

Cees J. Tilburgs
Grupa Nedcon – Holandia

Równowaga pomiędzy ekonomicznie uzasadnioną a odpowiednio bezpieczną konstrukcją regałów paletowych

Odpowiedzialność za katastrofę ponosi producent regałów oraz kierownictwo zakładu. Redakcja „Logistyki” nie zaleca forsowania czynnika kosztowego jako najważniejszego elementu decydującego o wyborze projektu magazynu. Prawidłowy projekt oraz właściwa eksploatacja oszczędza zdrowie i życie pracowników, którego nie da się oszacować w monetach. Dlatego w piątym artykule z cyklu dotyczącym bezpieczeństwa prezentujemy najważniejsze elementy, które trzeba uwzględnić przy wyborze projektu magazynu oraz jego wyposażenia.

„Redukcja” konstrukcji regału

Żaden producent czy dostawca regałów paletowych i zblokowanych nie stworzył jeszcze takiej konstrukcji, która w pełni odpowiadałaby wymogom układania i pobierania niewłaściwie uformowanych jednostek ładunkowych (palet, skrzyń).

Przy projektowaniu przyjmuje się jedynie działanie na regał relatywnie małej siły poziomej, na przykład:

Niemcy: RAL RG614: $H_{pl} = 0,35 \text{ kN}$ (35 kgf)
Europa: FEM 10.2.02: $H_{pl} = 0,25\text{-}0,5 \text{ kN}$
Holandia: NEN 5052: $H_{pl} = 0,5 \text{ kN}$

Obecne wyniki obliczeń struktury typowych regałów mają podłoże w rozwoju historycznym oraz okazują się być ekonomicznie uzasadnione i obciążone niewielkim ryzykiem awarii wtedy, gdy spełnione zostaną następujące warunki:

- Szerokość dróg transportowych jest zgodna z promieniem skrętu wózka, rozmiarami jednostek ładunkowych wraz z ewentualnym przewisem oraz liczbą ładunków, które mają być obsługiwane w ciągu godziny.
- Rozmiary gniazd są zgodne z wymiarami jednostek ładunkowych wraz z przewisem.
- Minimalny gwarantowany współczynnik bezpieczeństwa w przypadku przeciążenia regału wynosi co najmniej 50%

wartości. Metoda obliczania powinna opierać się o wymagania FEM 10.2.02, ale zaleca się założyć γ_{YM} równe przynajmniej 1.5 (FEM 10.2.02 dopuszcza obecnie dla większości belek $\gamma_{YM} = 1.4$).

- Stosowane są niezależnie mocowane odbojnice przynajmniej na narożnikach przejść i dróg transportowych. PN82/B-02004 zaleca nawet stosowanie odbojnic przy każdym słupie stojącym przy drodze transportowej.
- Stosowane są nieuszkodzone urządzenia pomocnicze (palety, skrzynie): wymiary i tolerancje zgodne z ISO, EN lub DIN, bez popękanych desek, wystających gwoździ itp.
- Kierowcy wózków posiadają odpowiednią wiedzę i umiejętności potrzebne do pracy w środowisku regałów (rys. 1).
- Wyznaczono osobę odpowiedzialną bezpośrednio przed kierownictwem przedsiębiorstwa za bezpieczeństwo magazynu oraz odpowiednie warunki pracy.
- Uszkodzenie regału w wyniku kolizji z wózkiem będzie natychmiast zgłoszone przez operatora osobie odpowiedzialnej za bezpieczeństwo magazynu.
- Regularnie (np. co tydzień) przeprowadzane będą inspekcje stanu regałów przez odpowiedzialną osobę.
- W przypadku uszkodzenia regału niezwłocznie podjęte będą odpowiednie działania. Ogólne (częściowe) obciążenie uszkodzonego segmentu (kolumny) regału, w celu zapewnienia odpowiedniego współczynnika bezpieczeństwa zapobiegającego awarii.
- W celu zapewnienia bezpieczeństwa przy codziennym użytkowaniu będą przeprowadzane regularne przeglądy stanu technicznego regałów, nadzorowane przez niezależnego eksperta,



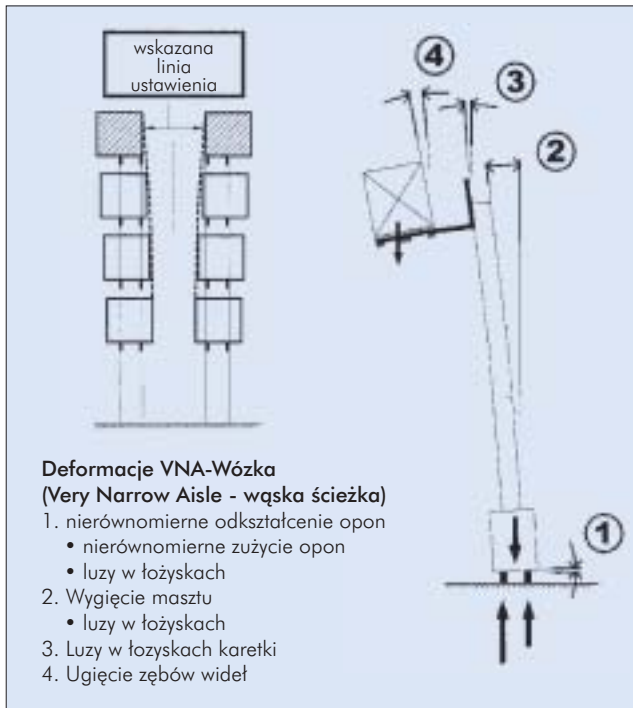
Rys. 1. Precyzyjne umieszczanie palety w regale wjezdnym przy użyciu bocznego przesuwu wideł (prześwit wg FEM 10.2.03 wynosi tylko 25 mm)

który zna się na zachowaniach konstrukcji regałowych i minimalnych warunkach brzegowych (manewrowalność wózka, luzy, maksymalne wymiary ładunków, itp.; FEM 10,2,03 i 10,2,04).

Powyższe wymagania odnoszą się do europejskich i narodowych aktów prawnych dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, a także do zaleceń Europejskiego Stowarzyszenia Techniki Transportu Wewnętrznej i Magazynowania (Fédération Européenne de la Manutention) FEM 10.2.03, FEM 10.2.04 i FEM 10.3.01.

Wymienione powyżej wymagania pozwalają na osiągnięcie „kompromisu zapewniającego odpowiednio bezpieczne użytkowanie przy realistycznym poziomie inwestycji”, jak wspominał p. Nowacki [1].

Jednakże można zauważyć, że liczba wypadków, tak tych drobnych jak i istotnych, znacząco wzrosła w ciągu ostatnich dwóch lat. Aby ograniczyć poziom



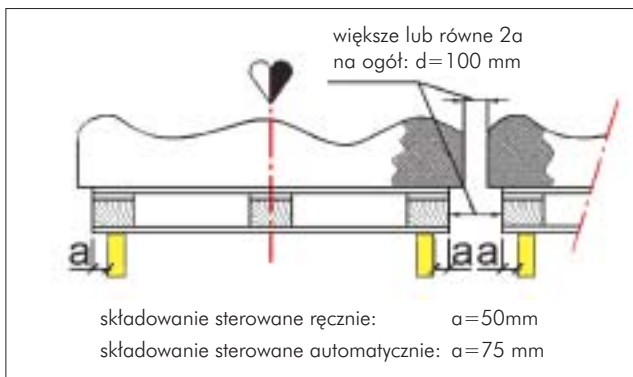
Rys. 2. Niezawodność projektów VNA-Wąska Ścieżka (Very Narrow Aisle) zależy nie tylko od tolerancji montażu i deformacji regału, lecz również od pracy wózków do wąskiej ścieżki (VNA-truck). Europejscy specjaliści od VNA-truck powinni skoncentrować się nad opracowaniem wytycznych do tego typu projektów

ryzyka, w tab. 2 w [2] cz. 1 proponuje się wziąć pod uwagę „współczynnik związany z niewłaściwym użytkowaniem” uzależnionego od sposobu użytkowania.

Wadliwy projekt konstrukcji

W [1] wspomniano także, że uszkodzenia regałów spowodowane kolizjami z wózkiem mogą być również wynikiem wadliwej konstrukcji regału. I to prawda. Jednakże, w nawiązaniu do [1], należy uwzględnić następujące przypadki:

- Jednym z regularnie popełnianych błędów jest to, że wymiary (długość, wyso-



Rys. 3. Ręczny odbiór palety wymaga mniejszej wartości „a” ponieważ operator wózka ustala swoją pozycję w ścieżce względem zewnętrznej poprzeczki nośnej

kość, szerokość) oraz umiejscowienie kolumn w magazynie są ustalone, a czasem nawet zrealizowane, zanim określi się niezbędny minimalny rozkład i konfigurację bloku regałów.

Szansa na odpowiednie luzy manipulacyjne (pozwalające na wystarczające manewrowanie wózkiem) jest wówczas minimalna ze wszystkimi negatywnymi konsekwencjami tego faktu w praktyce.

Aby określić minimalny luz manipulacyjny (FEM 10.2.03 i FEM 10.3.01) należy znać i brać pod uwagę:

- maksymalne przewidywane wymiary jednostek ładunkowych (dł. x szer. x wys.) wraz z ewentualnym przewisem. Określone przez „użytkownika”.

• szerokość drogi transportowej niezbędnej do manewrowania wózka widłowego z ładunkiem o maksymalnych wymiarach. Określana przez „dostawcę wózka”.

• maksymalną liczbę jednostek ładunków, jakie mają zostać obsłużone w ciągu godziny. Czy obroty magazynu będą miały charakter „normalny” czy „gorączkowy” (Określone przez „użytkownika”).

• zwiększoną dynamikę charakteryzującą odchył masztu wózka przy układaniu i pobieraniu jednostek ładunkowych z wyższych poziomów składowania. Dlatego też w takich przypadkach zaleca się większe luzy manipulacyjne. Wózki obecnie dostępne na rynku pozwalają na podno-

szczenie ładunku na wysokość 10 m i więcej. Dokumenty FEM nie przewidują takich sytuacji.

• w przypadku wózków do wąskiej ścieżki (VNT; prowadzonych wzdłuż szyn na podłożu lub poprzez indukcyjną deformację wózka VNT w trakcie ruchu wzdłuż drogi lub podczas operacji układania/pobierania. Określana przez „dostawcę wózka”.

(rys. 2).

- przewidywane wymiary elementów regału: szerokość słupa, wysokość poprzeczki nośnej. Określone przez „dostawcę regału”.

- przewidywane dopuszczalne odkształcenie konstrukcji oraz elementów regału: odchylenie słupa i ugięcie poprzeczki nośnej. Należy jednak pamiętać, że ugięcie równe 12 mm zamiast 10 mm prawie nie ma wpływu na luz manipulacyjny rzędu 100 mm. Wymóg 10 mm jest jednak o 20% bardziej rygorystyczny, co może powodować droższe rozwiązania, przy możliwości zastosowania projektów tańszych, które są równie bezpieczne i stabilne. Do określenia przez „dostawcę regału”.

Wystarczająco duże luzy manipulacyjne w niewielkim stopniu wpływają na cenę regałów. Słupy muszą być na przykład wyższe o 200 mm a poprzeczki nośne dłuższe o 50 mm. Stoi to w sprzeczności do stwierdzeń zawartych w [1].

Aby zapobiec wadliwym konstrukcjom należy dostosować się do następujących zaleceń:

- od samego początku być świadomym odpowiedzialności
- dobierać godnych zaufania konsultantów i potencjalnych dostawców
- wykonać dobre zestawienie potrzeb logistycznych
- zebrać odpowiednie dane, np. niezbędne do wiarygodnego określenia minimalnych luzów manipulacyjnych
- ostateczne wymiary budynku magazynowego określić po zapoznaniu się z rozmieszczeniem i konfiguracją regałów. Jeśli planowanie projektu na to nie pozwala: niewielki nadmiar przestrzeni może oznaczać później istotne oszczędności i z pewnością przyczyni się do podniesienia poziomu bezpieczeństwa w otoczeniu regałów
- określając podłoże w budynku uwzględniać: skupione siły pionowe, zakotwienie, typ (rodzaj) wózka; problemy związane z dylatacjami; odpowiednią sztywność.

Wiarygodna wartość masy projektowanej paletowej jednostki ładunkowej

Dokument FEM 10.2.02 w części dotyczącej konstrukcji regałów paletowych wyróżnia występowanie różnych dopuszczalnych obciążeń projektowych dla:

- pary belek (gniazdo)
- słupa regału (rama)

— ► cd. ze str. 26 —

- drogi transportowej (przestrzeń międzyregalowa).

Jednakże w FEM 10.2.02 jasno zapisano, że dozwolone jest to tylko w przypadku wsparcia systemem zarządzania. To bardzo istotny warunek. Z tego względu samodzielne decyzje dostawcy, który w swej ofercie umieszcza niższą masę projektowanej paletowej jednostki ładunkowej niż rzeczywistość, są absolutnie niedopuszczalne. Nie do pomyslenia jest sytuacja, kiedy dostawca robi to bez poinformowania o tym klienta.

W tej kwestii należy zgodzić się z [1], gdyż poziom bezpieczeństwa konstrukcji może okazać się tak niski, że nawet niewielkie uszkodzenie może spowodować załamanie.

Jednak zdarza się, że rozróżnienie obciążeń projektowych zostaje dokonane dopiero na wniosek użytkownika lub jego konsultanta. Z powyższego wynika, iż należy robić to z najwyższą uwagą.

Tolerancje montażowe w EU

Przedziały tolerancji montażowych określone zostały w FEM 10.3.01. Zależą one od rodzaju urządzeń mechanicznych używanych do obsługi systemu składowania. Z tego względu określono kilka szeregów to-

lerancji dla regałów, w zależności od stosowanych urządzeń transportowych:

- wózki czołowe lub wózki z masztem wewnętrznym wysuwym: Class 400
- wózek do regałów o wąskich drogach z operatorem podnoszonym wraz z ładunkiem: Class 300A
- wózek do regałów o wąskich drogach z operatorem nie podnoszonym: Class 300B
- układnica magazynowa sterowana automatycznie nie posiadająca systemu dokładnego pozycjonowania: Class 100
- układnica magazynowa sterowana automatycznie z systemem dokładnego pozycjonowania lub sterowana ręcznie: Class 200.

Tolerancje montażowe w Polsce

Tolerancje montażowe określone w PN-88/78321 są dużo bardziej zastrzeżone w porównaniu z FEM 10.3.01.

Na przykład przedział tolerancji pionowej w kierunku prostopadłym do drogi transportowej nie ma wartości funkcjonalnej, ponieważ w przypadku regałów o wąskich drogach transportowych, nominalna wartość wysunięcia palety na zewnątrz gniazda może wynieść 75 mm zamiast 50 mm w przypadku regałów „normalnie” obsługiwanych przy pomocy wózków widłowych (rys. 3).

Być może warto bliżej przyjrzeć się temu tematowi przy innej okazji.

Podsumowanie

Dobrze się stało, że stosunkowo młoda dziedzina działalności przemysłowej tak dynamicznie się rozwinęła w ostatnich latach (obroty, wysokość budynków, rozmiar projektów) i że w odniesieniu do fizycznej dystrybucji i procesów składowania rośnie także zainteresowanie prasy branżowej.

Chociaż projektowanie magazynów i regałów zaczęło się na dobre w Europie w połowie lat 60., to wsparcie teoretyczne dla tej dziedziny ma stosunkowo krótka historię – FEM 10.2.02 opublikowano w 1998 roku, FEM 10.3.01 w 1997 r., FEM 10.2.03 w 2000 r., a FEM 10.2.04 w roku 2002.

Wydaje się, że zarówno stowarzyszenia jak i prasa branżowa mogą być doskonałą platformą wymiany wiedzy i informacji na ten temat.

LITERATURA

- [1] Marcin Nowacki, Bezpieczna obsługa regałów, Poznań, „Logistyka” 5/2001, str. 40
- [2] Cees J. Tilburgs, Regały dla poprawnie użytkowanych wózków (Cz. 1), Poznań, Logistyka 1/2001, str. 33, (Cz. 2), Poznań, „Logistyka” 4/2001, str. 34