

Hale i przekrycia łukowe szybkiego montażu – przegląd popularnych rozwiązań systemowych

Halls and arch coverings of quick assembly – an overview of popular system solutions

mgr inż. Henryk Myrcik (ORCID: 0009-0000-5278-8897), Wydział Budownictwa, Politechnika Śląska

DOI: 10.5604/01.3001.0053.9357

Streszczenie: W artykule przedstawiono wybrane systemy samonośnych hal i wiat łukowych, takie jak ABM/UBM, HUPRO, TG Buildings, PENEDER Feuerschutz GmbH. Dodatkowo, w oparciu o system ABM/UBM, autor pracy przedstawił charakterystykę procesu wytwarzania paneli samonośnych oraz wznoszenia stalowych hal łukowych.

Słowa kluczowe: samonośne dachy łukowe, konstrukcje z blach giętych na zimno, lekkie konstrukcje stalowe.

Abstract: The paper describes selected systems used to design self-supported arch buildings and roofs, such as ABM/UBM, HUPRO, TG Buildings, PENEDER Feuerschutz GmbH. Additionally, the author of the paper provided a characteristic of the process of fabrication of self-supporting panels and building up of arch steel buildings based on the ABM/UBM system.

Keywords: self-supported arch buildings, cold-formed elements, lightweight arch structures, corrugated steel arch panels.

1. Wprowadzenie

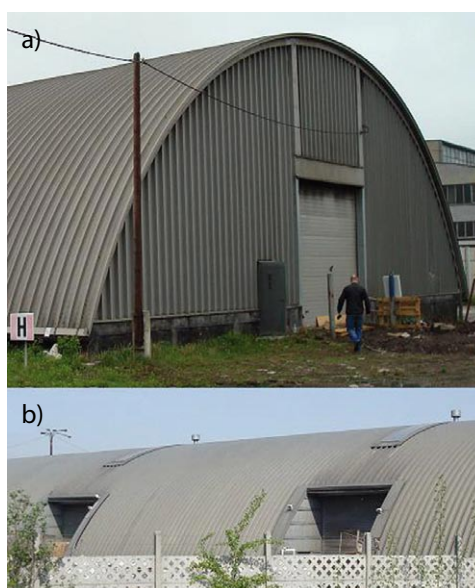
W latach osiemdziesiątych XX wieku opracowano w USA technologię szybkiej budowy łukowych hal stalowych, która charakteryzowała się krótkim czasem przedsięwzięcia oraz niskimi kosztami realizacji. Istotą tego systemu jest realizowanie pełnego zakresu budowy obiektu w docelowym miejscu jego wznoszenia. Początkowo technologia była powszechnie używana przez amerykańską armię do budowy tymczasowych budynków. W dzisiejszych czasach stała się popularna w budownictwie cywilnym. Na rynku światowym istnieje wiele odmian systemowych hal łukowych, a niektóre z nich zaczynają się cieszyć dużą popularnością na rynku polskim. Hale te przeszły lub przechodzą trudną drogę dostosowania ich konstrukcji do panujących w Polsce warunków klimatycznych, a co za tym idzie do obciążeń działających na omawiane obiekty.

2. Systemowe hale i wiaty łukowe

Na podstawie zebranych informacji pierwowzorem wszystkich stalowych, samonośnych hal łukowych jest system ABM (z ang. *Automatic Building Machine*). Jest to system hal łukowych pochodzących z USA, a jego producentem jest „MIC Industries INC”. Co wyróżnia ten system? Według wiedzy autora jest to jedyny system,

w którym po wykonaniu fundamentów, pełny, rzeczywisty zakres budowy jest realizowany w docelowym miejscu wznoszenia hali. Następcą systemu ABM jest system UBM (*Ultimate Building Machine*). Różnica pomiędzy tymi systemami polega na tym, że w tym pierwszym geometria przekroju poprzecznego budynku jest na bazie łuku kołowego, zaś w systemie UBM oprócz łukowego jest możliwość uzyskania schematu dachu dwuspadowego. Firma MIC posiada w swojej ofercie dwa przekroje poprzeczne samonośnych paneli cienkościennej: ABM/UBM 120 i ABM/UBM 240. Bezpieczna rozpiętość hali, dla warunków klimatycznych panujących w Polsce, w zależności od strefy śniegowej i wiatrowej, waha się w granicach od 16 do 24 m dla profili 120, i od 26 do 30 m dla profili 240. W halach tych bramy wjazdowe mogą być instalowane w czołowych ścianach (rys. 1a) lub wzdłuż ich długości (rys. 1b). W powłoce można również wykonać świetliki dachowe (rys. 1b).

Następny popularny system samonośnych hal łukowych to system słowackiej firmy HUPRO. Podstawowa różnica między systemem ABM/UBM a systemem HUPRO jest taka, że słowackie hale są całkowicie prefabrykowane w zakładzie produkcyjnym. Na plac budowy dostarcza się elementy łukowe,



Rys. 1. Hale w systemie ABM 12

z których każdy jest perforowany i przygotowany do skręcenia za pomocą śrub. Przekrój poprzeczny panelu jest większy niż w przypadku systemu ABM/UBM i dlatego też można w tym systemie otrzymać maksymalną rozpiętość hali do 36 m (przy wyniosłości łuku ok. 18 m). Miejsca montażu bram wjazdowych oraz świetlików są podobne jak dla systemu ABM/UBM. Wnętrze hali przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Hala w systemie HUPRO

Kolejny typ to systemowe hale TG Buildings (rys. 3). Podobnie jak w systemie słowackim hale te są całkowicie prefabrykowane w zakładzie produkcyjnym i na plac budowy dostarcza się elementy konstrukcji, z których każdy jest perforowany i przygotowany do skręcenia za pomocą śrub. Maksymalne rozpiętości dla systemu TG Buildings zależą od kształtu poprzecznego budynku: dla budynków o kształcie łuku kołowego to 30 m, dwuspadowego to 9 m, dla budynku o ścianach pionowych i dachu łukowym – 15 m.



Rys. 3. Zadaszenie w systemie TG Buildings

Następny producent stalowych dachów łukowych to austriacka firma PENEDER Feuerschutz GmbH. System ten głównie specjalizuje się w budowie dachów łukowych, które z powodzeniem są wykorzystywane jako wiaty. Rozpiętość łuku może sięgać nawet 25 m. Panele są prefabrykowane w zakładzie prefabrykacji. W odróżnieniu od systemu słowackiego, TG Buildings i ABM/UBM, gdzie powierzchnia paneli jest pofalowana (poprzeczne karbowanie powstałe w wyniku prefabrykacji), panele PENEDER są gładkie,

co może wpływać korzystnie na estetykę dachu łukowego. Przykład zadaszenia wykonanego w austriackim systemie przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Zadaszenie w systemie PENEDER

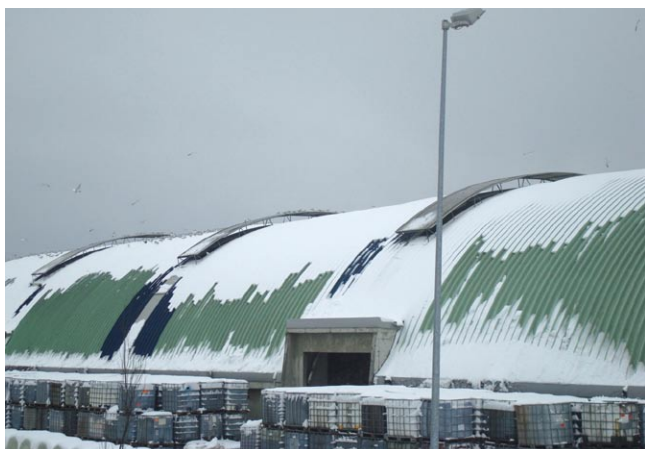
Każdy z opisanych wyżej systemów dachów łukowych może być wykonany z powłoki podwójnej, tzn. zewnętrzną i wewnętrzną część łuku stanowią prefabrykowane panele, a między nimi znajduje się warstwa wełny mineralnej. Hale te mogą być ogrzewane na przykład za pomocą pomp ciepła lub innych dostępnych nośników energii. Systemy hal i wiat samonośnych umożliwiają szeroką gamę doboru kolorów powłoki zewnętrznej, jak i wewnętrznej.

3. Budowa hali łukowej

Na przykładzie systemu ABM/UBM przedstawiono budowę hali. W pierwszym etapie należy wykonać fundamenty. Samonośna powłoka ABM/UBM może zostać oparta bezpośrednio zarówno na ławach fundamentowych (rys. 5), jak również na ścianach (rys. 6), w zależności od koncepcji architektonicznej obiektu. Posadowienie hali może zostać zrealizowane w sposób bezpośredni na ławach fundamentowych lub na palach lokalizowanych pod wspornikowymi słupami.



Rys. 5. Powłoka łukowa ABM oparta bezpośrednio na ławach fundamentowych



Rys. 6. Powłoka łukowa ABM oparta ścianach

W drugim etapie dochodzi do budowy samonośnego dachu łukowego. Na plac budowy przywożona jest maszyna ABM/UBM MIC (rys. 7) służąca do prefabrykacji paneli. Materiałem wsadowym jest blacha zwinięta w kręgi o szerokości od 600 do 900 mm i grubości od 0,8 do 1,5 mm.



Rys. 7. Przenośna maszyna ABM/UBM

Do budowy hal w naszym regionie wykorzystuje się blachę gatunku S280 GD lub S320 GD. Krąg blachy wprowadzany do maszyny (rys. 8) wyginany jest w tak zwany panel



Rys. 8. Wprowadzanie wstęgi blachy do giętarki



Rys. 9. Powstawanie panelu prostego



Rys. 10. Pojedynczy panel wygięty w łuk

prosty (rys. 9). Maszyna automatycznie przycina profil do wymaganej długości. Następnie profil jest ręcznie przenoszony na sąsiednie stanowisko i ponownie wprowadzany do tej samej maszyny, aby wygiąć go w łuk (rys. 10).

Następnie poszczególne panele są łączone w segmenty montażowe. W technologii ABM/UBM wzajemne łączenie paneli odbywa się poprzez zagięcie zamka specjalną zagniatarką (rys. 11). Segment montażowy składa się przeważnie z 6 paneli złączonych ze sobą na ziemi. Segment ten jest



Rys. 11. Łączenie pojedynczych paneli



Rys. 12. Ustawianie segmentu montażowego

podnoszony dźwigiem i ustawiany na podporach w miejscu docelowym (rys. 12). Powłokę łączy się z fundamentem poprzez przykręcenie śrubami do blach tak jak to pokazano na rysunku 13. Połączenie poszczególnych segmentów montażowych hali wykonuje się z wykorzystaniem maszyny zaciskowej.

Końcowy produkt to szczelna hala o trwałości przekryć do 25 lat, pod warunkiem właściwego użytkowania. Hale te mogą być z powodzeniem wykorzystywane jako budynki inwentarskie, magazyny, hale produkcyjne.

4. Podsumowanie

Artykuł ten przedstawia wybrane systemy budowy samo-nośnych łukowych hal i wiat. Istnieje jeszcze wiele innych systemów, które bazują na podobnych rozwiązaniach konstrukcyjnych jak te omówione powyżej. Nie ma lepszego czy gorszego rozwiązania technicznego, wszystkie one spełniają warunki bezpiecznego użytkowania dla zakresu ich maksymalnych rozpiętości. Wybór systemu, w którym ma być wykonana hala czy wiata łukowa, powinien głównie być uwarunkowany ich ceną, wymaganą rozpiętością oraz subiektywnym poczuciem estetyki inwestora. Jednak bardzo ważnym aspektem wyboru systemu hal są procedury obliczeniowe oraz przeprowadzone badania laboratoryjne



Rys. 13. Montaż powłoki do ściany lub fundamentu

w celu potwierdzenia ich nośności oraz dostosowania ich konstrukcji do panujących warunków klimatycznych w danym regionie [1–11].

BIBLIOGRAFIA

- [1] Mang A. H., Finite element analysis of doubly corrugated shells. Journal of the Structural Division 10/1976
- [2] Walentyński R., Design problems of cold formed lightweight ark structures, Local seminar of IASS Polish Chapter, 2004
- [3] Walentyński R., Cybulski R., Hale łukowe dla rolnictwa, Agro hale 1/2012
- [4] Szymański J., Żala B., Majza M., Hale bez konstrukcji nośnej w technologii ABM, Nowoczesne hale 6/2012
- [5] Kowal A., Dachy dużej rozpiętości z blachy faldowej w technologii ABM, Materiały Budowlane 6/2010
- [6] Biegus A., Kowal A., Katastrofy hal o konstrukcji z blach giętych na zimno, Inżynieria i Budownictwo 10/2011
- [7] Walentyński R., Cybulski R., Kozieł K., Numerical models of ABM K-span steel arch panels. Architecture, Civil Engineering, Environmental-ACEE 4/2011
- [8] Walentyński R., Sanchez R., Cybulski R., Linear buckling analysis with different ABM K-span arch panels. Architecture, Civil Engineering, Environmental-ACEE 2/2012
- [9] Walentyński R., Cybulski R., Skanowanie optyczne paneli, Nowoczesne hale 4/2012
- [10] Wu L., Huan-Neng G., Theoretical and Experimental Study on Interactive Local Buckling of Arch-shaped Corrugated Steel Roof, Steel Structures 6/2006
- [11] Lei X., Yanglin G., Ping G., Compressive tests of cold-formed steel curved panels, Journal of Constructional Steel research 57/2001

11th INTERNATIONAL CONFERENCE
AMCM 2024
 ANALYTICAL MODELS AND NEW CONCEPTS
 IN CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES
 JUNE 26-28, ŁÓDŹ, POLAND

<http://www.amcm2024.p.lodz.pl/>