

Podsystemy transportu intermodalnego. Część IV – Podsystem kieszeniowy

Janusz POLIŃSKI¹

Streszczenie

W artykule przedstawiono podsystem transportu intermodalnego, którego technologia jest oparta na wykorzystaniu wagonów kieszeniowych, do przewozu naczep siodłowych. Dzięki specjalnej konstrukcji nadwozia, wagony te mogą służyć do przewozu kontenerów wielkich i wymiennych nadwozi. Opisano zasady przewozu naczep siodłowych wagonami kieszeniowymi, technologię prac ładunkowych, wymagania dla układu torowego i drogowego terminali przeładunkowych. Podano wzory do obliczeń minimalnej długości toru ładunkowego i czasów trwania operacji ładunkowych. Scharakteryzowano zalety i wady podsystemu kieszeniowego.

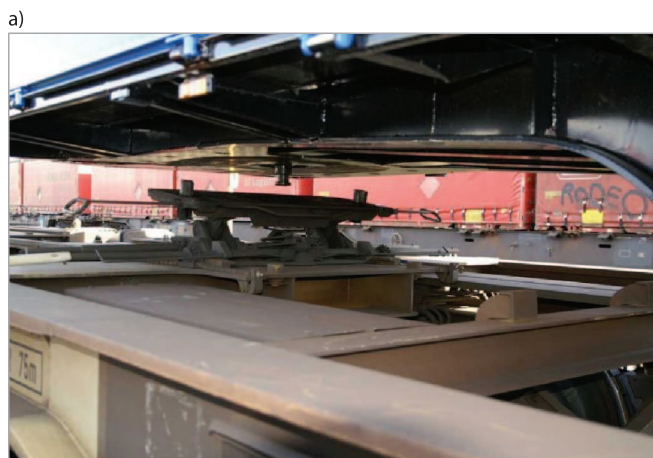
Słowa kluczowe: transport intermodalny, podsystemy, terminale, wagony

1. Wstęp

W podsystemie kieszeniowym transportu intermodalnego, przewóz naczepy siodłowej odbywa się na wagonie platformie z zagłębioną częścią podłogi, tzw. kieszenią², przeznaczoną na umieszczenie zestawów kołowych wózka naczepy. Podczas przewozu naczepy, jej przednia część spoczywa na podporze siodłowej (rysunek 1a), która może przesuwac się w płaszczyźnie poziomej wzdłuż osi podłużnej wagonu. Dzięki temu jest możliwy przewóz naczep siodłowych o różnej długości. Układ biegowy tylnej części

naczepy spoczywa w zagłębionej części podłogi wagonu (rysunek 1b), w której koła jezdne są klinowane w pozycji zależnej od typu naczepy (naczepa jednoosiowa, dwuosiowa lub trzyosiowa).

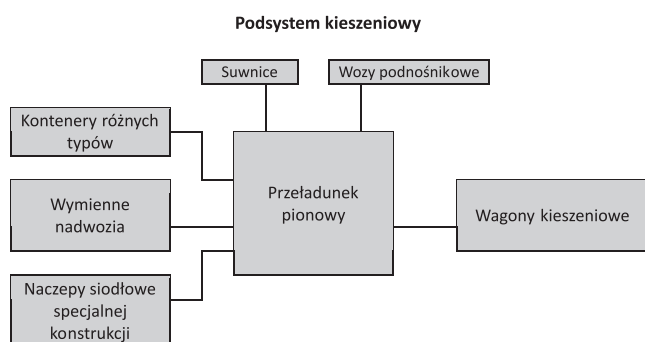
Konstrukcja podpory siodłowej i kieszeni opisanego wagonu umożliwia ustawienie naczepy siodłowej z tolerancją poprzeczną 10 mm w stosunku do osi podłużnej wagonu. Wagony do przewozu naczep siodłowych mają specjalną konstrukcję. Odpowiednie wymagania z tego zakresu są zawarte w Karcie UIC nr 596-5 [8]. Charakterystyczne elementy składowe podsystemu kieszeniowego przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 1. Charakterystyczne elementy wagonu kieszeniowego [10]: a) podpora siodłowa, b) zagłębiona podłoga

¹ Dr inż.; Instytut Kolejnictwa, Zakład Dróg Kolejowych i Przewozów; e-mail: jpolinski@ikolej.pl.

² Stąd pochodzi nazwa wagon kieszeniowy.



Rys. 2. Podstawowe elementy podsystemu kieszeniowego [9]

Jak wynika z rysunku 2, podsystem kieszeniowy wymaga przeładunku pionowego, który można realizować za pomocą różnych rodzajów suwnic bramowych lub wozów podnośnikowych. W podsystemie mogą być wykorzystywane jedynie wagony kieszeniowe, na których oprócz naczep siodłowych można przewozić wielkie kontenery i wymienne nadwozia.

2. Wagony kieszeniowe i organizacja ich przewozu

Ze względu na specjalną konstrukcję wagonu kieszeniowego, jego cena jest wyższa niż cena platformy kontenerowej. W celu wykorzystania tego rodzaju wagonów (w przy-

padku braku naczep drogowych) do przewozu innych jednostek ładunkowych, wagony wyposażono w trzpień mocującą. Dzięki takiemu rozwiązaniu technicznemu zapewniono możliwość przewozu:

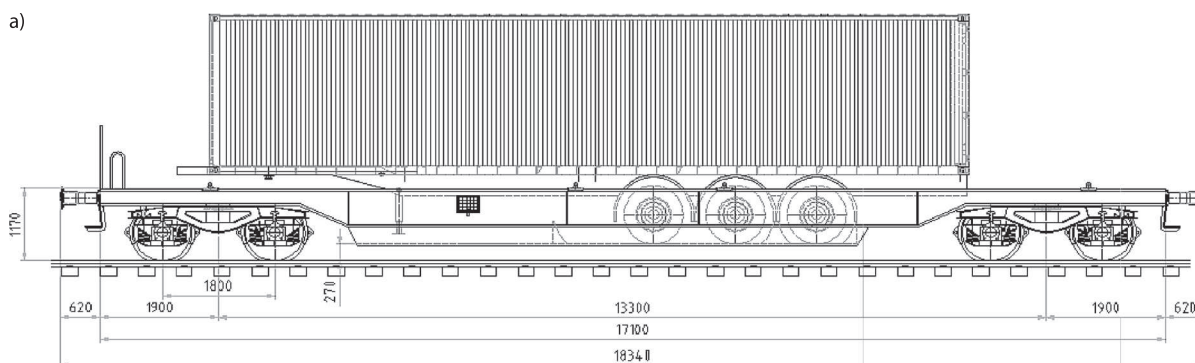
- samochodowych naczep siodłowych, jedno-, dwu- lub trzyosiowych, odpowiadających przepisom zawartym w Karcie UIC 596-5 [8],
- kontenerów o wielkości 20', 30' lub 40', odpowiadających przepisom zawartym w Karcie UIC 592-2 [6],
- pojemników wymiennych, odpowiadających przepisom zawartym w Karcie UIC 592-4 [7].

Pod względem organizacji przewozów, wyróżnia się dwa systemy kolejowych przewozów naczep siodłowych [4]:

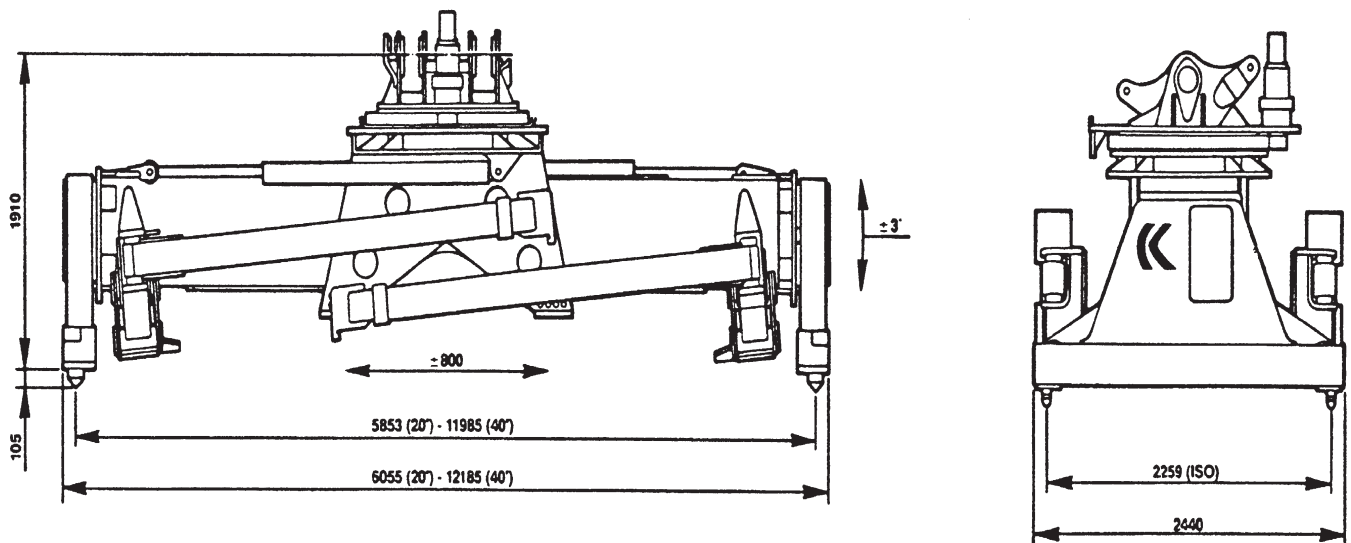
- 1) przewozy zwartymi składami pociągowymi,
- 2) przewozy wielogrupowe (pociągi zawierają w swoich składach wagony przeznaczone do różnych miejsc odbioru).

Organizacja przewozów naczep siodłowych nie przewiduje włączania do składu pociągu pojedynczych, ładunkowych wagonów kieszeniowych, ponieważ w celu skierowania takiego wagonu na terminal przeładunkowy, na stacjach pośrednich takie wagony są wyłączane z pociągu.

Na rysunku 3 pokazano wagon kieszeniowy serii Sdgmns 743 do przewozu naczep siodłowych, wymiennych nadwozi i kontenerów wielkich. Na wagonie są widoczne trzpień mocujące dla kontenerów wielkich i wymiennych nadwozi.



Rys. 3. a) Wagon kieszeniowy serii Sdgmns 743 [14],
b) wagon kieszeniowy z naczepą w składzie pociągu [13]



Rys. 4. Rama przeładunkowa z uchwytem kleszczowym do przemieszczania naczep siodłowych, wymiennych nadwozi i kontenerów wielkich [2]

3. Jednostki ładunkowe

Podsystem kieszeniowy służy przede wszystkim do przewozu naczep siodłowych przystosowanych do transportu kolejną. Naczepa dostosowana do takich przewozów musi spełniać wiele wymagań konstrukcyjnych, do których należy m.in.:

- wysokość przestrzeni ładunkowej nie może przekroczyć 3000 mm przy całkowitej wysokości naczepy nie przekraczającej 4000 mm,
- odpowiednie wzmocnienie konstrukcji ramy podwozia w taki sposób, aby było możliwe podniesienie naczepy za pomocą dźwigni wyposażonej w ramy przeładunkowe z uchwytem kleszczowym (spredery); przykładowe rozwiązanie takiego urządzenia pokazano na rysunku 4,
- wzmocnienie płyty nadsiodłowej,
- całkowita wysokość wagonu wraz ze standardową naczepą nie może przekroczyć 4876 mm,
- sworznię królewską naczepy siodłowej, zazębiający się z siodłem wagonu, powinien być dostosowany do wysokości siodła 950 mm,
- możliwość odchylenia lub demontowania bocznych listew przeciwnajzdowych,
- możliwość podnoszenia, odchylenia lub chowania tylnej belki przeciwnajzdowej i listwy ze światłami, a także możliwość podwijania tylnego chlapacza i zamocowanie do błotnika, co zapobiega ich uszkodzeniu podczas umieszczania naczepy siodłowej na wagonie.

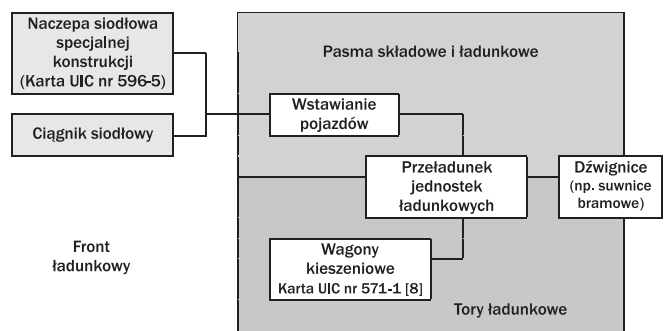
Konstrukcja naczep siodłowych powinna uwzględniać wymagania zawarte w normie PN-EN 12642:2017 [5] (wymagania oznaczone literą: *L* – dla prędkości jazdy do 120 km/h lub *XL* – dla prędkości jazdy do 140 km/h). Ogólny widok naczepy siodłowej dostosowanej do przewozu na wagonach kieszeniowych, uniesionej za pomocą ramy przeładunkowej z uchwytem kleszczowym, pokazano na rysunku 5.



Rys. 5. Przeładunek naczepy siodłowej [12]

4. Technologia prac ładunkowych

Przeładunek naczep siodłowych może być wykonany w punktach transportu intermodalnego lub w terminalach. Wymagane elementy infrastruktury technicznej terminala i technologii dla podsystemu kieszeniowego zamieszczono na rysunku 6.



Rys. 6. Wymagane elementy infrastruktury technicznej terminala i technologii dla podsystemu kieszeniowego [10]

Stałe punkty transportu intermodalnego mają zazwyczaj zakres działania ograniczony do przeładunku jednostek ładunkowych, a w niektórych przypadkach także do ich doraźnego okresowego składowania. Łądowe terminale transportu intermodalnego prowadzą pełny zakres usług (przeładunkowych, składowych, serwisowych, informacyjnych) i mogą być ważnymi ogniwami nowoczesnych centrów logistycznych.

Naczepy siodłowe są przeładowywane pionowo. Do tego celu wykorzystuje się suwnice bramowe (torowe lub jezdniowe) lub wozy podnośnikowe (z masztem pionowym lub wypadowym).

Front ładunkowy terminala przeznaczonego do obsługi podsystemu kieszeniowego powinien mieć przynajmniej jeden tor ładunkowy o długości dostosowanej do długości obsługiwanego składu pociągu. W takim przypadku, kiedy warunki terenowe nie pozwalają na przygotowanie jednego toru ładunkowego, można projektować układy torowe równoległe w taki sposób, aby mogły one być obsługiwane np. przez tę samą suwnicę. Z tego względu muszą znajdować się w zasięgu jej pracy. Takie układy torów ładunkowych wymagają jednak dodatkowych prac manewrowych związanych z dzieleniem składu pociągu, co zwiększa koszty i wydłuża czas przygotowania wagonów do czynności ładunkowych. Projektując taki układ torowy należy pamiętać, aby tory były położone w linii prostej. Dotyczy to zwłaszcza frontów ładunkowych obsługiwanych suwnicami torowymi. Tory powinny być ułożone w poziomie lub z dopuszczalnym pochyleniem podłużnym, nie przekraczającym 0,5‰. W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się pochylenie do 1,5‰ pod warunkiem stałego zabezpieczenia wagonów przed zbieganiem. Terminal przeładunkowy powinien mieć drogowy układ komunikacyjny, w którego skład wchodzi:

- pasmo lub pasma torowe,
- pasma torowe torów podsuwnicowych (dotyczy rozwiązań frontów ładunkowych z suwnicami torowymi),
- pasmo lub pasma ładunkowe,
- pasmo składowania międzyoperacyjnego naczep siodłowych,
- pasy ruchu dla pojazdów drogowych (ciągników siodłowych z naczepami),
- wewnętrzne drogi komunikacyjno-manewrowe dla pojazdów drogowych i maszyn ładunkowych,
- drogi dojazdowe, łączące terminal z siecią dróg publicznych.

Z uwagi na realizację przeładunków w układzie pionowym, nad torami ładunkowymi nie może znajdować się sieć trakcyjna. Podczas projektowania układu torowego terminala należy uwzględnić następujące wymagania szczegółowe [11]:

1. Odległość osi torów od budynków lub innych obiektów infrastruktury (z wyjątkiem ramp ładunkowych) powinna być, co najmniej równa połowie szerokości skrajni UIC-C1, zwiększonej o 1 metr. W przypadku niezabudo-

wanego toru, odległość od osi toru na odcinku prostym do krawędzi placu ładunkowego powinna wynosić od 1,65 m, a do krawędzi rampy bocznej – 1,725 m.

2. Rozstaw torów należy przyjmować w zależności od ich przeznaczenia oraz przewidywanego zagospodarowania międzytorzy. Minimalny rozstaw torów nie powinien być mniejszy niż 4,50 m (w przypadku międzytorza niezabudowanego), 4,75 m – w przypadku ustawienia w międzytorzu, np. masztów oświetleniowych. Minimalna odległość między osią toru szlakowego i ładunkowego powinna wynosić 6,0 m.
3. Tory ładunkowe powinny być projektowane w linii prostej. Dotyczy to głównie frontów ładunkowych obsługiwanych suwnicami torowymi. Jeżeli front ładunkowy jest wyposażony w suwnice torowe, tory jezdne suwnic powinny być ułożone w poziomie. W szczególnych przypadkach dopuszcza się pochylenie nie większe niż 0,5‰.
4. Długość torów przyjazdowo-odjazdowych, zgodnie z umową AGTC, powinna wynosić 750 m.

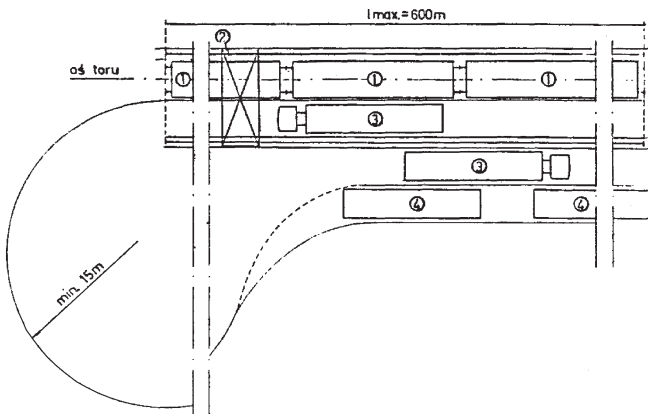
Drogowy układ komunikacyjny terminala przeładunkowego składa się z następujących elementów [11]:

- pasm ładunkowych i pasów ruchu dla pojazdów samochodowych w układzie ładunkowym terminala,
- wewnętrznych dróg komunikacyjno-manewrowych dla pojazdów samochodowych i maszyn przeładunkowych na terenie terminala,
- dróg dojazdowych, łączących terminal z siecią dróg publicznych.

Układ ten powinien zapewniać:

- bezkolizyjny ruch pojazdów samochodowych i maszyn ładunkowych na terenie terminala,
- możliwość zawracania pojazdów samochodowych i maszyn ładunkowych (istnienie odpowiednich pętli drogowych),
- sprawną pracę frontu ładunkowego terminala,
- dogodne powiązania z siecią dróg publicznych oraz dogodne wjazdy i wyjazdy z terenu terminala.

W układzie ładunkowym terminala należy przyjmować szerokość pasa ruchu dla pojazdów samochodowych równą 3,5 m. W odniesieniu do jezdni z dwoma pasami ruchu, dopuszcza się szerokość jezdni równą 6,0 m. Szerokość dróg komunikacyjno-manewrowych dla maszyn ładunkowych należy ustalać na podstawie charakterystyk techniczno-eksploatacyjnych maszyn ładunkowych przewidywanych do realizacji przeładunków w określonej technologii pracy. Nawierzchnia dróg powinna być utwardzona, gładka, o dobrej przyczepności, odporna na zużycie i dająca się łatwo naprawiać. Typ nawierzchni powinien być dostosowany do rodzaju oraz masy brutto pojazdów i maszyn ładunkowych, a także intensywności ich ruchu. Parametry wytrzymałościowe i wymiarowe muszą być zgodne z obowiązującymi normami. Przykładowe rozwiązanie terminala do przeładunku naczep siodłowych pokazano na rysunku 7.



Rys. 7. Przykład rozwiązania frontu ładunkowego terminala transportu intermodalnego z suwnicą torową [3]: 1) wagon kieszeniowy, 2) suwnica torowa, 3) pojazd drogowy, 4) naczepa siodłowa

W przypadku zastosowania do przeładunku suwnic torowych, długość frontu ładunkowego jest uzależniona od długości kabla zasilającego suwnicę. Nie ma to znaczenia przy zastosowaniu suwnic jezdniowych lub wozów przeładunkowych. Długość frontu ładunkowego zależy od przyjętej technologii pracy punktu ładunkowego. Podczas podwójnych operacji ładunkowych i przygotowania pociągu do odjazdu na torach ładunkowych, minimalną długość toru należy obliczyć ze wzoru:

$$l_{\min} = n_{wk} l_{wk} + l_{rdt} \quad (1)$$

gdzie:

- l_{\min} – minimalna długość toru punktu ładunkowego lub terminala [m],
- n_{wk} – liczba wagonów kieszeniowych w składzie pociągu lub grupie wagonów,
- l_{wk} – długość wagonu kieszeniowego [m],
- l_{rdt} – rezerwa długości toru [m].

Z ekonomicznego punktu widzenia jest zasadne stosowanie podwójnych operacji ładunkowych. Oznacza to, że po wyładunku naczepy siodłowej, na ten sam wagon zostaje załadowana inna naczepa siodłowa. Ogranicza to możliwość występowania w transporcie intermodalnym tzw. próżnych przebiegów wagonów.

Oprócz obliczeniowej długości toru, istotnym elementem jest minimalny czas pobytu składu pociągu pod czynnościami ładunkowymi. W przypadku podwójnych operacji ładunkowych czas trwania czynności ładunkowej będzie wynosił:

$$T_p = T_w + T_n \quad (2)$$

gdzie:

- T_p – czas trwania podwójnej operacji ładunkowej w odniesieniu do składu pociągu (pobyt wagonów pod czynnościami ładunkowymi) [min],
- T_w – czas trwania operacji związanych z wyładunkiem naczep siodłowych [min],

T_n – czas trwania operacji związanych z naładunkiem naczep siodłowych [min].

Czas trwania operacji związanych z wyładunkiem naczep siodłowych (T_w) można obliczyć ze wzoru:

$$T_w = n(t_{pnw} + t_{dmi} + t_{uk} + t_{ppo} + t_{ok}) \quad (3)$$

gdzie:

- n – liczba wagonów kieszeniowych w składzie pociągu,
- t_{pnw} – czas przygotowania naczepy siodłowej do wyładunku [min],
- t_{dmi} – czas dojazdu maszyny ładunkowej do naczepy siodłowej stojącej na wagonie [min],
- t_{uk} – czas ustawienia uchwyty kleszczowego względem naczepy siodłowej [min],
- t_{ppo} – czas podnoszenia, przemieszczania i opuszczania naczepy siodłowej [min],
- t_{ok} – czas odłączenia uchwyty kleszczowego od naczepy siodłowej i jego podniesienie [min].

Jeśli punkt ładunkowy dysponuje odpowiednią liczbą pracowników ładunkowych, wówczas t_{pnw} może dotyczyć jedynie pierwszego wagonu kieszeniowego, a przygotowanie kolejnych naczep siodłowych do wyładunku może odbywać się w trakcie trwania czynności przeładunkowych na poprzednich wagonach.

Jeżeli na froncie ładunkowym pracują dwie maszyny ładunkowe o takiej samej wydajności, wówczas otrzymaną wartość czasu należy podzielić przez dwa. W przypadku wykorzystywania maszyn ładunkowych o różnej wydajności, czas trwania operacji związanych z wyładunkiem będzie sumą czasu obsługi części wagonów przez jedną i drugą maszynę. Czas trwania operacji związanych z naładunkiem naczep siodłowych (T_n) można obliczyć ze wzoru:

$$T_n = n(t_{dmi_1} + t_{uk_1} + t_{pop_1} + t_{ok_1} + t_{pnp}) \quad (4)$$

gdzie:

- n – liczba wagonów kieszeniowych w składzie pociągu,
- t_{dmi_1} – czas dojazdu maszyny ładunkowej do naczepy siodłowej stojącej na placu [min],
- t_{uk_1} – czas ustawienia uchwyty kleszczowego względem naczepy siodłowej [min],
- t_{pop_1} – czas podnoszenia, przemieszczania i opuszczania naczepy siodłowej [min],
- t_{ok_1} – czas odłączenia uchwyty kleszczowego od naczepy siodłowej i jego podniesienie [min],
- t_{pnp} – czas przygotowania naczepy siodłowej na wagonie do przewozu [min].

5. Ogólna charakterystyka podsystemu

Zalety podsystemu:

- 1) zastosowanie w wagonach kieszeniowych typowych wózków z kołami o średnicy 760 lub 920 mm powoduje,

że przejazd tych wagonów po sieci kolejowej nie wymaga spełnienia przez tory specjalnych warunków technicznych;

- 2) w przypadku uszkodzenia wagonu kieszeniowego w składzie pociągu, istnieje możliwość jego szybkiego wyłączenia na najbliższej stacji;
- 3) obsługa ładunkowa wagonów może odbywać się w dowolnej kolejności;
- 4) na wagonach kieszeniowych mogą być przewożone jedynie naczepy bez ciągników siodłowych, co wpływa na poprawę wskaźnika tary, tj. stosunku masy ładunku do masy brutto przesyłki;
- 5) w sytuacjach awaryjnych istnieje możliwość przewozów pojedynczych wagonów kieszeniowych w składzie pociągu;
- 6) wagony kieszeniowe mają także możliwość przewozu nadwozi wymiennych i kontenerów wielkich, dzięki czemu w maksymalny sposób ogranicza się ich próżne przebiegi;
- 7) podsystem wpływa na:
 - ograniczenie zużycia paliw płynnych,
 - zmniejszenie zatorów na drogach,
 - poprawę bezpieczeństwa ruchu na drogach kołowych,
 - skrócenie czasu przejazdu od nadawcy do odbiorcy ładunku (w porównaniu do przewozów bez wykorzystania jednostek ładunkowych),
 - rozwój transportu intermodalnego w przewozach ładunków,
 - realizację przewozów w nowoczesnych systemach, takich jak np. „dostawa na czas”, co umożliwi spełnianie coraz większych wymagań użytkowników;
- 8) przewóz naczepy siodłowej umożliwia wykorzystanie ciągników siodłowych do innych zadań przewozowych;
- 9) niska energochłonność przewozów;
- 10) wysoki poziom bezpieczeństwa oraz mniejsze ryzyko wystąpienia wypadków, w porównaniu do transportu drogowego.

Wady podsystemu:

- 1) podsystem wymaga przeładunku pionowego, z czym wiąże się konieczność wyposażenia terminala w urządzenia dźwignicowe (np. torowe lub jezdniowe suwnice bramowe, wozy podnośnikowe), mające osprzęt w postaci ramy przeładunkowej z uchwytem kleszczowym,
- 2) przeładunki nie mogą być prowadzone na torach zelektryfikowanych, z tego względu podstawianie wagonów może odbywać się po odłączeniu elektrycznej lokomotywy liniowej za pomocą spalinowej lokomotywy mancewowej,
- 3) podsystem wymaga dużego zaangażowania powierzchni utwardzonej terminala na całej długości toru ładunkowego; jej wielkość ulega zwiększeniu w przypadku zastosowania do przeładunku jezdniowych urządzeń dźwignicowych,
- 4) z punktu widzenia transportu drogowego, wadą jest dwukrotne przerwanie procesu transportowego spowodowane czynnościami ładunkowymi.

6. Podsumowanie

Przewozy naczep siodłowych koleją, tak jak pozostałe przewozy intermodalne, są zakwalifikowane do przewozów towarowych i przez to są kierowane na trasy o niższym priorytecie, co ma niekorzystny wpływ na czas przejazdu. Wprowadzenie podobnych zasad dla pociągów intermodalnych i pociągów pasażerskich umożliwiłoby skrócenie czasu przejazdu oraz zwiększenie atrakcyjności tej formy przewozu ładunków.

Warto podkreślić, że duże znaczenie dla wsparcia rozwoju transportu intermodalnego ma modernizacja infrastruktury (linie kolejowe oraz terminale przeładunkowe) i budowa regionalnych centrów logistycznych w pobliżu dużych aglomeracji miejskich. Likwidacja zamknięć torowych oraz podniesienie prędkości handlowej są czynnikami skłaniającymi do zawierania długoterminowych kontraktów [1].

Bibliografia

1. Analiza kolejowych przewozów intermodalnych w Polsce. UTK 2016.
 2. Gwiazda H.: *Intermodalne technologie transportu ładunków niebezpiecznych*. CNTK, Warszawa 1994.
 3. Jałocha-Koch H. i inni: *Wytyczne projektowania punktów ładunkowych transportu kombinowanego*. CNTK, Warszawa 1990.
 4. Kamińska K., Poliński J.: *Określenie niezbędnego zakresu oraz oszacowanie nakładów na rozbudowę, modernizację infrastruktury oraz wyposażenia technicznego systemu przewozów multimodalnych w Polsce do 2010 roku*. CNTK, Warszawa 1997.
 5. Karta UIC 571: Ujednolicone wagony towarowe dla ruchu międzynarodowego. Charakterystyki.
 6. Karta UIC 592-2: Wielkie kontenery do transportu ładowego. Warunki techniczne dla kontenerów wielkich do transportu ładowego dopuszczone do ruchu międzynarodowego.
 7. Karta UIC 592-4.: Wymienne nadwozia przystosowane do podnoszenia przy użyciu uchwytów kleszczowych.
 8. Karta UIC 596-5: Przewóz pojazdów drogowych na wagonach. Organizacja techniczna. Metoda nr 1. Transport naczep siodłowych zwykłych przystosowanych do podnoszenia przy użyciu uchwytów kleszczowych (wagony kieszeniowe).
 9. PN-EN 12642:2017: Zabezpieczanie ładunków na pojazdach drogowych. Konstrukcja nadwozi pojazdów do przewozu towarów. Wymagania minimalne.
 10. Poliński J.: *Intermodalna technologia transportu towarów*. Problemy Ekonomiki Transportu. Nr 2/3. Warszawa 2003.
 11. Poliński J.: *Rola kolei w transporcie intermodalnym*. Instytut Kolejnictwa, Warszawa 2015.
- #### Źródła internetowe
12. <http://4trucks.pl/prawo/item/3666-dla-kogo-komodalnosc-transportu.html> [dostęp 02.10.2017].
 13. <http://www.bahnbilder.de/1024/drehgestell-taschenwagen-eingestellt-mit-nr-37-641504.jpg> [dostęp 02.10.2017].
 14. https://pl.wikipedia.org/wiki/Wagon_kieszeniowy#/media/File:Sdgmns743_sketch.png [dostęp 04.10.2017].