

Norbert CHAMIER-GLISZCZYŃSKI¹

ANALIZA ODZYSKU W ASPEKTCIE OGRANICZENIA WPŁYWU NA ŚRODOWISKO ŚRODKÓW TRANSPORTU

W pracy przedstawiono wybrane zagadnienie problematyki modelowania struktury zbioru elementów do odzyskania z wycofanych z eksploatacji środków transportu.

THE ANALYSIS OF RECOVERY IN ASPECT OF LIMITATION OF INFLUENCE ON ENVIRONMENT OF MEANS TRANSPORTATION

In the paper selected topic of problems modelling structure set of elements to recovery from end of life means transportation.

1. WSTĘP

Strukturę procesu demontażu samochodu wycofanego z eksploatacji będziemy przedstawiać za pomocą grafu, w którym każda operacja demontażowa jest odwzorowana w postaci połączenia (łuku) grafu. Natomiast elementy do odzyskania i odzyskane, odwzorowane są w postaci wierzchołków tego grafu. Graf ten zapisuje się w postaci [1, 2, 3]:

$$G = \langle W, O, R \rangle \quad (1)$$

gdzie: W – zbiór wierzchołków (elementów) grafu G ,
 O – zbiór połączeń (operacji demontażowych) grafu G ,
 R – relacja trójczłonowa, rozumiana jako podzbiór iloczynu kartezjańskiego $W \times O \times W$, tj. $R \subset W \times O \times W$

Dla jednoznaczności prowadzenia dalszych rozważań, przyjmujemy następującą notację wierzchołków i połączeń w grafie G :

$$W = \{w(i) \equiv i : i = 1, 2, \dots, I\}; \quad i = \{1, 2, \dots, i, j, \dots, I\} \quad (2)$$

$$O = \{(w(i), w(j)) : w(i), w(j) \in W, \quad w(i) \neq w(j) \quad i, j \in I\} \quad (3)$$

¹Politechnika Koszalińska, Zakład Mechatroniki i Mechaniki Stosowanej; 75-620 Koszalin; ul. Raclawicka 15-17.
E-mail: norbert.chamier-gliszczynski@tu.koszalin.pl

Z powyższego wynika, że rozpatrywany proces demontażu ma I wierzchołków grafu oraz K połączeń grafu.

Natomiast odwzorowanie R przeprowadza iloczyn kartezjański $W \times O \times W$ na zbiór $\{0, 1\}$ [1, 2]:

$$R : W \times O \times W \rightarrow \{0,1\} \quad (4)$$

Dowolną trójkę $(w(i), o(k), w(j)) \in W \times O \times W$ taką, że $R(w(i), o(k), w(j))=1$ interpretujemy w sposób następujący: łuk $o(k)$ łączący wierzchołek $w(i)$ z wierzchołkiem $w(j)$, $w(i) \neq w(j)$ lub łuk $o(k)$ jest zawarty między wierzchołkami $w(i)$ oraz $w(j)$. Natomiast dowolną trójkę $(w(i), o(k), w(j)) \in W \times O \times W$ taką, że $R(w(i), o(k), w(j))=0$ interpretujemy następująco: łuk $o(k)$ nie łączy wierzchołku $w(i)$ z wierzchołkiem $w(j)$, $w(i) \neq w(j)$ lub łuk $o(k)$ nie jest zawarty między wierzchołkami $w(i)$ oraz $w(j)$.

W procesie demontowania samochodu wymagana jest odpowiednia kolejność wykonania operacji, wynikająca z konstrukcji tego samochodu i przyjętej technologii jego demontażu. Dlatego do opisu tej cechy wykorzystywany jest graf skierowany, posiadający własność asymetryczności oraz własność acykliczności w sensie dróg [1, 2].

2. PROCES ODZYSKU ELEMENTÓW I MATERIAŁÓW

W przypadku realizacji odzysku elementów i materiałów z samochodu wycofanego z eksploatacji, zachodzi potrzeba definiowania charakterystyk ilościowych dla elementów struktury procesu demontażu samochodu wycofanego z eksploatacji. Dlatego odzysk elementów i materiałów z samochodu wycofanego z eksploatacji definiujemy jako trójkę uporządkowaną [1, 2, 3]:

$$S = \langle G, F_W, F_O \rangle \quad (5)$$

gdzie: G – graf odwzorowujący strukturę procesu demontażu samochodu wycofanego z eksploatacji,

F_W – zbiór funkcji określonych na zbiorze wierzchołków grafu G ,

$$F_W = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_u\}, \quad u = 1, 2, \dots, U \quad (6)$$

U – liczba odwzorowań określonych na zbiorze wierzchołków grafu G ,

F_O – zbiór funkcji określonych na zbiorze połączeń grafu G ,

$$F_O = \{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_z\}, \quad z = 1, 2, \dots, Z \quad (7)$$

Z – liczba odwzorowań określonych na zbiorze połączeń grafu G .

W rozpatrywanym odzysku elementów i materiałów z samochodu wycofanego z eksploatacji graf G , opisany wzorem 1 jest grafem dwudzielnym i pełnym, co oznacza, że

zbiór wierzchołków W można podzielić na dwa rozłączne podzbiory: na zbiór elementów do odzyskania EO i zbiór odzyskanych elementów i materiałów OEM. Przyjmujemy, że:

$$W = EO \cup OEM \quad (8)$$

$$EO \cap OEM = \emptyset \quad (9)$$

Dla przejrzystości zapisu niech $A, A \subset W$ oznacza zbiór elementy do odzyskania EO, a $B, B \subset W$ oznacza zbiór odzyskane elementy i materiały OEM. Równocześnie przyjmujemy, że istnieje A elementów do odzyskania ponumerowanych $a = 1, 2, \dots, A$ i B elementów i materiałów odzyskanych ponumerowanych $b = 1, 2, \dots, B$. Natomiast związek pomiędzy uporządkowaną parą wierzchołków zbiorów A i B stanowi relację odzysku $A \times B$. Zbiór wszystkich relacji odzysku RD określamy jako:

$$RD \subset (A \times B) = \{(a, b) : a \in A, b \in B\} \quad (10)$$

Relacja odzysku ma sens tylko w przypadku, gdy wierzchołek końca relacji odzysku jest osiągalny z wierzchołka początku relacji odzysku, czyli między wierzchołkami ($a, a \in A$) oraz ($b, b \in B, a \neq b$) można przeprowadzić, co najmniej jedną operację procesu demontażu i dopuszczalne jest taka relacja odzysku.

Przyjmujemy, że między dowolnym elementem a , a dowolnym elementem b , czyli w dowolnej relacji odzysku ($a, b \in RD$) można przeprowadzić dokładnie jedną operację demontażową.

3. STRUKTURA ZBIORU ELEMENTY DO ODZYSKANIA

Samochód wycofany z eksploatacji możemy traktować jako pewien zbiór wzajemnie połączonych elementów różniących się kształtem, pełnionymi rolami, masą oraz rodzajem materiału, z którego zostały wykonane. Ponadto do prawidłowego funkcjonowania samochodu wymagany jest pewien zbiór płynów eksploatacyjnych i paliwa. Strukturę demontowanego samochodu dobrze reprezentuje model postaci:

$$SWE_d = (D, E, P) \quad (11)$$

gdzie: SWE – samochód wycofany z eksploatacji,

d – numer ewidencyjny samochodu wycofanego z eksploatacji,

D – zbiór danych samochodu wycofanego z eksploatacji,

E – zbiór elementów samochodu wycofanego z eksploatacji,

P – zbiór płynów eksploatacyjnych i paliw samochodu wycofanego z eksploatacji.

Zbiór danych samochodu wycofanego z eksploatacji

Zbiór danych samochodu wycofanego z eksploatacji D definiujemy jako sumę zbioru danych identyfikacyjnych DI , zbioru danych nadwozia DN i zbioru danych podwozia DP :

$$D = DI \cup DN \cup DP \quad (12)$$

Zbiór danych identyfikacyjnych DI

$$DI = IP \cup CI \quad (13)$$

gdzie: IP – informacje podstawowe,

$$IP = \{ip_1, ip_2, \dots, ip_7\} \quad (14)$$

ip₁ – marka pojazdu,
 ip₂ – model pojazdu,
 ip₃ – rodzaj pojazdu,
 ip₄ – rok produkcji pojazdu,
 ip₅ – liczba przejechanych kilometrów,
 ip₆ – masa pojazdu M_{swe} [kg],
 ip₇ – pojazd przyjęty do stacji demontażu: 1 – niewypadkowy, 2 – wypadkowy,

CI – zbiór cech identyfikacyjnych pojazdu (cechy identyfikacyjne pojazdu normalizuje ustawa prawo o ruchu drogowym [4]),

$$CI = \{ci_1, ci_2, ci_3, ci_4\} \quad (15)$$

gdzie: ci₁ – numer identyfikacyjny pojazdu VIN,
 ci₂ – numer nadwozia,
 ci₃ – numer podwozia,
 ci₄ – numer ramy.

Zbiór danych nadwozia DN

$$DN = \{dn_1, dn_2, dn_3, dn_4\} \quad (16)$$

gdzie: dn₁ – rodzaj nadwozia:
 samochód kategorii M1 (osobowy): coupe CPE, hatchback HTB, kabriolet CAB, kombi KOM, liftback LTB, limuzyna LIM, minivan MIV, pickup PIC, roadster ROA, sedan SED, targa TAR, van VAN,
 samochód kategorii N1 (dostawczy): furgon, skrzyniowy,
 dn₂ – liczba drzwi [szt.],
 dn₃ – układy bezpieczeństwa biernego (poduszki i kurtyny powietrzne, pirotechniczne napinacze pasów bezpieczeństwa),
 dn₄ – informacje dodatkowe.

Zbiór danych podwozia DP

$$DP = \{dp_1, dp_2, \dots, dp_{10}\} \quad (17)$$

gdzie: dp₁ – rodzaj silnika:
 ZI – zapłonem iskrowym, ZS – zapłonem samoczynnym,
 dp₂ – pojemność skokowa silnika [cm³],
 dp₃ – liczba cylindrów [szt.],

- dp₄ – moc [kW/KM],
- dp₅ – dodatkowe układy zasilania silnika: LPG, CNG,
- dp₆ – rodzaj skrzyni biegów: 1 – manualna, 2 – automatyczna,
- dp₇ – liczba osi napędowych [szt.],
- dp₈ – układ kierowniczy: 1 – bez wspomagania, 2 – ze wspomaganie,
- dp₉ – układ wydechowy: 1 – z katalizatorem, 2 – bez katalizatora,
- dp₁₀ – informacje dodatkowe.

Zbiór elementów samochodu wycofanego z eksploatacji

W konstrukcji samochodu bez względu na jego przeznaczenie, można rozróżnić nadwozie i podwozie. Nadwozie – górna część samochodu zbudowana na podwoziu, w której znajduje się pomieszczenie dla kierowcy i która, zależnie od przeznaczenia, służy do przewozu pasażerów, ładunków lub wykonywania innych określonych zadań. Natomiast podwozie jest to dolna część samochodu, w skład, którego wchodzi zespoły umożliwiające poruszanie się pojazdu oraz manewrowanie nim, zgodnie z wolą kierowcy. Zgodnie z tym podziałem został określony zbiór elementów samochodu wycofanego z eksploatacji, który definiujemy jako sumę zbioru elementów nadwozia EN, zbioru elementów podwozia EP i zbioru elementów dodatkowych pozostawionych w samochodzie GEP:

$$E = EN \cup EP \cup GEP \quad (18)$$

Zbiór elementów nadwozia EN

Zbiór ten można podzielić na wiele podzbiorów według różnych kryteriów. Z punktu widzenia procesu demontażu ważnym jest podział, który umożliwi lokalizację poszczególnych elementów w nadwoziu. W tym celu wyszczególniono 16 grup elementów nadwozia w oparciu, o które zbudowano zbiór elementów nadwozia:

$$EN = GN_1 \cup GN_2 \cup \dots \cup GN_{16} \quad (19)$$

- gdzie: GN₁ – elementy karoserii,
 GN₂ – elementy zewnętrzne nadwozia – przód samochodu,
 GN₃ – elementy zewnętrzne nadwozia – tył samochodu,
 GN₄ – szyby w nadwoziu,
 GN₅ – elementy zewnętrzne spodu nadwozia,
 GN₆ – elementy komory silnika,
 GN₇ – elementy wnętrza – wykończenie drzwi przednich,
 GN₈ – elementy wnętrza – wykończenie drzwi tylnych,
 GN₉ – elementy wnętrza – wykończenie słupków,
 GN₁₀ – elementy wnętrza – wykończenie dachu,
 GN₁₁ – elementy wnętrza – konsola,
 GN₁₂ – elementy wnętrza – deska rozdzielcza,
 GN₁₃ – elementy wnętrza – siedzenia i pasy bezpieczeństwa,
 GN₁₄ – elementy wnętrza – dywaniki podłogowe,
 GN₁₅ – elementy wnętrza – przestrzeń bagażowa,
 GN₁₆ – elementy wnętrza – rozprowadzanie powietrza.

Zbiór elementów podwozia EP

Zbiór elementów podwozia został podzielony na 6 grup elementów podwozia:

$$EP = GP_1 \cup GP_2 \cup \dots \cup GP_6 \quad (20)$$

gdzie: GP₁ – silnik z osprzętem,
 GP₂ – układ paliwowy,
 GP₃ – układ wydechowy,
 GP₄ – układ napędowy,
 GP₅ – układ nośny i jezdny,
 GP₆ – mechanizmy prowadzenia.

Zbiór pozostałe elementy GEP

Do zbioru pozostałe elementy zaliczamy wszystkie elementy nie ujęte w pozostałych grupach, jak i elementy pozostawione w samochodzie:

$$GEP = \{gep_1, gep_2, \dots, gep_e\} \quad (21)$$

gdzie: GEP – zbiór pozostałe elementy,
 gep – element zbioru,
 e – liczba elementów.

Zbiór płynów eksploatacyjnych i paliw samochodu wycofanego z eksploatacji

Zbiór płynów eksploatacyjnych i paliw P podzielono na trzy podzbiory:

$$P = PS \cup PN \cup PA \quad (22)$$

gdzie: P – zbiór płynów eksploatacyjnych i paliw,
 PS – zbiór płynów w grupie komora silnika,
 PN – zbiór płynów w grupie spód i tyłu nadwozia,
 PA – zbiór paliw.

Zbiór płynów w grupie komora silnika PS

$$PS = \{ps_1, ps_2, \dots, ps_f\} \quad (23)$$

gdzie: ps – rodzaj płynu w grupie komora silnika,
 f – liczba płynów w grupie komora silnika.

Zbiór płynów w grupie spód i tyłu nadwozia PN

$$PN = \{pn_1, pn_2, \dots, pn_g\} \quad (24)$$

gdzie: pn – rodzaj płynu w grupie spód i tyłu nadwozia,

g – liczba płynów w grupie spód i tył nadwozia.

Zbiór paliw PA

$$PA = \{pa_1, pa_2, pa_3\} \quad (25)$$

gdzie: pa_1 – rodzaj paliwa: benzyna,
 pa_2 – rodzaj paliwa: płynny gaz propan-butan,
 pa_3 – rodzaj paliwa: olej napędowy.

W odzysku elementów i materiałów z samochodu wycofanego z eksploatacji, uwzględniając czynnik ekonomiczny, czasowy i organizacyjny najkorzystniejszą formą odzysku jest recykling produktowy. Ważnym elementem tego typu działania jest weryfikacja i ocena stanu technicznego elementów do ponownego użycia w eksploatacji i regeneracji.

Zbiór elementów do ponownego użycia w eksploatacji EP

Zbiór ten zawiera elementy, które na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego zostały zakwalifikowane do ponownego użycia w eksploatacji:

$$EP = \{ep_1, ep_2, \dots, ep_m\} \quad (26)$$

gdzie: ep – element zbioru,
 m – liczba elementów w zbiorze.

Zbiór elementów do regeneracji ER

Zbiór ten zawiera element, które na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego zostały zakwalifikowane do regeneracji:

$$ER = \{er_1, er_2, \dots, er_n\} \quad (27)$$

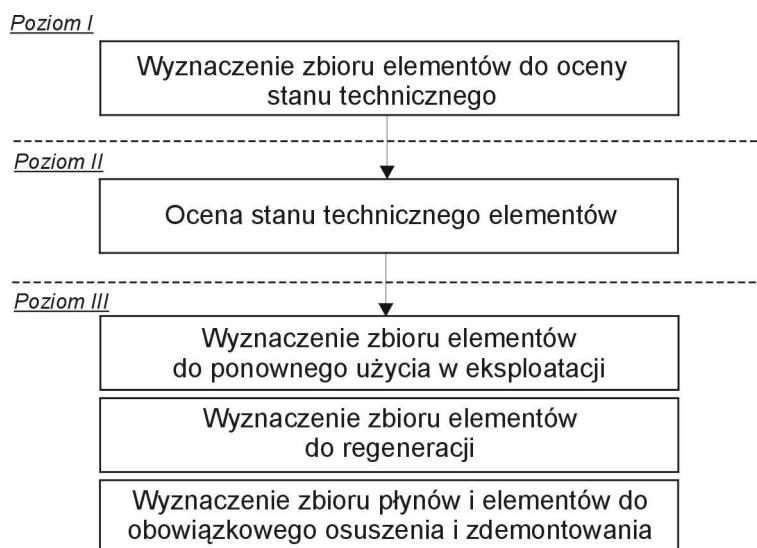
gdzie: er – element zbioru,
 n – liczba elementów w zbiorze.

Do wyznaczenia tych dwóch zbiorów elementów wykorzystany zostanie trójpoziomowy model oceny stanu technicznego elementów (rys. 1), który również posłuży do wyznaczenia zbioru płynów i elementów do obowiązkowego osuszenia i zdemontowania z samochodu wycofanego z eksploatacji.

4. WNIOSKI

Przedstawiona w pracy problematyka modelowania struktury demontażu samochodu wycofanego z eksploatacji oraz analiza odzysku w powiązaniu z modelowaniem struktury zbioru elementów do odzyskania jest próbą rozwiązania występującego w stacjach demontażu problemu jakim jest ograniczenie wpływu procesu zagospodarowywania zużytych środków transportu na środowisko. Zamodelowanie procesu odzysku elementów i

materiałów z samochodu wycofanego z eksploatacji doprowadziło do ograniczenia wpływu na środowisko tego procesu. Potwierdziły to badania optymalizacyjne i badania doświadczalne odzysku elementów i materiałów z samochodów wycofanych z eksploatacji przeprowadzone w stacji demontażu.



Rys.1. Schemat blokowy trójpoziomowego modelu oceny stanu technicznego elementów

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Ambroziak T.: *Modelowanie procesów technologicznych w transporcie*. Prace Naukowe, Transport z. 40 Politechniki Warszawskiej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998.
- [2] Jarzębińska-Dziegciar A.: *Optymalizacja nieliniowych sieci transportowych z wykorzystaniem algorytmów genetycznych*. Rozprawa doktorska, Politechnika Warszawska, Wydział Transportu, Warszawa 2004.
- [3] Korzan B.: *Elementy teorii grafów i sieci. Metody i zastosowania*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1978.
- [4] Ustawa prawo o ruchu drogowym z dnia 20 czerwca 1997 roku (Dz. U. 1997, Nr 98, poz. 602).