
ZABEZPIECZENIA PRZECIWWILGOCIOWE BUDOWLI PODZIEMNYCH Z UŻYCIEM GLINY NA PRZYKŁADZIE DZIEŁ FORTYFIKACJI NOWOŻYTNEJ ORAZ WARSZAWSKIEGO ELIZEUM

NARĘBSKI Lech ¹

¹ mgr Lech Narębski, Komisja Architektury Militarnej PKN ICOMOS

ABSTRAKT: Na podstawie analogii struktur budowli podziemnych – warszawskiego Elizeum i wielu obiektów fortecznych z XVIII-XIX w., artykuł podejmuje próbę zestawienia historycznych metod zabezpieczania ich wewnątrz przed wilgocią przenikającą z nasypów, kondensacyjną, podciąganą kapilarnie lub dyfundującą z gruntu. Sposoby zabezpieczania przeciwwilgociowego w fortyfikacji nowożytnej zostały wypracowane w ciągu 4 wieków jej rozwoju (XVI-XIX), w wyniku stopniowego gromadzenia doświadczeń i wiedzy inżynierskiej. Ważnymi elementami tych zabezpieczeń były okładziny z gliny/iłu oraz korytarze obiegające pomieszczenia podziemne o funkcji nie tylko komunikacyjnej, ale również otuliny izolacyjno-wentylacyjnej. Budowle podziemne, poprawnie zaprojektowane na skrajnie niekorzystne warunki użytkowania, mogą trwać dzięki delikatnej równowadze, którą bardzo łatwo naruszyć. Pierwszym warunkiem równowagi jest utrzymanie właściwego reżimu wentylacji i ogrzewania wewnątrz podatnych na kondensację. Na zakończenie zaproponowano działania pielęgnacyjno-eksploatacyjne mające na celu zahamowanie postępującej degradacji obiektu oraz zakresłono wskazania do programu badań i założeń przedprojektowych do przyszłych, niezbędnych prac remontowych i konserwatorskich.

SŁOWA KLUCZE: Zabytki, budowle podziemne, wilgoć, zabezpieczenia, glina

1. Wprowadzenie

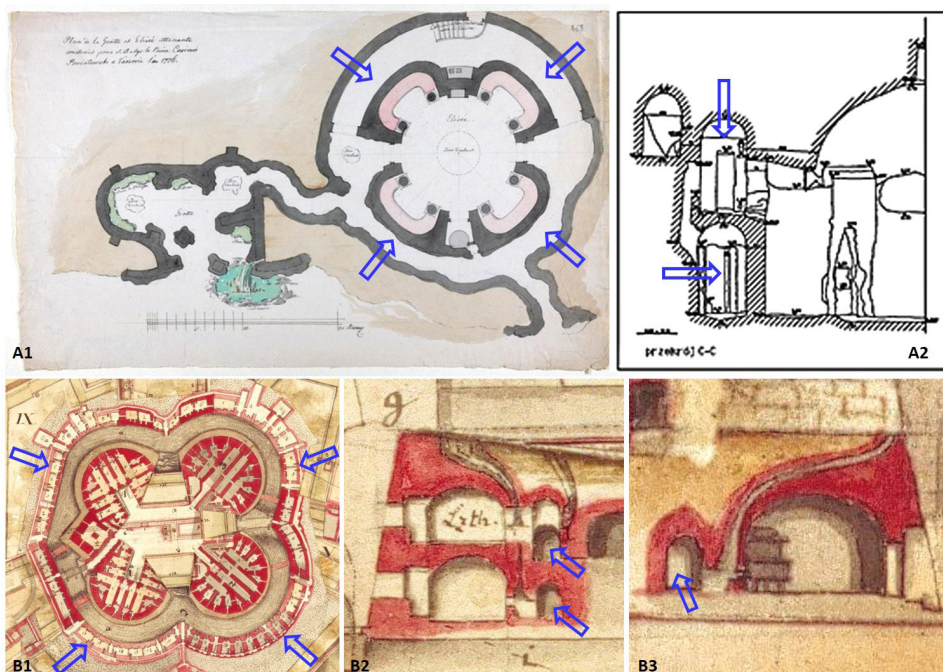
Lektura wydanego w 2016 roku zbioru esejów *Elizeum. Podziemny salon księcia...*¹ nasuwa skojarzenia z architekturą obronną, w tym Twierdzą Srebrnogórską² – zdałoby się zdumiewające przy drastycznej przecież różnicy funkcji i skali tych obiektów [ryc. 1]. Obie budowle są niemal równolatkami (Elizeum 1776–1778, część centralna Twierdzy 1765–1768), obie powstały dla realizacji strategicznych celów inwestorów (ugruntowanie pozycji księcia Kazimierza Poniatowskiego wśród stołecznych elit, ugruntowanie panowania króla Prus na Dolnym Śląsku). Elizeum jest podobnie odległe od budownictwa powszechnego jak fortyfikacje, co pozwala je uznać za przykłady ‘architektury ekstremalnej’. Ich projektanci musieli znać lub znaleźć rozwiązanie podobnych problemów – ochrony przed wilgocią i wodą na tyle skutecznej, aby uzyskać mikroklimat wewnątrz zapewniający: w Elizeum – komfort przyjaciołom księcia i delikatnym damom podczas okazjonalnych spotkań, zaś w Twierdzy – utrzymanie zdolności bojowej na czas blokady i oblężenia.

W sensie architektoniczno-inżynierskim podobieństwo zastosowanych rozwiązań polega na otoczeniu wewnątrz chronionych przed wilgocią obwodowym korytarzem izolacyjno-wentylacyjnym. Korytarz taki, założony od strony nasypu, w Elizeum obiega centralny salon, w Srebrnej Górze zaś ciąg kazamat wokół fosy Donżonu.

Ze względu na szczupły zasób źródeł i badań, rozwiązania szczegółowe stosowane przez budowniczych fortyfikacji zostaną w dalszej części artykułu prześledzone na przykładach innych, młodszych dzieł obronnych – przede wszystkim Torunia.

¹ Gutmejer K. (red.), *Elizeum. Podziemny salon księcia. Dla Przyjaciół i Pięknych Pań* (praca zbiorowa), wyd.: Miasto Stołeczne Warszawa 2016 r. Materiał do niniejszego artykułu powstał na zamówienie Biura Stołecznego Konserwatora Zabytków w roku 2017 do planowanej drugiej publikacji na temat Elizeum, był też referowany na seminarium „Historyczne materiały i technologie. Izolacja gliną w zabytkowych budowlach podziemnych”, we wrześniu 2017 r., następnie na konferencji konserwatorskiej „Glina w obiektach zabytkowych. Ochrona i konserwacja” w Malborku, w marcu 2018 r.

² Podruczny G., Przerwa T., *Twierdza Srebrna Góra*, wyd. Bellona 2010.



Ryc. 1 A1 – Elizeum. Trzeci projekt (...), przyziemie, 1776-1777 (BUW G.R. 137); A2 – przekrój poprzeczny (inventaryzacja); B1 – Twierdza Srebrna Góra, część centralna – Donżon, fragment planu z roku 1776 (GStA PK G 70032); B2 i B3 – przekroje, fragmenty planu j.w. Korytarze obwodowe zaznaczono strzałkami

2. Zabezpieczenia przeciwwilgociowe w fortyfikacji nowożytnej

Wznoszenie podziemnych kubatur (tutaj: budowli okrytych nasypem ziemnym), jakie były niemal powszechnym wyposażeniem fortyfikacji w XVII–XIX stuleciu, wymagało rozwiązania problemów odwodnienia i zabezpieczenia przeciwwilgociowego, aby wyeliminować lub ograniczyć negatywny wpływ wilgoci pochodzącej z wód opadowych, gruntowych oraz kondensacji, zarówno na trwałość struktur budowlanych jak i jej funkcjonalność, czyli głównie na stan zdrowotny personelu i trwałość zasobów materiału wojennego (prochu, uzbrojenia, żywności). Charakterystyczną cechą pomieszczeń fortecznych jest niska i stabilna temperatura wewnątrz, a to dzięki grubym murom i płaszczowi ziemnemu. Takie przegrody budowlane charakteryzują się dużą bezwładnością cieplną, co utrudnia ogrzanie pomieszczeń (za to ułatwia podtrzymanie temperatury) ale czyni je podatnymi na kondensację pary wodnej.

Fortyfikacja nowożytna w ciągu 4 wieków rozwoju (XVI–XIX), w wyniku stopniowego gromadzenia doświadczeń i wiedzy inżynierskiej o specyficznych cechach fizycznych tych budowli, wykształciła stosunkowo proste, acz skuteczne metody wielostopniowego zabezpieczania budowli podziemnych przed wodą i wilgocią. Miały one zapewnić szybsze odprowadzenie (odsączenie) wody niż tempo jej przenikania przez przegrody budowlane. Używano w tym celu gliny, lecz była to jedna z wielu wykorzystywanych technik, i to o charakterze uzupełniającym. Zależnie od lokalnych potrzeb, warunków środowiskowych i możliwości technicznych – wybiórczo lub zamiennie stosowano:

a) dla zabezpieczenia przed wodą przenikającą z góry:

- formowanie nasypów bez powierzchni poziomych i miejsc depresyjnych, pokrywanych darnią (na pochyłościach darń pod deszczem lub śniegiem układa się „w strzechę” odprowadzając wodę po źdźbłach);
- nasypy ziemne o laminarnej strukturze, z naprzemiennie układanych warstw trudno- i łatwo przepuszczalnych (jeśli w miejscu budowy były gleby o pożądanych właściwościach);
- obsypki ścian: odsączające – z piasku, układane na powierzchniach poziomych (skośnych); drenujące – z tłucznia kamiennego, grubego żwiru lub gruzu, układane przy ścianach obwodowych;
- okładziny izolacyjne – z gliny/iłu;
- wyprawy wodochronne obsypanych powierzchni murów – gładko zacierane tynki na wapnie hydraulicznym, trassie, później cementie portlandzkim;
- powierzchnie odwadniające na sklepieniach, w formie łamanych, nachylonych połączy ze spływami kierowanymi na gzyms elewacji i/lub do nasypu, (tzw. *ośle grzbiety*);

b) dla zabezpieczenia przed wilgocią podciąganą kapilarnie lub dyfundującą z podłoża:

- kamienne ławy i ściany fundamentowe;
- izolacje poziome z blachy ołowianej, tafli łupka, zaprawy cementowej;
- poduszki piaskowe pod posadzkami (w razie potrzeby);
- ceglane posadzki ‘kanałowe’ asfaltowane (w prochowniach);
- podłogi drewniane na bruku ceglanym i wentylowanej pustce powietrznej (w izbach koszarowych);

c) dla zabezpieczenia przed wilgocią kondensacyjną:

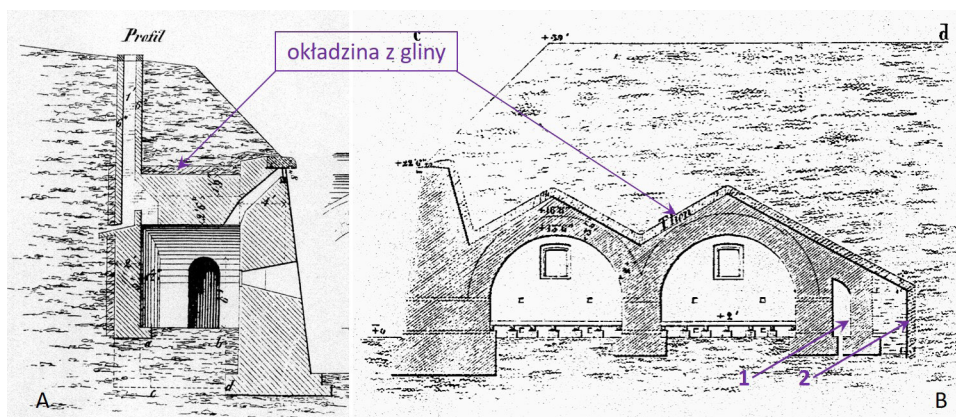
- zakładanie korytarzy wentylacyjno-izolacyjnych od strony ścian obsypanych (w prochowniach i blokach podwalni);
- murowanie obwodowych ścian obsypanych z obiegowymi kanałami wentylacyjnymi w grubości tych ścian (w pomieszczeniach roboczych i magazynowych);
- murowanie dolnej warstwy sklepień z cegły dziurawki (w Prusach po 1881 r³), z zachowaniem ciągłości otworów połączonych z wentylacją;
- wentylacja grawitacyjna regulowana (zamykanie / otwieranie) w zależności od gradientu temperatury i wilgotności;
- ogrzewanie izb koszarowych (piece, kominki).

Wymienione techniki nie były charakterystyczne wyłącznie dla budownictwa fortecznego, były niejako „dziedzictwem wspólnym”. Potrzeby użycia tych technik w budownictwie mieszkalno-rezydencjonalnym występowały rzadko, bowiem unikało ono zbędnych kosztów koniecznych przy kłopotliwych lokalizacjach budowy w terenie, a następnie przy ich eksploatacji. Były jednak

³ Wichrowski M., *Załoga fortu i jej skoszarowanie*, Atlas Twierdzy Toruń (dalej cyt.: ATT), Zeszyt 11: *Fort V – Chodkiewicz (Fort III – Scharnhorst)*, Toruń 2018, s. 12.

wyjątki i do nich należy podziemne Elizeum.

Dorobek wiedzy inżynierskiej, niezbędnej do realizacji budowli podziemnych⁴, jeszcze w XVII i XVIII stuleciu był przekazywany ‘z mistrza na ucznia’ a fortyfikacyjne szkolnictwo w Europie nieśmiało raczkowało⁵. W dobie napoleońskiej stało się ono przedmiotem nauczania szkolnictwa wojskowego. Najstarszy (znany autorowi) podręcznik powstał w Prusach na zlecenie Szefa Korpusu Inżynieryjnego i Generalnego Inspektora Twierdz i został przyjęty w roku 1836 jako poufny materiał szkoleniowy i instruktażowy dla Korpusu Inżynierów⁶. Zawiera systematyczny kurs fortyfikacji nowopruskiej. Na kilku tablicach znajdujemy wywiedzione z wcześniejszych doświadczeń przykłady zastosowania gliny jako izolacji wodochronnej na sklepieniach, stropach i ścianach obsypanych [ryc. 2].



Ryc. 2 Przykłady zastosowania okładzin z gliny na sklepieniach i ścianach obsypanych w budowlach fortyfikacyjnych, wg Moritz von Prittwitz, *Beitrag...*, Taf. 30, 53 (fragmenty):

A – galeria strzelecka, przekrój poprzeczny; B – prochownia wojenna, przekrój poprzeczny.

Zwraca uwagę korytarz obwodowy (1) oraz odsunięcie osłony z gliny od zewnętrznej ściany obsypanej korytarza obwodowego prochowni (2)

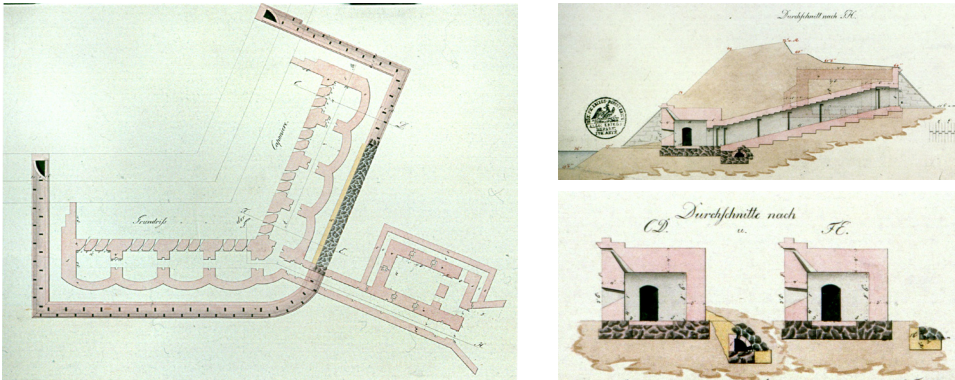
Na podstawie zachowanej (i znanej autorowi) dokumentacji archiwalnej fortyfikacji pruskich twierdz Toruń, a także Srebrna Góra, Kłodzko, Giżycko i innych⁷ można stwierdzić, że rysunki projektowe tylko wyjątkowo przedstawiają zastosowanie gliny jako izolacji, czy bardziej ogólnie – w roli bariery chroniącej budowlę przed wodą zawartą w gruncie lub płynącą [ryc. 3 i 4].

⁴ W niniejszym artykule określenie „budowla podziemna” odnosi się do obiektów obsypanych ziemią, nie obejmuje zaś budowanych pod ziemią metodami górniczymi.

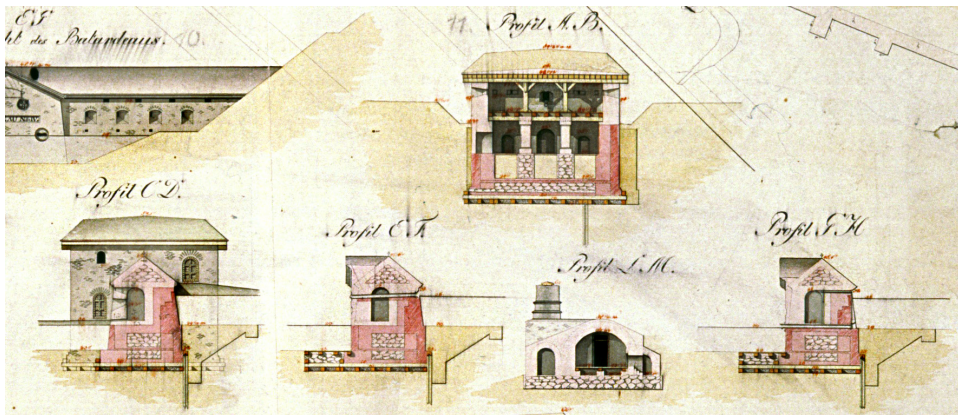
⁵ Dybaś B., *Fortece Rzeczypospolitej. Studium z dziejów budowy fortyfikacji stałych w państwie polsko-litewskim w XVII wieku*, wyd. 2, UMK Toruń 2018, s. 348-380, tamże literatura. Inżynieria wojskowa była tylko jednym z kierunków kształcenia w działającej w latach 1765-1794 stanisławowskiej Szkole Rycerskiej. (Zob. *Dzieje Szkoły Rycerskiej – Korpusu Kadetów w latach 1765-1794*. Warszawa, 2015).

⁶ von Prittwitz M. und Gaffron, *Beitrag zur angewandten Befestigungskunst, erläutert durch Beispiele aus der neuern Preussischen Befestigungsanlagen auf 100 Tafeln*, Posen 1836.

⁷ Przytaczane tutaj archiwalne rysunki fortyfikacji znajdują się w zbiorach *Geheimes Staatsarchiv Preussischer Kulturbesitz in Berlinie, zespół XI Heeres Archiv, Kriegsministerium, Festungspläne* (dalej cyt. GSTA PK) i były reprodukowane w ATT, Zeszyt 6 i 9.



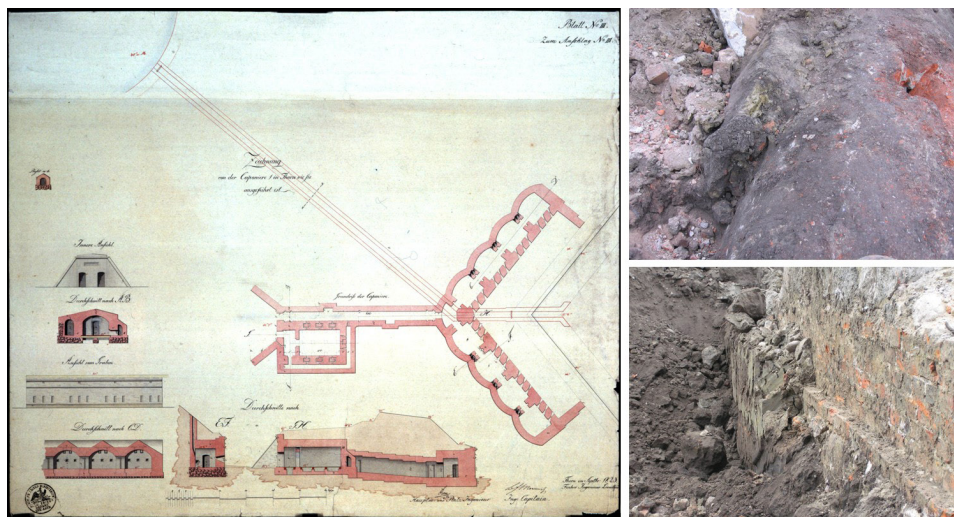
Ryc. 3 Wycinki rysunku wykonawczego Kaponierzy 2 w Toruniu, 1823 (GStA PK F 70851, za: ATT, Z. 9, ryc. 10B), rzut i przekroje. Widoczny kanał drenarski założony od strony nasypu wału z upustami do fosy, którego działanie wspiera bariera z gliny



Ryc. 4 Wycinek rysunku Grodzy IV w Toruniu, 1824 (GStA PK E 70716, za: ATT, Z. 6, ryc. 39), przekroje. Widoczne użycie gliny jako bariery chroniącej ścianę blokhauzu przed infiltracją wody z gruntu (profil AB) oraz bariery chroniącej Grodzę przed podmyciem przez spiętrzoną wodę w fosie (profile CD, EF, GK). Na przekrojach zaznaczono „pokojowy” i „wojenny” (spiętrzony) poziom wody w fosie

Rozwiązania praktyczne możemy obserwować na obiektach istniejących i badanych. W wykopie budowlanym pod gmach Centrum Sztuki Współczesnej w Toruniu, w październiku-listopadzie 2006 roku natrafiono na pozostałości elementu rozebranych umocnień rdzenia twierdzy – Kaponierzy¹⁸ [ryc. 5, por. ryc. 3]. Stwierdzono występowanie okładziny izolacyjnej z tłustej gliny, grubości ok 30 cm (1 stopa pruska), nie tylko na ścianach budowli [ryc. 5, fot. dolna], ale również murowanego kanału, który poprowadzony pod wałem przerzucał nadmiar wody z fosy nowożytnych obwałowań do fosy średniowiecznej [ryc. 5, fot. górna]. Jak widać na reprodukowanym rysunku archiwalnym, izolacje nie są na nim uwzględnione.

¹⁸ Udokumentowane przez nadzór archeologiczny. Zob.: Grzeszkiewicz-Kotlewska L., Szczepanik M., *Opracowanie wyników badań archeologicznych przy ul. Wały gen. Sikorskiego 13 w Toruniu (2005-2007)*. Usługi Archeologiczno-Konserwatorskie, Toruń 2007. (Archiwum WUOZ w Toruniu, sygn. W/3482). Lokalizację kaponierzy względem gmachu CSW i jej rozplanowanie ukazuje pamiątkowa tablica *in situ*.



Ryc. 5 Rysunek wykonawczy Kaponier 1 w Toruniu, 1823 (GStA PK F 70852, za: ATT, Z. 9, ryc. 10A). Na odsłoniętych w wykopie budowlanych relikwach Kaponier 1 widoczne okładziny z gliny, których rysunek nie uwzględnia. Fot. L. Narębski, 2006

Użycie gliny w nasypach młodszych fortyfikacji toruńskich (obiekty zewnętrznego pierścienia fortecznego, lata 80./90. XIX w.) zostało zarejestrowane w badaniach gleboznawczych. Stwierdzono występowanie ilastych warstw izolacyjnych o grubościach od 6 do 37 cm w nasypach nad budowlami, układanych nie bezpośrednio na konstrukcji budowlanej (tu – betonowej płycie detonacyjnej grubości 1,0 do 1,2 m, z betonu tłuczniowego, niezbrojonego i niedylatowanego), lecz na piaszczystej warstwie odsączającej o miąższości 30-50 cm. Naziom łącznie z warstwą humusową ponad izolacją wynosił od 16 do 37 cm⁹, i można przypuszczać, że glina służyła nie tylko jako bariera wodochronna nad budowlą, ale również do zatrzymania wilgoci w warstwie zadarniającej.

Podczas prac mających na celu zabezpieczenie przeciwwilgociowe kaponier barkowych Fortu IV (zbudowanych w latach 1879-1880, wzmocnionych przez obetonowanie sklepień dopiero w 1900 r.) przeprowadzonych w roku 2016, w nasypie na betonowej płycie detonacyjnej stwierdzono występowanie izolacji glinianej. Na stosunkowo cienkiej warstwie odsączającej zalegała warstwa ilasta, przechodząca przy krawędziach nasypu w warstwę spoistej (choć pokruszonej) gliny na zanikającej warstwie odsączającej¹⁰.

⁹ Ratke M., *Charakterystyka gleb antropogenicznych na wybranych fortyfikacjach w Toruniu*. Toruń 2004. (Praca magisterska zrealizowana w Zakładzie Gleboznawstwa na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, pod kierunkiem prof. dr hab. Renaty Bednarek), m-pis, s. 26-34, 37, 45.

¹⁰ Realizacja w ramach zadania pn. Toruń, Fort IV im. Żółkiewskiego (XIX w): Odwodnienie kazamat kaponier prawej i lewej oraz interwencyjne naprawy muru kaponier prawej – etap V, z dofinansowaniem Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego, w ramach programu „Ochrona zabytków”.

3. Problematyka zabezpieczeń przeciwwilgociowych w Elizeum

Porównanie technik zabezpieczeń przeciwwilgociowych stosowanych w nowożytnej fortyfikacji – polegających na wykorzystaniu gliny jako osłony wodochronnej obsypanych ścian budowli podziemnej, w powiązaniu z korytarzem obwodowym jako otuliną izolacyjno-wentylacyjną zabezpieczającą wnętrze przed kondensacją – z rozwiązaniami użytymi w Elizeum¹¹, pozwala lepiej zrozumieć to unikalne dzieło architektoniczne oraz docenić wszechstronne przygotowanie zawodowe Zuga jako inżyniera-architekta¹².

Korytarz obwodowy Elizeum to nie tylko fragment „sztucznej grotty” wiodącej gości księcia tajemniczą, krętą i mroczną drogą do tym bardziej zaskakująco pięknego, luksusowego salonu, to nie tylko droga dla służby obsługującej „przyjaciół i piękne panie” (dolny) i miejsce dla kapeli muzyków (górną), ale również odcięcie komfortowego (a więc ogrzewanego) wnętrza salonu od zimna i wilgoci z okrywającej budowlę ziemi. Ponad korytarzem kontynuacją tego odcięcia jest dwupłaszczcowa kopuła, czyli zawierająca wbudowaną termiczną izolację powietrzną [ryc. 6, 7].



Ryc. 6 Elizeum, korytarz obwodowy, wentylacje. A – otwór wentylacyjny w sklepieniu korytarza, B – otwór wentylacyjny w ścianie pod sklepieniem, C – przewód wentylacyjny z zablokowanym wylotem, D – sklepienie korytarza obwodowego ‘łsnące’ wilgocią nad głowami zwiedzających. Fot. L. Narębski, 2017

¹¹ Gutmejer K., Elizeum. *Podziemny salon...*, op. cit., tamże: Bojanowska A, Wolański A., rozdział Izolacje, s. 86.

¹² Kompletnie omówienie twórczości Zuga: Kwiatkowski M., *Szymon Bogumił Zug architekt polskiego oświecenia*, PWN Warszawa 1971.



Ryc. 7 Elizeum, A – korytarz obwodowy: dolny, na prawo od współczesnego wejścia (A1), dolny, odcinek zachodni, widoczny wlot komina wentylacyjnego i wejście na górną kondygnację (A2), górny, widok na lewą ścianę zamykającą korytarz (A3); B – kopuła: widok ogólny, widoczne ślady pierwotnego wystroju i zarys pierwotnego oculusa (B1), odkrywka w wewnętrznym płaszczu kopuły (B2). Fot. L. Narębski, 2017

Tu zachodzi pytanie – jeśli te rozwiązania były tak dobre, dlaczego Elizeum niszczało? Odpowiedź jest dwoista: budowla po 240 latach znajduje się w słabej kondycji, lecz przecież istnieje. Struktura konstrukcyjna pozostaje stabilna, natomiast nie przetrwał jej wystrój. Trudno spodziewać się, że zabezpieczenia wodochronne i przeciwwilgociowe wbudowane w strukturę Elizeum będą nadal sprawne. Wentylacja i odwodnienie nie działają, bowiem oculus w kopule został najpierw pozbawiony osłony przeciw opadom – altany i (zapewne) urządzeń regulacji przepływu powietrza (przeszklenie ścian altany, żaluzje?), a następnie drastycznie zmniejszony i ostatecznie zasłonięty. Przewody wentylacyjne wyprowadzone z korytarza obwodowego są również zablokowane [ryc. 7 A2, 6 A-C]. Izolacyjna warstwa gliny ma uszkodzenia (ubytki) mechaniczne, jest też najprawdopodobniej sferforowana korzeniami kilku pokoleń drzew, które przynajmniej częściowo uległy rozkładowi. Jeśli nawet na ścianach obwodowych założono obsypkę drenującą a u ich podnóża zbudowano drenaż, to sprawność tych instalacji może być wielce problematyczna lub żadna, wskutek przerośnięcia korzeniami drzew podążającymi za wodą oraz zamulenia przez migrujące z wodą pyliste frakcje gruntu.



Ryc. 8 Twierdza Srebrna Góra, korytarze izolacyjno-wentylacyjne. A – korytarz ze sklepieniem ‘ociekowym’ (fot. G. Basiński); B – korytarz z rzygaczem odwodnienia sklepień przyległych kazamat (fot. W. Szymański)

Bazując na oglądzie Elizeum oraz wieloletniej obserwacji zjawisk zachodzących w obiektach pofortecznych, w tym własnych doświadczeń z prac zabezpieczających i remontowych w obiektach fortyfikacyjnych uważam, że należy zaproponować następujące działania wyprzedzające podjęcie planowanych prac konserwatorskich i remontowych w tym obiekcie:

A) prace zabezpieczające:

- poprawa odwodnienia powierzchniowego przez właściwą dla budowli podziemnej pielęgnację trawnika nad budowlą – wysokie koszenie traw.
- urządzenie śluzy wejściowej (np. zamontowanie drugich drzwi w korytarzu wejściowym), w celu ograniczenia zawilgocenia kondensacyjnego – przez zamykanie wejścia do śluzy przy wysokiej temperaturze i wilgotności powietrza zewnętrznego.

B) prace przedprojektowe:

- całosezonowe badania klimatyczne¹³ (wiosna / lato / jesień / zima), polegające na rejestracji temperatury i wilgotności powietrza wewnętrznego i zewnętrznego w korelacji z temperaturą i wilgotnością ścian obwodowych oraz sklepień: A/ w stanie zastanym (obecnym), oraz B/ po otwarciu oculusa kopuły i szybów wentylacyjnych w korytarzu obwodowym. Kontrola czasu pojawiania się skroplin na kopule, sklepieniach i ścianach po otwarciu wejścia, w korelacji z warunkami zewnętrznymi; w warunkach zimowych obserwacja ewentualnych zalodzeń (nacieków lodowych, sopli – ryc. 9)

¹³ Metodyka badań klimatycznych zob.: Rouba B. J., *Badania klimatyczne a problematyka konserwatorska*, Od badań do konserwacji – Materiały konferencji – Toruń 23-24 10 1998, Wyd. UMK Toruń 2002, s. 193-198; taż sama: *Zagadnienia klimatu a bezpieczeństwo zbiorów* (artykuł p. adresem: <https://wuooprzemysl.pl/sites/default/files/do-pobrania/2019-12/145%20ROUBA%20Klimat%20Wyd.%20MNRiPR-S.%20Szreniawa%202015%20r.%20C%20s.%20191-208%20.pdf> – dostęp 2020-05-12).



Ryc. 9 Obiekty forteczne zimą. „Utrwalone” wycieki wody: A – z przykrytych ziemią sklepień Bastei Dolnej Donżonu Twierdzy Srebrna Góra (fot. G. Basiński); B – z rzygaczy na elewacji koszar sztyjowych Fortu I Twierdzy Toruń (fot. L. Narębski)

Celem badań będzie – na podstawie uzyskanych wyników – określenie potrzeb w zakresie wentylacji i (ewentualnego) ogrzewania, a także opracowania elementu instrukcji użytkownika: przy jakich warunkach termiczno-wilgotnościowych dopuszcza się udostępnianie obiektu, przy jakich należy ograniczać dostępność, jak sterować wentylacją w zależności od pory roku i warunków pogodowych.

- obliczenie (sprawdzenie): A/ termochronności górnej strefy kopuły z oculusem i naziomu nad nią, skorelowanego z odtworzeniem latarni-altany nad oculusem, przebadanie górnego pierścienia oculusa pod kątem śladów po mocowaniu zamknięcia otworu; B/ wentylacyjności grawitacyjnej obiektu przy odtworzonym oculuse w kopule i kominach wentylacyjnych w korytarzu obwodowym.

Celem będzie odpowiednie zaprojektowanie: A/ izolacji termicznej (jeśli obliczenia potwierdzą potrzebę) – dla wyeliminowania zagrożenia zawilgoceniem kondensacyjnym wskutek zbytowego wychładzania czaszy kopuły, zwłaszcza pierścienia oculusa; B/ sposobu regulacji wentylacji – alternatywnie poprzez: zamykanie oculusa (kłapą, kłapą żaluzjową), zamykanie ścian latarni-altany (przeszklenie?), odtworzenie wylotów kominów wentylacyjnych z korytarza obwodowego wraz z nakrywami umożliwiającymi regulację przepływu powietrza; C/ ewentualne wprowadzenie wspomagającej wentylacji mechanicznej (np. w przypadku imprez o dużej frekwencji, przy niekorzystnych warunkach pogodowych).

- przyjęcie założenia zachowania bez ingerencji oryginalnej osłony z gliny jako integralnego elementu zabytku, zaprojektowanie zastępczej, współczesnej powierzchniowej osłony odwadniającej głębsze warstwy gruntu ponad chronioną budowlą (np. geomatą drenażową), założonej w poziomie przemarzania gruntu, zaś u wierzchołka kopuły do poziomu zalegania okładziny glinianej, na obszarze wykraczającym odpowiednio poza obrys budowli, obwiedzionego opaską drenażu francuskiego od zachodu i po bokach, sprowadzoną (kaskadowo?) do poziomu stopy skarpy

Celem będzie zabezpieczenie przed wodą przenikającą z gruntu, bez naruszania oryginalnych struktur budowli i narażania jej statyki nawet przez chwilowe mimośrodowe odciążenie w wypadku usuwania nasypu.

Uwaga: aplikacja osłony odwadniającej i drenażu powinna zachować własności dyfuzyjne struktury: przegroda budowlana / naziom, lecz bez przesuszenia warstwy zadarniającej!

4. Wnioski

Budowle podziemne, projektowane na skrajnie niekorzystne warunki użytkowania¹⁴, mogą trwać dzięki delikatnej równowadze cech decydujących o trwałości, *versus* czynników niszczących, którą bardzo łatwo naruszyć. Pierwszym warunkiem równowagi jest utrzymanie właściwego reżimu ogrzewania i wentylacji wewnątrz podatnych na kondensację¹⁵.

Utrzymanie w równowadze nasypu nad budowlą polega na właściwej pielęgnacji okrywy darniowej – koszenia traw wysoko (aby źdźbła odprowadzały wody opadowe); niedopuszczanie rozrostu samosiewów zieleni wysokiej – bo korony drzew i krzewów tłumią darń, systemy korzeniowe penetrują okładziny izolacyjne i warstwy drenujące i mogą uszkadzać struktury murowe. Utrzymanie nasypu to również bieżące naprawy ewentualnych osuwisk skarp ziemnych. Wpływ na trwałość ziemnych skarp ma sprawność drenażu – podpiętrzanie wody w gruncie zagraża przede wszystkim budowli, ale może objawiać się powierzchniowymi wysiękami, a nawet osuwiskami.

Nie wolno zapominać, że nawet jeśli korzystamy z budowli podziemnej tylko jako sezonowej atrakcji – to musi ona przetrwać cały rok, także w warunkach zimowych. Zima obnaża wszelkie słabości izolacji przeciwwodnej i termicznej „zatrzymując” zaciekającą wodę w sanie stałym [ryc. 9].

Z niniejszego wywodu należy więc wyprowadzić uogólnione propozycje praktycznych działań dla zarządców, wskazań dla projektantów adaptacji budowli podziemnych (głównie fortyfikacji nowożytnych), jak również zagadnień wartych badań naukowych:

Działania zabezpieczająco-pielęgnacyjne: selekcja zieleni inwazyjnej, pielęgnacja okrywy darniowej nasypów, udrażnianie odwodnień i wentylacji, wdrożenie reżimu użytkowania w kierunku ograniczenia kondensacji wilgoci we wnętrzach (np. powszechnym błędem użytkowania jest wietrzenie podziemnych pomieszczeń o wychłodzonych ścianach przy ciepłej pogodzie);

¹⁴ W przypadku Srebrnej Góry skuteczne i sprawne odwodnienie kazamat twierdzy było szczególnie ważne ze względu na lokalne warunki klimatyczne w Górach Sowich. Na krawędzi gór nad Doliną Ząbkowicką, na Górze Warownej średnioroczna suma opadów jest blisko dwukrotnie większa niż w miasteczku Srebrna Góra. Dlatego tamtejsze obwodowe korytarze izolacyjno-wentylacyjne pełnią również rolę odwadniającą, są przekryte sklepieniami z płaskich kamieni układanych bez zaprawy (ociekowymi), i/lub skierowano do nich spływy wody ze sklepień [zob. ryc. 8].

¹⁵ Podoficerowie gospodarczy dawnych garnizonów fortecznych odpowiedzialni za utrzymanie podziemnych pomieszczeń magazynowych (zimnych) i koszarowych (ogrzewanych) kierowali się instrukcjami. Zalecały one wietrzenie pomieszczeń, gdy różnica temperatury powietrza między wlotem a wylotem wentylacji nie przekraczała 2-3°C oraz dogrzewanie wewnątrz mieszkalnych wiosną dla zmniejszenia gradientu temperatury ścian obsypanych i powietrza wewnątrz. W polskiej fachowej literaturze wojskowej bardzo komunikatywnie opisał te zasady ppłk inż. Hornowski, *Wilgotność kazamat (podwalni) i sposoby jej usunięcia. (uwagze korzystających z kazamat-podwalni)*, Saper i Inżynier Wojskowy, rocznik 1925, s. 1159-1165. Przedruk ze wstępem Krzysztofa Biskupa, INFORT nr 12 (1996), s. 12-14.

Działania przedprojektowe: kompleksowe badania historyczne; rozpoznanie architektoniczne: posadowienia, warunków gruntowo-wodnych, struktury, tektoniki i własności fizycznych przegród budowlanych wraz z płaszczem ziemnym, wbudowanych instalacji wentylacyjno-dymowych i odwadniających, całosezonowe badania klimatyczne;

Projektowanie: należy unikać drastycznych zmian fizyki budowli – aplikowane zabezpieczenia przeciwwilgociowe i izolacje powinny uwzględniać dyfuzyjność struktury zabytkowych przegród budowlanych i płaszczu ziemnego.

Pytanie jaką wiedzę inżynierską posiadali i jak ją stosowali projektanci i budowniczowie fortyfikacji oraz innych „trudnych” obiektów w XVIII i XIX wieku i jak byli kształceni – w tym Szymon Bogumił Zug – jest niewątpliwie interesującym i słabo spenetrowanym problemem badawczym. Obiecującym narzędziem badań tego problemu są oczywiście istniejące zabytki, lecz przede wszystkim literatura fachowa z epoki, w tym głównie wojskowe instrukcje i przepisy techniczne¹⁶.

Mimo utraty pierwotnych funkcji, wnętrza zabytkowych budowli podziemnych zapewniają wyjątkowe, multisensoryczne wrażenia odbiorcom współczesnym, stanowiąc istotny składnik atrakcyjności turystycznej dawnych fortyfikacji. Dla Elizeum taki odbiór został zaprogramowany przez inwestora i projektanta. Współcześnie, mimo ogólnej degradacji, pozbawienia kontekstu i całkowitego odarcia wnętrza z wystroju i wyposażenia – nadal wywiera ono silne wrażenia swą tajemniczością, budzi zainteresowanie historią (miejsca, ludzi, epoki), działa na wzrok (ciemność), słuch (cisza), wyobraźnię (jak tu mogło być).

Dlatego warto rozpoznać, zrozumieć, sprawdzić efektywność (poprzez stosowne obliczenia i/ lub badania) oryginalnych zabezpieczeń przeciwwilgociowych i wentylacji, zanim wbudujemy w te wnętrza nowe, kosztowne (i zazwyczaj monstrualne) instalacje wentylacji, klimatyzacji, osuszania itp. Może dla potrzeb współczesnych wystarczy tylko wspomaganie tego, co zostawili dawni inżynierowie?

¹⁶ W Prusach wojskowe organa naczelne wydawały sukcesywnie aktualizowane przepisy techniczne dla budownictwa wojskowego (*Technische Vorschriften*), o randze aktów normatywnych. Zob.: Wagner R. v.: *Sammlung technischer Bestimmungen für Fortifikations-, Artillerie- und Garnison-Bauten*, Berlin 1881.

Bibliografia

Dybaś B., *Fortece Rzeczypospolitej. Studium z dziejów budowy fortyfikacji stałych w państwie polsko-litewskim w XVII wieku*, wyd. 2, UMK Toruń 2018.

Gutmejer K. (red.), *Elizeum. Podziemny salon księcia. Dla Przyjaciół i Pięknych Pań* (praca zbiorowa), wyd.: Miasto Stołeczne Warszawa 2016 r.

Grzeszkiewicz-Kotłowska L., Szczepanik M., *Opracowanie wyników badań archeologicznych przy ul. Wały gen. Sikorskiego 13 w Toruniu (2005-2007)*. Usługi Archeologiczno-Konserwatorskie, Toruń 2007. M-pis, archiwum Woj. Urzędu Ochrony Zabytków w Toruniu, sygn. W/3482.

Hornowski, *Wilgotność kazemat (podwalni) i sposoby jej usunięcia. (uwagze korzystających z kazemat-podwalni)*, Saper i Inżynier Wojskowy, R. 1925, s. 1159-1165. Przedruk INFORT nr 12 (1996), s. 12-14.

Kwiatkowski M., *Szymon Bogumił Zug architekt polskiego oświecenia*, PWN Warszawa 1971.

Narębski L., Tandecki J. (red.), *Atlas Twierdzy Toruń: Zeszyt 6, Pokrzywnicki J., Bramy Twierdzy Toruń*, Toruń 2013; *Zeszyt 9, Pokrzywnicki J., Początki Pruskiej Twierdzy Toruń*, Toruń 2016; *Zeszyt 11, Wichrowski M., Narębski L., Pokrzywnicki J., Fort V – Chodkiewicz (Fort III – Scharnhorst)*, Toruń 2018. Wyd.: Towarzystwo Naukowe w Toruniu, Towarzystwo Przyjaciół Fortyfikacji w Toruniu.

Podruczny G., Przerwa T., *Twierdza Srebrna Góra*, wyd. Bellona 2010.

Prittwitz M. v., *Beitrage zur angewandten Befestigungskunst, erläutert durch Beispiele aus der neuern Preussischen Befestigungsanlagen auf 100 Tafeln*, Posen 1836.

Ratke M., *Charakterystyka gleb antropogenicznych na wybranych fortyfikacjach w Toruniu*. Praca mgr, Zakład Gleboznawstwa Wydz. Biologii i Nauk o Ziemi UMK w Toruniu. M-pis, Toruń 2004.

Rouba B. J., *Badania klimatyczne a problematyka konserwatorska, Od badań do konserwacji – Materiały konferencji – Toruń 23-24 10 1998*, Wyd. UMK Toruń 2002, s. 193-198.

Stawicki R., *Dzieje Szkoły Rycerskiej – Korpusu Kadetów w latach 1765–1794*. Biuro Analiz i Dokumentacji Kancelarii Senatu, Warszawa, 2015.

Wagner R. v., *Sammlung technischer Bestimmungen für Fortifikations-, Artillerie- und Garnison-Bauten*, Berlin 1881.