

HANNA PACHELSKA, MIECZYŚLAW MATEJAK

Ochrona i konserwacja drewnianych nawierzchni drogowych w XIX wieku

Protection and conservation of Wooden Pavements
in XIXth Century

Wprowadzenie drewnianych kostek brukowych jest związane z dużym rozwojem miast w XIX wieku. I tak wielki Londyn powiększył liczbę ludności od 1861 r. do końca wieku z 3,2 mln do 7,0 mln mieszkańców, Paryż z 1,7 mln do 2,8 mln, a Berlin z 0,5 mln do 2,0 mln mieszkańców. Działo się tak nie tylko w Europie — liczba mieszkańców Sydney wzrosła z 95 tys. w 1861 r. do 539 tys. w r. 1906. Skutkiem wzrostu liczby mieszkańców było znaczne zwiększenie natężenia ruchu w miastach. W tym okresie po ulicach londyńskiego City przejeżdżało do 20 tys. pojazdów dziennie, a przez Place de 'Opera w Paryżu — do 60 tys. pojazdów dziennie.

Pamiętać przy tym należy, że były to głównie pojazdy konne, często na żelaznych obręczach. Do transportu ładunków stosowano ciężarowe fury, których ciężar brutto wynosił ok. 4600 kg w Londynie (netto 1250 kg). W Paryżu stosowano pojazdy na szerokich obręczach, ciągnięte przez 5 koni, ich ciężar brutto wynosił do 12 000 kg. Pojazdy ciężarowe stosowane w Berlinie ważyły do 7000 kg. Do transportu ludzi (przed wprowadzeniem metra) stosowano konne omnibusy, które wraz z pasażerami ważyły od 3000 kg (Londyn) do 5500 kg (Paryż). Wprowadzone później omnibusy motorowe były jeszcze cięższe.

Przy stosowanych wówczas środkach transportu i przy takim natężeniu ruchu, hałas wywoływany przez pojazdy poruszające się po kamiennych ulicach był ogromny. Dlatego też zaczęto stosować do wykładania nawierzchni ulic drewniane kostki brukowe, które znakomicie tłumiły hałas pojazdów, co było szczególnie istotne w dzielnicach handlowych i mieszkalnych dużych miast. Co prawda znane już były nawierzchnie asfaltowe, jednakże ich jakość pozostawiała wiele do życzenia. Bruk wykonany z drewna również ulegał szybkiemu zniszczeniu tak mechanicznemu przez ciężkie pojazdy na żelaznych obręczach jak i chemicznemu poprzez procesy gnilne wywołane odchodami końskimi i różnymi odpadkami znajdującymi się na ulicach. Zniszczenie bruku drewnianego następowało również w wyniku zmian wilgotności kostek, pomiędzy które dostawała się woda niszcząca

spójność nawierzchni. Dlatego też od początku stosowania tego rodzaju nawierzchni szukano sposobów i środków umożliwiających przedłużenie jej trwałości.

Środki stosowane do zabezpieczania podkładów kolejowych nie zdały w tym przypadku egzaminu, inna była bowiem mechanika zniszczenia i czynniki destrukcyjne działające na nawierzchnie drogowe. W 1815 r. w Anglii zaproponowano użycie jako impregnatu *chlorku cynku* ($ZnCl_2$). Tak impregnowanymi kostkami wyłożono również ulice w kilku miastach niemieckich (Kolonia, Mainz i inne). Środek ten był jednak wymywany z drewna i w związku z tym działanie impregnatu było krótkotrwałe, zaniechano więc stosowania go. Obawiano się ponadto, że zniszczy on wewnętrzną strukturę drewna. Całkowicie zawiodło również, zastosowane w Austrii, moczenie kostek brukowych w solach Wollmanna.

W Paryżu oraz w niektórych miastach niemieckich (Berlin, Frankfurt n. M.) zastosowano *siarczan miedziowy pięciowodny*. Sądzone, że zmniejszy on pęcznienie i ruch drewna, jednakże wymywanie go przez deszcze zmusiło do zaniechania jego stosowania, tym bardziej, że koszty nasycania były znaczne i wynosiły dla kostki o wys. 15 cm 0,8 Mk, a dla kostki o wys. 12 cm - 0,64 Mk za 1 m^2 (ok. $5,3\text{ Mk/m}^3$) Dla porównania ceny drewna sosnowego wynosiły w tym czasie od $12,7\text{ Mk/m}^3$ w 1880 r. do $16,23\text{ Mk/m}^3$ w 1896 r.

W połowie lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku we Frankfurcie nad Menem zastosowano *roztwór chlorku miedziawego*. Ten sposób też nie znalazł szerszego zastosowania z uwagi na właściwości trujące.

Wówczas zaczęto stosować różnego rodzaju substancje mineralne, głównie *dziegieć* (smoła) i *olej kreozotowy*. Uznano jednak, że smoła nie ma dużego znaczenia jako środek do konserwacji drewna, gdyż nie wnika ona w drewno i ściera się w trakcie użytkowania bruku. Smoła ponadto jest nieprzepuszczalna dla wody i dzięki temu odcina drewno od substancji wspomagających jego gnicie, ale tylko drewno dobrze wysuszone. W przeciwnym przypadku nie pozwala na odparowanie z drewna wody i tym samym przyspiesza jego rozkład. Powszechnie zaczęto więc stosować impregnację przy użyciu oleju kreozotowego. Pod koniec XIX wieku i na początku naszego stulecia stosowano przede wszystkim sposoby Bethella i Boultona. Szczególnie ten pierwszy sprawdził się w praktyce i stosowany był głównie w Anglii i w USA.

Różne były poglądy na temat ilości oleju niezbędnej do nasycenia drewna. We Francji stwierdzono, że przy całkowitym nasyceniu zużywa się do 200 l kreozotu na 1 m^3 drewna. W Anglii stosowano wtłaczanie pod ciśnieniem 7 do 14 atm. ogrzanego do temp. ok. $100\text{ }^\circ\text{C}$ oleju kreozotowego w ilości 100 do 160 kg, a czasami nawet 190 kg/m^3 drewna. Zgodnie z panującym wówczas przekonaniem lepiej jest użyć za dużo oleju niż za mało, gdyż jego nadmiar i tak wypłynie na zewnątrz. Peschke [6] stwierdził, że przy nasyceniu 160 kg/m^3 już są widoczne negatywne wpływy nadmiaru oleju. Także Freese [2] zauważył, że już przy nasyceniu 150 kg/m^3 kostka zawiera w sobie tyle oleju, że przy niewielkim nacisku mechanicznym występuje on na powierzchnię — bardzo intensywny wypływ oleju stwierdzono w Waszyngtonie oraz w Berlinie i we Frankfurcie nad Menem. Zgodnie z niemieckimi doświadczeniami, wystarczało 110 - 120 kg oleju na 1 m^3 drewna, aby uzyskać nienaganne nasycenie i ochronić je przed zgnilizną.

We Francji, w miejsce nasycania pod ciśnieniem, uznano za wystarczające moczenie kostek w zasobniku z zimnym olejem i po upływie 10-30 min ręczne wyjmowanie ich z tego zbiornika. Ponieważ metoda ta w produkcji przemysłowej była dość uciążliwa, wkrótce ulepszono ją. Przygotowane kostki brukowe ładowano do wózków - wywrotek, które kolejką wąskotorową przesuвано pod kocioł o średnicy 1,5 m napełniony gorącym olejem kreozotowym. Olej wlewano do wózków aż do całkowitego ich napełnienia. Kostki, aby nie wypływały, przykrywano kratą żelazną przymocowaną do krawędzi wywrotki. Kolejne ulepszenie polegało na tym, że wózki napełniano gorącym olejem, a po upływie czasu przeznaczanego na impregnację, olej spuszczano dołem. Ogrzewano go następnie nagrzewnicą parową i ponownie wpompowywano do górnego zbiornika, po czym mógł on być użyty ponownie. Kąpiel w oleju trwała 20-30 min, a nasycenie wynosiło ok. 100 kg oleju na 1 m³ drewna.

W Niemczech początkowo wrzucano do oleju pojedyncze kostki, a potem pojedynczo wyjmowano je ręcznie. Później wkładano je do żelaznych skrzyń z rusztami, a skrzynie wrzucano do zbiornika z gorącym olejem, gdzie pozostawały przez 15-30 min.

Koszty kreozotowania pod ciśnieniem wynosiły w Niemczech 10-13,5 Mk/m³, w Anglii 1,2-1,5 Mk/m² (10,0-12,5 Mk/m³) a we Francji ok. 16 Mk/m³. Dla porównania przy stosowaniu moczenia koszty impregnacji wynosiły 0,32-0,36 Mk/m², czyli 2,7-3,0 Mk/m³ (Francja).

We Francji przez długi czas nie stosowano kreozotowania pod ciśnieniem, gdyż uważano, że niszczy ono strukturę drewna, a kostka staje się brudna i nieestetyczna. Jednakże późniejsze doświadczenia wykazały, że jest to jedyny sposób przedłużenia trwałości drewnianych kostek brukowych, szczególnie wykonanych z europejskich gatunków sosny.

Kreozotowanie kostek brukowych znalazło w różnych krajach różną ocenę. Inżynierowie angielscy w 1894 r. doszli do wniosku, że nie przedłuża ono ich trwałości, należy je jednak stosować ze względów higienicznych. W 1907 r. zmodyfikowano ten pogląd twierdząc, że kreozotować należy jedynie drewno miękkie. Później uznano, że potrzeba impregnacji zależy od natężenia ruchu na ulicy, na której będzie znajdować się kostka. Przy dużym ruchu ulicznym zniszczenie kostek następuje bowiem przez ich ścieranie, natomiast przy małym ruchu — większy wpływ ma zgnilizna i rozpad drewna — i tam impregnacja jest potrzebna.

Wpływ nasycania odbija się w mniejszej nasiąkalności wodą, zmniejszeniu skurczu i pęcznienia. Własności te z upływem czasu zanikają. Stopniowo olej wydostaje się z drewna, a w jego miejsce wchodzi woda. W pierwszych dwóch latach eksploatacji kostki brukowej wypaca się z drewna tak dużo oleju, że na powierzchni ulicy tworzy się gruba warstwa powodująca w gorące dni ślizganie się ludzi i koni, ma ponadto ostry, bardzo nieprzyjemny zapach.

W Niemczech, po zastosowaniu kreozotowania pod wysokim ciśnieniem, wystąpiły bardzo nieprzyjemne zjawiska uboczne. W Berlinie cała okolica wypełniona była nieprzyjemnym zapachem dziegciu, a wypacanie nadmiaru oleju powodowało rozmiękczenie spoin i w gorących miesiącach letnich było uciążliwe dla mieszkańców i spacerowiczów, a dla koni nawierzchnia była niebezpiecznie gładka.

Nadmierne stosowanie kreozotowania doprowadziło zresztą do licznych skarg, a nawet procesów sądowych — sądzono, że olej zawarty w kostkach ma negatywny wpływ na znajdującą się w pobliżu roślinność. W 1906 r. w Westminster, po ułożeniu nawierzchni z kreozotowanej kostki zauważono, że znajdujące się w sąsiedztwie drzewa zaczęły chorować. Pewien miłośnik kwiatów w Bristol zaobserwował w 1907 r., że po wybrukowaniu ulicy, na jego parceli kwiaty uległy częściowemu zniszczeniu. W przeprowadzonej sprawie sądowej ogrodnicy upatrywali przyczynę choroby roślin w kreozotowaniu kostek służących za nawierzchnię ulicy. Energicznie zaprzeczali temu inżynierowie odpowiedzialni za stan ulic. Jednakże magistrat musiał pokryć koszty strat poniesionych przez powoda.

Zjawiska uboczne występujące przy kreozotowaniu zmuszały do ciągłych poszukiwań nowych środków do impregnacji kostek brukowych. W Anglii zaczęto stosować metodę Powella, w której drewno było nasycające **roztworem cukru i silnych środków przeciwnilnych**. Kostki były moczone w zimnym antyseptycznym roztworze cukru. Potem roztwór ogrzewany był do stanu wrzenia, a kostki przetrzymywane w nim przez pewien czas, zależny od ich wymiarów i od tego, czy zostały wykonane z drewna miękkiego, czy twardego (w tym ostatnim przypadku przetrzymywano je w kąpieli cukrowej nawet przez kilka dni). W trakcie gotowania drewno opuszczała woda, a jej miejsce zajmował roztwór cukru. Dla taniego drewna stosowano do tego celu melasę, a dla gatunków drogich - cukier rafinadę. Cukier wchodził w związki chemiczne z celulozą zawartą w drewnie, tak że pod mikroskopem nie widać było jego kryształów. Nasycona cukrem kostka, po wysuszeniu mechanicznym, była gotowa do użycia. Koszty tej operacji były porównywalne z kosztami kreozotowania. Sposób ten miał być stosowany do wszystkich gatunków drewna, a w szczególności do drewna miękkiego. Tak nasycone drewno miało mieć większą gęstość, większą twardość, elastyczność i wytrzymałość na rozciąganie w porównaniu z drewnem surowym. Nie miało ponadto nieprzyjemnego zapachu, a z kostek nie wypaczał się cukier z nieprzyjemnymi tego następstwami. Przez wchłonięcie właściwej ilości cukru drewno stawało się całkowicie jednakowe; biel był tak samo twardy i gęsty jak twarde, dzięki czemu unikano nierównomiernego wysychania powodującego w rezultacie różne ścieranie się kostek. Twierdzono, że kostki impregnowane metodą Powella są odporne na wilgoć i temperaturę, ich powierzchnia jest stale zamknięta, nie poddają się ani pęcznieniu ani skurczowi, nie wchrują się, nie pękają, są trwalsze [3]. Sposób ten nie znalazł zastosowania w Niemczech, chętnie natomiast stosowano go w Anglii i Australii (również przy częściowym zastosowaniu arszeniku), a także w Polsce.

Dwa zgłoszenia patentowe (Haskin i Gulenko) mówią o poddawaniu drewna **procesowi wulkanizacji**, tzn. grzaniu w strumieniu gorącego powietrza pod ciśnieniem. W tym celu drewno zamykano w szczelnych cylindrach i przez 8 do 10 godzin poddawano działaniu wysokiej temperatury (150-260°C) i ciśnieniu 10 do 14 atm. Dzięki temu miały być zniszczone wszystkie szkodniki znajdujące się w drewnie, a wszelkie substancje w nim zawarte miały być zmienione pod wpływem wysokiej temperatury w taki sposób, że powstawały z nich związki o znaczeniu konserwującym lub utrudniającym dopływ powietrza. Sposób ten nie znalazł jednak zastosowania.

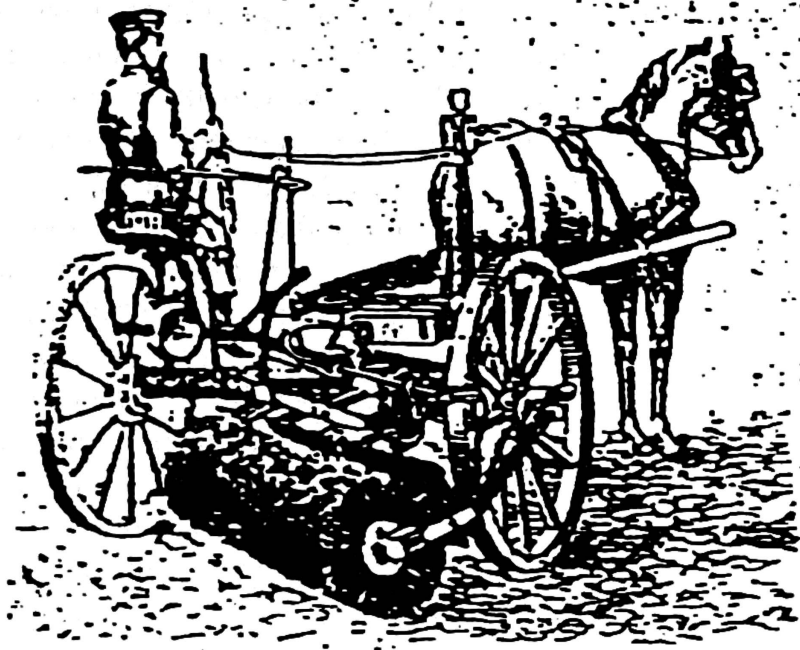
Następnym sposobem impregnacji, zastosowanym w Niemczech, była metoda Rüpinga. Jest ona stosowana do dzisiaj, jest też szeroko opisana w literaturze, dlatego też nie będę jej szerzej omawiać.

Z kolei rosyjski inżynier Managan wynalazł sposób, przy którym drewno umieszczane jest w kąpeli ogrzanej do 80°C składającej się z *pektyn* (kwas poligalakturonowy) i **żywic roślinnych** o nieznanym składzie. Kwas, który tworzy z alkaliami galaretowate sole, ma na celu powiększenie odporności drewna. Przy zanurzeniu drewna w gorącej kąpeli odparowuje początkowo 20 do 30% wody i wydzielone zostaje ok. 10% stałych i lepkich substancji, tak że całkowity spadek masy wynosi 30 do 40% i ciężar kostek zmniejsza się np. z 900 do 600 g. Po trzygodzinnej gorącej kąpeli drewno przybiera na wadze o 40 do 50% i może po dalszym nasycaniu, powiększyć swoją gęstość podwójnie, potrójnie, a nawet więcej, zależnie od wymagań użytkownika. Kostka z sosny o zwykłym ciężarze 600 lub 850 gram może w ten sposób ważyć 2 kg i więcej. Sposób ten zdaniem wynalazcy ma wiele zalet. Ponieważ wszystkie substancje powodujące utlenianie i rozkład drewna ulegają usunięciu i są zastąpione przez masę nie gnijącą, drewno staje się odporne na rozkład. Konserwacji podlega, w przeciwieństwie do innych metod, drewno i twardzieli i bielu, dzięki czemu otrzymuje się całkowicie homogeniczne kostki. Sposób ten może być stosowany do wszystkich gatunków drewna, czyni z drewna miękkiego drewno twarde i jednoczy w drewnie odporność i elastyczność. Drewno takie jest niezniszczalne przy zastosowaniu jako kostka brukowa, odporne na działanie mikroorganizmów i tworzy higieniczny bruk, który szybko wysycha. Ma on na swojej powierzchni olejową powłokę, która chroni go przed wpływami atmosferycznymi i odpycha kurz.

Tak potraktowane drewno położono po raz pierwszy w Odessie na pow. 2400 m² i — pomimo niekorzystnego klimatu — przez długi czas nie wykazywało oznak zniszczenia. W lipcu 1907 r. wyłożono nim londyńską Bridge Street, a w Paryżu Place de la République na powierzchni 300 m². Po 18 miesiącach użytkowania okazało się, że zwykła kostka miała duże nierówności i starta była na wys. 1 cm, podczas gdy kostka Managana była całkowicie równa i płaska, miała równomierną powierzchnię i wyglądała jak asfalt. Była dodatkowo zawsze sucha, cicha i nigdy nie była gładka. Według raportu z Paryża [7] początkowo kostka ta silnie pracowała, ale po pewnym czasie jej wymiary stabilizowały się. Według literatury z 1909 r. kostka nasycana metodą Rüpinga i kostka Managana miały porównywalne własności

Spośród wynalazków w dziedzinie nasycania drewna w końcu lat dziewięćdziesiątych duże zainteresowanie wzbudził sposób Hasselmannna. U jego podstaw leżała myśl, że przy tradycyjnych metodach ochrony wypełnione zostają tylko światła komórek, a działanie środków ochronnych jest tylko zapobiegawcze i powierzchniowe, bo włókna drzewne jako takie nie są chronione. Aby temu sprostać, ciecz winna wnikać w same włókna i stworzyć z nimi związek chemiczny. W celu usunięcia z drewna soków i żywic, było ono początkowo poddane parowaniu w szczelnych zbiornikach, a potem po wprowadzeniu cieczy nasycającej przy nadciśnieniu 1 atm. i temp. 120°C gotowane przez cztery godziny. Do nasycania stosowano początkowo **siarczan żelaza** i **siarczan miedzi**, a także **siarczan glinu** oraz dodatek **mleka wapiennego**. Ponieważ doświadczalny bruk położony w Berlinie wykazał większe zużycie od impregnowanego w sposób tradycyjny, metoda Hasselmannna nie znalazła zastosowania.

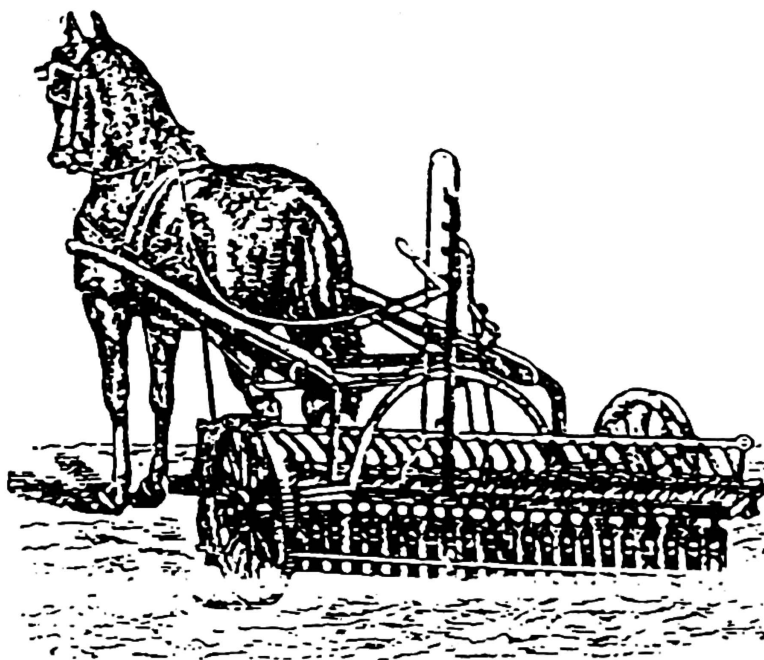
Różne doświadczenia nad miękkimi gatunkami drewna pozwalają wyciągnąć wnioski, że dążenie do sztucznego polepszenia i podwyższenia trwałości drewna nie zostały doprowa-



RYC. 1. Maszyna do zmiatania jezdni ulic; oczyszczała ok. 3000 m² jezdni na godzinę i zastępowała pracę 15 robotników. Niektóre z takich maszyn posiadały urządzenia do zwilżania nawierzchni, co przeciwdziało unoszeniu się kurzu i pyłów

dzone do końca i przez cały okres stosowania drewnianej kostki brukowej w poszczególnych krajach zwracano dużo uwagi na ten problem.

Kolejnym problemem wynikającym ze stosowania nawierzchni ulic z drewnianych kostek brukowych było ich utrzymanie w czystości i codzienna konserwacja. Trzeba pamiętać o tym, że główną siłą pociągową stosowaną wówczas były konie, które zostawiały na ulicach swoje odchody. Odchody te, poza nieprzyjemnym zapachem, wchodziły w reakcje chemiczne z drewnem, przyspieszając jego gnicie. Toteż starano się usuwać z ulic brud, a ich powierzchnię utrzymywać stale czystą i zamiecioną. I tak w Londynie największą uwagę zwracano na usuwanie nawozu końskiego oraz na zmiatanie ulic w stanie suchym. Stosowano do tego celu maszynę do zmiatania (ryc. 1), która zastępowała pracę 15 robotników i mogła zamieść ok. 3000 m² jezdni w ciągu godziny. Zaobserwowano, że przy tej czynności tworzyły się chmury pyłu, który opadał poza zasięgiem maszyny do zmiatania. Mycie ulic wykonywane było niezbyt starannie, a czyszczenie rynsztoków było prawie nieznaną. Stosowanie wody do utrzymania ulic w czystości było ograniczone, gdyż zaopatrzenie w wodę nie znajdowało się w gestii podatników. Peschke [6] twierdzi, że niedostateczne czyszczenie ulic było przyczyną niskiej jakości kostki brukowej w Londynie. Z upływem czasu przekonano się, że stosowanie wody do mycia ulic jest szczególnie ważne, a nawet niezbędne w celu usuwania nieprzyjemnych zapachów, zapobiegania tworzeniu się pyłów oraz uniknięcia śliskości jezdni. Dlatego uznano za niezbędne splukiwanie strumieniem wody wszystkich głównych ulic w okresie od marca do października. Doświadczenia roku 1903, w którym zanotowano niezwykle dużo opadów, a dzięki temu ulice były stale myte do czysta, wykazały, że wilgoć nie miała istotnego wpływu na jakość kostki brukowej. Wyciągnięto stąd wniosek, że silne moczenie nie wpływa na nią negatywnie, o ile ulice są dostatecznie szerokie (a dzięki temu przewietrzane).



RYC. 2. Maszyna do czyszczenia jezdni; wąskie, naciskane przez sprężyny, skrobaki usuwają brud z jezdni, który następnie jest spychany na bok

W Paryżu do sprzątnięcia ulic stosowano maszyny (ryc. 2), które ściągały brud ze zmoczonej uprzednio nawierzchni. Zostawiały one za sobą pasma niedoczyszczone oraz dość dużo wody. Dlatego też po ich przejściu stosowano gumowe ściągacze, które zbierały resztki wody i brudu, tak że włókna drzewne były wyraźnie widoczne. Częstotliwość mycia ulic zależna była od natężenia ruchu: na ulicach o dużym natężeniu nawierzchnia była czyszczona codziennie, na ulicach bocznych — trzy razy w tygodniu, a na ulicach bardzo małych - dwa razy w tygodniu. Zmienna częstotliwość sprzątnięcia ulic był spowodowana prawdopodobnie różnymi ilościami gromadzącego się na nich nawozu końskiego. Szczególnie dużą uwagę przykładano w Paryżu do mycia rynsztoków — w lecie były one splukiwane dwa razy dziennie (co stosuje się do dnia dzisiejszego), a jesienią i zimą — raz dziennie. Dzięki temu ulice były bardzo czyste. Jest to niewątpliwie wynik przyporządkowania administracyjnego odpowiedzialności za czyszczenie jezdni działowi budowy dróg. Ulice były czyszczone szczególnie starannie dlatego, żeby przedłużyć ich trwałość, a dzięki temu zmniejszyć zakres prac naprawczych. Zauważono, że dobrze czyszczone nawierzchnie ulic są mniej atakowane przez zgniliznę, a źle czyszczone — szybko podlegają gniciu. Niekorzystne skutki niedostatecznego czyszczenia są szczególnie widoczne na bardzo wąskich i źle przewietrzanych ulicach bocznych i w dzielnicach miast o bardzo małym ruchu. Przyczyna tego jest taka, że pył, składający się z części organicznych i substancji w stanie rozkładu, odkłada się na powierzchni kostki brukowej w postaci cienkiej warstwy brudu, podtrzymując wilgoć. Sprzyja to powstawaniu i rozwojowi grzybów, powodujących gniciu drewna. Rezultatem jest szybkie niszczenie nawierzchni. Częste mycie zapobiega wnikaniu substancji rozkładających drewno i dlatego przedłuża żywotność kostki brukowej.

W Niemczech panowały zróżnicowane poglądy na temat splukiwania kostek brukowych - jedni uważali, że jest ono przyczyną przyspieszonego gniciu drewna, inni — że nie ma istotnego znaczenia. Doświadczenie wykazało, że woda na powierzchni kostek brukowych

jest tylko wtedy szkodliwa, gdy wnika między kostki a wiążący je beton i tam gromadzi się. Gdy bruk jest ułożony dokładnie, bez szpar, wówczas wilgoć nie ma negatywnego wpływu. Szczególnie istotne było splukiwanie nawierzchni podczas jesiennych szarug, gdy na powierzchni tworzyła się śliska maź, możliwa do usunięcia jedynie przez splukiwanie. W związku z tym ulice niemieckie były przynajmniej raz dziennie czyszczone i często myte strumieniem wody pod ciśnieniem. Woda ta była następnie zbierana przy użyciu gumowych skrobaczek.

Literatura

1. Brockhaus' Konversations. Lexikon, Wyd. 14, tom 15, F.A. Brockhaus in Leipzig, Berlin und Wien, 1898;
2. Freese H. Das Holzpflaster in London – Jena Verlag von Gustav Fischer, 1925;
3. Mahlke, Troschel, Liese. Handbuch der Holzkonservierung – Springer Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1950;
4. Pachelska H., Matejak M. Ochrona drewnianych nawierzchni drogowych w XIX wieku – Ochrona Drewna – XVIII Sympozjum, Jachranka 1996 r.;
5. Pachelska H., Matejak M. Drewniana kostka brukowa – Przemysł Drzewny 1994 nr 4;
6. Peschke. Le bois et ses applications au pavage – Paris, 1896;
7. Tur. Rapport sur les chaussées diverses – Paris, 1908;
8. Vespermann H. Über die Verwendung des Holzes zu Pflasterzwecken in den Grosstädten Europas und Australiens – Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1912.