

Ewa Kulińska¹
Politechnika Opolska

Wykorzystanie transportu rurociągowego a kongestia transportowa

1. WPROWADZENIE

Rozwój gospodarczy wpływa bezpośrednio na obciążenie istniejącej infrastruktury drogowej. Powodowane jest to wzrostem przepływów towarów i pasażerów. Powoduje problemy i ograniczenia w elastycznym kształtowaniu czasu dostaw oraz zmniejsza efektywność ich realizacji przez operatorów logistycznych [por. 11, 13, 14].

Zatłoczenie w układzie komunikacyjnym dotyczy nie tylko dużych miast, czy też metropolii, ale również ma miejsce na terenie mniejszych ośrodków zurbanizowanych. Drogi, stacje, węzły komunikacyjne, które zostały wybudowane przed laty nie są w stanie obsłużyć obecnego obciążenia. Postęp komunikacyjny niesie za sobą konsekwencje w postaci zwiększającej się liczby pojazdów silnikowych, powstawania zatorów w sieci drogowej i zakłóceń obniżających płynność ruchu. Nastęstwem tych zjawisk jest kongestia transportowa w układach drogowych miast. Oznacza ona przeciążenie, zatłoczenie na szlakach komunikacyjnych [13].

Duże nasilenie ruchu drogowego powoduje spadek atrakcyjności miast, a przede wszystkim ich centrów. To skłania do zmiany organizacji ruchu pojazdów zmotoryzowanych. Znaczna część ruchu realizowana jest przez pojazdy indywidualne. Niemniej coraz większym problemem staje się ruch samochodów ciężarowych i dostawczych zaopatrujących odbiorców zlokalizowanych wewnątrz miast.

Transport rurociągowy to jeden z pięciu systemów transportu obok transportu drogowego, kolejowego, lotniczego i wodnego. Rurociągi dają szansę na bezpieczny i ekonomiczny przesył, co można już obserwować w przypadku przemieszczania materiałów ciekłych lub gazowych. W zatłoczonych aglomeracjach miejskich jest alternatywą dla transportu materiałów o stałej konsystencji. Alternatywą szybką i ekologiczną. Nadszedł czas, aby poprowadzić strumienie towarów, które doprowadzają do kongestii naszych dróg, alternatywną ścieżką. Czas na opracowanie sieci rurociągów, którymi przesyłać będzie można lodówki, pralki, części samochodowe, zboża, produkty spożywcze i wiele artykułów codziennego użytku.

Celem publikacji jest wskazanie możliwości wykorzystania transportu rurociągowego do przemieszczania materiałów stałych lub sypkich, jako alternatywy dla obecnie wykorzystywanych rodzajów transportu do zmniejszenia kongestii transportowej.

2. PROBLEMY TRANSPORTOWE WSPÓŁCZESNYCH MIAST

Analiza procesów gospodarczych zachodzących, mniej więcej od 2000 roku daje wyraźnie do zrozumienia, że w Polsce w dalszym ciągu brakuje spójnego i sprawnie funkcjonującego systemu transportowego. Systemu, który byłby w sensie architektury systemu koherentny z systemem europejskim i globalnym. Bez wątpienia działania zmierzające do osiągnięcia takiego stanu przyczyniłyby się do przyspieszenia wzrostu gospodarczego kraju, regionu, miast. Z punktu widzenia celów rozwojowych Polski i aspiracji obywateli konieczne jest, by transport nie tylko przestał być barierą hamującą wzrost gospodarczy kraju, lecz aby stanowił istotny element przyczyniający się do jego wszechstronnego rozwoju poprzez stworzenie funkcjonalnie zintegrowanej infrastruktury,

¹ e.kulinska@po.opole.pl

wdrożenie nowych technologii transportowych i zapewnienie obywatelom, w tym przedsiębiorcom, wysokiej jakości usług na konkurencyjnym rynku transportowym [17].

Włączenie się do projektowania podziemnego rurowego transportu materiałów stałych nie tylko jest ciekawą ideą, w sensie wprowadzania innowacji i usprawniania transportu, ale stanowi szansę na wyrównywanie różnic między systemem transportowym Polski, a systemami transportowymi bardziej rozwiniętych państw europejskich.

Zagadnieniem zajmującym się optymalizacją i kreowaniem systemów transportowych jest logistyka miejska. Jej definicja nie jest sztywnie ustalona, gdyż ewoluuje na przestrzeni lat, podobnie jak miasta i ich otoczenie. Najlepiej odzwierciedlająca dzisiejsze potrzeby miast logistyka miejska to proces optymalizacji logistyki i transportu przez prywatne przedsiębiorstwa z zastosowaniem zaawansowanych systemów informatycznych na obszarach miejskich i z uwzględnieniem środowiska transportowego, kongestii, bezpieczeństwa i oszczędności energii w obszarze gospodarki rynkowej [7].

Logistyka miejska daje możliwość zastąpienia dotychczasowego, nieskoordynowanego układu różnych rodzajowo i natężeniowo potoków (towarowych, pasażerskich) układem skoordynowanym, zorientowanym na podmioty funkcjonujące w mieście i na jego mieszkańców, a w konsekwencji na rozwój miasta. Działania w tym obszarze eliminują lub w znacznym stopniu ograniczają pierwszy z kluczowych dla miast problemów, jakim jest chaos komunikacyjny, którego skutkiem jest brak zintegrowanego zarządzania systemem transportowym miasta [18].

Za system transportowy miasta uznaje się uporządkowaną całość wszystkich gałęzi transportu działających na terenie miasta i w jego otoczeniu. Jego zakres obejmuje cały majątek trwały i obrotowy transportu, czynnik ludzki i powiązania międzygałęziowe oraz powiązania całego systemu transportowego z otoczeniem oraz infrastrukturę transportową wszystkich gałęzi transportu, środki transportu różnych gałęzi transportu (bez względu na formę własności), zasoby ludzkie i regulacje organizacyjno-prawne [8].

Brak przyjętego systemu zarządzania ruchem transportowym w mieście wiąże się z wieloma problemami w sprawnym przepływie ludzi i ładunków. Uwidacznia się to szczególnie w godzinach szczytu, kiedy to sieć drogowa narażona jest na największe obciążenie ze strony ruchu pasażerskiego i towarowego. Ograniczenia w ich ruchu generowane są przez nadmierną liczbę pojazdów, przestarzałą liniową i punktową infrastrukturę komunikacyjną, a także złą organizację ruchu. Ogół tych czynników składa się na zjawisko zachodzące niemal w każdym mieście, mianowicie kongestię czyli zatłoczenie sieci komunikacyjnej.

Kolejny problem polskich miast to brak właściwego planowania przestrzennego, która powinna dotyczyć obszarów miejskich, jak i położonych w okolicy gmin. Na peryferiach wielu miast obserwowany jest stały trend budowy osiedli domów jednorodzinnych, które są uzależnione od własnych samochodów, zaś dostęp do komunikacji miejskiej jest mocno ograniczony.

Uzależnienie kolejnych pokoleń od własnego środka komunikacji prowadzi do odchodzenia od pojazdów komunikacji zbiorowej, co w perspektywie czasu przekłada się na ograniczenie ilości pojazdów na danej trasie, a także podwyżek cen biletów, celem utrzymania rentowności firmy. Ograniczenie tej tendencji ma bardzo duży wpływ na ilość pojazdów na drogach. Jednym ze sposobów na ograniczenie tego zjawiska i zachęcenie do skorzystania ze środków komunikacji miejskiej jest systematyczny wzrost jakości usług oferowanych przez firmy przewozowe. Przejazd nowoczesnym taborem, optymalizacja czasu podróży czy nawet zakup biletu przez Internet stanowiłyby racjonalne uzasadnienie aktualnych stawek przewozowych, a tym samym przyciągnęłyby pasażerów. Obecnie klient wymaga wykonania usługi na wysokim poziomie, a jeżeli firma transportowa jest w stanie to zaoferować korzyści z takich działań będą widoczne dla firmy jak i dla infrastruktury drogowej w postaci ograniczenia liczby pojazdów indywidualnych [13].

Jednym z najbardziej uprzykrzającym życie mieszkańcom miast grupie pojazdów są pojazdy dostawcze, których rozmiar w znacznym stopniu ogranicza przepływ osób i ładunków zwłaszcza w centrum i bliskim jego sąsiedztwie. Negatywnym zjawiskiem w tym zakresie jest także znaczne ograniczenie czasu dostaw przez operatorów logistycznych, a tym samym poniesione na ten cel wysokie koszty związane z dostarczeniem takiego towaru. Na tym polu także zaczęto poszukiwać rozwiązań ograniczających to zjawisko, a działania w tym celu podjęte są bezpośrednio związane z

zagadnieniem logistyki miejskiej. Duże miasta zredukowały udział pojazdów dostawczych poprzez odpowiednią konsolidację i dekonsolidację przesyłek w centrum przeładunkowym, umieszczonym na obrzeżach miasta. Projekty tego typu spotkają się z dużą aprobatą ze strony mieszkańców i przyczyniają się do efektywnego wykorzystania jednostek ładunkowych, ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko, a tym samym na wzrost jakości życia w mieście [12].

Kolejne problemy transportowe polskich miast takie jak zwarte budownictwo, uszkodzone nawierzchnie, brak obwodnic, dróg szybkiego ruchu, mają bezpośredni wpływ na zjawisko kongestii. Celem jego ograniczenia zaczęto poszukiwać rozwiązań stanowiących punkt równowagi między wykorzystaniem i usprawnieniem ruchu w istniejącej sieci komunikacyjnej, a budową nowych rozwiązań transportowych. Jednym z rozwiązań usprawniających przepływ osób i ładunków są podziemne trasy zamknięte w rurociągach.

3. KONCEPCJE PROPOZYCJE ROZWIĄZAŃ

Największe zapotrzebowanie na tą formę transportu istnieje na terenach mocno zurbanizowanych, w obrębie dużych aglomeracji miejskich i przemysłowych. Funkcjonująca w nich znacząca liczba ludności wymusza zwiększone potrzeby transportowe w zakresie dostarczania dóbr zaspokajających codzienne potrzeby. Sprostanie strony podażowej na zgłoszony popyt zależy w dużej mierze od jakości usług logistycznych. Szczególnie zaliczane są tutaj małe dostawy do indywidualnych odbiorców. Ze względu na "wąskie gardła", ekspansywne plany zagospodarowania przestrzennego, mimo rozległych potrzeb, nie ma już możliwości rozszerzenia/powiększenia sieci dróg [1]. Potrzeby popytowe, a co się z tym wiąże, potrzeby podaży do oferowania jakościowych usług transportowych wymagają wprowadzenia alternatywnych sposobów transportu.

Według naukowców opracowujących koncepcję transportu rurociągowego dla materiałów stałych, projektów, jak np. Foodtubes [6, 9] oraz CargoCap [5, 10], ten rodzaj transportu nadaje się szczególnie dla towarów spożywczych, konsumpcyjnych i inwestycyjnych, takich jak składniki produkcyjne. Ocenia się, że jest to rozwiązanie możliwe do zastosowania dla dwóch trzecich towarów transportowanych aktualnie transportem samochodowym.

Rynek powierzchni logistycznych i przemysłowych w Europie będzie sukcesywnie wzrastał w ciągu kolejnych 10 lat, a kraje o największym potencjale to Polska oraz Turcja, jak wynika z raportu Colliers International [3].

Raport Colliers wyróżnia następujące miasta, jako najprężniej rozwijające się centra dystrybucyjne: Gdańsk/Gdynia; Łódź; Katowice/Wrocław; Bratysława (Słowacja) / Brno (Czechy); Izmir (Turcja); Belgrad / Nis (Serbia); Sztambuł (Turcja), Moskwa (Rosja) oraz Sankt Petersburg (Rosja) – które do roku 2020 staną się głównymi centrami logistycznymi [4].

Planowanie sieci rurociągu towarowego powinno uwzględniać Centra Logistyczne rozmieszczone w Polsce oraz w całej Europie. Wykorzystać można istniejące sieci dróg, pod którymi wybudowany byłby rurociąg. Ponadto rurociąg mógłby uwzględniać strategiczny przemysł produkcyjno-wytwórczy tj. cementownie, magazyny zbożowe, czy też fabryki produkujące różnego rodzaju materiały sypkie i stałe. Podziemny rurociąg powinien przebiegać w strategicznych obszarach, które stanowią istotny element logistycznej infrastruktury europejskiej. Zaliczyć tutaj należy porty morskie, porty rzeczne, stacje kolejowe czy porty lotnicze.

Zarządzanie dotyczące dróg przesyłu musi być dopracowane i zsynchronizowane czasowo. Można w tej kwestii wykorzystać już istniejące rozwiązania, które używane są do zarządzania podziemnym transportem komunikacji miejskiej jak metro. Należałoby jednak istniejące rozwiązania wykorzystywane w metrach, dostosować do potrzeb i wymagań podziemnego rurociągu transportującego materiały i surowce o stałej konsystencji. Ważne jest również uwzględnienie istotnych aspektów bezpieczeństwa i zagrożeń wynikających np. z możliwości zaistnienia różnego rodzaju awarii lub nieplanowanych przestojów spowodowanych konserwacją kapsuł [15].

W opracowaniu rozwiązań eksploatacyjnych podziemnego transportu materiałów i surowców również można byłoby wykorzystać istniejące rozwiązania (oczywiście będą one wymagały wielu

modyfikacji/dostosowania do potrzeb rurociągu) wykorzystywane już w istniejących rurociągach przeznaczonych do przesyłu np. gazu czy ropy naftowej [15].

Istotnym elementem wydają się być nowoczesne obiekty magazynowe. W Polsce jak i w całej Europie takich obiektów spełniających najwyższe wymagania jest wiele. Mogą one również odgrywać kluczowy czynnik rozbudowy podziemnego rurociągu [15].

Rurociągi zlokalizowane będą głównie w przestrzeni publicznej, co umożliwi nieskomplikowane i szybkie planowanie. Rozplanowanie sieci rurociągów musi uwzględniać istniejącą infrastrukturę podziemną obejmującą rurociągi gazowe, wodne, tunele metra. Naukowcy pracują nad optymalną metodą budowy korytarzy podziemnych konkurencyjnych, szybkich i przyjaznych dla środowiska, a przede wszystkim dającą możliwość szybkiej i nieskomplikowanej rozbudowy.

Transport w takim systemie odbywać się będzie w specjalnych zaprojektowanych do tego celu kapsułach. Ich wielkość i możliwości przewozowe są różne w różnych projektach. Najbardziej uzasadnione wydaje się być zaprojektowanie kapsuł przeznaczonych do transportu europalet, ponieważ stanowią one większość przewozów towarowych wewnątrz Europy. Średnica rurociągu dla kapsuły zawierającej dwie europalety wynosiłaby 2 metry.

Europalety to ustandaryzowana objętość towarowa, która sprawdziłaby się w praktyce. Jej zastosowanie umożliwiłoby łatwą implementację tego typu transportu do istniejących łańcuchów logistycznych. Ze względu na obciążenie zaledwie dwoma europaletami, ładowanie i dystrybucja mogłyby się odbywać bardzo elastycznie. W przypadku konieczności przesłania większej liczby towarów można uruchomić więcej kapsuł do przesyłu. Elastyczność i pełne zautomatyzowanie procesu załadunku i rozładunku, właściwie gwarantują konkurencyjność tego rozwiązania.

Ponieważ transport rurociągowy jest niezależny od innych rodzajów transportu, tras ruchu, warunków pogodowych, kongestii, możliwe jest ustalenie stałych prędkości i stałych strumieni dostaw. Prowadzi to w prostej linii do skrócenia czasu transportu w stosunku do transportu drogowego w zatłoczonych obszarach miejskich.

Przewidywana w projekcie CargoCap prędkość takiego przesyłu to średnio 22 mph, czyli ok. 40 km/h. Miejscem docelowym usytuowania stacji nadawczo odbiorczej może być: fabryka, centrum logistyczne, czy hipermarket.

Jest to sposób transportu od punktu do punktu: od magazynu do magazynu, od centrum dystrybucji do centrum logistycznego lub odwrotnie, chodzi o dokładne dostarczenie towaru w miejsce przeznaczenia. Transport podziemny materiałów sypkich to droga do optymalizacji procesów e-commerce i logistyki.

Dostawca i nabywca są dokładnie informowani o aktualnej pozycji wysyłanych/zamawianych towarów. W przypadku zwiększonego zapotrzebowania na transport, kapsuły mogą być wysyłane w kolumnach. Wymaga to prawidłowego sterowania czasem startu kapsuł dla zachowania odległości między nimi (oszacowano bezpieczną odległość na poziomie ok. 2m). Ponadto możliwość takiego przesyłu musi być uwzględniona przez strukturę rurociągu, sterowanie na rozgałęzieniach, tak aby cała kolumna mogła poruszać się spójnie, bez konieczności zmniejszania prędkości. Kierunek jazdy – stacja docelowa - jest wybierany w systemie sterowania kapsułą zaprogramowany w wewnętrznym komputerze pokładowym. Tylko w ten sposób będzie możliwe zapewnienie stałego/oczekiwanego strumienia transportu.

Jak tylko towary zapakowane na paletach dotrą do miejsca przeznaczenia, kapsuły są automatycznie rozładowywane. Dalszy transport odbywać się będzie z wykorzystaniem przenośników pionowych i poziomych. Przenośniki pionowe stosowane są w celu dostarczenia palet, które zostały wyładowane w podziemiu, na powierzchnię terenu. Stacje rozładunkowe same mogą być planowane i realizowane zgodnie z potrzebami klientów.

Istnieje możliwość rozwiązania koncepcji stacji rozładunkowych na kilka sposobów:

- Stacja rozładunkowa na powierzchni w miejscu, gdzie kapsuły transportowane są rurociągiem na powierzchnię, w miarę możliwości z podłączeniem do magazynu wysokiego składowania,
- Stacja rozładunkowa podziemna - dostawy ze stacji rozładunkowej transportowane są do odbiorcy za pośrednictwem pionowych przenośników,

- Dostawa do metra przemysłowego lub centrum biznesowego poprzez kolejne etapy dystrybucji podziemnej, z wykorzystaniem zwykłych przenośników.

Zakłada się projektowanie kapsuł o kształtach aerodynamicznych o ładowności dwóch europalet. Są one zaopatrzone w koła kroczące, pełniące rolę łożyska oraz rolki boczne pozwalające utrzymać kapsułę na torze. Napęd kół jest elektryczny, napędzany przez trójfazowe silniki asynchroniczne zasilane przez przetwornice częstotliwości.

Koncepcja ta oznacza solidną konstrukcję, niskie zużycie energii, niskie koszty początkowe, niewielką usterkowość oraz brak konieczności częstych konserwacji. Ponadto wybrana koncepcja napędu zapewnia optymalną przyczepność w połączeniu z wysokim bezpieczeństwem pracy.

Infrastruktura rurociągu budowana jest pod ziemią, pozostawiając funkcjonowanie ruchu naziemnego w stanie niezmiennym. Jest to możliwe przy wykorzystaniu technologii drążenia tuneli rurociągu metodą przeciskania. Bezwykopowe technologie budowy rurociągów podziemnych są przewidziane do stosowania w miastach, gdzie umożliwiają budowę podziemnej sieci infrastrukturalnej, w tym rurociągów wodno - kanalizacyjnych, bez zakłócania ruchu ulicznego. Pozwala to zapobiegać stratom wynikającym z wypadków, stresu i uszkodzeń nieruchomości, powstającym na skutek blokowania dróg podczas robót ulicznych.

Możliwy jest wybór jednej lub kilku metod w zależności od struktury geologicznej terenu. Do grupy bezwykopowych metod budowy rurociągów należą:

- przeciski pneumatyczne z przebijakiem, tzw. kretem (Impast Moling) - metoda ta polega na przeprowadzeniu przez grunt na wyznaczonym odcinku przebijaka pneumatycznego,
- pneumatyczne wbijanie rur stalowych (Impast Ramming) - w technologii tej rury stalowe wbija się w grunt przebijakiem umieszczonym w wykopie początkowym, w specjalnym łożu, zwanym również kołyską lub lawetą,
- przewiertki sterowane (Guided Boring) oraz wiercenia kierunkowe (Directional Drilling) - rurociągi wbudowuje się w grunt za pomocą urządzeń wiertniczych wyposażonych w silniki hydrauliczne, wytwarzające momenty obrotowe i siły osiowe niezbędne do wciskania, obracania i ucięcia przewodów wiertniczych.
- przeciski hydrauliczne (Pipe Jacking) - technologia przecisku hydraulicznego polega na wciskaniu w grunt stalowych rur osłonowych za pomocą siłowników hydraulicznych.
- mikrotunelowanie (Microtunneling) - polega na przecisku pneumatycznym rur przewodowych w ślad za umieszczonym na ich czele urządzeniem zwanym głowicą, które przeciskane drąży tunel [19].

Wybierając metodę bezwykopowej budowy rurociągów, należy brać pod uwagę:

- parametry techniczne poszczególnych metod: maksymalne długości jednorazowo wbudowywanych rurociągów, wartości maksymalne i minimalne ich średnic,
- charakterystykę gruntu, w którym rurociąg ma być wbudowany: czy grunt daje się zagęszczać, czy konieczne jest usuwanie urobku, stabilność gruntu,
- poziom wody gruntowej: czy dana metoda może być stosowana poniżej poziomu wody gruntowej, jeżeli tak, to jak głęboko poniżej lustra wody gruntowej,
- materiał wbudowywanego rurociągu: wybór zależy od siły przecisku, ewentualnie konieczne może być wcześniejsze wbudowanie rur osłonowych,
- pożądany stopień dokładności wbudowywania rurociągu: wartości odchyień trajektorii wbudowywanego rurociągu od planowanej zależą od systemu sterowania i kontroli procesu,
- minimalna miąższość gruntu nad wierzchołkiem wbudowywanego rurociągu: zależy od średnicy wykonywanego otworu, występowania sił dynamicznych podczas wbudowywania, sposobu usuwania urobku (zastosowanie płuczki na ogół powoduje naruszenie struktury gruntu) [19].

Obecnie coraz trudniej wyobrazić sobie prawidłowe funkcjonowanie nawet małej firmy bez oprogramowania rejestrującego zdarzenia transportowe, wspomagającego planowanie dostaw produktów do klientów oraz niezawodnego zaopatrzenia w surowce, kontrolującego koszty i wykorzystanie środków transportu, wspierającego dyspozytorów lub spedytorów oraz automatyzujące ich codzienne obowiązki. Bardzo przydatne byłoby również uwzględnienie procesu planowania, monitorowania, śledzenia. Istotny element, który należałoby uwzględnić to niezakłócony,

rzeczywisty przepływ informacji. Oprogramowanie, które byłoby odpowiedzialne za przepływ informacji musiałyby uwzględniać efektywną współpracę między terminalami [19].

W kwestii śledzenia czy też monitoringu kapsuły transportującej produkty i surowce można byłoby zastosować istniejące rozwiązania (oczywiście po uprzednim dostosowaniu do potrzeb rurociągu) takie jak system RFID, techniczne systemy zabezpieczeń w tym optoelektroniczne (laserowe) systemy, systemy sygnalizacji zagrożeń, czy też systemy CCTV (telewizja dozorowa - monitoring rurociągu).

Całość zarządzania śledzeniem transportu rurociągowego oraz przemieszczających się kapsuł/kontenerów musiałyby się odbywać poprzez zintegrowane, zaawansowane systemy informatyczne, być może wykorzystujące możliwości sztucznej inteligencji/sieci neuronowych. Odnośnie monitoringu produktów i surowców, jeśli byłaby taka konieczność czy też zaistniała taka potrzeba, możliwe byłoby też wykorzystanie komputerowej analizy obrazu, za pomocą której można byłoby rozpoznać materiały niebezpieczne - zagrażające rurociągowi [19].

Podstawą funkcjonowania transportu podziemnego materiałów jest jego bezpieczeństwo. Kapsuły będą w tym celu wyposażone w monitoring kluczowych elementów, dwa niezależne urządzenia hamulcowe oraz kilka silników, tak aby w przypadku uszkodzenia kapsuła była w stanie dojechać do najbliższej stacji. Ponadto fronty kapsuł będą wyposażone w system bezpieczeństwa pozwalający na zatrzymanie kapsuły w przypadku wykrycia przeszkody.

Bardzo istotne w zakresie bezpieczeństwa jest przewidzenie takiej konstrukcji tunelu i kapsuły, aby wszelkie elementy, które z upływem czasu będą się zużywały i będą wymagały wymiany, mocowane były na kapsule a nie w rurociągu. Zapewni to łatwość i szybkość wymiany danego elementu oraz niesie to ze sobą niższe koszty.

Zespoły projektowe otwarte są na wszelkie rozwiązania innowacyjne. Na bieżąco śledzone są nowości w zakresie napędów, konstrukcji, sterowników, materiałów do budowy rurociągów, kapsuł i ich elementów składowych. Szczególnie istotne są wszelkie innowacje dotyczące monitorowania, sterowania kapsułami zapewniające bezpieczeństwo przesyłu, zarówno w zakresie samej kapsuły jak i transportowanych towarów. Ponadto może służyć monitorowaniu zamówionych towarów przez klienta w dowolnym momencie.

Tak złożona struktura wymaga bieżącej kontroli i stałej wymiany informacji. Jest to możliwe przy zastosowaniu czujników i interfejsów dedykowanych do konkretnych zadań oraz minimum dwóch systemów łączności z kapsułą i między stacjami nadawczo odbiorczymi.

Rozwiązania wymagają kwestie prawne związane z budową i funkcjonowaniem rurociągów transportowych. Punktem wyjścia dla kwestii prawnych jest kwalifikacja prawna podziemnych rurociągów transportowych. Normy prawne zależne są od kwalifikacji, czyli czy rurociągi transportowe będą przypisane do przepisów ruchu publicznego, czy zaopatrzenia publicznego. Istnieje koncepcja postrzegania rurociągów towarowych jako placówek dostaw, czyli jednostek służących dobru publicznemu.

Właściwe prawo do przewozu rurociągowego towarów nie zostało jeszcze uchwalone. Niewątpliwie jest jednak, że będzie musiało uwzględniać istniejące już międzynarodowe normy prawne dotyczące transportu, takie jak m.in. Umowa ADR dotycząca transportu materiałów niebezpiecznych. [2].

Jakość i niezawodność to niezbędne warunki ekonomicznej wydajności i efektywności w realizacji procesów logistycznych. Opóźnienia dostaw mają daleko idące konsekwencje. Jest to szczególnie widoczne w przypadku mocno rozproszonych łańcuchów dostaw połączonych klasycznym systemem ruchu. Zastosowanie w tym przypadku transportu rurociągowego jest w stanie poprawić procesy transportowe, zmniejszyć ilość magazynów wpływając istotnie na zmniejszenie kosztów.

Korzyści ekonomiczne specjalizacji pojedynczych przedsiębiorstw i outsourcingu jednostek produkcyjnych mogą zostać uruchomiona tylko wtedy, gdy przepływ towarów jest bezpieczny w procesie tworzenia wartości dodanej (B2B). Jednocześnie elastyczność dotycząca reakcji na zapytania klientów staje się coraz bardziej decydującym czynnikiem sukcesu dla obrotów (B2C).

Ze względu na swoją niezależność od innych systemów ruchu podziemny transport rurociągowy jest w stanie dostarczyć towar na czas. Dotyczy to nie tylko transportu ilości hurtowych. Również

mniejsze partie mogą być transportowane po konkurencyjnych cenach. Dla klientów detalicznych, jak i konsumentów, zbieranie, zautomatyzowane systemy zamawiania, podwykonawstwa i wreszcie utylizacji materiałów opakowaniowych mogą być oferowane w wyniku połączenia zamówień w wyznaczonych obszarach.

Nie ma wątpliwości co do tego, że projekt transportu podziemnego powstanie. W przypadku poszczególnych projektów wynik będzie różny, czy to w postaci symulacji komputerowej, czy może, przy odpowiednich zasobach finansowych, będzie to prototyp.

O powodzeniu przedsięwzięcia będzie można mówić wówczas, gdy zostanie ono skomercjalizowane. Warunkiem dla dokonania komercjalizacji jest taki poziom kosztów wykonania stacji, tuneli przesyłowych oraz kapsuł, a także ich bieżącej eksploatacji, który zapewni inwestorom zwrot z inwestycji w rozsądnym terminie. Rozwiązania techniczne warunkujące optymalne działanie transportu rurociągowego muszą zatem uwzględniać ich kosztochłonność. Potrzebne są ponadto możliwie trafne analizy przyszłego obciążenia sieci transportu rurowego.

4. WNIOSKI

Transport rurociągowy jest w stanie skutecznie wspierać rozwój gospodarczy i wzrost zdolności konkurencyjnej lokalnych przedsięwzięć biznesowych, a także zapewnić daleko idące korzyści dla środowiska naturalnego i korzyści dla bezpieczeństwa.

Transport podziemny to inteligentny, innowacyjny, sterowany komputerowo system transportu nowego tysiąclecia: przyjazny dla środowiska, szybki, elastyczny i konkurencyjny. Wykorzystanie tej drogi transportu zwiększy prawdopodobieństwo dotarcia produktów, surowców, etc. w planowanych terminach. Nie będą one musiały być przewożone transportem kołowym, co powoli na uniknięcie korków, czerwonych świateł drogowych, wypadków.

W zatłoczonych obszarach miejskich wielkość rynku pracy oraz liczba potencjalnych konsumentów są bardzo duże. Dostosowanie efektywnych systemów drogowych odpowiadających łańcuchom dostaw, usprawniających działanie holdingów, etc. stanowią czynnik” wąskiego gardła” wielu projektów.

W wielu miejscach na świecie przepełnione drogi mogą się rozbudowywać tylko dzięki ekstremalnie wysokim kosztom i tylko, gdy jest to przestrzennie i technicznie możliwe. Istniejące nierozwinięte w zakresie infrastruktury obszary rzadko spełniają wymogi ekonomiczne konieczne do ich prawidłowego rozwoju.

Rurociągowy transport podziemny materiałów sypkich i stałych może zredukować te problemy, dzięki swej podziemnej konstrukcji i trybowi pracy jak również efektywności. Zakłady produkcyjne mogą być ze sobą fizycznie połączone i przez to praktycznie skonsolidowane. Dzięki połączeniu z systemem przewodów rurociągowych zdolność odbiorcza w obrębie przewozów towarowych wyraźnie wzrośnie. Redukcja swoistych wad, jak kongestia, sprawia, że rozwój gęsto zaludnionych obszarów miejskich znów jest kwestią pierwszoplanową i zwiększa atrakcyjność ich lokalizacji.

Jako, że rurociągowy transport podziemny jest projektowany dla transportu wewnątrzmiastowego w obszarach rozwiniętych jak również analogicznie eksportu, jego zalet nie umniejsza wzrost ruchu tranzytowego, jak mogłoby to mieć miejsce np. w przypadku rozbudowy autostrady.

Zadaniem dla naukowców jest takie opracowanie rozwiązań technicznych, warunkujących optymalne działanie transportu rurociągowego, których koszt wykonania nie zniweczy możliwości komercyjnego wykorzystania tej formy transportu.

Streszczenie

Powody poszukiwania alternatyw do aktualnie wykorzystywanych sposobów transportu, to - zatłoczenie w układach komunikacyjnych, infrastruktura drogowa wybudowana przed laty nie jest w stanie obsłużyć obecnego obciążenia, zwiększająca się liczba pojazdów silnikowych, powstawanie zatorów w sieci drogowej i zakłóceń obniżających płynność ruchu. Następstwem tych zjawisk jest kongestia transportowa w układach drogowych miast. W artykule opisano możliwość

zmiany takiego stanu rzeczy z wykorzystaniem alternatywnej drogi transportu jaką jest podziemny transport rurociągowy materiałów stałych i sypkich.

Słowa kluczowe: kongestia, transport podziemny, rurociąg

The use of underground transport and the problem of transport congestion

Abstract

Reasons to look for alternatives to the currently used modes of transport, the congestion in communication systems, roads, stations, nodes, which were built years ago are not able to handle the current load, the increasing number of motor vehicles, the formation of congestion on the road network and reduce liquidity disruptions movement. The consequence of these phenomena is the transport congestion in urban traffic systems. The article describes the ability to change this state of affairs with the use of an alternative transport route which is underground pipeline transport of solids.

Keywords: congestion, underground transport, pipeline

LITERATURA

- [1] ADAC; <http://www.adac.de/infotestrat/autodatenbank/> [5.10.14].
- [2] Dziennik Ustaw Nr 110, poz. 641.
- [3] <http://www.colliers.com/-/media/files/emea/emea/research/industrial-and-logistics/2012-european-industrial-and-logistics-a-long-term-view-issue-1.pdf> [11.10.2014].
- [4] http://spedycje.pl/logistyka/centra_logistyczne/28612/do_2020_r_polska_centrum_logistycznym_euro.py.html [11.10.2014].
- [5] <http://www.youtube.com/watch?v=Ygz33Wyha-g> [15.09.2014].
- [6] <http://www.transport.gov.pl/files/0/1793934/SRTdo2020rzperspektywdo2030rprojekt.pdf> [11.10.2014];
- [7] <http://www.delivering-tomorrow.com/the-future-of-city-logistics/> [11.10.2014].
- [8] <http://edroga.pl/inzynieria-ruchu/komunikacja-publiczna/1881-obszary-dysfunkcji-systemu-transportowego-miasta-cz-i> [11.10.2014].
- [9] <http://arstechnica.com/tech-policy/2010/12/want-fries-with-those-packets-introducing-foodtubes/> [11.10.2014].
- [10] <http://www.cargocap.com/content/cargocap-transportation-of-goods-through-pipelines> [11.10.2014].
- [11] Kauf S., Logistyka jako narzędzie redukcji kongestii transportowej w miastach, LogForum, Poznań 2010, nr 1, s. 37.
- [12] Kauf S., Logistyka miasta, a technologie SMART, Studia Miejskie t.6, Opole 2012, s. 22-23.
- [13] Kulińska E., Rut J., Partyka P., Szansa ograniczenia zjawiska kongestii z wykorzystaniem elastycznych pasów ruchu, Logistyka 2/2014, s. 26-34.
- [14] Kulińska E., Alternatywna droga transportu materiałów stałych, Logistyka 6/2014.
- [15] Kulińska E., Rut J., Opracowanie koncepcji WP2, Niepublikowane materiały, Praga 2014.
- [16] Rozporządzenie Komisji (UE) nr 555/2012 z dnia 22 czerwca 2012 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 184/2005 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie statystyki Wspólnoty w zakresie bilansu płatniczego, międzynarodowego handlu usługami i zagranicznych inwestycji bezpośrednich w odniesieniu do aktualizacji wymogów dotyczących danych oraz definicji (CELEX: 02012R0555-20130701).
- [17] Strategia rozwoju transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku), projekt Ministerstwa Infrastruktury, Warszawa 2011, s. 5.
- [18] Wappa P., Halicka K., Znaczenie i źródło kongestii transportowej na przykładzie białostockiej aglomeracji miejskiej, „Ekonomia i Zarządzanie” 2011, Tom III, nr 4, s. 63-64.
- [19] Zwierzchowska A., Technologie bezwykopowej budowy sieci gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych, Kielce 2006.