

dr inż. Grzegorz Dmochowski<sup>1)\*</sup>

ORCID: 0000-0002-0044-3499

dr inż. Piotr Berkowski<sup>1)</sup>

ORCID: 0000-0002-8285-6480

# Unikatowe rozwiązania architektoniczno-konstrukcyjne domu mieszkalnego „Igloo” we Wrocławiu i ich wpływ na jego aktualny stan techniczny

## *Unique architectural and structural solutions of the residential house „Igloo” in Wrocław and their impact on its current technical condition*

DOI: 10.15199/33.2022.11.49

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono proces diagnostyki stanu technicznego unikatowego budynku jednorodzinny, tzw. Igloo, wraz z sąsiadującym garażem, zaprojektowanego na początku lat 60. XX wieku przez prof. Witolda Lipińskiego we Wrocławiu. Budynek mieszkalny został wykonany w postaci półkolistej kopuły ceglanej o średnicy ok. 10 m, ze świetlikiem w części centralnej. Powierzchnię kopuły ocieplono pierwotnie od wewnątrz, a podczas eksploatacji docieplono od zewnątrz i pokryto blachą aluminiową. Garaż wybudowano jako łukowe sklepienie ceglane. Diagnostyka budynków obejmowała badania stanu elementów konstrukcyjnych, ocenę mykologiczną, obliczenia statyczne modelu kopuły z otworami oraz zbadanie wytrzymałości. Proces oceny stanu technicznego został zakończony podaniem wytycznych dotyczących sposobu naprawy istniejących uszkodzeń.

**Słowa kluczowe:** unikatowy dom jednorodzinny; Wrocław; diagnostyka; stan techniczny; naprawa.

**Abstract.** The article describes the process of diagnosing the technical condition of a unique single-family building, the so-called “Igloo” with an adjacent garage, designed in the early 1960s by prof. Witold Lipiński. The residential building has the form of a brick semicircular dome with a diameter of approx. 10 m, with a skylight in the central part. The surface of the dome was originally insulated from the inside, and during operation it was insulated from the outside and covered with aluminum sheet. The garage was built as an arched brick vault. Building diagnostics included examining the condition of structural elements, mycological assessment, static calculations for the dome model with openings, and a strength verification. The process of assessing the technical condition was completed with guidelines on how to repair the existing damage.

**Keywords:** unique single-family house; Wrocław; diagnostics; technical condition; renovation.

Unikatowy architektonicznie i konstrukcyjnie dom jednorodzinny, powstał w latach 1962 – 1964 wg projektu znanego architekta Witolda Lipińskiego (fotografia 1) we Wrocławiu przy ul. Moniuszki 33. Budynek został wówczas potraktowany jako eksperymentalny ze względu na prowadzenie w nim przez właściciela pionierskich badań związanych głównie z fizyką budowlą i energooszczędnością [1]. W czasie jego eksploatacji dokonano kilku zmian w pokryciu kopuły dachu, wynikających przede wszystkim z konieczności poprawienia warunków izolacyjności cieplno-wilgotnościowej.

Konstrukcja omawianego budynku jest nietypowa, gdyż głównym elementem nośnym jest półkolistą kopuła ceglana o średnicy ok. 10 m i stałej grubości powłoki, wynoszącej 0,5 cegły



Fot. 1. Oceniany budynek w końcu lat 60. XX w. [2]

Photo 1. The assessment building at the end of the 60s of XX century [2]

na całej wysokości. Z informacji podawanych przez autora projektu wynika, że kopuła została wykonana z tzw. cegły rozbiórkowej (pochodzącej więc z okresu przedwojennego), bez użycia w czasie budowy deskowań i podpór, a wyłącznie z wykorzystaniem tzw. sztywnego promienia, czyli drewnianej łąty o dwóch stopniach swobody (w pionie i w poziomie) [1]. Obiekt nie

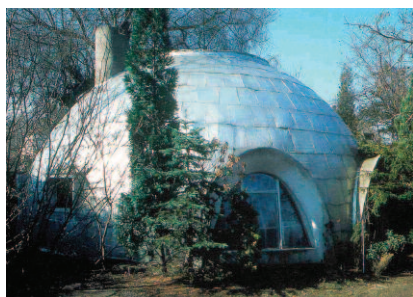
jest podpiwniczony, a ściany kopuły posadowiono na ceglanej ławie fundamentowej, na głębokości  $70 \div 80$  cm. W powierzchni powłoki kopuły usytuowanych zostało wiele prostokątnych i łukowych otworów okiennych i drzwiowych (przesklepionych łękami), a w jej centralnej części zaprojektowano otwór doświetlający o średnicy ok. 3,1 m, przykryty szklanym świetlikiem na konstrukcji stalowej, pokrytym dodat-

kowo płytami poliwęglanowymi [1]. Powierzchnia kopuły była pierwotnie docieplona od wewnątrz pianką formaldehydową i miejscowo styropianem, otynkowanymi na siatce z prętów stalowych, a od zewnątrz kopułę otynkowano i pokryto farbą chlorokauczkową, pełniącą funkcję izolacji przeciwwodnej [1]. W okresie późniejszym budynek docieplono od zewnątrz pianką formaldehy-

<sup>1)</sup> Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

\* Adres do korespondencji: grzegorz.dmochowski@pwr.edu.pl

dotową o grubości ok. 3 cm, którą pokryto folią aluminiową (fotografia 2). W kolejnych latach dołożono od zewnątrz 4 cm styropianu, na którym ułożono romboidalną blachę aluminiową o grubości ok. 1 mm (fotografia 3). Obok kopułowego domu mieszkalnego wybudowano budynek garażu i pomieszczeń gospodarczych w kształcie półwalca eliptycznego, również w postaci powłoki ceglanej (fotografia 1). Obie części łączy przeszklony murowany przedsionek, przekryty klasyczną płytą Kleina, który jednocześnie stanowi przejście między częścią wejściową na działkę a ogrodem.



Fot. 2. Pokrycie kopuły budynku folią aluminiową [2]  
Photo 2. Covering of the building dome with aluminum foil [2]



Fot. 3. Pokrycie kopuły budynku blachą aluminiową [2]  
Photo 3. Covering of the building dome with aluminum sheet [2]

W związku z projektowaną przez nowego właściciela rewitalizacją tego unikatowego obiektu została przeprowadzona szczegółowa inwentaryzacja architektoniczno-budowlana oraz diagnostyka stanu technicznego wraz z podaniem technicznych rozwiązań naprawy istniejących uszkodzeń.

### Diagnostyka stanu technicznego

**Budynek mieszkalny.** W ceglanej kopule budynku mieszkalnego stwierdzono występowanie silnych zarysowań

w obrębie każdego łukowego otworu okiennego, propagujących na całą grubość łuków oraz na powłoki (fotografie 4, 5). Zarysowania występowały także przy otworach prostokątnych, ale były o mniejszej rozwarości. W południowej części kopuły, nad dużym oknem, doszło oprócz spękania do przemieszczenia łuku ceglanego i powłoki nad nim, z wydzieleniem się środkowej części łuku, ograniczonej dwoma spękaniami (fotografia 5).

Wyniki symulacji komputerowych wykazały, że obrębie wszystkich otworów dochodzi do dużej koncentracji naprężeń, w tym rozciągających, które w tego typu konstrukcjach nie powinny w ogóle występować. Taki rozkład sił wewnętrznych (niezależnie od innych możliwych przyczyn, np. nierównomiernego osiadania fundamentów w związku z posadowieniem części obiektu na starych fundamentach, a także degradacji muru z powodu zawilgocenia) musiał spowodować powstanie takich zarysowań.

Po usunięciu wewnętrznych warstw wykończeniowych stwierdzono, oprócz uszkodzeń mechanicznych, silne zawil-



Fot. 4. Typowe zarysowanie łukowego nadproża okna [4]  
Photo 4. Typical cracking of arched window lintel [4]



Fot. 5. Zarysowanie z przemieszczeniem łuku nadokiennego i kopuły [4]  
Photo 5. Cracking with displacement of the window arch and the dome [4]

gocenie wewnętrznej powierzchni powłoki kopuły. Kopuła ceglana była ocieplona od zewnątrz i od wewnątrz. Zjawiska wynikające z tak zastosowanych rozwiązań oraz nieuszczelnienia pokrycia przyczyniły się do zawilgocenia powierzchni kopuły (tym bardziej że, jak wykazano w obliczeniach, w okresie zimowym temperatura wewnętrznej powierzchni kopuły mogła być ujemna) i uniemożliwiły jej wysychanie. Długotrwałe zawilgocenie spowodowało strukturalną dezintegrację wewnętrznej powierzchni cegły na głębokość nawet do  $2 \div 3$  cm (fotografia 6). Oszacowano, że powyżej poziomu antresoli, gdzie kopuła ma duże nachylenie do poziomu, uszkodzonych było ok. 50% cegieł.



Fot. 6. Wgłębna korozja cegieł powłoki kopuły [4]  
Photo 6. Deep corrosion of the dome shell bricks [4]

**Budynek garażu.** W trakcie określania stanu powłoki budynku garażu stwierdzono, po skuciu tynków, duże, wskrośne spękania w sklepieniu, które wytworzyły w obiekcie dwie dylatacje (fotografia 7) oraz brak połączenia między tak wydzielonymi fragmentami budynku. Stwierdzono również zarysowania w kluczu sklepienia oraz w ścianie



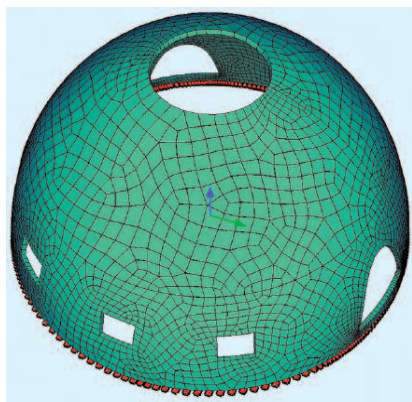
Fot. 7. Spękanie sklepienia garażu [4]  
Photo 7. Cracks in the garage vault [4]



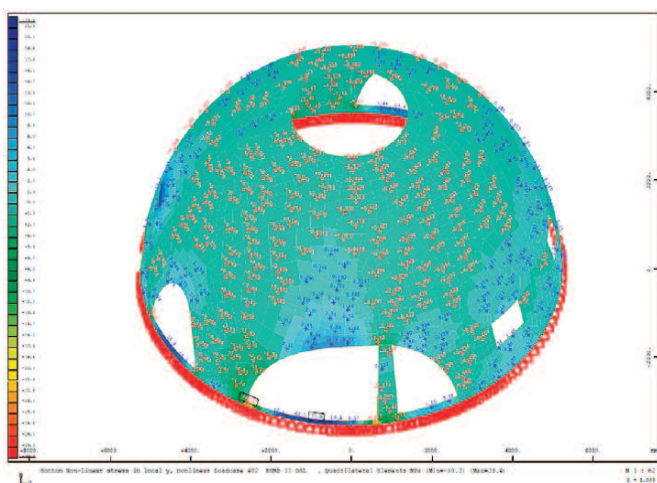
podparapetowej tylnej ściany szczytowej. Stalowe belki nadproży nad istniejącym i zamurowanym otworem drzwiowym były powierzchniowo skorodowane, a w tylnej ścianie szczytowej – ugięte. Stwierdzono ponadto silne zawilgocenie cegieł sklepienia i lokalne ubytki zaprawy oraz powierzchniową korozję cegły.

### Model obliczeniowy ceglanej kopuły budynku

Na podstawie badań makroskopowych oraz dostępnej literatury technicznej przyjęto parametry wytrzymałościowe materiałów występujących w obiekcie, które następnie wprowadzono do komputerowego modelu obliczeniowego wraz obciążeniami oraz warunkami podparcia. Na rysunkach 1 i 2 pokazano model kopuły budynku mieszkalnego oraz przykładowe wyniki obliczeń (rozkład naprężeń).



Rys. 1. Model MES kopuły ceglanej [4]  
Fig. 1. FEM model of a brick dome [4]



Rys. 2. Mapa naprężeń – rozciągania w rejonie otworów [4]  
Fig. 2. Stress map – tensions in the area of openings [4]

Obliczenia wykazały, że bez uwzględnienia wpływu otworów maksymalne siły ściskające na obwodzie kopuły wynoszą ok. 142 kN/m, co odpowiada naprężeniom ściskającym rzędu 1180 kPa i w przybliżeniu odpowiada przyjętej wytrzymałości obliczeniowej muru kopuły. W pobliżu otworów dochodzi jednak do koncentracji sił ściskających do maksymalnej wartości 342 kN/m, co powoduje przekroczenie wytrzymałości obliczeniowej kopuły na ściskanie. Jednocześnie nad wszystkimi otworami łukowymi występują znaczne siły rozciągające, które w tego typu konstrukcji nie powinny w ogóle się pojawić, ponieważ mur ceglany, przy przyjętej marce zaprawy, w zasadzie nie ma żadnej wytrzymałości na przenoszenie tego typu obciążeń. W związku z tym nad otworami łukowymi stwierdzono spękania.

### Wytyczne naprawcze

Omawiane obiekty wymagają strukturalnego remontu i naprawy oraz wzmocnienia kopuły ceglanej nad częścią mieszkalną i sklepienia nad częścią garażową. Wzmacnianie tych elementów jest trudne, obarczone dużym ryzykiem i kosztowne. Stwierdzono, że prostsze i tańsze będzie rozebranie budynku i jego odtworzenie. Podano jednak rozwiązania alternatywne dotyczące powłokowych konstrukcji budynku mieszkalnego i garażu, takie jak [5, 6, 7, 8]:

- odpowiednie zabezpieczenie konstrukcji przed zawaleniem przez podstemplowanie;
- przeszywanie krzyżowe zarysowań z zastosowaniem rozwiązań systemowych;

z zastosowaniem rozwiązań systemowych;

- wypełnienie zarysowań materiałami iniekcyjnymi do naprawy murów;
- naprawa strukturalna powierzchni cegieł;

- torkretowanie wewnętrznej powierzchni powłok;
- wykonanie odpowiednich warstw izolacji zewnętrznej i nowego pokrycia dachu.

### Podsumowanie

W obu ocenianych obiektach stwierdzono wiele zarysowań i spękań nośnych elementów konstrukcyjnych kopuły i sklepienia, wykonanych w postaci cienkich powłok ceglanych. W obiektach zastosowano materiał konstrukcyjny o złej jakości (cegła rozbiórkowa o prawdopodobnie zróżnicowanej wytrzymałości i z różną przyczepnością do zaprawy). Wraz z technologią wznoszenia, zjawiskami wynikającymi z nierównomiernego osiadania w wyniku częściowego posadowienia na starych fundamentach, a także długoletnim, destrukcyjnym wpływem zjawisk ciepło-wilgotnościowych (powodowanych zastosowaniem nieodpowiednich rozwiązań technologicznych ocieplenia i przeciekaniem pokrycia) spowodowało to powstanie stanów przedawaryjnych i konieczność kompleksowej naprawy zniszczonych elementów konstrukcyjnych. Stan techniczny przedmiotowych budynków oceniono jako niedostateczny ze względu na uszkodzenie zasadniczych elementów konstrukcyjnych. Przyczyną występujących uszkodzeń jest przede wszystkim długoletni okres eksploatacji budynku bez prowadzenia odpowiednich prac remontowych i modernizacyjnych, eksperymentalny charakter budynku oraz wady projektowe i wykonawcze.

### Literatura

[1] Lipiński W. Dom Igloo we Wrocławiu. Mój Dom. 1986; 23: 9 – 13.  
 [2] [https://fotopolska.eu/Wroclaw/b15529,Igloo\\_-\\_dom\\_wlasny\\_arch\\_Witolda\\_Lipinskiego.html](https://fotopolska.eu/Wroclaw/b15529,Igloo_-_dom_wlasny_arch_Witolda_Lipinskiego.html) (data dostępu: 12.07.2022).  
 [3] Techniczny projekt domu jednorodzinnego we Wrocławiu ulica Moniuszki 33A; 1962.  
 [4] Dmochowski G, Szczeniński J. Ekspertyza stanu technicznego budynku „Igloo” we Wrocławiu przy ul. Moniuszki 33. POLTEBUD. 2021.  
 [5] Drobiec Ł. Efektywność naprawy muru przez zszycie rys. Inżynieria i Budownictwo. 2017; 3: 123 – 5.  
 [6] Drobiec Ł. Naprawa rys i wzmocnienia mурowanych ścian (cz. 2). Zszycie rys zbrojeniem – technologia, zastosowane materiały i analiza obliczeniowa. Izolacje. 2018; 23 (2): 53 – 9.  
 [7] Drobiec Ł. Metody wzmocnienia mурowanych sklepień. Materiały Budowlane. 2017; 5: 6 – 7.  
 [8] Jasiołko J, Bednarz Ł. Materiały Budowlane. 2009; 2: 23 – 26.

### Podziękowania

Autorzy artykułu dziękują firmie Maćków Pracownia Projektowa Sp. z o.o. Sp. k. za udostępnienie materiałów dotyczących budynku „Igloo” we Wrocławiu.

Przyjęto do druku: 03.10.2022 r.