ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2005
Seria: TRANSPORT z. 58 Nr kol. 1688

Tomasz ROKITA[1], Marian WÓJCIK[2]

ZASTOSOWANIE TRAMWAJU LINOWEGO W SYSTEMACH KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ

Streszczenie. W referacie przedstawiono główne cele opracowanego nowego systemu miejskiej kolei szynowo-linowej z pojazdami wyprzęganymi – Doppelmayr Cable Car. System ten nazwano tramwajem linowym DCC. Podano ogólną charakterystykę techniczną tego systemu porównując go z innymi środkami transportu miejskiego. W opracowaniu zamieszczono również wyniki przeprowadzonej na przykładzie miasta Salzburg porównawczej analizy ekonomicznej, odnoszącej się do kosztów inwestycyjnych oraz eksploatacyjnych omawianego systemu.

NEW SYSTEMS OF THE TOWN DCC CABLE CAR

Summary. Main assumptions of the new town system of the funicular with deteckable carriers have been presented in the paper. This system was called „DCC rope cable car''. The technical characteristic of that system compared with other means of town transport was given. Results of the comparison, economical analysis referring to the capital and operating costs of the proposed system have been discussed in the paper.

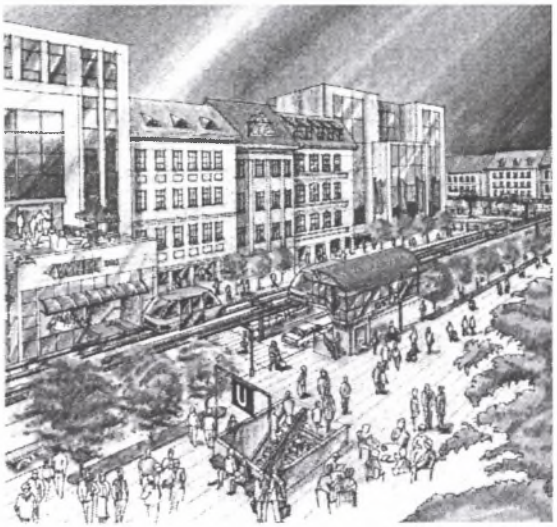
1. WPROWADZENIE

W przepełnionych samochodami dużych aglomeracjach miejskich oraz centrach turystycznych miast coraz częściej samochód staje się „nieruchomy", tkwiąc w zatorach, czyli popularnych „korkach". W tych sytuacjach należałoby sobie postawić pytanie: czy nadszedł już koniec bezgranicznej swobody i możliwości poruszania się człowieka samochodem? W odpowiedzi na tak postawione pytanie dalekowzroczni i odpowiedzialni urbaniści miejscy i menadżerzy turystyki wprowadzają strefy ograniczonego ruchu kołowego w centrach miast lub wręcz zamykają te centra dla takiego ruchu. Powszechnie stosowane systemy komunikacji zbiorowej wydają się rozwiązywać problem tylko częściowo. Współczesny człowiek, tak bardzo „mobilny", odrzuca często konieczność przejścia piechotą bądź oczekiwania na przystanku na autobus lub tramwaj kilka czy kilkanaście minut, uważając ten czas za bezpowrotnie stracony.

Powszechnie stosowane w turystyce koleje linowe o ruchu okrężnym z kabinami wyprzęganymi stworzyły podstawę techniczną dla systemu miejskiej kolei z wyprzęganymi pojazdami poruszającymi się po konstrukcji jezdnej. System ten nazwano Doppelmayr Cable Car w skrócie DCC (rys. 1 i 2). Turystyczne koleje linowe o dużej zdolności przewozowej

[1] Katedra Transportu Linowego, AGH w Krakowie
[2] Katedra Transportu Linowego, AGH w Krakowie

zapewniają praktycznie ciągły sposób transportu pasażerów. Periodyczne podjeżdżanie na przystanki pojazdów tej kolei w bardzo krótkich odstępach czasowych daje możliwość uzyskania wysokiej zdolności przewozowej. System ten w założeniu nie koliduje z normalnym ruchem kołowym, ponieważ pojazdy poruszają się po specjalnej konstrukcji jezdnej ułożonej nad drogami komunikacyjnymi lub pod nimi. System DCC charakteryzuje się dużą konkurencyjnością ekonomiczną w stosunku do innych systemów komunikacji miejskiej.

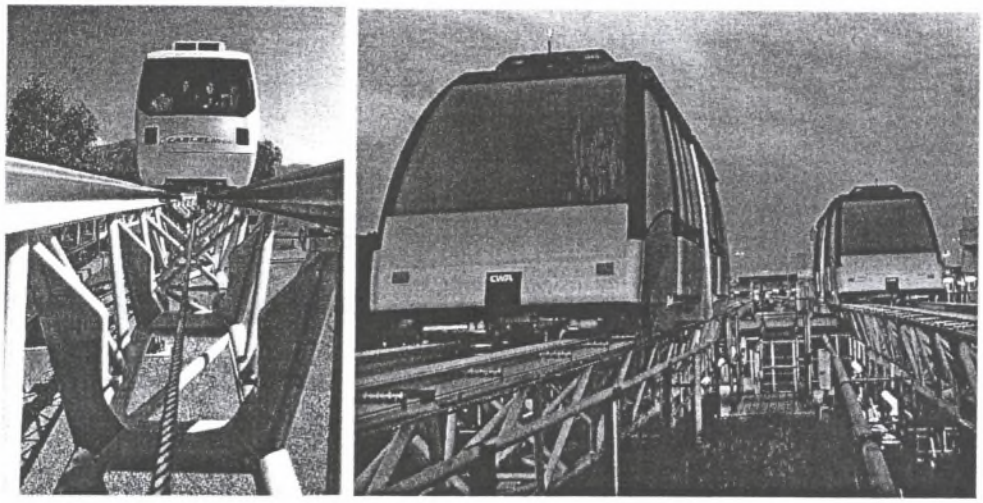


Rys. 1. Ogólna koncepcja urbanistyczna budowy systemu DCC w mieście
Fig. 1. General urban conception of the DCC system in town

Budowa konwencjonalnych systemów komunikacji zbiorowych pociąga za sobą duże nakłady, które bardzo długo się amortyzują. Tylko w pełni zautomatyzowany system zbiorowej komunikacji o budowie modułowej ogranicza nakłady inwestycyjne minimalizując koszty eksploatacji ze względu na ograniczenie liczby zatrudnionego personelu.

Modułowa budowa systemu DCC wraz z brakiem jakiejkolwiek emisji hałasu czy substancji szkodliwych, oszczędnością energii oraz małą powierzchnią zabudowy umożliwia jego dostosowanie do istniejącej infrastruktury. Należy zauważyć, że duża część powierzchni zajmowanej przez konstrukcję jezdni bądź stacji może być wykorzystywana również dla innych funkcji miasta. Zabudowa systemu DCC w strefach ruchu pieszego bądź ograniczonego ruchu kołowego pozwala na uzyskanie wzrostu wartości tych terenów dając równocześnie nową szansę ekologicznej komunikacji. Optyczną kompozycję poszczególnych elementów systemu DCC można uzyskać za pomocą odpowiedniej architektury skomponowanej ze środowiskiem.

Przytoczone cechy i własności wyprzęganej kolei miejskiej systemu DCC pozwalają na stwierdzenie, że w pełni realizuje on koncepcję ruchu przyjaznego dla środowiska naturalnego.



Rys. 2. Widok konstrukcji jezdnej i pojazdów DCC
Fig. 2. Outlook of the main construction and DCC cars

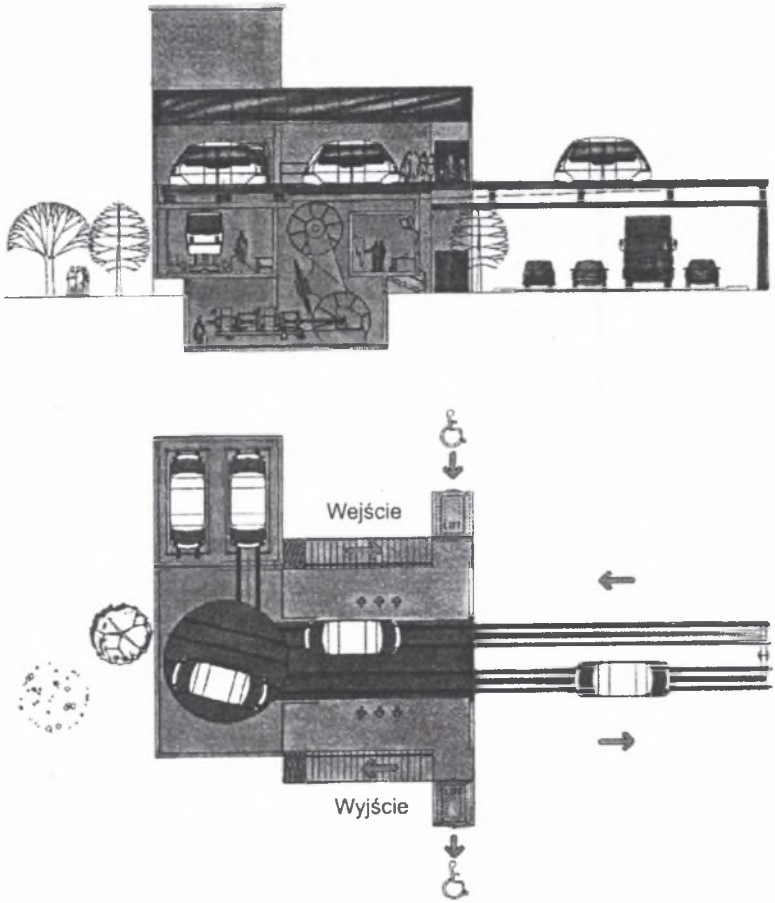
2. OPIS TECHNICZNY SYSTEMU DCC

2.1. Charakterystyka systemu

DCC jest koleją linową, której wyprzęgane i wprzęgane samoczynnie pojazdy poruszają się po konstrukcji jezdnej bazującej na stale poruszającej się linie, która zwykle jest umieszczona wewnątrz tej konstrukcji. W obszarze przystanków pojazdy są wyprzęgane z liny, hamowane i zatrzymywane dokładnie w ustalonej strefie wsiadania i wysiadania pasażerów.

Na peronie przystanku podczas ostatniej fazy zwalniania prędkości jazdy odbywa się samoczynne otwieranie dwuskrzydłowych drzwi pojazdu przesuwanych na boki tak, że tworzy się wejście o szerokości ok. 1,4 m, a płaszczyzna peronu dokładnie znajduje się na poziomie płaszczyzny podłogi pojazdu. Te cechy umożliwiają szybkie wsiadanie i wysiadanie oraz wygodny przejazd wózków dziecięcych, inwalidzkich itp. Jest to cecha wyróżniająca pozytywnie przedstawiony system w stosunku do innych środków komunikacji miejskiej. W polu widzenia z przystanków znajdują się zwykle dwa pojazdy - jeden nadjeżdżający i jeden już odjeżdżający. Minimalne odstępy kursowania pojazdów co ok. 35 sekund gwarantują zdolność przewozową około 3000 osób na godzinę w obu kierunkach jazdy. Rozkład jazdy staje się więc zbyteczny, a czekanie na pojazd należy do przeszłości.

Po wejściu wszystkich pasażerów drzwi samoczynnie zamykają się, pojazd jest przyspieszany, a po osiągnięciu prędkości liny wprzęgany na linę i tak przebywa drogę do następnego przystanku, gdzie cykl powtarza się. Poza szczytowymi okresami ruchu pasażerskiego przy zmniejszonej frekwencji podróżnych można dowolnie zmniejszać liczbę pojazdów w obiegu. Wyłączanie pojazdów z ruchu odbywa się na obrotnicach zainstalowanych na stacjach końcowych okrężnego systemu ruchu (rys. 3).



Rys. 3. Stacja końcowa systemu z umieszczonym w niszy napędem
Fig. 3. End station with drive

Kolej jest wyposażona w jeden centralny napęd liny umieszczony w stacji napędowej usytuowanej bezkolizyjnie z otoczeniem. Pomieszczenie napędu jest wytłumione tak, że na zewnątrz nie dochodzą hałas i dźwięki.

Pojazdy mają bardzo prostą budowę, są bardzo lekkie, nie potrzebują klasycznych elementów, które są konieczne w pojazdach samobieżnych takich jak silnik, skrzynia przekładniowa, hamulec itp. Odległość pomiędzy pojazdami ustalana i kontrolowana automatycznie przez system, nie może się zmieniać w czasie cyklu pracy, przez co system ten przewyższa systemy samobieżne pod względem bezpieczeństwa ruchu. Zasada ta zaczerpnięta z wyprzęganych kolei linowych napowietrznych kabinowych o ruchu okrężnym pozwala na uzyskanie wysokiego bezpieczeństwa ruchu przy dużej zdolności przewozowej w różnych warunkach klimatycznych.

Dzięki niewielkim wymiarom gabarytowym przystanków i innych zespołów system ten daje się łatwo zintegrować z już zabudowaną strefą. Omawiany system ma możliwości pokonywania zakrętów przy pełnej prędkości o minimalnym promieniu 30 m oraz odcinków o nachyleniu do 15%.

Takie zespoły jak: napęd, prowadzenie liny, wprzęgła, urządzenia przyspieszające i opóźniające pojazdy opracowano na bazie doświadczeń z kolei linowych wyprzęganych zgodnie z wymogami odpowiednich przepisów i techniki bezpieczeństwa w tamtych kolejach obowiązujących.

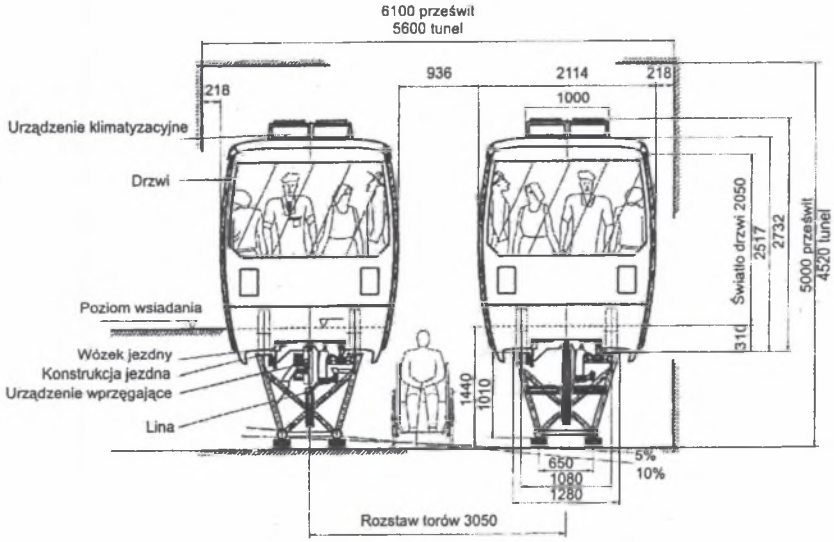
2.2. Cechy odróżniające system DCC od stosowanych systemów transportu miejskiego

DCC jest szczególnie przyjazny dla środowiska, jeździ bez emisji, tzn. bez hałasu, bez spalin, cechuje go niezwykle oszczędne wykorzystanie powierzchni. Centralny napęd liny znajduje się z reguły na końcu prowadzenia odcinka w wytłumionej stacji napędowej podziemnej, a prowadzenie liny w jezdni dzięki specjalnym środkom technicznym tłumi drgania i hałas. Konstrukcja jezdna uniesiona w górę zapewnia bezkolizyjność w stosunku do innych systemów komunikacji naziemnej. Możliwe jest także poprowadzenie trasy po ziemi lub w tunelu (rys. 4).

W przypadku konstrukcji jezdnej zbudowanej nad terenem przewidziana jest winda osobowa lub w zależności od zdolności przewozowej jako standard schody ruchome. W pewnych przypadkach zastosowań można umieścić przystanek na powierzchni ziemi.

Modułowa forma budowy systemu umożliwia obok bezkolizyjności i braku przeszkód ze strony innych systemów komunikacyjnych późniejszą dobudowę w istniejącą infrastrukturę. Dobudowa taka jest szybką inwestycją nieuciążliwą dla otoczenia.

Biorąc pod uwagę wyważoną architekturę towarzyszącą, system można włączyć do zamierzeń budowlanych miast poprzez usytuowanie przystanków w budynkach użyteczności publicznej lub kompleksach parkingowych. Oferowana jest przy tym nowa przyszłościowa i pełna fantazji szansa rozwoju życia w dużych aglomeracjach miejskich z zachowaniem mobilności ludności.



Rys. 4. Przekrój tunelu z pojazdami DCC z lewej strony w stacji z prawej na trasie
Fig. 4. Tunel with DCC type cars: on the station - left side, on the router - right side

Zdolność przewozową systemu DCC można porównać z 3-minutowym odstępem kursowania autobusu przegubowego ze 100 miejscami lub 5-sekundowym odstępem

kursowania samochodu osobowego z 4 podróżującymi pasażerami; bez przeszkód w obu kierunkach jazdy.

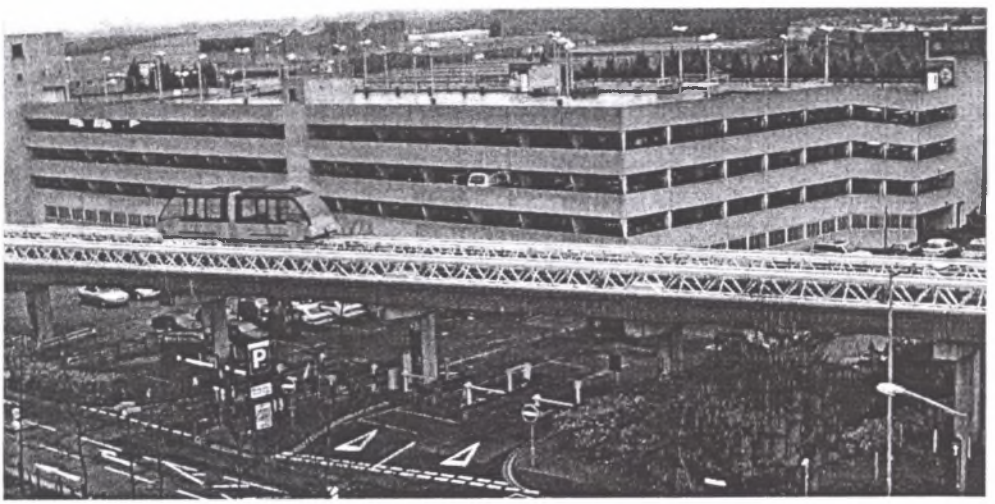
Wielkość pojazdu odpowiada 9-miejscowemu mikrobusowi, przy czym można optymalnie wykorzystać całą powierzchnię podłogi. Pojemność pojazdu w zależności od obszaru zastosowania wynosi od 20 do 30 osób, z czego 8-12 miejsc siedzących i 12-18 miejsc stojących; powierzchnie pojazdu i peronu znajdują się na tym samym poziomie.

Dzięki krótkim odstępom kursowania pojazdów mówimy tutaj o ruchu pasażerów ciągłym-płynnym. Dojścia do przystanków i powierzchnie komunikacyjne na samym przystanku z równopoziomowym wsiadaniem i wysiadaniem do pojazdu są tak ukształtowane, że pasażer bez pośpiechu zachęcany jest do poruszania się ze stałą prędkością.

DCC jest w pełni zautomatyzowanym systemem ruchu miejskiego o wysokiej zdolności przewozowej, z niewielkim nakładem inwestycyjnym, z czego wynikają tym samym niskie koszty, tzw. kilometromiejsca.

2.3. Obszary zastosowań systemu DCC

– Obiekty typu „park-and-ride", które przez połączenie systemu zostają włączone do obszarów centralnych miast.
– DCC jako element łączący z istniejącymi przewoźnikami takimi, jak: tramwaj, autobus, metro itd., w których DCC może przejąć „precyzyjny rozdział" i przyłączenie nowych dzielnic miasta.
– Miejscowości turystyczne, które mogą stosować DCC jako element atrakcyjności ofert oraz w celu ograniczenia ruchu w centrum miejscowości.
– Połączenia punktowe, które związane są z wymogiem spełnienia wysokiej zdolności przewozowej (np. lotniska, tereny targowe, centra komunikacyjne) itp.



Rys. 5. Przykład zastosowania tramwaju linowego na lotnisku w Birmingham w Wielkiej Brytanii
Fig. 5. Example of application of the cable car at the airport in Birmingham UK

3. PORÓWNANIE KOSZTÓW

Na przykładzie projektu systemu DCC dla miasta Salzburga przeprowadzono analizę porównawczą kosztów. Analizie poddano system o następujących parametrach:
1. Długość odcinków 1,47 km
2. Dwie stacje końcowe, po 4 przystanki na kierunku
3. Zdolność przewozowa 3000 osób/godz.
4. Praca 18 godz. /dobę.

W tablicy 1 podano wyniki porównawczej analizy kosztów.

Tablica 1

Porównanie kosztów eksploatacji i infrastruktury potrzebnej do funkcjonowania określonego systemu transportu miejskiego

	Liczba miejsc	Koszty pojazd/km [EUR]	Koszty osoba/miejsce/km [EUR]
Tramwaj linowy	30	1.01	0.034
Autobus przegubowy	125	4.33	0.035
Tramwaj	182	14.09	0.070

Dane zaczerpnięto z pracy doktorskiej W. Fischer, UT Wiedeń 1994.

4. PODSUMOWANIE

Przedstawiony w artykule system tramwaju linowego może stanowić ciekawą propozycję rozwiązania problemów komunikacyjnych centrów dużych miast. Możliwości techniczne wskazują, że jest to bardzo konkurencyjny system w stosunku do klasycznych środków komunikacji miejskiej.

Literatura

1. Der Cable Liner im urbanen und touristischen Nahverkehr - Doppelmayr Seilbahn-Vertriebsgesellschaft m.b.H in kooperation mit Siemens AG Osterreich.
2. Informationsschrift die DCC im touristischen und urbanen Nahverkehr- Doppelmayr Seilbahn-Vertriebsgesellschaft m.b.H.
3. Fischer W.: Die Analyse der Bau und Bertriebskosten des DCC im Vergleich Diplomarbeit am Institut fur Transportwirtschaft, WU Wien 1994.