

MYCIE WAGONÓW PASAŻERSKICH W WAGONOWNI A ZAGROŻENIE ŚRODOWISKA

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Obowiązujące reguły mycia wagonów pasażerskich. Charakterystyka mycia wagonów w wagonowni Warszawa Grochów
3. Specyfika mycia
4. Zanieczyszczenia usuwane w procesie mycia
5. Materiały mytych elementów wagonu
6. Środki myjące i technologia mycia
7. Charakterystyka ilościowa i jakościowa odpadów powstających podczas mycia codziennego i okresowego wagonów na przykładzie wagonowni Warszawa Grochów
8. Charakterystyka ilościowa i jakościowa odpadów powstających podczas mycia codziennego i okresowego wagonów w skali PKP
9. Podsumowanie

STRESZCZENIE

Omówiono specyfikę mycia wagonów pasażerskich, rodzaje usuwanych zanieczyszczeń, cechy charakterystyczne środków myjących i technologii mycia. Na przykładzie wagonowni Warszawa Grochów przedstawiono charakterystykę ilościową i jakościową odpadów powstających podczas mycia wagonów i oszacowano ilości takich odpadów w skali PKP. Porównano ilości odpadów, powstających przy myciu z otwartym i zamkniętym obiegiem wody. Podano zalecenia umożliwiające ograniczenie zagrożenia środowiska.

1. WSTĘP

W wagonowniach powstają odpady stałe i ciekłe, podobnie jak w zakładach naprawczych, lecz w znacznie mniejszych asortymentach i ilościach, ponieważ zakres prac obsługowych w wagonowniach jest nieporównanie mniejszy niż w ZNTK.

Wyjątkiem są odpady powstające podczas mycia wagonów z zewnątrz. Duża ilość powstających w tym procesie odpadów jest konsekwencją częstego wykonywania zabie-

gów mycia, zapewniających spełnienie stawianych wagonom wymagań z zakresu higieny i estetyki.

W artykule, na przykładzie wagonowni Warszawa Grochów, zostaną przedstawione informacje o odpadach powstających w procesie mycia wagonów z zewnątrz i o zagrożeniu, jakim te odpady mogą być dla otoczenia. Zagrożenie środowiska w wyniku mycia wagonów zależy od wielu czynników. Zalicza się do nich: częstość mycia, charakter powstających podczas użytkowania zanieczyszczeń, usuwanych następnie w procesie mycia, materiałów, z których są wykonane myte elementy wagonów, właściwości stosowanych środków myjących i technologii mycia.

Znajomość tych wszystkich czynników pozwala lepiej uświadomić sobie skalę, charakter i przyczyny występujących zagrożeń.

2. OBOWIĄZUJĄCE REGUŁY MYCIA WAGONÓW PASAŻERSKICH. CHARAKTERYSTYKA MYCIA WAGONÓW W WAGONOWNI WARSZAWA GROCHÓW

Według instrukcji [1] rozróżnia się następujące rodzaje i częstości oczyszczania, a w tym mycia wagonów:

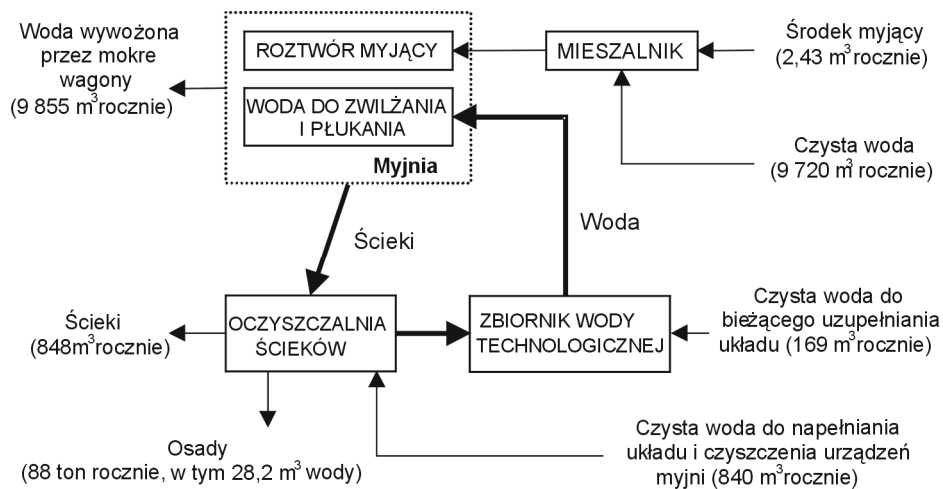
- 1) czyszczenie okresowe, wykonywane nie rzadziej niż raz w miesiącu, obejmujące: mycie nadwozia z zewnątrz i zapastowanie nadwozia, oczyszczenie uchwyty, klamki i pozostałych części metalowych, oczyszczenie szyb, świetlików i tablic zewnętrznych, oczyszczenie podwozia i wózków;
- 2) bieżące utrzymanie czystości, obejmujące:
 - czyszczenie codzienne, podczas którego myje się nadwozie, stopnie, klamki, uchwyty, tablice, szyby i światła końcowe oraz — z grubsza — oczyszcza podwozie,
 - czyszczenie pobieżne, obejmujące wnętrze wagonu oraz mycie wagonu z zewnątrz (tablice, uchwyty, klamki, szyby i światła końcowe).

Podane w punkcie 2) mycie codzienne nadwozia może się odbywać ręcznie lub mechanicznie, w myjniach zautomatyzowanych; mycie okresowe, podane w punkcie 1), odbywa się ręcznie. W wagonowni Warszawa Grochów procesy mycia codziennego są zmechanizowane, ponieważ wagonownia ta dysponuje myjnią mechaniczną.

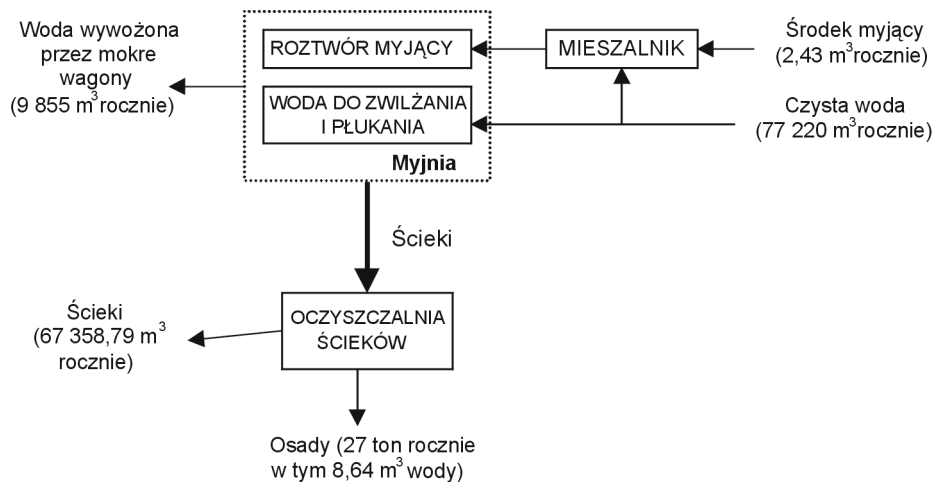
Wagonownia Warszawa Grochów (według danych z 1997 r.) miała na stanie około 743 wagony i przygotowywała codziennie do drogi około 50 pociągów. Mycie codzienne wykonywano w halowej myjni, pracującej w obiegu zamkniętym, z zastosowaniem do mycia metody natryskowo-szczotkowej. Czas mycia jednego ośmiowagonowego składu wynosił około 6 minut. W ciągu doby myto około 400 wagonów. Według pracy [8], w ciągu roku w wagonowni Warszawa Grochów było wykonywanych około 135 tysięcy myć wagonów własnych i obcych; jeden wagon własny wagonowni był myty w ciągu roku około 141 razy, czyli średnio co około 2,6 dnia. Wagon taki mógł być myty dodatkowo na innych stacjach końcowych, do których przyjeżdżał.

Praca myjni w obiegu zamkniętym oznacza, że brudną wodę z myjni oczyszcza się i ponownie wykorzystuje do mycia. Woda krąży między myjnią a oczyszczalnią, przy czym do układu zasilania bieżąco doprowadza się dodatkową czystą wodę i środek myjący, aby uzupełnić ubytki. Ilustruje to rysunek 1 [8], na którym podano także: zużycie wody, środków myjących oraz ilości powstających ścieków i osadów. Dla porównania,

na rysunku 2 [8], podano schemat działania myjni pracującej w obiegu otwartym. Różnice w wielkości zużycia wody oraz ilości powstających ścieków są bardzo wymowne. Okresowe mycie, wykonywane przeciętnie jeden raz w miesiącu, charakteryzują następujące dane. Średnio dziennie myto ręcznie 3 składy pociągowe, przeciętnie po 8 wagonów każdy. Przy myciu wagonów przez 5 dni w tygodniu, w ciągu miesiąca myto około 520 wagonów, tj. rocznie około 5200 wagonów. Wagony nie są myte (podobnie jak i przy myciu codziennym), gdy temperatura powietrza zbliża się do 0° C lub spada poniżej zera. Przyjęto, że tak jest przez 2 miesiące w roku.



Rys. 1. Schemat myjni WGW Grochów, z zamkniętym obiegiem wody, wykonującej 135 tysięcy myć wagonów rocznie [8]



Rys. 2. Schemat myjni z otwartym obiegiem wody, porównywalnej z instalacją myjni z zamkniętym obiegiem wody, podanej na rysunku 1 [8]

3. SPECYFIKA MYCIA

Aby przyczyny zagrożenia środowiska były bardziej zrozumiałe warto pokrótce omówić właściwości środków myjących i sam proces mycia, w kontekście występujących w nim zjawisk fizykochemicznych [4].

Usuwanie zanieczyszczeń z elementów metodą zanurzania ich w cieczy myjącej lub obfitego zwilżania ich cieczą myjącą, połączonego z oddziaływaniem mechanicznym lub metodą natryskiwania strumieniem cieczy myjącej nazywa się myciem. Wagony z zewnątrz myte są w wagonowni Warszawa Grochów metodą natryskową, z użyciem szczotek jako czynnika wspomagającego. Procesowi mycia towarzyszą zjawiska zwilżania powierzchni, emulgowania, peptyzacji i solubilizacji zanieczyszczeń (pojęcia te będą wyjaśnione poniżej). Aby wymienione zjawiska, mające wpływ na skuteczność i czas mycia, mogły wystąpić muszą być spełnione określone warunki, dotyczące składu i właściwości środka myjącego oraz parametrów procesu mycia, tj. temperatury środka myjącego, ciśnienia natryskiwanej cieczy, intensywności natryskiwania, czasu działania roztworu myjącego, parametrów nacierania mytej powierzchni szczotkami. Roztwory myjące powinny charakteryzować się aktywnością powierzchniową, którą zapewniają celowo dodawane lub powstające w procesie mycia substancje powierzchniowoczystne (SPC).

Substancje te umożliwiają zwilżanie mytej powierzchni oraz wnikanie środka myjącego w pory i kapilarne pęknięcia warstwy zanieczyszczeń, a w rezultacie powodują oddzielanie zanieczyszczeń od podłoża. Ponadto umożliwiają emulgowanie, tj. rozpraszanie w sposób trwały ciekłych zanieczyszczeń w roztworze myjącym (np. olejów) oraz peptyzację, tj. rozdrabnianie zanieczyszczeń stałych w roztworze myjącym (np. osadzonych na powierzchni wagonu cząstek pyłów porwanych z torowiska, produktów korozji, substancji organicznych pochodzących z toalet). Substancje powierzchniowoczystne lub specjalne środki chemiczne umożliwiają też takie zwiększenie rozpuszczalności zanieczyszczeń, że ich stężenie w roztworze myjącym przekracza znacznie stężenie nasyconych roztworów tych substancji w wodzie. Zjawisko to nazywa się solubilizacją, a związki zwiększające rozpuszczalność — solubilizatorami.

Proces mycia przebiega następująco. Stężony środek myjący, zawierający substancje powierzchniowoczystne, emulgatory i solubilizatory jest rozpuszczany w wodzie. Napięcie powierzchniowe powstałego w ten sposób roztworu myjącego jest znacznie niższe niż samej wody, dzięki czemu natryskany na powierzchnię wagonu roztwór dobrze zwilża hydrofobowe¹ zanieczyszczenia, znajdujące się na tej powierzchni. Wnika w najmniejsze szczeliny i spękania warstewki zanieczyszczeń i rozdrabnia zanieczyszczenia na maleńkie cząsteczki. Równocześnie proces jest wspomagany mechanicznym działaniem strumienia natryskiwanej cieczy i następnie — działaniem szczotek wirujących, które cząstki zanieczyszczeń odrywają od podłoża. Na hydrofobowych cząsteczkach zanieczyszczeń gromadzą się molekuły substancji powierzchniowoczystnych tworząc hydrofilową² warstewkę, osłabiającą powiązanie zanieczyszczeń z podłożem (mytym poszyciem wagonu, szybą, ramą itp.). Na skutek mechanicznego działania strumienia

¹ Hydrofobowość — niezdolność do łączenia się z wodą; przeciwieństwo hydrofilowości.

² Hydrofilowość — powinowactwo do wody, tj. zdolność do łączenia się z wodą.

cieczy i szczotek cząstki zanieczyszczeń są odrywane i przechodzą do roztworu. Większe cząsteczki zanieczyszczeń, które nie uległy rozdrobnieniu, także pokrywają się błonką substancji powierzchniowoczynnych, a następnie przechodzą do roztworu myjącego podlegając emulgowaniu lub peptyzacji. Cząstki zanieczyszczeń są usuwane z roztworu myjącego w procesie jego oczyszczania.

W procesie mycia główną rolę odgrywa zatem adsorpcja¹ substancji powierzchniowoczynnych, której następstwem jest obniżenie napięcia powierzchniowego roztworu myjącego i podwyższenie jego właściwości zwilżających, peptyzacja, emulgowanie.

Podstawą skuteczności mycia z zastosowaniem środków myjących jest ich aktywność powierzchniowa, to znaczy zdolność substancji powierzchniowoczynnych zawartych w tych środkach do adsorbowania się na powierzchniach granicznych zanieczyszczeń usuwanych przez roztwór myjący, a warunkiem koniecznym występowania działania myjącego jest dostateczna, mechaniczna wytrzymałość adsorbowanych błonek SPC, od której zależy możliwość wystąpienia takich właściwości roztworu myjącego jak zdolność emulgowania, peptyzacji oraz solubilizacji. Roztwory myjące zawierają różne komponenty, dobierane z uwzględnieniem rodzaju usuwanych zanieczyszczeń, materiału mytych elementów i sposobów mycia. Do typowych składników roztworów myjących zalicza się: sodę kaustyczną (NaOH), sodę kalcynowaną (Na₂CO₃), sole kwasu krzemowego (mNa₂ nSiO₂), trójzotan fosforu (Na₃PO₄ 12H₂O), dwuchromian potasu (K₂ Cr₂ O₇), szkło wodne.

Nowoczesne roztwory myjące są bardzo złożone, a ich skład jest tajemnicą producenta. Mogą w nich występować takie składniki, jak: kwas octowy, azotowy, solny, chromowy, fluorowodorowy, fosforowy, tioglikolowy, szczawiowy, amoniak, detergenty biodegradacyjne. Przytoczone ogólne informacje o składnikach roztworów sygnalizują zagrożenia, jakie może powodować stosowanie środków myjących na szeroka skalę.

4. ZANIECZYSZCZENIA USUWANE W PROCESIE MYCIA

Pewne informacje z tego zakresu zostaną podane celem ogólnego scharakteryzowania, jakiego rodzaju zanieczyszczenia przechodzą do ścieków i osadów i są usuwane następnie z myjni. Skład chemiczny zabrudzeń i sposób ich powiązania z powierzchnią wagonu zależą od następujących czynników [3]:

- rodzaju trakcji (elektryczna lub spalinowa),
- rodzaju pociągu (osobowy, pospieszny),
- stopnia zanieczyszczenia środowiska na trasie przejazdu,
- prędkości jazdy i czasu jej trwania,
- warunków atmosferycznych w czasie jazdy,
- składu chemicznego roztworu myjącego i wody stosowanej do płukania oraz technologii mycia.

Orientacyjny, przeciętny skład zanieczyszczeń zewnętrznych powierzchni wagonów pasażerskich przedstawiono w tablicy 1 według pracy [2].

¹ Adsorpcja — zjawisko polegające na tym, że stężenie substancji na granicy dwu faz jest większe (ads. dodatnia) lub mniejsze (ads. ujemna) niż w głębi fazy. Odrębnym rodzajem adsorpcji jest zagęszczenie cząstek substancji rozpuszczonej na powierzchni roztworu, powodujące obniżenie napięcia powierzchniowego cieczy.

Tablica 1 Ponadto występują zanieczyszczenia

Składniki zanieczyszczeń	Udział [%]
Pyły mineralne	30 — 59
Pyły żelaza i jego tlenków	20 — 25
Sadze, pył węglowy	8 — 11
Oleje mineralne i tłuszcze	10 — 27

nia pochodzenia organicznego i produkty ich rozkładu, głównie ekskrementy z ubikacji wagonów. Przyjmuje się [3], że średnia ilość wszystkich zanieczyszczeń osiadających na powierzchni jednego wagonu w ciągu doby, po przejechaniu około 500 km wynosi około 0,75 kg. Pyły mineralne i zanieczyszczenia żelazowo-tlenkowe wykazują tendencję do wbijania się w powierzchnię powłok malarskich. Tlenki żelaza pokrywają ponad 70% zewnętrznej powierzchni wagonów, a ich adhezja do powierzchni jest bardzo silna.

5. MATERIAŁY MYTYCH ELEMENTÓW WAGONU

Zewnętrzna część wagonów zawiera elementy wykonane ze stali (poszycie) pokrytej powłoką malarską, szkła (szyby), gumy (uszczelki i wałki w przejściach międzywagonowych), tworzyw sztucznych, żeliwa i metali kolorowych, głównie stopów aluminium. Około 85% powierzchni zewnętrznej wagonów stanowią powłoki malarskie, a około 12% — szyby. Roztwory myjące muszą być dobierane tak, aby skutecznie usuwały zanieczyszczenia, ale również tak, aby nie powodowały uszkodzeń materiałów, z których wykonane jest nadwozie wagonu. Środki myjące są poddawane badaniom w tym zakresie. Ponieważ do mycia wagonów stosowane są szczotki jako czynnik wspomagający proces mycia, więc materiały mytych elementów są w pewnym stopniu ścierane (głównie powłoki malarskie) i jako zanieczyszczenia występują w osadach po myciu.

Materiały stosowane w budowie wagonów mają pośredni wpływ na zanieczyszczenia powstające podczas mycia. Dotyczy to zwłaszcza materiałów malarskich, przy czym chodzi o podatność tych materiałów na zabrudzenie. Duża podatność powoduje większe nagromadzenie się zanieczyszczeń w czasie i odwrotnie. Największą podatność na zabrudzenie wykazują materiały malarskie, a wśród nich powłoki ftalowe, które są stosunkowo miękkie i mało odporne na działanie kwasów, alkaliów, środków utleniających i rozpuszczalników organicznych. Najtrudniej usuwa się z nich zabrudzenia. Najkorzystniejsze pod tym względem są powłoki poliuretanowe i epoksyestrowe, przy czym te ostatnie plasują się między ftalowymi a poliuretanowymi. Z innych materiałów pewne kłopoty sprawiają ramy okien wykonane ze stopów aluminium, na których zanieczyszczenia gromadzą się „chętnie” i są trudne do usunięcia.

6. ŚRODKI MYJĄCE I TECHNOLOGIA MYCIA

Środki myjące stosowane do mycia wagonów są na ogół wieloskładnikowe i zawierają [3]:

- substancje powierzchniowoczynne (omówione wcześniej),
- substancje zmiękczające wodę,

- koloidy ochronne, zwiększające trwałość środka myjącego w określonym zakresie temperatur przez okres magazynowania,
- substancje o działaniu antyelektrostatycznym,
- substancje odkażające,
- regulatory i bufony pH,
- substancje wiążące wodę (osuszające),
- substancje błonotwórcze, nablyszczające i konserwujące myte powierzchnie,
- inhibitory korozji, zapobiegające korozji metali,
- regulatory i stabilizatory piany,
- rozpuszczalniki organiczne,
- substancje zapachowe.

Roztwory myjące pracują w obiegu zamkniętym lub otwartym. Dość szeroko jest stosowany, zwłaszcza do mycia okresowego, środek pod nazwą *Stremikol Z* o następującym składzie:

- kwas ortofosforowy — 60%,
- rokafenol N-8 — 10%,
- urotropina — 3%,
- gliceryna — 3%,
- woda — 24%.

W celu ochrony środowiska jest stosowany środek *Bio Max*, ulegający biodegradacji. Jest też wiele innych środków stosowanych do mycia zewnętrznego wagonów.

Wagony z zewnątrz — jak wyżej wspomniano — myje się ręcznie bądź mechanicznie. Na skuteczność mycia wpływają następujące czynniki:

- rodzaj urządzeń myjących,
- energia kinetyczna oraz kąt padania strumienia myjącego i spłukującego,
- siła docisku i prędkość obrotowa szczotek,
- rodzaj, stężenie i temperatura roztworu myjącego,
- temperatura otoczenia,
- temperatura i ciśnienie wody płuczącej,
- sposób osuszania mytych powierzchni.

W przypadku mycia mechanicznego można wyróżnić mycie natryskowo-szczotkowe i mycie bezszczotkowe, z hydrodynamicznym działaniem strumienia cieczy. W tej pierwszej metodzie występują wirujące szczotki z włókien sztucznych, zwykle o następujących parametrach szczotek i natrysku:

- średnica włókien — 0,16—1,2 mm,
- długość włókien — minimum 300 mm,
- obroty szczotki — 150—300 obr./min,
- ciśnienie natrysku wodnego zwilżającego — 0,6 MPa,
- ciśnienie natrysku roztworu myjącego — 0,2 MPa,
- ciśnienie natrysku wodnego płuczącego — 0,8 Mpa.

Temperatura środka myjącego i wody jest równa temperaturze otoczenia lub podwyższona do 40°C, co sprzyja reagowaniu środka myjącego z zabrudzeniami i przyspiesza mycie. Podczas mycia wagony przemieszczają się przez myjnię z prędkością około 2—4 km/h (0,6÷1,2 m/s).

Parametry pracy przy myciu bezszczotkowym są zwykle następujące:

- ciśnienie natrysku wodnego zwilżającego — 2 MPa, przy temperaturze 35—45°C,
- ciśnienie natrysku roztworu myjącego 0,3—0,4 MPa, przy temperaturze 30—40°C,
- ciśnienie natrysku wodnego płuczącego — 2—2,5 Mpa, przy temperaturze 30—40°C.

Ze względu na znaczne ciśnienia, metodę bezszczotkową można stosować przy dobrej szczelności nadwozia wagonu i wysokiej jakości powłok malarskich.

Mycie wagonów może odbywać się w myjniach z zamkniętym i otwartym obiegiem wody. W wagonowni Warszawa Grochów istnieje myjnia z zamkniętym obiegiem wody, funkcjonująca według schematu podanego na rysunku 1, na którym pokazano też ilości stosowanych środków myjących i wody oraz powstających ścieków i osadów dla omawianego w artykule programu mycia wagonów w tej wagonowni. Mycie można też przeprowadzać w myjni z otwartym obiegiem wody, tj. wody wykorzystywanej jednorazowo, a nie wielokrotnie (jak w przypadku obiegu zamkniętego). Schemat funkcjonowania takiej myjni przedstawia rysunek 2, dla analogicznego jak poprzednio programu mycia wagonów. Zwraca uwagę fakt znacznie większego zużycia wody i znacznie większej ilości ścieków powstających w skali jednego roku, w tym drugim przypadku.

W wagonowni Warszawa Grochów mycie wagonów podczas czyszczenia okresowego przeprowadzane jest ręcznie, z użyciem wiader z roztworem myjącym i szczotek. Stosowany jest środek myjący o nazwie *Stremikol Z*. Zraszanie wstępne i płukanie jest wykonywane także ręcznie, strumieniem czystej wody natryskiwanej z węża gumowego. Jest to metoda mycia z obiegiem otwartym wody, mało wydajna, powodująca duże zużycie wody, a ponadto narażająca pracowników na kontakt z roztworami środków myjących, wodą i zanieczyszczeniami.

7. CHARAKTERYSTYKA ILOŚCIOWA I JAKOŚCIOWA ODPADÓW POWSTAJĄCYCH PODCZAS MYCIA CODZIENNEGO I OKRESOWEGO WAGONÓW, NA PRZYKŁADZIE WAGONOWNI WARSZAWA GROCHÓW

7.1. Charakterystyka odpadów powstających podczas mycia codziennego

Jak już wspomniano wcześniej, mycie codzienne wykonywano w wagonowni Warszawa Grochów w myjni z zamkniętym obiegiem wody i z użyciem środka *Bio Max*. Dla tego przypadku będzie podana charakterystyka ilościowa i jakościowa odpadów, jakie powstają przy myciu wagonów.

W badanym okresie [8], w wagonowni wykonywano rocznie około 135 tysięcy myć wagonów. Ilość ta obejmuje mycie wagonów własnych (około 75%) i obcych (około 25%). Oznacza to, że na własne wagony przypadało około 101250 myć w roku. Uwzględniając liczbę wagonów będących na stanie wagonowni otrzymamy średnio 141 myć jednego wagonu w roku. Ponieważ w ósmym rozdziale niniejszego artykułu przedstawiono próbę oszacowania ilości odpadów powstających podczas mycia wagonów w skali całego przedsiębiorstwa PKP, niezbędne jest określenie pełnej liczby myć jednego wagonu w roku, tj. w wagonowni własnej i w wagonowniach obcych. Liczbę myć określono z zależności: $141/0,75 = 188$ myć w roku. Oznacza to, że przeciętnie każdy wagon jest myty co drugi dzień. Jak widać mycie „codzienne” nie odbywa się codziennie, co ma związek z długością trasy jazdy pociągów; ponadto zimą, przy spadku temperatury w okolicy zera i niżej, nie przeprowadza się mycia wagonów.

W tablicy 2, opierając się na opracowaniu [8], podano bilans zużycia środka myjącego (*Bio Max*) i wody, dla przypadku wagonowni Warszawa Grochów.

Tablica 2

Bilans zużycia środka myjącego i wody podczas mycia codziennego w wagonowni Warszawa Grochów

Czynnik	Zużycie przy jednorazowym myciu 1 wagonu [m ³]	Zużycie w okresie 1 roku dla 135 tys. myć wagonów [m ³]
Środek myjący	0,000018	2,43
Woda do sporządzenia roztworu myjącego	0,072	9720
Woda do bieżącego uzupełniania w instalacji myjni	0,00125	169
Woda do napełniania układu i oczyszczania urządzeń myjni	0,00622	840
Łączna ilość pobieranej wody	0,07947	10729
Ilość wody wywożonej przez mokre wagony	0,073	9855

Tablica 3

Charakterystyka ścieków powstających przy myciu w myjni mechanicznej środkiem *Bio Max*

Wskaźniki charakteryzujące ścieki	Jednostka	Wartość stwierdzona		Wartości dopuszczalne		
		Ścieki surowe	Ścieki odprowadzane do kanalizacji	wg [7]	wg [6]	wg [5]
Temperatura	°C	21	21	35 i poniżej	35	35
Odczyn	pH	7,1	7,2	6,5÷9,0	6,5÷9,0	6,5÷9,5
ChZT _{Cr}	mg O ₂ /l	78,0	7,0	1000 i poniżej	150,0	*
BZT ₅	mg O ₂ /l	81,83	10,01	700 i poniżej	30,0	*
Substancje rozpuszczone	mg/l	450,0	418,0	1000 i poniżej	2000,0	—
Zawiesina ogólna	mg/l	172,0	47,0	330 i poniżej	50,0	*
Siarczany	mg SO ₄ /l	59,0	37,0	300 i poniżej	500,0	500,0
Azot amonowy	mg N _{NH4} /l	0,16	0,04	6 i poniżej	6,0	**
Chlorki	mg Cl/l	134,75	127,66	400 i poniżej	1000,0	1000,0
Żelazo	mg Fe/l	87,0	0,3	10 i poniżej	10,0	10,0

* Zależy od dopuszczalnego obciążenia oczyszczalni ładunkiem zanieczyszczeń.
 ** 100 dla LRM < 5000, 200 dla LRM ≥ 5000.

W obiegu myjni znajduje się łącznie (w instalacjach i w oczyszczalni) 80 m³ wody (technologicznej). Ilość ta jest na bieżąco uzupełniana w miarę ubywania wody. Przy 135000 myć w roku, w przypadku układu zamkniętego wody jej zużycie wynosi niecałe 11000 m³. Dzieje się tak na skutek wielokrotnego wykorzystywania tej samej wody (technologicznej), uprzednio oczyszczonej.

Na podstawie danych zawartych w tablicy 2 określono ilości ścieków i osadów powstających przy myciu. W myjni w wagonowni Warszawa Grochów ścieki odprowadzane do kanalizacji przeciętnie jeden raz w miesiącu, podczas oczyszczania osadnika oczyszczalni. Rocznie, według [8], odprowadzane około 848 m³ ścieków, co daje około 6,47 dm³ ścieków na jedno mycie jednego wagonu. Miesięcznie, w wagonowni Warszawa Grochów powstawało w oczyszczalni ścieków około 8,5 tony osadów, o średniej

zawartości wody 32%. Daje to w skali jednego roku około 88 ton osadów, co wynika z ograniczenia mycia wagonów w okresie zimowym.

Dla przypadku wykonywania 135 tysięcy myć w roku, na jedno mycie jednego wagonu wypada około 0,65 kg osadu, tj. 0,44 kg suchej masy osadu. Osady wywożone są na wysypisko śmieci.

Niektóre wskaźniki, charakteryzujące jakościowo ścieki i osady odprowadzane z myjni wagonowni Warszawa Grochów, podano w tablicach 3 i 4, według pracy [8].

Tablica 4

Charakterystyka osadów powstających przy myciu w myjni mechanicznej środkiem *Bio Max*

Składniki osadu	Jednostka	Wartość
Produkty naftowe	mg/l	1890,0
Chrom	mg Cr/l	149,0
Cynk	mg Zn/l	1478,0
Kadm	mg Cd/l	47,2
Miedź	mg Cu/l	1120,0
Nikiel	mg Ni/l	69,6
Ołów	mg Pb/l	82,4
Woda	%	31,9
Odczyn	pH	8,2

7.2. Charakterystyka odpadów powstających podczas mycia okresowego

W wagonowni Warszawa Grochów w analizowanym okresie wykonywano w ciągu roku łącznie około 5200 myć okresowych wagonów. Dla ilo stanu 743 wagonów oznacza to, że jeden wagon myty był w roku 7 razy. Do mycia okresowego przeprowadzanego ręcznie stosowano środek o nazwie *Stremikol Z*. Orientacyjne zużycie środków myjących i wody dla tego typu mycia w wagonowni Warszawa Grochów oraz ilości usuwanych ścieków podano według pracy [8] w tablicy 5.

Tablica 5

Bilans zużycia środka myjącego i wody oraz powstających ścieków w okresie 1 roku podczas mycia okresowego w wagonowni Warszawa Grochów

Czynnik	Ilość czynników [m ³]		
	na jedno mycie jednego wagonu	na mycie jednego wagonu w ciągu 1 roku (7 razy)	rocznie w wagonowni Warszawa Grochów przy wykonywaniu 5200 myć
Zużywany środek myjący	0,005	0,035	26,0
Zużywana czysta woda	0,795	5,565	4134,0
Ścieki	0,722	5,054	3754,0
Woda wywożona przez mokre wagony	0,073	0,511	380,0

* Woda używana jest do sporządzania roztworu myjącego oraz do zwilżania i płukania wagonu.

Powstające ścieki są kierowane do studzienek odpływowych. Może się jednak zdarzyć, że jeżeli wagony są myte w miejscach do tego nieprzystosowanych, to rozplywające się ścieki zanieczyszczą okoliczny teren i wody gruntowe.

Przeprowadzone badania ścieków powstających z mycia okresowego środkiem *Stremikol Z* wykazały ich właściwości, takie jak podano w tablicy 6 [8].

Tablica 6

Niektóre właściwości ścieków powstających przy myciu okresowym wagonów środkiem *Stremikol Z*

Wskaźniki charakteryzujące ścieki	Jednostka	Wartość stwierdzona	Wartości dopuszczalne		
			wg [7]	wg [6]	wg [5]
Odczyn	pH	4÷6	6,5÷9,0	6,5÷9,0	6,5÷9,5
ChZT _{Cr}	mg O ₂ /l	240÷320	1000 i poniżej	150,0	jak w tabl. 3
Substancje powierzchniowo-czynne	mg/l	10÷32	10 i poniżej	5-anionowe 10-niejonowe	15-anionowe 20-niejonowe
Substancje ekstrahujące się eterem naftowym	mg/l	2,5÷18	50 i poniżej	50,0	100,0
Zawiesiny ogólne	mg/l	1,1÷2,3	330 i poniżej	50,0	jak w tabl. 3

8. CHARAKTERYSTYKA ILOŚCIOWA I JAKOŚCIOWA ODPADÓW POWSTAJĄCYCH PODCZAS MYCIA CODZIENNEGO I OKRESOWEGO WAGONÓW W SKALI PKP

Do określenia hipotetycznej ilości odpadów w skali PKP oraz celem porównania różnych przypadków zagrożenia środowiska, przyjęto pewne założenia. Są one następujące.

Łącznie na PKP jest użytkowanych, a więc i mytych, 5000 wagonów. Założono, że wszystkie wagony są myte w warunkach takich samych, jak w wagonowni Warszawa Grochów. Nie jest to założenie odpowiadające rzeczywistości, ponieważ na PKP myjni pracujących z zamkniętym obiegiem wody jest tylko około 30%. Przyjęto jednak takie założenie w przewidywaniu, że liczba myjni z zamkniętym obiegiem wody w przyszłości będzie na PKP dominować ze względów ekologicznych. Ponadto takie założenie — oparte na danych z wagonowni Warszawa Grochów — umożliwi dość dokładne oszacowanie zagrożenia środowiska w skali PKP. Przyjęto następnie, że mycie okresowe wagonów odbywa się na PKP tak jak w wagonowni Warszawa Grochów (co odpowiada rzeczywistości).

Dla 5000 wagonów eksploatowanych na PKP, roczna liczba ich myć codziennych wyniesie 940 tys. Wykorzystując dane z tablicy 2, otrzymamy dla 940 tys. myć, w skali roku:

- zużycie środka myjącego — 16,92 m³,
- zużycie wody do sporządzania roztworu myjącego — 67680 m³,
- zużycie wody do bieżącego uzupełniania w instalacji myjni — 1175 m³,
- zużycie wody do napełniania instalacji i oczyszczania urządzeń myjni — 5847 m³,
- łączna ilość pobieranej wody — 74702 m³,
- ilość wody wywożonej przez mokre wagony — 68620 m³.

W myjniach takich jak istniejąca w wagonowni Warszawa Grochów ścieki odprowadza się do kanalizacji zwykle jeden raz w miesiącu. Roczne odprowadzenie około

848 m³ ścieków (patrz rys. 1) daje 6,47 dm³ ścieków na jedno mycie jednego wagonu. W przypadku mycia wszystkich wagonów PKP, dla 940 tys. myć otrzymamy rocznie 6082 m³ ścieków.

Dla porównania, w razie mycia wagonów w myjniach z otwartym obiegiem wody i przy zapotrzebowaniu na jedno mycie jednego wagonu takiej samej ilości wody i środka myjącego jak w obiegu zamkniętym, przy jednorazowym myciu jednego wagonu powstaje (bez wody wywożonej przez mokry wagon) około 500 litrów ścieków (patrz rys. 2). Dla wszystkich wagonów PKP mytych w takich warunkach otrzymalibyśmy rocznie dla 940 tys. myć 470000 m³ ścieków. Dla 5000 wagonów liczba myć okresowych w jednym roku wyniesie 35000. Ponieważ podczas mycia okresowego jednego wagonu powstaje około 0,722 m³ ścieków (tabl. 5), więc w skali PKP otrzyma się około 25270 m³ ścieków w roku.

Tak więc w skali PKP, w jednym roku może powstać dla obu rodzajów myć i przy myciu codziennym w układzie zamkniętym wody łącznie 25270 + 6082 = 31352 m³ ścieków. Dla przypadku mycia codziennego w myjniach z otwartym obiegiem wody, analogiczna wielkość wyniesie: 470000 + 6082 = 476082 m³ ścieków, a więc 14-krotnie więcej niż w poprzednim przypadku.

W praktyce, na PKP w myjniach z zamkniętym obiegiem wody wykonuje się około 30% codziennych myć wagonów; należy zatem przypuszczać, że faktyczna ilość ścieków w skali roku wynosi:

- z myjni z zamkniętym obiegiem wody: 6082 · 30% = 1825 m³,
- z myjni z otwartym obiegiem wody: 470000 · 70% = 329000 m³,
- razem z mycia codziennego i okresowego: 1825 + 329000 + 25270 = 356095 m³ w skali PKP, w okresie 1 roku.

Usuwane ścieki zawierają zanieczyszczenia groźne dla otoczenia. Opierając się na danych zawartych w tablicy 3 i przyjmując, że praktycznie rocznie w skali PKP powstaje łącznie około 356095 m³ ścieków otrzymamy orientacyjne ilości szkodliwych składników ścieków usuwanych z wagonowni, takie jak podano w tablicy 7.

Tablica 7

Ilości zanieczyszczeń usuwanych ze ściekami w wyniku mycia codziennego i okresowego, w skali PKP, w roku w kg

Składniki ścieków	Ilości zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych [kg]
Siarczany	13069
Azot amonowy	14
Chlorki	45093
Żelazo	106
Zawiesiny	16601

W wyniku oczyszczania ścieków powstają osady. Są one gromadzone w osadnikach i następnie okresowo wywożone na wysypisko śmieci. Charakterystykę osadów powstających w wagonowni Warszawa Grochów przedstawiono w tablicy 4. Przyjmując, że niezależnie od tego, czy wagony myte będą w myjniach z otwartym czy z zamkniętym obiegiem wody powstanie 0,65 kg osadów na jeden wagon i jedno mycie (patrz punkt 7.1) oraz że taka sama ilość osadów wystąpi przy myciu okresowym, otrzymamy w skali PKP, w okresie jednego roku: (940000 + 35000) · 0,65 = 633750 kg osadów. Te 634 tony osadów zawierają znaczne ilości produktów naftowych i metali. Można je

obliczyć opierając się na danych zawartych w tabelicy 4. Nie oznacza to, że taka ilość osadów znajdzie się na wysypisku śmieci. W myjniach z otwartym obiegiem wody trafią one ze ściekami do kanalizacji albo do gruntu. Tak czy inaczej zanieczyszczenia, które są ujęte w tabelicy 7 wystąpią i będą stanowiły zagrożenie dla otoczenia.

9. PODSUMOWANIE

Przedstawione informacje zawierają znaczne uproszczenia. Wynikają one z braku ścisłych danych, możliwych do uzyskania tylko w rezultacie szczegółowych badań. Jednak i te szacunkowe dane charakteryzują skalę problemu i wystarczą, aby uznać, że mycie wagonów pasażerskich (i nie tylko) stwarza zagrożenie dla środowiska, zwłaszcza gdy jest prowadzone metodą z otwartym obiegiem wody.

Szacuje się, że łącznie — w skali PKP — odprowadza się do otoczenia w ciągu roku około 350 tys. m³ ścieków i około 634 tony osadów. Należy zwrócić uwagę na fakt, że stosowanie myjni z zamkniętym obiegiem wody znacznie zmniejsza ilość ścieków. Szkodliwość ścieków dla otoczenia zależy głównie od rodzaju stosowanych środków myjących oraz rodzajów i ilości osadzających się na wagonach zanieczyszczeń.

Wpływanie na rodzaj osadzających się zanieczyszczeń jest bardzo trudne i związane z ogólną polityką ekologiczną kraju. Natomiast na ilość zanieczyszczeń, a przez to i na ilości osadów i ścieków, a także częściowo na ich skład można, jak się wydaje, wpływać poprzez poprawę właściwości powłok malarskich oraz „gładkość” wagonu, tj. ograniczenie w nadwoziu wnęk, załomów, zagłębień, gdzie „chętnie” gromadzą się zanieczyszczenia. Stosowanie powłok poliuretanowych, twardych i o dużej gładkości, utrudnia osadzanie się zanieczyszczeń i przez to zmniejsza ich ilość. Twardsze powłoki są bardziej odporne na ścieranie szczotkami podczas mycia, co zwiększa także żywotność powłok i zmniejsza częstotliwość ich regeneracji.

Szersze zastosowanie hamulców tarczowych z wkładkami z tworzyw sztucznych zmniejszy zanieczyszczenia tlenkami żelaza i w pewnym stopniu (ze względu na przyczepność tlenków do powłoki) ułatwi mycie, co może również wpłynąć na skład chemiczny stosowanych środków do mycia. Nie wiadomo jednak, jakie i w jakiej ilości wystąpią zanieczyszczenia spowodowane ścieraniem tarcz hamulcowych i wkładek z tworzyw sztucznych. Procesów tych nie można lekceważyć, zwłaszcza w warunkach podwyższania prędkości jazdy pociągów i wydłużania drogi hamowania.

Nasuwają się pewne wnioski ogólne dotyczące mycia i związane z myciem pośrednio. Należy dążyć do wyeliminowania mycia wagonów w myjniach z otwartym obiegiem wody. Należy też ograniczyć, a najlepiej wyeliminować ręczne mycie wagonów zarówno z powodu otwartego obiegu wody, jak i uciążliwości takiego mycia dla ludzi. Uzasadnione jest dążenie do stosowania lepszych materiałów malarskich do malowania wagonów z zewnątrz. Zmniejszają one przyczepność zanieczyszczeń do powłoki, a w konsekwencji — ułatwiają proces mycia, do którego można będzie stosować łagodniejsze środki myjące. Zwiększona odporność powłok na ścieranie polepszy ich trwałość oraz zmniejszy zawartość startej powłoki w osadach i ściekach po myciu. Rozwiązanie konstrukcyjne wagonu zmniejszające liczbę zagłębień, wnęk i załomów zmniejszy ilość osadzających się zanieczyszczeń oraz ułatwi proces mycia.

BIBLIOGRAFIA

1. Instrukcja Mw-8: O utrzymaniu w czystości wagonów osobowych, elektrycznych zespołów trakcyjnych, autobusów szynowych i lokomotyw. Zarządzenie Nr 47 Zarządu PKP z dnia 16. 09. 1996.
2. *Janczewski Z.*: Wybór i badania przydatności chemicznych środków do mycia wagonów i lokomotyw. Opracowanie technologii wytwarzania i stosowania środków myjąco-czyszczących oraz odkażających dla utrzymania czystości taboru kolejowego. Praca COBiRTK, temat nr 3363/11, Warszawa 1986.
3. *Kłopotek A.*: Środki czyszczące i technologia mycia i czyszczenia wagonów i lokomotyw. *Problemy Kolejnictwa*, 1988, nr 103.
4. *Moczarski M.*: Mechanizmy procesu mycia elementów pojazdów szynowych. *Technika Transportu Szynowego* 1994, nr 3 i 4.
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 20 lipca 2002 r. w sprawie sposobu realizacji obowiązków dostawców ścieków przemysłowych oraz warunków wprowadzania ścieków do urządzeń kanalizacyjnych. Dz.U. Nr 129 z dnia 14 sierpnia 2002 r., poz. 1108.
6. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, z dnia 05.11.1991 r. w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód lub do ziemi. Dz.U. Nr 116 z dnia 16.12.1991 r., poz. 503.
7. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 14.12.1987 r. w sprawie klasyfikacji wód, warunków jakim powinny odpowiadać ścieki oraz kar pieniężnych za naruszanie tych warunków. Dz.U. Nr 42 z 31.12.1987 r. poz. 248.
8. *Skottak M.*: Określenie ilościowe i jakościowe czynników zagrażających otoczeniu, powstających podczas mycia wagonów pasażerskich z zewnątrz. Praca dyplomowa. Promotor: *Moczarski M.*, Politechnika Warszawska, Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych, Instytut Pojazdów, Warszawa 1998.