

Andrzej BUJAK¹
Zdzisław ŚLIWA²

NOWE MOŻLIWOŚCI W REALIZACJI ZADAŃ LOGISTYKI MIEJSKIEJ – KONCEPCJA ZAUTOMATYZOWANYCH AUTOSTRAD PODZIEMNYCH

Współczesna logistyka, stale rosnący zakres jej zadań, nowe wyzwania w obszarze dystrybucji, zwłaszcza w obszarach miejskich, jak i pojawiające się ograniczenia wymagają nowych innowacyjnych rozwiązań. Rewolucja technologiczna stworzyła nowe możliwości, ograniczyła też w znacznym stopniu koszty związane z realizacją nawet najbardziej futurystycznych rozwiązań. Te nowe, innowacyjne rozwiązania przynoszą wiele korzyści zarówno firmom jak i indywidualnym użytkownikom, a ich zastosowanie powoli staje się koniecznością. Przykładem jest tu przedstawiona w artykule koncepcja podziemnych, zautomatyzowanych autostrad (Underground Automated Highway). Koncepcja ta i jej realizacja, może w zasadniczy sposób przyczynić się do rozwiązania wielu istotnych i trudnych problemów związanych z dystrybucją na terenach miejskich. W artykule przedstawiono również źródła i założenia tej koncepcji. Zwrócono też uwagę na zalety i zagrożenia związane z jej wdrażaniem. Wskazano też przykłady już wdrożonych rozwiązań. Ponadto, przedstawiono możliwe kierunki rozwoju tych nowoczesnych autostrad w oparciu o prowadzone badania i projekty.

NEW CAPABILITIES IN COMPLETION OF URBAN LOGISTICS TASKS - UNDERGROUND AUTOMATED HIGHWAYS CONCEPT

Present logistics issues, its growing spectrum, new good distribution challenges especially in urban areas, show a need for new innovative solutions. Technological progress has opened new opportunities, which connected with reduced costs give new possibilities for completion even some futuristic concepts. The new innovative transport solutions can be profitable for both industry and individual customers and slowly we can realize a need for their implementation. One example of these projects could be presented in the article a concept of Underground Automated Highways. Introduction of such solution can help to solve difficult goods delivery challenges in urban areas. The article presents sources and main idea of the concept. The authors analyze pros and cons of implementation of the project. Some introduced solutions for the modern highways has been presented and the directions of the development has been analyzed based on up-to-date researches and accomplishments.

¹ Wyższa Szkoła Bankowa we Wrocławiu, Wydział Finansów i Zarządzania, Katedra Logistyki, 53-609 Wrocław, ul. Fabryczna 29-31, tel. tel. 071 3561610, a.bujak@wsb.wroclaw.pl

² Wyższa Szkoła Bankowa we Wrocławiu, Wydział Finansów i Zarządzania, Katedra Logistyki, 53-609 Wrocław, ul. Fabryczna 29-31, tel. tel. 071 3561610, sliwazd@wp.pl

1. WSTĘP

Globalizacja spowodowała znaczne zwiększenie zainteresowanie logistyką, szczególnie jej organizacją, infrastrukturą, kosztami ale również coraz częściej możliwościami jakie potrafi stworzyć. Współcześnie rynek pozbawiony wielu barier, w sposób ciągły podnosi poziom konkurencji, wskazując na potrzebę realizacji coraz bardziej efektywnych procesów logistycznych, a zwłaszcza w ramach łańcucha dostaw ponieważ te warunkują zyski i konkurencyjność firm na odległych geograficznie rynkach. Zasadnicze wyzwania przed jakimi stoi logistyka to: integracja i optymalizacja całej sieci logistycznej, problemy związane z konfiguracją sieci logistycznej i jej lokalizacją, planowanie transportu w wymiarze taktycznym i operacyjnym oraz zarządzanie zapasami.

Na te podstawowe uwarunkowania nakładają się także inne. To systematyczny wzrost przewożonych towarów, wzrost liczby przesyłek jak znacznie dłuższe łańcuchy i sieci logistyczne (rys 1.). To także nacisk na coraz bardziej efektywne łączenie różnych środków i gałęzi transportu (kolej, samochody, statki, samoloty) optymalne ich wykorzystanie i łączenie pozwala bowiem na oszczędzanie posiadanych zasobów, co pozwala również na lepszą ochronę środowiska naturalnego, która ma co raz bardziej istotne znaczenie.



Rys.1. Scenariusz rozwoju rynku i globalne trendy w logistyce

Źródło: [1]

Kolejnym ważnym czynnikiem jest dynamiczny rozwój centrów logistycznych, co widoczne jest również w Polsce, które w istotny sposób usprawniają dystrybucję towarów zarówno w ujęciu regionalnym jak i globalnym. Jednakże w tym wypadku, ograniczeniem stają się istniejące sieci autostrad i dróg ekspresowych, które w wielu krajach nie są w stanie zapewnić pełnego wykorzystania możliwości współczesnego transportu. Złuszczą w miastach powodują one powstanie zatorów na drogach i tym samym spowolnienie dystrybucji towarów, co jest szczególnie zauważalne w sytuacji braku obwodnic miejskich, jak np. w Warszawie czy Wrocławiu, ale też w innych miastach Europy Centralnej i Wschodniej. Problem też pogłębia ponadto zły stan techniczny

kolejowych szlaków komunikacyjnych. Sytuacja ta powoduje zagęszczenie ruchu w rejonie większych węzłów komunikacyjnych, a w wypadku przebiegu dróg krajowych przez wielkie miasta powstawanie zatorów drogowych, tym samym opóźnienia dostaw, zwiększenie kosztów, wydłużenie czasu pracy kierowców. Prace związane z rozbudową szlaków komunikacyjnych z pewnością polepszą sytuację, jednak w rejonie wielkich miast oraz wewnątrz potężnych aglomeracji miejskich, liczących wiele milionów mieszkańców, problemem staje się brak przestrzeni dla budowy nowoczesnych rozwiązań komunikacyjnych, również koszty z tym związane rosną w istotny sposób. Trzeba też dostrzec tendencje demograficzne, które jednoznacznie wskazują na coraz większy przepływ ludności ze wsi do miast.

W efekcie wskazanych uwarunkowań, następuje permanentny wzrost masy przewożonych towarów. To bardzo istotne wyzwanie wobec operatorów logistycznych, a ponadto problem ten będzie narastał w najbliższej przyszłości. W efekcie podejmowania tych wyzwań, prowadzone są intensywne badania związane z wykorzystywaniem nowoczesnych technologii i przygotowaniem wdrażania coraz efektywniejszych środków transportu oraz systemów wspierania kierowców. Wciąż rozwijane i wdrażane są nowoczesne platformy transportowe, inwestowane są środki na badania nad pojazdami bezzałogowymi i systemami czujników, co stworzy lepsze warunki pracy i sprawność dostaw, tym samym poprawi efektywność przepływu towarów i usług oraz niezawodność operatorów logistycznych. W tym miejscu można wskazać chociażby na takie inicjatywy i rozwiązania jak:

- System Audi Side Assist;
- BMW Assist Advanced eCall;
- Citroen Localized Emergency Call;
- Honda Collision Mitigation Braking System (CMBS);
- Mercedes-Benz PRE-SAFE and PRE-SAFE Brake;
- Opel Eye;
- Volvo City Safety;
- Volkswagen Lane Assist;
- Peugeot Connect SOS;
- Volvo SHARTE.

Oprócz tych rozwiązań, które na pewno wpływają na bezpieczeństwo i efektywność procesów logistycznych, ale mają raczej ograniczony charakter, realizowane są rozwiązania o znacznie szerszym wymiarze, czego przykładem jest koncepcja automatycznych systemów autostrad (Automated Highway System - AHS), zwana też „Smart Road”. Jest to futurystyczna koncepcja technologicznie zaawansowanych, inteligentnych systemów dróg, którą można zdefiniować jako „nową relację pomiędzy pojazdami a infrastrukturą drogową. Odnosi się ona do celowo wyznaczonych pasów ruchu na wybranym odcinku drogi, gdzie specjalnie wyposażone pojazdy są zarządzane poprzez całkowicie zautomatyzowane systemy kontroli”[2]. Prace trwają m.in. w USA gdzie jest ona elementem projektu Intelligent Transportation Systems (ITS)³, którego celem jest „stworzenie podstaw, ale też realizowanie transformacji, celem dokonania kolejnego zasadniczego usprawnienia systemu pojazd/droga poprzez wykorzystanie technologii

³ Intelligent Transportation Systems (ITS) to niezależna grupa badawcza zajmująca się systemami transportowymi; jest ona sponsorowana przez US Department of Transportation. Patrz szerzej: <http://www.its.dot.gov/>

zautomatyzowanej kontroli pojazdu”[3], poruszającego się po „inteligentnych” drogach. Jest to koncepcja, która: ewoluje z istniejących rozwiązań ciągów komunikacyjnych, stwarza warunki do realizacji w pełni zautomatyzowanych procesów transportowych oraz spowoduje, że odpowiednio wyposażone pojazdy, będą sprawniej poruszać się zarówno w miastach oraz obszarach podmiejskich, jak i wiejskich[3]. Dlatego też, badania dotyczą również możliwości budowy sieci podziemnych autostrad. Koncepcja ta, które wydaje się mieć wiele zalet, napotyka jednak na istotne problemy techniczne, technologiczne oraz ekologiczne. Jest to jednak rozwiązanie, które w przyszłości nie wydaje się nierealne, zwłaszcza, że już obecnie istnieją odcinki dróg, tunele, wielopoziomowe autostrady mieszczące się pod poziomem ziemi, które w istotny sposób wpływają korzystnie na transport drogowy. Jest to ważny element ciągów komunikacyjnych, gdyż nowoczesne rozwiązania są bezpośrednio związane z pełnym wykorzystaniem możliwości pojawiających się technologii.

Usprawnienie systemu dróg, rozwinięcie systemów zautomatyzowanych dróg, czy też budowa ciągów podziemnych są jednak rozwiązaniami kosztownymi i długoterminowymi. Jednocześnie potrzebne są inwestycje w badania naukowe pozwalające na wypracowanie koncepcji tych rozwiązań i ich wpływu na procesy logistyczne oraz uwarunkowań wdrożenia praktycznego w skali regionalnej i krajowej. Wiodącą rolę w realizacji badań nad nowymi rozwiązaniami drogowymi mają kraje rozwinięte, a zwłaszcza Stany Zjednoczone. Wynika to głównie z dużych nakładów na prace badawcze, co daje istotną przewagę w rozwoju nowych technologii i koncepcji. Przykładem takiej kompleksowej współpracy jest kooperacja pomiędzy Instytutem Badań Transportu Uniwersytetu w Michigan (Transportation Research Institute of the University of Michigan - UMTRI), Departamentem Transportu USA (U.S. Department of Transportation - US DoT), oraz, co bardzo istotne, operatorami logistycznymi i producentami pojazdów jak Visteon Corp., Eaton Corp., Honda R&D Americas Inc., International Truck and Engine, TK Holdings, Battelle, Con-way Freight. Dobór partnerów, to obok możliwości ścisłej współpracy, również zapewnienie stałych funduszy na badania, co sprzyja osiągnięciu zamierzonych celów. Przykładowo suma około 32 mln USD pozwala na efektywne badania nad nowoczesnymi platformami transportowymi w ramach np. koncepcji Integrated Vehicle-Based Safety Systems (IVBSS)[4]. Również Unia Europejska aktywnie pracuje nad koncepcjami wsparcia systemów transportowych oraz wspomaganie procesów logistycznych „poprzez badania i rozwój projektów, programy tematyczne, ukierunkowane akcje i zintegrowane projekty”[5]. Tak kompleksowe podejście wynika m.in. z rosnącej konkurencji firm amerykańskich, ale też azjatyckich, co wymusza zwrócenie uwagi na konkurencyjność i realistyczne spojrzenie w przyszłość.

Celem artykułu jest wskazanie zasadniczych elementów koncepcji Underground Automated Highways (UAH) oraz omówienie wad i zalet tego typu rozwiązań. Wskazane zostaną też istniejące struktury dróg biegnących pod ziemią, które obok praktycznego wykorzystania stanowią również element zbierania doświadczeń i rozwoju koncepcji. Podjęto również możliwe kierunki kontynuacji badań i perspektywy wdrożenia koncepcji.

2. UNDERGROUND AUTOMATED HIGHWAYS (UAH) – KONCEPCJA

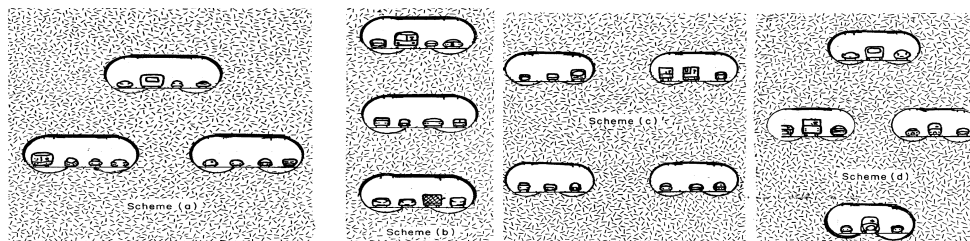
Koncepcja sieci UAH ma wciąż charakter futurystyczny i znajduje się w fazie badań, gdyż wydaje się mieć duży potencjał do wsparcia poprawy skuteczności transportu oraz

bezpieczeństwa ruchu drogowego. Ma to odniesienie zwłaszcza do zatłoczonych miast poprzez poprawę efektywności systemów transportowych, zwiększenie bezpieczeństwa i zmniejszenie zagrożenia dla środowiska naturalnego. Została ona zaprezentowana w 1963r. w formie studium, jednak dopiero obecny rozwój technologiczny i liczne utrudnienia dla coraz większego przepływu towarów i usług transportem lądowym, spowodowały ponowne zainteresowanie tym kierunkiem rozwoju sieci drogowych. Studium przeprowadzone przez RAND Corporation *“Urban Underground Highways and Parking Facilities”* stanowiło *“przykład tego, jakie mogą być wymagania wobec autostrad, gdyby wszyscy użytkownicy transportu publicznego przesiadli się do samochodów osobowych w Los Angeles, Chicago czy na Manhattanie”*[6]. Brak możliwości technologicznych i finansowych do wdrożenia tych nowoczesnych idei, jak również małe zainteresowanie władz stanowych i krajowych, w połączeniu z relatywnie niskim natężeniem ruchu spowodowały małe zainteresowanie tą koncepcją. Obecnie natężenie ruchu pojazdów osobowych i ciężarowych stanowi istotne wyzwanie transportowe i ekologiczne, dlatego też problem ten przyciąga uwagę decydentów na różnych szczeblach. Rozwój technologiczny stworzył też nowe możliwości w zakresie budowy nowoczesnych ciągów komunikacyjnych, w tym mieszczących się pod powierzchnią ziemi, a już powstałe projekty zachęcają do kontynuacji tego kierunku rozwoju sieci autostrad. Ma to odniesienie zwłaszcza do dużych aglomeracji, które charakteryzują się olbrzymim przepływem osób i towarów w połączeniu z ogromną wymianą usług z tendencją do przekształcania się w wieloprzestrzenne megalopolis. Przykładowo, Los Angeles będące częścią megalopolis zachodniego wybrzeża Stanów Zjednoczonych, oraz *„przez ostatnie 18 lat najbardziej zatłoczoną metropolią kraju, gdzie drogi mają bardzo małe możliwości budowy nowych pasów ruchu lub też ich nie mają w ogóle, zaś eksperci w zakresie ruchu drogowego nie mają pomysłu na poprawę sytuacji”*, dlatego też *„tunele mogą mieć w końcu swój dzień”*[7].

Studium RAND Corporation dokonało kompleksowej analizy koncepcji budowy podziemnych dróg oraz wskazało na technologie, które są potrzebne do wsparcia tego kierunku rozwoju systemu dróg. Wskazano też na ścisły związek koncepcji dróg podziemnych z rozwojem automatycznych systemów autostrad, gdyż tylko właściwe ich połączenie pozwoli osiągnąć zakładane cele wsparcia transportu. Projekt był efektem grantu dla RAND przyznanego przez Ford Foundation, będącą *„niezależną, niedochodową, pozarządową organizacją z własnym zarządkiem, niezależną od Ford Motor Company”*[8], która podejmuje zasadnicze wyzwania cywilizacyjne i promuje strategię w zakresie poprawy m.in. systemów transportowych. Celem badań w ramach studium było *„opisanie systemów transportowych – zarówno obecnych jak i przyszłych - w zakresie ogólnym, co mogłoby być wykorzystane do przewidywania fizycznych, socjalnych i ekonomicznych wzorców przemieszczania się ludzi i biznesu w kompleksach miejskich”*[6]. Autor, George Hoffman, przedstawił systemy podziemne jako *“obietującą koncepcję do dalszych studiów”*, gdyż może ona pozwolić na uniknięcie zbyt intensywnego wykorzystania obszarów miejskich poprzez budowę *„wielopoziomowych dróg i tuneli podziemnych”* będących ekonomicznie uzasadnionymi rozwiązaniami w dłuższym okresie.

Podkreślono, że samochody osobowe i ciężarowe są i pozostaną najbardziej popularnym środkiem przewozu osób i towarów, w efekcie czego duże miasta nie będą w stanie poradzić sobie z gwałtownie rosnącym nasileniem ruchu. Wiąże się to oczywiście z potrzebą modernizacji i budowy dróg, czemu jednak na przeszkodzie stanąć może brak

terenów na te inwestycje. Rezultat jest widoczny obecnie w wielu miastach europejskich, amerykańskich, a zwłaszcza azjatyckich.



Rys. 2. Schemat tuneli z 12 pasami ruchu.

Źródło: [6].

W Polsce brak obwodnic wielkich miast w połączeniu ze złym stanem technicznym wielu autostrad i dróg powoduje znaczne trudności przewoźników towarów i firm logistycznych. Tak więc zmniejszenie natężenia ruchu i zniknięcie choć części pojazdów ciężkich i osobowych z ulic oraz przeniesienie tego ruchu do infrastruktury podziemnej w istotny sposób może polepszyć sytuację miast. Autor sugeruje jako rozwiązanie „wykorzystanie trzeciego wymiaru transportu, tak mało wciąż używanego, budowy dróg i parkingów setki metrów pod powierzchnią miast, które nie zużywają terenów miejskich” [6]. RAND przedstawiło, w ramach badań, istniejącą infrastrukturę podziemną miast USA, np. w Bostonie, San Francisco, Los Angeles, Nowym Jorku w postaci tuneli i parkingów, jednocześnie wskazano na zasadnicze mankamenty istniejących rozwiązań. Po analizie okazało się, że budowano je niezależnie od siebie i dlatego też nie stanowiły żadnego spójnego i przemyślanego systemu, co w sposób naturalny ograniczało ich rolę znaczenie. W konsekwencji, „w żadnym przypadku przypadku zarówno tunele jak i parkingi nie sprzyjały zmniejszeniu zagęszczenia ruchu (a raczej przeciwnie); w większości przejmowały one minimalną część ruchu miejskiego” [6]. Jednocześnie podkreślono, że niektóre miasta europejskie bliższe były omawianej koncepcji poprzez planowanie:

- wielopasmowych podziemnych arterii komunikacyjnych – Sztokholm;
- dróg biegnących do centrum połączonych z miejscami parkingowymi – Paryż;
- rozmieszczenia komunikacji publicznej w podziemnych ciągach komunikacyjnych – Milan.

Studium wskazuje, że koszty budowy autostrad rosną w efekcie: wzrostu ceny gruntów w miastach, potrzeby swobodnego dostępu pojazdów do centrów miejskich, wygody i charakterystyk pojazdów osobowych, pensji wykwalifikowanych kierowców oraz obsługi specjalistycznego sprzętu budowlanego, jak też czynników ekonomicznych np. inflacji [6]. Jednocześnie koszty tuneli relatywnie ulegają zmniejszeniu w efekcie powstawania nowych technologicznie zaawansowanych maszyn do ich drążenia oraz większej mechanizacji procesów budowlanych i przemieszczania urobku. Ponadto, inżynieria transportu i nowoczesne rozwiązania mogą również wpłynąć korzystnie na efektywność, koszty funkcjonowania, bezpieczeństwo oraz wygodę użytkowników.

Studium w konkluzji wskazuje, że infrastruktura podziemna może być w najbliższej przyszłości bardzo pożądanym rozwiązaniem, przy czym początkowe koszty związane

z tego typu inwestycjami będą z pewnością zbyt duże dla wielu miast i regionów, a nawet państw. Tak więc będzie istniała potrzeba opracowania długoterminowych, śmiałych planów rozwoju, gdyż w dłuższej perspektywie zainwestowane środki z pewnością przyniosą wymierne korzyści materialne i niematerialne. RAND Corporation rekomenduje kontynuację badań w tym zakresie i realizowanie ich dwufazowo w ramach koncepcji: pierwsza faza powinna obejmować rozwój technologii drażenia skał i sprzętu do usuwania skał z rejonu prac, druga zaś przeprowadzenie eksperymentalnych projektów wymaganych do zaprezentowania istniejących możliwości prowadzenia prac, poznania problemów i wyzwań, ale też możliwości związanych z tego typu rozwiązaniami.

3. ZALETY ORAZ WYZWANIA WYNIKAJĄCE Z KONCEPCJĄ UAH

Koncepcja budowy nowoczesnych autostrad z wykorzystaniem podziemnej infrastruktury jest ideą ciekawą w kontekście logistyki i łańcuchów dostaw, jednak wiąże się ona bezpośrednio w wieloma wyzwaniami, które stanowią poważne utrudnienie na każdym etapie wdrażania tej koncepcji. Dlatego też kompleksowe, wszechstronne badania w odniesieniu do użycia nowych rozwiązań np. w dużych skupiskach ludzkich są bardzo pożądane. Jednym z powodów prac na UAHs jest postępująca urbanizacja i tendencja populacji świata do opuszczania terenów wiejskich na rzecz miast, co powoduje ich wzrost w zakresie ilości ludności i zajmowanego terenu. Wydaje się, że *„przezwrot demograficzny o sile trzęsienia ziemi przekształca obecnie cały rozwinięty świat z zasadniczo wiejskiego społeczeństwa w społeczeństwo miejskie”*[9]. Przykładem tej tendencji są Chiny gdzie ocenia się, że liczba ludności miejskiej zrówna się z liczbą ludności wiejskiej już w 2020 r.; podobna tendencja obserwowana jest w innych państwach, tak więc właśnie te obszary potrzebują i potrzebować będą nowych rozwiązań transportowych by zabezpieczyć potrzeby życiowe ludzi.[10] W opinii International Tunneling Association - ITA, w zakresie transportu *„struktury podziemne są jednym z najlepszych rozwiązań problemów połączeń wewnątrz miast, ale też połączeń między miastami w terenach o krajobrazie górskim”*. [11] Rozwiązanie to pozwoli też na rewitalizację centrów miast i wykorzystanie ich na potrzeby życia społecznego poprzez uwolnienie przestrzeni lądowej, zwiększy bezpieczeństwo, ponadto wpłynie korzystnie na ochronę środowiska naturalnego, zwłaszcza gdy wdrożone zostaną do użytku wymagane dla tej koncepcji nowoczesne pojazdy.

Lokalizacja infrastruktury pod powierzchnią ziemi wiąże się z pewnymi charakterystykami, które w zasadniczy sposób sprzyjają tej koncepcji i są one na tyle istotne, że należy je wnikliwie rozważyć celem przyszłego wykorzystania na potrzeby logistyki.[11] Wydaje się korzystne rozważenie tego wymiaru przestrzennego jako właściwe miejsce do rozmieszczenia w ukryciu pewnych obszarów działalności ludzkiej oraz instalacji, które z punktu widzenia zagospodarowania przestrzeni miejskiej są niepożądane lub też rozmieszczenie ich na powierzchni jest zbyt kosztowne i trudne, przykładowo centra logistyczne i niektóre zakłady produkcyjne. Obok efektu wizualnego i środowiskowego przestrzeń ta oferuje naturalną ochronę przynajmniej w trzech sferach: mechanicznej, termicznej i akustycznej, tym samym sprzyja rozmieszczeniu tych obiektów, które są podatne na wpływy czynników zewnętrznych, w tym pogodowych, oraz są uciążliwe dla ludności żyjącej w ich najbliższym otoczeniu. Jednocześnie taka dyslokacja ograniczyć może częściowo niekorzystny wpływ na środowisko poprzez ograniczenie

zanieczyszczeń i ewentualnych skutków skażeń przemysłowych, jednocześnie jednak w tego typu obiektach warunki pracy mogą być potencjalnie niebezpieczne i trudniejsze. Wiąże się z tym również mała widoczność tych obiektów, gdyż w zasadzie tylko miejsca wejścia i wyjścia są widoczne i rozpoznawalne, co nie zakłóca wizerunku miasta np. przestrzenie parkingowe dla pojazdów ciężarowych, rejony przeładunkowe, składy materiałów niebezpiecznych, itp. Jednocześnie obiekty te mogą stanowić bardzo dobre schronienia służące ludziom w razie skażeń powierzchniowych, skażeń przemysłowych i podobnych wypadków. Z drugiej strony jako miejsce przechowywania groźnych materiałów i substancji, jak też niebezpiecznych procesów produkcyjnych, są one naturalnie izolowane i tym samym mniej niebezpieczne dla ludzi, zwierząt i środowiska naturalnego. W tym zakresie szczegółowe analizy pozwolą na właściwe przygotowanie, zabezpieczenie i rozmieszczenie takich obiektów.



Rys. 3. Wizja wykorzystania przestrzeni podziemnej miast
Źródło: [11]

Lokalizacja w naturalny sposób ogranicza też bezpośredni wpływ warunków pogodowych zwłaszcza w obliczu zmian klimatu, które w ostatnich latach spowodowały duże zniszczenia i straty, a tym samym dodatkowe koszty dla firm logistycznych. Polskie doświadczenia związane z powodzią wskazują jednak, że jest to żywioł groźny dla miast, a tym bardziej dla wszelkich obiektów pod powierzchnią ziemi. Tym samym istnieje wymóg przeprowadzenia bardzo wnikliwych studiów i badań w zakresie lokalizacji infrastruktury oraz jej zabezpieczenia przed wpływem warunków terenowych i pogodowych. Można w tym zakresie wykorzystać doświadczenia w oparciu o już istniejące obiekty tego typu. Jeszcze jedną zaletą struktur podziemnych, związaną z warunkami terenowymi, jest ich większa odporność na skutki trzęsień Ziemi, co zaobserwowano w czasie ruchów skorupy ziemskiej w Kobe w Japonii w 1995, w San Francisco oraz w Mexico City. O ile miasta te ucierpiały i odnotowały ogromne zniszczenia

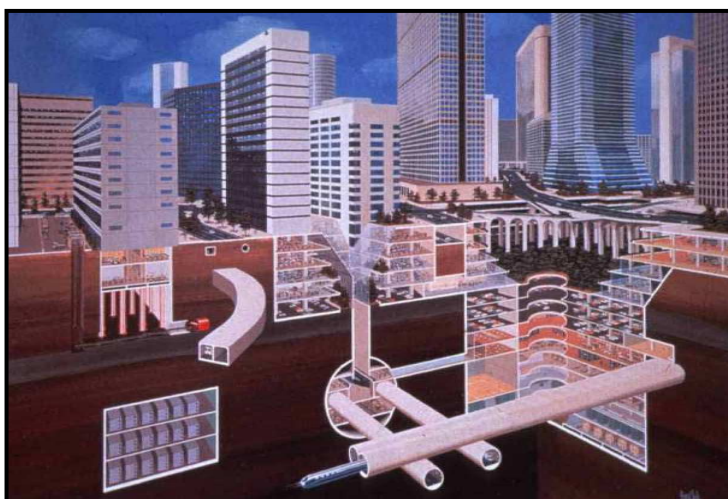
to obiekty, które znajdowały się pod powierzchnią gruntu odniosły relatywnie bardzo małe uszkodzenia. Infrastruktura podziemna zapewnia też izolację przed warunkami klimatycznymi, czego przykładem jest kopalnia soli w Wieliczce, która jest doskonale zachowanym miastem podziemnym. Wynika to z faktu, że wahania temperatur wewnątrz gruntu oferują bardziej umiarkowane i stabilne warunki, co między innymi pozwala na oszczędności energii i zapewnia relatywnie niezmiennie i stabilne warunki dla niektórych delikatnych i łatwo się psujących towarów takich jak żywność, warzywa, owoce itp. Również ochrona takich obiektów stanowić może istotne udogodnienie, gdyż zasadniczo najważniejszym zadaniem byłaby ochrona miejsc wejścia, które są łatwiejsze w zabezpieczeniu niż cały obiekt, jak to ma miejsce w wypadku instalacji naziemnych.

Problem rozmieszczania wybranej infrastruktury pod ziemią przyciąga uwagę opinii publicznej zwłaszcza w kontekście ryzyka i zagrożeń z nimi związanych. Potencjalne zagrożenia można podzielić na kilka różnych kategorii. Duże znaczenie ma problematyka finansowania projektów i obawa przed utratą włożonego kapitału. Jest to związane z obawami przed powstawaniem dodatkowych, nieplanowych kosztów w trakcie realizacji, ale też małym zwrotem włożonego kapitału w większym przedziale czasowym niż zakładano. Prace konstrukcyjne są istotnym problemem w tym zakresie, gdyż mogą trwać dłużej niż zakładano wskutek nie przewidywanych przeszkód w strukturze gleby, zawodności sprzętu drążącego tunele czy osunięcia przodka. Powoduje to automatycznie opóźnienia i straty finansowe, ale też znaczne ryzyko dla osób pracujących przy drążeniu tunelu. Jest to częściowo połączone też z ryzykiem, że potencjalni użytkownicy indywidualni i firmy transportowe mogą początkowo nie w pełni akceptować nowe rozwiązania, choć może to być jedynie efekt czasowy. Jednocześnie charakterystyki geotechniczne, geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne związane z pracami i przebiegiem wód podziemnych, jak też ewentualne problemy w trakcie robót spowodować mogą nieoczekiwane koszty i obawy inwestorów. Zagrożenia dla środowiska wynikające z naruszenia systemu wód podziemnych, stanowiących ważny element obiegu wody w przyrodzie, może również być poważną, a nawet niemożliwą do obejścia przeszkodą. Istniejące obecnie problemy ze szkodami górniczymi w Polsce, zwłaszcza na Śląsku, wskazują na potrzebę wnikliwego rozpatrzenia przebiegu każdej inwestycji, tak by uniknąć naruszenia lub zniszczenia infrastruktury naziemnej. Elementów ryzyka jest wiele i muszą zostać one podjęte bardzo wnikliwie, gdyż wszelkie zmiany w trakcie realizacji projektu są kosztowne i podważać mogą sens jego realizacji. W tym zakresie duże znaczenie mają, sugerowane przez RAND Corporation, projekty eksperymentalne pozwalające na zdobycie doświadczeń, przy czym należy szczegółowo badać rejon prac, gdyż geologiczne są one zwykle bardzo zróżnicowane.

4. KONCEPCJE WDROŻENIA NOWOCZESNYCH PODZIEMNYCH ROZWIĄZAŃ KOMUNIKACYJNYCH

Generalnie eksperci w zakresie transportu zajmujący się problematyką nowych koncepcji oraz możliwościami ich wdrażania są zgodni, że *“jeśli wziąć pod uwagę poruszanie się w przyszłości sieciami tuneli podziemnych, jest to jedynie kwestią czasu”*[12]. Uważają oni, że w ciągu 50-100 lat system UAH stanie się rzeczywistością w Stanach Zjednoczonych, Azji i Europie, mimo, że będzie to przedsięwzięcie na ogromną

skalę. Aby jednak osiągnąć tak zakładane cele należy zwrócić uwagę na trzy elementy, które muszą ewoluować w istotny sposób, stwarzając warunki poszukiwania nowoczesnych rozwiązań w oparciu o celowe wykorzystanie przestrzeni podziemnych.[13] Po pierwsze powstać muszą i funkcjonować AHS, stanowiące sprawny system wyposażony w nowe technologie, co pozwoli na prowadzenie testów w zakresie „smart roads” z wykorzystaniem nowych typów pojazdów i technologii umożliwiających ciągłość ich funkcjonowania. W efekcie rozwoju AHS i nabycia doświadczeń, nowoczesne UAH zostaną w sposób naturalny włączone w już istniejące rozwiązania, co pozwoli na utworzenie kompletnego, wzajemnie uzupełniającego się systemu dróg. Ponadto, nowe technologie transportowe zostaną sprawdzone przez użytkowników na powierzchni Ziemi, pozwalając na przyzwyczajenie się do nich, a w konsekwencji ułatwią swoiste „zejście” pod powierzchnię i użytkowanie kompleksowego systemu dróg.



Rys. 4. Koncepcje wykorzystania przestrzeni podziemnej
Źródło:[11]

Drugim ważnym elementem, który powinien być wdrażany są badania nad nowymi typami pojazdów, których emisja spalin jest na poziomie zerowym. Wynika to bezpośrednio z faktu, że duże ilości pojazdów przemieszczających się przez sieci dróg podziemnych wytwarzają olbrzymie ilości spalin. Tym samym ich odprowadzanie i wentylacja stanowi olbrzymie wyzwanie, jest to również duże zagrożenie w razie jakichkolwiek wypadków i naruszenia ciągłości ruchu poprzez powstawanie zatorów. Tak więc pojazdy o zerowej lub bardzo ograniczonej emisji spalin są czynnikiem koniecznym dla skutecznego wdrażania koncepcji, obejmując pojazdy o napędzie elektrycznym, z użyciem energii słonecznej, pojazdy hybrydowe, napędzane wodorem i inne. Przykładem takich rozwiązań są Honda FCX Clarity, elektryczny pojazd Nissan Leaf czy też Mercedes Model F 600 HYGENIUS. Ten ostatni wyposażono w ogniwo paliwowe najnowszej generacji odznaczające się zerową emisją spalin i został wdrożony do produkcji seryjnej jako model Klasy B F-Cell.

Trzecim elementem, który powinien poprzedzać intensywny rozwój UAH, jest konieczność rozwoju możliwości sprzętu do drążenia tuneli. Jest to pochodną faktu, że będzie istniała konieczność przygotowania wielu korytarzy podziemnych a poprzez nowe możliwości będzie można oszczędzić czas prowadzenia inwestycji, zwiększyć bezpieczeństwo, a tym samym obniżyć koszty. Ważnym doświadczeniem w zakresie konstrukcji podziemnych było wykonanie kanału pod Tunelem La Manche biegnącego z Calais we Francji do Folkestone w Wielkiej Brytanii. Ma on 50 kilometrów i biegnie 60 metrów pod dnem kanału, zaś jego wykonanie zabrało cztery lata. Z kolei w czasie prac nad projektem wymiany sieci kanalizacyjnej w Melbourne [14], przy użyciu m.in. urzędzenia firmy Lovat liczącego 92 metry długości, w ciągu 10 miesięcy wykonano tunel o średnicy 2,4 m. i długości 1,2 km. Wiele państw rozwiniętych pracuje nad nowoczesnymi konstrukcjami sprzętu do drążenia tuneli, mając świadomość możliwych potrzeb w tym zakresie. Pozwala to na obniżenie kosztów i zwiększenie efektywności do poziomu przykładowo usunięcia jednego metra sześciennego za średnią cenę 1,50 USD przy tempie prac sześć metrów na godzinę. Przy czym równie ważny jest rozwój technologii pozwalających na sprawne usuwanie urobku, który musi zostać następnie zagospodarowany.

W opinii ekspertów, jeśli technologie i koncepcje wymienione uprzednio zostaną wdrożone, to istnieje możliwość, że „*prace nad pierwszymi tunelami, jako elemente sieci zautomatyzowanych dróg podziemnych rozpoczną się około 2030 roku w najbogatszych i największych miastach, czyli gdy będziemy prawdopodobnie posiadać tanie i wydajne maszyny do drążenia tuneli (tunnel boring machines – TBM), częściowo rozwiniętą sieć powierzchniowych zautomatyzowanych dróg przeznaczonych dla pojazdów przewożących kierowcę oraz jednego lub więcej pasażerów (HOV - High Occupancy Vehicle lanes) w kilku miastach, oraz użytkowany będzie znaczny procent pojazdów (co najmniej 40%) hybrydowych lub o bardzo małej lub zerowej emisji spalin*”[15]. Ma to duże znaczenie, gdyż UAH są istotnym czynnikiem w zasadniczy sposób wspierającym ruch pasażerski, ale też przewóz towarów i usług w łańcuchach dostaw w kontekście „*wykorzystania powierzchni miejskich, efektywności i ciągłości transportu oraz automatyzacji znacznej części ruchu miejskiego związanego z dojazdami*”[15]. Ważne podkreślenia jest to, że masowy tranzyt, o niskich kosztach i dobrej organizacji, w przeludnionych miastach musi odwrócić pogarszającą się sytuację wielu miast np. w Polsce i stanowić nowy wymiar planowania przestrzennego i inżynierii ruchu drogowego. Wydaje się, że jest to jedno ze skuteczniejszych rozwiązań pozwalających osiągnąć długoterminowe korzyści. W związku z tym można też spotkać opinię, że „*najszybciej rozwijający się dopełniający, długoterminowy system transportowy w ważniejszych miastach o dużym zagęszczeniu ludności*” w końcu obecnego wieku będzie „*gigantyczną siecią UAH*”[15]. Dlatego też, konieczne jest akcentowanie, że rozwój UAH zwiększy bezpieczeństwo, prędkość przemieszczania, estetykę, możliwości przewozu większej masy towarowej i wygodę ludzi. Jeśli sieć ta zostanie połączona z parkingami podziemnymi w rejonie docelowym podróży „*systemy takie stanowią będą promesę zwiększenia możliwości ruchu w metropoliach i przepustowości co najmniej o jeden rząd wielkości w relacji do stanu obecnego; w efekcie zmniejszając dwu- a nawet trzykrotnie obecne średnie czasy dojazdu w miastach, zredukując istniejącą naziemną infrastrukturę komunikacyjną, zanieczyszczenie, hałas, jak też poprawią wizualnie wygląd miast poprzez usunięcie wybranych elementów architektury naziemnej związanych z transportem*”.[15]

Przykładem konstruktywnego podejścia do problemu jest Południowa Kalifornia, gdzie pracuje się nad trzema dużymi projektami.[7] Pierwszy to 8-kilometrowy tunel „który pomoże połączyć drogi w Long Beach i Foothill z Pasadena i Południową Pasadena i pozwoli na wyłączenie do ruchu miejskiego około 100000 samochodów dziennie”. Kongres USA zaakceptował już na ten cel 2.4 mln USD na wykonanie prac projektowych i przewiduje się, że zaakceptowany zostanie również wydatek 2 mld USD na wykonanie całości. Kolejny projekt to 19-kilometrowy tunel, którego zadaniem będzie „połączenie szybko rosnących osiedli mieszkaniowych na Wyspie Empire z miejscami pracy na nizinie nadmorskiej”. Prace projektowe to koszt około 16 mln USD, zaś całkowity koszt tunelu wyniesie od 3,5 do 5 mld USD i będzie to projekt „drugi w świecie pod względem długości – po 24-kilometrowym tunelu w Norwegii”. Trzeci element jest „kompleksem tuneli i dróg lądowych o długości 36 kilometrów, ..., przecinający bezpośrednio góry San Gabrieli łącząc Dolinę Antelope i Glendale”. Obok autostrad w świecie inwestuje się również w rozmieszczanie instalacji logistycznych pod powierzchnią ziemi. Przykładem jest Singapur, który ze względu na swoją specyfikę ma bardzo ograniczone możliwości budowy na powierzchni ziemi, w efekcie czego bardzo intensywnie studiuje się tam możliwość „budowania dużych składów i centrów usług logistycznych” pod ziemią.[16] Obecnie buduje się tam centrum Jurong Rock Cavern do składowania paliw i chemikaliów oraz prowadzi prace koncepcyjne związane z budową podziemnego miasta nauki w Kent Ridge w rejonie Tanjung Kling o wartości projektu około 1 mld USD. Po trwających „pięć miesięcy badaniach geologicznych i badaniach charakterystyk gruntu” studium wykonalności potrwa około jednego roku. Powierzchnia magazynowa będzie wynosiła około 1.1 mln metrów kwadratowych i tym samym uwolnione zostanie „nawet do 45 hektarów powierzchni lądowej do innych celów”, jednocześnie oferując ochronę przed upałem i dużą wilgotnością, niską radiacją otoczenia i mniejsze problemy związane z drganiami. [16]

Na wielu kontynentach istnieją inne przykłady tuneli mieszczących autostrady, tam gdzie istnieją istotne przeciwwskazania do dróg ciągów naziemnych lub brak jest ku temu miejsca, jak na przykład:

- w pobliżu Wersalu na zachód od Paryża elementem zewnętrznego pierścienia obwodnicy A86 jest sześciopasmowy tunel o długości ok. 10 km;
- w Lyonie, 6,5 km. północna obwodnica mieści się w głębokim tunelu, w większości pod historyczną częścią miasta;
- tunele wydrążone pod górą Carmel w Hajfie w Izraelu w istotny sposób usprawniły komunikację miejską i transport;
- w Melbourne w Australii tunele Burnley i Domain pozwalają na ominięcie centralnej dzielnicy biznesowej;
- w Sydney istnieje dwupoziomowy tunel pod gęsto zaludnionymi obszarami;
- w Japonii program budowy tuneli jest bardzo rozwinięty w Tokio np. Trans-Tokyo Bay Highway, Trasa Przez Zatokę Tokijską będąca połączeniem tunelu i mostu;
- podobne przykłady można spotkać w Sztokholmie, Oslo i innych miastach. [17]

Ciekawym rozwiązaniem jest tzw. „SMART Tunnel” (Stormwater Management and Road Tunnel) w Kuala Lumpur w Malezji. Ten liczący 9,7 km projekt jest nie tylko wykorzystywany jako autostrada, ale służy też do odprowadzania wód opadowych. Należy zauważyć, że te kosztowne inwestycje związane są często z opłatami lub są zarządzane przez prywatne firmy w oparciu o wieloletnie koncesje.

W Polsce najdłuższy tunel znajduje się w Wałbrzychu i biegnie do Jedliny Dolnej, jego długość to 1605m. Tunele wykorzystywane są też jako elementy systemów komunikacyjnych miast czego przykładem jest część metra oraz tunel kolejowy w Warszawie o długości 1175m. Również w Krakowie istnieje tunel przeznaczony dla szybkiego tramwaju o długości 1420m., a wliczając rapy wjazdowe – 1538m., przy czym należy zauważyć, że prace nad nim rozpoczęto w latach siedemdziesiątych. Tunele w istotny sposób przyczyniają się do usprawnienia transportu osobowego, zwłaszcza metro i tramwaje szybkiego ruchu, co wskazuje na dużą zasadność rozwoju tego typu rozwiązań w zakresie linii komunikacyjnych. Obecnie trwają prace planistyczne związane z budową najdłuższego przedsięwzięcia w zakresie struktur podziemnych. Planowany tunel liczyć ma 2290m i stanowić będzie element trasy S3 z Lubawki do Legnicy, planowany termin zakończenia to 2013 r. Generalnie liczba komunikacyjnych konstrukcji podziemnych w Polsce nie jest duża, jednak dostrzegana jest ich wartość jako elementu sieci transportowych, przy czym ważnym ograniczeniem są środki finansowe, co wpływa na powolny rozwój autostrad i dróg ekspresowych. Wydaje się zatem, że polskie miasta, mimo dużych trudności w przewozie osób i towarów, nie podejmują wyzwań w zakresie UAH. Już obecnie samorządy, wobec m.in. budowy obwodnic, remontów dróg i przygotowywania infrastruktury na EURO 2012 są zadłużone, czego przykładem jest Wrocław.

W świecie koncepcje podziemnej infrastruktury drogowej nie są jedynie ograniczone do budowy tuneli miejskich i w obszarach górzystych. Podejmuje się śmiało projekty pozwalające na ułatwienie transportu w dużych ośrodkach miejskich. W Chinach, władze miasta Xiamen w prowincji Fujian podjęły decyzję o budowie podmorskiego tunelu celem poprawy sytuacji transportowej oraz *„odejścia od wszechogarniającego stylu budowania wieżowców”*. [18] Projekt służy też *„wspieraniu integracji w relacji miasto – wieś oraz umożliwieniu miastu przekształceniu się w centralny ośrodek miejski na zachodnim brzegu Cieśniny Tajwańskiej”*. [18]. Liczący 8,7km Xiang'an Harbor Tunnel został otwarty dla ruchu i stanowi ważne połączenie wyspy Xiamen i centralnego obszaru miasta z prężnie rozwijającym się dystryktem Xiang'an, który stanowi część miasta Xiamen położoną na kontynencie. Jedną z zalet tej konstrukcji było zmniejszenie czasu przejazdu z jednej godziny do 6 minut, co dało istotne korzyści finansowe, ekologiczne i socjalne. Tunel biegnie 70m. pod powierzchnią morza w najgłębszym miejscu i jest tunelem o najmniejszym znanym przekroju; koszt całości wyniósł około 500 mln USD.

Kolejny podmorski tunel to Qingdao Jiaozhou Bay Undersea Tunnel, który został ukończony w kwietniu 2010r. i będzie dopuszczony do ruchu w pierwszej połowie 2011r. Połączy on starą część miasta Qingdao z jego częścią północną oraz z Wyspą Xuejia w dystrykcie Huangdao. Pojazdy będą mogły przemieszczać się nim w obu kierunkach z prędkością 80 km/h. Tunel Qingdao Jiaozhou Bay ma *„ogólną długość 7800m., z czego 3850m. to część lądowa a 3950m. biegnie pod powierzchnią morza”*. [18] Prace nad nim rozpoczęto w grudniu 2006 r. i poniesiono koszty w wysokości około 585 mln USD. [19] Kolejny ważny projekt rozpatrywany jest obecnie również w Azji. Jego śmiałym celem jest budowa szlaku komunikacyjnego pomiędzy Chinami, Koreą Południową i Japonią poprzez *„połączenie koreańskiej Wyspy Geoje koło miasta Busan z miastem Karatsu w północno – zachodniej części Japonii poprzez wybudowanie tunelu podmorskiego”*. [20]. W 2009r. powołano komitet badawczy projektu, rozpoczęto przygotowania i początkowe analizy związane z tym ogromnym przedsięwzięciem, które *„byłoby największym, liczącym 209 km, tunelem świata i jednym z najbardziej imponujących osiągnięć inżynierskich*

21 wieku”.[21] Wykonanie tunelu, jako efektu międzynarodowej współpracy, znacznie sprzyjałoby budowaniu dobrych relacji pomiędzy państwami oraz „rozwojowi ekonomii Korei, zmniejszeniu kosztów wymiany handlowej, zwiększeniu wymiany ruchu turystycznego i znacznej poprawie wizerunku państw w świecie”.[20]



Rys. 5. Wylot tunelu podmorskiego Xiamen Xiang'an.

Źródło: [22]

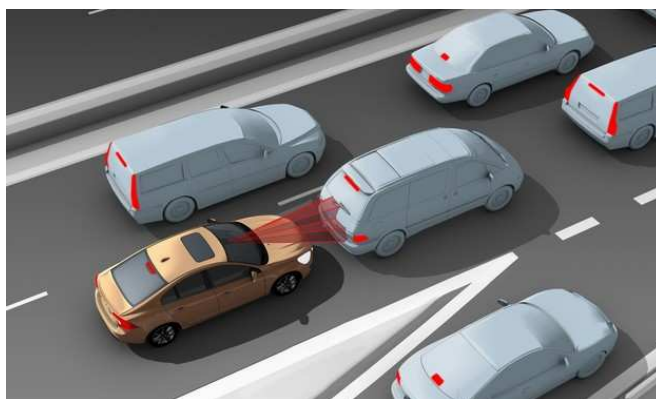
Omówione powyżej przykłady inwestycji związanych z wykorzystaniem przestrzeni podziemnych, konstrukcji sieci UAH tunel z pewnością pozytywnie wpływają na realizację procesów logistycznych. Są one oczywiście związane z bardzo dużymi kosztami i zapewne jedynie państwa rozwinięte w najbliższych latach podejmą próbę usprawnienia sieci komunikacyjnych przy wykorzystaniu tego typu rozwiązań. Korzyści w usprawnieniu relacji producent-przewoźnik-klient będą wielowymiarowe i zapewne obejmą zwrot inwestycji, jednak w dłuższym przedziale czasu. Będzie to miało istotne znaczenie szczególnie w kontekście dużych aglomeracji miejskich, gdzie możliwe rozwiązania są w zasadzie bardzo ograniczone, co w sposób naturalny budzi zainteresowanie innowacyjnością jakiej wyrazem jest koncepcja sieci UAH.

5. WNIOSKI

Biorąc pod uwagę opinie specjalistów w zakresie transportu, istniejące i planowane projekty związane z koncepcją budowy podziemnej infrastruktury drogowej oraz potrzeby w zakresie transportu w najbliższych latach wydaje się, że generalnie istnieje konsensus wskazujący na korzyści jakie przedstawia koncepcja UAH. Jednocześnie, jak wskazano uprzednio, koncepcja ta staje w obliczu licznych problemów technologicznych, finansowych oraz związanych z ekologią, co w połączeniu z obawami natury społecznej kreuje liczne ograniczenia. Ważny element to przede wszystkim wyzwania finansowe, ponieważ koszty wdrożenia projektów sieci UAH są ogromne, co warunkuje konieczność

planowania długoterminowego i kontynuacji projektów przez rządy poszczególnych państw. Przykłady rozwiązań chińskich i amerykańskich potwierdzają, że są to projekty bardzo kosztowne. Jednocześnie jednak wskazują one, że czas realizacji i korzyści są bardzo wymierne. Dlatego też duże znaczenie ma też wielowymiarowa współpraca instytucji rządowych, firm transportowych i operatorów logistycznych oraz specjalistycznych ośrodków badawczych. Jedynie takie połączenie kapitału i myśli technicznej, wspomaganym przez instytucje decydujące o rozwoju państwa pozwolą na planowanie i wdrażanie nowych, efektywniejszych rozwiązań komunikacyjnych. Jest to szczególnie ważne w dużych ośrodkach miejskich.

Koncepcja UAH jest koncepcją z pewnością potrzebną, gdyż wielkie miasta wciąż się rozwijają, czemu sprzyja rozwój przemysłu i migracja ludności wiejskiej, tym samym rosną potrzeby transportowe zarówno ludności jak i towarów. Już obecnie realizacja przewozów w niektórych miastach to istotny problem i dodatkowe koszty firm logistycznych, czego przykładem są niektóre miasta Polski. Nowoczesne UAH to również wiele zalet, ale też wyzwań w zakresie ochrony środowiska naturalnego, którego degradacja stanowi ważny element obaw współczesnego świata. Obawy te akcentowane są zwłaszcza przez kraje rozwinięte, dlatego też właśnie tam nowoczesne koncepcje trafiają na podatny grunt. Ruch miejski stanowi jedno z tych wyzwań, które jeśli zostanie choć częściowo zredukowane przyczyni się do poprawy obrotu towarowego w łańcuchu dostaw, gdyż „*bez dobrze rozwiniętego systemu transportowego, logistyka nie może wykorzystać swoich pełnych możliwości. Ponadto, dobrych system transportowy w usługach logistycznych zapewni lepszą efektywność logistyki, zredukuje koszty operatorów logistycznych i promować będzie jakość dostarczanych usług*”.[23] Przy czym transport to istotny element gospodarki, przykładowo, „*w Australii wartość dodana brutto sektora transportu i magazynowania wynosiła 34496 mln UAD w latach 1999-2000 czyli 5,6% PKB*”.[23].



Rys. 6. Volvo City Safety
Źródło: [24]

Wraz z koncepcją podziemnych ciągów komunikacyjnych należy też podkreślić duże znaczenie rozwoju wspomnianych uprzednio koncepcji: AHS, pojazdów o małej emisji

spalin i sprzętu do drążenia tuneli, gdyż równoległy ich rozwój stanowi czynnik, który spowoduje płynne wdrożenie całości i połączenie sieci dróg w jeden sprawny system. Ich promocja pozwoli też na wzrost poparcia społecznego do wdrażania wszelkich rozwiązań, które sprzyjają płynności komunikacji, bezpieczeństwu i rozwojowi miast. Wymaga to planowania długoterminowego na różnych poziomach administracji publicznej, w tym zwłaszcza władz lokalnych wspieranych przez właściwe uregulowania prawne. Władze lokalne w tym zakresie posiadać muszą wsparcie czynników wojewódzkich i państwowych, tak by śmiało planować rozwój miast, w tym akceptować odejście od wykorzystywania przestrzeni podziemnych jedynie w celach ochrony i obrony ludności. Przyszłe zautomatyzowane, nowoczesne drogi naziemne i podziemne, pozwalające na sprawny ruch pojazdów nowej generacji to bardzo obiecujący projekt. Wydaje się, że ten właśnie kierunek rozwoju sieci transportowych pozwoli również na znaczną poprawę wydajności transportu na potrzeby logistyki. Zasadniczą zaletą będzie, obok lokalizacji i lepszych charakterystyk, możliwość lepszego planowania i elastyczność dostaw z przewidywalnymi i wiarygodnymi warunkami ich realizacji. Obecne problemy z ciągłością dostaw w dużych ośrodkach miejskich, dodatkowe koszty i opóźnienia przestaną stanowić o ryzyku dla dostawców usług logistycznych, wychodząc bezpośrednio ku oczekiwaniom klientów.

Wiele z omawianych koncepcji znajduje się w fazie badań i eksperymentów, zwłaszcza w krajach rozwiniętych, również kryzys finansowy nie sprzyja wdrażaniu nowych rozwiązań. Jednak konieczność przewidywania i rozwoju istniejących sieci komunikacyjnych w USA, czy szybko rozwijających się Chinach i Indiach z pewnością zaowocują nowymi projektami, które zapewne obejmą również UAH, jako element wzmocnienia rynku wewnętrznego i wzrostu wymiany handlowej.

Na zakończenie warto jeszcze raz podkreślić, że logistyka jest bez wątpienia dźwignią i sposobem na rozwój gospodarczy, jest ona zarazem na usługach wszelkich działalności i elementem warunkującym te działania. Jako czynnik tworzenia wartości dodanej logistyka powinna również być postrzegana jako dziedzina ponosząca w pełni świadomą odpowiedzialność za wpływ, jaki wywiera ona na środowisko poprzez zagospodarowanie wyznaczonych terenów w regionie i na jego infrastruktury.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] www.berlin0xx.com/images/fotos/WSL2006_pl_final.ppt z dn 10.09.2010
- [2] Cheon S., *An Overview of Automated Highway Systems (AHS) and the Social and Institutional Challenges They Face*, UCTC University of California Transportation Centre 2003.
- [3] Ünsal C., *Intelligent Navigation of Autonomous Vehicles in an Automated Highway System: Learning Methods and Interacting Vehicles Approach*, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 29 styczeń 1997.
- [4] *Integrated Vehicle-Based Safety Systems (IVBSS)*, The Transportation Research Institute, Uniwersytet Michigan, <http://www.umtri.umich.edu/>
- [5] Zeybek H., *Intermodal Freight Transport and Logistics Research, in European Union and Turkey*, Ankara 2010.
- [6] Hoffman G., *Urban Underground Highways and Parking Facilities*, RAND Corporation, Santa Monica 1963.

- [7] Weikel D., Rabin J. L., Kelley D., *With Traffic at a Crawl, Planners Talk of Tunnels*, Los Angeles Times 18 wrzesień 2005.
- [8] <http://www.fordfoundation.org/about-us/mission>
- [9] Joes A. J., *Urban Guerrilla Warfare*, the University Press of Kentucky, Lexington 2007.
- [10] Seto K. C., *Urban Growth in China: Challenges and Prospects*, Department of Geological and Environmental Sciences and Freeman Spogli Institute for International Studies Stanford University, Stanford 2007.
- [11] *Why go underground?*, ITA Executive Council, International Tunneling Association, Lausanne 2002.
- [12] Lamb R., *Will we drive on underground automated highways?* 30 czerwiec 2008. HowStuffWorks.com.
- [13] *Underground Automated Highways (UAH) for High-Density Cities: A 2030-2060 Forecast, The Coming Convergence of Three Technologies: A Post-2030 Developmental Attractor*, Acceleration Studies Foundation 2005.
- [14] "Lucy Loo" Tunnels Under Melbourne, Trenchless Australasia, wrzesień 2009.
- [15] Smart J., *Underground Automated Highways (UAH) for High-Density Cities*, Acceleration Studies Foundation, 2005.
- [16] *Underground logistics/data centre in the pipeline*, iProperty.com, Źródło: The Business Times © Singapore Press Holdings Ltd, Singapur 28 czerwiec 2010.
- [17] Samuel P., *Building Our Way Out of Congestion, Innovative Approaches to Expanding Urban, Highway Capacity*, Reason Public Policy Institute Policy Study #250, Los Angeles 1999.
- [18] Xiaomeng G., *Undersea Tunnel Integrates Xiamen and New Areas*, China Daily, Pekin 30 marzec 2010.
- [19] *China Completes 2nd Undersea Tunnel*, Xinhua News Agency, 28 kwiecień 2010.
- [20] Hogan G., *Korea-Japan Tunnel*, Korean Times, 03 grudzień 2009.
- [21] Burda R., *Plany budowy tuneli łączących Koreę Południową, Japonię i Chiny*, Inżynieria.com, 14. XII. 2009. Telegraph.co.uk, worldhighways.com, Japan Times
- [22] Xiang'an X., *Undersea Tunnel officially opens to traffic*, IndoAsian News, 27 kwiecień 2010, <http://www.whatsonxiamen.com/news11802.html>
- [23] Tseng Y., Yue W., Taylor M., *The Role Of Transportation In Logistics Chain*, Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, Tokio 2005.
- [24] <http://motoryzacja.interia.pl/wiadomosci/bezpieczenstwo/news/za-te-systemy-wartodoplacic,1540012,324>