

Wioleta NOWAK
Weronika OWCZAREK*

HYPERLOOP – SZANSA NA ZREWOLUCJONIZOWANIE TRANSPORTU DALEKOBIEŻNEGO

Słowa kluczowe: *Hyperloop, podróże przyszłości, rura próżniowa, kapsuła, Elon Musk, Virgin Hyperloop*

W poniższej pracy przedstawiony został projekt nowego rodzaju środka transportu o nazwie Hyperloop. Autorzy opisali zasadę działania i cechy systemu, a także możliwe korzyści i zagrożenia płynące z wprowadzenia go do użytku publicznego. Ponadto podano przykładowe trasy, planowane przez zewnętrzne firmy pracujące nad projektem. Na podstawie tychże danych dokonano oceny konkurencyjności pomysłu z obecnie stosowanymi rozwiązaniami w dziedzinie transportu oraz jaki wpływ może mieć on na branżę TSL w przyszłości.

1. WSTĘP

Na przestrzeni wieków ludzie próbowali wyobrazić sobie przyszłość. Koncepcji było wiele, jednak wszyscy byli zgodni co do tego, iż będzie ona zdecydowanie bardziej zaawansowana technicznie niż wszystko co do tej pory znali. Wielu wierzyło, że czasy w jakich żyjemy będą epoką np. latających samochodów. Oczywiście, do tej pory nie udało nam się wprowadzić tego środka transportu do codziennego użytku, jednak nie znaczy to, że nie podjęto prób zrewolucjonizowania sposobu podróżowania. Odpowiedzią na nurtujące naszych przodków pytania dotyczące futurystycznych technologii transportu może być Hyperloop. Zakłada on przemieszczanie się kapsułą bez kół w niskociśnieniowej tubie, przy wykorzystaniu ruchów skompresowanego powietrza, zasad aerodynamiki oraz magnetyzmu, będącego głównym napędem maszyny.

2. HISTORIA POMYSŁU

Hyperloop pojawił się jako pomysł zrewolucjonizowania czterech do tej pory istniejących, unikalnych rodzajów transportu: drogowego, kolejowego, wodnego i powietrznego. Były one niewystarczająco szybkie, zbyt drogie lub posiadały obie te

* Koło Naukowe „Logistics”, Politechnika Wroclawska

wady. Stąd też idea nowej technologii, która stwarzałaby możliwość przemieszczenia się w krótkim czasie na duże odległości przy niewygórowanych kosztach. Dodatkowo o wyjątkowości projektu świadczy jego otwarty koncept tworzenia (open source), podobnie jak w przypadku systemu operacyjnego Linux [5]. Użytkownicy biorą czynny udział w projektowaniu ostatecznej wersji produktu i ciągle mogą udoskonalać detale, służące wprowadzeniu optymalnych parametrów.

Wszystko zaczęło się po zatwierdzeniu kalifornijskiej kolei dużych prędkości w 2012 r. Elon Musk był zawiedziony faktem, że w obszarze, gdzie mieści się Dolina Krzemowa (Silicon Valley) oraz Laboratorium Napędu Odrzutowego (Jet Propulsion Laboratory), będący dynamicznie rozwijającym się ośrodkiem, stosującym jedno z najnowocześniejszych rozwiązań technicznych, zostało zaakceptowane rozwiązanie tak wolne i zarazem tak drogie pod względem budowy w przeliczeniu na mile. To zainspirowało go do poszukiwania czegoś nowego, co eliminowałoby wady dotychczasowo istniejących sposobów przemieszczania się. Idealny środek transportu, według Muska, powinien być bezpieczniejszy, szybszy, wygodniejszy, niezależny od pogody, możliwie jak najbardziej niewymagający pobierania energii z zewnątrz (samonapędzający), odporny na trzęsienia Ziemi, wolny od kolizji, a przy tym kosztować mniej [5]. Konceptę nowej technologii nazwał Hyperloop, a jej działanie porównał do skrzyżowania działa elektromagnetycznego, Concorde'a oraz stołu do Air Hockey [1].

Idea używania niskociśnieniowych lub próżniowych rur jako części systemu transportowego ma długą tradycję. W 1864 r. w wiktoriańskim południowym Londynie kolej pneumatyczna Crystal Palace wykorzystywała ciśnienie powietrza do wypychania wagonu w górę oraz próżni do ściągania go w dół. Pod koniec XIX w. podobne systemy, wykorzystujące pneumatyczne tuby, były używane do przesyłania paczek i poczty między budynkami. Dziś można je jeszcze zobaczyć w niektórych bankach czy supermarketach – przenosi się nimi pieniądze. Jednym z wyraźnych poprzedników Hyperloop jest koncepcja opracowana przez Roberta Goddarda na początku XX w. o nazwie „vacetrain”. Zarówno ten pomysł, jak i wiele późniejszych podobnych, nie odniosły zbyt dużego powodzenia [8]. Dopiero przedsiębiorca Elon Musk po opublikowaniu swego artykułu „Hyperloop Alpha” wzbudził na nowo zainteresowanie ludzi, przedstawiając nowoczesny i stosunkowo niezbyt drogi system.

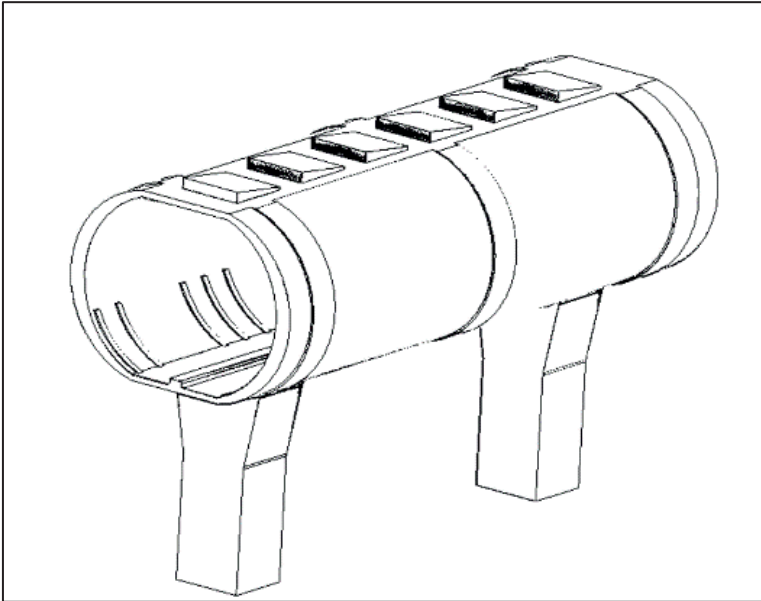
Pomysł rozszedł się po świecie i zdobył zainteresowanie różnych przedsiębiorstw. Wydawać by się mogło, iż koncept tak abstrakcyjny zostanie wyśmiany, jednak sam fakt, że za jego stworzeniem stoi tak wizjonerska postać, przemawiał za jego powodzeniem. Komercyjne loty w kosmos czy elektryczne samochody, które kiedyś wydawały się być czystą fantazją, dziś są rzeczywistością. Wszystko to za sprawą Elona Muska. Dyrektor generalny Tesla Inc. i SpaceX wielokrotnie pokazywał, że niemożliwe jest możliwe. Miliarder nie miał jednak zamiaru egzekwować idei na własną rękę. Jak sam powiedział w jednym z wywiadów, jego głównym celem w obecnym czasie było skupienie się na obu przedsiębiorstwach przez niego

zarządzanych [1]. Stąd też otwarta koncepcja Hyperloop, przejawiająca się nieco odmiennymi wersjami projektu w różnych rejonach świata.

3. ZASADA DZIAŁANIA

3.1. INFRASTRUKTURA

Do zastosowania technologii Hyperloop konieczne okazało się zaprojektowanie nowego rodzaju infrastruktury, innego niż te stosowane dotychczas. Obiektem, w którym przemieszcza się kapsuła (ang. pod) jest długa, szczelna rura umieszczona na słupach, jednak niebędąca sztywno zamocowana w żadnym miejscu. Dzięki temu jest ona w stanie poruszać się i wyginać. Materiał użyty do jej wyprodukowania charakteryzuje się odpornością na złamania i pęknięcia, po to, aby w razie wystąpienia katastrofy naturalnej rura nie została uszkodzona. Dodatkowo ma wytrzymywać ona zmiany ciśnienia oraz ewentualne przedostanie się do nich sporych ilości powietrza. Oprócz bardzo wytrzymałego materiału, obmyślono rozwiązania technologiczne, mające zwiększyć bezpieczeństwo przejazdu np. w razie przedostania się powietrza kapsuła, za pomocą dodatkowej energii, skierowana zostaje do najbliższej stacji albo następuje wydzielenie odcinka z trasy i zwiększenie ciśnienia na danym fragmencie. Ustawienie konstrukcji możliwe jest zarówno na lądzie jak i pod ziemią. Na dodatek tory ruchu mogą być budowane nawet pod 10% nachyleniem, ponieważ kapsuły są w stanie przewyciężyć takie nachylenie z prędkością do nawet 100 m/s. Dzięki temu istnieje elastyczność w ustawieniu rur, przez co nie wymaga to tak dużej ingerencji w dostosowanie otoczenia do nowej infrastruktury. Ponadto poprzez praktycznie całkowite usunięcie z tunelu powietrza za pomocą pomp próżniowych, wewnątrz obiektu powstaje środowisko bliskie próżni. Dzięki temu znacznie obniżono opór aerodynamiczny, co umożliwiło osiągnięcie dużych prędkości przy znikomym zużyciu energii. Kluczowe w tym projekcie ma być także uplasowanie stacji (ang. portal), ponieważ mają one znajdować się w okolicach centrów miast, tak by możliwe było zintegrowanie Hyperloop z istniejącymi środkami transportu [7]. Na rys. 1. przedstawiono przykładową wizualizację tuby.



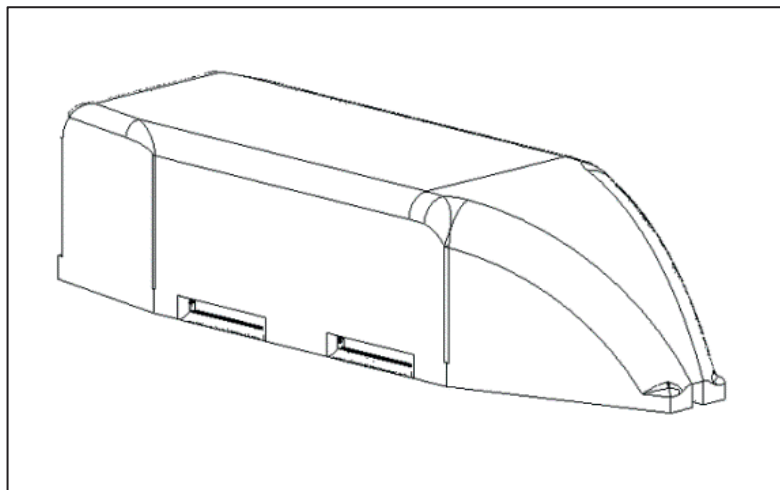
Rys. 1. Wizualizacja tunelu Hyperloop (Opracowanie własne)
 Fig. 1. Visualisation of Hyperloop tube (Own study)

3.2. KAPSUŁY

Obiektem poruszającym się wewnątrz rur jest kapsuła o opływowym kształcie, przypominająca wyglądem pociąg. Pojedyncza kapsuła ma mieścić do 28 osób i osiągać prędkość do nawet 1200 km/h. Podróż w niej ma przebiegać w pozycji półleżącej. Przez to, że kapsuły poruszają się w rurach, w których środowisko jest blisko próżni, możliwe jest przemieszczanie się przy prędkościach przekraczających 1000 km/h, co nie jest jednak zbyt mocno odczuwalne dla człowieka. Poniższy opis funkcjonowania pojazdu został napisany na przykładzie modelu Hyperloop One, firmy Virgin Hyperloop¹. Silnik elektryczny, na bazie którego działa kapsuła, wyposażony jest w dwie części: obracający się wirnik oraz nieruchomy stojan, który pełni rolę elektromagnesu. Podczas przechodzenia przez stojan prądu elektrycznego, wirnik przyciągany jest magnetycznie i przez to zmuszony jest do obracania się. Silnik jest liniowy, co oznacza, że jego pole magnetyczne ułożone jest w linii prostej, dzięki czemu kapsuła przyspiesza liniowo [2]. Wirnik znajduje się na kapsule, która napędzana jest magnetycznie, gdy porusza się nad stojanem. Do prowadzenia i podnoszenia kapsuł poza torem wykorzystywana jest lewitacja magnetyczna. Elektronika mocy (technika łączenia oraz przekształcania energii elektrycznej) kontroluje przyspieszenie i prędkość kapsuły poprzez zmianę częstotliwości i napięcia

¹ amerykańska firma, która zajmuje się technologiami transportowymi i pracuje nad wdrożeniem systemu Hyperloop

dostarczanego do silnika elektrycznego [4]. Aby wzmocnić poziom bezpieczeństwa, kapsuły wyposażone zostały w wyjścia awaryjne [3]. Na Rys. 2. przedstawiono przykładową wizualizację kapsuły Hyperloop.



Rys. 2. Wizualizacja kapsuły Hyperloop (Opracowanie własne)
Fig. 2. Visualisation of Hyperloop capsule (Own study)

4. PLANOWANE TRASY

Pierwotną trasą zaproponowaną przez Elona Muska było połączenie kalifornijskich miast Los Angeles i San Francisco. Cena budowy tej trasy została wyliczona przez samego pomysłodawcę na ok. 6 mld \$. Kapsuła miałaby pokonywać ten dystans w ok. pół godziny, co jest zdecydowanie krótszym czasem niż w przypadku kolei dużych prędkości (2h 38min) oraz samolotów komercyjnych, latających między tymi miastami (1h 15min). W perspektywie użytkowania Hyperloop przez przynajmniej 20 lat cena biletu w jedną stronę została oszacowana na ok. 20\$, plus koszty operacyjne. Dla porównania ta sama trasa pokonana pociągiem kosztowała wtedy średnio 105\$, a samolotem 158\$ (stan na wrzesień 2013) [5].

Różne przedsiębiorstwa zainteresowały się koncepcją Hyperloop. Obecnie najprężniej działającą w tym kierunku firmą jest firma Virgin Hyperloop. Poniżej przedstawiono kilka zaproponowanych przez nią tras, co do których zostały podjęte realne działania:

- Midwest (Chicago-Columbus-Pittsburgh) 742 km – w ramach inicjatywy Rapid-Speed Transportation Initiative ostatnie badanie potwierdziło techniczną i handlową wykonalność Hyperloop łączącego Columbus, Chicago i Pittsburgh. Dzięki dokładnej analizie wykazano, że kapsuła przebędzie drogę z Chicago do Columbus (573 km) w mniej niż 45 minut, koszt biletu szacowany jest na 60\$ (w porównaniu do prawie 6 godzin jazdy samochodem lub biletu lotniczego

kosztującego około 100\$), a z Columbus do Pittsburgha w mniej niż 30 minut przy szacunkowym koszcie biletu 33\$ (w porównaniu do prawie 3 godzin jazdy samochodem lub biletu lotniczego kosztującego około 150\$). Według badań stworzenie tej trasy pomoże w zmniejszeniu emisji spalin o 2.4 miliony ton, a korzyści ekonomiczne z tego przedsięwzięcia szacuje się obecnie na 300 milionów dolarów.

- Missouri (Kansas City-Columbia-St.Louis) 399 km – według przeprowadzonych analiz trasa na tym odcinku ma ograniczyć wypadki na autostradzie I-70 przebiegającą przez Missouri, umożliwiając przy tym zaoszczędzenie aż 91 milionów dolarów. Koszt wybudowania infrastruktury Hyperloop jest aż o 30% tańsza niż wybudowanie na tym samym odcinku kolei dużych prędkości. Szacuje się, że kapsuła pokona trasę 399 km w 30 minut, gdzie dla porównania samolot potrzebuje na to 1h 10min, pociąg 5h 40min, a samochód 3h 45min.
- Karolina Północna (Raleigh-Durham-Chapel Hill) 46 km – podróż Hyperloop na tej trasie jest miałaby trwać ok. 9 minut. Natomiast samochód pokonuje ją obecnie w średnio 40 minut.
- Teksas (Dallas-Fort Worth-Austin-San Antonio-Laredo) 691 km – projekt ten ma połączyć cztery z piętnastu największych miast w kraju. Pokonanie 691 km miałoby zająć 54 minuty (w porównaniu samolotem – 1h 31min; samochodem – 7h). Za pomocą Hyperloop możliwe zostanie przekształcenie oddzielnych obszarów metropolitalnych w jeden ekonomiczny megaregion, który połączony jest szybkim, niedrogim, wydajnym i bezpiecznym transportem. Poprzez zastosowanie technologii nowej generacji region miałby zapewnioną przewagę nad konkurencją.
- Arabia Saudyjska (Jeddah-Mecca-Riyadh) 951 km – Kraj ten słynie z nowoczesnych i innowacyjnych rozwiązań, nic więc dziwnego, że interesuje się technologią Hyperloop. Podróż kapsułą między wspomnianymi miastami miałaby trwać 1h 13min, podczas gdy samolotem zajmuje ona 1h 35min, a samochodem 9h 20min. 100% elektryczny system zasilany z paneli słonecznych, Hyperloop Center of Excellence w Arabii Saudyjskiej stworzyłoby łącznie 124 tys. miejsc pracy w branży high-tech, związanych w rewolucją transportową. Szacuje się, że Hyperloop zwiększyłby PKB Arabii Saudyjskiej o 4 miliardy dolarów.
- Maharastra (Mumbai-Naci Mumbai Intl Airport- Pune) 148 km – Hyperloop z Pune do Bombaju, skróci czas podróży do 25 minut, obsłuży 150 milionów podróży pasażerskich rocznie i stworzy megaregion. Korzyści społeczno-gospodarcze w wysokości 36 miliardów dolarów obejmują również powstanie 180 tys. nowych miejsc pracy oraz znaczne zmniejszenie zanieczyszczeń w przeciągu roku, bo o aż 150 tys. ton [3].

5. SZANSE ORAZ ZAGROŻENIA WPROWADZENIA NOWEGO SYSTEMU

5.1. SZANSE

Jak Hyperloop wpłynie za rewolucjonizowanie transportu? Czy ma szansę konkurować z tradycyjnym transportem? Co wyróżnia projekt stworzony przez Elona Muska? Oto niektóre z cech przemawiających za innowacyjnością systemu:

- Ilość pasażerów – firmy prognozują możliwość przewiezienia nawet 50 tysięcy ludzi w ciągu godziny.
- Zapotrzebowanie – nie ma rozkładów jazdy, ponieważ ilość podróżujących kapsuł uzależniona jest od danego zapotrzebowania.
- Autonomiczność systemu – ruch kapsuł kierowany jest przez w pełni autonomiczny system. Dane o lokalizacji oraz położeniu są przesyłane w czasie rzeczywistym przez czujniki, odbywa się to z dokładnością do mikrosekundy.
- Lokalizacja – poprzez usytuowanie stacji Hyperloop blisko centrów miast możliwe jest zintegrowanie Hyperloop z istniejącymi środkami transportu.
- Redukcja hałasu – Hyperloop przypomina pojazdy elektryczne, ponieważ jest tak cichy. To w połączeniu ze szczelnym tunelem, w którym porusza się kapsuła, powoduje znaczne ograniczenie hałasu w porównaniu do tego wytwarzanego przez koła pociągu przemieszczającego się po torach.
- Cena – jest tańszy w budowie niż koleje dużych prędkości.
- Ekologiczność – system jest całkowicie elektryczny, przez co może pobierać energię ze źródeł odnawialnych na trasie np. słońca, poprzez zainstalowane panele słoneczne na rurze. Ponadto redukując ilość podróżujących samochodami, ogranicza emisję gazów cieplarnianych powodowaną przez korki w mieście.
- Brak ograniczeń – człowiek może pracować w mieście oddalonym o 700 km od jego miejsca zamieszkania. Dzięki temu może wybierać atrakcyjniejsze ceny nieruchomości.
- Nowość – pierwszy nowy środek transportu od ponad 100 lat.
- Szybkość – ma być najszybszym środkiem transportu, na co składa się prędkość poruszania oraz lokalizacja stacji Hyperloop, dzięki której usytuowaniu oszczędza się na czasie dojazdu.
- Niezależność – kapsuły są odporne na niesprzyjające warunki pogodowe: wiatr, deszcz, mgłę, śnieg czy lód, dzięki temu, że poruszają się w systemie tuneli. Ograniczona widoczność nie jest zatem problemem, a co za tym idzie, poziom bezpieczeństwa jest wyższy. Dodatkowo usytuowanie rur wpływa na zmniejszone ryzyko kolizji z innymi środkami transportu (np. samochodami), zwierzętami czy nawet ludźmi, co często zdarza się w przypadku dróg czy torów.
- Wygrana nad istniejącymi środkami transportu – technologia Hyperloop przewyższa loty samolotem (jeden z szybszych istniejących środków transportu), brakiem odprawy oraz przyspieszonymi, zaawansowanymi kontrolami bezpieczeństwa, a także uplasowaniem stacji Hyperloop w pobliżu centrum,

w odróżnieniu do lotnisk znajdujących się na obrzeżach miast. Ponadto przez cały okres eksploatacji Hyperloop będzie mieć mniejszy wpływ na środowisko niż inne środki transportu zbiorowego [3, 6, 7].

W swoich założeniach Musk uznał Hyperloop za odpowiedni środek transportu między miastami leżącymi w odległości mniejszej niż ok. 1500 km. Powyżej tego dystansu lepszym, wydajniejszym rozwiązaniem byłoby poruszanie się z ponaddźwiękową prędkością w powietrzu [5].

5.2 ZAGROŻENIA ORAZ ŚRODKI ZAPOBIEGAWCZE

Biorąc pod uwagę wiele niepodważalnych zalet, można odnieść wrażenie, że koncepcja Hyperloop jest wręcz idealna. Jednak oczywiście, rzeczywistość bywa inna. Trudności i zagrożenia mogące pojawić się podczas użytkowania, były już przewidywane na etapie tworzenia pomysłu przez Elona Muska. Udoskonalanie systemu i szczegółów technicznych na przestrzeni tych kilku lat pozwoliło jednak na częściowe wyeliminowanie problematycznych kwestii lub zredukowanie ich skutków. Do przykładowych zagrożeń należą:

- Nagłe przypadki na pokładzie: Wszystkie kapsuły są utrzymywane w bezpośrednim kontakcie radiowym z operatorami stacji w razie wystąpienia sytuacji awaryjnych i konieczności wezwania pomocy. Dodatkowo są wyposażone w sprzęt pierwszej pomocy. Ze względu na krótki czas trwania podróży kapsułą, najlepszym rozwiązaniem w nagłym przypadku byłoby wezwanie służb medycznych i dokończenie zaplanowanej trasy, na końcu której oczekiwałby zespół ratowników. Prędkość technologii zdecydowanie działa tutaj na korzyść osoby poszkodowanej.
- Przerwa w dostawie prądu: Kapsuła nie wymaga ciągłego dopływu prądu podczas podróży, gdyż jest ona zasilana panelami słonecznymi. Ponadto, systemy podtrzymywania życia kapsuły są zasilane przez nadmiarowe akumulatory, dzięki czemu Hyperloop jest niezależny od awarii zasilania. W przypadku braku dostępu do elektryczności, zapasy zgromadzonej energii byłyby wystarczające, by kapsuła mogła dojechać do miejsca destynacji, a zamontowany układ hamulcowy umożliwiłby przeprowadzenie procesu zatrzymania w bezpieczny sposób.
- Rozprężenie kapsuły: Zastosowane w technologii materiały zapewniają niezwykłą trwałość oraz bezpieczeństwo. W przypadku wystąpienia niewielkiego przecieku powietrza, pokładowy system kontroli środowiska utrzymywałby ciśnienie w kapsule, wykorzystując zapasowe powietrze przewożone na pokładzie. Jego ilość wystarczyłaby na krótki czas dotarcia do miejsca docelowego. W przypadku bardziej znaczącego obniżenia ciśnienia, podobnie jak w samolotach, na pokładzie Hyperloop pojawiłyby się maski tlenowe. Taka kapsuła, gdy bezpiecznie dotrze na miejsce, zostanie wycofana z eksploatacji. W mało prawdopodobnym przypadku rozhermetyzowania kapsuły na dużą skalę,

pozostałe kapsuły będące wtedy w rurze, automatycznie rozpoczęłyby hamowanie awaryjne, podczas gdy rura Hyperloop podlegałaby szybkiemu ponownemu zwiększaniu ciśnienia na całej jej długości.

- Utknięcie w tubie: Utknięcie kapsuły w rurze Hyperloop jest bardzo mało prawdopodobne, ponieważ kapsuła pokonuje większość dystansu z dużą prędkością, a zatem na ponad 90% podróży nie jest wymagany napęd. Gdyby jednak jakaś kapsuła utknęła, pozostałe, znajdujące się przed nią, kontynuowałyby podróż do miejsca docelowego nienaruszone, natomiast te za nią – otrzymywałyby automatyczne polecenie uruchomienia awaryjnego mechanicznego układu hamulcowego. Gdy wszystkie kapsuły, znajdujące się za tą osieroconą, bezpiecznie zatrzymają się, zostaną one przetransportowane w bezpieczne miejsce za pomocą małych silników elektrycznych i rozstawionych kół, zamontowanych awaryjnie na pokładzie. Wszystkie kapsuły byłyby wyposażone w rezerwowo dopływ powietrza na tyle duży, aby zapewnić bezpieczeństwo wszystkim pasażerom podczas najgorszego scenariusza zdarzenia.
- Trzęsienia ziemi: Podczas budowy Hyperloop uwzględniono możliwość wystąpienia trzęsienia ziemi. Cała długość rury jest zbudowana z niezbędną elastycznością, aby wytrzymać ruchy sejsmiczne przy jednoczesnym zachowaniu właściwego położenia rury Hyperloop. Jest również prawdopodobne, że w przypadku silnego trzęsienia ziemi, kapsuły Hyperloop otrzymałyby zdalne polecenie uruchomienia mechanicznych systemów hamowania awaryjnego. Dodatkowym atutem jest fakt, iż system jest budowany na słupach, w których rura nie jest sztywno zamocowana w żadnym miejscu. Tym samym można radykalnie zmniejszyć ryzyko trzęsienia ziemi i uniknąć konieczności stosowania kompensatorów. Ponadto, w słupach są montowane amortyzatory, które neutralizują nieduże zmiany długości między słupami (przyczynę stanowią zmiany termiczne) oraz długie formy spowodowane przez subtelne zmiany wysokości [5].

6. PODSUMOWANIE

System Hyperloop, obejmujący całą infrastrukturę, komponenty mechaniczne, elektryczne i oprogramowanie, zostanie zaprojektowany tak, aby był niezawodny, trwały i odporny na uszkodzenia przez cały okres użytkowania. Wdrożenie systemu może odblokować duże korzyści ekonomiczne, ponieważ jest stosunkowo tańszy niż inne znane środki transportu. Mimo iż wydaje się być na pierwszy rzut oka skomplikowany, wcale tak nie jest. Po prostu jest to coś co działa inaczej niż dotychczas stosowane rozwiązania. Pomimo wielu obaw oraz otwartych pytań co do bezpieczeństwa Hyperloop producenci uspokajają, że ludzie codziennie latają samolotami, gdzie również podróżuje się z dużą prędkością, będąc we wnętrzu metalowej rury. Jak więc widać, podobne obawy pojawiały się już niegdyś. W dobie postępu przemysłowego, który nie zwalnia od ponad 200 lat oraz tempie wdrażania nowych

technologii w naszym społeczeństwie, innowacyjny system w branży transportowej zaprezentowany przez Elona Muska i rozwinięty przez Virgin Hyperloop ma dużą szansę stać się częścią życia codziennego ludzi w nie tak odległej przyszłości.

LITERATURA

- [1] <https://abcnews.go.com/Technology/hyperloop-designed-quick-convenient-commute/story?id=19936169> (dostęp 24.10.2020 r.)
- [2] <https://businessinsider.com.pl/technologie/nauka/hyperloop-co-to-jest-i-jak-dziala-elon-musk/svhgnfd> (dostęp 25.10.2020 r.)
- [3] <https://virginhyperloop.com/> (dostęp 17.10.2020 r.)
- [4] <https://www.stercontrol.pl/epe-elektronika-mocy-i-napedy-dydaktyczne-300w> (dostęp 25.10.2020 r.)
- [5] https://www.tesla.com/sites/default/files/blog_images/hyperloop-alpha.pdf (dostęp 14.10.2020 r.)
- [6] https://www.youtube.com/watch?v=luDqbIZGgQM&t=69s&ab_channel=TheB1Md (dostęp 17.10.2020 r.)
- [7] https://www.youtube.com/watch?v=zcikLQZI5wQ&ab_channel=TheB1M (dostęp 17.10.2020 r.)
- [8] <https://www.zdnet.com/article/what-is-hyperloop-everything-you-need-to-know-about-the-future-of-transport/> (dostęp 14.10.2020 r.)

HYPERLOOP – AN OPPORTUNITY TO REVOLUTIONIZE LONG-DISTANCE TRANSPORT

Key words: *Hyperloop, future travels, vacuum tube, capsule, Elon Musk, Virgin Hyperloop*

The following paper presents the concept of a new way of transportation, called Hyperloop. The authors described the system's mechanism and its main features, as well as the possible benefits and risks of introducing it to public use. In addition, some examples of routes planned by external companies working on the project are given. Based on these data, a subjective assessment was made about the competitiveness of the idea with currently used solutions in the field of transport and what impact it may have on the TSL industry in the future.

Corresponding author:
e-mail: wiolanowak@onet.pl