

## **Diagnostyka Bramy Nizinnej w Gdańsku w kontekście procesu rewitalizacji**

**Jakub Kołodziejczak<sup>1</sup>, Michał Gołębiowski<sup>2</sup>, Magdalena Rucka<sup>3</sup>**

*Katedra Mechaniki Budowli i Mostów, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska, e-mail: <sup>1</sup> kuba.kolodziejczak@gmail.com; <sup>2</sup> michal.golebiowski@pg.gda.pl, <sup>3</sup> magdalena.rucka@pg.gda.pl*

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono kontekst historyczny, historię powstania i użytkowania Bramy Nizinnej w Gdańsku. Następnie omówiono jej obecny stan techniczny oraz przedstawiono przeprowadzone badania dynamiczne. W ostatniej części pracy przedstawiono wnioski dotyczące przyczyn złego stanu technicznego Bramy oraz szanse na przeprowadzenie działań mogących polepszyć ten stan.

**Słowa kluczowe:** obiekty zabytkowe, drgania komunikacyjne, badania dynamiczne, mury ceglane.

### **1. Wprowadzenie**

Gdańsk na skutek działań wojennych pod koniec II Wojny Światowej doznał ogromnych zniszczeń. Jednakże, niektóre obszary miasta szczęśliwie zachowały się bez poważniejszych uszkodzeń. Jednym z nich jest Stare Przedmieście, w którym część obiektów zabytkowych zachowała się w autentycznym otoczeniu. Mimo to, od ponad 60 lat wciąż czekają na kompleksowe działania konserwatorskie. Jednym z najbardziej zagrożonych zabytków architektury jest Brama Nizinna, która już 387 lat pełni swoją pierwotną funkcję, choć w żaden sposób nie jest dostosowana do współczesnego ruchu komunikacyjnego.

Rewitalizacja obiektów zabytkowych, tak cennych dla dziedzictwa kulturowego jak Brama Nizinna, wymaga uwzględnienia zarówno kontekstu historycznego jak i urbanistycznego [1], zaś dobór metod i środków technicznych zastosowanych w procesie rewitalizacji musi zostać poprzedzony dokładnym zbadaniem stanu konstrukcji, przyczyn powstawania uszkodzeń oraz analizą historycznych technologii zastosowanych w czasie budowy danego obiektu [2, 3].

Celem niniejszej pracy jest diagnoza stanu Bramy Nizinnej. Aby ustalić kierunek niezbędnych prac konserwatorskich wykonano wstępną ocenę stanu technicznego, poszerzoną o pomiary i analizy wpływu ruchu komunikacyjnego na konstrukcję i statykę obiektu Bramy Nizinnej w Gdańsku.

### **2. Charakterystyka Bramy Nizinnej**

Koniec XVI wieku przyniósł Rzeczypospolitej długotrwały konflikt zbrojny ze Szwecją. Bezpośrednie zagrożenie wojenne spowodowało, że władze Gdańska postanowiły ufortyfikować miasto zgodnie z najnowszą w tym czasie sztuką obronną. Na podstawie ogólnej koncepcji sporządzonej przez włoskiego inżyniera wojskowości Hieronima Ferrero, w latach 1619-1620 odbył się konkurs na opracowanie szczegółowych planów fortyfikacji Gdańska. Powstały dwa projekty: Jana Strakowskiego i Corneliusa van den Boscha. Oba zakładały opasanie miasta systemem potężnych bastionów i fos opartym na rozwiązaniach staroholenderskich. Wygrała koncepcja van den Boscha, ale sporządzenie projektów bram miejskich przyznano Strakowskiemu.

Brama Nizinna została umieszczona w kurtynie między Bastionem Żubr i Bastionem św. Gertrudy, który stanowi południowo-zachodni narożnik fortyfikacji miejskich. Układ Bramy podobnie jak Bramy Żuławskiej (również zaprojektowanej przez J. Strakowskiego) i Bramy św. Jakuba sprowadza się do jednego szerokiego sklepionego przejazdu zamkniętego z obu stron trójosiowym założeniem: głównym centralnym przejazdem i bocznymi

przejściami dla pieszych. Z pośród tych trzech bram, Brama Nizinna została wykonana z największym rozmachem ukazującym bogactwo i siłę Gdańska. Szczególnie uznanie budzą wykończenie i detale obu fasad – południowej, wychodzącej na zewnątrz miasta i północnej – wewnątrzmięskiej.



Rys. 1. Rejon Bramy Nizinnej w roku 1835 [4] oraz po roku 1860 [5]

Południowa fasada została obłożona starannie wykonanymi kamiennymi blokami i sięgała lustra wody w fosie. Pomiedzy przejściami wykonano cztery ozdobne pilastry, nad którymi widnieje data 1626, a nad głównym przejazdem wykuto herb miasta. Elewacja mocno nawiązuje do ówczesnych wzorów bram północnowłoskich.

Północna elewacja jest zupełnie inna. Jest wyższa niż południowa na skutek zbudowanej nad potężną wartownią wystającej ponad koronę wału. Otrzymała wykończenie z czerwonej cegły i detalami z szarego piaskowca. Trzy wysokie okna służyły obserwacji dojścia do bramy od strony miasta. Z drugiej strony znajdują się o wiele mniejsze dwa okna usytuowane w jednej osi, które pozwalały śledzić ruch od strony podmiejskich osad. Wartownię wieńczy dwuspadowy dach i schodkowe attyki, których forma ma charakter renesansu gdańskiego. Do Bramy, od wewnętrznej strony wału, symetrycznie przy obu przejściach dla pieszych dobudowano dwa budynki dla wartowników przykryte dachami pulpitowymi.

Główny przejazd zamykano z obu stron dwiema parami potężnych drewnianych wrót, nabitych żelaznymi guzami. Przejścia dla pieszych otrzymały o wiele mniejsze, podobne, drzwi. Wrota, wraz z oryginalnymi elementami zamków i klamek, zachowały się do dzisiaj. Choć czas, pogoda i ciągły ruch komunikacyjny wywarły na nich swoje piętno, pod koniec 2012 roku zostały wyciągnięte w celu przeprowadzenia prac konserwatorskich.

Drewniany most nad fosą został zlikwidowany około 1935 roku. Zastąpił go wał ziemny, po którym poprowadzono utwardzoną drogę, w wyniku czego dolna część kamiennej oprawy sięgająca fosy została przysypana [6, 7, 8, 9].

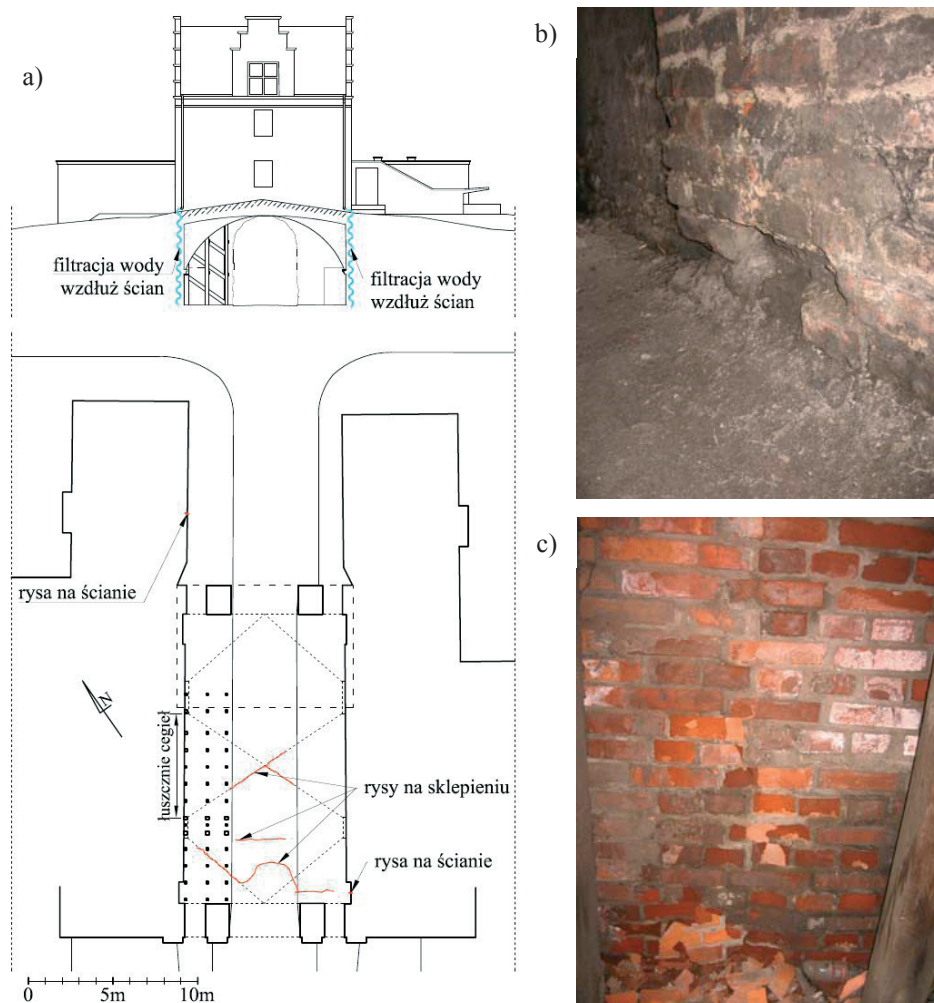
### 3. Stan obecny Bramy Nizinnej

Ze względu na przemyślany system fortyfikacji połączony z możliwością zalewania południowo-wschodnich obszarów otaczających Gdańsk, żadne działania wojenne na przestrzeni XVII – XIX wieku nie uszkodziły w widoczny sposób Bramy Nizinnej. Fotografie z początku XX wieku [10] pozwalają stwierdzić, że stan Bramy był wyjątkowo dobry. Stare Przedmieście nie zostało dotknięte skutkami II Wojny Światowej tak dotkliwie jak Główne Miasto, a Brama Nizinna doznała niewielu uszkodzeń, które zostały naprawione w trakcie generalnego remontu w 1947 roku.

Na początku lat 70. XX wieku sporządzono projekt podziału wysokiej wartowni na dwa piętra połączone klatką schodową wewnętrzną oraz zewnętrzną prowadzącą z poziomu podstawy wału. Niestety, nie wykonano żadnych prac na zewnątrz, mających na celu renowację zabrudzonych elewacji i uszkodzonych detali kamiennych. Jednakże wykonano drewnianą konstrukcję dla wsparcia kolebki przejazdu wewnątrz Bramy.



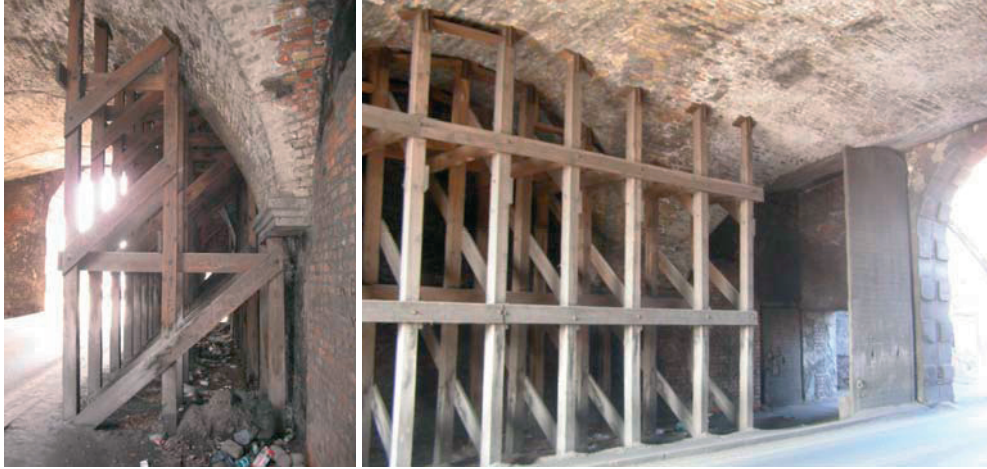
Sklepienie nad przejazdem Bramy jest silnie zarysowane (rys. 2a). Jak ustalono w orzeczeniu technicznym [11], rysy sięgają głęboko w mur i dzielą go na osobne części. Prowadzi to do niezależnej lub częściowo niezależnej pracy obu części Bramy, co może w dłuższej perspektywie czasowej prowadzić do zwiększania różnicy osiadania obu części Bramy.



Rys. 2. Brama Nizinna: a) rzut i przekrój przez przejazd, b) ubytek na ścianie przejazdu, c) luszcząca się zachodnia ściana

Drewniana kratownica podpierająca kolebkę w jej zachodniej części została wykonana wadliwie. Czoła drewnianych słupów często podpierają kolebkę bezpośrednio lub przez małą drewnianą przekładkę, stanowiąc w istocie podpory punktowe. Ponadto drewniane słupy przenoszą drgania wywołane przejazdem samochodów na kolebkę. Na kolebce stropu w strefie podparcia drewnianą kratownicą widoczne są znaczne zniszczenia, zaś ściana przejazdu za kratownicą jest znacznie bardziej zdegradowana niż przeciwległa ściana (rys. 3).

W deszczowych okresach ściany przejazdu są stale wilgotne. Jak widać na rysunkach 4 i 2a system odprowadzania wody opadowej nie został prawidłowo zaprojektowany. Rury spustowe odprowadzają wodę na schody i cienką warstwę gruntu bezpośrednio nad ścianami przejazdu. Wskazuje to na brak lub bardzo zły stan izolacji przeciwwilgociowej tych ścian oraz wadliwe odprowadzanie wody z powierzchni wału nad i obok Bramy.



Rys. 3. Przejazd Bramy Nizinej z widoczną drewnianą kratownicą



Rys. 4. Wartownia z widocznymi rurami spustowymi oraz fragment korony wału nad przejazdem

Brak prawidłowych rozwiązań odprowadzania wody oraz zła izolacja przeciwwilgociowa połączone z ciągłym ruchem samochodów przez Bramę, bardzo rzadkim sprzątnięciem i czyszczeniem Bramy oraz jej okolic sprawiają, że fragmenty muru w rejonie przejazdu są w bardzo złym stanie. Na całej powierzchni kolebki oraz ścianach bocznych przejazdu widoczne są wykwity wapienne. Na ścianach przejazdu ubytki cegły mają średnią głębokość około 4 cm i obejmują około 40% powierzchni ścian. Na rysunku 2b widoczny jest ubytek ścian przejazdu głębokości około 12 cm. Zachodnia ściana przejazdu łuszczy się i jak widać na rysunku 2c ze ściany odpadają kolejne płyty cegieł, a głębsze strefy cegieł są również mocno zdegradowane. Ściany przejazdu pokryte są grubą warstwą pyłów i brudu, co sprzyja utrzymywaniu wilgoci w murze i pogarsza stan konstrukcji.



Rys. 5. Wschodnia dobudówka Bramy Nizinnej



Rys. 6. Zachodnia dobudówka Bramy Nizinnej

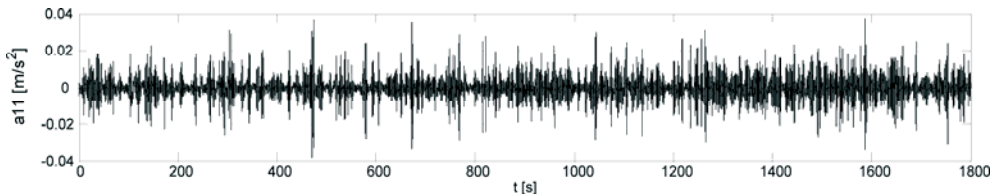
Ubytki na ścianach dwóch symetrycznych dobudówek (rys. 5 i 6) sięgają 12 cm głębokości, ich średnia głębokość wynosi około 6 cm, obejmują one około 65% powierzchni tych dobudówek. W czasie wcześniejszych napraw uzupełniano ubytki zaprawą cementową jednak bez usunięcia przyczyn postawania ubytków. Na ścianach tych widoczne są także rysy.

#### 4. Badania dynamiczne

W badaniach *in situ* dokonano pomiaru przyspieszeń na elewacji północnej. Przyspieszenia rejestrowano w 5 punktach konstrukcji. W każdym z punktów mierzono przyspieszenia w dwóch kierunkach poziomych ( $y$  – prostopadłym do elewacji,  $z$  – stycznym do elewacji) oraz w kierunku pionowym  $x$ . Kierunki badanych przyspieszeń ( $a_1$  do  $a_{15}$ ) zaznaczono na rys.7. Do pomiarów użyto akcelerometry trójosiowe PCB 356B18 oraz przemyślny system do pomiaru oraz analizy drgań i dźwięku LMS SCADAS.



Rys. 7. Brama Nizinna: a) rozmieszczenie punktów pomiarowych na elewacji północnej; b) wymuszenie dynamiczne; c) sprzęt pomiarowy



Rys.8. Sygnał przyspieszenia zarejestrowany na kierunku a11

W trakcie badań *in situ* odbywał się regularny ruch pojazdów kołowych pod bramą. Podczas pomiarów trwających 30 minut pod bramą przeszło 10 pieszych, przejechało 5 rowerzystów, 329 samochodów osobowych oraz 9 samochodów ciężarowych przekraczających dopuszczalną masę 3,5 t. Przykładowe przyspieszenia zarejestrowane na kierunku a11 (na ścianie nośnej, w poziomie otaczającego terenu) pokazane są na rys.8. Amplitudy przyspieszeń nie przekraczają  $0,04 \text{ m/s}^2$ . Według PN-85/B-02170 (Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki) zarejestrowane drgania można by zaliczyć do strefy I czyli drgania nieszkodliwe dla konstrukcji. Należy jednak zaznaczyć, iż w przypadku mierzonej bramy tj. obiektu o konstrukcji nietypowej zastosowanie skal SWD do oceny szkodliwości drgań nie jest poprawne gdyż zostały one sformułowane tylko dla pewnej klasy budynków murowych, która nie obejmuje budowli murowych takich jak np. kościoły czy inne masywne obiekty zabytkowe o nietypowej konstrukcji [12, 13].

## 5. Podsumowanie

Zgodnie z wcześniejszymi badaniami [11, 14] nie stwierdzono, aby przejazd pojazdów przez Bramę stanowił dla niej bezpośrednie zagrożenie. Problem jest bardziej złożony. Ciągły ruch komunikacyjny oraz zmienny poziom wód gruntowych powodują osiadanie fundamentów. Drgania komunikacyjne są zwiększane przez zły stan nawierzchni oraz ruch pojazdów przekraczających ustanowione w tym miejscu ograniczenia prędkości i masy.



Znaczne zawilgocenie murów i ich degradacja związana z osadzaniem pyłów i błota pośniegowego znacznie pogarszają stan konstrukcji.

Brama Nizinna jest w Gdańsku jedyną bramą, przez którą odbywa się stały ruch komunikacyjny. Przepisy drogowe przewidują możliwość przejazdu pojazdów o masie do 3,5 tony. Jednakże, jak zauważono w trakcie pomiarów, przepis ten jest łamany przez wielu kierowców. Zaostrzone przepisy nie zmieniają faktu, że sam ruch komunikacyjny powoduje ciągle uszkodzenia i uniemożliwia podjęcie kompleksowych działań konserwatorskich. Nadzieję budzą coraz bardziej realne plany całkowitego wykluczenia komunikacji samochodowej i przeprowadzenia nowej drogi nasypem kolejowym znajdującym się kilkadziesiąt metrów na wschód od Bramy. Konieczne jest również przeprowadzenie gruntownej rewitalizacji, zwłaszcza posadowienia obiektu, oraz uzupełnienia ubytków murów. Oprócz analizy stanu przedstawionej w niniejszym opracowaniu oraz w przytoczonych pracach [11, 14], rewitalizacja Bramy powinna być poprzedzona wykonaniem jej modelu numerycznego. Do kalibracji modelu mogą zostać wykorzystane wyniki pomiarów przedstawione w rozdziale 4, podobnie jak pokazano to w artykule [12]. Taki model ułatwi dobranie optymalnych technologii rewitalizacji poszczególnych elementów oraz umożliwi przewidywanie zachowania konstrukcji w przyszłości [15].

## Literatura

- 1 Nowogońska B. Diagnoza stanu zachowania budynków w procesie rewitalizacji centrum Koźuchowa. *Czasopismo Techniczne*. z.3-B (2011) 229-240
- 2 Jasieńko J., Nowak T., Mroczek P., Bednarz Ł. Konserwacja konstrukcyjna z użyciem nowych technik na przykładzie kościoła pw. Św. Anny w Ząbkowicach Śląskich. *Wiadomości Konserwatorskie* 28 (2010) 18-30
- 3 Ottoni F., Coisson E., Blasi C. Empiricism reappraisal in ancient buildings structural analysis. The masonry domes, from historical debates to numerical models. *Wiadomości Konserwatorskie* 26 (2009) 197-206
- 4 Gdańsk. Plan miasta, fortyfikacja, 1835, z zasobu Archiwum Państwowego w Gdańsku, sygnatura APG: 300MP/4
- 5 Gdańsk. Umocnienia Gdańska i okolic (Pieper), po 1860, z zasobu Archiwum Państwowego w Gdańsku, sygnatura APG: 1121/166
- 6 Bukal G. (pod redakcją), *Fortyfikacje Gdańska*, wyd. II poszerzone, Nadbałtyckie Centrum Kultury, 2009
- 7 Stankiewicz J. Rozwój fortyfikacji miasta Gdańska w XVI i XVII w. na tle współczesnych osiągnięć sztuki fortyfikacyjnej w Europie, *Historia wojskowości, VIII Powszechny Zjazd Historyków Polskich*, Warszawa 1960
- 8 Friedrich J. *Gdańskie zabytki architektury do końca XVIII w.*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1995
- 9 Cieślak E. *Historia Gdańska, tom II*, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1982 r.
- 10 Kloeppele O. *Das Stadtbild von Danzig in den drei Jahrhunderten seiner großen Geschichte*, Gdańsk 1937
- 11 Orzeczenie techniczne dotyczące szkodliwości drgań wywołanych ruchem drogowym na konstrukcję Bramy Nizinnej w Gdańsku, Centrum Rewitalizacji Budowli Miejskich CURE, Gdańsk 2004
- 12 Kawecki J., Stypuła K. Błędy w prognozowaniu i diagnostyce wpływów dynamicznych na budynki. *Czasopismo Techniczne* z.1-M (2008) 127-136.
- 13 Karczmarczyk S., Kawecki J., Kozioł K., Stypuła K. Diagnostyka zabytkowego kościoła z uwzględnieniem wpływu drgań komunikacyjnych. *Czasopismo Techniczne*. z.3-B (2011) 153-161
- 14 Sprawozdanie z pomiaru wychyleń attyk Bramy Nizinnej, Okręgowe Przedsiębiorstwo Geodezyjno-kartograficzne „OPGK” Sp. z o.o., Gdańsk 2005
- 15 Roca P. Contribution of numerical modeling to the study of historical structures. *Wiadomości Konserwatorskie* 26 (2009) 207-217

## **Diagnostics of Lowland Gate in Gdansk in the context of the revitalization process**

**Jakub Kołodziejczak<sup>1</sup>, Michał Gołębiewski<sup>2</sup>, Magdalena Rucka<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup> Department of Structural Mechanics and Bridge Structures, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Gdansk University of Technology, e-mail: e-mail: <sup>1</sup> kuba.kolodziejczak@gmail.com, <sup>2</sup> michal.golebiewski@pg.gda.pl, <sup>3</sup> magdalena.rucka@pg.gda.pl*

**Abstract:** This paper presents the historical context, and the story of the Lowland Gate in Gdansk. The current state and present studies are discussed. The final section provides conclusions regarding the causes of poor technical condition of the Gate and opportunities to carry out activities that may improve its condition.

**Keywords:** historic buildings, traffic vibration, dynamic testing, brick walls.

