tiksotropowych i podatnością na intensywne podsiąki kapilarne oraz znacznymi prędkościami filtracji (przesączania) wody w profilu gruntowym. Zawiesiny niektórych cząstek gruntu do których należą bardzo drobne cząstki ilowe o rozmiarach koloidalnych ($< 0,0002$ mm), przy określonej koncentracji, przechodzą po pewnym okresie spokoju (stagnacji) w ciało „galaretowate – żel”. Żel taki może ponownie przejść w płynną zawiesinę (zol), jeśli zostanie poddany wstrząsom lub wibracji. Zjawisko przechodzenia żelu w zol i odwrotnie, w następstwie mechanicznych oddziaływań w wyniku wstrząsów lub wibracji, nazywa się tiksotropią. Zjawisko tiksotropii występuje nawet wtedy, gdy szkielet gruntów składa się z cząstek znacznie większych od koloidów, np., z cząstek pyłowych lub z drobnego piasku. Cząstki ilowe i koloidalne w następstwie tworzenia pomiędzy większymi ziarnami tiksotropowego spoiwa w postaci ciągłej siatki przestrzennej, nadają gruntowi spoistość i wytrzymałość.

W praktyce budowlanej przy wykonywaniu robót ziemnych z wykorzystaniem koparek i spycharek, w następstwie drgania silników przekazywanych przez gąsienice, występuje stopniowe osłabienie więzi strukturalnych w podłożu gruntowym przewarstwionym glinami (iłami) co skutkuje falowaniem gruntu (uplastycznieniem podłoża). Podobne zjawisko występuje przy wbijaniu pali w tiksotropowe iły plioceńskie (o granicy płynności $W_L \geq 65\%$). Znanym tiksotropowym gruntem jest bentonit, używany m.in. do wykonywania przepon szczelinowych [Wiłun Z., 2001].

W gruncie występujące kanaliki utworzone z porów można uważać za kapilary. Ruch wody podsiąkającej (wstępującej) w strefie aeracji gruntu (gleby) składającej się z fazy stałej, ciekłej i gazowej, odbywa się dzięki zjawisku kapilarności, wywołanemu siłami napięć powierzchniowych wody i przyczepności (adhezji) wody do ścianek kapilary. Wysokość wznoszenia cieczy w kapilarze jest odwrotnie proporcjonalna do jej średnicy. Ruch wody kapilarnej odbywa się od gruntów bardziej gruboziarnistych do

bardziej drobnoziarnistych (z kapilar o średnicy „większej” ku „mniejszej”). Oprócz podsiąku kapilarnego w gruncie ruch wody odbywa się we wszystkich kierunkach w zależności od różnicy potencjału uwilgotnienia gleby. Zjawisko podnoszenia się wody w kapilarach do góry w stosunku do zwierciadła wody wolnej nazywamy kapilarnością czynną. Jeżeli natomiast wystąpi obniżanie się poziomu zwierciadła wody w stosunku do poziomu wody w kapilarach, to mamy do czynienia z kapilarnością bierną.

W ośrodku porowatym gruntu występuje ruch wód gruntowych, zwany filtracją (przesączaniem). Podstawowymi wielkościami charakteryzującymi ruch wody są: prędkość i natężenie przepływu, kierunek przepływu, ciśnienie. Ze zjawiskami filtracji mamy do czynienia wtedy, gdy woda jest w stanie wolnym i wypełnia wszystkie pory gruntu (ośrodek nasycony). Pory gruntu muszą mieć odpowiednią wielkość, w których woda może się w nich poruszać pod wpływem sił ciężkości lub zróżnicowanego ciśnienia [Czetwertyński E. i In., 1969; Kowalski J., 1998]. Filtracja wody w gruncie przebiega wtedy, gdy strumień ma swobodne zwierciadło wody, zwane linią lub krzywą depresji albo gdy ruch cieczy odbywa się pod ciśnieniem. W większości przypadków w ośrodku gruntowym podczas filtracji przepływ wody odbywa się ruchem laminarnym. W przypadku gdy grunt porowaty charakteryzuje się znacznymi wymiarami ziaren (np. gruby żwir, kamienie, rumosz skalny), a tym samym występują duże wymiary porów, filtracja wody przebiega w ruchu przejściowym lub burzliwym. Spiętrzenie wody w cieku, zbiorniku retencyjnym powoduje powstanie warunków do przebiegu zjawiska filtracji. W przypadku, jeżeli różnica poziomów wód jest stała, mamy do czynienia z filtracją ustaloną. Natomiast przy spiętrzeniu okresowym np. przez wały przeciwpowodziowe, które wywołuje przepływ wód w gruncie generowany przez warunki zmienne w czasie, mamy do czynienia z filtracją nieustaloną. Filtracja ustalona występuje pod budowlami piętrzącymi, wokół ich przyczółków oraz przez zapory betonowe i ziemne. Z reguły budowle piętrzące są posadowione na gruntach pochodzących z osadów czwartorzędowych, czasem trzeciorzędowych. Najczęściej mamy do czynienia z utworami aluwialnymi [Depczyński W., 1999].

Nadmierna filtracja wody przez podłoże może spowodować: sufozję (wyplukiwanie drobnych cząstek gruntu podłoża i transportowanie ich przez strumień filtracyjny między grubymi ziarnami gruntu); wypieranie gruntu, wzrost wyporu hydrodynamicznego w następstwie zwiększenia ciśnienia filtracyjnego pod budowlą piętrzącą; ucieczka wód z akwenu do stanowiska dolnego. Grunty drobnoziarniste, niespoiste mają stosunkowo niewielkie możliwości przeciwstawiania się sufozji lub przebiciu hydraulicznemu. Odwrotnie zachowują się żwiry i gliny, dla których gradient hydrauliczny (spadek hydrauliczny) krytyczny, jako cecha gruntu, jest duży. W przypadku gdy wystąpi przekroczenie gradientów krytycznych na końcowym odcinku filtracji, wówczas wywołuje przez strumień filtracyjny, niekorzystne zmiany w gruncie (sufozja lub wypór), które mogą się przenosić na coraz wcześniejsze odcinki filtracji i spowodować poważne uszkodzenia budowli hydrotechnicznej a nawet katastrofę tejże budowli [Instytut Melioracji i Użytków Zielonych Falenty 1992, Depczyński W. i in., 1999].

Wykonanie końcowego odcinka filtracji zgodnie ze sztuką inżynierską pozwoli uniknąć kosztownego i często mało skutecznego remontu podczas eksploatacji obiektu. Do podstawowych elementów konstrukcji hydrotechnicznych, w przypadkach, gdzie

w podłożu występuje przepływ wód filtracyjnych lub gruntowych, należy drenaż. Celem działania drenaży jest zabezpieczenie materiału budowli konstrukcji piętrzącej lub podłoża przed szkodliwym wpływem filtracji powodującej strukturalne zmiany w gruncie. Ponadto zadaniem drenażu jest także: zmniejszenie ciśnienia piezometrycznego działającego na budowlę (zmniejszenie wyporu ze względu na stateczność), obniżenie krzywej depresji, redukcję ciśnienia w porach oraz zabezpieczenie przed ciśnieniem spływowym na skarpie odwodnej.

Ogólnie przyjmuje się, że dla bezpiecznego posadowienia fundamentów pod budynki, prowadzenia robót ziemnych i przyszłej eksploatacji obiektu wskazany jest poziom zwierciadła wód gruntowych poniżej poziomu posadowienia. Po uwzględnieniu naturalnej i antropogenicznej dynamiki zmian położenia zwierciadła wód gruntowych wynikających z okresowych wahań na skutek opadów czy też jego podnoszenia się w dolinach rzecznych w związku ze zmianami stanu wód, w Polsce dla typowych warunków budowlanych za korzystne przyjmuje się położenie zwierciadła wód gruntowych na głębokości poniżej 2 m od powierzchni terenu. Fundamenty budynków, sieci kanalizacyjne, wodociągowe itp. z reguły sprzyjają powstawaniu uprzywilejowanych dróg filtracji wód gruntowych [Dyrektywa 2007/60/WE].

W robotach fundamentowych nie można dopuścić do przerwania ciągłości gruntów nieprzepuszczalnych, co może skutkować naporem hydraulicznym wody na warstwę gruntu w poziomie posadowienia i przedostania się od dołu pod budowlą wody pod ciśnieniem. Trudnym problemem w studiach terenowych jest szczegółowa ocena zagrożeń powodziowych wraz z prognozowaniem takich zjawisk [Jeż J., 2008].

Istnienie wody wolnej w strefie posadowienia obiektu budowlanego nie można pominąć przy ocenie sytuacji geotechnicznej podłoża budowlanego i wartości parametrów geotechnicznych.

Fundamenty budynków należy posadzić na dostatecznie mocnym i trwałym gruncie, który przejmie obciążenia pochodzące od budynku nie narażając go na szkodliwe odkształcenia. W przypadku jeżeli grunt zalega płytko, to fundamentami mogą być tzw. fundamenty płytke, oparte swoją podstawą bezpośrednio na warstwie nośnej, do których należą: stopy, ławy (pod ścianami budynków murowanych w postaci płyty wspornikowej), ruszty, płyty żelbetowe żebrowe lub o stałej wysokości (zwykle pod całym budynkiem), skrzynie żelbetowe z dnem lub bez dna.

Jeżeli pod projektowanym budynkiem zalegają warstwy gruntów słabych należy je wymienić na mocniejsze lub budynek posadzić na fundamentach głębokich po uprzednim wykonaniu studium ekonomiczno-technicznego.

WARUNKI HYDROLOGICZNE, TOPOGRAFICZNE, GEOLOGICZNE, KLIMATYCZNE

Rzeka Prosna jest największym lewobrzeżnym dopływem Warty, wypływa spod Wałęcina na wysokości 272 m n.p.m. Całkowita długość Prosny wynosi 216,8 km, a powierzchnia zlewni 4924,7 km², z czego 75% przypada na województwo wielkopolskie. Przepływy charakterystyczne w punkcie pomiarowo – kontrolnym Kalisz – Piwonice

wynoszą: NNQ = 1,37 m³/s; SNQ = 3,18 m³/s; SSQ = 11,5 m³/s; SWQ = 65,1 m³/s; WWQ = 179,0 m³/s [Małecki Z. i in., 2011]

Jednocześnie Proсна charakteryzuje się znacznymi przyborami wód w okresie wiosny, wskutek topnienia śniegu oraz w okresie lata – jako skutek deszczy tzw. nawałnych (np. największe przepływy na Prośnie wynosiły w: 1985 r. – $Q_{\max} = 179 \text{ m}^3/\text{s}$; 1997 r. – $Q_{\max} = 104 \text{ m}^3/\text{s}$; 2010 r. – $Q_{\max} = 125 \text{ m}^3/\text{s}$; 2011 r. – $Q_{\max} = 114 \text{ m}^3/\text{s}$). Natomiast w okresie suszy występują w Prośnie przepływy rzędu 0,59 m³/s przy zapotrzebowaniu minimalnym tzw. przepływie nienaruszalnym (biologicznym) rzędu: dla półrocza zimowego ok. 1,2 m³/s, a dla półrocza letniego ok. 1,67 m³/s [Małecki Z., 2008, 2010].

Rzeka Swędrnia o całkowitej długości 47,6 km i powierzchni zlewni 544,0 km² uchodzi w Parku Miejskim do Kanału Bernardyńskiego, będącego prawostronnym dopływem Proсны. Początek rzeki Swędrni stanowi rów odwadniający, zmeliorowane i podmokłe oraz zatorfione łąki koło Lipicz w województwie łódzkim. Przeważająca część zlewni w przekroju ujścia (ok. 350 km²) leży na Wysoczyźnie Tureckiej i Kaliskiej, natomiast pozostała część leży w obrębie woj. łódzkiego (ok. 200,0 km²). Na części zlewni powyżej Kalisza utworzono obszar chronionego krajobrazu „Dolina rzeki Swędrni”. Przepływy charakterystyczne Swędrni w przekroju Kalisza wynoszą: NNQ = 0,11 m³/s; SNQ = 0,25 m³/s; SSQ = 1,92 m³/s; SWQ = 14,7 m³/s; WWQ = 46,9 m³/s [Małecki Z. i in., 2011]

Teren budowy budynku głównego (rz. terenu istniejącego 102,07 – 102,97 m n.p.m.), Parku Wodnego znajduje się między rozwidleniem rzeki Proсны i jej odnogi Kanału Bernardyńskiego a rzeką Swędrnią, w odległości 80 m na północ od rzeki Proсны oraz w odległości ok. 100 m na południe od rzeki Swędrni i należy do terenów zalewowych. Oprócz budynku głównego w skład Parku Wodnego wchodzi: baseny zewnętrzne (rz. terenu od 100,91 ÷ 101,22 m. n.p.m.); stacja uzdatniania wody (rz. terenu od 102,43 ÷ 102,71 m. n.p.m.); dwa parkingi (po północno – zachodniej stronie, rz. terenu od 102,47 ÷ 102,55 m. n.p.m. oraz po północno – wschodniej stronie rz. terenu od 102,16 ÷ 102,76 m. n.p.m.); plaże (rz. terenu od 102,20 ÷ 102,80 m. n.p.m.); boiska (rz. terenu od 102,54 ÷ 102,75 m. n.p.m.). Pod względem geomorfologicznym, teren inwestycji zlokalizowany jest w obrębie prawobrzeżnej holocenijskiej akumulacji rzeki Proсны.

Podłoże gruntowe terenu zalewowego rozpoznane wierceniami na głębokości od 5,0 – 10,0 m p.p.t., zbudowane jest z czwartorzędowych piaszczystych utworów akumulacji rzecznej z odłożoną w stropie warstwą osadów akumulacji zastoiskowo – bagiennej zalegającą na głębokości od 0,65 m do 3,30 m p.p.t. Natomiast osady akumulacji rzecznej zalegają pod w/w osadami akumulacji zastoiskowo – bagiennej do głębokości od 8,0 – 10,0 m p.p.t. Warstwę powierzchniową stanowi gleba o miąższości od 0,20 – 0,80 m (śr. 0,40 m) oraz nasypy niekontrolowane piaszczysto – próchniczo – pyłowe o miąższości 0,20 – 1,60 m.

W wyniku przeprowadzonych wierceń do głębokości 5,0 – 10,0 m p.p.t. (styczeń 2008 r.) stwierdzono występowanie swobodnego i napiętego zwierciadła wody gruntowej w piaskach akumulacji rzecznej. Ustabilizowane zwierciadło wody gruntowej występuje na głębokości 0,65 – 1,84 m p.p.t. o spadku w kierunku północnym, tj. w stronę rzeki Swędrni (rzędne zwierciadła wody osiągają poziom 100,73 – 101,58 m p.p.t.). W okresie przepływów wezbraniowych w rzece Prośnie po wiosennych roztopach następuje infil-

tracja oraz podniesienie się poziomu wody gruntowej do rzędnej ok. 102,00 m n.p.m. W oparciu o wieloletnie obserwacje należy stwierdzić, że przepływy wezbraniowe w Swędrni występują z reguły w tym samym okresie co w rzece Prośnie. Wyższe stany wody w Prośni powodują podpiętrzanie wód Swędrni na odcinku ujściowym do Kanału Bernardyńskiego (1985, 1997 r.).

Na podstawie danych hydrologicznych z okresów powodzi wynika, że woda stuletnia ($p=1\%$) osiąga w tym rejonie rzędną 103,48 m n.p.m. i jest ponad 1,0 m wyższa od rzędnej istniejącego terenu. Według prognoz powodziowych opracowanych przez RZGW Poznań i naniesionych na mapach z lat 1989-1992 w przypadku wystąpienia wody dziesięcioletniej ($p=10\%$) powstaną rozlewiska wzdłuż rzeki Swędrni szczególnie po obu stronach Szlaku Bursztynowego oraz w obrębie stadionu miejskiego i terenu Parku Wodnego przy Wale Matejki. Natomiast woda dwudziestoletnia ($p=5\%$) zaleje tereny jak w przypadku wody 10% ale o znacznie większej powierzchni teren Osiedla Rajsków oraz jeśli wystąpi woda pięćdziesięcioletnia ($p=2\%$) to zaleje rozległe tereny między ul. Łódzką a Kanałem Bernardyńskim i rzeką Prosną za wyjątkiem terenów Osiedla Rajsków najwyższej położonych w rejonie ul. Rajskowskiej. Wystąpienie wody stuletniej ($p=1\%$) skutkować będzie zalaniem prawie całego obszaru Osiedla Rajsków między Prosną i Kanałem Bernardyńskim a ul. Łódzką i Lasem Winiarskim za wyjątkiem małej nie zalanej powierzchni wyspy w rejonie ul. Rajskowskiej. Woda gruntowa w podłożu poprzez z reguły występujące grunty przepuszczalne w obrębie doliny międzyrzeczca między Prosną a rzeką Swędrnią posiada bezpośredni kontakt hydrauliczny z wodą w obu rzekach (tab. 2, 3). W okresach niskich i średnich stanów wody, Kanał Bernardyński i częściowo rzeka Swędrnia przy ujściu w stosunku do otaczającego terenu posiada charakter drenujący, natomiast przy stanach wysokich wody następuje podpiętrzanie wody w warstwie wodonośnej, co skutkuje utrudnieniem przepływu.

Południowo-wschodnia Wielkopolska na terenie której położony jest Kalisz, należy do regionów o najmniejszych zasobach wody w kraju. Według danych IMGW Delegatury w Kaliszu roczna suma średnich opadów z lat 1985 do 1988 r. wynosiła 485 mm, od 1989 do 1990 r. – 479 mm, od 1991 do 2004 r. – 505 mm i zmieniała się w granicach od 319 do 571 mm. Natomiast w latach od 2004 do 2006r. opady kształtowały się następująco w: 2004 r. – 430 mm, 2005 r. – 446 mm, 2006 r. – 476 mm (średnio od 2004 do 2006 r. – 450 mm). W latach od 2007 do 2011r. opad roczny (śr. temp. w roku) wynosił w roku: 2007 r. – 555 mm ($9,9^{\circ}\text{C}$); 2008 r. – 415 mm ($10,0^{\circ}\text{C}$); 2009 r. – 563 mm ($9,1^{\circ}\text{C}$); 2010 r. – 645 mm ($7,8^{\circ}\text{C}$); 2011 r. – 392 mm ($9,6^{\circ}\text{C}$). Liczba dni śnieżnych wynosi średnio 40 – 50, przy czym często pokrywa śnieżna jest mało trwała i z reguły topnieje kilkakrotnie w ciągu zimy. Najzimniejszym miesiącem jest styczeń a najcieplejszym lipiec. Średnia, roczna temperatura z okresu wielolecia wynosiła $8,7^{\circ}\text{C}$ (1987 – 2000 r.) [Małecki Z., 2008] oraz $9,3^{\circ}\text{C}$ (2007-2011) [IMGW]. W rozkładzie wiatru wyraźnie zauważa się przewagę wiatru zachodniego charakteryzującego się najwyższymi prędkościami. Najrzadziej występuje wiatr północny natomiast najmniejsze prędkości osiąga wiatr wschodni. Średnia roczna prędkość wiatru wynosi 3,8 m/s. Subregion kaliski pozostaje pod wpływem mas powietrza oceanicznego i kontynentalnego, choć docierają tutaj także niewielkie ilości mas powietrza zwrotnikowego i arktycznego.

Tabela 1. Podstawowe parametry morfometryczne zlewni i hydrologiczne rzek: Proсны, Swędrni [Galuba i in., 2005]

L.p.	Nazwa rzeki	Uwagi	Długość (km)		Powierzchnia zlewni	Przepływy, m ³ /s	
			łącznie	powiat kaliski	km ²	przekrój Kalisz	uwagi
1	Proсны	lewy dopływ Warty	217,0	53,0	4924,7	NNQ = 1,37 SNQ = 3,18 SSQ = 11,5 SWQ = 65,1 WWQ = 179	Piwnice 1985 r.
2	Swędrnia	prawy dopływ Proсны	46,7	27,5	544,0	NNQ = 0,11 SNQ = 0,25 SSQ = 1,92 SWQ = 14,7 WWQ = 46,9	

Tabela 2. Wielkość rz. zw. wody w rzekach: Swędrni i Prośnie

L.p.	Rzeka	Miejsce pomiarowe		Data pomiaru		
		lokalizacja	ulica	25.01.2011	19.07.2011	02.02.2012
				rz. zw. wody [m n.p.m.]		
1	Swędrnia	Most	Łódzka	102,75	101,35	-
2	Swędrnia	Most	Bursztynowa	101,35	99,90	100,15
3	Swędrnia	Most	Rajskowska	100,25	98,75	-
4	Proсны	Most	Bursztynowa	102,45	102,20	102,30

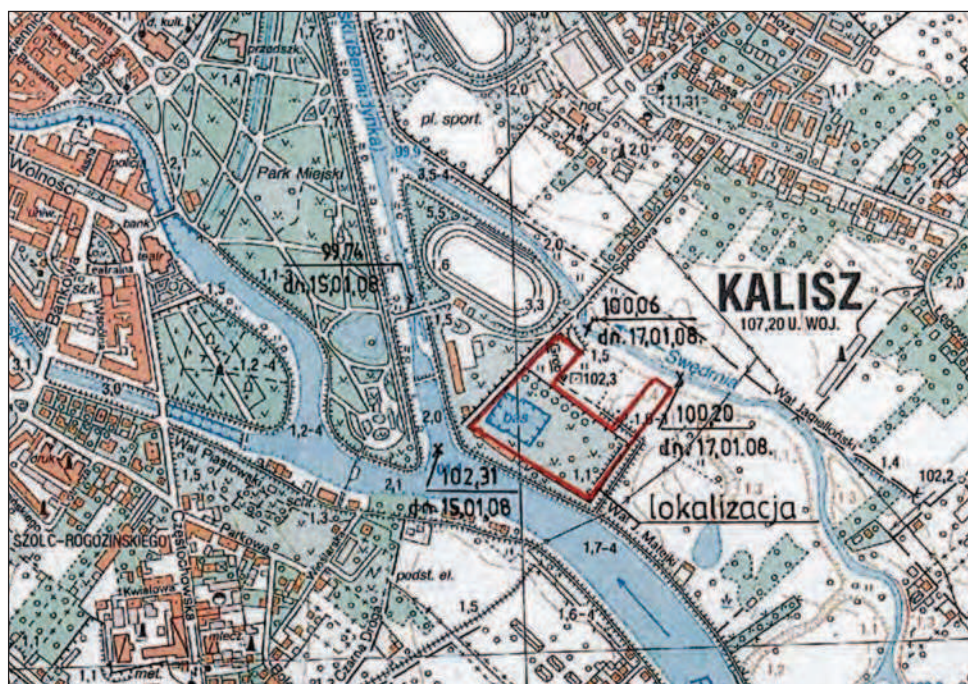
Tabela 3. Wielkości różnic pomiędzy rz. zw. wody w rzekach: Prośnie i Swędrni (ul. Bursztynowa)

L.p.	Rzeka	Data pomiaru					Uwagi
		15.01.2008	17.01.2008	25.01.2011	19.07.2011	02.02.2012	
		rzędna zw. wody [m n.p.m.]					
		budynek główny		mosty na ul. Bursztynowej			
1	Swędrnia	-	100,06	101,35	99,90	100,15	Infiltracja (ruch) wód w gruncie odbywa się od rzeki Proсны w kierunku rzeki Swędrni
2	Proсны	102,31	-	102,45	102,20	102,30	
Różnica pomiędzy rz. zw. wody w rzekach [m]		śr. 2,25		1,10	2,30	2,15	

KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA I MORFOLOGICZNA OBIEKTU BADAŃ

Teren ujściowy rzeki Swędrni jest stosunkowo „skomplikowanym” terenem zalewowym położonym w ramionach dwóch rzek (Prosny, Swędrni) oraz Kanału Bernardyńskiego (mapa 1, 2).

W przypadku prognozowanej budowy wałów przeciwpowodziowych (ochrona bierna przed powodzią) wzdłuż rzeki Swędrni od ulicy Łódzkiej do ujścia ciek w terenie zbudowanym, co będzie miało wpływ na warunki hydrogeologiczne (hydrologiczne) terenu budowy Parku Wodnego, dojdzie do ograniczenia spływu wód (w okresie zimy powstaną zatory lodowe) z rzeki Swędrni do Kanału Bernardyńskiego, prawobrzeżnego dopływu Prosny, co skutkować będzie znacznymi podtopieniami terenów przyległych do Swędrni, Parku Wodnego i Osiedla Rajsków, łącznie z rozmiękczeniem wałów wraz podniesieniem się rzędnej zwierciadła wody na wysokości od ul. Łódzkiej w górę rzeki (tj. cmentarza tynieckiego, ogródków działkowych oraz „Doliny rzeki Swędrni”, obszaru chronionego krajobrazu). Istnieje także uzasadniona obawa wystąpienia nadmiernej infiltracji podpiętrzonych wód z rzeki Swędrni, szczelinami geologicznymi poprzez tzw. „wysoką” skarpe oddaloną od ul. Łódzkiej około 600 m w kierunku wyrobiska ilów ceramicznych (Nędzrzew) znajdującego się w pobliżu rzeki Swędrni, co może spowodować powstawanie osuwisk gruntów wraz z istniejącymi budynkami do wyrobiska.



Mapa 1. Park Wodny w Kaliszu ul. Sportowa, stan przed budową Szlaku Bursztynowego ozn. X – rz. zw. wody w rzece (m. n.p.m.)



Mapa 2. Park Wodny w Kaliszu ul. Sportowa, skala 1: 14000

Budynek główny Parku Wodnego (rz. terenu istniejącego 102,07 – 102,97 m n.p.m.) posadowiony jest na żelbetonowych ławach fundamentowych, co z upływem czasu w następstwie sufozji gruntu wraz ze zwiększaniem w czasie współczynnika filtracji wody w gruncie będzie skutkowało z dużą dozą prawdopodobieństwa zmniejszeniem stabilności statycznej budowli. Powyższe obawy potwierdza stan techniczny istniejących budynków zlokalizowanych na terenie pobliskiego stadionu miejskiego. Oprócz budynku głównego przewidziano na terenie Parku Wodnego budowę: basenów zewnętrznych, stacji uzdatniania wody, parkingów, boisk i małej architektury budowlanej.

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

W okresie od 14.01.2011 r. do 21.01.2011 r. przy poziomach wód powyżej stanu alarmowego (tab. 4) w rzece Prośnie (wodowskaz Kalisz – Piwonice) stwierdzono wizualnie lokalne przesiąki wody przez wał przeciwpowodziowy na wysokości nieznacznie powyżej podstawy korony odcinka obwałowania prawostronnego rzeki Proсны od mostu Bursztynowego do początku Kanału Bernardyńskiego. Ponadto konstrukcja istniejących budynków stadionu miejskiego zlokalizowanego w pobliżu obecnej budowy wykazuje uszkodzenia w postaci powstałych pęknięć (szczelin) spowodowanych prawdopodobnie rozluźnieniem gruntu przez ruch wód gruntowych w czasie występowania stanów powo-

dziowych. Istnieje także uzasadniona obawa, czy w czasie wykonywania robót odwadniających grunty a związanych z wykopami ziemnymi niezbędnymi pod posadowienie fundamentów budowli głównej Parku Wodnego, po uprzedniej wymianie istniejących słabonośnych gruntów akumulacji zastoiskowej (bagiennej), w okresie występowania wysokich stanów wody w rzece Prośnie, nie wystąpiło rozluźnienie gruntów w wale przeciwpowodziowym i na terenach przyległych (zalewowych) w następstwie „wypłukiwania” gruntów ilasto – gliniastych i piasków drobnych przez igłofiltry.

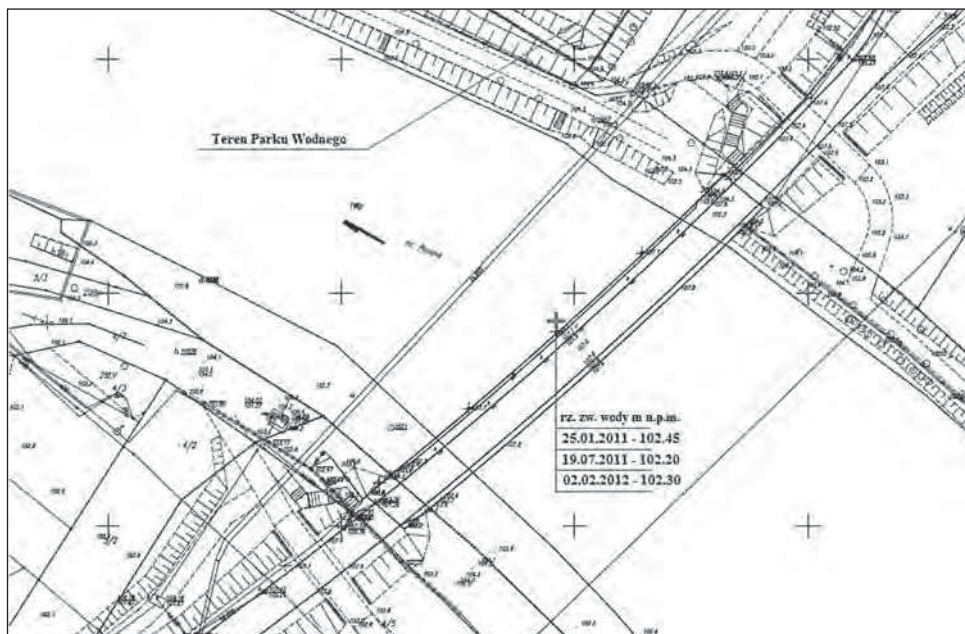
Na wysokości mostu Bursztynowego na rzece Prośnie (mapa 3, fot. 5, 6, 7, 8) dokonano pomiaru rzędnych zwierciadła wody, które odpowiednio wynosiły: 25.01.2011 r. – 102,45; 19.07.2011 r. – 102,20; 02.02.2012 r. – 102,30 m n.p.m. Natomiast rzędne zwierciadła wody rzeki Swędrni na wysokości drugiego mostu (mapa 4) płynącej około 250 m od rzeki Proсны odpowiednio wynosiły: 25.01.2011 r. – 101,35; 19.07.2011 r. – 99,90;

Tabela 4. Stany wody w rzece Prośnie (Kalisz – Piwonice)

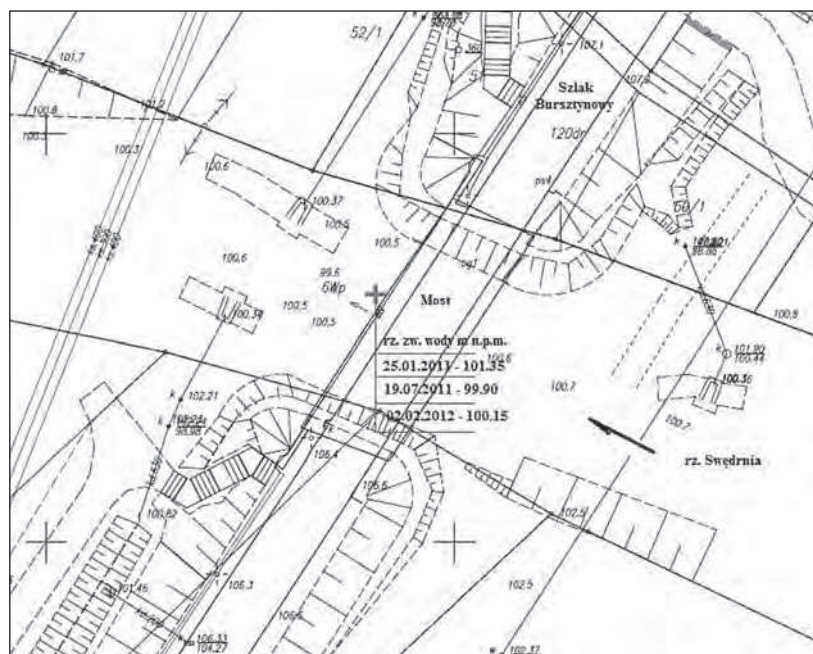
Data pomiaru	Wodowskaz Piwonice - Kalisz			
	stan wody [cm]	strefa stanu [cm]	stan alarmowy [cm]	przybliżony przepływ q_{max} [m ³ /s]
14.01.2011	226	pow. alarmu	220	91,0
16.01.2011	274	pow. alarmu	220	110,0
18.01.2011	281	pow. alarmu	220	114,0
20.01.2011	232	pow. alarmu	220	89,0
21.01.2011	219	pow. ostrzeg.	220	94,0
24.01.2012	126	średnia	220	50,0
25.01.2012	125	średnia	220	49,0
28.01.2012	111	średnia	220	43,0
29.01.2012	105	średnia	220	40,0

Tabela 5. Wielkości różnic pomiędzy zw. wody w Prośnie a rzędnymi terenu (wody zalegającej)

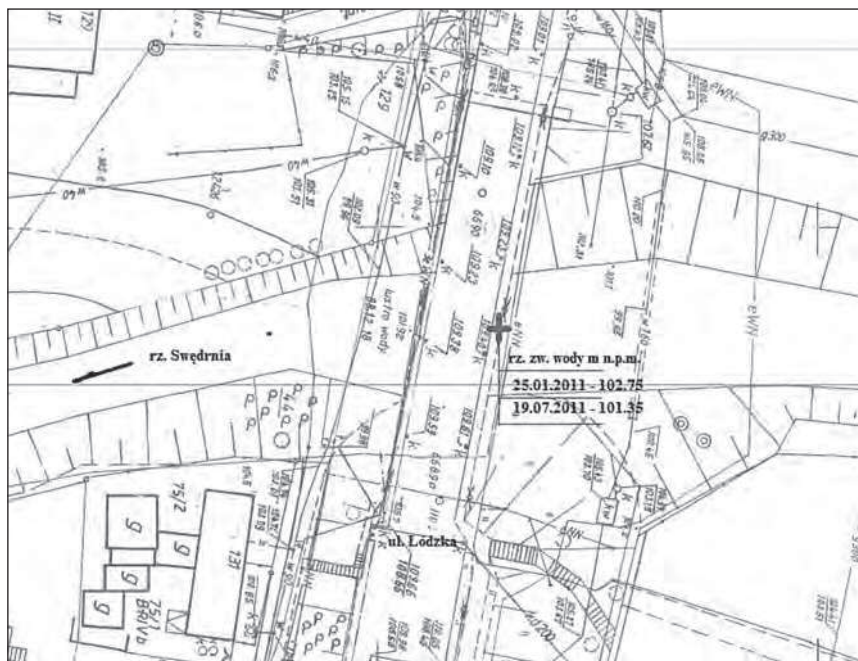
Data pomiaru	Rzędna porównaw. zw. wody w Prośnie [m p.p.t.]	Odległość od mostu Bursztynowego [m]	Odległość pozioma od zw. wody w rzece [m]	Różnica wysokości pomiędzy zw. wody [m] w Prośnie a wybranymi punktami pomiarowymi			Uwagi
				Korona wału przeciwpowodziowego		Zw. wody (lodu) na terenie budowy	
				skarpa odwodniona	skarpa odpowietrzna		
24.01.2012	0,00	100	7,0	1,47	-	-	Teren obniżony o miąższość warstwy humusu i częściowo podgleby
			9,0	-	1,57	-	
			25,0	-	-	0,59	



Mapa 3. Most Bursztynowy nad rzeką Prosną w pobliżu Parku Wodnego
ozn. + – rz. zw. wody w rzece (m. n.p.m.)



Mapa 4. Most nad rzeką Swędnią w pobliżu Parku Wodnego
ozn. + – rz. zw. wody w rzece (m. n.p.m.)



Mapa 5. Most nad rzeką Śwędźnią w ul. Łódzkiej
ozn. + – rz. zw. wody w rzece (m. n.p.m.)



Mapa 6. Most nad rzeką Śwędźnią w ul. Rajszkowskiej
ozn. + – rz. zw. wody w rzece (m. n.p.m.)

02.02.2012 r. – 100,15 m n.p.m. Wyższe stany wody w Prośnie powodują infiltrację wód w kierunku rzeki Swędrni. Stwierdzone podczas pomiarów różnice rzędnych zwierciadeł wody w rzekach Prośnie i Swędrni wynosiły: 15.01.2008r. i 17.01.2008r. – śr. 2,25 m, 25.01.2011 r. – 1,10 m; 19.07.2011 r. – 2,30 m; 02.02.2012 r. – 2,15 m (tab. 2, 3). Ponadto pomimo, że w dniu 24.01.2012 r. (temp. poniżej 0 °C), zwierciadło wody (lodu) na terenie budowy Parku Wodnego w odległości 25,0 m od brzegu Proсны było powyżej 0,59 m do zw. wody w rzece Prośnie, to jednak pozostałe uzyskane wyniki pomiarów (tab. 5) wskazują na infiltrację wód z rzeki Proсны do rzeki Swędrni oraz na znaczny podsiąk kapilarny wody w gruncie (uwilgotnienie gruntu) terenu zalewowego przy równoczesnym pęcznieniu wymieszanych w trakcie robót ziemnych gruntów ekspansywnych o czym świadczy ograniczone wsiąkanie wód roztopowych. Z uzyskanych wyników pomiarów wynika także, że przepływy wezbraniowe w Swędrni występują z reguły w tym samym okresie co w rzece Prośnie (tab. 3).

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W wyniku przeprowadzonych pomiarów ustabilizowane lustro wody gruntowej na terenie zalewowym, wykazuje spadek w kierunku północnym tj. w stronę rzeki Swędrni. W okresie przepływów wezbraniowych w rzece Prośnie (styczeń 2011, 2012 r.) następuje infiltracja nieustalona (przesączanie) wód w kierunku rzeki Swędrni co powoduje także podpiętrzanie wód na odcinku ujściowym Swędrni do Kanału Bernardyńskiego. Należy także stwierdzić w oparciu o uzyskane przepływy w rzekach, że przepływy wezbraniowe w Swędrni występują z reguły w tym samym okresie co w rzece Prośnie. Z posiadanych materiałów powodziowych wynika, że woda stuletnia osiąga w tym rejonie rzędną 103,48 m n.p.m. i przewyższa rzędną istniejącego terenu o ponad 1,0 , (rzędne istniejącego terenu: budynek główny – 102,07 tab. 6,8; stacja uzdatniania wody – 102,43; baseny zewnętrzne – 100,91, 101,22 m n.p.m. tab.7). Przyczyny powstawania powodzi opadowych w Kaliszu, z którymi mamy obecnie do czynienia są następstwem silnych, długotrwałych i intensywnych opadów nawałnych deszczy, względnie gwałtownego topnienia dużej ilości śniegu przy zamrożonej glebie. Zmiany ilościowe wód kształtowane są w głównej mierze wielkością i przebiegiem oraz uwarunkowaniami zjawisk hydrometeorologicznych. Wszelkie nieprzemyślane od strony naukowo – inżynierskiej „manipulacje” prawami fizyki gruntów i wód, mogą spowodować znaczne koszty eksploatacyjne z tytułu wadliwie przyjętych rozwiązań technicznych co z dużą dozą prawdopodobieństwa, skutkować będzie koniecznością realizacji nowych przedsięwzięć inwestycyjnych, które w zasadzie nie wyeliminują wszystkich zaistniałych prognozowanych problemów w przyszłości. Woda gruntowa w podłożu, poprzez z reguły występujące na terenie zalewowym grunty przepuszczalne w obrębie doliny międzyrzecza między Prosną i Kanałem Bernardyńskim a rzeką Swędrnią posiada bezpośredni kontakt hydrauliczny z wodami w tych ciekach.

Należy także podkreślić, że przed rozpoczęciem prac projektowych Parku Wodnego w Kaliszu należało dokładnie rozpoznać warunki hydrodynamiczne wraz z zaplanowaniem wyprzedzającego monitoringu hydrogeologicznego.

W przypadku budynku Parku Wodnego z dużym prawdopodobieństwem w następstwie odkształceń gruntu (podłoża) spowodowanym zmianą jego właściwości geotechnicznych może dojść w przyszłości do nierównomiernych osadzeń w wyniku zmian wilgotnościowych gruntu (teren rozwidlenia rzeki Proсны i Swędrni) podatnego na takie zmiany. Grunt jako składnik ekosystemu pozostaje w równowadze z innymi składnikami. Zmiana któregokolwiek składnika ekosystemu w następstwie wystąpienia czynników pozatechnicznych (opady, mróz, susza atmosferyczna, roślinność, zmiana położenia krajowej depresji w następstwie wahania poziomu zwierciadeł wody infiltrującej, nieprzemyślana działalność człowieka) pociąga za sobą nieuniknioną zmianę innych składników (pęcznienie, wysadziny mrozowe, wypieranie gruntu, sufozję gruntu itp.).

Przy rozpoznawaniu stateczności wału przeciwpowodziowego wybudowanego wzdłuż rzeki Proсны na odcinku mostu Bursztynowego do początku Kanału Bernardyńskiego należy:

- dokonać oceny stanu technicznego i bezpieczeństwa istniejącej budowli hydrotechnicznej,
- rozpoznać zjawiska przyrodnicze i własności wału jak i podłoża,
- określić filtrację i ciśnienie wody w porach (parcie wód filtracyjnych),
- wyznaczyć krzywą depresji w zależności od poziomu zwierciadła wody w rzekach: Prośnie, Swędrni (dodatkowo zamontować w wale i przy podstawie piezometry),
- wyjaśnić czy funkcjonuje drenaż i jak przebiega proces wymywania i wynoszenia materiału gruntowego z podłoża,
- rozpoznać czynniki subiektywne takie jak: czy nie wystąpiło rozluźnienie gruntu w wale przeciwpowodziowym przy wykonywaniu robót odwadniających podczas realizacji wykopów ziemnych oraz czy była dostateczna kontrola jakości wykonawstwa, itp.,
- rozpoznać występowanie długotrwałych lub ekstremalnych zjawisk klimatycznych, takich jak znaczne wahania temperatur, opady, wichury itp.,
- ocenić szkodliwe oddziaływanie wahań poziomów wody w rzece Prośnie co skutkuje zmianą obciążeń budowli hydrotechnicznej lub jej elementów,
- ponownie dokonać oceny użytkowania obiektu hydrotechnicznego w zaistniałych warunkach szczególnych związanych z budową Parku Wodnego w tym oddziaływanie na środowisko,
- ocenić oddziaływanie na budowlę hydrotechniczną: przechodzenia szczytu fali powodziowej lub przepływu kontrolnego oraz zdarzeń losowych (np. nieprzewidzianych spiętrzeń lodu).

Uzyskane wyniki pomiarów oraz analiza uwarunkowań dotyczących geologii, hydrogeologii i hydrologii pozwalają na sformułowanie następujących wniosków dotyczących prognozowanego wpływu budowli Parku Wodnego na zagrożenie powodziowe Osiedla Rajsków w Kaliszu:

- W następstwie prawdopodobnego wystąpienia rozluźnienia gruntu (np. wypłukania części ilasto – gliniastych i drobnych piasków w wale przeciwpowodziowym i terenie przyległym tzw. zalewowym przy wykonywaniu robót odwadniających przy realizacji robót ziemnych), wystąpiło zwiększenie współczynnika filtracji k [m/s] co

mogło spowodować zwiększenie prędkości przepływu wody (ruch laminarny może zamieniać się w ruch przejściowy a nawet burzliwy).

- Fundamenty budynku głównego Parku Wodnego do czasu wystąpienia zjawiska sufozji gruntu wzdłuż łańcuch fundamentowych wydłużą drogę filtracji wody, ale w przyszłości, w dłuższym przedziale czasowym uzależnionym od stanów wód w rzece Prośnie i Swędrni, nie uchronią posadowienia obiektu przed negatywnymi skutkami będącymi następstwem przemieszczania się (ruchu) wód w profilu geologicznym (przepływy hydrogeologiczne) a tym samym posadowienia budowli wpłynie na większą infiltrację wód w kierunku rzeki Swędrni co skutkować będzie przyspieszonymi znacznymi podtopieniami (zalewaniem) terenów przyległych Osiedla Rajsków.
- W celu ograniczenia przekroczenia gradientów hydraulicznych (spadków) krytycznych na końcowym odcinku filtracji przez wał przeciwpowodziowy a tym samym zmniejszenie niekorzystnych zmian w gruncie wywołanych strumieniem filtracyjnym należy od strony skarpy odpowietrznej wału przeciwpowodziowego wykonać drenaż powierzchni i stopy skarpy oraz rozważyć zastosowanie innych rozwiązań technicznych drenaży.
- Zaleca się wykonanie (uzupełnienie) wzmocnienia skarpy odwodnej wału przeciwpowodziowego po prawej stronie rzeki Proсны od mostu Bursztynowego do początku Kanału Bernardyńskiego.
- W przypadku podtopienia (zalania) wodą terenu znajdującego się pomiędzy rzeką Prosną i Swędrnią, w następstwie wystąpienia fal powodziowych, skuteczność drenaży odwadniających będzie znacznie ograniczona (wyliminowana).
- Z powodu występowania czwartorzędowych piaszczystych utworów akumulacji rzecznej z odłożoną w stropie warstwą osadów akumulacji zastoiskowo – bagiennej i nasypów niekontrolowanych piaszczysto – próchnicznych należy wykonać zgodnie ze sztuką inżynierską fundamenty pod obiekty towarzyszące oraz odpowiednio przygotować podłoże pod place i drogi utwardzone (np. wzmocnienie podłoża za pomocą georusztu: warstwa piasków grubych, pospółki lub żwiru, wzmocniona geosyntetykami).
- Brak wyprzedzającego monitoringu hydrogeologicznego wraz ze szczegółową oceną zagrożeń powodziowych połączoną z prognozowaniem takich zjawisk, co zapewne uchroniłoby przed ewentualnymi błędami projektowymi obiektu, skutkować będzie zwiększonym zagrożeniem powodziowym terenu Parku Wodnego, jak i terenów przyległych do rzek Osiedla Rajsków oraz z tego też powodu prawdopodobnie znacznie zwiększonymi kosztami naprawczo-eksploatacyjnymi.

LITERATURA

1. Czetwertyński E., Utrysko B. „Hydraulika i hydromechanika”, PWN, Warszawa 1969.
2. Depczyński W., Szamowski A. „Budowle i zbiorniki wodne”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999.
3. Jeż J. „Biogeotechnika – przyrodnicze aspekty bezpiecznego budownictwa”, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2008.

4. Kowalski J. „Hydrogeologia z podstawami geologii”, Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław 1998.
5. Małecki Z. „Przemieszczanie się wody w strefie aeracji profilu glebowego”, Rozprawa doktorska, Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Wrocław 2004.
6. Małecki Z. „Ocena wpływu wybranych zbiorników retencyjnych na środowisko w zlewni Proсны”, Rozprawa naukowa, Wydawnictwo Naukowe Gabriel Borowski, Lublin 2008.
7. Małecki Z., Wira J. „Powódzie w rejonie ujścia rzeki Swędrni do Proсны”, Zeszyty Naukowe Inżynieria Lądowa i Wodna w Kształtowaniu Środowiska, nr 2, PTIE Oddział Ziemi Kaliskiej, „Euroexbud” Kalisz, 2010.
8. Małecki Z., Wira J. „Kaliski Węzeł Wodny”, Zeszyty Naukowe Inżynieria Lądowa i Wodna w Kształtowaniu Środowiska, nr 4, PTIE Oddział Ziemi Kaliskiej, „Euroexbud” Kalisz, 2011.
9. „Ochrona przed powodzią”, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty 1992.
10. Wiłun Z. „Zarys geotechniki”, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności sp. z o.o., Warszawa 2001.
11. Instrukcja ITB nr 296 dotycząca posadowienia budowli na gruntach ekspansywnych 1990.
12. PN-81/B-03020 Posadowienie bezpośrednie budowli.
13. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20.04.2007 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie.
14. Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim.

FORECAST IMPACT OF BUILDING A WATER PARK ON FLOOD RISKS IN RAJSKÓW HOUSING ESTATE, KALISZ

Summary

The area of building a water park is situated between the Proсны river and its fork, the Bernardyński Canal and the Swędrnia river, which is a right-hand side tributary of the Bernardyński Canal. Based on hydrological data from flood periods, the centenary water seems to reach in this area an elevation of 103.48 m above the sea level and is 1.0 m higher than the elevation of the existing land. However, the ten-year water already floods (permeates) the area located between the fork of the Swędrnia and the Proсны. The flood plain examined with drilled holes of 5.0 – 10.0 m in depth is composed of quaternary sand formations of river accumulation with a layer of accumulation deposit of marginal and swampy nature sitting at 0.65 to 3.30 m below the surface. On the other hand, the river accumulation deposits are located under the said marginal and swampy accumulation deposits from 8.0 to 10 m below the surface. The surface layer is made of soil of 0.20 – 0.80 (avg. 0.40) thickness and uncontrolled sand – humus and dust windrows of 0.20 – 1.60 m thickness. The ground has been found to contain free and high-pressure underground water mirror in the river accumulation sand. A stable mirror of the underground water, which has a direct contact with the water in both rivers, can be found at the depth of 0.65 – 1.84 m below the surface with the slope towards north, i.e. towards the Swędrnia river. Based on long-term observations it has to be said that high-level flows in the Swędrnia basically occur at the same time as in the Proсны. The main building of the water park is founded on reinforced concrete footing, which with time, as a consequence of soil suffusion and increase of water filtration ratio in the soil will result in lower static stability of the building as well as increased water filtration in the soil from the Proсны to the Swędrnia. As a result of forecast higher infiltration of the waters surrounding the foundation of the water park building, the adjoining housing estate called Rajsków will be subject to accelerated permeation (flooding).

In the case of high water levels in the rivers, in order to mitigate adverse effects of permeation of the Rajsków flood plain, an engineering study has to be followed by drainage of the surface and the foot

of the levee slope along with reinforcement of the downstream slope between the Bursztynowy bridge and the onset of the Bernardyński Canal. However, in the case of a flood wave exceeding the alarm level for a long time, any additional hydro-engineering structures are very likely to deviate from the assumed target (permeation and flooding of areas adjacent to the water-courses).

Key words: flood, flood wave, underground water, infiltration, soil suffosion, flood plain, hydro-engineering structures

VORAGEGEHENER EINFLUSS DES BAUS VOM AQUAPARK AUF DIE HOCHWASSER-GEFAHR DER SIEDLUNG RAJSKÓW IN KALISZ

Zusammenfassung

Die Baustelle des Aquaparks befindet sich zwischen dem Fluss Prosna und dem dazugehörigen Flussarm, der aus dem Bernhardiner Kanal und dem Fluss Świędnia, dem rechten Zufluss vom Kanal, besteht. Im Bezug auf die hydrologischen Daten aus der Hochwasserzeit geht hervor, dass ein hundertjähriges Hochwasser auf diesem Gebiet seine Kote in Höhe von 103,48 m u.d.M. erreicht. Sie ist also um über 1m höher als die Kote für das bestehende Gebiet. Ein zehnjähriges Hochwasser überflutet das Gebiet zwischen dem Flussarm von Świędnia und Prosna. Die Böden des Überflutsgebiets wurden mit Bohrungen von 5,0m bis zum 10m Tiefe geprüft.

Im Grund wurde das Auftreten des ungespannten und gespannten Grundwasserspiegels in Sanden der Flussakkumulation festgestellt. Ein fester Grundwasserspiegel mit dem direkten hydraulischen Kontakt mit Wasser in beiden Flüssen beobachtet man in der Tiefe 0,65-1,84m unter dem Gebietsniveau bei der nördlichen Wasserspiegelneigung d.h. zum Fluss Świędnia. Unter Betracht langjähriger Beobachtungen muss man feststellen, dass die Anstiegsdurchströmungen im Fluss Świędnia in der Regel zur gleichen Zeit wie im Fluss Prosna auftreten. Das Hauptgebäude des Aquaparks wird auf den Fundamentbänken gesetzt. Infolge der Grundsuffosion, verbunden mit dem erhöhten Filtrationsfaktor führt es zur Verminderung der statischen Stabilität und der erhöhten Wasserfiltration im Grund. Infolge der vorausgesehenen erhöhten Wasserfiltration u.a. in der Umgebung des Aquaparks kommt zur wesentlichen, schnellen Überflutungen der in der Siedlung Rajsków gelegenen Gebieten.

Im Falle der hohen Wasserstände in den Flüssen soll man die Drainage der Abhangsoberfläche und des Dammfusses durchführen, um negative Folgen der Überflutung in der Siedlung Rajsków zu vermeiden. Es soll auch der Abhang seitens Wasser auf der Strecke von Most Bursztynowy bis Bernhardiner Kanal gefestigt werden. Falls die Hochwasserwelle über längere Zeit den Alarmstand überschwemmt, sind alle zusätzlichen hydrotechnischen Bauten mit hohem Wahrscheinlichkeitsgrad im Endeffekt nicht zufriedenstellend (es kommt zur Überflutung der an den Flüssen gelegenen Gebiete)

Schlüsselworte: Hochwasser, Hochwasserwelle, Grundwasser, Infiltration, Bodensuffosion, Überflutungsgebiete, hydrotechnische Bauten



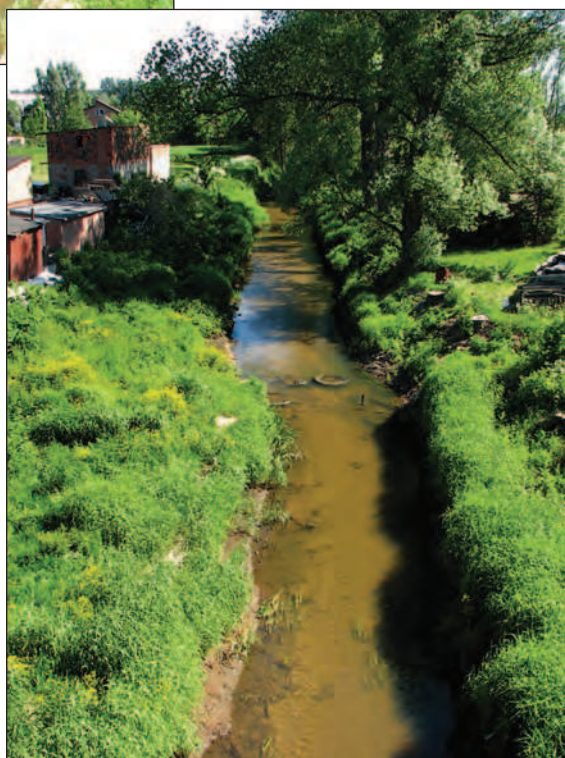
Fot. 1. Widok z mostu w ul. Łódzkiej na rzekę Swędrnię od strony cmentarza tynieckiego – fala powodziowa 2010 r.



Fot. 2. Widok z mostu w ul. Łódzkiej na rzekę Swędrnię w kierunku Osiedla Rajsków – fala powodziowa 2010 r.



Fot. 3. Widok z mostu w ul. Łódzkiej na rzekę Swędrnię od strony cmentarza tynieckiego - po przejściu fali powodziowej 2010 r.



Fot. 4. Widok z mostu w ul. Łódzkiej na rzekę Swędrnię w kierunku Osiedla Rajsków – po przejściu fali powodziowej 2010 r.



Fot. 5. Widok z mostu Bursztynowego na rzekę Prosnę w kierunku Zawodzia – fala powodziowa 2010 r.



Fot. 6. Widok z mostu Bursztynowego na rzekę Prosnę i rozpoczętą budowę Parku Wodnego, w kierunku Parku Miejskiego – wysoki stan wód 2011 r.



Fot. 7. Widok z mostu Bursztynowego na rzekę Prosnę i budowę Parku Wodnego, dn. 02.02.2012 r.



Fot. 8. Widok z mostu Bursztynowego na rzekę Prosnę w kierunku Zawodzia, dn. 02.02.2012 r.



Fot. 9. Widok z mostu nad Szlakiem Bursztynowym na rzekę Śwędriń i Park Wodny, dn. 02.02.2012 r.



Fot. 10. Jaz Bernardyński. W głębi widoczny Park Wodny, dn. 02.02.2012r.