

ANALIZA PRZYCZYŃ ZAWILGOCENIA PODZIEMNEJ CZĘŚCI BUDYNKU „DWOREK” UNIWERSYTETU ROLNICZEGO W KRAKOWIE

ANALYSIS OF CAUSES OF THE MOISTENING OF THE UNDERGROUND PART OF A BUILDING “DWOREK” OF THE UNIVERSITY OF AGRICULTURE IN KRAKOW

Andrzej Gruchot, Eugeniusz Zawisza¹

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy przedstawiono ocenę przyczyn zawilgocenia ścian piwnic budynku „Dworek” Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie oraz zaproponowano środki zaradcze. Zakres prac badawczych obejmował badania terenowe mające na celu rozpoznanie konstrukcji fundamentów oraz badania laboratoryjne właściwości geotechnicznych gruntów podłoża. Stwierdzono, że występujące zawilgocenia ścian piwnic, jak również złuszczenia tynku są następstwem niestarannego wykonania izolacji przeciwwilgociowej, a główną przyczyną ich zawilgocenia jest woda opadowa. Jako rozwiązanie zaproponowano wykonanie przeciwwilgociowej izolacji poziomej oraz szczelne wybrukowanie powierzchni terenu przed ścianą pomieszczeń w celu odsunięcia strefy infiltracji wód opadowych.

Abstract. At the work an evaluation of causes of the moistening of basement walls of a building “Dworek” of the University of Agriculture in Kraków was presented and preventive measures were suggested. The scope of research works included field investigation for recognizing the structure of foundations and laboratory tests of geotechnical properties of the substratum soils. It was stated that the moisture appearing on basement walls as well as plaster flaking were a result of a sloppy execution of the damp proofing, and precipitation water is a main cause of their moistening. As the solution, there was suggested execution of the horizontal damp-proofing and tight paving the surface

Adres do korespondencji – Corresponding authors: dr inż. Andrzej Gruchot, dr hab. inż. Eugeniusz Zawisza, prof. UR, Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków; e-mail: rmgrucho@cyf-kr.edu.pl, kiwig@ur.krakow.pl.

of the area in front of the wall of the premises in order to move away the zone of the infiltration of the precipitation waters.

Słowa kluczowe: ława fundamentowa, izolacja przeciwwilgociowa, zawilgocenie

Key words: continuous footing, damp proofing, moistening

WSTĘP

Fundamenty budynku są jego najważniejszą częścią. To od nich zależy trwałość i bezpieczeństwo konstrukcji, a niewłaściwe ich wykonanie może być przyczyną uszkodzenia obiektu. Dlatego bardzo istotny jest dobór materiału, z którego mają być wykonane, jak również odizolowanie ich od gruntu i wód gruntowych, a więc odpowiednio wykonana izolacja przeciwwilgociowa lub przeciwwodna.

Obecność wody w gruncie jest zjawiskiem naturalnym i w dużej mierze wiąże się z przepuszczalnością warstw gruntu przylegającego do podziemnych elementów budynku [Sokołowski i Żbikowski 1993]. Woda w gruncie może występować w różnej postaci. W zależności od rodzaju wody należy stosować odpowiednią ochronę przed zawilgoceniem budynku. Najczęściej jest to izolacja przeciwwilgociowa chroniąca przed wilgocią gruntową, której ilość może się zwiększyć w momencie wystąpienia długotrwałych opadów [Stankiewicz 1971]. Dlatego kolejnym elementem ochrony przeciwwilgociowej powinno być szybkie odprowadzenie wód opadowych.

W przypadku obiektów nowo projektowanych pominięcie izolacji przeciwwilgociowej stanowi błąd projektowy i może skutkować potrzebą osuszenia ścian. Natomiast obiekty stare, poddawane rewaloryzacji, bardzo często takich izolacji nie mają. Dlatego przystępując do prac adaptacyjnych, należy rozpoznać przyczyny występującego zawilgocenia ścian, łuszczenia tynku i na etapie projektu rekonstrukcyjnego takie izolacje uwzględnić.

Celem badań prezentowanych w niniejszej pracy było określenie przyczyn zawilgocenia ścian piwnic budynku „Dworek” Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie przy ul. Balickiej (ryc. 1) oraz zaproponowanie odpowiednich środków zaradczych. Budynek jest podpiwniczony, jednokondygnacyjny z poddaszem użytkowym.

METODYKA BADAŃ

Zakres prac badawczych obejmował badania terenowe mające na celu rozpoznania konstrukcji fundamentów zlokalizowanych w miejscach występowania największych zawilgoczeń w podziemnej części budynku, a także badania laboratoryjne właściwości geotechnicznych gruntów podłoża.

Badania terenowe obejmowały wykonanie czterech wykopów badawczych (ryc. 2), w miejscach wpustów rynien do kanalizacji (WB-1, WB-2) oraz w rejonie największego złuszczenia tynku do poziomu posadowienia obiektu (WB-3). W dniu wykopu WB-3 wykonano również wiercenie penetracyjne świdrem okienkowym o średnicy 0,1 m do głębokości 1,0 m poniżej poziomu posadowienia (WP-1).

Badania laboratoryjne obejmowały oznaczenie składu granulometrycznego, wilgotności naturalnej, gęstości objętościowej oraz współczynnika filtracji gruntów z poziomu



Ryc. 1. Obiekt „Dworek”, widok od strony ul. Balickiej (fot. A. Gruchot)

Fig. 1. “Dworek” building, view from Balicka street (photo A. Gruchot)

posadowienia. Skład granulometryczny oznaczono metodą analizy sitowej w przypadku gruntów niespoistych oraz sitowo-areometrycznej w przypadku gruntów spoistych. Gęstość objętościową gruntów oznaczono metodą pierścienia o objętości 100 cm^3 . Wilgotność naturalną oznaczono metodą suszarkową w temperaturze 105°C .

Współczynnik filtracji gruntów niespoistych oznaczono w aparacie ZW-K2 na próbkach o średnicy 11,2 cm i wysokości 6,0 cm. Badanie polegało na pomiarze objętości przefiltrowanej wody przez próbkę przy stałym spadku hydraulicznym, w stałych odstępach czasu. Pomiarzy przeprowadzono przy przepływie wody z dołu do góry (w celu wyeliminowania powietrza) i z góry do dołu próbki. Jako wynik podano wartość średnią z obydwu pomiarów. Natomiast współczynnik filtracji pyłów ilastych oznaczono w edometrze na próbkach o wysokości 2,0 cm i średnicy 6,5 cm. Oznaczenie polegało na pomiarze przepływu wody z dołu do góry próbki w warunkach zmiennego spadku hydraulicznego. Przygotowane próbki umieszczono w edometrach, a następnie przykładano obciążenie o wartości 12,5 kPa. Badania polegały na rejestracji zmian poziomu wody w rurce aparatu w jednostce czasu. W obydwu aparatach próbki formowano bezpośrednio w ich pierścieniach przy wilgotności naturalnej do uzyskania gęstości objętościowej zbliżonej do naturalnej.

WYNIKI BADAŃ

Ocena stanu zawilgocenia tynków ścian piwnic

Największe zawilgocenia tynku występują w pomieszczeniu 1 (ryc. 2), na całej wysokości ściany zewnętrznej i przechodzą przez sufit na skraj ściany wewnętrznej. W pomieszczeniach 2 i 3 (ryc. 2) stwierdzono jedynie nieznaczne ślady zawilgocień i złuszczeń tynku sięgające do połowy wysokości ścian, na odcinkach nie większych niż 1 m. W pozostałej części piwnic nie stwierdzono śladów zawilgocień i złuszczeń na ścianach zewnętrznych i wewnętrznych.

Przeprowadzone obserwacje wykazały, że stan połączeń rynien z kanalizacją deszczową nie budzi zastrzeżeń, a więc nie może być przyczyną występujących złuszczeń tynku i zawilgocień.

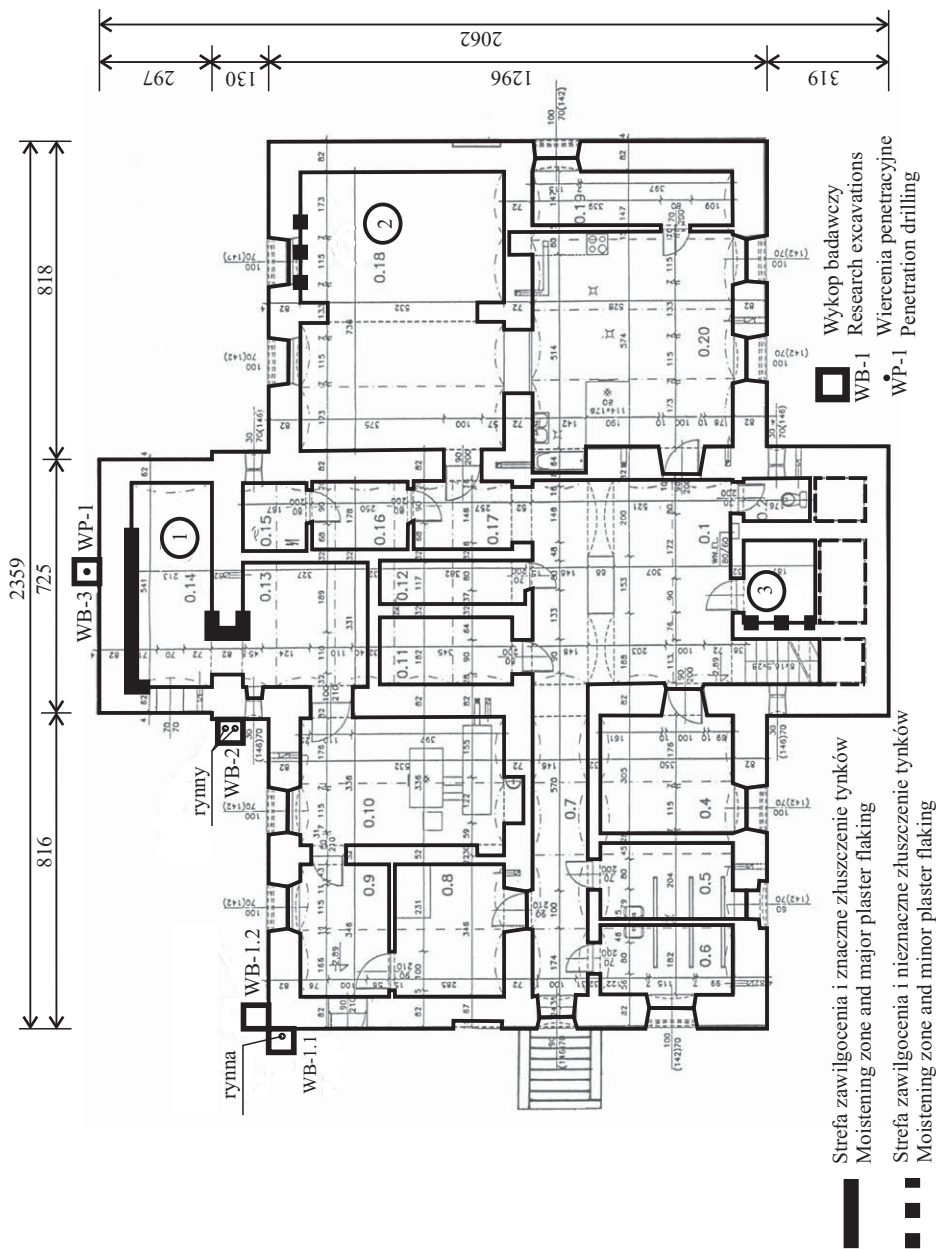
Konstrukcja podziemnej części ścian zewnętrznych budynku

W oparciu o wykonane wykopy przy zewnętrznej ścianie budynku do głębokości posadowienia wraz ze skuciem tynku na całej wysokości ściany w piwnicy przy wykopie WB-3 (ryc. 2) ustalono konstrukcję podziemnej części ścian budynku (ryc. 3). Ściany zewnętrzne posadowione są na ławie fundamentowej z wapiennego kamienia łamanego o szerokości 0,92 m i wysokości 1,05 m. Poziom posadowienia przy wykopie WB-3 jest głęboki i wynosi 2,80 m poniżej powierzchni terenu. Na tej ławie fundamentowej wznoszą się ściany piwnicy o grubości 0,82 m. Ściany te do wysokości 1,65 m powyżej posadzki piwnicy wykonane są z wapiennego kamienia łamanego na zaprawie wapiennej. Od wysokości 1,15 m ponad posadzką piwnicy występują przekładki z cegły pełnej, a od wysokości 1,65 m (poziom powierzchni terenu), ściany piwnicy zbudowane są z cegły pełnej.

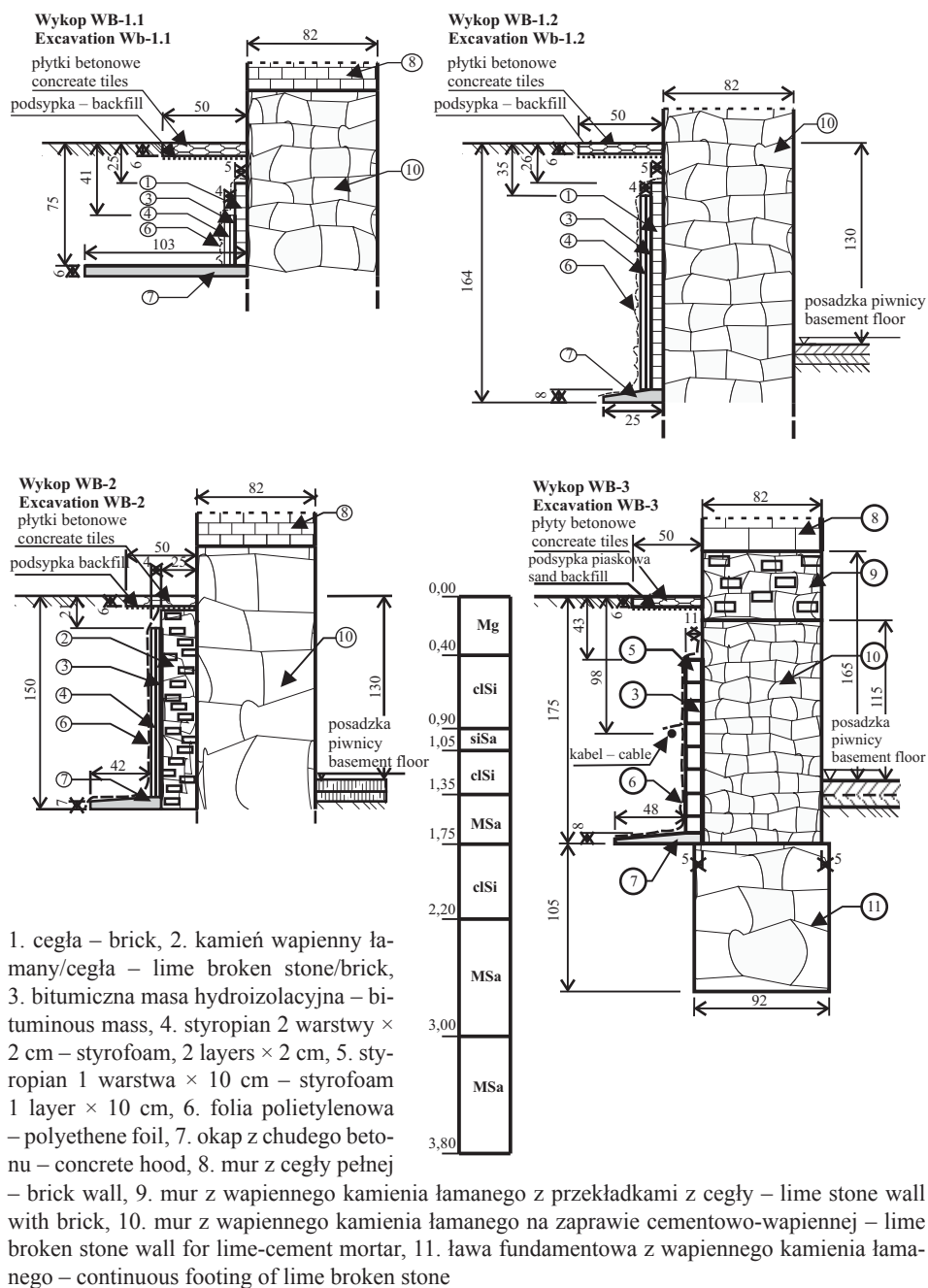
Na ławie fundamentowej, bezpośrednio na gruncie wykonany jest okap z chudego betonu, ze spadkiem górnej powierzchni w kierunku przyległego terenu. Okap ma grubość 7÷8 cm przy ścianie i około 1 cm w końcowej części zewnętrznej, przy czym jest niejednakowej szerokości, od 25 cm w przekroju WB-1.2 do 48 cm w przekroju WB-3. Można przypuszczać, że okap ten został wykonany w celu odsunięcia infiltrujących wód opadowych od nieizolowanej ściany ławy fundamentowej.

Warunki gruntowe

Z przeprowadzonych badań wynikało, że w podłożu fundamentowym obiektu dominowały piaski średnie przewarstwione piaskami pylastymi oraz pyłami ilastymi (por. ryc. 3 – wykop WB-3). Wilgotność gruntów piaszczystych wahała się w niewielkim zakresie, bo od 4 do 6%, a pyłów ilastych w zakresie od 15 do 30% (tab. 1). Na rycinach 4 i 5 przedstawiono krzywe uziarnienia gruntów podłoża. Współczynnik filtracji gruntów piaszczystych wynosił $6,1 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, co oznacza, że są to grunty średnio przepuszczalne, natomiast dla pyłów ilastych wynosił $1,4 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, co oznacza, że są to grunty bardzo mało przepuszczalne [Pazdro 1983].



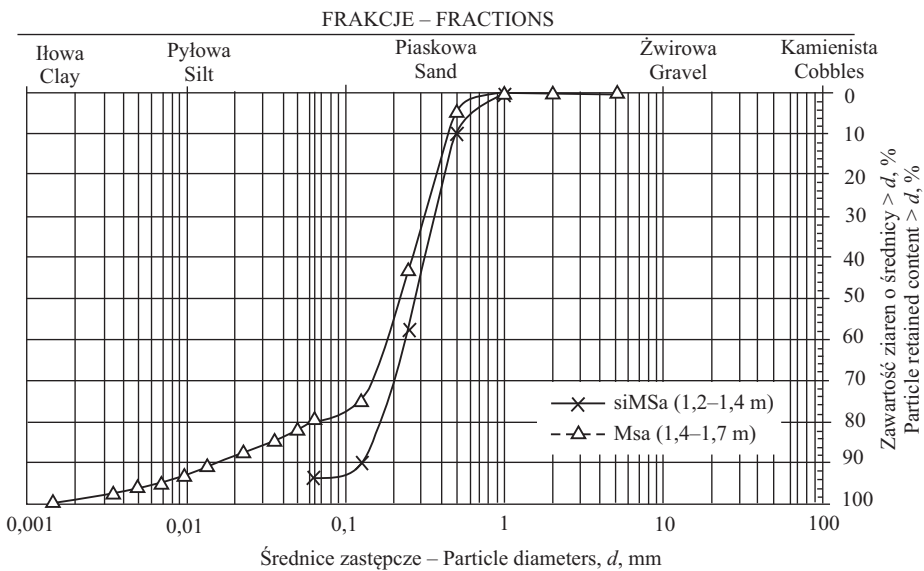
Ryc. 2. Rzut piwnic obiektu „Dworek” wraz z lokalizacją wykopów badawczych i wiercenia penetracyjnego
Fig. 2. Plan of the basement of the building „Dworek” with localization of the excavations and penetration drilling



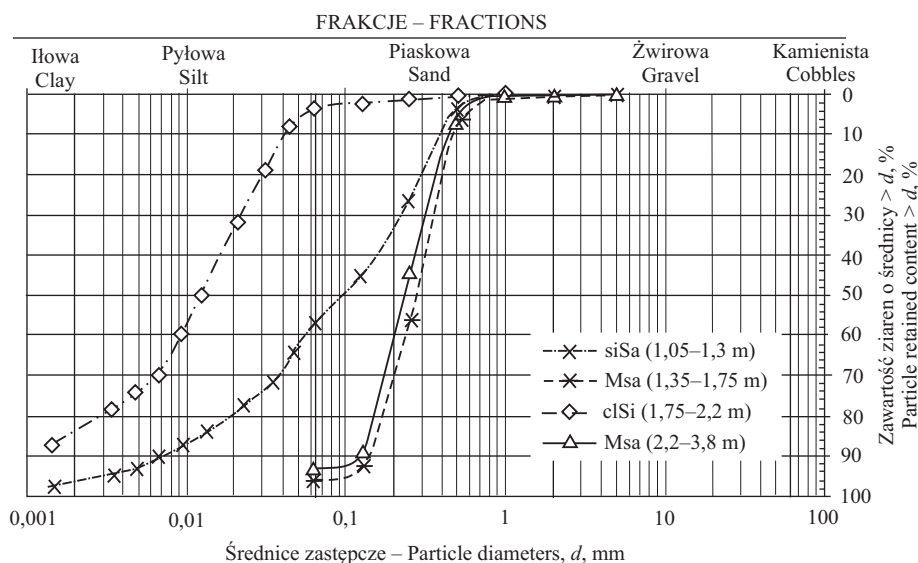
Ryc. 3. Przekroje poprzeczne części podziemnej ścian zewnętrznych obiektu „Dworek”
Fig. 3. Cross-sections of the underground part of the building “Dworek” external walls

Tabela 1. Podstawowe parametry geotechniczne gruntów podłoża
Table 1. Basic geotechnical parameters of the subsoils

Wykop badawczy/ wiercenie Excavation/ penetration drilling	Mięższość warstwy Layer thickness m	Rodzaj gruntu wg Name of soil acc. to PN-EN ISO 14688-2:2006	Wilgotność naturalna Natural moisture content %	Gęstość objętościowa Bulk densit $g \cdot cm^{-3}$	Współczynnik filtracji Coefficient of permeability $m \cdot s^{-1}$
WB-1.2	0,10–0,20	Mg	10,4	–	–
	1,20–1,40	siMSa	7,2	1,78	–
	1,40–1,70	MSa	3,9	1,67	–
WB-2	1,40–1,70	MSa	4,8	1,72	$6,1 \cdot 10^{-5}$
WB-3	0,10–0,40	Mg	–	–	–
	0,40–0,90	clSi	–	–	–
	0,90–1,05	siSa	4,7	1,66	–
	1,05–1,35	clSi	14,7	2,12	–
	1,35–1,75	MSa	6,4	1,76	$6,1 \cdot 10^{-5}$
	1,75–2,20	clSi	19,7÷29,9	1,95÷2,04	$1,4 \cdot 10^{-9}$
	2,20–3,80	MSa	4,7÷5,8	1,67÷1,76	–



Ryc. 4. Krzywe uziarnienia gruntów z wykopu WB-1
Fig. 4. Grain size distribution of soils from excavation WB-1



Ryc. 5. Krzywe uziarnienia gruntów z wykopu WB-3

Fig. 5. Grain size distribution of soils from excavation WB-3

OCENA PRZYCZYŃ POWSTAŁYCH ZAWILGOCENÍ

Jak wykazały przeprowadzone badania, istniejąca izolacja przeciwwilgociowa pionowa jest wykonana niezgodnie z projektem rewaloryzacyjnym obiektu [Piotrowski i Bartkowicz 2004] i może wymagać zabiegów naprawczych. Izolacja w postaci bitumicznej masy izolacyjnej pokrytej zaprawą cementową na gładko wykonana jest od poziomu okapu, tj. od głębokości 1,5÷1,8 m do około 0,2 m i nieco ponad 0,4 m poniżej powierzchni terenu (ryc. 2). Projekt rewaloryzacji przewidywał założenie izolacji do rzędnej 0,3 m ponad powierzchnię terenu. Zastrzeżenia budzi również warstwa izolacji termicznej w postaci styropianu o różnej grubości – od 4 cm (WB-1 i WB-2) do 10 cm (WB-3). Warstwa styropianu sięga do okapu i została przykryta luźno narzuconą cienką folią polietylenową, przykrywającą także okap.

Należy również wskazać, że ława fundamentowa poniżej okapu nie ma żadnej izolacji przeciwwilgociowej, jak również nie stwierdzono izolacji poziomej, która zabezpieczałaby przed podciąganiem kapilarnym wody w górę ścian. Brak tych izolacji jest podstawową przyczyną występowania zawilgocení w dolnych częściach ścian budynków.

W podłożu fundamentowym zalegają głównie grunty piaszczyste z przewarstwieniami pyłów ilastych o małej miąższości. Zwierciadło wody gruntowej zalega znacznie poniżej poziomu posadowienia [Gruchot i Satora 2004]. Na podstawie obserwacji prowadzonych w piezometrze zainstalowanym w piwnicy obiektu położonego na tej samej działce, stwierdzono, że zwierciadło wody gruntowej w okresie pomiarowym od lutego 2012 do maja 2013 roku, wykazało położenie na głębokości 7,2 m w okresach o małych

opadach atmosferycznych i 5,7 m poniżej powierzchni terenu w okresach o większych opadach [Gruchot i Zawisza 2014]. Przyjmując, że podciąganie kapilarne w piaskach nie przekracza kilku do kilkunastu cm, wody gruntowe nie są przyczyną powstałych zawilgoczeń. Dlatego można stwierdzić, że występujące zawilgoczenia pochodzą wyłącznie od wód opadowych infiltrujących w głąb gruntu w okresie długotrwałych i intensywnych opadów. Poniżej zaizolowanej strefy ściany obiektu zalega warstwa gliny pylastej o współczynniku filtracji rzędu $10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, która może zatrzymać wodę migrującą w głąb i powodować jej przesączanie do niezaizolowanej ściany muru fundamentowego, którym migruje wyżej do ściany piwnicy.

PODSUMOWANIE

Podsumowując, należy stwierdzić, że występujące liczne zawilgoczenia ścian piwnic obiektu „Dworek”, jak również złuszczenia tynku są następstwem niedbałego wykonania izolacji przeciwilgociowej, która jest także częściowo niezgodna z projektem rewalizacji. Główną przyczynę zawilgoczenia ścian stanowi woda opadowa, która migruje po warstwie gruntów nieprzepuszczalnych w kierunku ścian obiektu i wobec braku izolacji poziomej powoduje zawilgoczenie ścian piwnic.

W celu zabezpieczenia przed zawilgoczeniem ścian piwnicy na skutek infiltracji wód opadowych proponuje się:

- 1) wykonanie przeciwilgociowej izolacji poziomej poniżej poziomu posadzek pod ścianami zewnętrznymi w pomieszczeniach o największych zawilgoczeniach ścian i złuszczeniach tynku wraz z odsłonięciem ławy fundamentowej od strony gruntu i pokryciem go hydroizolacyjną masą bitumiczną;
- 2) szczelne wybrukowanie powierzchni terenu przed ścianą pomieszczeń, ze spadkiem od budynku na odległość 2÷3 m z zakończeniem korytkiem odpływowym – pozwoli to na odsunięcie strefy infiltracji wód opadowych od ściany zewnętrznej budynku.

Proponuje się również w miejscach największych złuszczeń tynku skucie warstwy zniszczonej, przesuszenie ściany i pokrycie jej ponownie tynkiem. Należy ponadto zapewnić właściwą wentylację pomieszczeń piwnic.

PIŚMIENNICTWO

- Gruchot A., Satora S., 2004. Opinia dotycząca warunków geotechnicznych podłoża gruntowego projektowanego budynku Wydziału Inżynierii Środowiska i Geodezji Akademii Rolniczej w Krakowie przy ul. Balickiej 253. Katedra Mechaniki Gruntów i Budownictwa Ziarnego AR w Krakowie, maszynopis.
- Gruchot A., Zawisza E., 2014. Ocena nośności podłoża „Budynku inwentarskiego” i „Spichlerza” Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie w aspekcie planowanych prac rekonstrukcyjno-adaptacyjnych. *Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus* 13(1).
- Piotrowski I., Bartkiewicz P., 2004. Inwentaryzacja Architektoniczno-Budowlana. Projekt Budowlany. Obiekt: „Dworek” Akademii Rolniczej w Krakowie przy ul. Balickiej 253. Autorska Pracownia Architektury S.c. Waław Stefański i Ireneusz Piotrowski, Kraków, ul. Józefitów 1/17, maszynopis.

- Pazdro Z., 1983. Hydrogeologia ogólna. Wydawnictwa Geologiczne Warszawa.
- PN-EN ISO 14688-2:2006. Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikacji. Polski Komitet Normalizacyjny Warszawa.
- Sokołowski J, Żbikowski A., 1993. Odwodnienia budowlane i osiedlowe. Wydawnictwo SGGW Warszawa.
- Stankiewicz H., 1971. Zabezpieczenie budowli przed wilgocią, wodą gruntową i korozją. Arkady Warszawa.

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 24.03.2014