

SZCZECINA Michał¹

Projektowanie architektoniczno - budowlane centrów logistycznych

WSTĘP

Projektowanie architektoniczno-budowlane centrów logistycznych wymaga specyficznego podejścia i niekiedy zastosowania oryginalnych rozwiązań. Podstawową sprawą jest zapewnienie jak największej ilości miejsca do składowania towarów lub przesyłek kurierskich, w zależności od rodzaju obiektu logistycznego (wyraźnie można rozgraniczyć podział na centra logistyczne dla sklepów wielkopowierzchniowych oraz centra dla firm kurierskich). Drugim równie ważnym zagadnieniem jest zorganizowanie odpowiedniego transportu wewnętrznego w całym budynku z naciskiem na maksymalne usprawnienie podawania załadowywanego lub rozładowywanego towaru, aby czas tych czynności był jak najkrótszy. Jednakże bryła budynku powinna obejmować również wszelkie pomieszczenia związane z jego obsługą, w tym zaplecze socjalne dla pracowników, biura, pomieszczenia dla instalacji (np. kotłownie).

Spośród wielu charakterystycznych dla centrów logistycznych elementów architektury i konstrukcji autor referatu postanowił przedstawić kilka z nich, poruszając jednocześnie kwestie ich projektowania, głównie w zakresie konstrukcji. Swoje przemyślenia i wnioski autor oparł i wieloletnią praktykę, biorąc udział w projektowaniu takich obiektów. Te elementy to:

- doki załadunkowe,
- regały wysokiego składowania,
- elementy małej architektury (rampy, lekkie schody wewnętrzne),
- schody spiralne,
- elementy odbojowe.

1. ZAGADNIENIA OGÓLNE PROJEKTOWANIA CENTRÓW

Na początku projektowania centrów logistycznych rzeczą zasadniczą jest dobór systemu magazynowania. Podając za Neufertem [1] można wyróżnić dwa główne systemy: statyczny i dynamiczny. W przypadku współczesnych centrów, gdy decydujący jest szybki czas rozładunku i załadunku oraz krótki czas składowania towaru, dominujący staje się system dynamiczny. System ten stawia głównie na rozwiązania takie jak: magazyny buforowe, regały przelotowe, regały krążące i przesuwne. Ważna jest również organizacja magazynu, a ta może być centralna lub zdecentralizowana. Organizacja zdecentralizowana zdecydowanie przyspiesza realizację zadań w centrum logistycznym, ale wymaga specjalnego wyposażenia i wyszkolenia personelu.

Spośród wielu rozwiązań architektonicznych samych magazynów można wyróżnić cztery wiodące: magazyny blokowe, magazyny wysokiego składowania, magazyny z wysokimi regałami oraz magazyn z regałami przelotowymi.

Magazyn blokowy to najprostsze rozwiązanie składowania, dodatkowo pozwala na duże wykorzystanie powierzchni oraz nie wymaga praktycznie żadnego wyposażenia za wyjątkiem wózków widłowych. Niestety, dostęp do dowolnie wybranej palety z towarem jest bardzo utrudniony (niekiedy wymaga przestawienia wielu innych palet) i właściwie ten typ magazynu sprawdza się tylko dla jednolitego rodzaju towaru (gdy składa się przez cały czas to samo) oraz nie ma ograniczeń czasowych dla składowania towaru (np. krótki termin ważności).

Na przeciwnym biegunie funkcjonalności znajdują się magazyny wysokiego składowania. Magazyny takie sprawdzają się przy dużej różnorodności towarów i częstego dostępu do nich, jednakże wymagają większej ilości pracowników do obsługi.

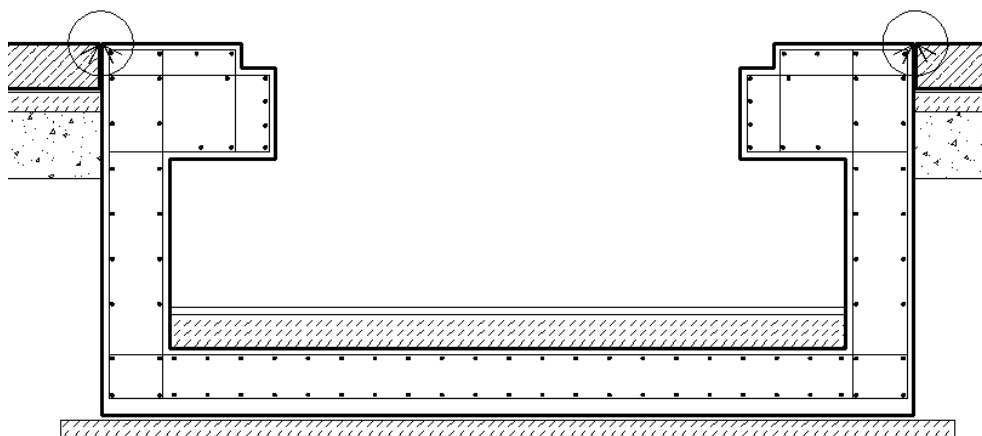
¹ Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa i Architektury

Pewną modyfikacją magazynów wysokiego składowania są magazyny z wysokimi regałami oraz z regałami przelotowymi. Umożliwiają one szybki i stały dostęp do różnych produktów, ale są drogie w wykonaniu i obsłudze, a dodatkowo inwestorowi może nie opłacać się w przyszłości zmiana sposobu użytkowania budynku.

Mając już zaplanowany system magazynowania można przystąpić do projektowania bryły budynku. Jak to często bywa w przypadku obiektów o prostej bryle z wieloma elementami powtarzalnymi największego znaczenia nabiera prawidłowe zaprojektowanie szczegółów architektury i konstrukcji. W dalszej części pracy zostaną opisane wspomniane we wstępie detale.

2. DOKI ZAŁADUNKOWE

Dla konstruktorów biorących udział w projektowaniu centrów logistycznych doki załadunkowe są jednym z najtrudniejszych do zaprojektowania elementów. Nie wynika to jednak z ich warunków obciążenia lub posadowienia, ale głównie z powodu skomplikowanej geometrii szalunkowej oraz z częściowej lokalizacji doku na zewnątrz (rys. 1). Ten pierwszy powód wymusza na projektancie bardzo staranne rozrysowanie geometrii doku zachowując wymagania inwestora, związane głównie z wymiarami ciężarowych samochodów dostawczych oraz platform i urządzeń do wyladunku/załadunku towaru. Drugi powód pociąga za sobą konieczność uwzględnienia w projektowaniu doków wpływów atmosferycznych oraz ewentualnej obecności środków odladzających, a następnie właściwego doboru otuliny zbrojenia.



Rys. 1. Przekrój konstrukcyjny przez dok załadunkowy

Na rys. 1 pokazano również okręgami ważny detal, którym jest oddylatowanie doku od reszty konstrukcji posadzki. Jest to potrzebne ze względu na różne wartości osiadania doku oraz posadzki wewnątrz hali oraz na naturalną konieczność oddzielenia elementu o skomplikowanym kształcie od reszty konstrukcji. W szczególności zaznaczonym okręgami zwraca się również uwagę na zakończenie krawędzi posadzki i doku okuciami stalowymi. Ponadto należy zadbać o właściwe zabezpieczenie doku izolacją przeciwwodną i cieplną.

Wykonanie doków na placu budowy wymaga większej precyzji niż w przypadku innych elementów konstrukcyjnych. Sposobem na rozwiązanie problemów projektowych i wykonawczych jest coraz powszechniejsze prefabrykowanie doków. Coraz więcej zakładów prefabrykacji w Polsce oferuje możliwość wykonania dowolnej ilości doków o tych samych parametrach projektowych. Ma to szczególnie duże znaczenie dla centrów logistycznych, w których jednakowa ilość doków może sięgać od kilkunastu do kilkudziesięciu sztuk.

3. REGAŁY WYSOKIEGO SKŁADOWANIA

Regały wysokiego składowania są obecnie dostępne na rynku w bardzo szerokim asortymencie, dlatego też dobór właściwych rozwiązań systemowych nie będzie stanowił problemu w projekcie. Komplikacje mogą pojawić się przy zagadnieniach towarzyszących regałom. Projektując regały

wysokiego składowania należy spełnić wymogi związane z ochroną pożarową (wielkość strefy pożarowej, wymagany sprzęt gaśniczy w tym sprzęt automatyczny) oraz z ochroną pracy. Personel magazynu musi być odpowiednio szkolony w zakresie prawidłowej eksploatacji wysokich regałów.

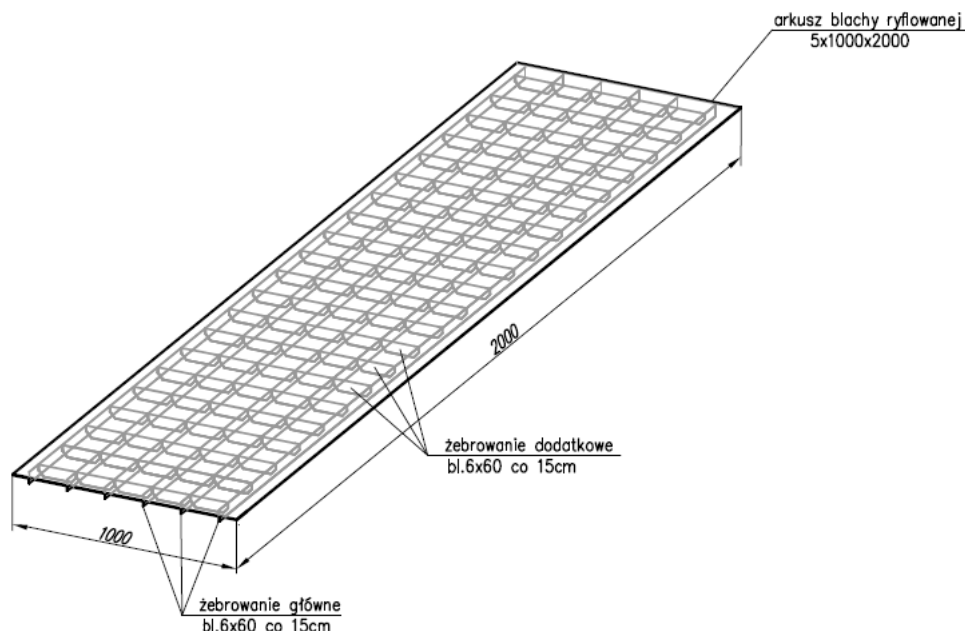
Według norm niemieckich [2] regały o wysokości powyżej 12m wymagają odrębnego zezwolenia budowlanego i powinny być sprawdzone na nośność, stateczność i użytkowanie (ugięcia, przemieszczenia) przez uprawnionego konstruktora. Można powiedzieć, że konstrukcja tak wysokich regałów w projektowaniu nie różni się już znacząco od konstrukcji samego budynku.

Zupełnie osobnym problemem konstrukcyjnym jest kwestia punktowego przekazywania obciążeń przez słupy regałów wysokiego składowania na posadzkę. Rzeczą oczywistą jest, że ramowa konstrukcja regałów powoduje, że niemal cały ciężar towarów i ciężar własny konstrukcji regałów przekazuje się poprzez słupy na posadzkę. Gdyby towary były składowane bez regałów jedna paleta na drugiej, ciężar palet rozkładał by się na posadzkę równomiernie. Jednak w przypadku regałów w miejscu oparcia słupa o posadzkę działa punktowo stosunkowo duża siła. Wymaga to od konstruktora aby przewidział w posadzce odpowiednie miejscowe jej pogrubienia, oczywiście przy założeniu że inwestor nie będzie zamierzał w przyszłości przestawiać regałów w inne miejsca. Jeśli jednak inwestor będzie przewidywał dowolne ustawianie regałów, posadzka od razu musi być zaprojektowana i wykonana o odpowiedniej stałej grubości, co oczywiście doprowadzi do podrożenia kosztów jej wykonania.

4. ELEMENTY MAŁEJ ARCHITEKTURY

Elementy małej architektury takie jak np. rampy podjazdowe i schody wewnętrzne to praktycznie stały element hal przemysłowych. Rampy podjazdowe służą do pokonywania niewielkich różnic poziomów przez m.in. wózki widłowe. Lekkie stalowe schody wewnętrzne są dobrą alternatywą dla murowanych lub żelbetowych klatek schodowych.

Rampy podjazdowe projektuje się najczęściej jako konstrukcje stalowe złożone z kilku kratownic stalowych o założonym rozstawie, zaś jezdnię podjazdu stanowią blachy stalowe wzmocnione od spodu żeberkami (rys. 2).



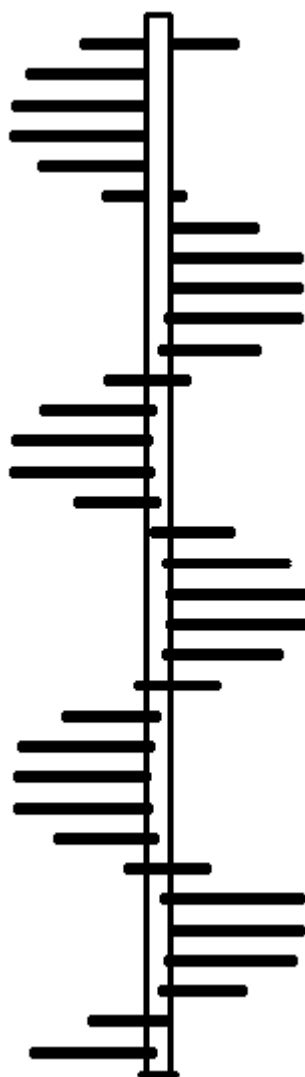
Rys. 2. Aksonometria blach jezdni podjazdu stalowego [3]

Połączenia konstrukcji wykonuje się najczęściej jako spawane. Podstawowym problemem w projektowaniu takich konstrukcji jest właściwy dobór elementów konstrukcji kratownic oraz żeberk na skutek ruchomego obciążenia od wózka widłowego. Ponieważ obciążenie to przekazuje się na konstrukcję podjazdu w sposób punktowy, przez to należy w sposób właściwy interpretować wyniki

obliczeń statycznych, wykonywanych w programach bazujących na metodzie elementów skończonych. Temat ten był omawiany przez autora tego referatu [4] i należy stwierdzić, że analogiczny problem napotka projektant konstrukcji w przypadku wymiarowania blachy jezdni pomostu. Maksymalną wartość momentu zginającego w blasze należy zredukować, gdyż podawane przez programy MES wyniki w miejscu przyłożenia siły skupionej są zdecydowanie zawyżone. Bezkrytyczne przyjmowanie maksymalnej wartości momentu gnącego może doprowadzić do znacznego przewymiarowania konstrukcji podjazdu, a więc również podrożenia jego kosztów.

5. SCHODY SPIRALNE

Jednym z najbardziej efektywnych i zarazem efektywnych elementów architektury wnętrz hal magazynowych są schody spiralne (rys. 3).



Rys. 3. Widok stalowych schodów spiralnych

Ogromną ich zaletą jest relatywnie mała zajmowana przez nie powierzchnia i przestrzeń, co pozwala na uzyskanie większej powierzchni składowania. Dla przykładu, typowe schody spiralne o średnicy zewnętrznej równej 2m mają powierzchnię w rzucie równą 3,14 m². Klasyczna prostokątna klatka schodowa w prostym budynku jednorodzinny posiada powierzchnię w rzucie około 4,5-5 m². W halach przemysłowych powierzchnie typowych klatek schodowych będą jeszcze większe z uwagi na konieczność pokonywania większych różnic poziomów, gdy tymczasem dla schodów spiralnych kwestia ich wysokości będzie miała znaczenie tylko dla doboru elementów konstrukcji tych schodów i nie wpływa znacząco na ich powierzchnię.

Pewnym minusem tych schodów jest zapewne trudne wykonawstwo takiego rozwiązania. Nic jednak nie stoi na przeszkodzie, aby takie stalowe schody spiralne wykonywane były jako prefabrykowane i montowane dopiero na placu budowy. Uzyskana dzięki temu dodatkowa powierzchnia składowania szybko zrekompensuje koszt poniesiona na wykonanie tych schodów.

6. ELEMENTY ODBOJOWE

Elementy odbojowe zwane popularnie „kozłami” odbojowymi zaleca się montować tam, gdzie istnieje potencjalne zagrożenie uderzeniem w elementy budynku przez manewrujący wózek widłowy lub nawet pojazd dostawczy. Innym obowiązkowym miejscem montażu odbojów jest belki podsuwnicowe. Odboje wykonuje się najczęściej jako proste konstrukcje ramowe zaopatrzone w zderzaki, których rolą jest przejście obciążeń od uderzenia pojazdem i przeniesienie ich na elementy ramy odboju. Dodatkowo można zaopatrzyć odbój w próg zwalniający w postaci pochylni, który zamienia część energii kinetycznej pojazdu na energię potencjalną.

WNIOSKI

Projektowanie centrów logistycznych i magazynów jest trudnym zadaniem głównie ze względu na dużą ilość elementów, które muszą zostać dobrze przemyślane i rozwiązane. Te szczegóły są decydujące dla funkcjonalności obiektu oraz szybkiego dostępu do składowanych towarów. W dobie dzisiejszej tendencji do coraz szybszego dostarczania towarów i przesyłek do odbiorców dużego znaczenia nabiera również dobór właściwego systemu magazynowania.

Streszczenie

Artykuł porusza zagadnienia związane z projektowaniem architektoniczno-budowlanym centrów logistycznych i magazynów. W pracy przedstawiono zasadnicze systemy magazynowania oraz elementy architektoniczne i konstrukcyjne typowe dla centrów logistycznych. Poruszono również główne problemy projektowania tych elementów.

Słowa kluczowe: projektowanie architektoniczno-budowlane, centra logistyczne, systemy magazynowania.

Architectural and structure design of logistics centers

Abstract

The article discusses the issues related to the architectural and structural design of logistics centers and storage buildings. The paper presents the basic storage systems and architectural and structural elements typical for logistics centers. The main problems of design of these elements are also discussed.

Keywords: architectural and structural design, logistics centers, storage systems.

BIBLIOGRAFIA

1. Neufert E., Podręcznik projektowania architektoniczno-budowlanego. Arkady Warszawa, 2005.
2. RAL-RG 614-Gütesicherung für Lager- und Betriebseinrichtungen.
3. Projekt wykonawczy podjazdu w hali przemysłowej. Autorzy: Jolanta Prokop (projektant), Michał Szczecina (sprawdzający).
4. Szczecina M., Modelowanie komputerowe konstrukcji w budownictwie transportowym. Logistyka 6/2014, strony: 10232-10237.