

MARCIN NIECHCIAŁ
kierownik Działu Technicznego Nedcon Silesia

ANTRESOLE

magazynowe

ROZWIĄZANIA ALTERNATYWNE CZ. I

Antresola (strop) jest płaskim przekryciem dzielącym budynek na kondygnacje. Przekazuje ona na ściany lub niezależne słupy obciążenia technologiczne oraz ciężar własny.

Zadaniem takiej konstrukcji jest powiększenie powierzchni magazynowej oraz możliwość połączenia jej z innymi kondygnacjami hali w celu stworzenia swobodniejszej komunikacji. Antresole stanowią również wsparcie dla pozostałych instalacji logistycznych: przenośników, wind oraz niezbędnych instalacji budowlanych: oświetleniowej czy tryskaczowej.

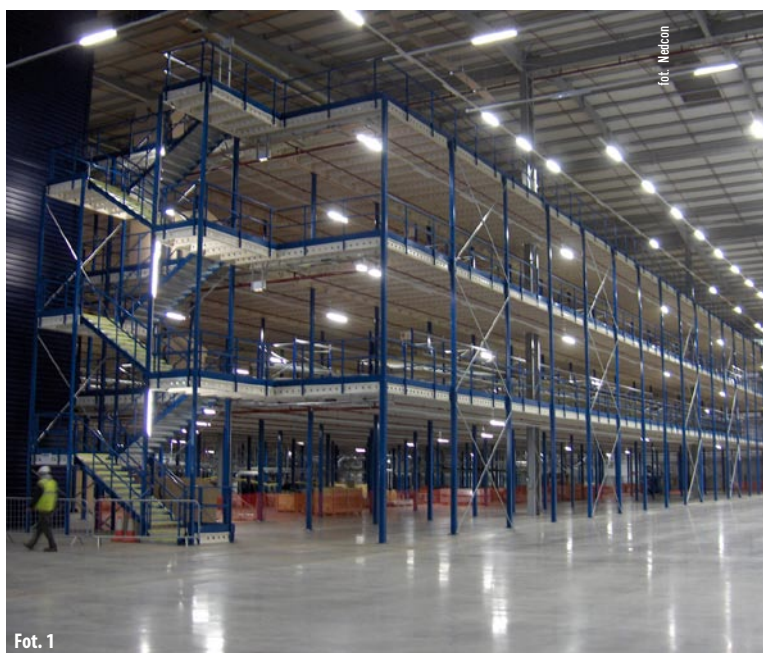
Rodzaje podestów magazynowych ze względu na konstrukcję oraz na materiały, z których się je wykonuje, dzieli się na:

- żelbetowe,
- stalowe z profili gorącowalcowanych,
- stalowe z profili cienkościennej.

Stropy żelbetowe najczęściej tworzą przegrody dobrze usztywniające budynek, mają dużą nośność oraz trwałość. W wypadku gdy podest jest niezależny od konstrukcji budynku, ekonomiczność inwestycji bardzo spada w porównaniu z konstrukcją stalową. Do wad zalicza się również brak możliwości ewentualnego demontażu oraz bardzo praco-

chłonną lub nawet niemożliwą zmianę konstrukcji podłogi, co uniemożliwia np. wykonanie dodatkowego otworu na schody lub windę. Stropy żelbetowe są wykonywane jako produkty monolityczne lub łączone prefabrykaty drobno- i wielkowymiarowe, czasami również z elementami ceramicznymi.

Stropy z profili gorącowalcowanych wyróżnia duża nośność i łatwość wykonania. Ich zaletą jest również łatwy demontaż czy wykonanie zmiany konstrukcji na potrzeby logistyczne. W wypadku tego rozwiązania w odpowiedni sposób można zaprojektować sztywne węzły, co w pewnym stopniu eliminuje zastosowanie stężeń pionowych, a tym samym ułatwia przemieszczanie się pod antresolą. Niestety, w konstrukcjach tych nieekonomicznie wykorzystywana jest nośność ich elementów. Minusem jest również brak odporności na ogień oraz trudność przeprowadzania instalacji budowlanych (brak regularnej perforacji). Trudna, a czasami niemożliwa jest miejscowa zmiana konstrukcji. Stropy stalowe z profili cienkościennej charakteryzują się efektywnym ►



Fot. 1

► wykorzystaniem materiału (fot. 1 – realizacja Nedcon Silesia). Przy tym typie antresoli nie ma problemu z szybkim demontażem czy wykonaniem zmiany konstrukcji na potrzeby logistyczne. Wykonana perforacja wzdłuż długości belki umożliwia przeprowadzenie w łatwy sposób np. instalacji tryskaczowej. Warto zaznaczyć, że otwory są wykonane w neutralnej osi profilu, gdzie naprężenia są znikome (fot. 2).

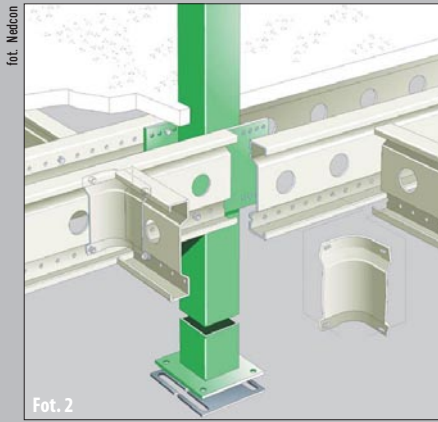
Wady tego rozwiązania to: słaba odporność ogniowa oraz stężenia wertykalne, które zazwyczaj wykonuje się jako „krzyże” stężące. Receptą na rozwiązanie tego problemu może być zaprojektowanie stężenia portalowego umożliwiającego swobodny przejazd (fot. 3).

Opisane wyżej stropy stosuje się wewnątrz budynków magazynowych i przemysłowych, gdzie nie zależy nam na izolacji akustycznej czy termicznej, a wymagana jest nośność powyżej 500 kg/m².

Profile cienkościenne – początki

Zaczął się od profilu zimnociętego w kształcie litery C (tzw. ceownik), wyprodukowanego po raz pierwszy w Stanach Zjednoczonych w 1855 roku. Jego wyjątkowe własności mechaniczne (łatwe uzyskanie dowolnego kształtu) oraz korzyści ekonomiczne spowodowały wzrost popytu i już w pierwszych latach XX wieku przed konstruktorami maszyn postawiono zadanie skonstruowania urządzeń do masowej produkcji kształtowników.

Pierwsze wieloklatkowe giętarki rolkowe powstały w latach 1910 i 1911 w USA. Zaraz potem urządzenia te pojawiły się w Europie. Już w 1926 r. w Zakładzie Hutniczym w Karwinie rozpoczęły pracę pierwsze egzemplarze linii produkcyjnej. Niemal w tym samym czasie zaczęto używać blach falistych w obudowach budynków przemysłowych i rolniczych (Ameryka i Wielka Brytania). Zakończenie II wojny światowej było momentem szczególnego wzrostu



- Fot. 1. Przykład antresoli
- Fot. 2. Elementy konstrukcji antresoli
- Fot. 3. Stężenie portalowe

popytu na lekkie materiały konstrukcyjne. Powstały wtedy zakłady produkcyjne wyspecjalizowane w wytwarzaniu profili giętych na zimno: Le Profil i Profilafröid we Francji, British Steel Corporation oraz Johns Sommers and Sons Ltd w Anglii, Klöckner, Thyssen i Hoesch w Niemczech, a także Vöest i EMA w Austrii.

Zakłady w Europie produkowały wówczas niemal 3000 profili różnego rodzaju. W Polsce pierwszym nowoczesnym zakładem tego typu był uruchomiony w Bochni w 1971 r. Zakład Przetwórstwa Hutniczego. W latach 1940-1950 teorię prętów cienkościennych opracował George Winter. Zajął się on problemem wzmocnień w strefach zaginania na zimno, stateczności lokalnej oraz nośności nadkrytycznej ścianek, opierając się na badaniach doświadczalnych. Metoda sztywnego konturu opracowana została przez Własowa w ZSRR w latach czterdziestych XX wieku.

W Polsce zamiary znormalizowania projektowania profili cienkościennych sięgają lat 60. XX wieku. Prace zakończyły się w 2002 r.; wydano wówczas normę PN-B-03207:2002. Obecnie w Polsce i w Europie obowiązuje norma europejska PN-EN-1993-1-3:2006.

Główna konstrukcja nośna

Obecnie projektowanie profili cienkościennych to dziedzina bardzo dobrze rozwinięta zarówno w ujęciu teoretycznym, jak i praktycznym. O ile w wypadku profili gorącowalcowanych wymiarowanie możemy z dużą dokładnością przeprowadzić analitycznie, w wypadku profili cienkościennych (szczególnie perforowanych) analiza empiryczna w większości sytuacji jest bardziej miarodajna. Wyjątkowo kłopotliwe są sytuacje, kiedy mamy do czynienia z nietypowymi obciążeniami, takimi jak obciążenia punktowe, dynamiczne czy cykliczne. W takim wypadku wybór firmy, która może zaprojektować i dostarczyć tego typu rozwiązania, jest bardzo ważny. Istotnym czynnikiem jest tu weryfikacja pro-

jektowanych rozwiązań przez projektanta specjalizującego się w tego typu konstrukcjach.

Dobór podstawowych parametrów konstrukcji

Elementy konstrukcji z kształtowników giętych należy projektować na podstawie profili dostosowanych do konkretnego przeznaczenia. Stosowanie kształtowników o profilach uniwersalnych rzadko daje dobre wyniki ekonomiczne i powinno być ograniczone do elementów drugorzędnych. Poszczególne firmy oferujące lekkie antresole mają przeważnie do wyboru kilka rodzajów profili cienkościennych. Optymalne wykorzystanie konstrukcji antresoli polega na takim dobraniu siatki słupów i rozstawu belek podrzędnych, aby nośność konstrukcji była lepiej wykorzystana pod zadanymi obciążeniami. Rozstaw osiowy słupów, który często spotykamy (ze względu na występowanie profili w zakresie 100-250 mm), to 3-4,5 m. W wypadku gdy klient wymaga rozstawu nawet do 8 m, liczba firm mających możliwość zwiększenia nośności belek znacznie spada. Wynika to z kilku ograniczeń, przede wszystkim produkcyjnych. Przechodząc na profile o wysokości nawet do 400 mm, w większości przypadków fabryka produkująca musi zainwestować w nową linię produkcyjną. Po drugie profile Sigma o dużych smukłościach ścianek wymagają od projektanta głębszej analizy statyczno-wytrzymałościowej, uwzględniającej niestateczność miejscową, niestateczność dystorsyjną czy niestateczność ogólną. Są to zagadnienia znane projektantom, ale ich analiza w wypadku profili cienkościennych jest żmudna i pracochłonna. Ponadto indywidualne przypadki projektowe (siły skupione, efektywne konstruowanie połączeń) wymuszają na producentach i projektantach przeprowadzenie odpowiednich testów. Takie postępowanie zaleca również aktualna norma dotycząca konstrukcji giętych na zimno. □