



KOLEJE

dużych prędkości

– aspekty techniczne i społeczne,
Hyperloop One

tekst: **mgr KAROL TRZOŃSKI, dr ALEKSANDER OSTENDA**, Wyższa Szkoła Techniczna w Katowicach, Wydział Architektury, Budownictwa i Sztuk Stosowanych

Niniejszy artykuł opisuje nowoczesną technologię związaną z kolejami dużych prędkości – projekt Hyperloop One. Autorzy próbują również odpowiedzieć na pytanie, w jaki sposób inicjatywy dotyczące kolei dużych prędkości są odbierane przez opinię publiczną.

Wstęp

Zdefiniowanie czasu nie jest łatwe. Każdą wielkość fizyczną można wielokrotnie zmierzyć, ale nie da się zmierzyć dwukrotnie tej samej chwili lub tego samego przedziału czasu. Można stwierdzić, że czas określa kolejność zdarzeń, odstępy między kolejnymi zdarzeniami oraz informuje, jak długo coś się dzieje [1].

Czas odgrywa w życiu człowieka coraz większą rolę. Z roku na rok żyje się coraz szybciej. Presja otoczenia zwiększa tempo życia codziennego. Problem ten dotyczy przede wszystkim mieszkańców dużych aglomeracji. Nieustannie przybywa terminów egzaminów, zadań, prac, obowiązków związanych z wykonywaniem zawodu lub studiami. Pogodzenie życia zawodowego z rodzinnym staje się coraz trudniejsze. Kluczowa staje się odpowiedź na pytanie, co

zrobić, aby zaoszczędzić czas, albo chociaż uświadomić sobie, jak go marnujemy.

Funkcjonowanie we współczesnej rzeczywistości wymaga przemieszczania się. Potrzeba ta generuje stale narastające problemy komunikacji publicznej. Nieprzystosowana lub przestarzała infrastruktura komunikacyjna nie nadąża za potrzebami społeczeństwa. Niewielka prędkość środków masowego transportu, ogromne natężenie ruchu prowadzące do korków komunikacyjnych, przestarzałe technologie to tylko niektóre przyczyny uniemożliwiające szybką mobilność, co jest jednoznaczne ze stratą czasu.

Jedną z form rozwiązania problemów komunikacyjnych jest funkcjonująca już w niektórych krajach kolej dużych prędkości (KDP). Rewolucją może stać się projekt Hyperloop One, który obecnie jest w fazie przygotowawczej.

Artykuł przygotowano na podstawie analizy literatury fachowej i publikacji prasowych oraz socjologicznych metod badawczych, takich jak ankieta i wywiad pogłębiony. Badania przeprowadzono wśród studentów i pracowników Wydziału Architektury, Budownictwa i Sztuk Stosowanych Wyższej Szkoły Technicznej w Katowicach, studiujących na kierunku budownictwo.

Koleje dużych prędkości – przykłady

Pod pojęciem KDP rozumiemy wykonywanie przewozów pasażerskich z prędkościami powyżej 200 km/h. Termin ten należy rozpatrywać w kontekście całości usługi transportowej i związanej z nią infrastruktury, a nie tylko taboru kolejowego. Dlatego też do funkcjonowania KDP niezbędne są nie tylko pociągi mogące rozwijać dużą prędkość, ale przede wszystkim odpowiednie linie kolejowe, zwykle także dworce kolejowe oraz odrębne systemy biletowe.

KDP jest odmianą pasażerskiego transportu kolejowego. Charakteryzuje się większymi prędkościami przemieszczania, znacznie szybszymi niż tradycyjny tabor kolejowy. Głównym czynnikiem rozwoju KDP jest i było odwieczne dążenie człowieka do przekraczania barier, łamania ograniczeń i ustanawiania nowych rekordów prędkości.

Zakres pojęcia KDP jest bardzo szeroki. Z technicznego punktu widzenia szybka kolej zaczyna się w miejscu, gdzie kończy się kolej konwencjonalna, a więc w sytuacji, gdy mamy do czynienia z prędkością 200–250 km/h. Jednak dla większości systemów narodowych kolei konwencjonalnych prędkość kończy się na 160 km/h. Odnosząc się do pojęcia KDP w najbardziej sformalizowany sposób, należy stwierdzić, że wiąże się ono z prędkością 250 km/h lub większą [2].

Zgodnie z danymi za kwiecień 2014 r., światowa konwencjonalna kolej dużych prędkości obejmuje 29 792 km linii, 18 356 km jest w budowie, a 34 664 km linii ma powstać w ciągu kilku najbliższych lat [3].

Linie kolei dużych prędkości zazwyczaj można realizować według czterech głównych typów [4]:

- dedykowany (np. japoński Shinkansen), gdzie tabor porusza się na specjalnie wydzielonych liniach kolejowych z obsługą wyłącznie szybkich pociągów. System został opracowany, ponieważ istniejące japońskie sieci kolejowe były mocno przeciążone (rozstaw 1067 mm). Shinkansen to pociągi normalnotorowe (rozstaw 1435 mm);
- mieszany szybki (np. francuski TGV) – typ ten obejmuje dedykowane linie, na których poruszają się tylko szybkie pociągi, oraz zmodernizowane linie, które służą zarówno KDP, jak i konwencjonalnym pociągom;
- mieszany konwencjonalny (np. hiszpański AVE) – szybkie pociągi poruszające się na torach o standardowym rozstawie, które służą także pociągom mniejszych prędkości. Wolniejsze

pociągi, wyposażone w system przyrządów zmiany rozstawu osi, mogą poruszać się zarówno na torach o standardowym rozstawie, jak i o szerokim rozstawie, obowiązującym w kolejach Półwyspu Iberyjskiego;

- w pełni mieszany – w tym typie (np. niemiecki ICE) większość torów jest kompatybilna ze wszystkimi poruszającymi się pociągami, zarówno szybkimi, jak i towarowymi.

Techniczne specyfikacje interoperacyjności [5, 6] odnoszące się do infrastruktury KDP rozróżniają trzy kategorie linii kolejowych:

- I kategoria – linie, na których może być prowadzony ruch z prędkością równą lub przewyższającą 250 km/h,
- II kategoria – linie, które w wyniku modernizacji są dostosowane do rozwijania prędkości 200 km/h,
- III kategoria – nowe lub zmodernizowane linie dużych prędkości, na których istnieją miejscowe ograniczenia prędkości. Ograniczenia te muszą posiadać uzasadnione przyczyny.

Wynikiem poszukiwania nowych systemów transportowych jest kolej magnetyczna, w której brak jest kontaktu pojazdu z torem. Dzieje się tak dzięki unoszeniu elektromagnetycznemu, realizowanemu przez odpychanie się lub przyciąganie bardzo silnych magnesów stałych lub elektromagnesów ułożonych w torze i umieszczonych w pojeździe. Układ ten zapewnia również stabilizację poziomą pojazdu, nadając kierunek zgodny z rozmieszczeniem elektromagnesów [7].

W porównaniu do konwencjonalnych pociągów kolej magnetyczna charakteryzuje się:

- bezdotykowym systemem transportu zasilanego elektrycznie. Zazwyczaj jest pozbawiony kół, łożysk i osi typowych dla konwencjonalnej kolei;
- teoretycznie umożliwia uzyskanie większej prędkości niż kolej konwencjonalna, aczkolwiek eksperymentalne pociągi konwencjonalne zbliżają się do rekordów ustalonych przez kolej elektromagnetyczną;
- brakiem zużycia elementów mechanicznych. W tradycyjnej kolei zużycie mechaniczne kół, szyn itp. rośnie wykładniczo wraz z prędkością [8];
- niewielkim wpływem na warunki atmosferyczne. Szczególnie na układ hamowania, ze względu na odmienną zasadę jego działania;
- niestandardowym torem, w dodatku istniejąca infrastruktura nie jest ze sobą kompatybilna;



Koleje dużych prędkości, stan w 2013 r., kółka oznaczają linie istniejące, kwadraty – linie projektowane i budowane



Koleje dużych prędkości, stan przewidywany w 2025 r., kółka oznaczają linie istniejące, kwadraty – linie projektowane i budowane

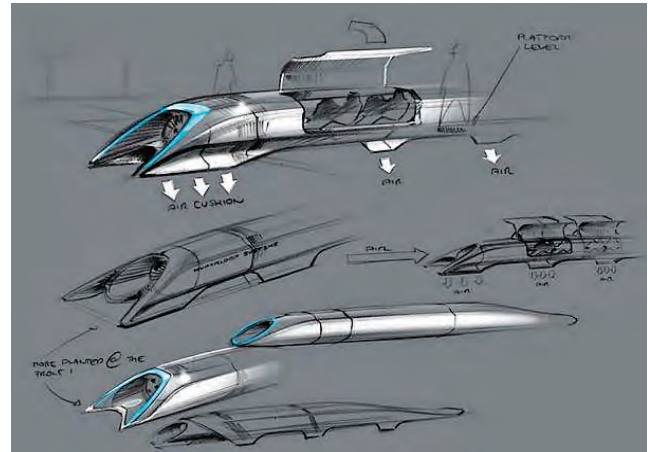
- sposobem napędzania, który cechuje się większą skutecznością napędu niż kolej konwencjonalna. Wyeliminowano opory toczenia, jednak jednocześnie pojawił się opór przyciągania elektromagnetycznego. Pomimo to opory poruszania się pociągu są mniejsze [9];
- wyposażeniem w ciężkie magnesy lub elektromagnesy. Szacuje się, że potrzebna moc elektryczna do zasilania elektromagnesów to 1–2 kW na tonę pociągu. Stąd 50-tonowy Transrapid, który dodatkowo może podnieść 20 t, szacunkowo zużywa 70–140 kW;
- napędem, gdzie system musi być rozproszony po całym pojeździe, takie rozwiązanie stosuje się coraz częściej także w konwencjonalnych elektrycznych zespołach trakcyjnych;
- niższą emisją hałasu niż konwencjonalny pociąg rozwijający równorzędną prędkość. Badania dowodzą, że hałas odczuwalny jako dotkliwy jest w przypadku pociągów konwencjonalnych o 5–10 dB wyższy [10, 11].
- hamulcami posiadającymi wyższą sprawność, gdyż proces hamowania wynika z oddziaływań elektromagnetycznych, a nie mechanicznych;
- systemami sterowania ruchem, które w przypadku kolei magnetycznej nie są żadnym kompromisem pomiędzy istniejącymi standardami a funkcjonalnością, jak to jest w przypadku kolei konwencjonalnej. Wynika to z faktu, że systemy sterowania nie muszą być kompatybilne z jakąkolwiek inną linią;
- układem geometrycznym, który może być projektowany i wykonany jako linia jedno- lub dwutorowa. Trasa posiada znacznie mniejsze promienie łuków poziomych (w przypadku systemu Transrapid dla założonej prędkości 300 km/h jest to łuk o promieniu 2300 m, w porównaniu z promieniami 3200–7000 m na kolejach tradycyjnych) oraz pochylenia do 10% (do 4% w przypadku klasycznej kolei).

Jak wynika z powyższego, kolej elektromagnetyczna oferuje wiele korzyści. Jednakże koszt realizacji oraz stopień komplikacji technologicznej powodują, że aktualnie uruchomione są dwa systemy tego rodzaju transportu.

Bardzo ważną zaletą kolei dużych prędkości jest zapewnienie szybkiego transportu pomiędzy centrami miast. Pokonywanie dużych odległości koleją jest bardzo wygodne i bardziej komfortowe niż podróż samolotem. Pociąg zapewnia swobodę poruszania się po jego wnętrzu, dostęp do restauracji, sieci elektrycznej, a coraz częściej również do szybkiego Internetu. To tylko niektóre z aspektów, które sprawiają, że ten środek transportu może wygrywać z transportem lotniczym. Nawet w miastach, w których lotnisko znajduje się stosunkowo blisko centrum (np. Warszawa), łączny czas podróży może nierzadko oscylować w granicach czasu podróży pociągiem dużych prędkości. Do czasu podróży samolotem musimy doliczyć dojazd do lotniska, konieczność zgłoszenia się do odprawy i samą odprawę.

Hyperloop One – rewolucyjne rozwiązanie

W celu przemieszczania się wybieramy różne środki transportu. W zależności od jego rodzaju i pokonywanego dystansu czas podróży będzie różny. Krótkie odcinki lepiej pokonywać szybkim pociągiem niż samolotem. Ten drugi porusza się wprawdzie szybciej, ale za to tracimy sporo czasu na dojazd na lotnisko i odprawę. Kolej ma tę przewagę, że dworce z reguły mieszczą się w centrach miast. Wadą natomiast jest to, że



Szkice kapsuł Hyperloop One

nawet szybkie koleje poruszają się ze stosunkowo niewielką prędkością w odniesieniu do transportu lotniczego.

Wprawdzie rekordy prędkości pociągów mogą pobudzać wyobraźnię, jednak ich rzeczywista prędkość jest od tych rekordów znacznie niższa. Przykładowo: Japonia – rekordowa prędkość 603 km/h, dopuszczalna prędkość 320 km/h; Korea Południowa – rekordowa prędkość 421 km/h, dopuszczalna prędkość 300 km/h; Chiny – rekordowa prędkość 501 km/h, dopuszczalna prędkość 350 km/h; Francja – rekordowa prędkość 575 km/h, dopuszczalna prędkość 320 km/h [12].

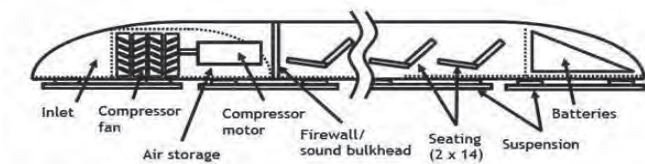
Hyperloop One to innowacyjny środek transportu pasażerskiego, który jest swoistą hybrydą samolotu i szybkiego pociągu. Hyperloop łączy zalety samolotu i pociągu, a jednocześnie pozwala uniknąć ich wad. System transportowy Hyperloop ma zostać w całości umieszczony na słupach – niczym starożytne akwedukty. W długiej rurze będą się poruszały pojedyncze kapsuły z prędkością ponaddwukrotną – ok. 1200 km/h.

Technologia zapowiada się bardzo interesująco. Umożliwia uzyskanie nie tylko dużych prędkości, ale także bezpieczeństwo. Pod względem bezpieczeństwa system wydaje się niemal niezawodny.

Kapsuły znajdowałyby się na magnetycznych płozach ze stopu wykorzystywanego przez amerykańskie przedsiębiorstwo przemysłu kosmicznego Space X (odpornego na wysokie temperatury). Wskutek umieszczonych w kapsułach pomp oraz otworów w płozach pod kabinami tworzyłby się rodzaj poduszki powietrznej, dzięki której pojazd by lewitował. Również w przypadku awarii zasilania pojazd nadal by lewitował, a dopiero po osiągnięciu prędkości minimalnej urządzenie dotknęłoby konstrukcji [13].

Idea poruszania się polega na tym, że każda kapsuła ma kompresor, który zasysa powietrze z przodu pojazdu i przepompowuje je do tyłu, a także w mniejszym stopniu na boki. To napędza kapsułę i tworzy rodzaj poduszki powietrznej, w której ta się unosi.

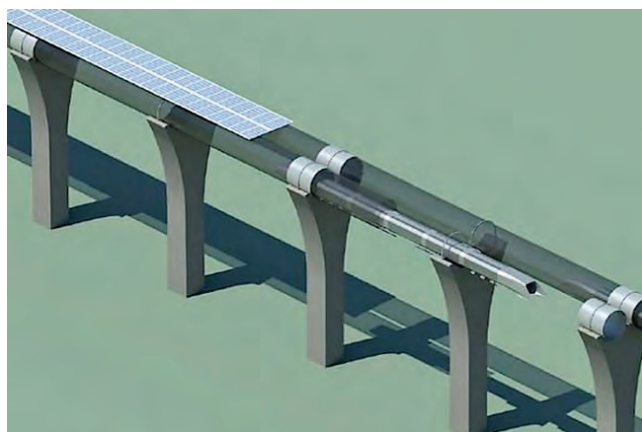
Hyperloop nie będzie wymagał dodatkowej energii, gdyż na szczycie tunelu będą znajdować się panele słoneczne, które dostarczą więcej energii, niż faktycznie będzie potrzebne. Jak widać, Hyperloop ma osiągać ogromne prędkości dzięki zredukowaniu w zasadzie do zera tarcia oraz oporów powietrza i przeciwdziałaniu ziemskiej grawitacji. Pomoże w tym również opływowy kształt kapsuły [14]. Każda kapsuła ma pomieścić 28 osób.



Schemat kapsuły pasażerskiej

W kapsułach pasażerowie będą podróżować w pozycji półleżącej, przypięci pasami do swoich foteli. Podczas jazdy nie będzie możliwości poruszania się po kapsule. By oszczędzić pasażerom klaustrofobicznych odczuć, ich uwagę ma zajmować rozbudowany system rozrywki, na ścianach mają być wyświetlane prezentacje.

Istotne jest to, że Hyperloop może być zasilany w całości energią słoneczną, w przeciwieństwie dla energochłonnych kolei konwencjonalnych, jak i transportu lotniczego.



Trasa Hyperloop One na palach, zasilanie panelami słonecznymi

Pomysłodawca projektu Hyperloop One, miliarder Elon Musk, policzył na przykładzie połączenia Los Angeles i San Francisco, że wprowadzenie w życie tego rewolucyjnego rozwiązania w transporcie publicznym powinno być tańsze niż budowa konwencjonalnej szybkiej kolei łączącej oba te miasta.

Pomysł amerykańskiego miliardera na superszybki transport chcą skopiować Rosjanie. Opracowywany w Rosji projekt zakłada budowę magistrali łączącej zachód Rosji z Dalekim Wschodem i południe z północą. Pierwszy odcinek ma połączyć bałtyckie porty z terminalami Moskwy. W odróżnieniu od Amerykanów Rosjanie w pierwszej kolejności pracują nad systemem transportu towarowego [15]. I chociaż krytycy twierdzą, że zbudowanie sieci takich połączeń będzie astronomicznie drogie, to wydaje się, że ludzka potrzeba zaoszczędzenia czasu stanowić będzie siłę napędową do realizacji i wdrożenia projektu Hyperloop One w życie.

Analiza badań

Do celów niniejszej publikacji przeprowadzono badania (ankiety) wśród 102 studentów Wydziału Architektury, Budownictwa i Sztuk Stosowanych w Wyższej Szkole Technicznej w Katowicach, studiujących budownictwo na studiach niestacjonarnych. Wśród respondentów było 23 studentów ze specjalnością drogi kolejowe, prowadzonej w ramach kierunku budownictwo.

Ankieta zawierała 27 pytań, w tym 18 pytań skategoryzowanych oraz dziewięć pytań otwartych. W metryczce zadano dziewięć pytań pozwalających na poznanie głównych cech respondentów (pytano m.in. o płeć, wiek, wykształcenie, kierunek studiów, miejsce zamieszkania i zawód). Ankieta miała charakter anonimowy.

Pytania dotyczyły preferowanego środka transportu, czasu podróży, pokonywanej odległości, częstotliwości przejazdów oraz rodzaju i kosztów biletu. Ponadto ocenie została poddana istniejąca infrastruktura, przekładająca się na czas przejazdu, komfort oraz bezpieczeństwo jazdy. Skoncentrowano się na transporcie kolejowym, dodatkowo poproszono respondentów, aby wyrazili opinię na temat działających kolei dużych prędkości oraz wizji środków transportu publicznego, przede wszystkim kolei, w najbliższej przyszłości. Najistotniejsze pytania dla niniejszego opracowania dotyczyły projektu Hyperloop One (przed badaniem projekt ten został respondentom przedstawiony).

Omówiona ankieta stanowi narzędzie badawcze pozwalające na poznanie opinii studentów na temat środków transportu publicznego, przede wszystkim transportu kolejowego, kolei dużych prędkości oraz projektu Hyperloop One. Ponadto przeprowadzono wywiad z kierownikiem kierunku budownictwo. Scenariusz wywiadu oparto na 20 pytaniach, które stanowią materiał uzupełniający do badań ankietowych. Uznano, że z racji swojego doświadczenia, jako wieloletni pracownik branży kolejowej oraz wykładowca akademicki, posiada większy zasób wiedzy na analizowany temat niż pozostali respondenci. Za prof. Jackiem Wodzem: „Ekspertem jest każdy, kto ze względu na własną pozycję i możliwości posiadania informacji może dostarczyć tych informacji, pod warunkiem, że z treści wywiadu wynika, że nie jest on wyłącznie formalnie spełniającym swe funkcje, a faktycznie posiada więcej informacji niż przeciętny człowiek” [16].

Analizę wyników badań rozpoczęto od charakterystyki populacji objętej badaniami, mając na uwadze zmienne społeczno-demograficzne, takie jak płeć, wiek, wykształcenie, grupę zawodową oraz miejsce zamieszkania.

Ogółem badaniu poddano 102 studentów studiów niestacjonarnych, wszyscy pracujący (respondenci zostali wyselekcjonowani w ten sposób, aby ich miejsce zamieszkania i miejsce pracy dzieliło co najmniej 25 km), z czego 23 badanych to kobiety, a 79 – mężczyźni. Najwięcej, bo 43 respondentów, jest w przedziale wiekowym 21–30 lat, między 31 a 40 rokiem życia na pytania odpowiadało 31 osób, w wieku 41–50 lat 27 osób, najstarszy badany (jedna osoba) przekroczył 60 rok życia.

Odpowiadając na pytanie, jakiego środka transportu Pan / Pani używa do codziennego przemieszczania się do miejsca pracy, większość wymieniła samochód prywatny lub służbowy, jako alternatywa najczęściej pojawiała się kolej. Respondenci są gotowi przesiąść się z samochodu na pociąg, jednak pod pewnymi warunkami. Najistotniejsze to poprawa komfortu jazdy, poprawa bezpieczeństwa, możliwość zaparkowania pojazdu w okolicach przystanku kolejowego, zwiększenie częstotliwości kursów w godzinach szczytu oraz skrócenie czasu przejazdu. Cenę biletu jednorazowego uznano za zbyt wygórowaną, natomiast cenę biletu miesięcznego w większości akceptowano.

W pytaniu o wybór środka transportu w celu odbycia podróży służbowej do miejscowości oddalonej o więcej niż 200 km kolejność odpowiedzi była odwrotna. Większość ankietowanych wskazała na pociąg, samochód uplasował na drugim miejscu. Podróż służbową rozpatrzono w dwóch wariantach: pociągami pospiesznymi lub pociągami Intercity. W pierwszym przypadku wskazano podobne mankamenty jak powyżej, podróżując pociągiem Intercity jedynie cena biletu została odebrana jako zbyt wysoka, chociaż odnotowano, że w ostatnich miesiącach organizowano liczne promocje.

Respondenci pozytywnie wypowiadali się o kolejach dużych prędkości, z których korzystali poza granicami Polski. Widzieli w tym rozwiązaniu alternatywę dla podróży samolotem (jednak tylko w na pewnych odcinkach). Uznano, że krótka lista miejscowości zapewniająca odpowiedni dostęp do infrastruktury pozwalającej podróżować koleją dużych prędkości znacznie ogranicza ofertę połączeń.

Przed podjęciem czynności badawczych przedstawiono respondentom projekt Hyperloop One. Mimo zapewnień inwestora o szybkiej realizacji projektu, respondenci odnieśli się do przedsięwzięcia sceptycznie. Przeważali zwolennicy stworzenia infrastruktury pozwalającej na podróżowanie w Polsce kolejami dużych prędkości (najczęściej wymieniano kolej magnetyczną Maglev) niż niepewny, zdaniem pytanym, Hyperloop One.

Podsumowując, respondenci zauważyli braki w infrastrukturze kolejowej, zarówno tej lokalnej, jak również interregionalnej i międzynarodowej. Preferowane są rozwiązania już sprawdzone, funkcjonujące w innych krajach, od tych będących obecnie w fazie testowej. Kolej odpowiednio rozbudowana i spełniająca wyżej wymienione warunki jest dobrze rokującym środkiem transportu publicznego, będącego alternatywą dla samochodów (przemieszczanie się na krótszych odcinkach) oraz samolotu (przemieszczanie się na dłuższych trasach).

Zakończenie

Wartość czasu, mająca coraz większe znaczenie dla współczesnego społeczeństwa, jest zależna od wielu czynników, m.in. sytuacji rodzinnej, wykonywanego zawodu i przychodów. Postrzegana może być z punktu widzenia pracownika, pracodawcy i konsumenta. W kontekście podróży związana jest z jej charakterem i celem. Czas podróży służbowej jest najważniejszą jej cechą, przed komfortem, ceną i rodzajem środka transportu. Dostrzegalny jest związek rozwoju gospodarczego z motywacją ekonomiczną w zachowaniu użytkowników systemów transportowych. Koszty czasu podróży stanowią obowiązkową kategorię, jaka uwzględniana jest w projektach inwestycyjnych. Istnienie kolei dużych prędkości zmieniło kryterium podróży: odległość została zastąpiona czasem trwania podróży. Określenia funkcjonujące nadal, np. w Polsce (Poznań jest 300 km od Warszawy), nie jest używane we Francji, gdzie używa się określeń związanych z długością czasu podróży pociągiem TGV (do Lyonu jest 2 godziny z Paryża).

Na podstawie wartości czasu zaoszczędzonego przez wielu podróżujących można obliczyć ogólne korzyści mające wymiar społeczny [17].

Rozbudowa sieci linii dużych prędkości w wielu krajach wskazuje, że kolej staje się w wewnątrz krajowych przewozach pasażerskich zwycięzcą w konkurencji z transportem lotniczym. Obecnie walka trwa o połączenia międzynarodowe, w których

projekt Hyperloop One może stać się rewolucyjny. Cena przejazdu, bezpieczeństwo podróży oraz czas wdrożenia projektu będą decydujące dla powodzenia całego przedsięwzięcia.

Literatura

- [1] Sipak A., Polkowska K.: *Czy naprawdę żyjemy coraz szybciej?* (online), 15 listopada 2015. Dostępny w Internecie: <https://prezi.com/-ffrhr3lwmq/czy-naprawde-zyjemy-coraz-szybciej/> (dostęp 19 czerwca 2017).
- [2] Bartoszek D.: *Rola KDP w systemie transportowym. Wywiad z Ignacio Barrónem de Angoitim.* „Infrastruktura Transportu” 2011, nr 5, s. 12–13.
- [3] *Conference on “Prospects of high-speed rail in Poland” held in Warsaw* (online). „UIC eNews” 2015, No. 448 (6 May). Dostępny w Internecie: http://www.uic.org/com/uic-e-news/448/article/conference-on-prospects-of-high?page=thickbox_enevs&keep>This=true&TB_iframe=true&width=800&height=600 (dostęp 20 czerwca 2017).
- [4] Feigenbaum B.: *High-Speed Rail in Europe and Asia: Lessons for the United States.* Reason Foundation, 2013.
- [5] Towpik K.: *Specyfika projektowania, eksploatacji oraz utrzymania dróg kolejowych dużych prędkości (KDP).* „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2013, nr 3, s. 88–91.
- [6] *HS TSI Infrastruktura.* „Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej” 2008, L. 77, t. 51, z 19 marca, s. 1–105.
- [7] Kłosek K.: *MAGLEV – kolej wielkich prędkości.* „Infrastruktura Transportu” 2008, nr 1, s. 65–75.
- [7] *Maglev Technology Explained.* North American Maglev Transport Institute, 1 January 2011.
- [9] http://www.transrapid.de/cgi-tdb/en/basics.prg?session=9be8fa13451ed8b9&a_no=47
- [10] Voos J.: *Annoyance caused by the sounds of a magnetic levitation train.* „The Journal of the Acoustical Society of America” 2004, No. 4, pp. 1597–1608.
- [11] *Maglev* (online). Dostępny w Internecie: <http://en.wikipedia.org/wiki/Maglev> (dostęp 5 czerwca 2017).
- [12] *Światowy ranking kolei dużych prędkości* (online). Dostępny w Internecie: <http://www.goeuro.pl/pociagi/kolej-duzych-predkosci> (dostęp 5 czerwca 2017).
- [13] Michalik Ł.: *Hyperloop bez tajemnic – Elon Musk opublikował szczegóły systemu transportu* (online). Dostępny w Internecie: <http://gadzetomania.pl/2949,hyperloop-bez-tajemnic-elon-musk-opublikowal-szczegoly-systemu-transportu> (dostęp 10 maja 2017).
- [14] Kosiński D.: *Hyperloop to piękna idea, której nie uda się zrealizować* (online). Dostępny w Internecie: <http://www.spidersweb.pl/2015/06/hyperloop-problemy.html> (dostęp 31 marca 2017).
- [15] Trusewicz I.: *Rosjanie tworzą swój Hyperloop* (online). „Rzeczpospolita”, 21 maja 2016. Dostępny w Internecie: <http://www.rp.pl/Transport/305219952-Rosjanie-tworza-swoj-Hyperloop.html> (dostęp 7 kwietnia 2017).
- [16] Wódz J.: *Z zagadnień organizacji życia społecznego w osiedlach.* Śląski Instytut Naukowy. Katowice 1982, s. 14.
- [17] Pomykała A.: *Kolej dużych prędkości we Francji – korzyści i plany dalszego rozwoju* (online). „Technika Transportu Szybnowego” 2011, nr 12, s. 41–50. Dostępny w Internecie http://www.ns.szybkiekoleje.org.pl/pdf/paczka_2/30korzysci.pdf (dostęp 17 kwietnia 2017).

