

BEZPIECZEŃSTWO PRZEWOZU ŁADUNKU - ZASADY DOBORU ILOŚCI ODCIĄGÓW MOCUJĄCYCH

W artykule omówiono zostało zagadnienie bezpieczeństwa przewozu ładunku, jako jednego z elementów bezpieczeństwa ruchu drogowego. Przedstawiono istotę zabezpieczenia ładunku, wskazując rodzaje zabezpieczeń, opisując metody zabezpieczenia kształtowego, blokowego i siłowego ze szczególnym uwzględnieniem metod przepasania odciągami. Ponadto wskazano zasady prawidłowego posadowienia ładunku w przestrzeni załadunkowej pojazdu, przedstawiając rodzaje sił oddziałujących na towar w czasie transportu. Ponadto przedstawiono procedurę obliczania ilości odciągów przepasujących od góry w zależności od masy i wielkości ładunku oraz siły tarcia pomiędzy ładunkiem a skrzynią ładunkową. Przedstawioną procedurę zobrazowano na przykładzie zabezpieczenia ładunku w postaci worków z peletem umieszczonych na paletach płaskich, wskazując zasadę obliczania odciągów.

WSTĘP

W Polsce i na świecie transport drogowy ma największy udział w dostarczaniu dóbr, w tym także asortymentu dla sektora energetyki jakim jest pelet. Przemieszczanie tego typu i innych rodzajów ładunków odbywa się najczęściej przy wykorzystaniu specjalistycznych kołowych środków transportu. Ich konstrukcja jest odpowiednio dostosowana do właściwości transportowanego towaru i różni się budową ze względu na swoje przeznaczenie [7]. Mimo specjalistycznego charakteru środków transportu należy każdy ładunek zabezpieczyć, by nie stwarzał zagrożenia dla innych uczestników ruchu drogowego, jak i samego pojazdu oraz kierowcy.

Prawidłowe zamocowanie (unieruchomienie) przewożonego towaru jest w praktyce często pomijane przez kierowców. Praktyka wskazuje, że ładunki unieruchamiane są przez załogę w sposób odpowiadający poziomowi ich znikomej wiedzy (lub jej braku) z zakresu prawidłowego doboru środków mocujących [3, 10]. Dodatkowo kierowcy nie mają świadomości konsekwencji nieumiejętnego doboru właściwych zabezpieczeń, a te mogą doprowadzić do zagrożeń w bezpieczeństwie samych kierowców oraz innych uczestników ruchu drogowego. Bardzo ważne jest zachowanie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas operacji transportowej ładunku, gdyż umiejętne jego ułożenie na skrzyni ładunkowej, unieruchomienie i dobór elementów bezpośredniego oraz pośredniego mocowania wpływa na zachowanie stanu jakościowego ładunku, a także i pojazdu oraz osób związanych z przewozem [9].

1. ZABEZPIECZENIA ŁADUNKU

1.1. Istota mocowania ładunku

W celu zabezpieczenia towaru w operacji transportowej stosuje się metody zabezpieczania siłowego lub kształtowego. Stosowanymi najczęściej środkami chroniącymi ładunek przed niekontrolowanym przemieszczeniem są odciągi łańcuchowe oraz pasy transportowe.

Ze względu na to, że na ładunek działają siły bezwładności wymagany jest dobór odpowiedniego mocowania do konkretnego rodzaju ładunku (Rys. 1). Jedną z możliwości jest zastosowanie odciągów łańcuchowych, które powinny być skonstruowane zgodnie

z PN-EN 12195-3:2003 [5]. Zazwyczaj tego typu odciągi używane są do unieruchamiania maszyn o większych gabarytach w przewozach ponadnormatywnych, gdyż masa tego typu ładunków przekracza kilka, a nawet kilkanaście ton. Ponadto w zabezpieczeniach ładunków mogą być też wykorzystywane liny stalowe. Ze względu na konstrukcję lin nie należy przepasać nimi ładunku, jeśli miało by to doprowadzić do jego uszkodzenia. W takiej sytuacji bardziej odpowiednie byłyby pasy naciągowe czy też taśmy wykonane według normy PN-EN 12195-2:2003 [4], zbudowane głównie z tworzyw sztucznych. Zarówno odciągi łańcuchowe, pasy mocujące, czy też taśmy mocuje się do elementów konstrukcyjnych pojazdu (skrzyni ładunkowej) a następnie za pomocą dołączonego osprzętu unieruchamia przewożony ładunek.

Nie jest dozwolone używanie środków mocujących, które nie są w stanie zapewnić dostatecznego bezpieczeństwa w czasie ich stosowania ze względu na zły stan techniczny. Wszystkie środki mocujące powinny być okresowo sprawdzane w celu powtórnego dopuszczenia do użytkowania. Stąd też każdy kierowca powinien być przeszkolony z oceny technicznej tychże środków. W ocenie środków mocujących należy uwzględnić stan także dołączonego osprzętu, mającej stwierdzić prawdopodobieństwo ryzyka zerwania się na skutek ich wyeksploatowania. Osoba dokonująca oceny środków mocujących powinna przede wszystkim sprawdzić czy odciągi nie są poskręcane, zgięte, poszarpane, przecięte lub też czy nie posiadają innych rodzajów uszkodzeń.

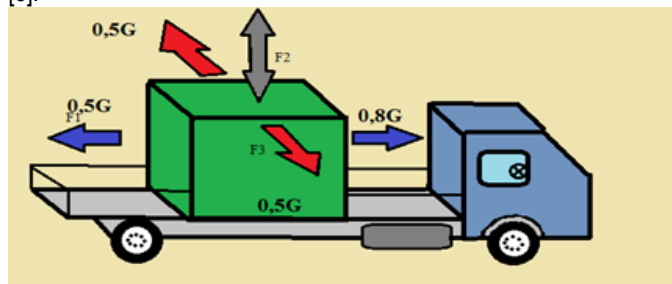
W metodach zabezpieczania kształtowego ładunku, wykorzystuje się wymiary ładunków. Podstawową czynnością w tej metodzie jest minimalizowanie dostępnego wolnego miejsca, w którym ładunek miałby możliwość przemieszczenia się w wyniku oddziaływania na niego różnych sił. W tej metodzie poza pasami mocującymi (najczęściej stosowanymi) wykorzystywane są dodatkowo inne środki zabezpieczające jak np. belki czy drażki rozporowe. Ponadto przyparcie lub przymocowanie ładunku do jednej ze ścian skrzyni ładunkowej ogranicza w tym przypadku wolną przestrzeń, w którą mógłby się przemieścić ładunek i zachwiać równowagą pojazdu. Prawidłowo ściśnięty ładunek jest stabilny w przewozie, nie dając możliwości niekontrolowanego przemieszczenia albo przewrócenia. Sposób blokowego mocowania ładunków uzyskuje się poprzez szczelne wypełnienie wolnych przestrzeni pomiędzy ładunkami lub między ładunkiem a ścianą ładunkową pojazdu. Do tego celu mogą

być wykorzystywane poduchy powietrzne, drążki rozporowe czy też popularne palety.

Istotą mocowania ładunków jest dobór takich elementów zabezpieczających, które w sposób zupełny zapewniłyby unieruchomienie ładunku w czasie transportu drogowego, niezależnie od wielkości sił oddziaływujących na ten ładunek podczas przewozu. W transporcie drogowym istnieje ryzyko przemieszczania ładunków powodującego zachwianie statyki pojazdu, tworząc tym samym potencjalne zagrożenie dla pojazdu, kierowcy czy też innych uczestników ruchu drogowego.

1.2. Prawidłowe umiejscowienie ładunku w pojeździe

Ładunek w celu przemieszczania, umieszczany jest na skrzyni ładunkowej środka transportu. W zależności od wymiarów przewożonych ładunków, ich masy powinny być tak usytuowane, by nie doprowadziły do powstania potencjalnego zagrożenia dla pojazdu i kierowcy tj. energii kinetycznej. Na ładunek w czasie przewozu mogą działać siły bezwładności (Rys. 1), związane z hamowaniem czy też przyspieszeniem pojazdu albo oddziaływaniem siły odśrodkowej na łukach dróg. Istotnym elementem poprawy bezpieczeństwa transportu ładunku jest zniwelowanie w pewnym stopniu tych sił, na które ładunek jest podatny. Stąd ważne jest prawidłowe umiejscowienie ładunku na skrzyni ładunkowej pojazdu, mając na uwadze rozkład obciążenia i znajomość położenia środka ciężkości [8].



Rys. 1. Siły oddziaływujące na ładunek w czasie przewozu

Przewożony towar powinien być tak umiejscowiony na pojeździe by były zachowane ogólne warunki transportu opisane w Art. 61 Ustawy Prawo o ruchu drogowym [11]. Z tego też względu ładunek nie powinien ograniczać pola widzenia kierującego pojazdem i zasłaniać urządzeń sygnalizacyjnych. W sytuacji przewozu ładunków lekkich nie należy umieszczać na nich ładunków o znacznie większej masie. Ciężar ładunków nie może doprowadzić do przeciążenia jednej z osi pojazdu, dlatego też musi być równomiernie rozłożony na poszczególne osie pojazdu.

W sytuacji, gdy ładunek nie mieści się na środkach transportu i wystaje poza obszar skrzyni ładunkowej przewóz możliwy jest wtedy, gdy [11]:

- całkowita szerokość pojazdu z ładunkiem wystającym poza boczne płaszczyzny obrysu pojazdu nie przekracza 2,55 m, a przy szerokości pojazdu 2,55 m nie przekracza 3 m, jednak w taki sposób, aby z jednej strony ładunek nie wystawał na odległość większą niż 23 cm,
- z przodu pojazdu ładunek wystaje na odległość nie większą niż 0,5 m od przedniej płaszczyzny obrysu i nie większą niż 1,5 m od siedzenia dla kierującego,
- z tyłu pojazdu nie wystaje na odległość większą niż 2 m od tylnej płaszczyzny obrysu środka transportu. Wyjątek stanowi przewóz drewna długiego na przyczepie kłonicowej, gdyż wtedy ładunek może być przewożony z wystającą częścią do 5 m, licząc od tylnej osi przyczepy.,
- wysokość łączna ładunku z pojazdem nie jest większa niż 4 m.

W celu rozmieszczenia ładunków na pojeździe w transporcie drogowym należy wziąć pod uwagę, także rozkład obciążenia. Na każdy transportowany ładunek, niezależnie od tego jaką ma masę, oddziałują różne siły fizyczne, dlatego też powinno się jego właściwie rozmieścić. Prawidłowe umiejscowienie ładunku może być realizowane poprzez takie jego ułożenie by zgodnie z Art. 61 Ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo ruchu drogowego (Dz. U. 2005 Nr 108, poz. 908.) nie powodował przekroczenia nacisku na daną oś w pojeździe i DMC. Ponadto powinien być tak ulokowany na skrzyni ładunkowej, by w żaden sposób nie spowodował zachwiania pojazdem w czasie jazdy.

Budowa środków transportu, które wykorzystuje się do przewozu ładunków, powinna być dostosowana do przenoszenia określonych sił. Ściany pojazdu powinny być dostosowane i wytrzymałe na siłę wywieraną przez ładunek. Konstrukcja ścian bocznych skrzyni ładunkowej, powinna wytrzymać obciążenie do 30% masy ładunku a ściana tylna i czołowa mogą wytrzymać maksymalnie 40% masy naciskanego ładunku [6].

Podczas wykonywania czynności rozlokowywania ładunku na skrzyni ładunkowej pojazdu istotne jest posiadanie wiedzy o położeniu środka ciężkości całego ładunku i rozkładu ich obciążenia, gdyż jest to jeden z najistotniejszych elementów bezpieczeństwa przewozu, który decyduje o statyce pojazdu i wytrzymałości elementów konstrukcyjnych [1]. W transporcie drogowym położenie środka ciężkości powinno się znajdować jak najbliżej podstawy dolnej ładunku lub środka ciężkości pojazdu. W momencie nagłego hamowania pojazdu istnieje ryzyko przewrócenia środka transportu, gdy jego środek ciężkości będzie się znajdował w górnych częściach ładunku. Ze względu na kształt i ilość ładunków środek ciężkości nie zawsze będzie ulokowany w obszarze ładunku, ale musi być położony blisko środka ciężkości pojazdu, by zachować jego równowagę w czasie transportu.

W wyniku nieprawidłowego rozmieszczenia ładunków na skrzyni ładunkowej oraz przy zastosowaniu zabezpieczenia w postaci środków mocujących nie ma nigdy pewności, że ładunek nie ulegnie przemieszczeniu wewnątrz przestrzeni ładunkowej a środek transportu nie ulegnie przewróceniu. Niezależnie od charakteru ładunku może dojść do jego przemieszczania wówczas, gdy niewłaściwie jest on rozmieszczony w przestrzeni ładunkowej albo gdy zastosowano niewłaściwe środki zabezpieczeń. Wraz ze zmianą położenia ładunku na skrzyni pojazdu ulega zmianie również położenie środka ciężkości. Istotnym z tego względu jest stosowanie metod prawidłowego mocowania ładunków w celu uniemożliwienia się przemieszczania środka ciężkości [6].

2. PROCEDURA DOBORU ILOŚCI ODCIĄGÓW MOCUJĄCYCH

W przypadku stosowania odciągów jako środków zapobiegających przesuwaniu się i przewracaniu ładunku, w procedurze doboru ich liczby należy obliczyć oddzielnie liczbę odciągów wymaganych do zapobieżenia przesuwaniu się oraz liczbę odciągów wymaganych do zapobieżenia przewróceniu się. Wyliczona większa liczba stanowi zawsze minimalną liczbę potrzebnych odciągów, służących zabezpieczeniu ładunku [2]. W sytuacji, gdy ładunek oparty jest o ścianę (przednią tylną lub ściany boczne), podczas obliczania liczby odciągów zapobiegających przesuwaniu się ładunku, jego ciężar może być pomniejszony o ciężar kompensowany przez odpowiednią ścianę. Szczegółowe informacje w zakresie doboru odciągów mocujących opisane są w Europejskim Poradniku IMO/ILO/UN ECE formowania jednostek ładunkowych [2] oraz w normie PN-EN 12195 Mocowanie ładunków. Bezpieczeństwo (Load restraint assemblies on road vehicles), w części 1.: Wyliczanie sił mocujących (Calcula-

tion of lashing forces, wyd. w jęz. ang.), w części 2. Pasy mocujące ładunki, w części 3. Odciągi łańcuchowe (cz. 2. i 3. wyd. w jęz. pol.) i w części 4. : Liny stalowe mocujące (Lashing steel wire ropes, wyd. w jęz. ang.). Informacje o tych odciągach stanowią integralną część niniejszych wytycznych (patrz części 1., 2. i 3.).

Wykonywanie doboru liczby odciągów mocujących rozpoczyna się od obliczenia liczby odciągów przepasujących od góry. W celu obliczenia liczby odciągów wymaganych do przeciwdziałania przesunięciu lub przewróceniu się ładunku, należy posługiwać się następującą procedurą postępowania [2]:

1. Odszukać współczynnik tarcia z tabeli materiałów trących o siebie, pomiędzy podstawą dolną ładunku a skrzynią ładunkową (Tab. 1).

Tab. 1. Wybrane współczynniki tarcia dla materiałów trących o siebie [2]

Materiały trące o siebie	Współczynnik tarcia μ - statyczny
Tarcica – laminat na bazie włókien/sklejka	0,5
Tarcica – aluminium rowkowane	0,4
Tarcica – folia termokurczliwa	0,4
Tarcica – blacha ze stali nierdzewnej	0,3
Stal płaska – tarcica	0,5
Niemalowana blacha surowa – tarcica	0,5
Malowana blacha surowa – tarcica	0,5
Niemalowana blacha surowa – niemalowana blacha surowa	0,4
Malowana blacha surowa – malowana blacha surowa	0,3
Malowana beczka metalowa – malowana beczka metalowa	0,2

2. Na podstawie współczynnika tarcia, korzystając z tabeli określającej masę ładunku zabezpieczonego przed przesuwaniem się dla mocowania odciągami przepasującymi od góry (Tab. 2) należy obliczyć wymaganą liczbę odciągów zapobiegających przesuwaniu się na boki, do przodu i do tyłu według formuł 1-3:

$$OP = m_{pl} / m_{po} \quad (1)$$

$$OT = m_{pt} / m_{po} \quad (2)$$

$$OB = m_{pb} / m_{po} \quad (3)$$

gdzie :

OP - ilość odciągów zapobiegających przesuwaniu się do przodu [szt.],

OT - ilość odciągów zapobiegających przesuwaniu się do tyłu [szt.],

OB - ilość odciągów zapobiegających przesuwaniu się na boki [szt.],

m_{pl} - masa ładunku [t],

m_{po} - masa ładunku zabezpieczona przez pojedynczy odciąg, odczytana z tabeli 2 [t].

Tab. 2. Masa ładunku (w tonach) zabezpieczonego przed przesuwaniem się dla mocowania odciągami przepasującymi od góry [2]

Odciąg przepasujący od góry - przesuwanie się			
Wartości mają zastosowanie do taśm o napięciu wstępnym co najmniej 4 000 N			
Masa ładunku (w tonach) zabezpieczonego przed przesuwaniem się dla mocowania odciągami przepasującymi od góry			
μ	Na boki	Do przodu	Do tyłu
0	0	0	0
0,1	0,2	0,1	0,2
0,2	0,5	0,2	0,5
0,3	1,2	0,3	1,2
0,4	3,2	0,5	3,2
0,5	Brak przesuwania się	0,8	8
0,6	Brak przesuwania się	1,2	Brak przesuwania się
0,7	Brak przesuwania się	1,8	Brak przesuwania się

3. Następnie należy obliczyć stosunek wysokości (H) do szerokości (B) ładunku - H/B, określić liczbę rzędów ładunków na skrzyni ładunkowej i obliczyć stosunek wysokości (H) do długości (L) ładunku - H/L. W przypadku, gdy środek ciężkości znajduje się w środku geometrycznym ładunku, wówczas za H, L, B przyjmuje się wymiary zewnętrzne ładunku. W przeciwnym wypadku należy za H, B, L przyjąć położenie środka ciężkości względem ładunku (sekcji).
4. Na podstawie współczynników H/B oraz H/L oraz określonej liczby rzędów ładunku na skrzyni ładunkowej (Tab. 3) obliczyć wymaganą liczbę odciągów zapobiegających przewróceniu się ładunku na boki, do przodu i do tyłu za pomocą wzorów 4 – 6.

Tab. 3. Masa ładunku (w tonach) zabezpieczonego przed przewracaniem się dla mocowania odciągami przepasującymi od góry [2]

Odciąg przepasujący od góry – przewracanie się								
Wartości mają zastosowanie do taśm o napięciu wstępnym co najmniej 4 000 N								
Tabela mas ładunku (w tonach) zabezpieczonego przed przewracaniem się dla mocowania odciągami przepasującymi od góry								
Na boki						Do przodu	Do tyłu	
H/B	1 rząd	2 rząd	3 rząd	4 rząd	5 rząd	H/L	Na sekcję	Na sekcję
0,6	Brak przewracania się	Brak przewracania się	Brak przewracania się	6,8	3,1	0,6	Brak przewracania się	Brak przewracania się
0,8	Brak przewracania się	Brak przewracania się	5,9	2,2	1,5	0,8	Brak przewracania się	Brak przewracania się
1	Brak przewracania się	Brak przewracania się	2,3	1,3	1	1	Brak przewracania się	Brak przewracania się
1,2	Brak przewracania się	4,9	1,4	0,9	0,7	1,2	4	Brak przewracania się
1,4	Brak przewracania się	2,4	1	0,7	0,6	1,4	2	Brak przewracania się
1,6	Brak przewracania się	1,6	0,8	0,6	0,5	1,6	1,3	Brak przewracania się
1,8	Brak przewracania się	1,2	0,6	0,5	0,4	1,8	1	Brak przewracania się
2	Brak przewracania się	0,9	0,5	0,4	0,3	2	0,8	Brak przewracania się
2,2	7,9	0,8	0,5	0,4	0,3	2,2	0,7	8
2,4	4	0,7	0,4	0,3	0,3	2,4	0,6	4
2,6	2,6	0,6	0,4	0,3	0,2	2,6	0,5	2,7
2,8	2	0,5	0,3	0,2	0,2	2,8	0,4	2
3	1,6	0,4	0,3	0,2	0,2	3	0,4	1,6

$$PP = m_{pl} / m_{po} \quad (4)$$

$$PT = m_{pl} / m_{po} \quad (5)$$

$$PB = m_{pl} / m_{po} \quad (6)$$

gdzie:

PP - ilość odciągów zapobiegających przewracaniu się do przodu [szt.],

PT - ilość odciągów zapobiegających przewracaniu się do tyłu [szt.],

PB - ilość odciągów zapobiegających przewracaniu się na boki [szt.],

m_{pl} - masa ładunku [t],

m_{po} - masa ładunku zabezpieczona przez pojedynczy odciąg (Tab.3) [t].

- Do zabezpieczenia ładunku należy wybrać największą liczbę spośród określonych w ten sposób odciągów przepasujących ładunek wyliczonych w punktach 1 – 4.

W przypadku, gdy z obliczeń wymagana liczba odciągów staje się zbyt duża (niepraktyczna), należy w takiej sytuacji wziąć pod uwagę zastosowanie innej metody mocowania w połączeniu z mocowaniem odciągami przepasującymi od góry lub zamiennie, np.:

- Metodę blokową, gdy istnieje możliwość zastosowania dodatkowych elementów blokujących ładunek w skrzyni ładunkowej pojazdu. Zastosowanie co najmniej mocowania progowego wzdłużnego zwykle znacznie zmniejsza liczbę potrzebnych odciągów do prawidłowego zabezpieczenia ładunku.
- Alternatywną metodę mocowania poprzecznego tj. mocowanie odciągami pętlowymi, zabezpieczającą ładunek przed przemieszczaniem się na boki.
- Alternatywną metodę mocowania wzdłużnego tj. mocowanie szpringowe, zabezpieczającą ładunek przed przemieszczaniem się do przodu lub do tyłu.

3. PRZYKŁAD WYKONANIA OBLICZEŃ

Do zabezpieczenia w transporcie są worki z peletem z biomasy roślinnej ułożone przemiennie na 12 paletach. Pojedyncza paleta wraz z workami ma wymiary: długość – 1,2 m, szerokość – 0,8 m, wysokość – 0,9 m oraz ciężar brutto każdej wynosi 500 kg. Masa całkowita ładunku brutto wynosi 6 ton. Palety z workami z peletem nie mają zabezpieczenia przed przesuwaniem się w żadnym kierunku, a ich środek ciężkości położony jest w centralnym punkcie całego ładunku. Ładunek ułożony jest 2 rzędach, 3 sekcjach i 2 warstwach. Podłoże skrzyni pojazdu zbudowane jest z aluminium rowkowanego.

Do zabezpieczania ładunków zostanie użyta metoda przepasania od góry dzięki czemu zwiększone zostanie tarcie jednostek ładunkowych z powierzchnią skrzyni ładunkowej, co ma uniemożliwić jego przesuwanie się czy też przewracanie.

Na podstawie procedury opisanej w rozdziale 2 dokonano doboru ilości odciągów dla wybranego ładunku:

- Na podstawie tabeli materiałów trących o siebie (Tab.1) współczynnik tarcia pomiędzy aluminiową podłogą skrzyni pojazdu a paletą drewnianą wynosi $\mu = 0,4$.

Odwołując się do tabeli 2, przedstawiającej masę ładunku zabezpieczaną przed przesuwaniem się, dla współczynnika $\mu = 0,4$ istnieje ryzyko przewrócenia się ładunku do przodu i do tyłu oraz na boki, a pojedynczy odciąg zapobiega przesunięciu się do przodu 0,5t ładunku, a do tyłu 3,2t ładunku oraz na boki także 3,2t ładunku.

- Na podstawie tabeli masy ładunku zabezpieczonego przed przesuwaniem się (Tab. 2) oraz wzoru 1 dokonano wyliczenia

ilości odciągów zabezpieczających przesuwaniu się ładunku do przodu:

$$OP = 6t / 0,5 \frac{t}{pas} = 12 \text{ pasów} \quad (7)$$

Do przesuwania do przodu należy zastosować 12 odciągów.

Na podstawie tabeli masy ładunku zabezpieczonego przed przesuwaniem się (Tab. 2) oraz wzoru 2 dokonano wyliczenia ilości odciągów zabezpieczających przesuwaniu się ładunku do tyłu:

$$OT = 6t / 3,2 \frac{t}{pas} = 1,875 \approx 2 \text{ pasy} \quad (8)$$

W celu zabezpieczenia ładunku przed przewracaniem do tyłu należy zastosować 2 odciągi.

Na podstawie tabeli masy ładunku zabezpieczonego przed przesuwaniem się (Tab. 2) oraz wzoru 3 dokonano wyliczenia ilości odciągów zabezpieczających przesuwaniu się ładunku na boki:

$$OB = 6t / 3,2 \frac{t}{pas} = 1,875 \approx 2 \text{ pasy} \quad (9)$$

W celu zabezpieczenia ładunku przed przewracaniem do tyłu należy zastosować 2 odciągi.

- Wyznaczenie stosunku H/B i H/L i określenie liczby rzędów.

Na podstawie wymiarów ogólnych pojedynczego ładunku wyliczono następujące stosunki wysokości do szerokości i wysokości do długości:

$$H / B = 0,9 \text{ m} / 0,8 \text{ m} = 1,125 \approx 1,2 \quad (10)$$

$$H / L = 0,9 \text{ m} / 1,2 \text{ m} = 0,75 \approx 0,8 \quad (11)$$

Liczba rzędów ładunku na skrzyni ładunkowej wynosi 2.

- Na podstawie danych z tabeli mocowanie odciągami przepasującymi od góry – przewracanie się (Tab. 3) obliczono liczbę odciągów zabezpieczających przed jego przewracaniem.

Dla stosunku H/B = 1,2 i dwóch rzędów ładunków istnieje ryzyko przewrócenia się ładunku na boki, a pojedynczy odciąg zapobiega przewróceniu się 4,9 ton ładunku. Na podstawie tabeli masy ładunku zabezpieczonego przed przewracaniem się (Tab. 3) oraz wzoru 4 dokonano wyliczenia ilości odciągów zabezpieczających przewracaniu się ładunku na boki:

$$PB = 6t / 4,9 \frac{t}{pas} = 1,22 \approx 2 \text{ pasy} \quad (12)$$

W celu zabezpieczania 6t ładunku przed przewracaniem na boki należy zastosować 2 odciągi.

Stosunek wysokości ładunku do jego długości dla opracowywanego przypadku wyniósł H/L = 0,8 (wzór 11). Dla stosunku H/L = 0,8 nie ma ryzyka przewrócenia się ładunku do tyłu ani też nie istnieje ryzyko przewrócenia się do przodu ładunku (Tab.3).

- W celu ochrony ładunku należy wybrać największą ich ilość wyliczoną w pkt. 1 – 4, a w tej sytuacji będzie to 12 odciągów przepasujących od góry, po 4 na każdą sekcję ładunku.

PODSUMOWANIE

Transport drogowy ładunków, który obecnie odbywa się przede wszystkim po drogach szybkiego ruchu, powinien być szczególnie nastawiony na zapewnienie bezpieczeństwa przemieszczania. Na istotę bezpieczeństwa w tej gałęzi gospodarki powinno składać się bezpieczeństwo pojazdu, kierowcy i ładunku. Podstawowym elementem bezpieczeństwa w tym przypadku powinno być prawidłowe

zamocowanie ładunków, które ma za zadanie unieruchomić tak ładunek, by ten gwarantował bezpieczeństwo dla pojazdu, kierowcy i innych uczestników ruchu drogowego na całej trasie przejazdu. Stąd też poza zastosowaniem określonych rodzajów zabezpieczeń, należy ponadto pamiętać o doborze odpowiedniego środka transportu do charakteru ładunku i sposobu zabezpieczenia.

Każdy ładunek na czas jego transportu musi zostać unieruchomiony. W żadnym wypadku nie można dopuścić do sytuacji, w której nie zastosowano żadnego środka ochrony pośredniej lub bezpośredniej. Zapewnienie tylko bezpieczeństwa pojazdu lub zachowania właściwego kierowcy nie wystarczy do osiągnięcia ogólnego bhp jeśli nie dojdzie do zabezpieczenia przewożonych ładunków. By zapewnić bezpieczeństwo ładunku na czas transportu należy stosować odpowiednie metody i formy zabezpieczeń. Wykorzystuje się do tego środki zabezpieczające, jak np. pasy transportowe czy odciągi łańcuchowe. Zapewnienie stabilności ładunków poprzez stosowanie metod zabezpieczających powinno być elementem koniecznym i przestrzegającym przez osobę za to odpowiedzialną. Dodatkowo należy zawsze dobrać odpowiednią ilość środków mocujących do wielkości i ciężaru ładunku. Dzięki temu przewożony towar zostanie właściwie unieruchomiony. Istnieją różne metody doboru, jednakże zawsze należy obliczyć (dobrać) właściwą ilość odciągów mocujących, a nie trwać w przekonaniu, że wystarczy tylko je zastosować, co dzieje się często w praktyce przewoźowej.

BIBLIOGRAFIA

1. Galor W., Krzyżan W. *Mocowanie ładunków ponadnormatywnych (ŁPN) w transporcie morskim*, „Logistyka” 2011, Nr 3
2. Komisja Europejska. Dyrekcja Generalna ds. Energii i Transportu *Wytyczne odnośnie do europejskich najlepszych praktyk w zakresie mocowania ładunków w transporcie drogowym*. Bruksela 2007
3. Nieoczym A. *Mocowanie ładunków w transporcie drogowym – wymagania prawne a praktyka*, „Logistyka” 2014, nr 5.
4. PN-EN 12195-2:2003 *Mocowanie ładunków. Bezpieczeństwo. Część 2. Pasy mocujące ładunki*.
5. PN-EN 12195-3:2003 *Mocowanie ładunków. Bezpieczeństwo. Część 3. Odciągi łańcuchowe*.
6. Różycki M. *10 przykazań właściwego zabezpieczenia ładunku w transporcie drogowym*, Katowice 2005
7. Salomon A. *Przewóz substancji niebezpiecznych z punktu widzenia wymagań spedycyjno-transportowych*, „Logistyka” 2014, nr 4.
8. Stokłosa J., Koszałka G., Gil L. *Analiza sił w elementach mocujących ładunki na pojazdach samochodowych*, „Postęp Nauki i Techniki” 2012, nr 12.
9. Szkoda M., Michnej M. *Wyposażenie techniczne kolejowych środków transportu stosowane do zabezpieczenia ładunków*, „Logistyka” 2015, nr 3.
10. Świeściak M. *Rachunek ekonomiczny a zapewnienie bezpieczeństwa ładunku w transporcie drogowym*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu” 2012, nr 27.
11. Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo ruchu drogowego (Dz. U. 2005 Nr 108, poz. 908.).

Cargo transportation security - Principles of selection of quantities of stripping strengths

The article discusses the issue of cargo safety as one of the elements of road safety. The essence of cargo security is presented, indicating the types of security, describing the shape, block and power protection methods, with particular emphasis on the methods of lashing. In addition, the principles of correct loading of cargo in the loading area of the vehicle are presented, showing the types of forces affecting the cargo during transport. In addition, a procedure for calculating the number of superimposed lashings is shown, depending on the mass and volume of the load and the friction between the load and the vehicle's floor. The procedure is illustrated by the example of a pelletized cargo shelter, showing calculation of the principle of lining.

Autorzy:

dr inż. **Grzegorz Maj** – Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, Katedra Energetyki i Środków Transportu