

WPŁYW ZMIAN POZIOMU WÓD GRUNTOWYCH WYWOŁANYCH POWODZIOWYM STANEM RZEKI WISŁY NA WARUNKI ZABUDOWY W REJONIE WARSZAWY

THE EFFECT OF CHANGES IN THE GROUNDWATER LEVEL CAUSED BY FLOOD IN THE VISTULA RIVER ON THE ZONING IN THE WARSAW AREA

KRZYSZTOF TRACZYŃSKI¹, MICHAŁ GRELA²

Abstrakt. W artykule przedstawiono wpływ długotrwałych ulewnych deszczów i powodziowych stanów rzek na podnoszenie się poziomu wody gruntowej na terenach położonych na wysoczyźnie i tarasach rzecznych Wisły w Warszawie. Podniesienie się zwierciadła wody gruntowej spowodowało liczne problemy zarówno na placach budów, jak i podczas eksploatacji części podziemnych budynków (na które wpłynęła również jakość wykonanych prac fundamentowych i drenarskich). Zwrócono także uwagę na niewielkie ciekły wodne i kanały, które w okresie nawalnych opadów mogą łatwo wypełniać się wodą. Problem ten omówiono na przykładzie biurowca zlokalizowanego w Warszawie, który dopiero po zalaniu zabezpieczono przed podobnym zdarzeniem w przyszłości. W artykule przedstawiono także wnioski dotyczące wpływu wody gruntowej na kondygnacje podziemne budynków, oparte na doświadczeniu zdobytym podczas kilkudziesięcioletniej praktyki zawodowej.

Słowa kluczowe: powódź, drenaż, poziom zwierciadła wody gruntowej.

Abstract. The article presents the impact of lengthy heavy rain and flood levels of rivers on the rising groundwater level in areas of uplands and river terraces of the Vistula in Warsaw. The rising of groundwater level caused numerous problems at construction sites, as well as during the use of underground parts of buildings, which also affected the foundation and drainage work quality. Attention has been drawn to small water courses and channels, which can flood nearby fields after a torrential rain. This problem was discussed on the example of an office building located in Warsaw, which until after the flood was protected from a similar case in the future. The cases presented in the article helped to formulate the conclusions regarding the impact of groundwater on the underground levels of buildings, based on experience gained during several decades of professional practice.

Key words: flood, drainage, groundwater level.

WSTĘP

Ulewnie długotrwałe deszcze, które nawiedziły Polskę w maju, a później na początku czerwca 2010 roku spowodowały wezbrania rzek i powódzie w wielu regionach kraju. Wisła zalała m.in. Kazimierz Dolny i sąsiadującą z nim

gminę Wilków (fig. 1). W czerwcu przerwany został wał wiślany pod Sandomierzem. Pod wodą znalazły się Koćmierzów, dzielnica Sandomierza, i Wielowieś należąca do Tarnobrzegu. Zalanych zostało ponad 500 domostw.

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Dróg i Mostów, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warszawa; krzysztof.traczynski@gmail.com

² Zakład Badań Geotechnicznych Geotest, ul. Wita Stwosza 23, 02-661 Warszawa; michal.grela@geotest.pl



Fig.1. Powódź w Kazimierzu Dolnym w roku 2010.
Fot. K. Traczyński

2010 flood in Kazimierz Dolny. Phot. K. Traczyński



Fig. 2. Powódź w Warszawie w roku 2010.
Fot. K. Traczyński

2010 flood in Warsaw. Phot. K. Traczyński

W Warszawie toczono walki o Wał Zawadowski (fig. 2), który w kilku miejscach przeciekał. Gdyby wał ten uległ przerwaniu, trudno sobie wyobrazić, jak wiele domów byłoby zalanych.

Warszawa do roku 1912 nie była chroniona Wałem Miedzeszyńskim i podczas powodziowych stanów Wisła zalewała Saską Kępę i Gocław. Powodzie te pozostawiły kilku- metrową warstwę osadów, które obecnie utrudniają posada-

downictwo willowe narażone jest na permanentne zalewanie piwnic.

Występujące w Polsce w ostatnich latach, a szczególnie w roku 2010, wyjątkowo intensywne opady, połączone z wysokimi stanami wód w rzekach spowodowały liczne problemy w podziemnych kondygnacjach budynków. W artykule podano przykłady negatywnego oddziaływania wód gruntowych i opadowych na stan techniczny budynków.

WAHANIA POZIOMU WODY GRUNTOWEJ NA TARASACH RZECZNYCH

Latem 2010 roku prowadzone były w Warszawie pomiary poziomu wody gruntowej na tarasie rzeczny w sąsiedztwie ulic Bartyckiej i Bluszczańskiej w piezometrach oddalonych o ok. 400 m od koryta rzeki. Pomiary wykazały, że po przejściu fali powodziowej przez stolicę poziom wody w piezometrach na tych terenach podniósł się o blisko metr w stosunku do najwyższego poziomu notowanego w latach 1994–2009. W jednym z piezometrów odnotowano wodę na rzędnej 3,54 m n.p. „0” Wisły, podczas gdy w latach 1994–2009 woda gruntowa występowała na rzędnych 1,65–2,60 m n.p. „0” Wisły. Po przejściu fali powodziowej poziom wody gruntowej zaczął się obniżać, ale prędkość jego opadania była stosunkowo niewielka i wynosiła ok. 20 cm/mies.

Wykonane pomiary wykazują, że przy wysokich stanach wody poziom wód gruntowych na tarasach rzecznych podnosi się szybko, a gdy fala powodziowa jest długa, jak w roku 2010, wysoki stan utrzymuje się przez wiele tygodni.

Oddziaływanie rzeki na wody gruntowe jest więc bardzo duże i okres powrotu do stanu charakterystycznego dla wie-

lolecia jest długi. Znaczne podniesienie się wody gruntowej w Warszawie zaobserwowano także na Białołęce, na osiedlach na ulicy Skarbka z Gór oddalonych o ok. 6 km od koryta rzeki. Zwierciadło wody gruntowej podniosło się o 0,8 m w stosunku do poziomów notowanych w ciągu ostatnich 10 lat. W części budynków znajdujących się na tym osiedlu woda pojawiła się na posadzkach w podziemnych garażach, które wcześniej były suche.

Podwyższony poziom wody gruntowej w samej tylko Warszawie spowodował problemy w realizacji kilkudziesięciu projektów budowlanych. Przed wykonaniem wykopu konieczne było, niezaplanowane na etapie projektowania, odwodnienie terenu. Prace te nie tylko zwiększyły koszty budowy, ale i jednocześnie opóźniły realizację wielu inwestycji.

FILTRACJA WÓD OPADOWYCH PRZEZ ZASYPKĘ WYKOPU

Zawilgocenia i zalania w wyniku ulewnych deszczów obserwowano także w budynkach wzniesionych na wysokości z dala od tarasów rzecznych. Na osiedlu „Eco Park” w Warszawie, na ulicy Chodkiewicza, wiosną 2010 roku woda przedostała się do podziemnego garażu. W poprzednich latach garaż ten był suchy, gdyż posadowiony na stopach i ławach fundamentowych budynek przed wodą gruntową zabezpieczono matami bentonitowymi. Pomimo zastosowania tej szczelnej izolacji podczas ulewnych deszczów woda przedostała się do podziemnego garażu. Przeprowadzone pomiary wody gruntowej w piezometrach zainstalowanych wokół budynku wykazały, że woda w gruncie znajduje się znacznie powyżej posadzki w garażu i zgromadzona jest w piaskach przykrywających dość płytko zalegające gliny. W czasie intensywnych opadów i w okresie wiosennych roztopów znaczne ilości wody przedostały się więc do gruntu przy ścianach budynku i utrzymywały na stropie gruntów nieprzepuszczalnych. Warto zaznaczyć, że woda opadowa

łatwo przedostaje się do głębszych warstw przez luźno ułożoną zasypkę wykopu wokół budynku.

W czasie budowy wspomnianego obiektu na ulicy Chodkiewicza obniżono lustro wody, która przed rozpoczęciem prac znajdowała się na rzędnej 29,18 m n.p. „0” Wisły. W części otworów badawczych wody gruntowej nie stwierdzono. Po odpompowaniu wody pompy wyłączono i prace budowlane prowadzone były już „na sucho”. W czerwcu 2010 roku wodę w piezometrach pomierzono na rzędnych 28,55–28,60 m n.p. „0” Wisły, 0,5 m powyżej posadzki garażu.

Jak ustalono, w innych wykonanych na tym osiedlu budynkach posadowionych na płytach fundamentowych nie pojawiły się problemy przenikania wody gruntowej, ponieważ znacznie łatwiej jest zapewnić ciągłość i szczelność izolacji budowli posadowionych na płytach fundamentowych niż tych opartych na stopach i ławach.

DRENAŻ SKUTECZNYM SPOSOBEM NA OCHRONĘ BUDYNKÓW PRZED WODĄ

Drenaż opaskowy jest dobrym sposobem zabezpieczenia budynków przed wodą gruntową, gdy istnieje odbiornik wód, które z niego spływają. W sprzyjających warunkach takim odbiornikiem może być podłoże gruntowe.

Na osiedlu podmiejskim w Józefosławiu k. Warszawy, w pobliżu ulicy Ogrodowej, woda gruntowa występowała jedynie w zachodniej części działki. Tam, gdzie poziom zwierciadła wody był wysoki, wykonano ciężką izolację. Część budynków nieznacznie zagłębionych poniżej lustra wody zabezpieczono drenażem opaskowym. Zaprojektowano i wykonano 4 ciągi drenaży odprowadzające wodę do studni chłonnych zlokalizowanych w tej części działki, w której w podłożu zalegały grunty piaszczyste o dobrej filtracji, a woda gruntowa występowała głęboko poniżej powierzchni terenu i znacznie poniżej poziomu posadowienia budynków. W projekcie drenażu szczegółowo opisano wszystkie elementy systemu.

Jak wynika z obserwacji, problemy z wilgocią w podziemnych garażach na ulicy Ogrodowej w Józefosławiu wystąpiły, podobnie jak na terenie osiedla „Eco Park”, także dopiero wiosną 2010 roku po ulewnych deszczach. W części garaży pojawiła się woda. Kontrola drenażu wykazała, że nie działa on prawidłowo. W studzienkach kontrolnych usytuowanych na początku ciągu drenażowego woda swobodnie przepływała, ale już w kolejnych nie obserwowano przepływu. Oznacza to, że woda nie odpływała z terenu, lecz nawadniała podłoże pod budynkiem. W czasie wizji terenowej stwierdzono ponadto, że studni chłonnych nie wykonano zgodnie z projektem. Ich dna osadzono w nieprzepuszczalnych dla wody glinach. Według projektu studzienki miały sięgać do piasków zalegających pod utworami spoistymi. Przyczyną powstawania zawilgoceń podziemnego garażu była zatem niedbałość wykonawców drenażu. Po jego naprawieniu i pogłębieniu studni chłonnych problem przesączającej się wody do budynku został rozwiązany.

NIEWIELKIE CIEKI WODNE PRZYCZYNĄ LOKALNYCH POWODZI

Projektując budynki, należy zwrócić uwagę na przepływające w pobliżu projektowanej inwestycji niewielkie cieki wodne, potoki czy obecność rowów odwadniających.

Na ulicy Puławskiej w Warszawie, korzystając z lokalnego obniżenia terenu, parter budynku zaprojektowano poniżej poziomu ulicy. Jeszcze głębiej, już pod powierzchnią gruntu, znalazł się podziemny garaż. Dłuższy bok budynku przebiega wzdłuż Rowu Grabowskiego prowadzącego wody przepływające pod ulicą Puławską (fig. 3 i 4). Dnia 3 czerw-

ca 2010 roku, gdy na południowe dzielnice Warszawy i Piasечно spadł nawalny deszcz, ulica Puławska znalazła się pod wodą, a wspomniany rów tak przepełnił się wodą, że jej poziom podniósł się o przeszło metr ponad poziom posadzki parteru budynku. Naporu nie wytrzymała szklana fasada i woda wdarła się do budynku, zalewając parter i podziemny garaż.

Obecnie wykonano groblę i ściankę, które chronią obiekt przed wysoką wodą (fig. 5 i 6).



Fig. 3. Widok rowu przed zalaniem budynku.
Fot. K. Traczyński

View of the channel before flood. Phot. K. Traczyński



Fig. 4. Obecny widok rowu.
Fot. K. Traczyński

Present view of the channel. Phot. K. Traczyński



Fig. 5. Widok budynku przed powodzią.
Fot. K. Traczyński

View of the building before flood.
Phot. K. Traczyński



Fig. 6. Biurowiec zabezpieczono dodatkowo groblą i żelbetowym murem. Fot. K. Traczyński

To protect the building concrete dike was made from the side where the channel is located. Phot. K. Traczyński

Ten sam deszcz spowodował, że z brzegów wystąpiła przepływająca przez podmiejskie osiedla Piaseczna rzeczka

Perełka, zalewając ulice i podziemne garaże przyległych do niej budynków.

WNIOSKI I SPOSTRZEŻENIA

Podane przykłady z rejonu Warszawy pozwalają sformułować wnioski o znaczeniu ogólnym.

1. Maksymalne poziomy wody gruntowej muszą być określone na podstawie wieloletnich obserwacji, a nie tylko danych zebranych z kilku lub kilkunastu ostatnich lat, jak często sugerują inwestorzy, wywierając presję na projektantach.

2. Gdy brak jest danych o wahaniach zwierciadła wody gruntowej, należy przyjąć, że podziemne kondygnacje budynku okresowo będą znajdowały się poniżej poziomu wody gruntowej.

3. Na tarasach zalewowych podziemne części budynku muszą być wykonane w technologii zapewniającej ich

szczelność, także w przypadku, gdy tereny te są chronione wałami przeciwpowodziowymi.

4. Nawet nieduże rzeki, potoki, rowy odwadniające i kanały w czasie ulewnych deszczów mogą nieść olbrzymie ilości wody opadowej, wypełniającej ich koryta i powodującej zalewanie podziemnych części sąsiadujących z nimi obiektów.

5. Jak wykazuje doświadczenie, płyty fundamentowe dają możliwość lepszego zabezpieczenia podziemnych kondygnacji przed napływem wód gruntowych niż stopy i ławy fundamentowe. Dlatego też budowle posadowione w gruntach spoiowych lub nieznacznie powyżej poziomu stropu tych

gruntów zawsze są narażone na działanie wody gruntowej i ich podziemne kondygnacje muszą być wykonane w szczelnej technologii lub, o ile pozwalają na to warunki wodno-gruntowe, zabezpieczone drenażem.

6. Należy minimalizować ilość połączeń izolacji oraz przejść kanalizacji i innych instalacji przez warstwę izolacji, ponieważ miejsca te są szczególnie narażone na przecieki i muszą być zabezpieczone z należytą starannością, z zastosowaniem sprawdzonej w praktyce technologii.

7. Istotną rolę w działaniu drenażu spełnia kontrola wykonanych robót i sprawdzenie poprawności działania całego systemu.

SUMMARY

The article includes the results of observations of groundwater level fluctuations in the Warsaw area, made over the past few decades. The problem of rising groundwater level and flooding of underground parts of buildings was discussed at several examples of construction objects located in different areas of the capital city.

The heavy and long-lasting rains that occurred in Poland in May and later at the beginning of June 2010 caused flood levels of rivers and then flooding in many regions of the country. Many problems associated with passing flood wave also took place in Warsaw, where there were attempts to save the Zawadowski Dike and Miedzeszynski Dike.

Measurements and observations show that high water levels in rivers cause the groundwater level on river terraces to rise fast, and when the flood wave is long, as it was in 2010, the high state persists for several weeks. The impact of the river on the groundwater is very high and the period of return to the normal long-term characteristic state is long. This is demonstrated by the groundwater level measurements on the river terrace, made in summer 2010 in Warsaw, in the neighborhood of Bluszczańska and Bartycka streets in piezometers distant by about 400 m from the Vistula River, and in Skarbka z Gór Street located about 6 km from the river. The measurements showed that the water level in these piezometers rose after the passage of the flood wave through the capital by nearly a meter in relation to the highest level recorded in the period 1994–2009. After the flood, the groundwater level started to decline but its descent rate was relatively small and was approximately 20 cm/month.

Moisture was also observed in the buildings constructed on the uplands away from the river terrace as a result of heavy rain. Water flowed into an underground garage in the "Eco Park" housing in Chodkiewicza Street, in Warsaw in spring 2010, despite the use of heavy isolation during the torrential rain. The building was constructed on the trench and feet foundations. It was noted that other buildings of this housing constructed on the slab foundation did not have the problems of groundwater penetration into buildings because it is much easier to ensure the continuity of the insulation in this type of foundations.

Like in the "Eco Park" housing, after heavy rains in spring 2010, there were also problems with moisture in underground garages in Ogrodowa Street in Józefosław near Warsaw. In this case, the cause of the moisture in the underground garage was low quality of drainage works. After the repair, the drainage problem of water seepage into the building has been resolved.

The article also pays attention to small water courses and channels, which also can be a local threat to the underground parts of buildings. An example might be an office building located in Puławska Street in Warsaw. In summer 2010, when heavy rain fell on the southern districts of Warsaw and Piaseczno, a ditch adjacent to the building overflowed with water whose level rose more than a meter above the ground floor of the building. The glass facade could not stand the pressure and the water rushed into the building flooding the ground floor and underground garage.

In addition, the article provides conclusions and insights essential for the correct design of the underground part of the construction.