



MAREK SKOWRON

tu100wron@o2.pl

Rzwoj mechanicznego utwardzania nawierzchni drogowych z tuczni

„Jeszcze przed kilkunastu laty nędzne drogi (...) były powodem do najszybciej marnotrawienia sił i czasu (...) Coby na porządnym drogach i gościńcach w niewielu godzinach można było uskutecznić, to na naszych pospolitych drogach wymaga dni kilku i licznej uprzęży, przy czym konie zostają zawsze spędzone, i ledwie lat kilka służyć do wozu mogą (...)”.

Opinia ta, opisująca stan dróg na początku XIX w., wbrew pozorom jednak nie dotyczyła dróg w Polsce. Wypowiedziana bowiem została przez pruskiego inspektora dóbr skarbowych T. F. Krugera [4], który w taki sposób ocenił jakość dróg w swoim kraju. Podobna sytuacja występowała również w innych krajach europejskich, chociaż w wielu z nich już od końca XVIII w. budowane były drogi bite. Największe zmiany nastąpiły jednak dopiero z chwilą, gdy John Laudon McAdam ogłosił, a następnie wdrożył swoją metodę w Anglii. Zastosowanie w niej materiału jednolitego pod względem granulacji nie tylko uprościło wykonanie, ale i obniżyło koszty.

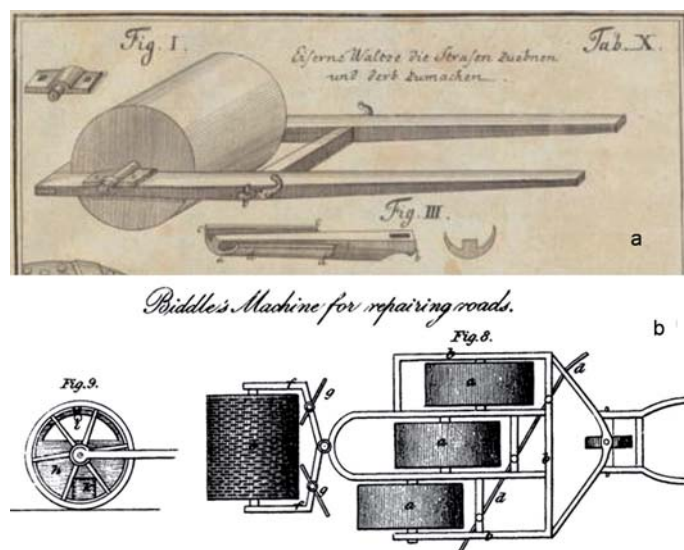
Problematyczny pozostał jednak sposób utwardzania tuczni zwłaszcza, że zalecane było, by „(...) nasypka nie od razu w całej grubości była uskuteczniöną; najlepiej podzielić ją na trzy warstwy. Po usypaniu pierwszej warstwy na 4 lub 5 cali grubiej, należy dozwolić przejazdu wozom, i dopóty z sypaniem drugiej się wstrzymać, dopóki pierwsza dokładnie kołami ubita nie zostanie. Podobnie postępuje się z drugą warstwą i dopiero po dokładnym jej ujeżdżeniu, trzecia sypaną być powinna (...)”. Sposób ten, jakkolwiek najprostsz, bo wykonywany przez samych użytkowników drogi, powodował jednak zwiększony wysiłek koni i nierównomierne utwardzanie materiału. Dodatkowo na nierównej powierzchni uszkodzeniu ulegały końskie kopyta i koła wozów, nie wspominając o komforcie jazdy. Dlatego w miarę rozpowszechniania się nawierzchni makadamowych zaczęły również pojawiać się projekty usprawnienia procesu zagęszczania tuczni przy użyciu walców ciągniętych przez konie. Wzorem były walce kamienne stosowanych od dawna w rolnictwie do rozgniatań twardej bryli ziemi czy wyrównywania ścieżek ogrodowych.

Pierwsze rozwiązania mechaniczne zagęszczania nawierzchni drogowych z tuczni

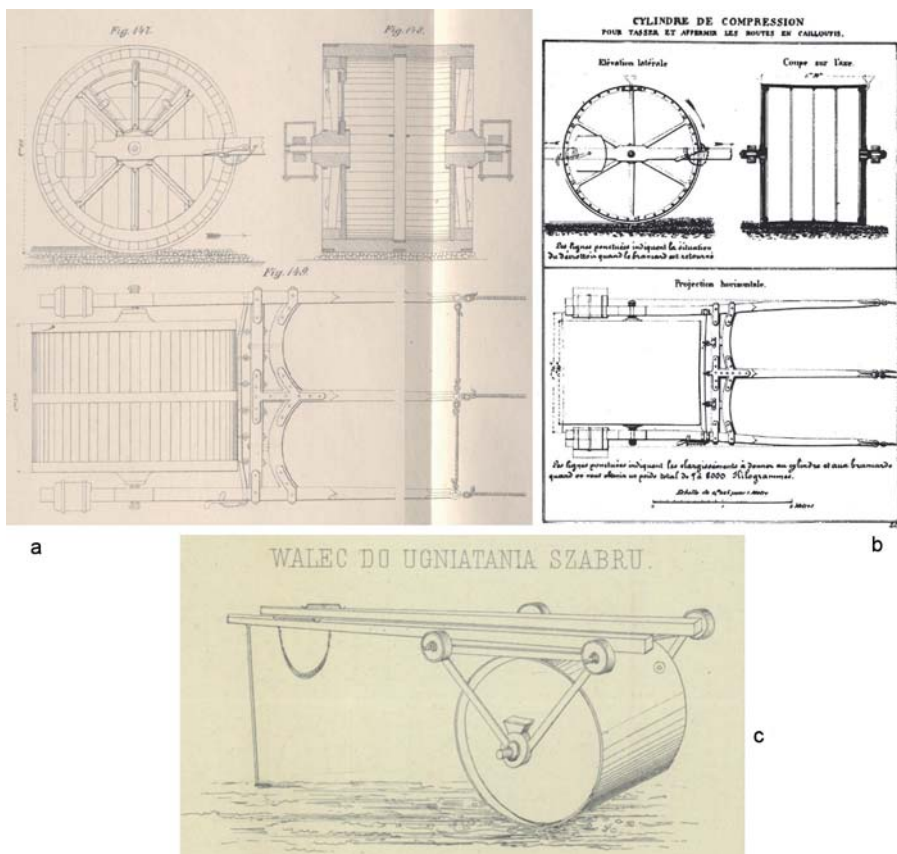
Pierwszy taki pomysł powstał jednak znacznie wcześniej. Powszechnie za prekursora uważany jest Anglik

John Shotbolte, który zgłosił to już w 1619 r. (pat. nr 13). Nie są jednak znane szczegóły i tylko tytuł patentu sugeruje takie rozwiązanie. Z kolei w 1725 r. niemiecki fizyk i mechanik Jacob Leupold zaproponował użycie pełnego żelaznego (żeliwnego) walca do wygładzania nierówności ulic [5]. Natomiast pierwszy praktyczny walec zastosował w 1787 r. francuski inżynier mostów i dróg Louis-Alexandre de Cessart. Odlany z żeliwa, miał 8 stóp długości, 36 cali średnicy i ważył 7000 funtów (czyli długość wynosiła 2,4 m, średnica 0,9 m i waga 3500 kg). Niestety wybuch rewolucji francuskiej spowodował, że rozwiązanie to nie było rozwijane i popadło w zapomnienie.

Ponownego „wynalezienia” walca dokonał Philip Hutchinson Clay, który w 1817 r. opatentował (pat. nr 4125) „nowe połączenie mechanizmu do naprawy i ulepszenia dróg” [7]. Dotyczyło to walca o ciężarze od 6 do 20 t, na którym umieszczony był pojemnik ze żwirem, który stanowił obciążenie walca. Dodatkowo mógł być także użyty do wypełnienia ubytków w drodze, szczególnie w okolicach, gdzie nie było takiego materiału. Rozwiązanie to z powodzeniem stosowane było w Irlandii w latach 30. XIX w. Jeszcze bardziej uniwersalne urządzenie zarejestrował w 1825 r. John Biddle (pat. nr 5204) [8]. Zestaw ciągnięty przez konie składał się z trzech przesuniętych względem siebie walców, które miały za zadanie wyrównywanie drogi. Przed walcami znajdował się ukośnie zamontowany pług zgarniający na pobocze błoto. Dodatkowo za walcami umieszczony był perforowany i obrotowy blaszany cylinder z pojemni-



Rys. 1. Walce drogowe żelazne: a – Leupold 1725, b – Biddle 1825



Rys. 2. Walec systemu Polonceau: a – drewniany (napelniany piaskiem), b – żeliwny (napelniany wodą) 1841, c – z blachy żelaznej (napelniany wodą), Amies i Barford 1862

kiem, do którego miały wpadać niezgarnięte wcześniej cząstki.

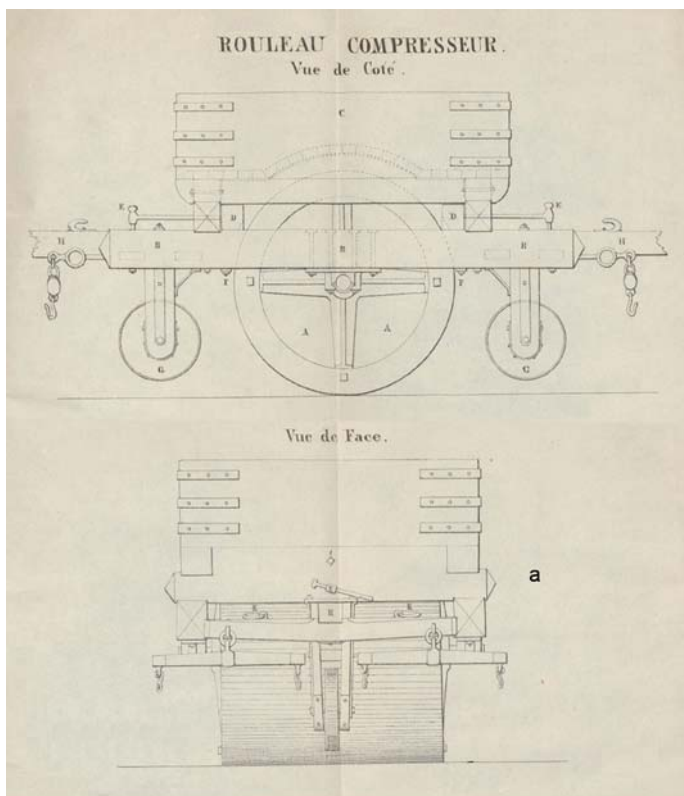
Z kolei we Francji pod koniec lat 30. powrót do pomysłu używania walca, zbiegł się z ugruntowaniem na tym terenie idei dróg makadamowych. Utrzymywała się nawet opinia, że droga nieutwardzona przez walcowanie wykonana jest jedynie w połowie, a głównym zwolennikiem stosowania walców był inżynier budowy mostów Antoine Remy Polonceau. W celu obniżenia kosztów i łatwiejszego wykonania, w 1829 r. zaproponował drewnianą konstrukcję w kształcie leżącej beczki [6]. Jej dna tworzyły dwa pełne (zabudowane) koła połączone osią. Powierzchnia boczna, po której miał się toczyć walec, składała się z grubych dębowych „klepek” przykręconych do krawędzi kół. Pusta konstrukcja bardzo ułatwiała transport ze względu na stosunkowo niski ciężar. Po dostarczeniu walca na miejsce, można było go dodatkowo obciążyć. W tym celu wystarczyło czasowo odkręcić 1–2 „klepki” i wypełnić jego wnętrze piaskiem. Z kolei do opróżnienia walca trzeba było ponownie odkręcić „klepki” i wykonać kilka obrotów. Natomiast do uzyskania możliwości zmiennego obciążenia, wnętrze walca dzielone było na trzy równe komory. Walec taki mógł być wtedy używany jako pusty, a także po wypełnieniu piaskiem jednej (środkowej) komory, dwóch skrajnych lub wszystkich trzech komór. Należało tylko pamiętać o tym, by komory (...) nie pozostawały w żadnym razie częściowo napelnione piaskiem, w takim bowiem przypadku, środek ciężkości ciągle zmieniając swe położenie, nadzwyczajnie

ciągnięcie utrudza (...). Pomimo tego że walec wykonany był z drewna, stanowił jednak pełnoprawne urządzenie drogowe. Przykładowo walec o średnicy 2 m i długości 1,5 m, po napełnieniu piaskiem mógł ważyć od 6 do ponad 7 t, a do jego ciągnięcia potrzeba było 10–12 koni [2].

Zalecane przez Polonceau walce o dużej średnicy miały tę zaletę, że łatwiej toczyły się (nie blokował ich spiętrzający się przed walcem tłuczeń), a tym samym wymagały mniejszej siły pociągowej. Ciekawostką może być fakt, że jeszcze nawet na początku XX w. drewniane walce były w użyciu. Nie były jednak stosowane do ugniatania tłucznia, a... śniegu na drogach. Zastosowane rozwiązanie oparte na wypełnieniu wnętrza walca dodatkowym materiałem, dzięki czemu nie były obciążane czopy, określone było systemem Polonceau. Kilka lat później, gdy do użytku powoli wchodziły walce żelazne, jako balast stosowana była woda. Sposób ten był z powodzeniem stosowany jeszcze pod koniec lat 60. XIX w., gdy już pojawiły się pierwsze walce parowe [12], a także współcześnie.

Odmianą systemu Polonceau był walec opracowany w Prusach w 1840 r. przez A. W. Schaeffera. Składał się on z żeliwnego cylindra o średnicy 1,5 m, długości 1,2 m i grubości ścianki 4 cm. Z obu stron przymocowane były żelazne szprychy, w których osadzona była oś. Dodatkowym balastem walca było 6 okutych drewnianych skrzyń wypełnionych piaskiem, które przymocowane były wzdłuż cylindra, na jego wewnętrznej powierzchni.

Mimo pozytywnych rezultatów, walec nie rozpowszechnił się ze względu na wysoki koszt i skomplikowaną budowę. Stał się jednak inspiracją dla dyrektora jednej z francuskich kopalń – Ch. H. Schattenmanna, który oglądał walec przy pracy. Jego konstrukcja z 1842 r. składała się również z żeliwnego cylindra o średnicy 1,3 m i długości 1,3 m, do którego z obu stron przymocowane były żeliwne krzyżaki [9]. Przechodziła przez nie oś, której końce osadzone były w żeliwnych tożyskach, na nich zaś wspierała się solidna rama. Z kolei na ramie umieszczona była drewniana skrzynia na kamienie służące za obciążenie walca. Sam walec z pustą skrzynią ważył 3 t, po całkowitym wypełnieniu jej kamieniami – 6 t, a do jego obsługi potrzeba było 6 koni. Łatwość obciążania kamieniami była dużą zaletą tego rozwiązania, natomiast wadą był duży nacisk na oś walca, co powodowało duże opory toczenia. By temu przeciwdziałać, z przodu i z tyłu walca umieszczone były dodatkowe kółka odciążające oś i stabilizujące skrzynię. Dodatkowo na przedniej i tylnej powierzchni walca zamontowane były regulowane skrobaki.



Rys. 3. Walec żelwny obciążony skrzynią z kamieniami: a – Schattenmann 1842, b – Schattenmann (fot. z 2 poł. XIX w.)

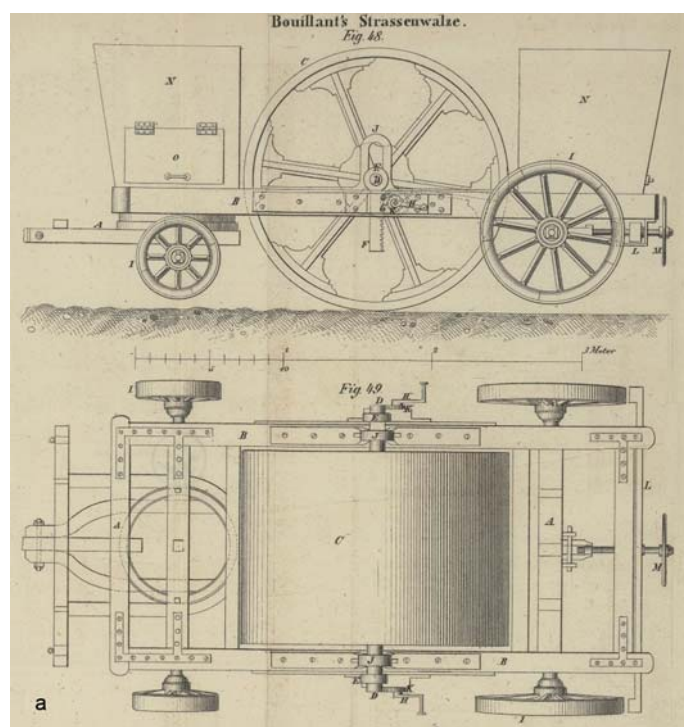
Udoskonalenia systemów zagęszczania nawierzchni drogowych z tłucznia

Opisane dotychczas rodzaje walców, mimo że spełniały swoje zadanie, miały jednak dwie wady wpływające na pracochłonność całego procesu. Pierwsza związana była z trudnością zmiany kierunku walcowania. Było to możliwe wyłącznie po wyprężeniu koni i ponownym zaprzężeniu ich z drugiej strony walca. Problem ten rozwiązał w 1843 r. francuski inżynier V. P. Houyau, dokonując zmiany kształtu żelaznej ramy, w której osadzony był walec. Zmieniony został także sposób mocowania końcówki dysza do ramy – ze stałego na ruchomy. Po zwolnieniu zatrzaśku, dyszel mógł być przesunięty po ramie na przeciwną stronę walca bez wyprężania i tam ponownie zablokowany.

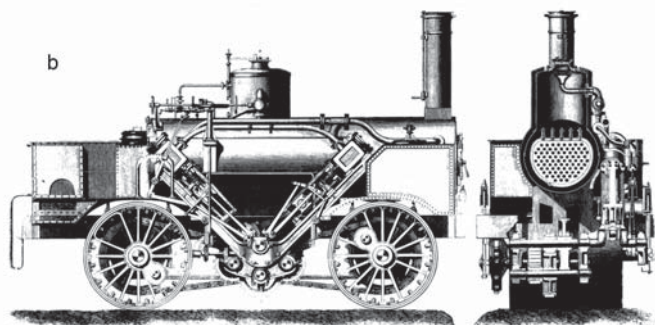
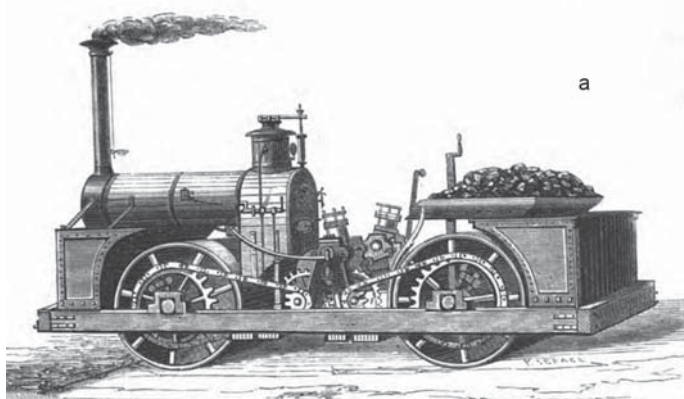
Drugim problemem, związanym z konstrukcją i ciężarem walca, był bardzo trudny transport. Był on bardzo męczący

cy dla koni i czasochłonny nawet bez balastu, zwłaszcza, gdy miejsce przechowywania było odległe od miejsca użytkowania. Podczas przejazdu drogami złej jakości mogło także ulec uszkodzeniu zawieszenie walca. Niedogodność tę w 1848 r. usunął J. A. Bouilliant, właściciel paryskiej odlewni żeliwa, gdy jeden z kilku wytwarzanych tam rodzajów walców, wyposażył w platformę transportową. Stanowiła ją czterokołowa rama, na której środku znajdował się osadzony w łożyskach walec. Łożyska połączone były z mechanizmem zębatkowym umożliwiającym podnoszenie i opuszczanie ramy. Po opuszczeniu ramy i zetknięciu się kół z ziemią, walec unosił się ponad jej poziom i w takim położeniu mógł być bez przeszkód transportowany. Po dojechaniu na miejsce walec opuszczany był na ziemię, rama podnosiła się ponad jej poziom i całość gotowa była do pracy. Walec miał średnicę 1,8 m, długość 1,3 m i ważył 4 t. Jego dodatkowym obciążeniem była rama z kołami oraz dwie skrzynie z piaskiem i wówczas całość ważyła 9 t [10].

Jak można łatwo zauważyć, większość konstrukcji walców konnych wynaleziona została we Francji. Natomiast



Rys. 4. Przykłady walców wytwarzanych w odlewni Bouilliant: a – z platformą transportową 1848, b – ze skrzyniami obciążającymi 1858 (fot. z 2 poł. XIX w.)



Rouleau à vapeur Gellerat, système Ballaisson amélioré (1867), d'un poids de 22 à 29 tonnes, utilisé à Paris.

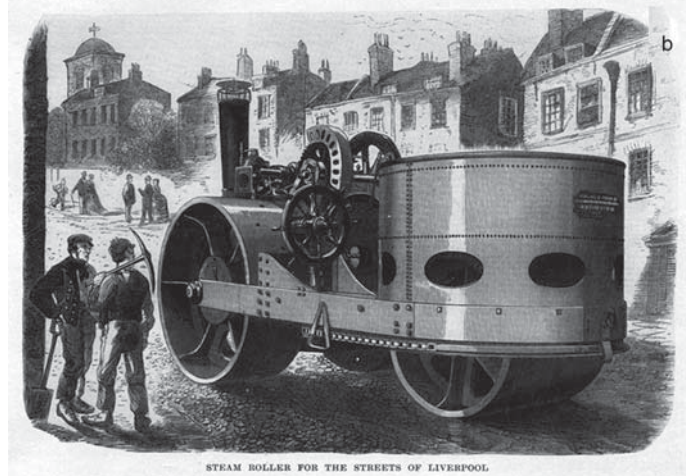
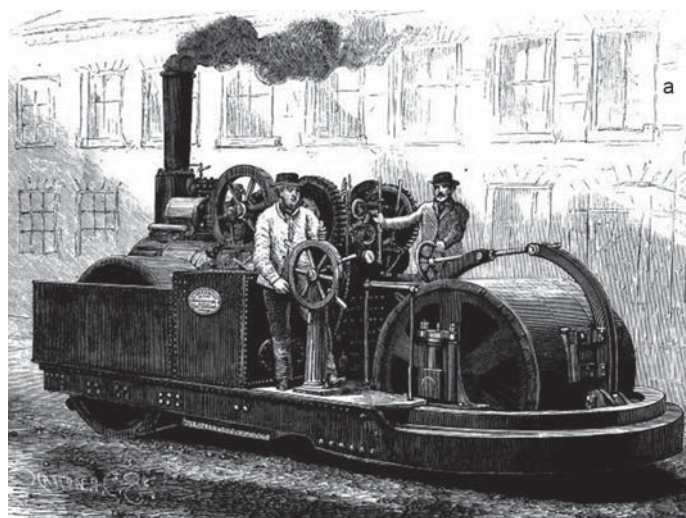
Rys. 5. Pierwsze francuskie walce parowe: a – Ballaisson 1861, b – „Gellerat et Cie” 1867

w Anglii, ojczyźnie makadamu, nie było zainteresowania tą tematyką. Powodem tego, jak pisała jedna z angielskich gazet, było (...) niewielkie znaczenie, jakie większość naszych zarządców dróg przywiązuje do walcowania. Nie jest to uważane za konieczność, ale za luksus (...). Dlatego też zapewne pierwszy walec parowy powstał również we Francji, a jego twórcą był Louis Lemoine, który opracował go w 1859 r. Niestety nie ma żadnego rysunku tego urządzenia i dlatego bardzo ogólny opis może chociaż częściowo przybliżyć jego wygląd. Składało się ono z pojedynczego żeliwnego walca osadzonego w żelaznej ramie. Na niej zaś umiejscowiona była maszyna parowa z mechanizmem przekazującym napęd na walec. Całość stabilizowały znajdujące się z tyłu i z przodu walca dwa małe wałki, które dodatkowo służyły jako elementy sterujące. W czasie prób w 1860 r. okazało się, że w wyniku bardzo dużego nacisku jednostkowego (urządzenie ważyło 12 t) następowało lekkie miażdżenie tłucznia, gdy jego warstwa miała grubość 0,1–0,2 m [10]. Ponadto powstające spiętrzenie tłucznia przed walcem powodowało wstrzymywanie jego ruchu i obracanie się w miejscu, co zmuszało do wyciągania go przy użyciu koni. Dodatkowo ogromny hałas, a nawet sam widok urządzenia wywoływał lęk, a nawet popłoch wśród przejeżdżających koni. Natomiast bardzo mocno utwardzone podłoże zostało uzyskane, gdy do walcowania wstępnego użyty był walec konny, a do końcowego – walec parowy. Mimo tego walec Lemoine'a nie spotkał się z zainteresowaniem zarządów dróg.

Odmierna sytuacja była w przypadku walca parowego, który we Francji w sierpniu 1860 r. opatentował Jean

Amadee Ballaisson. Inna też była jego konstrukcja. Składał się z osadzonych w drewnianej ramie dwóch żeliwnych walców, a między nimi na ramie umieszczony był silnik parowy z przekładnią łańcuchową, która napędzała obydwa walce. Miały one możliwość skrętu, a cała maszyna mogła zmieniać kierunek ruchu. Silnik parowy miał moc 10 KM i zużywał 7-8 kg węgla na konia mechanicznego i na godzinę [11]. Całkowita waga łącznie ze średnim zapasem wody i paliwa wynosiła 13,2 t, natomiast przy zmianie drewnianych elementów nośnych na żelazne – 15,25 t.

Pierwsze próby walca Ballaisona wyprodukowanego przez paryską firmę „E. Gellerat et Cie”, która odkupiła patent, odbyły się już w 1861 r. I od razu maszyna spotkała się z dużym uznaniem ze względu na ciągłość pracy i obniżkę o połowę kosztów utwardzenia nawierzchni. Ponadto cicha praca powodowała, że mogła pracować w ciągu dnia i czasem nawet na bardzo uczęszczanych drogach. O stosowaniu tego walca pisała nawet polska prasa: (...) *Od kilku dni utłacza i równa bulwary du Temple wielki walec parowy, a że ulic makadamizowanych w Paryżu jest wiele, przeto ten walec jest pożyteczny. W nocy nim pracują (...)*. W 1865 r. fabryka zawarła z władzami Paryża sześcioletnią umowę na budowę dróg przy użyciu walców, których konstruk-



Rys. 6. Pierwsze angielskie walce parowe: a – Clark i Batho 1864, b – „Aveling & Porter” 1867

cje cały czas były rozwijane i np. na Wystawie Światowej w Paryżu w 1867 r. wystawiono trzy nowe typy walców parowych.

Sukces walców systemu Ballaisona produkowanych przez firmę Gellerat, a także opatentowanie tego rozwiązania w Anglii, spowodowało także i tam duże nimi zainteresowanie. W 1863 r. W. Clark i W. F. Batho opatentowali pierwszy angielski walec parowy, którego główną cechą były trzy żeliwne cylindry: dwa pełniące rolę napędu oraz trzeci służący do sterowania [1]. Po pomyślnych próbach, twórcy próbowali przekonać władze drogowe wielu większych miast do jej zastosowania, ale bez powodzenia. W efekcie maszyna w 1864 r. trafiła do Kalkuty w Indiach.

Z kolei firma „Aveling & Porter”, wytwarzająca silniki parowe i lokomotywy drogowe, pierwszy parowy walec drogowy – także trzykołowy – opracowała w 1866 r. Jego silnik miał moc 12 KM, koła średnicę ponad 2 m i szerokość 0,9 m, a całość ważyła 20 t. Próby utwardzania nawierzchni wypadły pomyślnie, jednak przy zmianie kierunku walcowania uszkodzona była nawierzchnia. Wprowadzone zmiany, a zwłaszcza zastosowanie mechanizmu skrętnego z patentu Clarka i Batho wyeliminowało ten problem i już w 1867 r. do Liverpoolu dostarczona została maszyna o ciężarze 30 t. Natomiast ciekawostką może być fakt, że jeszcze do początków lat 70. władze Londynu nie zdecydowały się na zakupienie takiej maszyny. W następnych latach fabryka intensywnie rozwijała nowe konstrukcje walców, oferując modele nawet o ciężarze 40 t, a wypracowane wówczas rozwiązania stały się wzorem dla wszystkich walców trzykołowych. Na Wystawie Światowej w Wiedniu w 1873 r. wystawiono drogowy dźwig parowy o udźwigu 3 t i lokomotywę drogową z trzema wagonami. Jednak największe zainteresowanie wzbudził walec drogowy o ciężarze 7 t, z silnikiem o mocy 4 KM i jednoosobową obsługą, za który fabryka nagrodzona została medalem [3]. Ten i inne walce eksportowane były do wielu krajów, nawet tak odległych

jak Stany Zjednoczone, Indie, Australia, a nawet do kolebki walca parowego – Francji.

Podsumowanie

Może zastanawiać, dlaczego tak dużo uwagi poświęcone zostało wyrobom właśnie firmy „Aveling & Porter”. Wyjaśnienie nie jest trudne, gdyż to właśnie jej wyroby pod koniec XIX w. bez mała zmonopolizowały rynek walców drogowych i dzięki nim powstały tysiące kilometrów dróg. Ale jest jeszcze jedno wyjaśnienie. Otóż pierwszym walcem parowym, jaki pojawił się na ziemiach polskich, co nastąpiło w 1875 r., był również walec z tej fabryki. Historia ta zasługuje na odrębny artykuł.

Bibliografia

- [1] Clark and Batho's machinery for rolling roads. The Engineer 1864, Aug. 19
- [2] Jarmund S.: *O budowie dróg i mostów*, t. 2. Warszawa 1863
- [3] Jaroszewski Z., Dąbrowski L.: *Przegląd Wystawy Powszechnej Wiedeńskiej z 1873 r.* Kraków 1874
- [4] Kruger T. F.: *Prawidła do zakładania i utrzymywania trwałych dróg i gościńców*. Wilno 1829
- [5] Leupold J.: *Theatrum Machinarium*. Lipsk 1725
- [6] Polonceau A. R.: *Observations sur les routes, suivies de propositions sur leur amelioration et sur leur entretien*. Paryż 1829
- [7] The New Monthly Magazine and Universal Register 1818, nr 50
- [8] The London Journal of Arts and Sciences 1827, nr 77
- [9] Ueber den Gebrauch der Chausseewalze; von Ch. H. Schatzenmann. Dinglers Polytechnisches Journal (<http://dingler.culture.hu-berlin.de/article/pj088/ar088028>)
- [10] Ueber die Strassenwalze des Hr. Bouillant; Bericht des Hr. Baude. Dinglers Polytechnisches Journal (<http://dingler.culture.hu-berlin.de/article/pj113/ar113002>)
- [11] Ueber die Anwendung von Dampfwalzen für chausierte Strassen. Dinglers Polytechnisches Journal (<http://dingler.culture.hu-berlin.de/article/pj179/ar179082>)
- [12] *Walec do ugniatania szabru*. „Przegląd Techniczny” 1867, z. 6

INFORMACJA

W Świnoujściu ruszyło drążenie tunelu pod Świną

Maszyna TBM „Wyspiarka” wystartowała! A to oznacza, że od teraz metr po metrze będzie przybywało nowego tunelu, który połączy wyspy Uznam i Wolin w Świnoujściu. Maszyna będzie drążyła tunel całą dobę. Najdłuższy tunel drogowy w Polsce ma być gotowy już w 2022 roku.

W Świnoujściu 5 marca br. odbyło się uroczyste nadanie maszynie TBM imienia „Wyspiarka” oraz jej uruchomienie. W uroczystości uczestniczyli przedstawiciele administracji rządowej i samorządowej, przedstawiciele Komisji Europejskiej i świata nauki oraz reprezentanci wykonawców inwestycji. Na zaproszenie Prezydenta miasta Świnoujście w uroczystości uczestniczył prezes Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji RP prof. Janusz Dyduch.

Przedmiotem inwestycji jest zaprojektowanie i budowa drogi klasy GP pomiędzy wyspami Wolin i Uznam w Świnoujściu, na odcinku od ul. Karsiborskiej na wyspie

Uznam do skrzyżowania z ul. Duńską i ul. Fińską na wyspie Wolin, o łącznej długości ok. 3,2 km. Zakres Inwestycji obejmuje budowę tunelu drążonego w technologii maszynowej TBM pod cieśniną Świny o długości ok. 1,44 km wraz z dojazdami do tunelu w postaci wykopu otwartego i tunelu wykonywanego metodą stropową na wyspach Uznam oraz Wolin. Elementami układu drogowego będą również: drogi dojazdowe do tunelu, plac manewrowy, skrzyżowanie – rondo na wyspie Wolin i skrzyżowanie typu T na wyspie Uznam. W zakresie inwestycji przewidziana jest również przebudowa istniejących przyległych ulic. Zadanie inwestycyjne realizowane jest w ramach Projektu pn. „Usprawnienie połączenia komunikacyjnego pomiędzy wyspami Uznam i Wolin w Świnoujściu – budowa tunelu pod Świną”, w ramach Działania 4.2 – Zwiększenie dostępności transportowej ośrodków miejskich leżących poza siecią drogową TEN-T

Fot. 1.
Maszyna TBM
„Wyspiarka”



Fot. 2. Barbara Michalska
– zastępca prezydenta
Świnoujścia wydaje oficjal-
ne polecenie uruchomienia
maszyny TBM „Wyspiarka”

i odciążenie miasta od nadmiernego ruchu drogowego, Oś Priorytetowa IV – Infrastruktura drogowa dla miast, Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014–2020”.

Łączna szacunkowa długość inwestycji: ok. 3200 metrów.
Szacunkowa długość tunelu drążonego metodą TBM: ok. 1440 metrów.

Długość wjazdu na wyspie Uznam w ścianach szczelinowych: ok. 460 metrów.

Długość wyjazdu na wyspie Wolin w ścianach szczelinowych: ok. 420 metrów.

Tunel jednorurowy, dwukierunkowy:

- łączna szerokość jezdni – 11 metrów,
- zewnętrzna średnica tunelu – 13,46 metrów,

- szerokość pasów ruchu: jeden w każdym kierunku – po 3,5 metry,
- szerokość pasów awaryjnych – po 2 metry,
- najgłębsze miejsce tunelu pod dnem rzeki Świny ok. 38,0 m p.p.m.

Tunel pod Świną to – obok budowy Terminala LNG – kolejna duża unijna inwestycja w Świnoujściu. Długo wyczekiwany projekt lepszego połączenia dwóch części Świnoujścia powstaje dzięki dofinansowaniu 776 mln zł z funduszy unijnych. Szacuje się, że budowa tunelu i dróg dojazdowych wyeliminują problemy komunikacyjne Świnoujścia.

Oprac. Hanna Kwiatkowska