

ZESZYTY NAUKOWE WSEI
SERIA:
TRANSPORT I INFORMATYKA

1(1/2011)

ZESZYTY NAUKOWE
WYŻSZEJ SZKOŁY EKONOMII I INNOWACJI W LUBLINIE
SERIA: TRANSPORT I INFORMATYKA

Rada naukowa:

prof. Zdzisław Chłopek, prof. Tatiana Corejova, prof. Igor Kabashkin,
prof. Wiesław Kamiński, prof. Grzegorz Koralewski, prof. Stefan Liscak, dr Yarolaw Ludchenko,
prof. Aleksander Medvedevs, prof. Andrzej Niewczas, prof. Andrzej Sobiesiak,
prof. Maciej Sobieszczański, prof. Marek Stabrowski, prof. David Vališ

Redakcja:

dr inż. Józef Stokłosa (Redaktor Naczelny), mgr Joanna Sidor-Walczak (Sekretarz Redakcji),
mgr Marek Szczodrak (Redaktor Techniczny)

Redaktorzy tematyczni:

prof. nzw. Tadeusz Cisowski (Logistyka i systemy transportowe),
prof. nzw. Krzysztof Olejnik (Techniczne środki transportu),
prof. nzw. Jan Kukielka (Infrastruktura transportu),
prof. nzw. Przemysław Stpiczyński (Informatyka), dr Grzegorz Wójcik (Informatyka)

Recenzenci:

dr inż. Józef Stokłosa, dr hab. inż. Zofia Józwiak,
prof. dr hab. inż. Andrzej Niewczas, dr hab. inż. Andrzej Adamkiewicz,
dr hab. inż. Paweł Drożdżel, prof. dr hab. Katarzyna Popik-Chorąży,
prof. dr hab. inż. Henryk Komsta, dr hab. inż. Tomasz Nowakowski

Redaktorzy prowadzący:

Marek Szczodrak, Paulina Kamińska, Anna Konieczna

© Copyright by Innovatio Press Wydawnictwo Naukowe

Wyższej Szkoły Ekonomii i Innowacji w Lublinie

Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie, przedrukowanie i rozpowszechnianie
całości lub fragmentów niniejszej pracy bez zgody wydawcy zabronione.

Printed in Poland
Innovatio Press Wydawnictwo Naukowe
Wyższej Szkoły Ekonomii i Innowacji
20-209 Lublin, ul. Mełgiewska 7-9
tel.: + 48 81 749 17 77, fax: + 48 81 749 32 13
www.wsei.lublin.pl

ISSN: 2084-8005

Spis treści

Andrzej Niewczas, Leszek Gil, Piotr Ignaciuk <i>Analiza procesów zużycia tribologicznego elementów układu wtryskowego silnika o zapłonie samoczynnym zasilanego olejami roślinnymi</i>	5
Grzegorz M. Wójcik <i>Obserwacja samolotów na wysokościach przelotowych</i>	23
Krzysztof Olejnik, Grzegorz Woźniak <i>Ocena przepisów wprowadzających w Polsce urządzenia odblaskowe</i>	29
Krzysztof Olejnik, Sławomir Cholewiński <i>Tyłne belki przeciw najazdowe pojazdów transportu drogowego</i>	43
Mariusz Walczak, Jarosław Bieniaś, Bogna Stradowska, Adam Jankowski, Daniel Bielecki <i>Zużycie tłoków silnikowych – charakterystyka mikrostrukturalna materiałów wykorzystywanych do ich produkcji</i>	59
Andrzej Niewczas, Daniel Pieniak, Joanna Rymarz <i>Wybrane problemy rozwoju komunikacji miejskiej na przykładzie miasta Lublin</i>	73
Anna Pieniak, Andrzej Niewczas <i>Wybrane uregulowania prawne Unii Europejskiej w transporcie drogowym</i>	79
Józef Stokłosa <i>Zarządzanie ryzykiem w łańcuchach transportowych</i>	87
Przemysław Stpiczyński <i>Hybrydowy system obliczeniowy z akceleratorami GPU</i>	99
Spis rysunków	113
Spis tabel	116
Spis fotografii	117

Andrzej Niewczas, Leszek Gil, Piotr Ignaciuk

Analiza procesów zużycia tribologicznego elementów układu wtryskowego silnika o zapłonie samoczynnym zasilanego olejami roślinnymi

[Process analysis of tribological wear of the injection system components in a diesel engine fueled with vegetable oils]

Wstęp

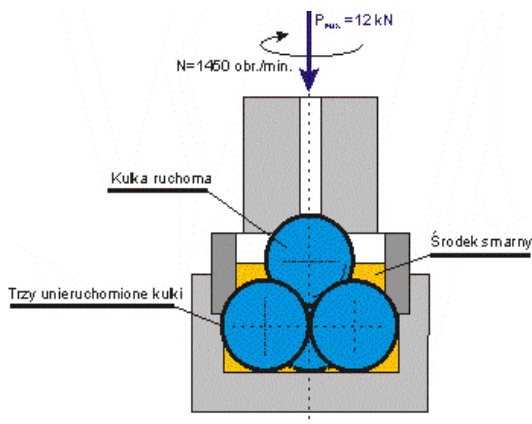
W artykule przedstawiono wpływ biopaliwa na bazie estrów oleju lnianki na elementy silnika. Szczególną uwagę poświęcono ocenie wpływu tego biopaliwa na zużycie elementów układu wtryskowego silnika ZS.

Rozwój silników o zapłonie samoczynnym warunkowany jest obecnie przede wszystkim ograniczeniem emisji związków toksycznych oraz zmniejszeniem globalnej emisji CO₂ jako gazu cieplarnianego. W pracy przedstawiono nowe paliwo, które powinno przyczynić się do poprawy parametrów eksploatacyjnych i czystości spalin nie wpływając negatywnie na procesy zużycia silnika.

W silnikach o zapłonie samoczynnym szczególnie istotnym układem jest układ wtryskowy. Na prawidłowość funkcjonowania tego układu duży wpływ ma jakość i właściwości paliwa. Decydują one między innymi o trwałości elementów pary precyzyjnej w sekcji tłoczącej pompy wtryskowej. W artykule przedstawiono rezultaty stanowiskowych badań, dotyczących zużycia tribologicznego elementów układu wtryskowego silnika i odniesiono je do wyników znanych z literatury w tym zakresie. Do realizacji tych badań zbudowano specjalne stanowisko laboratoryjne na którym przeprowadzono badania zużyciowe.

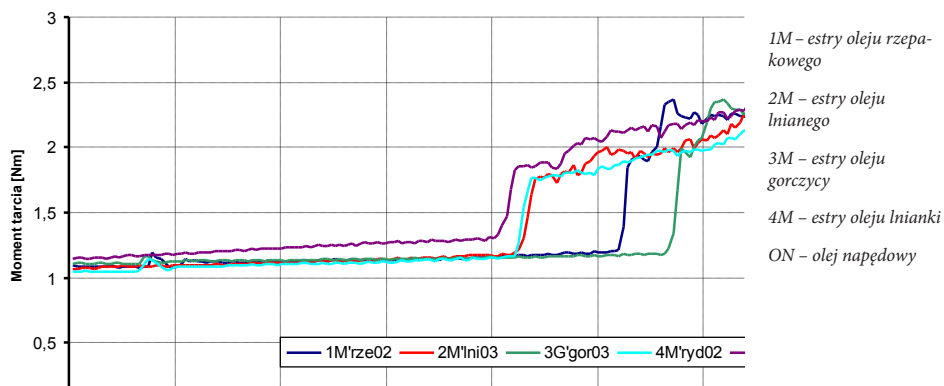
1. Właściwości tribologiczne olejów i estrów olejów roślinnych

Do oceny właściwości tribologicznych paliw wykorzystano aparat czterokulowy. Cechą charakterystyczną tego urządzenia jest styk punktowy elementów wężła tarcia i realizowany w nim ruch ślizgowy. Podczas wyznaczania obciążenia zacierającego dla wytworzonych biopaliw wg. PN-76/C-04147, posłużono się zmodyfikowaną metodą zakładającą ciągłe zwiększanie obciążania wężła tarcia aparatu czterokulowego z jednoczesnym zapisem komputerowym momentu tarcia.



Rys. 1.1. Skojarzenie pary tarciowej w aparacie czterokulowym

Na rysunku 1.2. przedstawiono średnie wartości przebiegów obciążenia zacierającego dla estrów metylowych olejów roślinnych i olej napędowy.



Rys. 1.2. Porównanie obciążenia zacierającego dla estrów metylowych z olejów roślinnych oraz oleju napędowego

Uzyskane wyniki wykazują, że badane estry metylowe można podzielić na dwie grupy: do jednej można zaliczyć estry oleju rzepakowego i oleju gorczycy, a do drugiej estry oleju lnianego i oleju lnianki. Na wykresie widoczne są różnice wartości obciążeń zacierających estrów metylowych. Estry wykazują mniejszą wartość obciążeń zacierających niż czyste oleje. Największe zmiany występują po estryfikacji oleju lnianego i oleju lnianki.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że:

- wszystkie estry metylowe wykazują wyższe wartości obciążenia zacierającego niż olej napędowy.
- otrzymane wyniki badań tribologicznych są zgodne parami, tzn. zbliżone wyniki uzyskuje się np. dla estrów oleju lnianego (2M) i estrów oleju z lnianki (4M), których skład chemiczny jest zbliżony.
- estry metylowe badanych olejów roślinnych z uwagi na polarną budowę cząsteczek wprowadzone do oleju napędowego zwiększają obciążenie zacierające w porównaniu z czystym olejem napędowym, podwyższając właściwości tribologiczne paliwa.

2. Stanowiskowe badania zużycia elementów układu wtryskowego

2.1. Stanowisko i obiekt badań

Stanowisko do badania zużycia elementów tłoczących rzędowych pomp wtryskowych wykonano w formie przestrzennej konstrukcji ramowej wykorzystując profile ze stopów lekkich. Do konstrukcji zamontowano silnik napędzający układ, pompy wtryskowe, podzespoły elektroniczne, wskaźniki, elementy regulacyjne oraz zbiornik paliwa, chłodnicę paliwa i filtr paliwa połączone z innymi elementami stanowiska za pomocą przewodów elektrycznych oraz paliwowych niskiego i wysokiego ciśnienia. Ocena zużycia elementów wtryskowych pompy realizowana była porównawczo. Dwie pompy znajdujące się na stanowisku badawczym zasilane były dwoma różnymi rodzajami paliw przeznaczonymi do zasilania silników o zapłonie samoczynnym. Były to dwie równolegle pracujące niezależnie pompy rzędowe MOTORPAL połączone z przewodami wysokiego ciśnienia i wtryskiwaczami czopikowymi wtryskującymi paliwo do zbiorników ociekowych, które to paliwo po oczyszczeniu kierowane jest do zbiorników zasilających. Napęd pomp odbywał się poprzez jeden pas zębaty zapewniając jednako- we warunki pracy i przebieg dla badanych pomp wtryskowych. Schemat stanowiska przedstawiono na rysunku 2.1. Różnice w charakterze pracy wynikają jedynie z zasilania ich różnymi paliwami. Napęd stanowiska badawczego realizowany był to za pomocą 3-fazowego silnika elektrycznego o mocy 3 kW/400V. Prędkość obrotowa w zależności od potrzeb, także inne parametry pracy silnika napędowego były regulowane w szerokim zakresie za pomocą mikroprocesorowego falownika tyrystorowego. Regulacja obrotów silnika była możliwa w sposób płynny w zakresie prędkości obrotowej do 3000 obr/min. Na kole pasowym służącym do napędu pomp wtryskowych umieszczono czujnik, którego zadaniem był pomiar i trans-

misja do układu pomiarowego prędkości obrotowej oraz ilości wykonanych obrotów w przedziale czasowym.

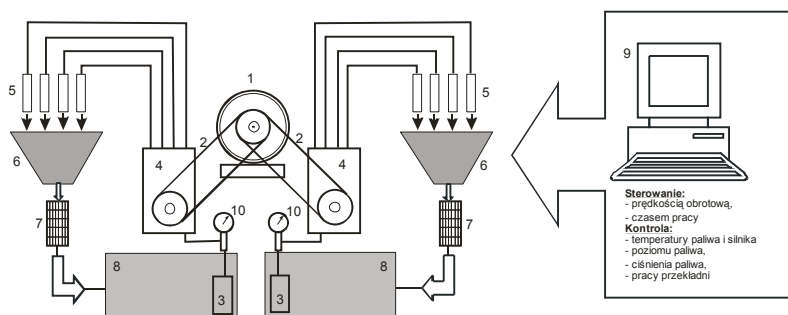
Układ kontrolno-pomiarowy weryfikował wartości ciśnień w obwodzie niskiego ciśnienia zabezpieczając tym samym sekcję przed pracą bez czynnika smarującego – paliwa. Dodatkowo zamontowano manometry do pomiaru ciśnienia na króćcach dolotowych pomp wtryskowych. Pozwalało to na kontrolę poprawności działania układu zasilającego pompy wtryskowe. Stanowisko wyposażone jest również w układ stabilizacji temperatury paliwa znajdującego się w obiegu chroniąc go przed przegrzaniem podnosząc jednocześnie bezpieczeństwo przeciwpożarowe. Dla bezpieczeństwa obsługi stanowiska, przekładnia pasowa i elementy wirujące pompy zabezpieczono osłoną. Parametry i czas pracy pomp wtryskowych poddanych badaniom były na bieżąco monitorowane i zapisywane w układzie rejestrującym.

Po odpowiednim przebiegu pomp wtryskowych zasilanych różnymi paliwami można dokonać analizy porównawczej zużycia elementów tłocznych w zależności od właściwości paliwa. Na stanowisku tym można więc określić trwałość rzeczywistych sekcji tłocznych w zależności od parametrów fizyko-chemicznych zastosowanego paliwa.

Stanowisko pomiarowe umożliwia sterowanie i rejestrację na wewnętrznej pamięci sterownika:

- parametrów pracy pomp paliwowych zasilających pompy wtryskowe,
- prędkości obrotowej pomp wtryskowych,
- ciśnienia na wejściu pompy wtryskowej,
- poziomu i temperatury paliwa w zbiornikach głównych.

Układ umożliwia też zadawanie dowolnych sekwencji cykli pracy pompy oraz zabezpiecza pompy przed pracą bez paliwa.

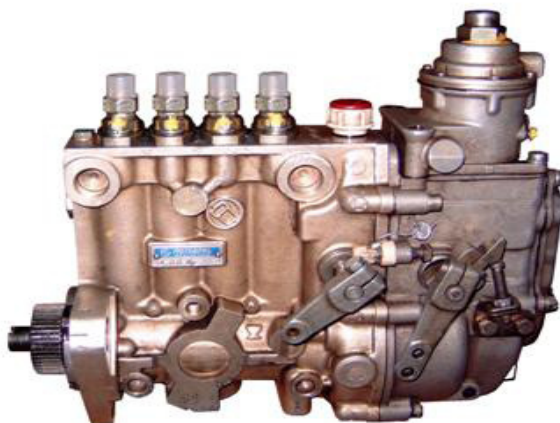


Rys. 2.1. Schemat stanowiska badawczego: 1 – silnik, 2 – przekładnia, 3 – pompa paliwowa, 4 – pompa wtryskowa, 5 – wtryskiwacze, 6 – zbiornik ociekowy, 7 – chłodnica paliwa, 8 – zbiornik paliwa, 9 – układ kontrolno – sterujący, 10 – układ kontroli ciśnienia paliwa



Rys. 2.2. Kompletne stanowisko badawcze

Obiektem badań była czterosekcyjna rzędowa pompa wtryskowa MOTORPAL mająca zastosowanie w silniku 4TC90, której elementem wykonawczym są sekcje tłoczące (pary precyzyjne tłoczek i cylinderek). Materiałem badanych par precyzyjnych była stal łożyskowa ŁH – 15 o twardości 61-64 HRC. Badana pompa charakteryzowała się stałym skokiem tłoka (rys. 2.3.).

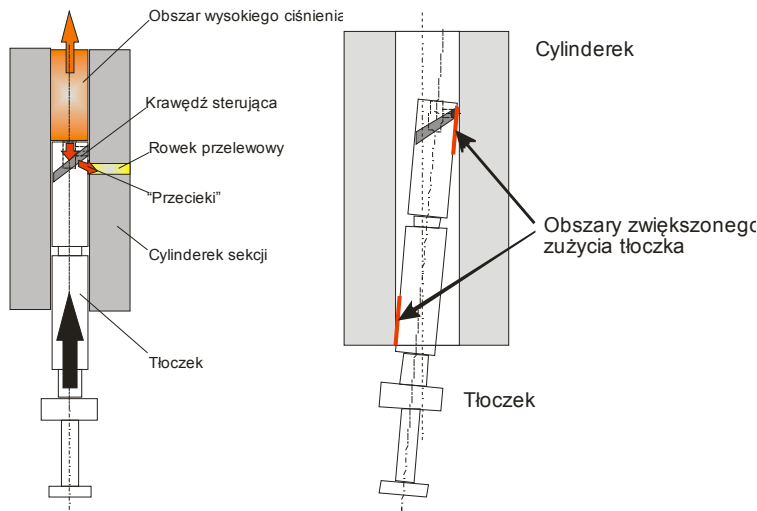


Rys. 2.3. Pompa wtryskowa firmy MOTOPAL stosowana w silniku 4CT90

Projektując stanowisko do badań zużycia sekcji pomp wtryskowych przyjęto następujące założenia, że wyniki uzyskane z badań na stanowisku powinny umożliwić:

- ocenę porównawczą stopnia zużycia współpracujących ze sobą par ciernych w zależności od właściwości paliwa poddanego badaniu,
- identyfikację czynników wpływających na zużycie cierne w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych,
- ocenę szczelności sekcji tłoczących oraz identyfikację przyczyn tych nieszczelności.
- W odniesieniu do badanych sekcji wykonano następujące pomiary:
- pomiar średnicy zewnętrznej elementu tłoczącego na części prowadzącej przeprowadzonej metodą optyczną z dokładnością do 0,0002 [mm],
- pomiary chropowatości elementu tłoczącego na części prowadzącej,
- pomiary błędów okrągłości na części prowadzącej i nad krawędzią sterującą elementu tłoczącego,
- charakterystyki szczelności.

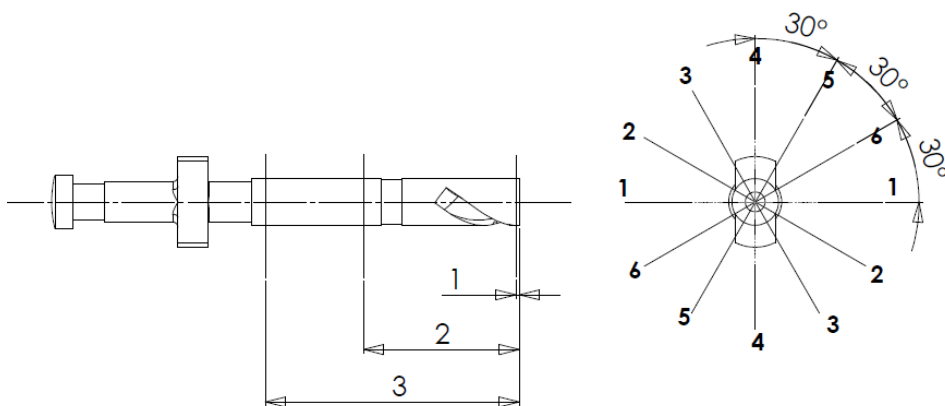
Uszkodzenia zużyciowe powierzchni nad rowkiem sterującym dawką paliwa jest bezpośrednią przyczyną nierównomierności dawkowania sekcji przy jednoczesnej utracie szczelności (rys. 2.4).



Rys. 2.4. Schemat powstawania „przecieków” paliwa podczas tłoczenia na skutek zużycia powierzchni tłoczka nad rowkiem (krawędzią) sterującą oraz niewspółosiowe ustawienie osi tłoczka względem osi cylindrycznej sekcji tłoczącej jako przyczyna wiążąca zużycie przeciwległych powierzchni tłoczka

2.2. Pomiary wybranych wielkości geometrycznych

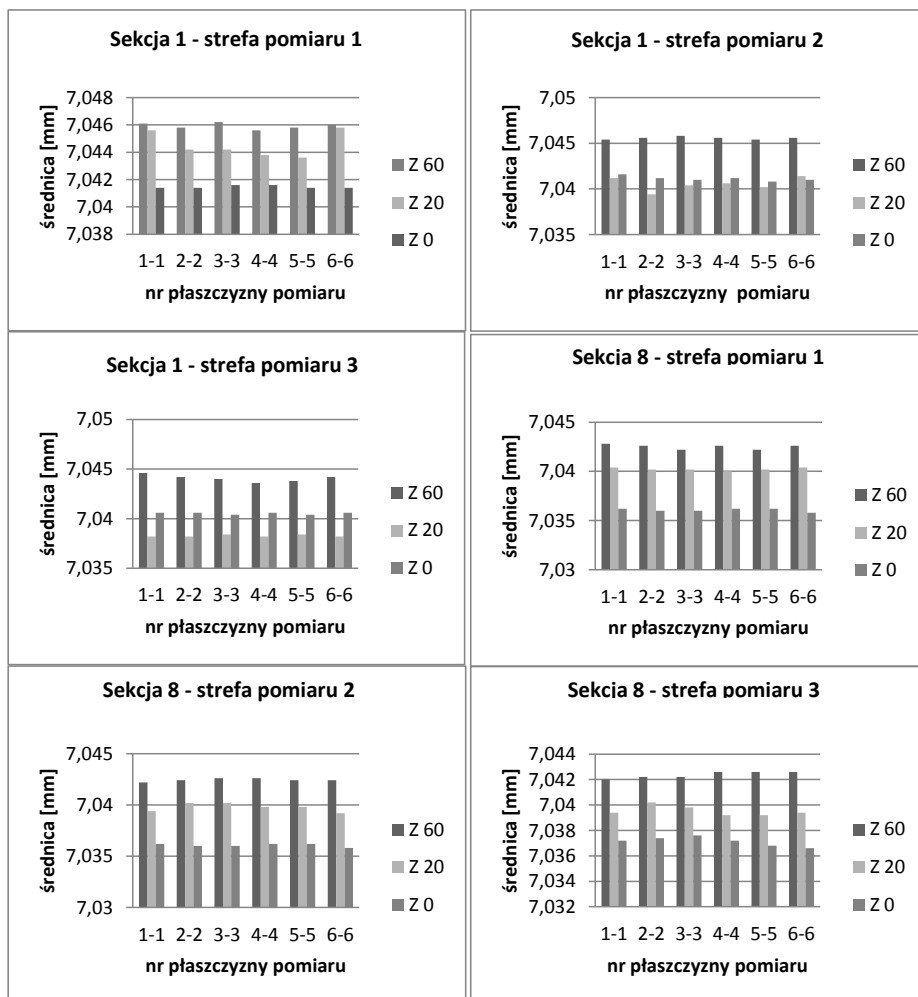
Podczas realizacji badań dokonano pomiaru parametrów geometrycznych oraz parametrów chropowatości. Na początku zmierzono nowe sekcje wtryskowe, które nie pracowały w układzie paliwowym. Podczas tych pomiarów zostały określone wielkości początkowe elementów, na których prowadzono prace badawcze (punkt Z 0). Kolejnymi punktami pomiarowymi były pomiary wykonane po przepracowaniu na specjalnie przygotowanym stanowisku badawczym odpowiedniej ilości cykli. Po przepracowaniu na stanowisku badawczym 20 mln cykli (punkt Z 20), ponieważ w tym okresie następuje największe zużycie podczas pracy sekcji tłoczących. Następnym punktem pomiarowym charakteryzującym zużycie par precyzyjnych był przebieg pracy pomp wtryskowych 60 mln cykli (punkt Z 60). Pomiary zostały wykonane w trzech płaszczyznach tłoczka sekcji wtryskowej; nad krawędzią sterującą, oraz w górnej i dolnej części prowadzącej. Średnice były mierzone na tłoczku co 30° . Elementy sekcji są dobierane na podstawie selekcji indywidualnej, dlatego wyniki pomiarów początkowych wartości geometrycznych nie mogą mieć tych samych wartości dla różnych sekcji.



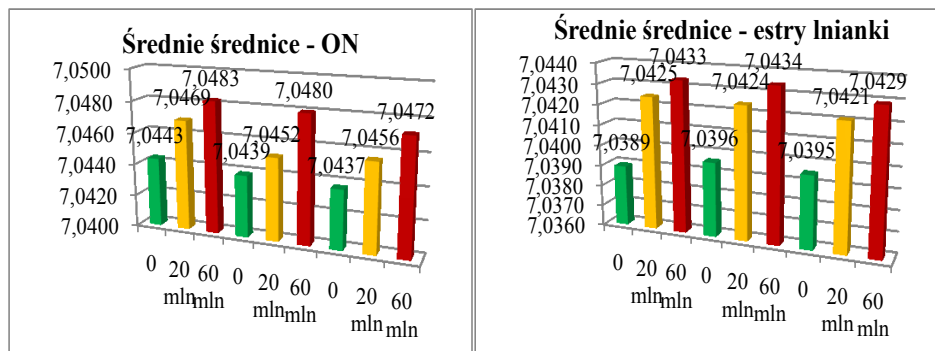
Rys. 2.5. Miejsca pomiarów wielkości geometrycznych tłoczka sekcji wtryskowej



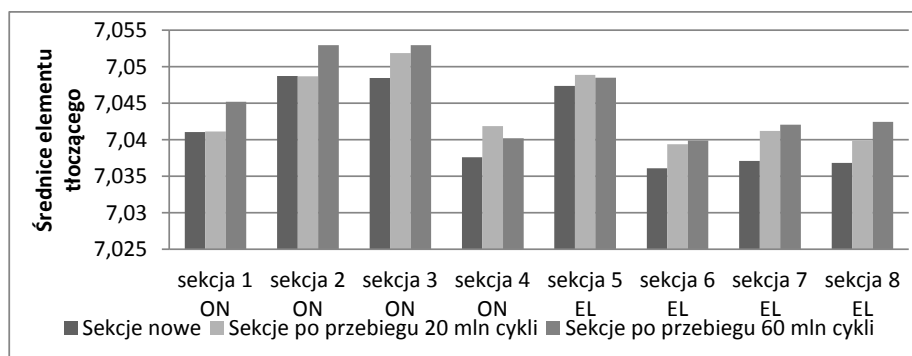
Rys. 2.6. Pomiary średnic elementu tłoczącego na części prowadzącej na długościomierzu poziomym firmy Carl-Zeiss Jena



Rys. 2.7. Średnice tłoczka 1 sekcji zasilanej ON i 8 sekcji zasilanej EL w strefach pomiarowych



Rys. 2.8. Pomiar zmian średnic tłoczka na wysokościach 1, 2, 3



Rys. 2.9. Średnice tłoczka sekcji tłoczącej

Pomiary chropowatości powierzchni przeprowadzono wykorzystując przyrząd Hommel Tester T1000. Wyboru mierzonych parametrów chropowatości dokonano kierując się ich przydatnością do oceny zużycia powierzchni. Ocena zużycia wykorzystująca zmiany chropowatości wykorzystywana jest w badaniach trwałościowych łożysk tocznych. Tarciowe wygładzanie powierzchni podobnie jak w łożyskach powinno powodować zmiany wybranych parametrów takich jak:

- Rmax – największa wysokość chropowatości na odcinku pomiarowym,
- Rz – średnia wysokość chropowatości wzdłuż odcinka pomiarowego,
- Ra – średnie arytmetyczne odchylenie profilu chropowatości od linii średniej,
- Rt – całkowita wysokość profilu na odcinku pomiarowym,

- Rmr (10%) – udział powierzchni nośnej profilu,
- Rp – wysokość największego wzniesienia profilu na odcinku pomiarowym,
- Rpm – średnia wysokość wzniesień profilu na odcinku pomiarowym.

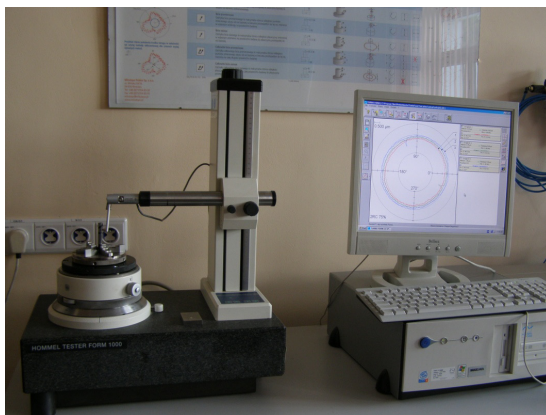


Rys. 2.10. Stanowisko do pomiaru chropowatości powierzchni elementu tłoczącego (przyrząd Hommel Tester T1000)

Tab. 2.1. Średnie wartości parametrów chropowatości

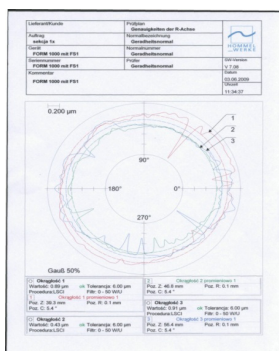
Nr sekcji	Rmax	Rz	Ra	Rt	Rmr	Rp	Rpm
Sekcje nowe							
śr ON 0	0,556	0,448	0,054	0,580	0,118	0,208	0,163
śr EL 0	0,693	0,561	0,071	0,713	0,163	0,290	0,207
Sekcje po przepracowaniu 20 mln cykli							
śr ON 20	0,543	0,445	0,061	0,554	0,091	0,188	0,153
śr EL 20	0,561	0,452	0,061	0,585	0,147	0,250	0,176
Sekcje po przepracowaniu 60 mln cykli							
śr ON 60	0,628	0,443	0,088	0,656	0,163	0,250	0,163
śr EL 60	0,556	0,449	0,059	0,593	0,152	0,244	0,183

Z uwagi na obserwowany charakter zużycia części prowadzącej postanowiono dodatkowo przeprowadzić pomiary okrągłości tej części. Pomiary przeprowadzono na trzech wysokościach w części prowadzącej na przyrządzie Hommel Tester Form 1000.

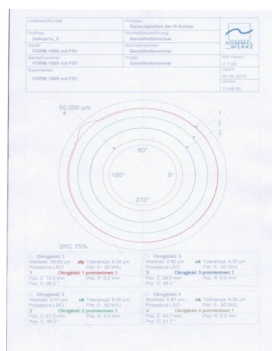


Rys. 2.11. Stanowisko do pomiaru okrągłości elementu tłoczącego

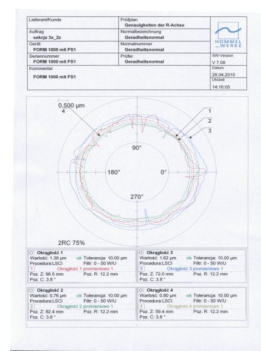
a)



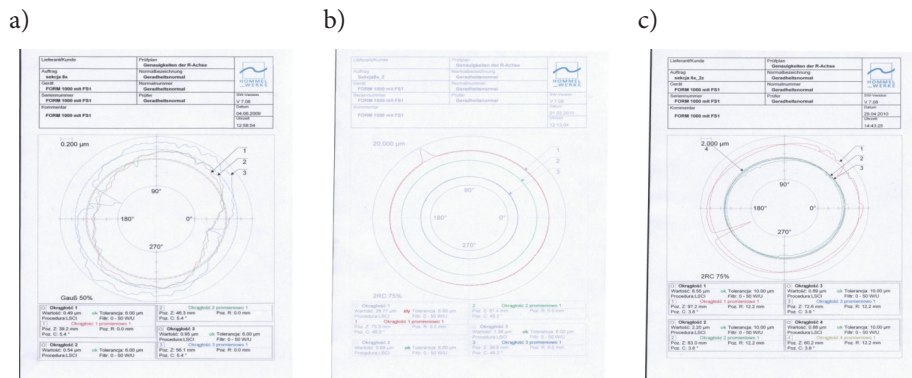
b)



c)



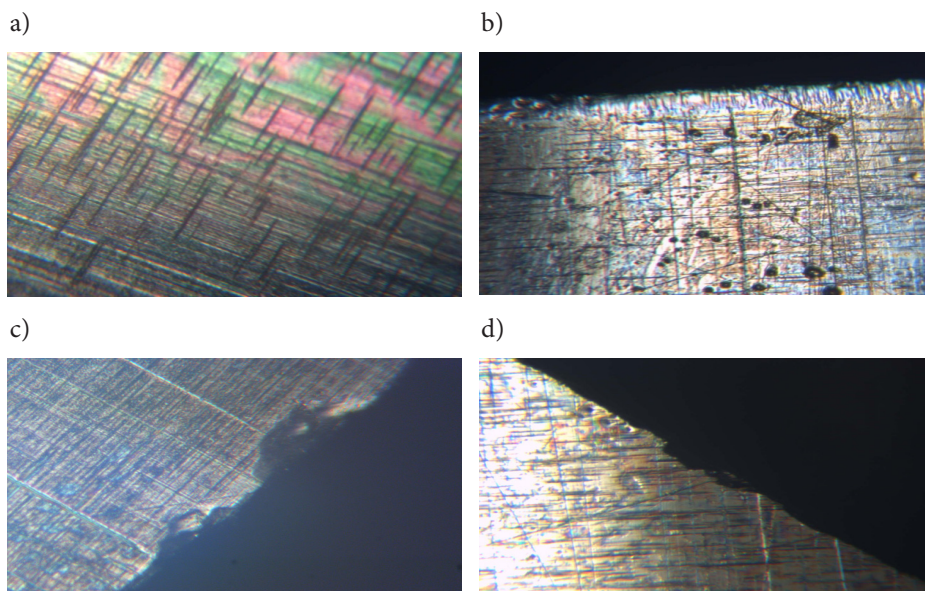
Rys. 2.12. Wyniki pomiarów błędu okrągłości na części prowadzącej tłoczek na wysokościach 1, 2, 3 zasilanych ON: a – sekcje nowe, b – sekcje po przetworzeniu 20 mln cykli, c – sekcje po przetworzeniu 60 mln cykli



Rys. 2.13. Wyniki pomiarów błędu okrągłości na części prowadzącej tłoczka na wysokościach 1, 2, 3 zasilanych ON: a – sekcje nowe, b – sekcje po przepracowaniu 20 mln cykli, c – sekcje po przepracowaniu 60 mln cykli

2.3. Ocena zużycia powierzchni tłoczka metodą analizy mikroskopowej

Pomiary uzupełniono mikroskopową analizą powierzchni – wraz ze wzrostem czasu współpracy par precyzyjnych powinny być widoczne jej oznaki na współpracujących powierzchniach oraz ślady powstałe na wskutek zanieczyszczeń znajdujących się w paliwie.



Rys. 2.14. Nieeksploatowana powierzchnia (a) tłoczka sekcji wtryskowej i eksploatowana z widocznymi uszkodzeniami powierzchni (b, c, d) (powiększenie 125x)

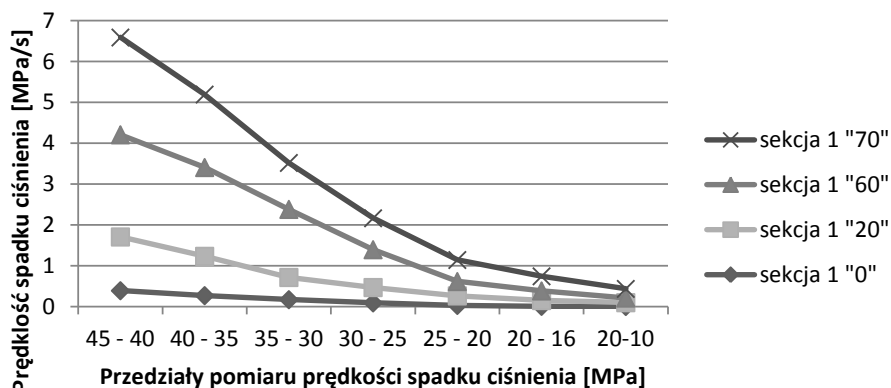
Analizując wyniki badań geometrycznych i metalograficznych wnioskować można, że główną przyczyną uszkodzeń sekcji tłoczących są uszkodzenia spowodowane mikroskrawaniem i bębnowaniem powierzchni pary precyzyjnej. Polegają one na zużywaniu powierzchni pojedynczymi ziarnami zanieczyszczeń zakleszczonymi w luzach promieniowych par tłoczek-cylinderek (T-C). W miarę czasu eksploatacji poprawia się możliwość wnikania ziaren zanieczyszczeń w szczelinę T-C. pojawiające się laki z paliwa mogą ułatwiać transport zanieczyszczeń w obrębie luzu tłoczek cylinderek. Lak działa wtedy jak substancja do której przykleja się zanieczyszczenie.

3. Pomiary szczelności sekcji tłoczących

3.1. Wyniki pomiarów

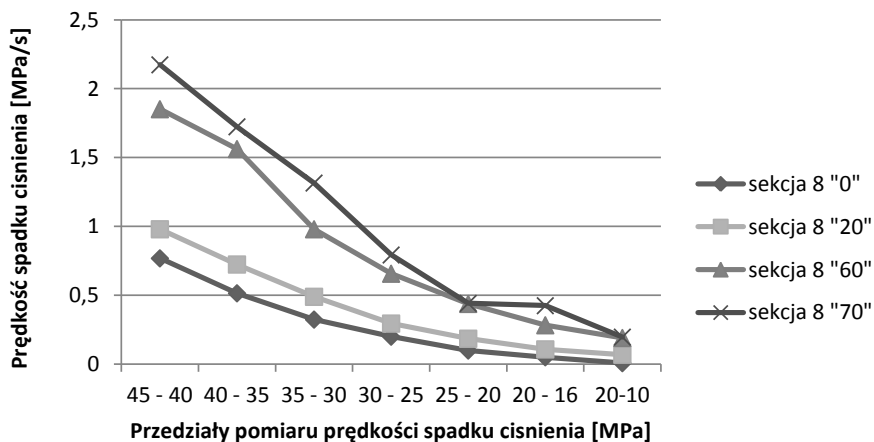
Charakterystyki szczelności zostały sporządzone zgodnie z wymaganiami normy BN-77/1301-11 – sprawdzanie szczelności elementów tłoczących metodą pomiaru spadku ciśnienia, oraz normy BN-0/1301-08 – sprawdzanie szczelności rozpylacza wtryskiwacza metodą pomiaru spadku ciśnienia. Pomiary szczelności wykonano przed rozpoczęciem badań zużyciowych (nowe sekcje) oraz po 20 mln, 60 mln i 70 mln cykli pracy na stanowisku badawczym. W celu dokładniejszej identyfikacji stopnia zużycia pary precyzyjnej rozszerzono zakres pomiarowy przedziałów mierzonych spadków ciśnień bowiem norma zaleca pomiar spadku ciśnienia tylko w przedziale 20 MPa do 16 MPa, w którym jeżeli $t \geq 6$ s. – to element tłoczący jest sprawny. Prędkości spadku ciśnienia zostały wyznaczone jako iloraz przedziału pomiaru ciśnienia do czasu spadku ciśnienia.

Charakterystyki prędkości spadku ciśnienia 1 sekcji



Rys. 3.1. Wyniki badań szczelności dla sekcji zasilanych 1 – olejem napędowym

Charakterystyki prędkości spadku ciśnienia 8 sekcji



Rys. 3.2. Wyniki badań szczelności dla sekcji zasilanych 8 – estrami lnianki

Największe różnice spadków ciśnień można zauważyć w zakresie najwyższych przyjętych przedziałów ciśnień. Dla sekcji 1 zasilanej olejem napędowym prędkość spadku ciśnienia w przedziale pomiarowym 45-40 MPa wynosi 6,5 MPa/s,

natomiast dla sekcji 8 zasilanej estrami lnianki wynosi 2,3 MPa/s co świadczy, że sekcje zasilane estrami lnianki uległy mniejszemu zużyciu.

Wnioski

1. Stwierdzono, że estry oleju lnianki zapewniają lepszą ochronę przeciwzużyciową elementom pompy wtryskowej niż w przypadku zasilania olejem napędowym. Analiza wyników pomiarów szczelności wykonanych w warunkach długotrwałych badań stanowiskowych wykazała, że spadek szczelności dla sekcji zasilanych estrami lnianki jest mniejszy, niż sekcji zasilanych olejem napędowym.
2. Opracowano metodę oceny zużycia sekcji tłoczących polegającą na pomiarze prędkości spadku ciśnienia.
3. Stwierdzono, że spadek szczelności wynika z uszkodzeń współpracujących powierzchni elementów pary precyzyjnej cylinderek-tłoczek, wywołanych mikroskrawaniem i bruzdowaniem przez ziarna zanieczyszczeń. Zanieczyszczenia te znajdują się w paliwie oraz są produktami zużycia powierzchni elementów.
4. Stwierdzono nieprzydatność mikrometrycznych metod pomiarów w ocenie zużycia sekcji; w szczególności dotyczy to pomiarów chropowatości oraz pomiarów mikrometrycznych elementu tłoczącego.

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań stanowiskowych przebiegu zużycia tribologicznego elementów układów wtryskowych silnika o zapłonie samoczynnym. Zaprezentowano opracowaną przez autorów metodę oceny zużycia sekcji tłoczących pomp wtryskowych. Podano wyniki badań stanowiskowych i dokonano oceny wpływu biopaliwa sporządzonego na bazie estrów metylowych oleju lnianki na przebieg zużycia sekcji tłoczących.

Summary

The paper presents test stand results of the tribological wear of injection system components in a diesel engine. Authors presented their own methodology of evaluating the wear of pumping sections in a injection pump, as well as selected results of test stand experiments. The article is concluded by the analysis of the impact of the biofuel made on the basis of camelina oil on the wear of the pumping sections.

Literatura

1. Gil L., Ignaciuk P., Niewczas A., *Metoda Badania przebiegu zużycia sekcji tłoczących pomp wtryskowych silników ZS*, Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, ISSN 1509-5878 nr 6/2010.
2. Gil L., Ignaciuk P., Niewczas A., *Badania zużycia elementów układu wtryskowego silnika o zapłonie samoczynnym zasilanego paliwami roślinnymi*, Zeszyty naukowe WSOWL, Nr 4 (158) 2010, ISSN 1731-8157, Wrocław 2010.
3. Bocheński C.I., *Biodiesel paliwo rolnicze*, Wydawnictwo SGGW Warszawa, 2003.
4. Duda A., Łukasik Z., Skręt I., Kossowicz L., *Estry metylowe wyższych kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego jako paliwo lub komponent olejów napędowych*, Paliwa, oleje i smary w eksploatacji, 104-105, 2002.
5. Guzik J., Maciąg a., *Maszyna Mt-1 do badania własności tribologicznych ze zmianą nacisku jednostkowego*, mat. konf. XXVI Szkoła tribologiczna, Łódź-Niedzica 2003, s. 33-38.
6. Lotko W., *Zasilanie silników wysokoprężnych paliwami węglowodorowymi i roślinnymi*, WN-T Warszawa, 1997.
7. Szlachta Z., *Zasilanie silników wysokoprężnych paliwami rzepakowymi*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2002.
8. Wieczorowski M., Cellary A., Chajda J., *Charakterystyka chropowatości powierzchni przewodnik*, Wydawnictwa Politechniki Poznańskiej, Poznań 1996.

Grzegorz M. Wójcik

Obserwacja samolotów na wysokościach przelotowych

[Observation of aircrafts at cruise altitudes]

1. Wprowadzenie – nawigacja RNAV

Nawigacja obszarowa RNAV (ang. *aRea NAVigation*) jest jedną z metod nawigacji używanych zgodnie z konwencją IFR (ang. *Instrumental Flight Rules*) regulującą przepisy lotów według wskazań przyrządów. W przeciwieństwie do konwencji VFR (ang. *Visual Flight Rules*) reguły IFR polegają wyłącznie na wskazaniach przyrządów znajdujących się w kokpicie samolotu. Nawigacja RNAV pozwala samolotom na poruszanie się po obranych drogach (korytarzach) powietrznych łączących dwa dowolne punkty, bez konieczności przelotu dokładnie nad pomocami radionawigacyjnymi, przy zachowaniu właściwych tolerancji wyznaczania pozycji. Innymi słowy RNAV to metoda nawigacji oraz zespół urządzeń technicznych pozwalających na ustalenie dowolnej trasy lotu statku powietrznego będącego jedynie w zasięgu działania pomocy radionawigacyjnych oraz w granicach możliwości autonomicznych środków nawigacyjnych samolotu.

Transponder to bezprzewodowe urządzenie komunikacyjne, automatycznie odbierające, modulujące, wzmacniające i odpowiadające na sygnał przychodzący w czasie rzeczywistym. W lotnictwie transpondery aktywne użyte są w celu lokalizacji, identyfikacji oraz w systemach nawigacyjnych w komercyjnych i prywatnych samolotach. Większość transponderów zainstalowanych w statkach powietrznych jest w stanie automatycznie transmitować informacje o wysokości (Mode C) i czterocyfrowy kod transpondera (Mode A) (squawk), który pomaga w identyfikacji konkretnego samolotu. Transponder jest też niezbędnym elementem systemu TCAS (ang. *Traffic Collision Avoidance System*), ostrzegającego pilotów o możliwości kolizji z innymi samolotami. Najbardziej rozbudowanym modelem transpondera jest mod S, umożliwiający przesyłanie danych oraz jednoznaczna identyfikację statku powietrznego.

Informacje wysyłane przez transpondery samolotów mogą być przechwytywane i dekodowane przez specjalistyczne urządzenia radiolokacyjne połączone z komputerami, będące jednak w zasięgu finansowych możliwości nawet nienajzamożniejszych hobbystów z całego świata. Dzięki powszechnej wymianie informacji między szczęśliwymi posiadaczami radarów, a pasjonatami lotnictwa z poszczególnych państw każdy użytkownik sieci Internet może z łatwością śle-

dzić pozycje dziesiątek lub nawet setek maszyn znajdujących się w konkretnym momencie na europejskim niebie.

Celem artykułu jest przybliżenie idei obserwacji samolotów znajdujących się na wysokościach przelotowych (tzw. *RNAV Spotting*) oraz wskazanie metod i narzędzi skutecznej identyfikacji maszyn przemierzających korytarze powietrzne nad południowo wschodnią Polską, a w szczególności nad Lublinem. Okazuje się, że przeciętni mieszkańcy naszego regionu często nie mają świadomości natężenia ruchu lotniczego utrzymującego się nad ich największym miastem.

2. Drogi lotnicze nad Polską

Aktualną mapę dróg lotniczych nad Polską można znaleźć zawsze na stronach Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej [1]. Nad Lublinem (rys. 1) krzyżują się trzy ważne drogi powietrzne:

UL 980 łączącą Azję z Europą, najczęściej z Londynem, oraz Stanami Zjednoczonymi i Australią.

- UM 860 po której przelatują samoloty z Bliskiego Wschodu do Europy i Ameryki Północnej.
- UL 999 – wykorzystywaną często przez maszyny startujące z Włoch i Austrii – kierujące się na północny wschód, do Rosji (Moskwa), Japonii, Korei i Chin.

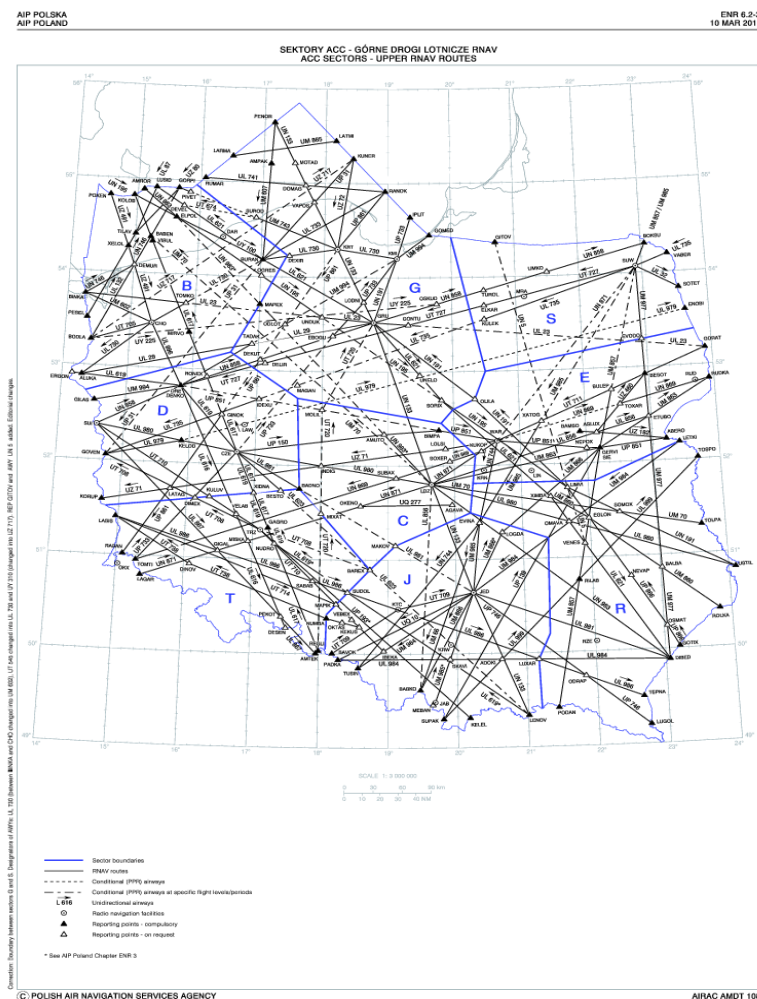
Takie ułożenie korytarzy powietrznych czyni Lublin miejscem niezwykle atrakcyjnym dla osób interesujących się transportem lotniczym i obserwacją samolotów na wysokościach przelotowych.

3. Źródła informacji

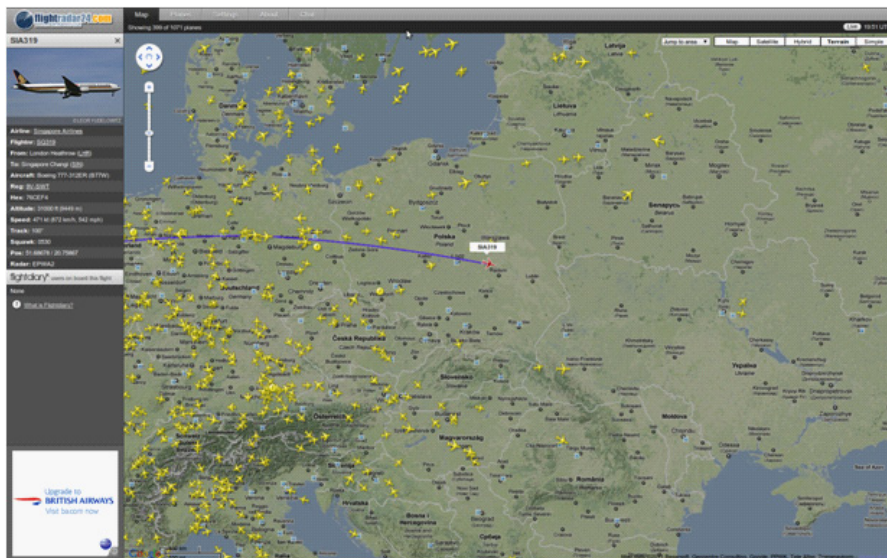
Podstawowym serwisem wykorzystywanym do obserwacji samolotów nad Polską jest najczęściej FlightRadar24 [2]. Przykładową sytuację nad Polską przedstawia rys. 2. Samoloty oznaczone są przy pomocy żółtych piktogramów, przy czym od niedawna kształt tych symboli skojarzony jest z wielkością samolotu. Dla początkujących amatorów obserwacji RNAV najbardziej interesujące będą duże samoloty czterosilnikowe. Te bez trudu można zidentyfikować zarówno na niebie jak i na ekranie (piktogramy są duże, z wyraźnie zaznaczonymi czterema silnikami).

Klikając na wybrany samolot po lewej stronie ekranu uzyskujemy szereg informacji dotyczących właśnie tej konkretnej maszyny. W przypadku przedstawionym na rys. 2 obserwujemy samolot Singapore Airlines typu Boeing 777 o numerze bocznym 9V-SWT. Samolot porusza się z prędkością 872 km/h, na wysokości 9449 m kursem 100 z Londynu (Heathrow) do Singapuru (Changi). Ponadto w większości przypadków uzyskujemy dodatkowe informacje charakteryzujące lot, takie jak numer rejsu (tu: SQ319), dokładne współrzędne geograficzne, oznaczenie squawk oraz kod radaru, który daną maszynę zidentyfikował.

Czasami na niebie można zaobserwować kilka samolotów w tym samym momencie. W celu poprawnej identyfikacji dobrze jest nauczyć się „stron świata” w miejscu, z którego dokonujemy obserwacji oraz potrafić skojarzyć kurs z odpowiednimi kierunkami. I tak najprościej – kurs to kąt jaki tworzy wektor prędkości samolotu z kierunkiem północy, mierzony obrotem zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Zatem samoloty poruszające się dokładnie na wschód lecą kursem 90 (godzina 3), na południe – 180 (godzina 6), na zachód – 270 (godzina 9) i na północ 0 stopni (godzina 12).



Rys. 1. Układ dróg lotniczych nad Polską [1]



Rys. 2. Przykładowa sytuacja nad Polską w portalu FlightRadar24.com

Oprócz danych charakteryzujących lot, zainteresowani mogą obejrzeć zdjęcia konkretnego samolotu wykonane przez fotografów lotniczych w różnych rejonach świata. Najpopularniejsze portale zawierające setki tysięcy zdjęć to: Airliners.net [3], JetPhotos.net [4] oraz PlanePictures.net [5]. Każdy z portali [3-5] oferuje szybką wyszukiwarkę, która w sposób jednoznaczny kieruje nas do kolekcji zdjęć śledzonej maszyny po unikalnym numerze bocznym odczytanym z informacji podanej przez [2].

Ponadto klikając na numer boczny maszyny w [2] automatycznie kierowani jesteśmy do bazy flight24.com [6], w której prawie zawsze możemy prześledzić historię ostatnich kilkunastu lotów samolotu będącego obiektem naszych zainteresowań. Z kolei w portalu Flight Stats [7] po podaniu numeru rejsu możemy zasięgnąć szczegółowych informacji dotyczących danego lotu i sprawdzić na przykład aktualne opóźnienia, informacje o sytuacji pogodowej na lotniskach startowym i docelowym i inne notatki z lotu.

4. Przykładowe obserwacje

Jednymi z najbardziej widowiskowych są obserwacje maszyn czterosilnikowych. Spośród nich, nad Lublinem najczęściej można zauważyć:

- Boeing 747 (Jumbo Jet),
- Airbus A380 (Super Jumbo – największy pasażerski samolot na świecie),
- Airbus A340.

Na potrzeby niniejszego opracowania stworzono profil na Twitterze, na którym autor odnotował kilkanaście przypadkowo poczynionych obserwacji w dniach 3-4 kwietnia 2011 roku [8]. W Tab. 1 zebrano 10 obserwacji.

Tab. 1. Przykładowe obserwacje samolotów czterosilnikowych nad Lublinem w dn. 3-4.04.2011

No	Samolot
1	2011-04-03,12:14:35,Airbus A380-861,REG:A6-EDC, CS:UAE201,Emirates:Dubai, Dubai (DXB)-New York, John F Kennedy (JFK)
2	2011-04-03,12:30:19,Airbus A340-541,REG:9V-SGC,CS:SIA21,Singapore Airlines:New York, Newark (EWR)-Singapore, Changi (SIN)
3	2011-04-03,13:12:42,Airbus A340-541,REG:A6-EHA,CS:ETD101,Etihad Airways:Abu Dhabi, Abu Dhabi (AUH)-New York, John F Kennedy (JFK)
4	2011-04-03,15:01:26,Airbus A380-841,REG:9V-SKB,CS:SIA317,Singapore Airlines:London, Heathrow (LHR)-Singapore, Changi (SIN)
5	2011-04-03,15:48:19,Boeing 747-4D7,REG:HS-TGT,CS:THA911,Thai Airways:London, Heathrow (LHR)-Bangkok, Suvarnabhumi (BKK)
6	2011-04-03,18:08:25,Airbus A380-841,REG:9V-SKE,CS:SIA318,Singapore Airlines:Singapore, Changi (SIN)-London, Heathrow (LHR)
7	2011-04-03,18:23:40,Boeing 747-4H6,REG:9M-MPN,CS:MAS16,Malaysia Airlines:Kuala Lumpur, Kuala Lumpur (KUL)-Amsterdam, Schiphol (AMS)
8	2011-04-04,14:05:00,Airbus A340-642X,REG:A6-EHF,CS:ETD151,Etihad Airways:Abu Dhabi, Abu Dhabi (AUH)-Chicago, O'hare (ORD)
9	2011-04-04,14:38:30,Airbus A380-841,REG:9V-SKA,CS:SIA317,Singapore Airlines:London, Heathrow (LHR)-Singapore, Changi (SIN)
10	2011-04-04,18:08:12,Airbus A380-841,REG:9V-SKG,CS:SIA318,Singapore Airlines:Singapore, Changi (SIN)-London, Heathrow (LHR)

Warto zwrócić uwagę na powtarzalność „podniebnego rozkładu” jazdy. Istnieje spore prawdopodobieństwo, że rejs obserwowany w danym dniu powtórzy się w dniach następnych, często jednak będzie realizowany przez samolot o innym numerze bocznym.

Podsumowanie

Przedstawiono wprowadzenie do metodologii obserwacji samolotów na wysokościach przelotowych. Informacje zawarte w niniejszym opracowaniu pozwalają rozpocząć przygodę i fascynację lotnictwem. Po pewnym czasie i wraz z rozwojem zainteresowań pojawia się potrzeba uwieczniania zaobserwowanych obiektów. Wtedy niezbędny jest zakup odpowiedniego sprzętu optycznego i fotograficznego. Zagadnienie fotografii RNAV zostanie omówione w kolejnych artykułach Zeszytów Naukowych WSEI.

Streszczenie

Przedstawiono zagadnienie obserwacji samolotów na wysokościach przelotowych. Opisano podstawy związane z nawigacją RNAV, mapę dróg lotniczych nad Polską ze szczególnym uwzględnieniem dróg prowadzących nad Lublinem oraz źródła informacji, z których można czerpać wiedzę dotyczącą przelatujących nad danym obszarem samolotów.

Summary

The paper presents the problem of the aircraft observation at cruise altitudes. Some basics associated with RNAV navigation are also described, as well as map of the Polish air routes with a particular focus on routes over Lublin. Included are some useful sources of information from which one can derive knowledge of flying aircrafts over a given area.

Bibliografia

1. Polska Agencja Żeglugi Powietrznej: <http://www.ais.pata.pl/aip/>, (04.2011).
2. Watch Air Traffic Live – FlightRadar24: <http://www.flightradar24.com/>, (04.2011).
3. Airlines.net: <http://www.airliners.net>, (04.2011).
4. JetPhotos.net: <http://www.jetphotos.net>, (04.2011).
5. PlanePictures.net: <http://www.planepictures.net>, (04.2011).
6. Flight24.com: <http://data.flight24.com>, (04.2011).
7. FlightStats, Fly Smarter: <http://www.flightstats.com>, (04.2011).
8. Grzegorz M. Wójcik, Twitter, @gmwojcik: <http://twitter.com/gmwojcik> (04.2011).

Krzysztof Olejnik, Grzegorz Woźniak

Ocena przepisów wprowadzających w Polsce urządzenia odblaskowe

[Evaluation of regulations implementing reflective contour markings in Poland]

Oznakowanie odblaskowe konturowe

Uczestnicy ruchu w transporcie drogowym zarówno w dzień jak i w nocy powinni mieć szansę równie łatwo rozpoznawać obiekt znajdujące się na drodze. Szczególnie ważne jest to w nocy przy niedostatecznym oświetleniu [1,2]. Dążenie do umożliwienia jak najwcześniejszego dostrzeżenia innego uczestnika ruchu, sprzyja zmniejszaniu liczby zdarzeń niepożądanych w transporcie. Stosowanie elementów odblaskowych wzbogaca i usprawnia system bezpieczeństwa czynnego uczestników ruchu drogowego (fot. 1, 2.).



Fot. 1. Naczepa oznakowana taśmą odblaskową

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury [5] z dnia 4 maja 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia, weszło w życie 20 czerwca 2009 r. Opublikowane jest w Dz. U. RP nr 75 z dnia 20 maja 2009 r. pod pozycją 639. Oprócz innych zmian

wprowadzono obowiązek wyposażenia pojazdu, rejestrowanego po raz pierwszy w Polsce po 10 października 2009 r., w **oznakowanie odblaskowe konturowe** (OOK). Powyższy obowiązek (z wyłączeniem podwozia samochodu ciężarowego z kabiną oraz ciągnika siodłowego) dotyczy:

- z tyłu – pojazdów o szerokości większej niż 2100 mm, należących do kategorii N2, o maksymalnej masie całkowitej przekraczającej 7,5 t, pojazdów należących do kategorii N3 oraz przyczep kategorii O3 i O4.
- z boku – pojazdów o długości większej niż 6000 mm, należących do kategorii N2, o maksymalnej masie całkowitej przekraczającej 7,5 t, pojazdów należących do kategorii N3 oraz przyczep kategorii O3 i O4.



Fot. 2. Przykład oznakowania taśmą odblaskową wraz z innymi elementami odblaskowymi

Na pojazdach kategorii M1 i O1 nie umieszcza się oznakowania odblaskowego konturowego. Natomiast na wszystkich pojazdach innych kategorii (włączając także podwozie samochodu z kabiną oraz ciągnik siodłowy) oznakowanie odblaskowe konturowe jest dopuszczone do stosowania. W tym zakresie rozporządzenie jest zgodne z wymaganiami europejskimi. Kategoria M – pojazdy samochodowe, mające co najmniej cztery koła i zaprojektowane i wykonane do przewozu osób, kategoria N – pojazdy samochodowe mające co najmniej cztery koła i zaprojektowane i wykonane do przewozu ładunków oraz kategoria O – przyczepy i naczepy.

Kategoria M1 – to pojazdy zaprojektowane i wykonane do przewozu osób, mające nie więcej niż osiem miejsc do siedzenia oprócz siedziska kierującego, kategoria M2 – to pojazdy zaprojektowane i wykonane do przewozu osób, mające więcej niż osiem miejsc do siedzenia oprócz siedziska kierującego, i mające mak-

symalną masę rejestracyjną nie przekraczającą 5 ton, kategoria M3 – to pojazdy zaprojektowane i wykonane do przewozu osób, mające więcej niż osiem miejsc do siedzenia oprócz siedziska kierującego, i mające maksymalną masę rejestracyjną przekraczającą 5 ton.

Kategoria N1 – to pojazdy zaprojektowane i wykonane do przewozu ładunków, i mające maksymalną masę rejestracyjną nie przekraczającą 3,5 t, kategoria N2 – to pojazdy zaprojektowane i wykonane do przewozu ładunków, i mające maksymalną masę rejestracyjną przekraczającą 3,5 t ale nie przekraczającą 12 t, kategoria N3 – to pojazdy zaprojektowane i wykonane do przewozu ładunków i mające maksymalną masę rejestracyjną przekraczającą 12 t.

Kategoria O1 – to przyczepy o maksymalnej masie rejestracyjnej nie przekraczającej 0,75 t, kategoria O2 – to przyczepy o maksymalnej masie rejestracyjnej przekraczającej 0,75 t ale nie przekraczającej 3,5 t, kategoria O3 – to przyczepy o maksymalnej masie rejestracyjnej przekraczającej 3,5 t, ale nie przekraczającej 10 t, zaś kategoria O4, to przyczepy o maksymalnej masie rejestracyjnej przekraczającej 10 t.

W omawianym rozporządzeniu dopuszczono oznakowanie o barwie białej lub żółtej w formie pasów ciągłych lub nieciągłych możliwie dobrze obejmujących długość po obu bokach oraz szerokość z tyłu. Ten zapis rozporządzenia nie spełnia wymagań zapisanych w obowiązującym w Polsce i UE regulaminie nr 48 EKG ONZ [4] (jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów w odniesieniu do urządzeń oświetleniowych i sygnalizacji świetlnej).

Dolna część oznakowania powinna znajdować się na wysokości powyżej jezdni od 250 mm do 1500 mm. Jeżeli konstrukcja pojazdu nie pozwala na zachowanie tej wysokości, to wówczas dopuszcza się oznakowanie do 2100 mm wysokości nad jezdnią.

W przypadku zastosowania pasów nieciągłych, należy zachować warunek aby przerwa nie była większa niż 50% najkrótszego elementu pasa oznakowania odblaskowego, konturowego. Grafika reklamowa na ścianach może znajdować się wyłącznie wewnątrz obszaru ograniczonego przez oznakowanie odblaskowe konturowe. Ten zapis jest bardzo nieprecyzyjny – nie określono jak w tym przypadku umieścić OOK. W rozporządzeniu MI jest zapisane, że ta grafika lub reklama ma być umiarkowana. To znaczy, że aby spełnić to ograniczenie należy zastosować materiał odblaskowy klasy D lub E (według regulaminu nr 104 EKG ONZ, jednolite przepisy dotyczące homologacji oznakowania odblaskowego pojazdów długich i ciężkich oraz ich przyczep). W rozporządzeniu poniższych informacji nie znajdziemy. Klasy materiałów odblaskowych są definiowane następująco:

klasa C – materiał odblaskowy do oznakowania konturów i pasów,

klasa D – materiał odblaskowy do grafiki lub oznakowania wyróżniającego, przeznaczony do umieszczania na ograniczonej powierzchni,

klasa E – materiał odblaskowy do grafiki lub oznakowania wyróżniającego, przeznaczony do umieszczania na rozszerzonej powierzchni.

Liczba znaków grafiki lub reklamy nie może przekraczać 15, wysokość liter lub znaków może zawierać się pomiędzy 300 mm a 1000 mm, a łączna powierzchnia odbłaskowa materiału klasy D nie może przekraczać powierzchni o wartości 2 m².

Zapisy w w.w. rozporządzeniu, dotyczące oznakowania odblaskowego konturowego są lakoniczne. Nie dają kompletu informacji pozwalających poprawnie wykonać oznakowanie pojazdu lub ocenić prawidłowość jego oznakowania i zawierają niedopuszczalne niezgodności z wymaganiami europejskimi. Podstawowa niezgodność polega na dopuszczeniu OOK barwy białej, umieszczonego na tylnej ścianie pojazdu. Barwa biała jest dopuszczona jedynie w przypadku światła cofania, w przypadku gdy pojazd wykonuje ten manewr. Regulamin nr 48 EKG ONZ przewiduje barwę żółtą lub czerwoną dla OOK umieszczonego na tylnej ścianie pojazdu. Za granicą Polski, kierujący pojazdem z białym OOK na tylnej ścianie, najprawdopodobniej będzie miał kłopoty z policją – z racji niezgodności barwy oznakowania z wymaganiami europejskimi.

W rozporządzeniu MI nie określono klasy urządzenia odblaskowego, minimalnej szerokości pasa tego oznakowania oraz miejsca, na którym powinno być umieszczone. Regulamin mówi, że musi to być taśma oznaczona znakiem homologacji międzynarodowej o szerokości 50 mm, natomiast miejsce musi mieć szerokość co najmniej 60 mm. Przykład prawidłowego oznaczenia taśmą pokazano na fot. 3.



Fot. 3. Oznaczenie taśmy odblaskowej oraz widok miejsca na jej przyklejenie

W rozporządzeniu nie sprecyzowano jak OOK powinno być umieszczone. W regulaminie wyróżniono następujące pojęcia:

- „oznakowanie odblaskowe konturowe” oznacza OOK wskazujące poziome i pionowe wymiary (długość, szerokość i wysokość) pojazdu,
- „pełne oznakowanie odblaskowe konturowe” oznacza OOK wskazujące kontury pojazdu za pomocą linii ciągłej,

- „częściowe oznakowanie odblaskowe konturowe” oznacza OOK wskazujące poziomy wymiar pojazdu za pomocą linii ciągłej, a wymiar pionowy za pomocą zaznaczenia górnych narożników pojazdu.
- „oznakowanie liniowe” oznacza OOK wskazujące poziome wymiary (długość, szerokość) pojazdu za pomocą linii ciągłej.

W regulaminie zapisano, że barwa oznakowania odblaskowego konturowego z boku pojazdu może być biała lub żółta, natomiast z tyłu pojazdu żółta lub czerwona. Ponadto dla obowiązkowego oznakowania z tyłu pojazdu określono wymóg **pełnego oznakowania**, a z boku pojazdu wymaga się **częściowego oznakowania**. Jednakże w przypadku gdy kształt, budowa, konstrukcja lub wymagania eksploatacyjne uniemożliwiają zamontowanie obowiązkowego (wyżej opisanego) OOK, dopuszcza się instalację **oznakowania liniowego**. Nieobowiązkowo (za wyjątkiem kategorii M1 i O1 – gdzie jest zabronione) można oznakowanie stosować we wszystkich kategoriach pojazdów. Dla nieobowiązkowego oznakowania dopuszcza się stosowanie częściowego lub pełnego OOK zamiast obowiązkowego oznakowania liniowego oraz stosowanie pełnego OOK zamiast obowiązkowego częściowego OOK.

Kolejny aspekt to układ oznakowania. Zapis w regulaminie mówi, że OOK musi znajdować się jak najbliżej poziomych i pionowych krawędzi pojazdu. **Położenie oznakowania w kierunku poprzecznym:**

- musi znajdować się jak najbliżej krawędzi pojazdu,
- łączna pozioma długość elementów oznakowania na pojeździe musi wynosić co najmniej 80% całkowitej szerokości pojazdu, z wyłączeniem poziomego zachodzenia na siebie poszczególnych elementów,
- w przypadku gdy producent jest w stanie udowodnić odpowiednim władzom, że osiągnięcie 80% jest niemożliwe to, łączna długość może być zmniejszona do 60%.

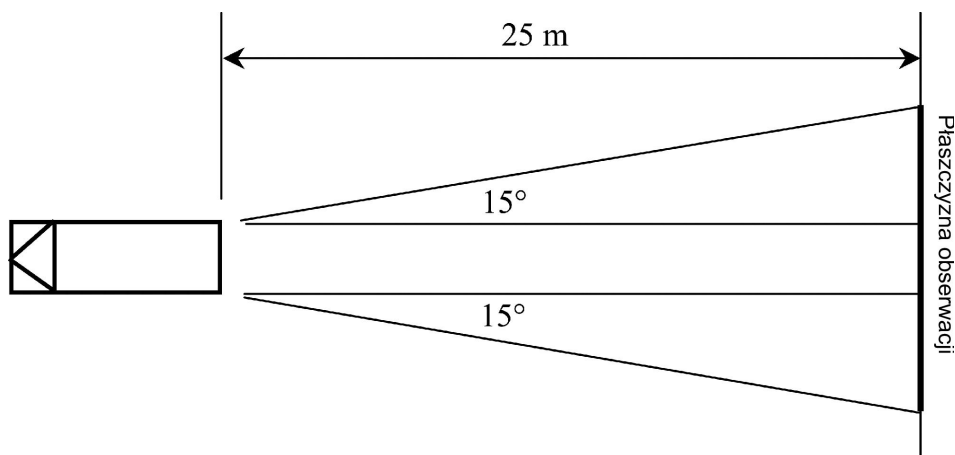
Położenie oznakowania w kierunku wzdłużnym:

- oznakowanie musi znajdować się jak najbliżej krańców pojazdu i sięgać do odległości nie większej niż 600 mm od przedniego i tylnego krańca pojazdu (lub kabiny, w przypadku ciągników siodłowych),
- w pojazdach silnikowych – oba krańce pojazdu, a w przypadku ciągników siodłowych – oba krańce kabiny,
- w przyczepach – oba krańce pojazdu (bez dyszla)
- łączna pozioma długość elementów OOK na pojeździe z wyłączeniem poziomego zachodzenia na siebie poszczególnych elementów, musi wynosić co najmniej 80%: w pojazdach silnikowych – długości pojazdu bez kabiny, w ciągnikach siodłowych – długości kabiny, w przyczepach – długości pojazdu (bez dyszla),
- podobnie jak w kierunku poprzecznym – jeżeli producent udowodni, że osiągnięcie 80% poziomej długości elementów odblaskowych jest niemożliwe – to łączna długość może być zmniejszona do 60%.

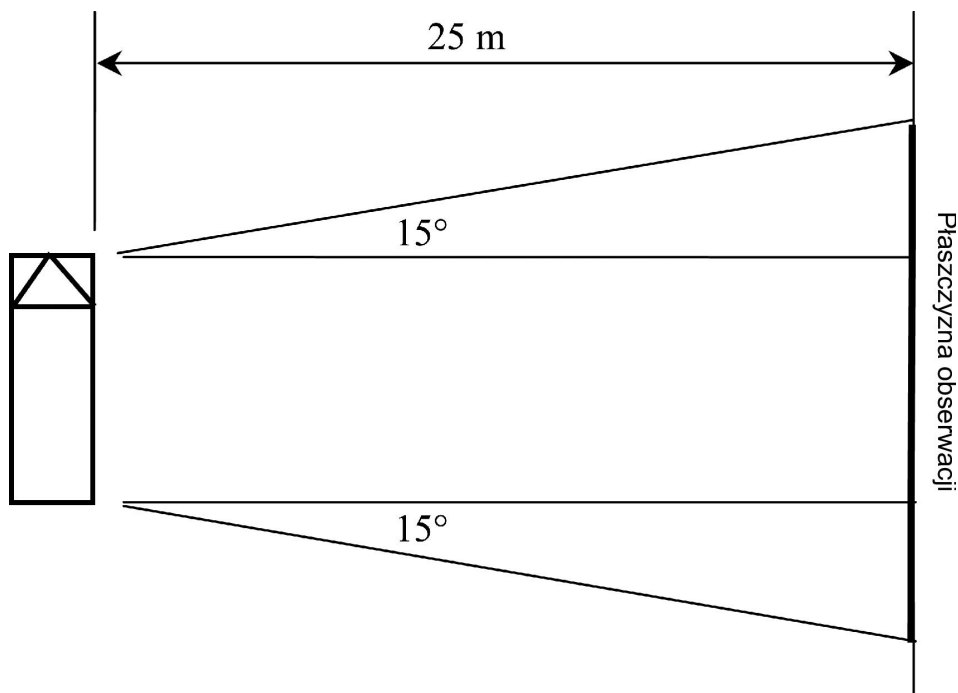
Położenie w pionie – dolny(e) element(y) oznakowania liniowego i oznakowania odblaskowego konturowego, powinien być umieszczony najniżej jak to możliwe, ale nie mniej niż 250 mm od podłoża. Wysokość maksymalna nie powinna stanowić więcej niż 1500 mm od podłoża, przy czym dopuszcza się maksymalną wysokość do 2100 mm – ze względu na uwarunkowania techniczne. Górny(e) element(y) oznakowania powinien być umieszczony najwyżej jak to możliwe, ale w odległości do 400 mm od górnej krawędzi pojazdu. Widoczności oznakowania uważa się za poprawną, jeżeli co najmniej 80% powierzchni świetlnej oznakowania jest widoczne dla obserwatora znajdującego się w dowolnym punkcie płaszczyzny obserwacji określonej na rysunkach poniżej.

Dla **tylnego** OOK (rys. 1), płaszczyzna obserwacji jest prostopadła do wzdłużnej osi pojazdu, znajduje się w odległości 25 m od krańca pojazdu i jest:

- ograniczona w pionie, dwoma płaszczyznami poziomymi położonymi odpowiednio na wysokości 1 m i 3 m od podłoża,
- ograniczona w kierunku poprzecznym, dwoma płaszczyznami pionowymi, tworzącymi kąt 15° na zewnątrz od środkowej płaszczyzny wzdłużnej pojazdu, przechodzącymi przez przecięcie płaszczyzn pionowych, równoległych do środkowej płaszczyzny wzdłużnej pojazdu i określających całkowitą szerokość pojazdu z płaszczyzną prostopadłą do wzdłużnej osi pojazdu, określającą kraniec pojazdu.



Rys. 1. Widoczność oznakowania odblaskowego z tyłu pojazdu



Rys. 2. Widoczność oznakowania odblaskowego z boku pojazdu

Dla **bocznego** OOK (rys. 2) płaszczyzna obserwacji jest równoległa do środkowej wzdłużnej płaszczyzny pojazdu, znajduje się w odległości 25 m od skrajnej krawędzi zewnętrznej pojazdu i jest:

- ograniczona w pionie, dwoma płaszczyznami poziomymi położonymi odpowiednio na wysokości 1 m i 3 m od podłoża,
- ograniczona w kierunku poprzecznym, dwoma płaszczyznami pionowymi, tworzącymi kąt 15° na zewnątrz od płaszczyzny prostopadłej do wzdłużnej osi pojazdu, przechodzącymi przez przecięcie płaszczyzn pionowych prostopadłych do wzdłużnej osi pojazdu i określającymi całkowitą długość pojazdu ze skrajną krawędzią zewnętrzną pojazdu.

Ustawienie kierunkowe oznakowania:

- Do boku – ustawienie jak najbardziej równoległe do środkowej wzdłużnej płaszczyzny pojazdu, przy zachowaniu zgodności z kształtem, budową, konstrukcją i wymaganiami eksploatacyjnymi pojazdu.
- Do tyłu – ustawienie jak najbardziej równoległe do płaszczyzny poprzecznej pojazdu, przy zachowaniu zgodności z kształtem, budową, konstrukcją i wymaganiami eksploatacyjnymi pojazdu.

Również w regulaminie OOK uważa się za oznakowanie ciągłe, jeżeli odległości pomiędzy sąsiadującymi elementami są jak najmniejsze i nie przekraczają 50 % długości najkrótszego sąsiadującego elementu. W przypadku zastosowania częściowego OOK, każdy górny narożnik musi być oznaczony dwoma liniami pod kątem 90° – obie o długości co najmniej 250 mm. Odległość między OOK z tyłu pojazdu a każdym obowiązkowym światłem stopu musi być większa niż 200 mm. Tylne tablice wyróżniające pojazdy długie i ciężkie (zgodne z serią poprawek nr 01 do regulaminu nr 70 EKG ONZ) mogą być zastosowane – według uznania producenta – za część OOK z tyłu pojazdu, do celów obliczania długości OOK oraz jego odległości do boku pojazdu.

Należy pamiętać, że zmiana w pojeździe (między innymi rozmieszczenia urządzeń oświetlenia i sygnalizacji świetlnej) wymaga powiadomienia służby administracyjnej która udzieliła dopuszczenia pojazdu do ruchu.

Wnioski

Na fotografii nr 4 pokazano przykład poprawnego oznakowania samochodu. Z boku na ścianie sztywnej oznakowanie częściowe.



Fot. 4. Oznakowanie odblaskowe konturowe samochodu ze ścianami sztywnymi – grafika nieodblaskowa



Fot. 5. Oznakowanie odblaskowe konturowe samochodu ze ścianą boczną kurtynową – grafika nieodblaskowa

Na tylnej ścianie sztywnej umieszczono oznakowanie pełne z wykorzystaniem tablic, wyróżniających pojazdy długie i ciężkie jako elementów oznakowania konturowego. Grafika nieodblaskowa jest umieszczona zarówno z boku jak i z tyłu. Na fot. 5 przedstawiono poprawne oznakowania częściowe na ścianie kurtynowej, bocznej. Na tylnej ścianie sztywnej zastosowano pełne oznakowanie bez wykorzystania tablic, wyróżniających pojazdy długie i ciężkie, jako elementów tego oznakowania. Podobnie jak na fotografii nr 4 zarówno z boku jak i z tyłu jest umieszczona grafika nieodblaskowa.



Fot. 6. Nadwozie wymienne nie podlegające obowiązkowi oznakowaniu oraz samochód do ich przewozu bez możliwości poprawnego oznakowania

Nadwozie wymienne (fot. 6) nie podlega obowiązkowi oznakowania, choć łatwo dało by się je oznakować. Oznakowanie takie jest bardzo potrzebne, ponieważ (podobnie jak kontener) nadwozie nie musi i nie jest wyposażone w urządzenia

oświetleniowe, przez co jest źle widoczne w ciemności. To oznakowanie powinno być umieszczone i wyglądać analogicznie jak na skrzyni ładunkowej samochodu pokazanego na fot. 4. Natomiast na samochodach przystosowanych do przewozu nadwozi wymiennych i kontenerów, prawidłowe umieszczenie OOK (obowiązkowego) jest prawie niemożliwe. Podobnie jest w przypadku samochodów przystosowanych do wywozu pojemników na śmieci (fot. 7), czy samochodów i naczep przystosowanych do przewozu kontenerów.



Fot. 7. Samochód do wywozu pojemników na śmieci praktycznie bez możliwości poprawnego oznakowania

Na fotografii nr 8 pokazano przykład prawidłowego oznakowania tylnej ściany samochodu ciężarowego – cysterny do przewozu mleka, pełne oznakowanie bez wykorzystania tablic, wyróżniających pojazdy długie i ciężkie, jako elementów tego oznakowania.

Zapisy zawarte w rozporządzeniu MI powinny zostać szybko poprawione, tak aby były bardziej precyzyjne i przede wszystkim zgodne z wymaganiami europejskimi. W przypadku kontroli na drodze, czy w stacjach diagnostycznych, nieprecyzyjne przepisy będą polem do dowolnej ich interpretacji, przy ocenie spełniania przez pojazd wymagań w tym zakresie. Aby uniknąć niespodzianek za granicą Polski nie jest wskazane oklejanie tylnej ściany pojazdu taśmą o barwie białej. Tył pojazdu należy oklejać taśmą o barwie żółtej – co jest zgodne z polskimi i europejskimi przepisami.

Ponadto wydaje się, że w konstrukcjach pojazdów szczególnie niepodatnych na umieszczenie tego oznakowania, trudno będzie zastosować przepisy europejskie, a tym bardziej polskie.



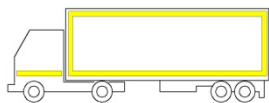
Fot. 8. Oznakowanie odblaskowe konturowe tylnej ściany cysterny do przewozu mleka



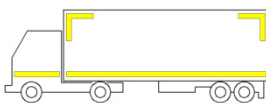
Fot. 9. Widoczność samochodów bez oznakowania konturowego i z oznakowaniem konturowym pełnym, w dobrym oświetleniu w otoczeniu pojazdów i w złym oświetleniu

Na fot. 9 pokazano porównanie widoczności samochodów (bez oznakowania odblaskowego konturowego i z oznakowaniem odblaskowym konturowym) w dobrym i złym oświetleniu otoczenia pojazdów. W niedostatecznym oświetleniu otoczenia, pojazd mający OOK dominuje. W sytuacji, gdy kierowca, widząc dobrze oznakowany pojazd, będzie chciał go ominąć, spowoduje kolizję ze znajdującym się obok pojazdem bez OOK – względnie zdecydowanie gorzej widocznym. Okres przejściowy, który nas teraz czeka, w którym będą pojazdy oznakowane (zdecydowanie lepiej widoczne) i nie oznakowane (względnie gorzej widoczne), może sprzyjać powstawaniu kolizji lub wypadków [3].

Poniżej pokazano schematy przykładowych oznakowań (obowiązkowego i nieobowiązkowego) pojazdów z boku oraz z tyłu. W schematach uwzględniono występowanie odblaskowej grafiki i reklamy na ścianach pojazdu.



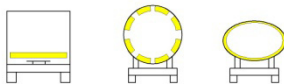
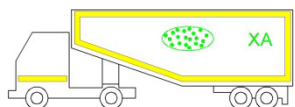
Bok pojazdów: kabina ciągnika – liniowe nieobowiązkowe OOK, naczepa – pełne obowiązkowe OOK (dopuszczalne częściowe OOK). Tył: kabina ciągnika – liniowe nieobowiązkowe OOK, naczepa – pełne obowiązkowe OOK.



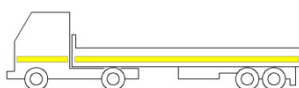
Bok pojazdów: kabina ciągnika – liniowe nieobowiązkowe OOK, naczepa – częściowe obowiązkowe OOK. Tył: kabina ciągnika – liniowe nieobowiązkowe OOK, naczepa – pełne obowiązkowe OOK.



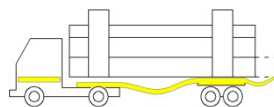
Bok pojazdów: kabina ciągnika – liniowe nieobowiązkowe OOK, naczepa z odblaskową grafiką – pełne obowiązkowe OOK. Tył: kabina ciągnika – liniowe nieobowiązkowe OOK, naczepa – pełne obowiązkowe OOK.



Bok pojazdów: kabina ciągnika – liniowe nieobowiązkowe OOK, naczepa z odblaskową grafiką – pełne obowiązkowe OOK. Tył: kabina ciągnika – liniowe nieobowiązkowe OOK, naczepa – pełne obowiązkowe OOK.



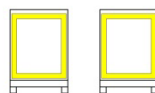
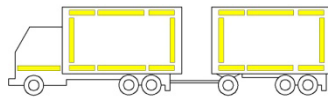
Bok pojazdów: kabina ciągnika – liniowe nieobowiązkowe OOK, naczepa – liniowe obowiązkowe OOK (dopuszczalne w szczególnych przypadkach). Tył: kabina ciągnika – liniowe nieobowiązkowe OOK, naczepa – liniowe obowiązkowe OOK (dopuszczalne w szczególnych przypadkach).



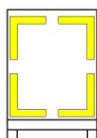
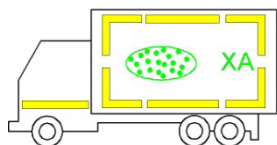
Bok pojazdów: kabina ciągnika – liniowe nieobowiązkowe OOK, naczepa kłonicowa – liniowe na linie obowiązkowe OOK (dopuszczalne w szczególnych przypadkach). Tył: kabina ciągnika – liniowe nieobowiązkowe OOK, naczepa – liniowe obowiązkowe OOK (dopuszczalne w szczególnych przypadkach).



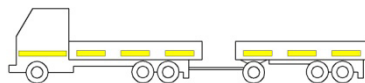
Bok pojazdów: kabina samochodu – liniowe obowiązkowe OOK, skrzynia samochodu i przyczepy z odblaskową grafiką – pełne obowiązkowe OOK. Tył: skrzynia samochodu i przyczepy – pełne obowiązkowe OOK.



Bok pojazdów: kabina samochodu – liniowe obowiązkowe OOK, skrzynia samochodu i przyczepy – pełne obowiązkowe OOK. Tył: skrzynia samochodu i przyczepy – pełne obowiązkowe OOK.



Bok pojazdu: kabina samochodu – liniowe obowiązkowe OOK, skrzynia samochodu z odblaskową grafiką – pełne obowiązkowe OOK. Tył: skrzynia samochodu – pełne obowiązkowe OOK.



Bok pojazdów: kabina samochodu – liniowe obowiązkowe OOK, skrzynia samochodu i przyczepa – liniowe obowiązkowe OOK (dopuszczalne w szczególnych przypadkach). Tył: skrzynia samochodu i przyczepa – liniowe obowiązkowe OOK (dopuszczalne w szczególnych przypadkach).

Streszczenie

Na wybranym przykładzie poddano krytyce przepisy o oznakowaniu odblaskowym konturowym. Wprowadzono wymagania krajowe które różnią się od wymagań europejskich. Omówiono i poddano krytyce wybrane sposoby oznakowania odblaskowego konturowego i ich wpływu na system bezpieczeństwa czynnego uczestników ruchu drogowego. Oceniono wybrane przykłady systemowych rozwiązań w zakresie zapewnienia prawidłowego przekazu wizualnego, który otrzymuje kierujący pojazdem. Wskazano na niektóre ograniczenia występujące w pojazdach, które nie są uwzględniane we wprowadzonych przepisach.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, pojazd, urządzenia odblaskowe.

Summary

Using a selected example legislation regarding reflective contour marking was criticized. The paper revives introduced national requirements and that differ from the European requirements. Selected methods of reflective contour marking and their impact on the system of active safety of road users were also discussed and evaluated. The authors rated also some examples of system solutions for the proper visual message, which the vehicle driver receives. Some limitations of the vehicles were pointed out that are not included in introduced legislation.

Keywords: safety, vehicle, reflective markings.

Literatura

1. Olejnik K., *Ergonomiczne aspekty zapewnienia widoczności kierującemu pojazdem mechanicznym w świetle wymagań obowiązujących w Polsce*, Referat na sympozjum Komitetu Ergonomii przy PAN, Kraków 2001.

2. Olejnik K., *Critical analisys of the current traffic regulations concerning visibility from the position of a vehicle driver*, Quartely Motor Transport 2/2003 distributed by Motor Transport Institute, Warsaw, Poland.
3. Olejnik K., *Problematyka ograniczeń przekazu wizualnego w eksploatacji samochodów ciężarowych*, Prace Naukowe „TRANSPORT” Nr 1(27)/2005 r. Politechnika Radomska.
4. Regulation no. 48 ECE UN. Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the installation of lighting and light-signalling devices.
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 4 maja 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia, Dz. U. RP nr 75 z dnia 20 maja 2009 r. poz. 639.
6. Stokłosa J., Cisowski T., *Intermodal Transport For Short And Medium Distance*, Eksploatacja i niezawodność, nr 3/2008.

Krzysztof Olejnik, Sławomir Cholewiński

Tylne belki przeciw najazdowe pojazdów transportu drogowego

[Rear underrun protection beams in road transport vehicles]

Tylne belki przeciw najazdowe pojazdów samowyładowczych

Pojazdy samowyładowcze poruszają się również po drogach publicznych i nie-
stety także biorą udział w wypadkach i kolizjach drogowych.



Fot. 1. Samochód samowyładowczy z tylnym urządzeniem zabezpieczającym



Fot. 2. Przykłady niebezpiecznego wystawiania skrzyń ładunkowych samochodów samowyładowczych

Możliwość niezastosowania tylnej belki przez producenta pojazdu naraża innych uczestników ruchu drogowego na dodatkowe zagrożenie utraty zdrowia i życia (fot. 1, 2, 3). Brak tylnego urządzenia ochronnego umożliwia głębokie wjechanie pod skrzynię wyładowczą i w efekcie zniszczenie „klatki przeżycia”. Dotyczy to zarówno samochodów osobowych jak również pojazdów ciężarowych i autobusów oraz wpływa niekorzystnie na system bezpieczeństwa biernego użytkowników dróg (fot. 4).



Fot. 3. Przykład samochodów samowyładowczych tej samej marki i typu – z belką przeciw najazdową oraz bez niej



Fot. 4. Przykład symulacji skutków możliwego najechania autobusu lub samochodu dostawczego na wystającą nadmiernie skrzynię ładunkową pojazdu samowyładowczego

Belki przeciw najazdowe z tyłu pojazdu są elementami wyposażenia systemu bezpieczeństwa biernego. Od 1 maja 2004 r. Polska jest jednym z 27 krajów członkowskich Unii Europejskiej. Oznacza to m.in., że musimy systematycznie aktualizować nasze krajowe ustawodawstwo, dostosowując je do przepisów zawartych w dyrektywach, wydawanych przez organy UE. Powinniśmy także badać dostosowanie przepisów do potrzeb oraz potrzeb do przepisów. W Unii Europejskiej dyrektywy określają regulacje prawne w różnych dziedzinach życia m.in. warunki techniczne tylnych zabezpieczeń przeciw najazdowych dla pojazdów samowyładowczych. O wymaganiach tych mowa jest m.in. w dyrektywie 70/221 EWG z późniejszymi zmianami [1]. Zostały w niej określone warunki, które decydują, kiedy w pojazdach tylne zabezpieczenia należy mocować oraz jak powinno być ono na nim umieszczone. Specyficzne przeznaczenie pojazdów samowyładowczych (wywrotek) w niektórych sytuacjach powoduje, że tylne urządzenie ochronne sprawia utrudnienia w wyładunku przewożonego ładunku.

Skutecznym sposobem na wyeliminowanie tego problemu jest składana lub podnoszona belka (fot. 5). Jest to elastyczne rozwiązanie ułatwiające pracę kierowcy wywrotki podczas wyładunku przewożonego materiału. Jednocześnie zabezpiecza innych uczestników ruchu drogowego przed dużą ciężkością wypadku podczas kolizji lub wypadku w sytuacji najechania na tył pojazdu wtedy, gdy pojazd porusza się po drogach publicznych.

Obowiązek wyposażania pojazdów samowyładowczych w tylną belkę przeciw najazdową spowoduje poprawę systemu bezpieczeństwa biernego uczestników ruchu drogowego. Obserwowany postęp techniczny i rozwój urządzeń umożliwia wprowadzenie takiego obowiązku. Ponadto prawo obowiązujące w Unii Europejskiej nakłada na władze w Polsce obowiązek wprowadzenia takiego wymagania.

A zatem jest potrzeba wprowadzenia odpowiednich przepisów w zakresie tylnych belek przeciw najazdowych. Wymusi to na producentach i użytkownikach pojazdów obowiązek ich instalowania (w szczególności w pojazdach samowyladowczych). Umożliwi to przy najejchaniu na tył wywrotki obniżenie ciężkości wypadków z udziałem innych pojazdów.



Fot. 5. Przykład zastosowania tylnej belki przeciw najazdowej przestawianej na czas wyładunku

Przepisy prawne Europejskiej Wspólnoty Gospodarczej i Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ od kilkudziesięciu lat wprowadziły i określają wymogi w zakresie tylnych zabezpieczeń pojazdów. Mają one chronić mniejsze pojazdy przed wjechaniem pod samochód ciężarowy w przypadku zderzenia. Tylne zabezpieczenie może funkcjonować w pojeździe jako jeden z jego elementów konstrukcyjnych podwozia, nadwozia lub jako oddzielne urządzenie w kształcie belki.

Dyrektywa Rady 70/221/EWG [1]

Pierwszym zapisem Europejskiej Wspólnoty Gospodarczej (EWG) w sprawie tylnego zabezpieczenia pojazdów jest Dyrektywa Rady (70/221/EWG) z dnia 20 marca 1970 r. W związku z różnicami, jakie istniały pomiędzy przepisami krajowymi poszczególnych Państw Członkowskich ujednoliciła ona przepisy dotyczące tylnych zabezpieczeń w pojeździe. Ustanowiła także okres przejściowy. Państwa były zobowiązane do wprowadzenia przepisów zgodnych z dyrektywą na własnym terenie do dnia 20 września 1971 r.

Jej głównym postanowieniem był przymusu stosowania tylnego zabezpieczenia. Jednak jeżeli odległość od podłoża tyłu pojazdu jest nie większa niż 70 cm a odległość tylnej osi od tylnego obrysu nie większa niż 1 m to producent nie ma obowiązku instalowania tylnego zabezpieczenia przeciw najazdowego. W innych przypadkach należy analizować:

- odległość dolnej krawędzi belki od podłoża która nie może być mniejsza niż 70 cm,
- szerokość belki nie może być większa niż szerokość pojazdu i nie mniejsza od szerokości o 10 cm z każdej strony,
- odległość belki od punktu pojazdu który jest najbardziej wysunięty ku tyłowi nie może być większa niż 60 cm,
- wytrzymałość na zginanie belki – moduł wytrzymałości na zginanie równy 20 cm³.

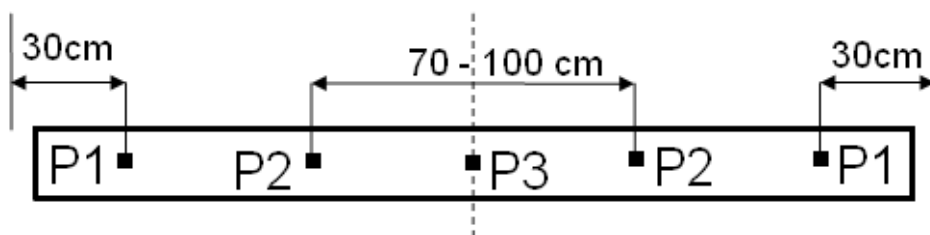
Dyrektywa Komisji 79/490/EWG [2]

Celem wprowadzenia przez komisje EWG następnego dokumentu było zaostrożenie wymogów i większe zbliżenie ich do rzeczywistych warunków badań. Wprowadzał on także homologację EWG dotyczącą oddzielnego urządzenia technicznego. Dyrektywa Komisji (79/490/EWG) z dnia 18 kwietnia 1979 r. weszła w życie 1 stycznia 1980 r. Od tego momentu Państwa Członkowskie zobowiązane były udzielać homologacji zgodnie z wytycznymi tej dyrektywy. Do dnia 1 października 1980 r. państwa mogły rejestrować pojazdy które spełniały wymogi poprzedniego dokumentu.

W sposób bardziej rygorystyczny określała warunek przymusu stosowania tylnego zabezpieczenia. W tym przypadku odległość od podłoża tyłu pojazdu została zmniejszona z 70 cm do 55 cm w odległości nie większej niż 45 cm od tylnego obrysu pojazdu. Wcześniej odległość elementu zabezpieczającego od tylnego obrysu mogła wynosić aż 1 m. Jeśli warunek ten nie został spełniony to należało zastosować tylne urządzenie zabezpieczające o następujących parametrach:

- odległość dolnej krawędzi belki od podłoża która została zmniejszona z 70 do 55 cm,
- wysokość (w przekroju) belki nie może być mniejsza niż 10 cm,
- szerokość belki pozostała bez zmian: nie może być większa niż szerokość tylnej osi i nie mniejsza niż szerokość o 10 cm z każdej strony,

- usytuowanie urządzenia podczas badań – połączona z bocznymi częściami podwozia,
- warunek stworzenia oporu siłom przykładanym do belki,
- w trakcie jak i po badaniach odległość belki do tylnej krawędzi nie może być większa niż 40 cm,
- położenie punktów P1, P2, P3 przyłożenia siły wg. schematu na rys.1,
- wartości sił poziomych: P1 i P3 = 12,5 % masy pojazdu, nie więcej niż $2,5 \times 10^4$ N, P2 = 50 % masy pojazdu, nie więcej niż 10×10^4 N,
- wymiary trzpieni b x h za pomocą których przykładana jest siła 20x25 cm.



Rys. 1. Schemat położenia punktów P na belce względem skrajnego obrysu opony

Dyrektywa Komisji 2006/20/WE [3]

Kolejnym dokumentem, zarazem najbardziej aktualnym jest Dyrektywa Komisji 2006/20/WE z dnia 17 lutego 2006 r. Weszła ona w życie 11 września 2007 r. i od tego momentu Państwa Członkowskie zobowiązane są stosować zawarte w niej postanowienia. Do dnia 11 marca 2010 r. w państwach tych możliwa była rejestracja pojazdów które posiadają homologację zgodną z poprzednią dyrektywą.

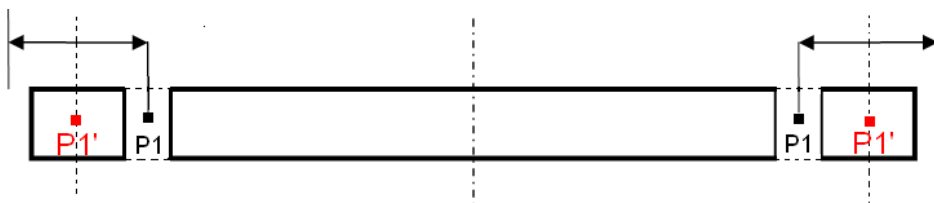
Celem wprowadzenia zmian było zaostrzenie przepisów dotyczących zwiększenia wytrzymałości tylnych zabezpieczeń oraz uwzględnienie pojazdów wyposażonych w pneumatyczne zawieszenie. Uwzględniają one także podnośniki platformowe w kontekście tylnych zabezpieczeń.

Dyrektywa ta wprowadziła dodatkowe wymogi do poprzednich dokumentów. Między innymi określiła warunki w jakich pojazd powinien poddawany być badaniom:

- pojazd musi znajdować się na płaskiej, twardej i gładkiej nawierzchni,
- przednie koła pojazdu muszą być ustawione prosto w kierunku jazdy,
- ciśnienie w oponach musi być zgodne z ciśnieniem zalecanym przez producenta,
- w razie konieczności uzyskania wymaganych badaniem sił pojazd może być zablokowany w jakikolwiek sposób, określony przez producenta pojazdu,
- jeśli pojazd wyposażony jest w zawieszenie hydropneumatyczne, hydrauliczne lub pneumatyczne, lub urządzenie służące do automatycznego wyrównywania pozio-

mu w zależności od obciążenia, musi on być badany z zawieszeniem lub urządzeniem w normalnych warunkach użytkowania podanych przez producenta.

Wprowadza także położenie zastępczych punktów przyłożenia siły ze względu na zamontowanie tylnego podnośnika (rys. 2).



Rys. 2. Schemat położenia zastępczych punktów P' względem skrajnego obrysu opony

Zwiększa wartość siły przykładanej do punktów P1 i P3: z 2,5 x 104 N do 5 x 104 N. W związku z tylnym podnośnikiem, dyrektywa określa dodatkowe wymagania:

- tylne zabezpieczenie może posiadać przerwę ze względu na mechanizm podnośnika,
- boczna odległość elementów montażu tylnego zabezpieczenia od elementów podnośnika nie może przekroczyć 2,5 cm,
- poszczególne elementy tylnego zabezpieczenia muszą w każdym przypadku mieć odpowiednią powierzchnię wynoszącą co najmniej 350 cm².

Regulamin 58 EKG ONZ [5]

Wymogi co do tylnych zabezpieczeń pojazdów wprowadzane były równocześnie przez Europejską Komisję Gospodarczą ONZ. Regulamin 58 EKG ONZ z 20.03.1958 r. był pierwszym zapisem odnoszącym się do tylnych zabezpieczeń przeciw najazdowych. Jego postanowienia weszły w życie 01.06.1983 r. i od tego czasu Państwa Członkowskie zobowiązane były do stosowania się do zawartych w nich norm.

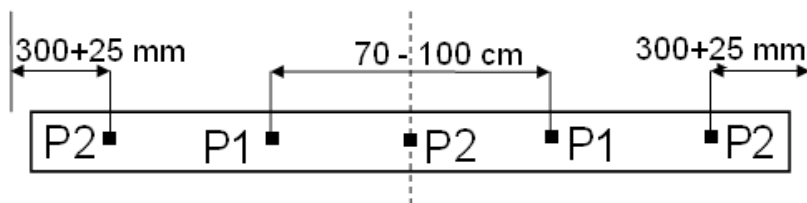
Regulamin 58 EKG ONZ poprawka 01 [5]

Został on zmodyfikowany przez wprowadzenie poprawki 01 do Regulaminu 58 EKG ONZ która weszła w życie 25.03.1989 r. Zmienia przepisy dotyczące tylnej belki przeciw najazdowej w krajach członkowskich EKG ONZ. Zawiera trzy części z których:

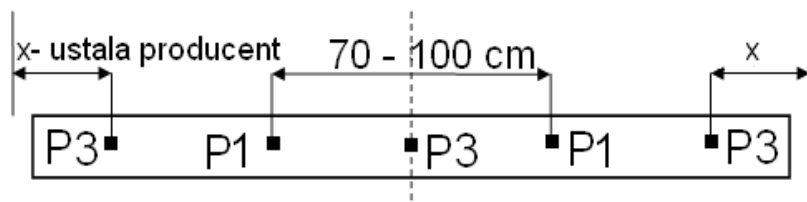
- I – dotyczy samej belki,
- II – dotyczy umieszczenia belki na pojeździe,
- III – dotyczy belki na stałe zamontowanej w pojeździe.

Część I regulaminu odnosi się do:

- wysokości przekroju belki który nie może być mniejszy niż 100 mm,
- metod przeprowadzenia badania ze względu na usytuowanie urządzenia zabezpieczającego: na pojeździe, ramie, sztywnym stole warsztatowym,
- warunku stworzenia oporu siłom przykładanym do belki, odkształcenia powstałe w wyniku przyłożenia sił powinny być zanotowane,
- położenia punktów przyłożenia siły P1, P2, P3 (rys. 3, 4),



Rys. 3. Schemat dla badania na pojeździe i specjalnej ramie względem skrajnego obrysu opony



Rys. 4. Schemat dla badania na sztywnym stole warsztatowym względem skrajnego obrysu opony

- wartości sił poziomych które przykładane powinny być w odpowiednich punktach na belce:
 - P1; 100 kN lub 50 % „masy”,
 - P2; 25 kN lub 12,5 % „masy”,
 - P3; 25 kN lub 12,5 % „masy”.

Odniesienie „masy” rozumieć należy jako siłę która wytwarzana jest przez np. 50% lub 12,5% masy pojazdu.

- wymiarów trzpieni za pomocą których należy przykładac siłę w wyznaczonych punktach, bxh: 200x250 mm,

II część poprawki 01 Regulaminu 58 EKG ONZ odnosi się do usytuowania na pojeździe tylnej belki posiadającej już homologację zgodną z częścią I. Część II regulaminu określa następujące wymagania:

- określa odległość dolnej krawędzi belki od podłoża która nie może być mniejsza niż 550 mm,
- ogranicza maksymalną wysokość punktów na belce do których przykładane będą siły równoległe do osi pojazdu. Wysokość ta nie może przekraczać 600 mm,
- określa maksymalną odległość belki od punktu pojazdu który jest najbardziej wysunięty ku tyłowi. Odległość ta wynosi maksymalnie 400 mm pomniejszona o odkształcenie powstałe podczas przyłożenia do belki sił. Nie bierze się pod uwagę punktów położonych na wysokości ponad 3m nad podłożem,
- wskazuje także na zależność rzeczywistej masy całkowitej pojazdu i tej przypisanej dla danego (TUZ). Masa rzeczywista nie może być większa niż ta przypisana.

Część III regulaminu odnosi się do pojazdów które posiadają zabezpieczenie (TZ) przed wjechaniem pod tył samochodu. Treść trzeciej części określa wymogi konstrukcyjne, wytrzymałościowe tylnej belki oraz metodykę przeprowadzania badań. Odnosi się do:

- odległości dolnej krawędzi belki od podłoża która nie może być większa niż 550 mm,
- wysokości przekroju belki który nie może być mniejszy niż 100 mm,
- szerokości belki która nie może być większa niż szerokość tylnej osi i nie mniejsza niż szerokość o 10 cm z każdej strony, jeśli zawiera się w nadwoziu to może być szersza,
- warunków w jakich pojazd poddawany jest badaniom:
 - pojazd musi znajdować się na płaskiej, twardej i gładkiej nawierzchni,
 - przednie koła pojazdu muszą być ustawione prosto w kierunku jazdy,
 - ciśnienie w oponach musi być zgodne z ciśnieniem zalecanym przez producenta,
 - w razie konieczności uzyskania wymaganych badaniem sił pojazd może być zablokowany w jakikolwiek sposób, określony przez producenta pojazdu,
 - jeśli pojazd wyposażony jest w zawieszenie hydropneumatyczne, hydrauliczne lub pneumatyczne, lub urządzenie służące do automatycznego wyrównywania poziomu w zależności od obciążenia, musi on być badany z zawieszeniem lub urządzeniem w normalnych warunkach użytkowania podanych przez producenta.
- metody przeprowadzania badań ze względu na usytuowanie urządzenia: na pojeździe, ramie, sztywnym stole warsztatowym,
- warunku stworzenia oporu siłom przykładanym do belki. Warunek ten jest spełniony jeżeli w trakcie jak i po badaniach odległość belki do tylnej krawędzi jest nie większa niż 400 mm pomniejszone o zanotowane odkształcenie.

Nie bierze się pod uwagę punktów położonych na wysokości ponad 3m nad podłożem,

- położenia punktów przyłożenia siły (P1,P2,P3)które są identycznie jak w części I,
- wartości siły poziomej również identycznych jak w części I,
- wymiarów trzpieni b $\times$ h: 200x250 mm,

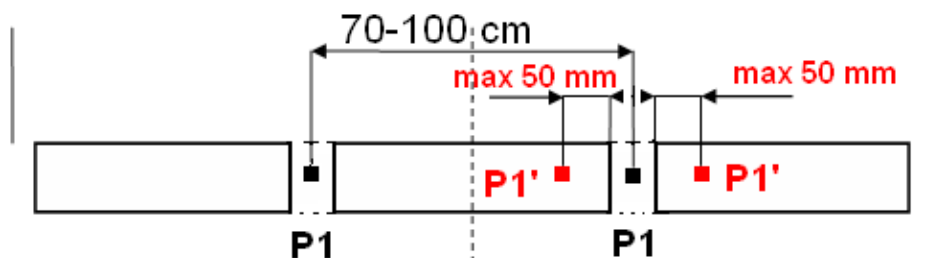
Regulamin 58 EKG ONZ poprawka 02 [5]

Głównym celem wprowadzenia poprawki 02 do Regulaminu 58 EKG ONZ było zaostrezenie przepisów dotyczących wytrzymałości tylnego zabezpieczenia przeciw najazdowego. W związku z rozwojem technicznym i coraz częstszym montowaniem tylnego podnośnika platformowego, poprawka 02 wprowadziła kilka dodatkowych zapisów które dostosowują tylne zabezpieczenie do montażu podnośników. Poprawka druga weszła w życie z dniem 11 lipca 2008 r. Podobnie jak poprawka 01 dokument składa się z trzech części z których:

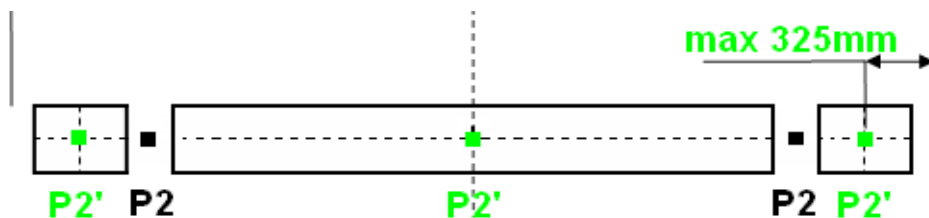
- I – dotyczy samej belki,
- II – dotyczy umieszczenia belki na pojeździe,
- III – dotyczy belki na stałe zamontowanej w pojeździe.

Istnieje także dodatkowy rozdział informujący o okresach przejściowych dla stosowania poprawki pierwszej jak i drugiej. Odnosi się on do przepisów przejściowych które określają następujące okresy w których Państwa Członkowskie muszą wprowadzać określone zmiany:

- przepisy określone serią poprawek 02 obowiązują od daty wejścia w życie tj. 11.07.2008
- w terminie do 18 miesięcy od daty wejścia w życie (tj. do 11.01.2010 r.) obowiązują przepisy części I i II regulaminu zmienionego serią poprawek 01,
- po upływie 48 miesięcy od daty wejścia w życie poprawki 02, strony udzielają homologacji wyłącznie jeśli typ pojazdu spełnia wymagania części III poprawki do regulaminu



Rys. 5 Schemat położenia zastępczych punktów P1' względem skrajnego obrysu opony



Rys. 6. Schemat położenia zastępczych punktów P2' względem skrajnego obrysu opony

Głównymi zmianami w części I dokumentu są:

- wprowadzenie położenia zastępczych punktów przyłożenia siły ze względu na przerwy w tylnym zabezpieczeniu spowodowane montażem podnośnika platformowego (rys. 5, 6):
- Punkty P1' powinny znajdować się w odległości nie większej niż 50 mm od wewnętrznej krawędzi elementu zewnętrznego belki. Punkty P2' powinny znajdować się w przecięciu osi symetrii elementów zewnętrznych belki.
- zwiększenie wartości sił poziomych równoległych do osi pojazdu które przykładane powinny być w kolejnych punktach P1, P2, P3.
 - wartość w pkt. P1; 100 kN lub 50 % „masy” (pozostaje bez zmian),
 - wartość w pkt. P2; 50 kN lub 25 % „masy” (została zwiększona z 25 kN),
 - wartość w pkt. P3; 50 kN lub 25 % „masy” (została zwiększona z 25kN),
- zmiana warunku stawiania oporu siłom. Warunek ten jest spełniony jeżeli w trakcie jak i po badaniach odległość belki do tylnej krawędzi jest nie większa niż 400 mm pomniejszone o zanotowane odkształcenie. Nie bierze się pod uwagę punktów położonych na wysokości ponad 2 m a nie 3 m nad podłożem jak w poprzednim dokumencie

Wprowadza także dodatkowe wymagania w związku z tylnym podnośnikiem:

- tylne zabezpieczenie może posiadać przerwę ze względu na mechanizm podnośnika,
- boczna odległość elementów montażu tylnego zabezpieczenia od elementów podnośnika nie może przekroczyć 2,5 cm,
- poszczególne elementy tylnego zabezpieczenia muszą w każdym przypadku mieć odpowiednią powierzchnię wynoszącą co najmniej 350 cm². Dla pojazdów o szerokości mniejszej niż 2 m powierzchnia może być zmniejszona.

W część II dokumentu odnoszącej się do położenia w pojazdach tylnych urządzeń zabezpieczających (TUZ), które otrzymały homologację typu zgodnie z częścią I niniejszego regulaminu wprowadzono niewiele zmian. Zmianie uległ jedynie warunek stawiania oporu siłom przykładanym do belki. Warunek ten jest

spełniony jeżeli w trakcie jak i po badaniach odległość belki do tylnej krawędzi jest nie większa niż 400 mm pomniejszone o zanotowane odkształcenie. Nie bierze się pod uwagę punktów położonych na wysokości ponad 2 m a nie 3 m nad podłożem jak w poprzednim dokumencie

Część III poprawki 02 wprowadza również kilka istotnych zmian w stosunku do części III poprawki 01. Najistotniejsze zmiany to:

- wprowadza zastępcze położenie punktów przyłożenia siły, są one identyczne jak w przypadku części I poprawki 02,
- zwiększa wartość sił przykładanych w punktach P2, P3,
- wprowadza zmianę w warunku stawiania oporu siłom przykładanym do tylnego zabezpieczenia. Podczas montażu belki nie bierze się pod uwagę punktów umieszczonych powyżej 2 m nad powierzchnią,
- wprowadza zmiany dotyczące szerokości belki, która jeśli zawiera się w nadwoziu to może być szersza niż zewnętrzne krawędzie kół osi tylnych,
- ze względu na zamontowanie tylnego podnośnika, powierzchnia bocznych elementów belki może być mniejsza niż 350 cm² dla pojazdów o szerokości mniejszej niż 2 m.

Podsumowanie

Wymogi dotyczące tylnej belki zabezpieczającej w pojazdach ciężarowych przeszły wiele transformacji od momentu ukazania się przepisów bazowych. Pierwsza Dyrektywa Rady 70/221/EWG w sposób ogólnikowy, bez większych szczegółów narzucała przymus stosowania tylnej belki. Zakres jej wytrzymałości i usytuowania na pojeździe był szeroki i nie uwzględniał szczególnych konstrukcji samochodów. W związku z dynamicznym rozwojem konstrukcji samochodowych, znacznym zwiększeniem ich liczby na drogach oraz położeniem dużego nacisku na bezpieczeństwo uczestników ruchu, przepisy zawarte w kolejnej dyrektywie znacznie zaostrzyły wymagania dotyczące tylnej belki.

Głównym celem Dyrektywy Komisji 79/490/EWG było wprowadzenie bardziej rygorystycznych przepisów dotyczących wytrzymałości i wymiarów belki. Określała ona także warunki umieszczenia belki na pojeździe, w których dążono do przesunięcia belki możliwie jak najbliżej tyłu pojazdu i najniżej do nawierzchni na której stoi pojazd. Jako pierwsza, dyrektywa ta umożliwiała przeprowadzenie procesu homologacji dla belki jako oddzielnego urządzenia.

Szybki rozwój samochodów, zawieszonych pneumatycznych oraz montaż podnośników platformowych na samochodach, wymogły na Unii Europejskiej dostosowanie przepisów do rzeczywistych parametrów pojazdów. W tym celu w 2006 roku wprowadzono Dyrektywę Komisji 2006/20/WE która dostosowała wymagania do nowych rozwiązań technicznych zastosowanych w pojazdach. Zwiększono

szono w niej wymogi ze względu na wytrzymałość belki oraz sposobu przeprowadzenia badań homologacyjnych.

Równolegle w czasie Europejska Komisja Gospodarcza ONZ wprowadzała poprawkę 01 a następnie 02 do Regulaminu 58 EKG ONZ. Poprawka 01 bardziej szczegółowo niż obowiązująca w tamtym czasie Dyrektywa 79/490/EWG określał wymagania dla tylnej belki przeciw najazdowej. Regulamin ten dokładnie określał wytrzymałość belki, jej kształt i wymiary oraz sposób zamocowania na pojeździe który nie zmieniał się od tamtego czasu. Dokładnie wskazywał na sposób przeprowadzenia badań oraz warunki w których pojazd powinien poddawany być pomiarom.

Wprowadzona poprawka 02 która opublikowana została ok. rok po Dyrektywie Komisji 2006/20/WE znacznie podniosła wymagania co do wytrzymałości belki, dostosowania jej do zamontowania podnośnika platformowego. W odróżnieniu od dyrektyw, poprawki do Regulaminu 58 EKG ONZ określają dokładnie sposób pomiaru belki zarówno zamontowanej na pojeździe jak i jako oddzielnego urządzenia.

Wnioski

W związku z rozbieżnościami wymagań określonych w przepisach poszczególnych państw stosujących przepisy zabezpieczające przed wjechaniem pod tył pojazdu, państwa te postanowiły je ujednolicić. Przepisy bazowe Krajów EWG, Porozumienia Genewskiego i zawarte w nich wymogi dotyczące tylnego zabezpieczenia przeciw najazdowego były nie całkowicie sprecyzowane. W związku z dużym postępem technicznym, montowaniem podnośników platformowych [7], Państwa Członkowskie wprowadziły kolejne przepisy dotyczące tylnych zabezpieczeń. Tylne belki mają znaczący wpływ na bezpieczeństwo ludzi podróżujących mniejszymi samochodami które podczas wypadków drogowych wjeżdżały pod przestrzeń ładunkową pojazdów ciężarowych. Brak tylnego zabezpieczenia oraz niewłaściwe jego parametry uniemożliwiały prawidłowe rozłożenie naprężeń na strefę zgniotu samochodu osobowego. Było to przyczyną wielu śmiertelnych zdarzeń.

Obowiązujące obecnie, ujednolicone przepisy oraz powstałe w oparciu o nie konstrukcje w znacznie większym stopniu zabezpieczają inne pojazdy przed wjazdem pod tył pojazdu ciężarowego. Takie postępowanie sprzyja zmniejszeniu ciężkości wypadku który może mieć miejsce. Przeanalizowane i omówione powyżej propozycje są działaniami ukierunkowanymi na zmniejszenie liczby kolizji i wypadków w rozwijającym się transporcie drogowym. Bez radykalnych decyzji nie jest możliwe ograniczenie wypadków (szczególnie śmiertelnych), powstających w ruchu drogowym. Przy realizowaniu potrzeb transportowych powinno wszystkim przyswiecać dążenie do poprawy systemu bezpieczeństwa biernego jego uczestników w ruchu drogowym.

Streszczenie

Przedstawiono analizę sytuacji oraz propozycje działań, których efektem będzie zmniejszenie możliwości powstawania kolizji i wypadków w rozwijającym się transporcie drogowym. Omówiono potrzebę doprowadzenia do zmiany przepisów tak, aby zapewnić zrównanie wprowadzenia odpowiednich przepisów w zakresie tylnych belek przeciw najazdowym. Bez radykalnych decyzji nie jest możliwe ograniczenie wypadków (szczególnie śmiertelnych), powstających w transporcie drogowym. Artykuł przedstawia analizę i ocenę zmian przepisów dotyczących tylnej belki przeciwnajazdowej. Dotyczy ona dokumentów opublikowanych przez Unię Europejską i Porozumienie Genewskie. Postanowienia końcowe zawarte w przepisach opublikowanych przez obydwie instytucje poddane zostały ocenie pod względem merytorycznym oraz możliwości zastosowania ich podczas konstruowania tylnych belek przeciwnajazdowych.

Słowa kluczowe: tylne zabezpieczenia przeciwnajazdowe.

Summary

The paper presents an analysis of the situation and proposals for action, which will result in reducing the possibility of formation of collisions and accidents in the developing road transport. The need to bring about changes in legislation to ensure alignment of corresponding regulations regarding rear underrun beams is discussed. Without radical decisions is not possible to reduce accidents (especially fatalities), resulting in road transport. This paper presents an analysis and assessment of amendments regarding rear underrun protection. It applies to documents published by the European Union and the Geneva Agreement. Final provisions contained in the regulations published by these two institutions were evaluated in terms of content and the ability to apply them during the construction of the rear underrun protection beams.

Keywords: rear underrun protection.

Literatura

1. Dyrektywa Rady (70/221/EWG) w sprawie zbliżenia ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do zbiorników ciekłego paliwa oraz tylnych zabezpieczeń pojazdów silnikowych i ich przyczep.
2. Dyrektywa Komisji (79/490/EWG) w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do zbiorników ciekłego paliwa oraz tylnych zabezpieczeń pojazdów silnikowych i ich przyczep.

3. Dyrektywa Komisji (2006/20/WE) zmieniająca, w celu dostosowania do postępu technicznego, dyrektywę Rady 70/221/EWG w sprawie zbiorników paliwa oraz tylnych zabezpieczeń pojazdów silnikowych i ich przyczep.
4. Olejnik Krzysztof, *Estimation of the need of harmonization of the technical demands of the vehicles used in the transit countries to decrease the threats made by the accidents, presented in the selected examples*, referat na Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej 'TRANSBALTICA' 2007, 11-12 kwietnia 2007 r. w Wilnie.
5. Regulamin 58 EKG ONZ poprawki 01/02 – jednolite przepisy dotyczące homologacji: tylnych urządzeń zabezpieczających (TUZ), Pojazdów w zakresie położenia homologowanego TUZ, pojazdów w zakresie tylnego zabezpieczenia (TZ).
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 24 października 2005 r. w sprawie homologacji typu pojazdów samochodowych i przyczep, (Dz. U. z 2005r. nr 238, poz. 2010 wraz z późniejszymi zmianami).
7. Stokłosa Józef, *System wymiennych platform WTT*. Spedycja Transport Logistyka. Nr 7-8/2005.

Mariusz Walczak,
Jarosław Bieniaś, Bogna Stradomska, Adam Jankowski, Daniel Bielecki

Zużycie tłoków silnikowych – charakterystyka mikrostrukturalna materiałów wykorzystywanych do ich produkcji

*[Wear of engine pistons – microstructural characteristics
of materials used to produce them]*

Wprowadzenie

Ciągły proces rozwoju techniki prowadzi do systematycznego zwiększania obciążeń maszyn i urządzeń, przy czym powoduje to wzrastanie wymagań stawianych materiałom konstrukcyjnym. Proces ten wpływa na rozwój nowoczesnych technologii wytwarzania metali i stopów o wyższych właściwościach wytrzymałościowych. Jest to wynik nie tylko zwiększania się naprężeń, ale również wpływ liczby cykli i charakterystyka obciążeń cieplnych [1].

Tłoki silników spalinowych pracują w warunkach cyklicznych zmian temperatury, dlatego też powinny charakteryzować się określonym zespołem właściwości mechanicznych i technologiczno konstrukcyjnych. Uzyskuje się je na drodze racjonalnych zmian składu chemicznego, zarówno jeśli chodzi o rodzaj i ilość dodatków stopowych, jak ich proporcje, a także przez stosowanie optymalnych procesów technologicznych [2].

Tematykę artykułu przyjęto z uwagi na bardzo trudne warunki pracy tłoków w silnikach spalinowych. Ciągłe poszukuje się nowych rozwiązań technologicznych i materiałowych mających na celu podwyższenie trwałości eksploatacyjnej elementów silnika. Często spotyka się problem pękania denek tłoków i kruszenia pierścieni w wyniku zmęczenia cieplnego. Obserwując w ostatnich latach rozwój motoryzacji możemy stwierdzić, że efektywność działania tłoków i pierścieni w silnikach spalinowych zależy w głównej mierze od trwałości materiałów stosowanych do produkcji tych elementów jak i warunków pracy samego silnika. Skłonność do występowania uszkodzeń wzrasta wraz ze zwiększaniem obciążeń cieplnych tłoków, związanych z podwyższeniem osiągnięć silników, realizowanych poprzez zwiększenie intensywności doładowania, chłodzenie powietrzem oraz stosowania więcej niż dwóch zaworów na cylinder i stosowaniem elektronicznego sterowania.

Obserwacje makroskopowe uszkodzonych tłoków

Zużywanie tłoków jest efektem degradacji materiału w wyniku działania czynników związanych z budową i eksploatacją silnika. W zależności od rodzaju czynnika wywołującego, zużycie można sklasyfikować następująco [4]:

- zużycie wywołane zjawiskami towarzyszącymi tarcia;
- zużycie wywołane zmęczeniem materiału na skutek działania zmiennych obciążeń mechanicznych i cieplnych;
- zużycie związane z procesami korozji, objawiające się zmianą właściwości fizykochemicznych warstwy wierzchniej materiału;
- zużycie erozyjne na skutek dynamicznego oddziaływania czynnika gazowego lub ciekłego.

Uszkodzenia wywołane zmęczeniem cieplnym w przypadku tłoków ujawniają się w postaci różnego rodzaju pęknięć występujących w obszarze denka (rys. 1). Bardzo często miejscami inicjacji pęknięć są karby utworzone przez brzoги wgnębień zaworowych.

Propagacja pęknięć może doprowadzić do różnych niepożądanych skutków, od zaburzeń procesu spalania do zmniejszenia szczelności komory a nawet do poważnych uszkodzeń silnika takich jak pękanie denek na wskroś, do którego dochodzi najczęściej w przypadku tłoków silników z wtryskiem do komory wstępnej [5].



Rys. 1. Pęknięcia krawędzi komory spalania tłoka

Według analiz prowadzonych przez Silvę [6] temperatura na krawędzi denka w obszarze komory spalania może wynosić nawet 382°C. W przypadku zetknięcia z cieczą, powstają ekstremalne siły, które mogą powodować pęknięcie lub trwałą deformację tłoka. Przykład tłoka uszkodzonego przez tzw. „uderzenie cieczy” przedstawiono na rys. 2.

Takie uszkodzenie denka tłoka może być skutkiem przedostania się do komory spalania wody lub paliwa. Nagłe obciążenie tłoka oraz takich elementów jak sworzeń tłoka i korbówód, powstałe w wyniku „uderzenia cieczy” spowodowane jest sytuacją, w której ani woda ani paliwo nie dają się sprężyć [7]. Ciecz do komory spalania może przedostać się [7]: poprzez system zasysania (np. podczas przejazdu przez wodę), na skutek uszkodzonych uszczeltek lub przez uszkodzoną dyszę wtryskową.



Rys. 2. Tłok silnikowy zniszczony przez „uderzenie cieczy”

W wyniku termicznego przeciążenia tłoka może wystąpić przegrzanie korony tłoka (rys. 3). Zjawisko takie ma najczęściej miejsce w przypadku zbyt dużego przekroczenia okresu wymiany oleju, co może prowadzić do zapychania się dysz chłodzenia olejem. Ciała obce jak produkty zużycia tribologicznego mogą utrudniać cyrkulację w obiegu oleju.



Rys. 3. Stopiona korona tłoka w silniku Diesla

W silniku samochodowym ok. 40-50% strat mechanicznych, to straty tarcia pierścieni i tłoka o gładź cylindra [8]. Dlatego też coraz częściej zmniejsza się wymiary powierzchni trącej pierścieni, przy niezmiennych naciskach, przez co maleje siła tarcia, ale również zmniejsza się same naciski, obniżając sprężystość pierścieni tłokowych. Pierścienie tłokowe ulegają pęknięciom (rys. 4) spowodowanym pracą w bardzo trudnych warunkach. Szczególnie górny pierścień uszczelniający jest narażony na działanie dużego ciśnienia i wysokiej temperatury spalin, a pomiędzy jego zewnętrzną powierzchnią a tuleją cylindra panują warunki tarcia półsuchego [9].

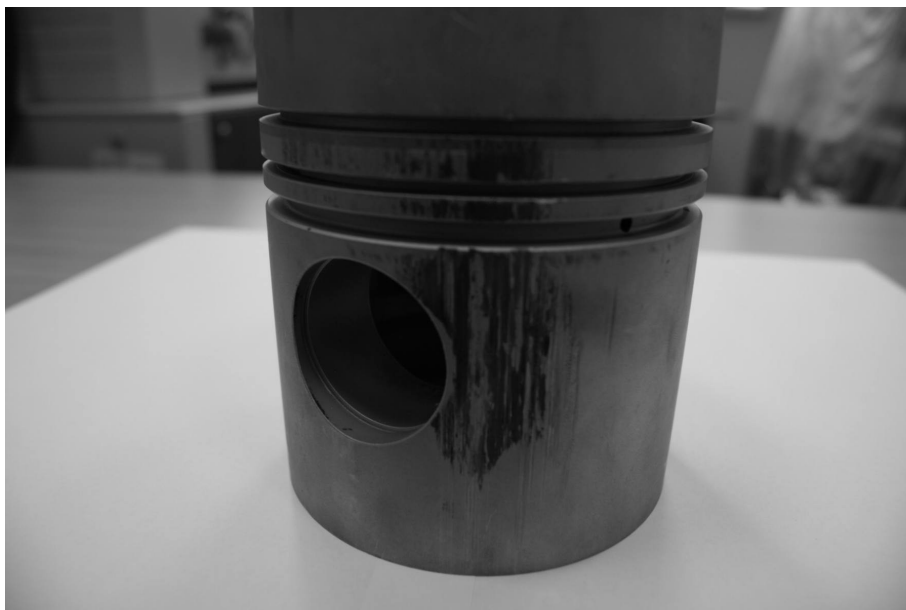


Rys. 4. Wyłamane progi pierścieni tłokowych

Uszkodzenie tłoka przedstawione na rys. 4 powstało przez pęknięcie jednego z pierścieni tłoka. Przyczyną tego uszkodzeń mogą być [7, 9]:

- metaliczne cząsteczki z procesów zużywania tribologicznego;
- przeciążenia mechaniczne, które z kolei mogły zostać spowodowane zakłóceniami w procesie spalania, błędem montażowym lub silnym obciążeniem podczas zimnego rozruchu.

Do wyraźnych uszkodzeń tłoków można zaliczyć zatarcia występujące na płaszczu tłoka oraz w okolicach pierścieni (rys. 5). Często przyczyną takiego zjawiska są cząsteczki z procesów zużywania tribologicznego lub miejscowe przegrzanie [7]. Stop aluminium z którego wykonany jest tłok rozszerza się termicznie dwa razy więcej niż żeliwo cylindra, to w przypadku zbyt wysokiego obciążenia termicznego w sytuacji kiedy silnik jest zimny a tłok gorący może dochodzić do zacierania się tłoka.



Rys. 5. Zatarcia występujące na płaszczu tłoka

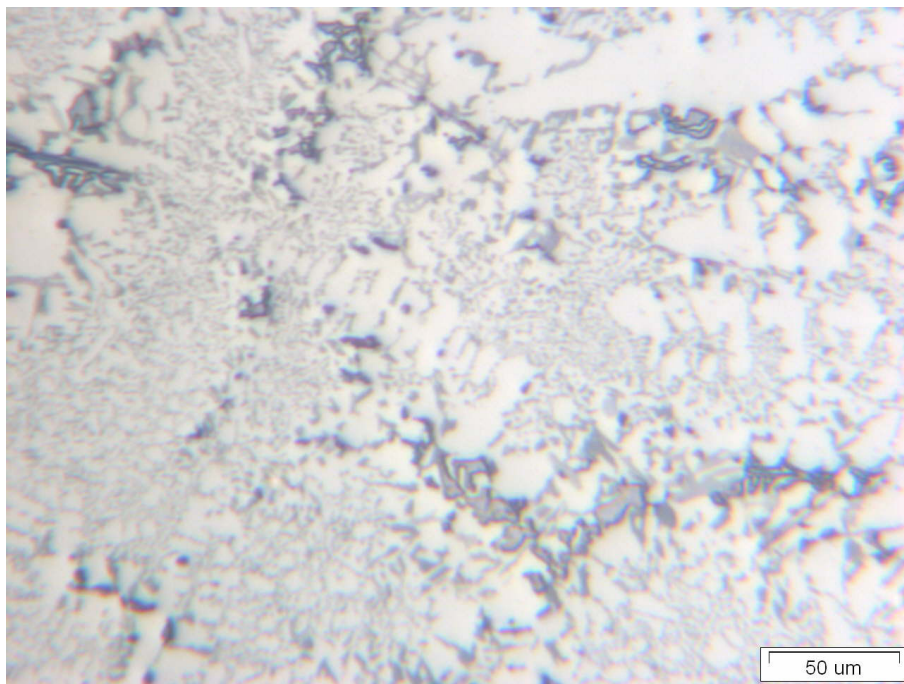
Do wyraźnych uszkodzeń tłoków można zaliczyć zatarcia występujące na płaszczu tłoka oraz w okolicach pierścieni (rys. 5). Często przyczyną takiego zjawiska są cząsteczki z procesów zużywania tribologicznego lub miejscowe przegrzanie [7]. Stop aluminium z którego wykonany jest tłok rozszerza się termicznie dwa razy więcej jak żeliwo cylindra, to w przypadku zbyt wysokiego obciążenia termicznego w sytuacji kiedy silnik jest zimny a tłok gorący może dochodzić do zacierania się tłoka.

Mikrostruktura i charakterystyka właściwości materiałów wykorzystywanych do produkcji tłoków

Tłoki silników spalinowych w dużej mierze wykonywane są ze stopów Al-Si. Stopy te w zależności od zawartości procentowej krzemu dzielą się na podeutektyczne, okołoeutektyczne i nadeutektyczne. Bardzo popularne są tzw. siluminy, w przypadku których w układzie równowagi termodynamicznej stopów Al-Si koncentracja eutektyczna Si wynosi około 12,5% wag. Obok krzemu siluminy mogą zawierać głównie dodatki miedzi, magnezu, niklu i manganu. Na rys. 6 przedstawiono mikrostrukturę stopu AK12 (AlSi12CuNiMg).

W mikrostrukturze stopu AK12 występuje eutektyka $\alpha(\text{Al})+\beta(\text{Si})$ równomiernie rozmieszczona na tle roztworu stałego krzemu w aluminium $\alpha(\text{Al})$, nieliczne,

w przybliżeniu równoosiowe wydzielania krzemu pierwotnego oraz fazy między-metaliczne.



Rys. 6. Mikrostruktura stopu AK12

Najbardziej perspektywicznymi, a zarazem nowoczesnymi materiałami wykorzystywanych do produkcji elementów silnika są metalowe materiały kompozytowe o osnowie aluminium [10-13].

W przypadku tłoków zadaniem kompozytowego zbrojenia osnowy metalowej jest polepszenie właściwości wytrzymałościowych tych stref tłoka, które pracują w ekstremalnych warunkach. Strefami tymi są przede wszystkim denko tłoka i obszar występowania pierwszego pierścienia uszczelniającego.

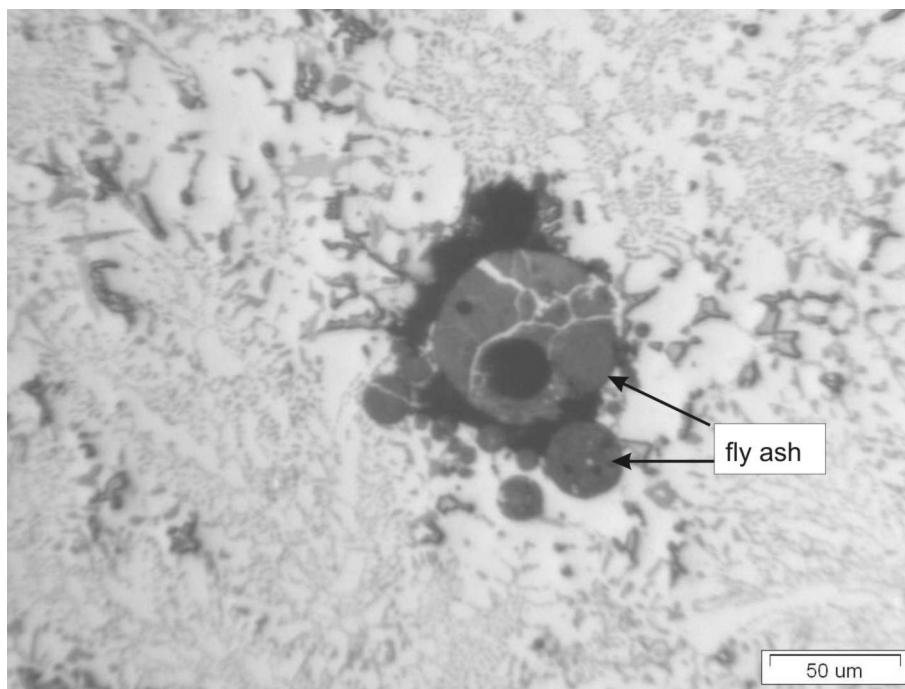
Nowe rozwiązania materiałowe powinny wpływać równocześnie na redukcję masy tłoka oraz na zmniejszenie uderowych sił bezwładności w trakcie jego pracy. Według Wojciechowskiego [3] zastosowanie zbrojenia w postaci preformy w denku tłoka w silnikach Diesla, powoduje lepsze jednostronne termiczne izolowanie komory spalania, zmniejszenie intensywności wymiany ciepła w układzie tłok-cylinder, a tym samym lokalizacja ciepła w tym obszarze sprzyja pełniejszemu spalaniu paliwa. Dodatkowym atutem zastosowania materiału kompozytowego, jest możliwość usytuowania pierwszego pierścienia uszczelniającego bliżej den-

ka i tym samym lepsze uszczelnienie pary tłok-cylinder. Autor pracy [3] zwraca uwagę, że takie rozwiązanie konstrukcyjne znacznie poprawia jakość spalania i przyczynia się do zmniejszenia hałasu i wibracji silnika. Dodatkowo podniesienie pierścieni w koronie tłoka umożliwia zmniejszenie jego wysokości, a tym samym jego masy co wraz z zastosowaniem korbowodów i sworzni o niższym ciężarze właściwym powoduje zmniejszenie masy wyrównawczej na wale korbowym i w konsekwencji zmniejszenie masy całego silnika [3].

Materiały osnowy stanowią powszechnie stosowane na tłoki stopy Al-Si, a zbrojeniem są tlenek aluminium, węglík krzemu, grafit i fly ash. Kompozytowe tłoki pozwalają na redukcję masy tłoka jako całości, lepsze uszczelnienie pary tłok-cylinder, wzrost wytrzymałości zmęczeniowej, wysoką odporność na szoki cieplne, zmniejszenie współczynnika rozszerzalności cieplnej, odporność na zużycie ścierne, korzystne zmiany właściwości mechanicznych (w temperaturze otoczenia i podwyższonych temperaturach). Wpływa to na wzrost właściwości eksploatacyjnych i podniesienie wydajności pracy silnika jako całości.

W ostatnich latach duże zainteresowanie wzbudzają kompozyty o osnowie stopów Al-Si, do których jako fazę zbrojącą wprowadza się popiół lotny (z ang. fly ash, rys. 7) [14-16]. Z ekonomicznego punktu widzenia, uwzględniając dodatkowo aspekty ekologiczne i odpadowy charakter fly ash'u, zastosowanie pyłów lotnych jako fazy zbrojącej w stopach aluminium jest nadzwyczaj interesujące w świetle spodziewanych obniżonych kosztów wytwarzania.

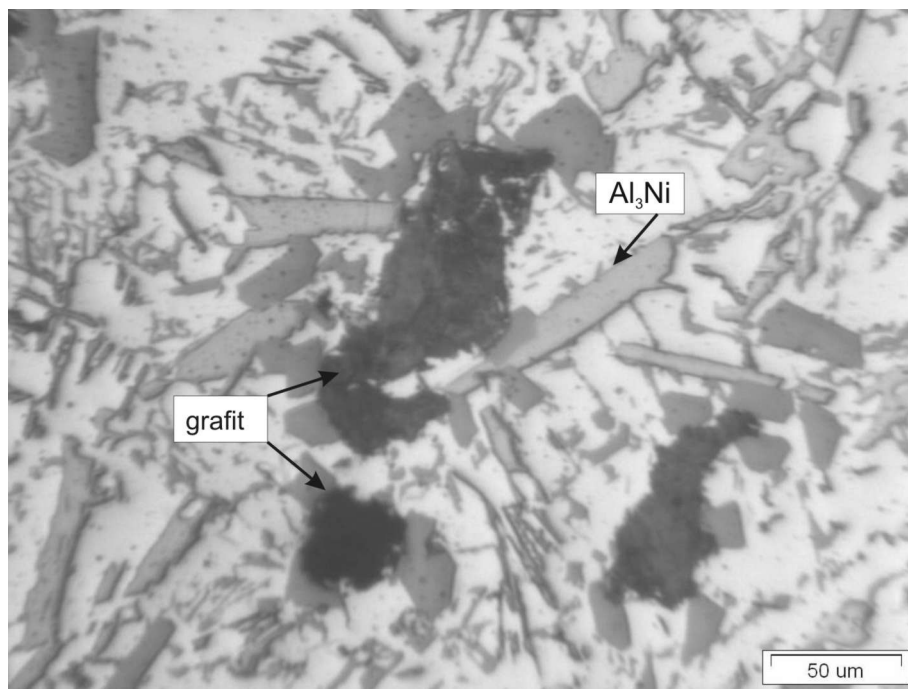
Do najciekawszych właściwości fizycznych cząsteczek fly ash'u możemy zaliczyć niską masę właściwą, wysokie temperatury topnienia i niski współczynnik przewodzenia ciepła [14, 16, 17]. Kompozyty na bazie układu stop aluminium/fly ash mogą stanowić potencjalne rozwiązanie materiałowe w przemyśle, szczególnie w transporcie samochodowym, jako materiał na tłoki silników spalinowych, ze względu na ich niską gęstość i rozszerzalność, podwyższoną odporność na ścieranie i dobre właściwości mechaniczne [16].



Rys. 7. Mikrostruktura stopu AlSi12CuNiMg zbrojona 9% wag. fly ash'u – prasowanie w stanie ciekłym. Na tle eutektyki $\alpha(\text{Al})+\beta(\text{Si})$ widoczne kuliste wydzielania fly ash'u.

Z szerokiej grupy metalowych materiałów kompozytowych na szczególną uwagę zasługują materiały na bazie układu stop aluminium-cząsteczki grafitu (AlSi/Gr). Wysokie właściwości fizyko-chemiczne i eksploatacyjne uzyskuje się dzięki obecności dyspersyjnych cząsteczek grafitu w osnowie aluminiowej (rys. 8) [13,18,19].

Cząstki grafitu w osnowie stopów aluminium znacznie poprawiają również odporność na zjawisko zacierania (antiseizing), prowadzą także do lepszego tłumienia drgań (damping) [20]. Potwierdzeniem tego jest produkcja przez przedsiębiorstwa japońskie kompozytów o osnowie stopów aluminium lub miedzi zawierających do 20% obj. cząsteczek grafitu i posiadających wysoką zdolność tłumienia drgań. Stwierdzono również, iż właściwość ta w wysokiej temperaturze jest bardziej stabilna, niż w przypadku konwencjonalnych stopów pochłaniających drgania, włączając żeliwo. Odporność kompozytów AlSi/Gr na zjawisko zacierania odgrywa szczególnie ważną rolę w momencie startu zimnego silnika lub braku odpowiedniego smarowania.



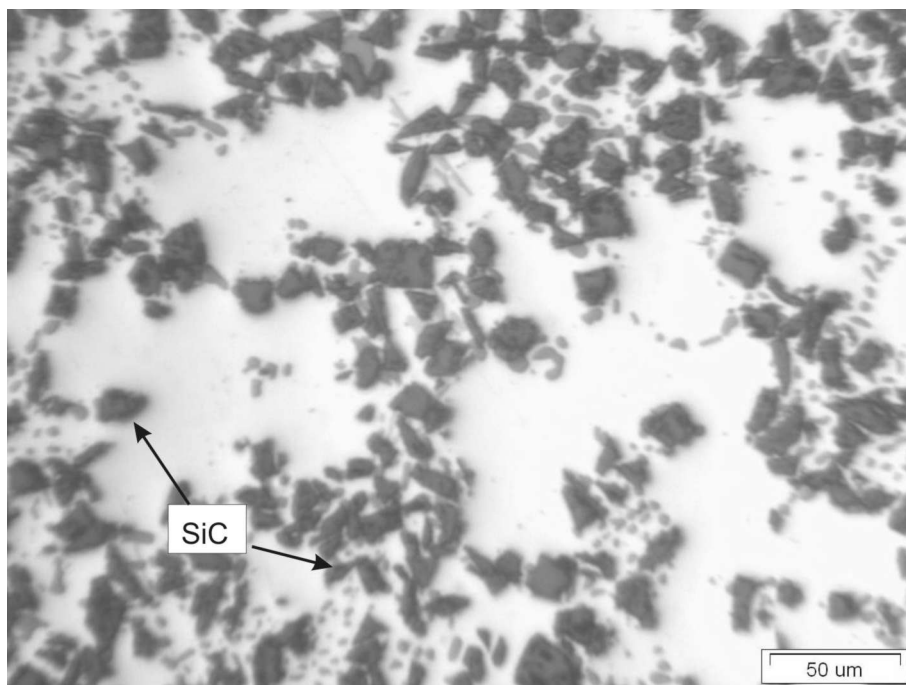
Rys. 8. Mikrostruktura kompozytu A356/Gr. Na tle roztworu stałego krzemu w aluminium $\alpha(\text{Al})$ widoczna jest iglasta eutektyka $\alpha(\text{Al}) + \beta(\text{Si})$ równomiernie rozmieszczona w strukturze, a także cząsteczki grafitu oraz wydzielenia fazy międzymetalicznej Al_3Ni o wydłużonym kształcie.

Odlewane tłoki wysokoprężnych silników spalinowych (Diesla) wykonane z kompozytów Al-Si/Gr w porównaniu ze stosowanymi konwencjonalnymi stopami aluminium czy żeliwem, redukują o 3% jednostkowe zużycie paliwa i o 9% straty mocy silnika spowodowane tarciem [18]. Jest to możliwe wskutek tworzenia się smarującej warstwy grafitu, wysokiej zdolności tłoków kompozytowych do tłumienia drgań i niskiego współczynnika rozszerzalności cieplnej. Wysoka zdolność tłoków Al-Si/Gr do tłumienia drgań eliminuje efekt stuku tłoka i trzepotania pierścieni, zapewnia utrzymanie ciągłej hydrodynamicznej powłoki olejowej, redukującej tarcie pomiędzy pierścieniem a powierzchnią tulei, zmniejszając także zużycie pierścieni tłokowych. Obniżenie masy tłoka stanowiącej z reguły ponad 70% masy części biorących udział w ruchu posuwisto-zwrotnym powoduje zmniejszenie sił masowych wpływających korzystnie na trwałość łożysk korbowodowych i głównych oraz łożyskowania sworznia tłokowego [21].

Koncern Honda stosuje tuleje cylindrowe (włókno cięte 12% Al_2O_3 , 9% grafitu), integralnie połączone z blokiem cylindrowym. Grubość warstwy czarnej

została zredukowana do poziomu 2/3 w porównaniu ze stopem aluminium stosowanym uprzednio, przy zachowaniu tej samej masy. Jednakże w porównaniu z wkładkami żeliwnymi, zmniejszenie masy wynosiło 50%. W istotny sposób poprawiono efektywność chłodzenia [16].

Popularne staje się także zastosowanie aluminiowych kompozytów zbrojonych SiC do produkcji tłoków silników samochodowych [12]. Strukturę o osnowie A359 zbrojoną dyspersyjnie cząsteczkami 20% wag. SiC (materiał F3S.20S) przedstawiono na rys. 9.



Rys. 9. Mikrostruktura kompozytu o osnowie A359 zbrojonego SiC

W strukturze F3S.20S na tle dendrytów roztworu stałego widoczne są cząsteczki fazy zbrojącej SiC oraz eutektyka $\alpha(\text{Al}) + \beta(\text{Si})$. Cząsteczki SiC rozmieszczone są w przestrzeniach międzydendrytycznych, na granicach ziaren roztworu stałego. Obserwowane zjawisko jest znane w literaturze specjalistycznej i nosi nazwę „wypychania” cząsteczek przez rosnące z fazy ciekłej kryształy [16]. Ilość „wypchniętych” cząstek jest funkcją szybkości chłodzenia [22]. Stwierdzono jednak dobry stopień jednorodności rozkładu cząsteczek fazy ceramicznej SiC w całej objętości badanych próbek.

Tłoki kompozytowe wykonane z kompozytu AA332/20 obj.% SiC stosowane są w silnikach 350 hp samochodu Chevrolet [23]. Stosowanie kompozytowych tł-

ków powoduje minimalizację masy tłoka, zwiększenie sprawności mechanicznej silnika oraz zwiększenie niezawodności i trwałości tłoka [24, 25].

Wnioski

Zastosowanie aluminiowych tłoków kompozytowych ma na celu wzrost właściwości mechanicznych, a tym samym wytrzymałości materiału tłoka. Dotyczy to zwłaszcza stref, które pracują w ekstremalnych warunkach: denka i płaszcz tłoka. Kompozytowe tłoki pozwalają na redukcję masy tłoka, lepsze uszczelnienie pary tłok-cylinder, wzrost wytrzymałości zmęczeniowej, wysoką odporność na szoki cieplne, zmniejszenie współczynnika rozszerzalności cieplnej, podwyższoną odporność na zużycie ściernie, korzystne zmiany właściwości mechanicznych zarówno w temperaturze otoczenia jak i w podwyższonych temperaturach. Wpływa to na wzrost właściwości eksploatacyjnych i podniesienie wydajności pracy całego silnika.

Ponadto jak dowodzą badania prezentowane w poz. [3, 24] zastosowanie materiału kompozytowego, pozwala na usytuowanie pierwszego pierścienia uszczelniającego bliżej denka i lepsze uszczelnienie pary tłok-cylinder. Takie rozwiązanie konstrukcyjne wpływa na poprawę jakości spalania, zmniejszenie hałasu i wibracji oraz redukcji masy silnika.

Streszczenie

Dynamiczny rozwój motoryzacji wyznacza nowe kierunki w zakresie inżynierii materiałowej, stawiając konstruktorom i technologom początku XXI wieku potrzebę intensywnego poszukiwania nowych materiałów konstrukcyjnych, zapewniających podwyższenie trwałości eksploatacyjnej elementów składowych silnika. Obserwowana tendencja w motoryzacji do podwyższanie osiągnięć silników wskazuje, że efektywność działania tłoków silników spalinowych zależy w głównej mierze od trwałości materiałów stosowanych do produkcji tych elementów jak i warunków pracy samego silnika. Jednymi z najbardziej perspektywicznych, a zarazem nowoczesnych materiałów są metalowe materiały kompozytowe. W artykule przedstawiono uszkodzenia tłoków silnikowych powstałe w wyniku przeciążeń cieplnych oraz mechanicznych. Ponadto scharakteryzowano mikrostrukturalne właściwości wybranych metalowych materiałów kompozytowych o podstawie stopu aluminium zbrojonych: popiołami lotnymi (fly ash) cząsteczkami grafitu i cząsteczkami SiC (F3S.20S), a także monolitycznego stopu AK12.

Summary

Dynamic development of automotive sector determines new tendencies in the area of material engineering, creating for the engineers and technologists of early

twenty-first century the need for intensive search for new structural materials, providing increased service life of engine components. The observed trend in the automotive industry for increasing engine performance indicates that the effectiveness of the internal combustion engine piston depends largely on the durability of materials used to manufacture this items, as well as on working conditions of the engine itself. One of the most promising, and modern materials are metal composite materials. The paper presents examples of damages to engine pistons caused by thermal and mechanical overload. Microstructural properties of selected metal composite materials with aluminum alloy matrix reinforced with fly ash, graphite particles, SiC particles (F3S.20S) and the monolithic alloy AK12.

Literatura

1. Weroński A., *Zmęczenie cieplne metali*, Przegląd Mechaniczny, 1983, Nr 3, s. 22-25.
2. Weroński A., *Zmęczenie cieplne metali*, Wydawnictwo WNT, Warszawa 1983.
3. Wojciechowski A., *Motoryzacja XXI wieku. Metalowe materiały kompozytowe*. Motor, 2003, Nr 21, s. 68-70.
4. Gardyński L., Weroński A., *Próba podwyższenia odporności na zmęczenie cieplne powierzchni tłoków silników spalinowych*, Inżynieria Materiałowa, 2000, Nr 6, s. 283-288.
5. Gardyński L., *Badania nad podwyższeniem odporności na zmęczenie cieplne tłoków do wysoko doładowanych silników ZS*, Rozprawa doktorska, Politechnika Lubelska, Lublin 1999.
6. Silva F.S., *Fatigue on engine pistons – A compendium of case studies*, Engineering Failure Analysis, 2006, No 13, pp. 480-492.
7. MAHLE, *Części do silników i filtry: zdjęcia wad, przyczyny i ich unikanie*. Dostępny: [http://camisa.com.mx/C12570B3006C0D49/vwContentByUNID/CF2A60A5F6E8B236C12576470056D00B/\\$FILE/Schadensbrosch%C3%B-Cre_polnisch_final.pdf](http://camisa.com.mx/C12570B3006C0D49/vwContentByUNID/CF2A60A5F6E8B236C12576470056D00B/$FILE/Schadensbrosch%C3%B-Cre_polnisch_final.pdf) z dnia 20.02.2011.
8. Ubysz W., *Współczesne silniki samochodowe*, Politechnika Śląska, Gliwice 1996.
9. Niewczas A., *Trwałość zespołu tłok-pierścienie tłokowe-cylinder silnika spalinowego*, WNT, Warszawa 1998.
10. Sahin Y., Özdin K., *Model for the abrasive wear behaviour of aluminium based composites*, Materials and Design, 2008, No 29, pp. 728-733.
11. García-Romero A. M., Egizabal P., Irisarri A. M., *Fracture and fatigue behaviour of aluminium matrix composite automotive pistons*, Applied Composite Materials, 2010, No 17, pp. 15-30.

12. Rao R.N., Das S., *Effect of SiC content and sliding speed on the wear behaviour of aluminium matrix composites*, Materials and Design, 2011, No 32, pp. 1066-1071.
13. Rajaram G., Kumaran S., Srinivasa Rao T., Kamaraj M., *Studies on high temperature wear and its mechanism of Al-Si/graphite composite under dry sliding conditions*, Tribology International, 2010, No 43, pp. 2152-2158.
14. Guo R.Q., Rohatgi P.K., Ray. S., *Casting Characteristic of Aluminium Alloy, Fly Ash Composites*. Transactions of the American Foundrymen's Society, Vol. 104, 1996, pp. 1097-1101.
15. Prabhakarana K., Warriera K. G. K., Rohatgib K., *Preparation of Free Flowing Fly Ash Granules Containing Multifunctional Molecules*, Ceramics International, No. 27, 2001, pp. 749-754.
16. Sobczak J., Sobczak N., Przysaś G., *Zastosowanie materiałów odpadowych w odlewnictwie na przykładzie popiołów lotnych, Stan aktualny i perspektywy zastosowania*, Wyd. Instytutu Odlewnictwa, Kraków 1999.
17. Bieniaś J., Walczak M., Surowska B., Sobczak J., *Microstructure and Corrosion Behaviour of Aluminium Fly Ash Composites*, Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, Vol. 5, No. 2, 2003, pp. 493-502.
18. Bieniaś J., *Analiza wpływu fazy ceramicznej i struktury osnowy na odporność korozyjną kompozytów Al-Si zbrojonych dyspersyjnie grafitem*, Rozprawa doktorska, Politechnika Lubelska, Lublin 2004.
19. Suresha S., Sridhara B. K., *Effect of silicon carbide particulates on wear resistance of graphitic aluminium matrix composites*, Materials and Design, 2010, No 31, pp. 4470-4477.
20. Rohatgi P. K., *Cast Metal-Matrix Composites*. ASM Handbook. Casting, ASM International, Vol. 15, USA 1992.
21. Pietrowski S., *Krystalizacja, struktura i właściwości siluminów tłokowych*, Wyd. Pol. Łódzkiej, Łódź 1999.
22. Sobczak J., *Metalowe materiały kompozytowe. Stan aktualny i perspektywy rozwoju w świetle polityki naukowej, technologii i praktyki przemysłowej Stanów Zjednoczonych*, Wyd. Instytut Odlewnictwa, Kraków 1996.
23. Sobczak J., Wojciechowski A., *Tendencje rozwojowe metalowych materiałów kompozytowych w budowie samochodu*, Instytut Transportu Samochodowego, Warszawa 1999.
24. Rudnik D., *Studium eksperymentalne materiału tłoka kompozytowego do silnika spalinowego*, Autoreferat pracy doktorskiej, Lublin 2001.
25. Walczak M., *Właściwości i zastosowanie aluminiowych kompozytów zbrojonych SiC w budowie samochodu*, I Sympozjum Doktoranckie pt. *Współczesne technologie w Budowie Maszyn*, Zeszyt Politechniki Lubelskiej, Lublin 2002.

Andrzej Niewczas, Daniel Pieniak, Joanna Rymarz

Wybrane problemy rozwoju komunikacji miejskiej na przykładzie miasta Lublin

*[Selected problems of public transport development
on the example of Lublin]*

Wstęp

Lublin to miasto o bogatej przeszłości, której zawdzięcza wyrazistość i tożsamość, a także specyficzne dla swojej lokalizacji uwarunkowania rozwojowe. Wykorzystanie tych walorów w planach funkcjonowania transportu powinno leżeć u podstaw strategicznego programu zrównoważonego rozwoju miasta.

Najważniejsze czynniki rozwoju transportu osobowego w Lublinie to budowa obwodnic jako dróg szybkiego ruchu oraz poprawa jakości połączeń kolejowych z Warszawą. Konieczna jest również rozbudowa oraz poprawa istniejącej miejskiej infrastruktury komunikacyjnej, w szczególności związanej z komunikacją trolejbusową.

Struktura zabudowy w centrum miasta jest korzystna dla dalszego rozwoju komunikacji drogowej. W tym względzie korzystny wpływ mają liczne doliny rzeczne i wąwozy, które zapobiegają nadmiernej zwartości zabudowy. Pewne problemy stwarza układ i skala wielkich osiedli wielorodzinnych oraz nierównomierne rozmieszczenie zgrupowań miejsc pracy. W rezultacie zauważany jest istotny niedobór miejsc pracy w pobliżu stref mieszkaniowych oraz luki w rozwoju wewnętrznej obsługi komunikacji miasta.

W artykule dokonano analizy drogowego transportu miejskiego w Lublinie uwzględniając najważniejsze czynniki, które wpływają na ekonomiczność przewozów i możliwości rozwojowe systemu komunikacyjnego. Największą uwagę zwrócono na uniwersalne cechy transportu publicznego. Uwzględniono również zasady dostosowania warunków przewozu osób do wymogów Unii Europejskiej, a także wpływ czynników demograficzno-społecznych.

W zakresie organizacji i zarządzania transportem miejskim można wyróżnić trzy modele [3]: transport pozbawiony regulacji publicznej, transport poddany regulacji publicznej i realizowany przez jedną firmę monopolistyczną, transport poddany regulacji publicznej i realizowany przez konkurencyjne firmy przewozowe.

Dotychczasowy system transportu w Lublinie nie odpowiada żadnemu z wyżej wymienionych modeli. Funkcjonowanie tego systemu opiera się na regulacji publicznej, ale nie jest realizowane w sposób jednolity dla wszystkich zaangażo-

wanych przewoźników. W Lublinie występuje dwóch przewoźników tzn. Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne (MPK) oraz Autobusowe Konsorcjum Lubelskie (AKL). MPK jest spółką miejską i świadczy swoje usługi na rzecz mieszkańców miasta z uwzględnieniem publicznych obowiązków transportowych, polityki socjalnej i innych czynników jakie miasto musi spełniać w stosunku do swoich mieszkańców. AKL jest konsorcjum zrzeszającym kilkudziesięciu przewoźników prywatnych świadczących usługi transportowe cechujące się jednolitą taryfą przewozową bez uwzględnienia polityki socjalnej i społecznej miasta.

2. System transportu miejskiego

Lublin ma typowy dla większości miast polskich układ komunikacyjny promienisto-pierścieniowy [5]. Układ taki rozwinął się ewolucyjnie w sposób naturalny. Wraz z rozwojem miasta wokół centrum, w którym grupowały się wszystkie najważniejsze dla miasta instytucje, zmienił się układ komunikacyjny z typowo koncentrycznego w promieniowy.

Wykształciły się wyraźne kierunki przejazdów do centrum. Poszczególne dzielnice zaczęły nabierać odrębnego charakteru. Część dzielnic, podobnie jak i w innych miastach stawała się dzielnicami typowo „przemysłowymi”, na obszarze, których grupowały się tylko zakłady przemysłowe, np. Majdan Tatarski, Zadębie, Wrotków, czy Bursaki. Dzielnice te usytuowane są na obrzeżach miasta od strony północnej, wschodniej i południowej. W innych częściach miasta powstawały dzielnice typowo mieszkalne tzw. „sypialniane” takie jak: LSM, Czuby czy Konstantynów [5].

Praktycznie cały ruch z dzielnic tzw. mieszkaniowych do zakładów przemysłowych odbywa się przez centrum miasta. Koniecznością stało się budowanie arterii drogowych, które pozwoliłyby ominąć śródmieście. W konsekwencji tego powstał najpowszechniej spotykany układ sieci transportowej miast polskich promieniu-pierścieniowy. Promienie w tym układzie służą przede wszystkim do transportu pomiędzy centrum, a obsługiwanym obszarem. Pierścienie – obwodnice natomiast zapewniają różnorodność obsługi i pozwalają na redukcję liczby promieni wychodzących z centrum. Obwodnice pełnią również rolę dróg tranzytowych odciążających centrum od ruchu z nim niezwiązanego [5].

System komunalnego transportu publicznego Lublina tworzą dwa podsystemy [2]: sieć linii autobusowych i trolejbusowych. Podsystemy te są zintegrowane. Organizuje i realizuje je Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Spółka z o. o.

MPK w Lublinie ma 240 autobusów różnych marek. Większość z tych autobusów stanowią pojazdy w wieku ok. 12 lat. Według stanu na dzień 30 września 2009 MPK oraz AKL realizują usługi przewozowe na następujących obszarach: miasto Lublin – 60 linii, gmina Jastków – 3 linie, gmina Konopnica – 4 linie, gmina Niemce – 1 linia, gmina Niedrzwica Duża – 1 linia, gmina Głusk – 3 linie, gmina Wólka Lubelska – 2 linie. Oprócz wyżej wymienionych linii autobusowych funk-

cjonuje jeszcze 9 bezpłatnych linii obsługujących hipermarkety, 2 linie sezonowe oraz 3 linie autobusowe nocne.

MPK w Lublinie ma również 65 trolejbusów obsługujących 8 linii. Średni wiek trolejbusów wynosi 17 lat.

Poza wyżej wymienionymi czynnikami funkcjonowanie transportu miejskiego jest kształtowane przez wiele innych uwarunkowań niezależnych od przewoźników oraz władz miasta. Do tej grupy można zaliczyć takie czynniki jak: liczba mieszkańców (ok. 355 tys.), liczba osób w wieku produkcyjnym (ok. 65% ogółu mieszkańców), stopa bezrobocia (ok. 12%), wielkość zatrudnienia w poszczególnych branżach, rozmieszczenie największych zakładów pracy, struktura wiekowa mieszkańców (ok. 66% to osoby w wieku 18-59 lat) czy liczba zarejestrowanych samochodów osobowych.

3. Problemy transportu miejskiego w Lublinie oraz przykłady ich rozwiązania

Największymi problemami transportu miejskiego w Lublinie są: brak odpowiedniej infrastruktury transportowej, niska jakość usług świadczonych przez lubelskie przedsiębiorstwa transportowe, brak jednolitego systemu zarządzania, mała częstotliwość kursowania pojazdów komunikacji miejskiej, brak różnicowania środków transportu.

Wyznaczenie najważniejszych przyczyn złego funkcjonowania transportu jest sprawą zasadniczą dla dalszych rozważań nad poprawą komunikacji w Lublinie. Niska jakość transportu połączona z małą częstotliwością kursowania wiąże się z brakiem odpowiedniej infrastruktury drogowej. Sytuacja ta wymusza na przewoźnikach wyznaczanie linii transportowych przez centrum miasta. Sytuacja ta wiąże się z innym negatywnym czynnikiem, którym jest nakładanie się kierunków linii, co samo w sobie generuje wysokie koszty. Od grudnia 2009 r. walorem transportu miejskiego w Lublinie jest utworzenie niezależnego od przewoźnika odpowiedniego organu zarządzającego i organizującego transport publiczny. Do tej pory zadania związane z zarządzaniem w całości realizowane były przez jednostki MPK Lublin. Generowało to dodatkowe koszty dla tego przedsiębiorstwa. W wyniku tych zmian rola MPK ograniczona została do przewożenia pasażerów. Niska jakość transportu jest powodowana także przez brak ustalonych reguł w doborze marek pojazdów i ich typów. Kolejnym mankamentem jest brak rozporządzeń określających wiek pojazdu, po którym powinien być on wycofany z eksploatacji.

Obecnie MPK Lublin Sp. z o.o. świadczy usługi przewozowe w odniesieniu do 80% rynku, natomiast pozostałe przewozy realizują przewoźnicy prywatni wyłonieni z przetargu. Jak wynika z danych MPK oraz z ocen niezależnych ekspertów, przychody ze sprzedaży biletów wyniosły w 2008 r. około 56,6 mln zł., zaś dofinansowanie przez miasto poprzez wykup przejazdów ulgowych i bezpłatnych (emeryci,

renciści, bezrobotni, młodzież szkolna i studenci) wyniosła ok. 14,9 mln zł. Z tytułu świadczenia usług przewozowych poza miastem 6 gmin dofinansowało miejską komunikację kwotą 270 tys. zł. W lubelskiej komunikacji miejskiej w 2008 r. zrealizowanych zostało prawie 18,8 mln wozokilometrów, z czego na MPK Lublin przypadało ponad 15,7 mln wozokilometrów, tj. 84% pracy eksploatacyjnej.

Reasumując, można wysnuć następujące wnioski:

Przewoźnik „MPK Lublin” posiada ponad 80% rynku przewozowego i funkcjonuje na zasadzie firmy transportowej, a jego zakres działania został ograniczony do roli przewoźnika.

Do najważniejszych zadań, jakie należałoby spełnić jest stałe doskonalenie współpracy MPK z Zarządem Transportu Miejskiego, pełniącego funkcję regulatora rynku. Jest to bardzo ważne, ponieważ organ zarządzający realizuje politykę władz miasta odpowiedzialnych za zapewnienie potrzeb przewozowych mieszkańcom i jest niezależny od uwarunkowań wewnętrznych przedsiębiorstwa transportowego. Decydent w tym modelu stanowi „strefę sterującą”. Do jego zadań należy: ustalanie poziomu cen biletów, ustalanie wysokości dotacji, ustalanie zakresu usług, wyznaczanie kierunku rozwoju transportu [3]. Ponadto w „sferze sterującej” realizowane są również następujące zadania:

- prowadzenie badań rynku usług komunikacyjnych,
- planowanie tras przewozowych, przystanków i węzłów komunikacyjnych,
- opracowywanie rozkładów jazdy,
- przygotowanie rozwiązań taryfowo-biletowych,
- sprzedaż biletów i kontrola biletowa,
- ustalenie potrzebnego poziomu dotacji,
- ogłaszanie przetargów i zawieranie umów z przewoźnikami,
- nadzór, dyspozycja, i kontrola realizacji przewozów,
- badanie rentowności linii komunikacyjnych,
- utrzymywanie przystanków,
- prowadzenie inwestycji infrastrukturalnych,
- informacja i marketing.

Ważnym zadaniem do wykonania w Lublinie jest rozwój komunikacji trolejbusowej i to nie tylko ze względów ekonomicznych, ale również ze względu na możliwość poprawy wizerunku miasta. Lublin podjął wieloletni program rozwoju komunikacji trolejbusowej do 2013 roku. Główne etapy tego programu stanowią [1]:

- modernizacja i przebudowa istniejącej sieci i podstacji zasilających,
- wydłużenie sieci komunikacyjnej na bazie rezerw mocy z istniejących podstacji,
- nowe trasy trakcji trolejbusowej z budową nowych podstacji.

W czasie całego okresu modernizacji i rozbudowy sieci trakcyjnej planuje się zakupić kilkadziesiąt sztuk nowych trolejbusów.

Nowy, całościowy system komunikacji miejskiej powinien spełnić tzw. „warunek krótkich linii”. Spowoduje to zwiększenie mobilności transportowej miasta, stworzy możliwość włączania nowych linii oraz zwiększy częstotliwości kursowania pojazdów. Warunkiem powstania takiego systemu jest podjęcie inwestycji, do których należą:

- wybudowanie dworca przesiadkowego w centrum miasta,
- utworzenie linii autobusowych łączących dzielnice i osiedla mieszkaniowe z tym dworcem,
- utworzenie linii autobusowych obwodowych kursujących w relacji: dzielnica mieszkaniowa – dzielnica przemysłowa (z pominięciem centrum),
- wprowadzenie priorytetu dla komunikacji zbiorowej w centrum miasta.

Zapewnienie pełnej mobilności dworca przesiadkowego będzie możliwe poprzez powiązanie go z siecią trakcji trolejbusowej ukierunkowanej na centrum miasta oraz obrzeżne dzielnice mieszkaniowe [4]. Do realizacji tych ambitnych zobowiązań planuje się zakup kilkudziesięciu sztuk nowych trolejbusów. Minusami wprowadzenia CNG w komunikacji autobusowej są wysokie koszty budowy i utrzymania stacji tankowania gazu, w tym koszty sprężania gazu. Największą zaletą CNG jest natomiast jego niska cena. Jest to ważne dla przedsiębiorstwa o niskiej rentowności, jakim jest MPK.

W Polsce istnieją przykłady zastosowania CNG w komunikacji miejskiej. Od roku 2003 autobusy zasilane CNG użytkowane są w MPK Rzeszów, gdzie istnieje już stacja tankowania. Innym rozwiązaniem autobusu ekologicznego dla komunikacji miejskiej może być wprowadzenie napędu hybrydowego. Szczegółne znaczenie miałyby to dla Lublina – miasta, w którym wiele linii autobusowych skupia się w centrum miasta.

Podsumowanie

Dobry system komunikacji zbiorowej jest niezbędnym warunkiem rozwoju ogólnego Lublina. Aktualny stan komunikacji miejskiej w Lublinie jest niezadowolający.

Autorzy rozważają, że konieczny jest równoległy rozwój komunikacji autobusowej i trolejbusowej. W centralnych dzielnicach miasta priorytetem powinno się stać wprowadzenie komunikacji trolejbusowej. Wpłynie to w znaczący sposób na ograniczenie emisji toksycznych składników spalin w centrum miasta. Bardzo potrzebnym wydaje się również wprowadzenie „szczytowych” przyspieszonych linii autobusowych wzdłuż głównych tranzytowych tras komunikacyjnych miasta.

Streszczenie

W artykule przedstawiono analizę i ocenę perspektyw rozwoju systemu komunikacji miejskiej w Lublinie. Opisano możliwości rozwojowe miasta. Szczególną

uwagę zwrócono na zasady dostosowania taboru do wymogów Unii Europejskiej w zakresie ochrony środowiska, a także na wpływ czynników demograficzno – społecznych. Uwzględniono infrastrukturę techniczną komunikacji w Lublinie (zajezdnie, obiekty użytkowe przedsiębiorstwa i przystanki, trakcje trolejbusowe) oraz układ linii komunikacji autobusowej oraz trolejbusowej.

Przedstawiono również konkretne propozycje rozwiązań rozwojowych: rozwój trakcji trolejbusowej, budowę dworców przesiadkowych, rozwój komunikacji autobusowej oraz pro-pozycje wprowadzenia nowych ekologicznych źródeł zasilania autobusów komunikacji miejskiej.

Słowa kluczowe: transport miejski, problemy transportu miejskiego.

Summary

The paper presents analysis and evaluation of development prospects for public transport system in Lublin. The possibilities of the city's development were described. Particular attention was paid to the rules of adjustment of rolling stock to the EU requirements in the field of environmental protection, as well as the influence of demographic and social factors. The analysis takes into account the technical infrastructure of public transport in Lublin (depots, utility buildings, bus stops, and trolleybus traction) and bus and trolleybus line system. Some proposals of development solutions were also presented: development of trolleybus traction, construction of transfer stations, development of bus services and introduction of new environmentally friendly drivetrains of urban buses.

Keywords: city transport, problems of urban transport.

Bibliografia

1. MPK Lublin. *Komunikacja Miejska w Lublinie, projekt zmian – strategia rozwoju trakcji trolejbusowej w Lublinie w latach 2005-2013*, Lublin, MOK Lublin 2004.
2. MPK Lublin. *Zintegrowany plan rozwoju transportu publicznego w Lublinie w latach 2005-2013*, Lublin, MOK Lublin 2005.
3. Rydzkowski R., Wojewódzka-Król K., *Transport*, Warszawa, PWN 2010.
4. Szadkowski M., *Komunikacja miejska w Lublinie, projekt zmian – system dworców przesiadkowych*, Lublin, MPK Lublin 2000.
5. Wrzołek A., *System transportu zbiorowego w Lublinie – analiza aktualnego stanu, projekt modernizacji*, Lublin 2004.
6. Wyszomirski O., Gromadzki M., *System transportu zbiorowego w Lublinie – analiza aktualnego stanu, projekt modernizacji*, Gdynia-Lublin 2004.
7. Gaca S. Suchorzewski W., Tracz M., *Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka*, WKiŁ, Warszawa 2009.

Anna Pieniak, Andrzej Niewczas

Wybrane uregulowania prawne Unii Europejskiej w transporcie drogowym

[Selected European Union legislation in road transport]

Wstęp

Transport drogowy w Unii Europejskiej wytwarza około 28% emisji CO₂, głównie gazu cieplarnianego, ale pomimo wywoływania negatywnych skutków na środowisko stanowi kluczową rolę w życiu gospodarczym i społecznym. W związku z powyższym, jednym z celów polityki transportowej UE jest ograniczenie zużycia paliwa, obniżenia emisji spalin oraz stosowanie paliw alternatywnych. Ma temu służyć ujednolicenie przepisów technicznych, podatkowych oraz rozwój zrównoważonego transportu.

Aby promować zrównoważony transport drogowy należy zmniejszyć negatywne oddziaływanie transportu, w szczególności zatory, które utrudniają mobilność, zanieczyszczenie, które wywołuje szkody dla zdrowia i środowiska, oraz wpływ działalności transportowej na zmiany klimatyczne. Wymogi ochrony środowiska muszą zostać ponadto włączone do procesu określania i realizacji polityki Wspólnoty w innych dziedzinach, w tym wspólnej polityki transportowej¹. Skutecznym sposobem wdrożenia w życie wyżej wymienionych postulatów jest zasada „zanieczyszczający płaci”.

1. Zasada „zanieczyszczający płaci”. Wyjaśnienie pojęcia

Prawo Ochrona Środowiska w Unii Europejskiej tworzy katalog zasad, które służą ujednoliceniu prawodawstwa w tym zakresie a także formułują wytyczne dla polityki na rzecz ochrony środowiska. Wśród tych zasad możemy wymienić m.in. zasadę „zapewnianie wysokiego poziomu ochrony środowiska”, zasadę „prewencji z regułą przezorności”, zasadę „zanieczyszczający płaci” oraz zasadę „likwidacja szkód u źródła”.

¹ Rezolucja legislacyjna Parlamentu Europejskiego z dnia 11 marca 2009 r., w sprawie wniosku dotyczącego dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniającej dyrektywę 1999/62/WE w sprawie pobierania opłat za używanie niektórych typów infrastruktury przez pojazdy ciężarowe COM (2008) 0436 – C6-0276/2008 2008/0147(COD).

Zasada „zanieczyszczający płaci” została uregulowana w art. 191 ust. 2 TWE² zgodnie z którym, „polityka Unii w dziedzinie środowiska stanowi sobie za cel wysoki poziom ochrony, z uwzględnieniem różnorodności sytuacji w różnych regionach Unii. Opiera się na zasadzie ostrożności oraz na zasadach działania zapobiegawczego, naprawiania szkody w pierwszym rzędzie u źródła i na zasadzie zanieczyszczający płaci”. Jednakże punktem wyjściu do stworzenia podstaw prawnych tej zasady były zalecenia Rady m.in. 75/436/EWG, które określały, że odpowiedzialne za powstanie zanieczyszczeń osoby fizyczne lub prawne muszą ponieść koszty działań koniecznych do usunięcia zanieczyszczeń czy do zmniejszenia ich w sposób zgodny z przestrzeganymi normami lub równoważnymi wymaganiami określonymi przez organy władzy publicznej³.

Zasada „zanieczyszczający płaci” oznacza, że sprawcy szkód w środowisku powinni ponosić koszty zapobiegania tym szkodom lub naprawiania ich skutków. Tak więc w większości przypadków nie powinno mieć miejsca publiczne finansowanie polityki środowiskowej, bowiem płacić za nią powinni sprawcy zanieczyszczeń, jeśli tylko uda się ich zidentyfikować. Innymi słowy zasada ta nakłada na podmiot działający na szkodę środowiska pełną odpowiedzialności, w tym i materialną, za skutki zanieczyszczenia. Ten obowiązek ma nakłonić sprawców zanieczyszczenia do korzystania z nowych technologii, które będą w znacznie mniejszym stopniu ingerowały w środowisko.

Zasada „zanieczyszczający płaci” w transporcie drogowym odnosi się w szczególności do opłat pobieranych za używanie infrastruktury drogowej oraz kosztów zewnętrznych transportu drogowego. Ma ona zachęcić podmioty prowadzące działalność transportową do używania pojazdów, które mniej niszczą infrastrukturę drogową oraz emitują mniej zanieczyszczeń do atmosfery.

2. Zasada „zanieczyszczający płaci” w przepisach dyrektyw UE

Obecnie obowiązujące przepisy prawa zawarte dyrektywie 2006/38/WE⁴ regulują, iż ochrona środowiska naturalnego w sektorze transportu drogowego oparta została na zasadzie „użytkownik płaci” z możliwością zastosowania zasady „zanieczyszczający płaci”. Zasada „użytkownik płaci” daje państwom członkowskim podstawę prawną do wprowadzenia opłat, które mają stanowić rekompensatę za zniszczenia spowodowane w środowisku. Głównym zobowiązaniem nałożonym

² wg wcześniejszej numeracji art. 174 ust 2; nowa numeracja wprowadzona została tekstem jednolitym ogłoszonym w Dziennik Urzędowy C 83 z 30 marca 2010 po wejściu w życie traktatu lizbońskiego.

³ D. Denis, *Odpowiedzialność zanieczyszczającego w ustawie o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie*, Kwartalnik Prawa Publicznego nr 3-4 2008 r.

⁴ Dyrektywa 2006/38/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. zmieniająca dyrektywę 1999/92/WE w sprawie pobierania opłat za używanie niektórych typów infrastruktury drogowej przez pojazdy ciężarowe.

na przewoźników drogowych jest opłata za przejazd. Jej wysokość jest uzależniona od pokonanej odległości i ma się przyczynić do odzyskania kosztów związanych z budową, eksploatacją, utrzymaniem i rozwojem danej infrastruktury drogowej. Dodatkowymi czynnikami, które mogą wpływać na wysokość takiej opłaty mogą być normy emisji spalin dla pojazdów ciężarowych oraz poziom natężenia ruchu. Jednocześnie dyrektywa 2006/38/WE nie stwarza wystarczających podstaw prawnych do korzystania z zasady „zanieczyszczający płaci”. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest blokowanie przez obowiązującą dyrektywę możliwości wprowadzania zróżnicowanych opłat w zależności od wpływu pojazdu na środowisko.

Komisja Europejska w roku 2008 przedstawiła projekt nowelizacji dyrektywy 2006/38/WE. Głównym założeniem jest stworzenie instrumentów prawnych, które będą lepiej chronić środowisko naturalne i zdrowie obywateli oraz rozwijać ekologiczny transport. Wniosek Komisji zakłada, iż obowiązująca zasada „użytkownik płaci” zostanie wzmocniona przez wdrożenie zasady „zanieczyszczający płaci”. Zasada ta umożliwi wprowadzenie do porządku prawnego zróżnicowanych opłat w zależności od wpływu pojazdu na środowisko. Dzięki czemu przyczyni się to do tego, iż transport drogowy będzie bardziej przyjazny dla środowiska naturalnego.

Głównym założeniem zasady „zanieczyszczający płaci” jest internalizacja kosztów zewnętrznych. A jej wdrożenie będzie możliwe dzięki wprowadzeniu opłaty z tytułu kosztów zewnętrznych pobieranej w ramach opłaty za przejazd.

3. Koszty zewnętrzne transportu drogowego

Regulacje prawne w zakresie transportu drogowego Unii Europejskiej zmierzają w kierunku zrównoważonego transportu. Dlatego dąży się do zmniejszenia negatywnych skutków działalności transportu, takich jak zatory komunikacyjne, zanieczyszczenia powietrza, emisje hałasu. Wymienione czynniki ujemnie oddziałujące na środowisko naturalne można zdefiniować jako koszty zewnętrzne transportu drogowego.

Koszty zewnętrzne są to koszty ponoszone przez otoczenie wskutek działalności jakiegoś czynnika. Często używa się tego terminu w odniesieniu do różnych środków transportu. Tak też podczas gdy transport drogowy i kolejowy nie wydają się na pierwszy rzut oka znacznie różnić pod względem kosztów, to po dodaniu skutków jakie oba wywierają na środowisko, zdrowie ludzi, czy infrastrukturę opłacaną przez państwo, różnica znacząco rośnie na niekorzyść transportu drogowego. Aby uwzględnić koszty wywierane na środowisko państwa wprowadzają podatki ekologiczne, lub inaczej „opłaty za gospodarcze korzystanie ze środowiska”. Opłaty te mają w założeniu promować czyste technologie, które wywierają mniejszy wpływ na środowisko naturalne, i karać te przedsiębiorstwa, które emitują wszelkiego rodzaju zanieczyszczenia do środowiska naturalnego⁵.

⁵ www.wikipedia.org definicja kosztów zewnętrznych.

Koszty zewnętrzne transportu nie są ponoszone przez użytkowników ale przez podmioty nie uczestniczące w tym obrocie. Można użyć tu stwierdzenia, iż koszty te są ponoszone przez ogół społeczeństwa a ich oszacowanie jest bardzo trudne ze względu na ich różnorodność. Do głównych czynników kosztów zewnętrznych w transporcie drogowym zalicza się zanieczyszczenie powietrza, wody i gleby, emisję hałasu, wypadki komunikacyjne, zajętość terenu oraz zmiany klimatyczne.

Aby zmniejszyć negatywne oddziaływanie transportu drogowego na środowisko, należy dążyć do stworzenia takich instrumentów prawnych, które zmuszą państwa członkowskie do stosowania zasady internalizacji kosztów zewnętrznych. W praktyce podmioty prowadzące działalność transportową ponoszą jedynie koszty związane z bieżącym działalnością tj. koszty związane z eksploatacją pojazdu jak paliwo, ubezpieczenie. Oprócz tych kosztów przewoźnicy drogowi generują koszty zewnętrzne, jak np. opóźnienia innych użytkowników transportu z powodu zatorów komunikacyjnych, problemy ze zdrowiem spowodowane hałasem i zanieczyszczeniem środowiska oraz w perspektywie długoterminowej wpływ emisji gazów cieplarnianych na zmiany klimatyczne⁶. Jednocześnie za generowanie tych kosztów nie ponoszą odpowiedzialności finansowej. Dzieje się to dlatego, iż państwa członkowskie nie mają dostatecznych instrumentów prawnych do ich wyegzekwowania. Obecnie obowiązująca dyrektywa 2006/38/WE uniemożliwia stosowanie zróżnicowanych opłat drogowych w zależności od generowanych kosztów zewnętrznych. Zezwala na stosowanie zróżnicowanych opłat po warunkiem, że są odzyskiwane wyłącznie koszty infrastruktury drogowej. Ustalając wysokość takiej opłaty bierze się pod uwagę jedynie koszt budowy i eksploatacji oraz koszt utrzymania i rozwoju danej infrastruktury. Natomiast pomija się koszty zanieczyszczeń spowodowanych ruchem drogowym czy koszty zatorów. Jednocześnie obowiązująca dyrektywa blokuje stosowanie opłaty za przejazd, przez co obciążenia przewoźników drogowych są nie wystarczające do internalizacji kosztów zewnętrznych transportu drogowego.

Internalizacji kosztów zewnętrznych ma służyć specjalnie opracowana strategia (COM (2008) 435) oraz wniosek Komisji Europejskiej w sprawie zmiany dyrektywy o „eurowinietach”⁷. Głównym celem tych inicjatyw jest stworzenie powszechnie obowiązującego modelu obliczania kosztów zewnętrznych oraz ustanowienia ram prawnych, umożliwiających państwom członkowskim obliczanie i dywersyfikację opłat za użytkowanie infrastruktury w zależności od zanieczyszczenia powietrza, hałasu i nasilenia ruchu w związku z transportem. Opłaty te

⁶ Strategia na rzecz wdrożenia internalizacji kosztów zewnętrznych. Komunikat Komisji Parlamentu Europejskiego, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów COM (2008) 435 wersja ostateczna, Bruksela 2008.

⁷ Dyrektywa 1999/92/WE w sprawie pobierania opłat za używanie niektórych typów infrastruktury przez pojazdy ciężarowe, określa wielkość opłat i obciążeń za korzystanie, przez pojazdy ciężarowe o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5 ton oraz autobusy, z autostrad, dróg ekspresowych, mostów, tuneli, przełęczy górskich.

będą stanowiły zachętę do korzystania z ekologicznych pojazdów oraz wybierania mniej zatłoczonych tras, a co z kolei przyczyni się do bardziej efektywniejszego wykorzystania infrastruktury drogowej. Ponadto Komisja Europejska proponuje „aby wszystkie dodatkowe przychody z tej części opłaty za przejazd, która związana jest z zanieczyszczeniem i zatorami, była przeznaczona na działalność mającą na celu zapewnienie bardziej zrównoważonego transportu, a tym samym leżące w interesie Wspólnoty i przynoszące długoterminowe korzyści wszystkim użytkownikom transportu”⁸.

Podsumowanie

Wprowadzenie zamian do dyrektywy 2006/38/WE zgodnie z wnioskiem Komisji Europejskiej (COM (2008) 436) przyczyni się do rozwijania zasady „zanieczyszczający płaci” w transporcie drogowym. Dzięki temu możliwa będzie m.in. internalizacja kosztów zewnętrznych, zróżnicowanie opłat infrastrukturalnych, które odzwierciedlą koszty związane z ochroną środowiska, hałasem, zatorami drogowymi i ochroną środowiska. Ponadto przychody z opłaty, zgodnie z postulatami zawartymi we wspomnianym wniosku, zostaną przeznaczone na rozwój alternatywnych rodzajów transportu tj. działania badawcze i rozwojowe w zakresie bardziej ekologicznych pojazdów, nową infrastrukturą dla użytkowników transportu oraz zmniejszenie u źródła zanieczyszczenia spowodowanego przez transport drogowy.

Streszczenie

W artykule przedstawiono zagadnienia związane z wdrażaniem i rozwojem zasady „zanieczyszczający płaci” w transporcie drogowym. Wykazano, iż zasada ta ma szczególne znaczenie dla ochrony środowiska, a jej praktyczne zastosowanie będzie możliwe dzięki proponowanym przez Komisję Europejską zmianom w przepisach dyrektywy 1999/62/WE w sprawie pobierania opłat za używanie niektórych typów infrastruktury przez pojazdy ciężarowe.

Podstawą właściwego zastosowania zasady „zanieczyszczający płaci” jest między innymi internalizacja kosztów zewnętrznych, zróżnicowany system opłat za korzystanie z infrastruktury. Odzwierciedlają one koszty związane z zanieczyszczeniem powietrza, hałasem oraz zatorami komunikacyjnymi. Ponadto przewoźnicy drogowi powinni uczestniczyć w pokrywaniu kosztów operacyjnych i inwestycyjnych danej infrastruktury drogowej. W artykule wskazano, iż dzięki

⁸ Wniosek Komisji Europejskiej w sprawie zamiany dyrektywy 1999/62/WE w sprawie pobierania opłat za używanie niektórych typów infrastruktury przez pojazdy ciężarowe COM (2008) 436 wersja ostateczna, Bruksela 2008.

wprowadzeniu w życie tej zasady państwa członkowskie zdobędą środki na pokrycie negatywnych skutków transportu w środowisku naturalnym.

Słowa kluczowe: transport drogowy, zasada „zanieczyszczający płaci”.

Summary

The article presents issues related to the implementation and development of the “polluter pays” principle in road transport. It was shown that this principle is of particular importance for the protection of the environment, and its practical application will be made possible by the European Commission's proposed changes in the provisions of Directive 1999/62/EC on the charging for the use of certain infrastructures by commercial vehicles.

The basis for the proper application of the “polluter pays” principle, among others, the internalisation of external costs, and the differentiated charging system for the use of infrastructure. They reflect the costs associated with air pollution, noise and congestion. In addition, road transport operators should participate in covering operating costs and replacement of the given road infrastructure. The article indicates that with the implementation of this principle, EU member states will get funds to cover the negative effects of transport on the environment.

Key words: road transport, principle „polluter pays”.

Literatura

1. Rezolucja legislacyjna Parlamentu Europejskiego z dnia 11 marca 2009 r., w sprawie wniosku dotyczącego dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniającej dyrektywę 1999/62/WE w sprawie pobierania opłat za używanie niektórych typów infrastruktury przez pojazdy ciężarowe COM (2008) 0436 – C6-0276/2008 2008/0147(COD).
2. wg wcześniejszej numeracji art. 174 ust 2; nowa numeracja wprowadzona została tekstem jednolitym ogłoszonym w Dziennik Urzędowy C 83 z 30 marca 2010 po wejściu w życie traktatu lizbońskiego.
3. D. Denis, *Odpowiedzialność zanieczyszczającego w ustawie o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie*, „Kwartalnik Prawa Publicznego” nr 3-4 2008 r.
4. Dyrektywa 2006/38/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. zmieniającą dyrektywę 1999/92/WE w sprawie pobierania opłat za używanie niektórych typów infrastruktury drogowej przez pojazdy ciężarowe.
5. www.wikipedia.org definicja kosztów zewnętrznych.
6. Strategia na rzecz wdrożenia internalizacji kosztów zewnętrznych. Komunikat Komisji Parlamentu Europejskiego, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów COM (2008) 435 wersja ostateczna, Bruksela 2008.

7. Dyrektywa 1999/92/WE w sprawie pobierania opłat za używanie niektórych typów infrastruktury przez pojazdy ciężarowe.
8. Wniosek Komisji Europejskiej w sprawie zamiany dyrektywy 1999/62/WE w sprawie pobierania opłat za używanie niektórych typów infrastruktury przez pojazdy ciężarowe COM (2008) 436 wersja ostateczna, Bruksela 2008.

Józef Stokłosa

Zarządzanie ryzykiem w łańcuchach transportowych

[Risk management in a transport chains]

Wstęp

Współpraca i współdziałanie uczestników łańcuchów logistycznych – dostawców, producentów, pośredników, odbiorców – zapewnia efektywność i niezawodność ich funkcjonowania. Wychodząc z takich przesłanek istotną cechą logistycznych systemów jest niezawodność. Zarządzanie niezawodnością łańcucha logistycznego rozpoczyna się już na etapie jego projektowania i organizacji, kiedy to uwzględnia się podstawowe czynniki i kryteria niezawodności i wyznacza optymalne zasady funkcjonowania ogniw systemu logistycznego w różnorodnych warunkach. Zarządzanie niezawodnością, kontynuowane jest oczywiście, w czasie działania łańcucha logistycznego. Ważna jest przy tym stała kontrola procesów logistycznych zachodzących wewnątrz łańcucha logistycznego, aby nie doprowadzić do obniżenia poziomu niezawodności jego funkcjonowania.

Zapewnienie właściwego poziomu niezawodności łańcucha logistycznego stanowi często poważny problem, ponieważ warunki w których funkcjonują elementy łańcucha dostaw są niestabilne. Na ogniwa łańcucha logistycznego funkcjonującego w realnych warunkach, coraz częściej w ramach międzynarodowego podziału pracy, oddziałują czynniki zależne zarówno od samej organizacji łańcucha i jej ogniw – tzw. czynniki wewnętrzne, oraz czynniki niezależne od struktury i organizacji ogniw logistycznych – czynniki zewnętrzne [10]. Oddziaływanie tych czynników stanowi ryzyko funkcjonowania łańcuchów logistycznych. Analiza i oszacowanie ryzyka umożliwia takie zarządzanie łańcuchami dostaw które to ryzyko minimalizuje.

1. Ryzyko w systemach logistycznych

W literaturze przedmiotu można znaleźć wiele definicji ryzyka. Najczęściej pojęcie ryzyka określane jest jako połączenie szkody i jej następstw. Pojęcie ryzyka zawiera w sobie nie tylko obiektywną składową, którą próbuje się analizować i oceniać ilościowo ale również i składową subiektywną. Ta ostatnia, w pewnym stopniu wyjaśnia przyczynę różnic w pojmowaniu ryzyka oraz szerokiego zakresu problematyki z nim związanej, od niezaakceptowania nawet niewielkiego ryzyka do pełnego lekceważenia ryzyka katastroficznego.

Jako miara zagrożenia często występuje indywidualne rozumienie pojęcia ryzyka, a nie jego realna wielkość. Wysokie ryzyko często jest akceptowalne przez człowieka, jeżeli on sam jest w stanie podjąć decyzję o tym, czy narażać się na ryzyko czy też nie. Ogromne znaczenie ma również stopień wiarygodności tego, kto podaje informacje o ryzyku.

Słownik oxfordzki określa ryzyko jako prawdopodobieństwo zagrożenia, niekorzystnych następstw, strat itd. Słownik Webstera również podkreśla negatywne następstwa, możliwości strat, szkody lub zniszczenia [7].

W literaturze pojęcie ryzyko oznacza oszacowanie nieprzewidywalnego zdarzenia, jego wielkość. Lub – ryzyko – możliwość wystąpienia negatywnych, niepożądanych skutków pewnych działań lub zdarzeń. Ryzyko – niepożądane, nieoczekiwane wyniki działań lub zdarzeń [2, 3, 4, 6, 9].

Z punktu widzenia niezawodności ryzyko można określić jako prawdopodobieństwa wystąpienia strat materialnych. Ryzyko można przestawić jako kombinację (połączenie) prawdopodobieństwa (możliwości) wystąpienia niekorzystnego zdarzenia i jego następstw.

W ogólnym przypadku jest to funkcjonal [4]:

$$R=[(p_1, c_1), (p_2, c_2), \dots, (p_n, c_n)] \quad (1)$$

gdzie:

p_i – prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia,

c_i – następstwo wystąpienia zdarzenia,

Ogólne wyrażenia ryzyka można zapisać jako [4]:

$$R=[(p_i, o_i, u_i, cs_i, po_i), \dots, (p_n, o_n, u_n, cs_n, po_n)] \quad (2)$$

gdzie:

p_i – prawdopodobieństwo,

o_i – następstwa (zdarzenia),

u_i – znaczenie (doniosłość) zdarzenia,

cs_i – scenariusz zdarzenia,

po_i – system w którym zdarzenie miało miejsce.

2. Klasyfikacja ryzyka w łańcuchach logistycznych

Klasyfikacja ryzyka sprowadza się do podziału ryzyk na kategorie w zależności od przyjętego kryterium. Wybór kryteriów zależy od zadań, celów i właściwości analizowanych systemów. W zależności od stopnia szczegółowości przyjętego kryterium można mówić o [9]:

- ogólnej klasyfikacji ryzyka,
- szczegółowej klasyfikacji ryzyka.

Jako kryteria takiej klasyfikacji występują ogólne dla wszystkich rodzajów ryzyka charakterystyki.

W charakterze ogólnej klasyfikacji ryzyka, jako kryteria mogą występować:

1. Źródła, przyczyny zagrożeń,

- antropogenne - związane z działalnością człowieka,
- naturalne – związane z katastrofami i żywiołami przyrodniczymi niezależne od działalności człowieka,
- socjogenne – związane z socjalnymi zachowaniami człowieka,
- technogenne – związane z funkcjonowaniem systemów technicznych, systemów transportowych, systemów logistycznych,
- kombinowane – antropogenne oraz technogenne,
- wewnętrzne – związane z działalnością konkretnej firmy; np. operatora logistycznego, operatora transportu intermodalnego, (nieprawidłowo wypełnione dokumenty, wysłanie dostawy niekompletnej itp.),
- zewnętrzne – generowane zewnętrznymi zjawiskami występującymi poza obszarem działania przedsiębiorstwa; (np. wzrost kongestii na drogach utrudnia dostawy w określonym harmonogramem czasie, naprawa torów powoduje czasowe zamknięcia szlaków również wydłuża się czas dostawy),

2. Obiekty zagrożeń,

- socjalno-polityczne – w charakterze zagrożenia występują wzajemne stosunki w społeczeństwie – można mówić o następujących ryzykach:
- indywidualne,
- kolektywne (zbiorcze),
- ogólnospołeczne,
- wewnątrzpolityczne,
- ekonomiczne.

3. Poziomy (skala) zagrożeń – z punktu widzenia geograficznego:

- lokalne,
- regionalne,
- globalne.

4. Zależności czasowe,

a) stopień działania chwilowego czynnika:

- bezterminowe
- krótkoterminowe,
- długoterminowe.

b) zależność ryzyka w funkcji czasu:

- statyczne,
- dynamiczne.

c) czas wykrycia i likwidacji następstw zdarzeń:

- krótkoterminowe,

- średnioterminowe,
 - długoterminowe.
5. Regularność lub typowość – za kryterium klasyfikacji może posłużyć określenie na ile jest to ryzyko typowe i regularne dla danego systemu. Można tu wydzielić:
- fundamentalne ryzyko, t.j. ryzyko z natury swojej charakterystyczne dla danego obiektu,
 - sporadyczny lub sezonowe ryzyko t.j. nieregularne ryzyko wywołane rzadkimi zjawiskami (ryzyko, którego prawdopodobieństwo wystąpienia jest małe)
 - czyste ryzyko, którego rezultat zależy tylko od negatywnych następstw,
 - ryzyko spekulacyjne – rezultat zależy zarówno od negatywnych jak i pozytywnych następstw.
6. Charakterystyki oddziaływania z innymi rodzajami ryzyka – w realnej rzeczywistości zazwyczaj ryzyka występują nie oddzielnie lecz, jako całokształt kilku zdarzeń, nierzadko taka zależność ma znaczenie kluczowe, ponieważ ryzyka mogą się wzajemnie osłabiać lub wzmacniać. Za kryterium można w tym wypadku wyznaczyć stopień rozprzestrzeniania się ryzyka. Stąd:
- masowe ryzyka charakterystyczne dla typowych (standardowych) obiektów,
 - unikalne ryzyka,
- Biorąc pod uwagę kryterium generowania łańcucha następstw można mówić o:
- ryzyku pierwotnym, bezpośrednio związanym z negatywnym zdarzeniem,
 - ryzyku wtórnym – uwarunkowanym wystąpieniem ryzyka pierwotnego.
7. Charakterystyki skali ryzyka – pojęcie skali ryzyka związane jest po pierwsze z częstotliwością występowania ryzyka, a po drugie z rozmiarami następstw zdarzeń. Jako kryterium można wydzielić:
- częstotliwość wystąpienia negatywnych zdarzeń:
 - zdarzenia występujące rzadko,
 - zdarzenia występujące ze średnią częstotliwością
 - zdarzenia występujące często.
 - rozmiar następstw wystąpienia ryzyka:
 - małe,
 - średnie,
 - wysokie.
- Według kryterium akceptowalności:
- nieakceptowane,
 - akceptowalne ze znacznymi ograniczeniami,
 - akceptowalne bez ograniczeń.
8. Możliwości swobody wyboru;
- niewymuszone,
 - wymuszone.

9. Charakterystyki stopnia oszacowania i prognozowania ryzyka – według tego kryterium można mówić o ryzykach:

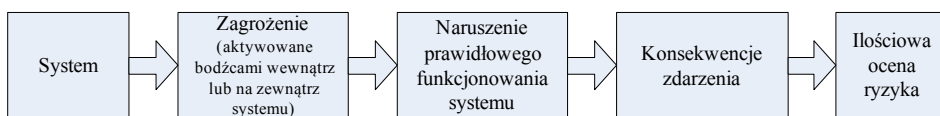
- przewidywalnym – można ich przewidzieć, ale niemożliwe jest dokładne określenie ich wystąpienia,
- nieprzewidywalnym,

W przypadku ryzyka przewidywalnego jego analiza związana jest z pozyskaniem niezbędnej informacji ilościowej wyrażonej w formie wielkości liczbowych oraz jakościowej w postaci określenia zachowania się systemu lub obiektu.

3. Analiza ryzyka systemów

System można zdefiniować jako obiekt składający się z wzajemnie zależnych elementów i całkowicie określony za pomocą modeli deterministycznych [3]. Wyrażenie zdeterminowany oznacza, że system może być opisany w sposób jawny i nie występuje nieokreśloność w jego architekturze. Opisanie systemu bazuje na jego funkcjonalnych zależnościach. Nierzadko system może być podzielony na szereg podsystemów. Poznanie ryzyka opiera się na zastosowaniu metod analitycznych na poziomie systemu uwzględniających komponenty i podsystemy i uwzględniających prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń oraz konsekwencje tych zdarzeń. Wykorzystuje się przy tym zarówno ilościowe jak i jakościowe metody, aby oszacować prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyk oraz ich następstwa. Rezultaty analizy ryzyka wykorzystuje się w podejmowaniu decyzji w oparciu o zasadę „koszty – korzyści” [8].

Zależności pomiędzy architekturą systemu, zagrożeniami oraz konsekwencjami wystąpienia ryzyk w czasie funkcjonowania systemu przedstawia rys.1.



Rys. 1. Zależność pomiędzy ryzykiem, zdarzeniami spowodowanymi wystąpieniem ryzyka oraz konsekwencjami [5].

Ocena ryzyka to proces, w którym modeluje się ryzyko systemu i następnie ocenia ilościowo. Analiza i ocena ryzyka zakłada identyfikację zdarzeń, ocenę prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń oraz ocenę następstw zaistniałych zdarzeń.

Ocena ryzyka – proces w którym ryzyka systemu określa się ilościowo. Ocena ryzyka zawiera w sobie ocenę jakościowych i ilościowych danych w celu wykorzystania ich do zarządzania ryzykiem.

Analiza i ocena ryzyka zakłada identyfikację zagrożeń, ocenę probabilistyczną zdarzeń i ocenę ich konsekwencji. W rezultacie otrzymuje się odpowiedzi na pytania:

- co niekorzystnego może się zdarzyć,
- jakie jest prawdopodobieństwo wystąpienia niekorzystnego zdarzenia,
- jakie mogą być następstwa zdarzenia.

Odpowiedzi na te pytania możliwe są dzięki wykorzystaniu różnorodnych metod oceny ryzyka.

Proces oceny ryzyka zakłada wykorzystanie istniejących już doświadczeń które miały miejsce w przeszłości z podobnymi systemami znanych modeli oceny ryzyka oraz zbiorów danych zgromadzonych w czasie eksploatacji analizowanych systemów [4]. Rys.2 przedstawia typowy schemat metodologii zarządzania ryzykiem systemu technicznego, łańcucha logistycznego.

Metodologia składa się z kilku kroków:

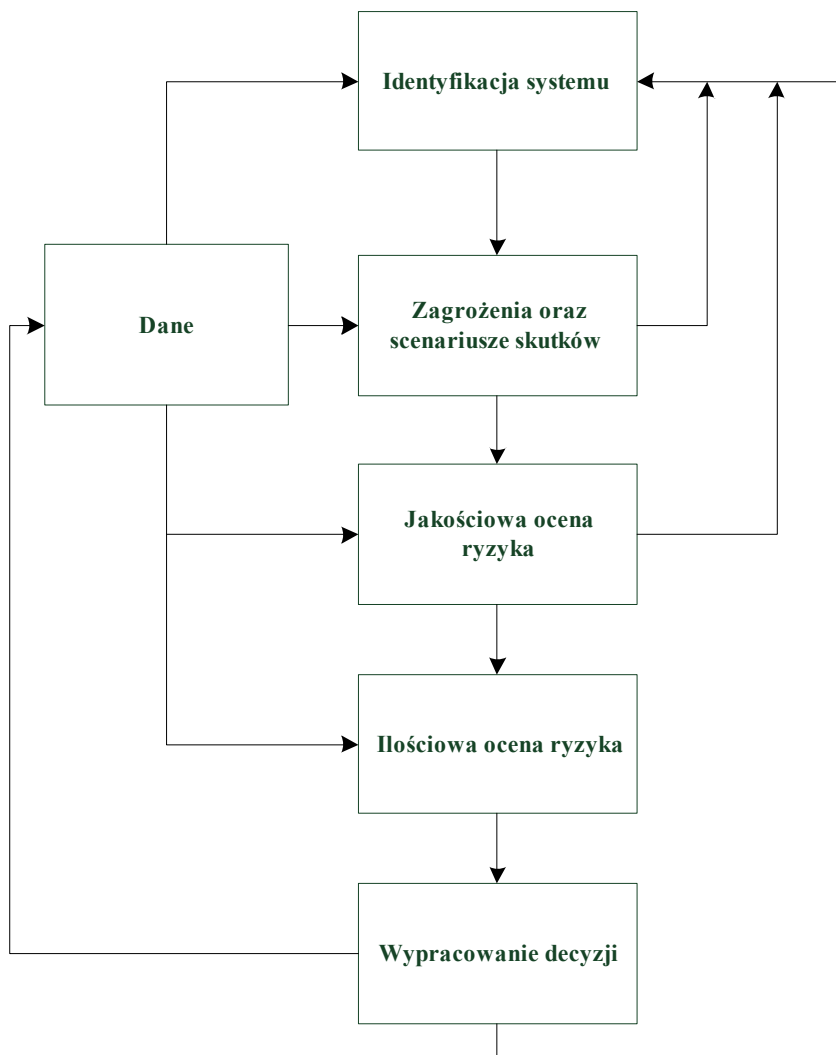
1. zdefiniowanie systemu oraz celów i kryteriów analizy,
2. analiza zagrożeń, określenie scenariuszy niekorzystnych zdarzeń, uszkodzeń lub awarii,
3. zgromadzenie danych,
4. jakościowa ocena ryzyka,
5. ilościowa ocena ryzyka,
6. zarządzanie systemem poprzez zapobieganie wystąpieniu ryzyka oraz osłabienia następstw niekorzystnych zdarzeń.

Efekty wystąpienia ryzyka w systemach, łańcuchach logistycznych można ocenić na kilka sposobów [1]:

- w oparciu o ranking kryteriów ważności (tab.1),
- na podstawie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia (tab. 2),

Tab. 1. Ocena wystąpienia ryzyka w oparciu o ranking kryteriów ważności [1]

Ranga	Opis
Nieznaczny 1	Brak wyraźnych efektów
Niski 2 3	Niezauważalny, brak efektów Słabo zauważalny, słabe efekty
Średni (4-6)	Znaczące efekty
Wysoki (7-8)	Zdecydowanie znaczące efekty
Ekstremalny (9-10)	Ekstremalne efekty



Rys. 2. Typowa metodologia oceny ryzyka [3]

Tab. 2. Ocena wystąpienia ryzyka na podstawie prawdopodobieństwa zdarzenia [1]

Ranga	Opis
10	Kontrola nie jest w stanie wykryć awarii lub naruszenia prawidłowego funkcjonowania systemu
Bardzo niski	
9	Kontrola, prawdopodobnie nie wykryje awarii lub naruszenia prawidłowego działania systemu
Niski	
7-8	Kontrola ma niewielkie szanse na wykrycie awarii lub naruszenia prawidłowego działania systemu
Średni	
5-6	Kontrola może wykryć istnienie naruszenia prawidłowego działania systemu
wysoki	
3-4	Kontrola ma duże szanse na wykrycie awarii lub naruszenie prawidłowego działania systemu
Bardzo wysoki	
1-2	Kontrola na pewno wykryje istnienie defektu, awarię lub naruszenie prawidłowego działania systemu

Ryzyko może być ocenione i przedstawione również w oparciu o tzw. macierz ryzyka, co pozwala na wstępną subiektywną, jakościową ocenę probabilistyczną zdarzeń i następstw tych zdarzeń. Macierz ryzyka jest to dwuwymiarowe przedstawienie prawdopodobieństw wystąpienie niekorzystnych zdarzeń w prawidłowym funkcjonowaniu systemu i następstw tych zdarzeń. Macierz ryzyka może być wygodnym narzędziem w celu przedstawienia poglądowego ryzyka. Macierz ryzyka można traktować, jako odrębne narzędzie lub też, jako pierwszy etap ilościowej oceny ryzyka. Probabilistyczna charakterystyka ryzyka może być sformułowana w oparciu o kategorie przedstawione w tab. 3, natomiast charakterystyka następstw zdarzeń – w oparciu o kategorie zawarte w tab. 4.

Tab. 3. Kategorie probabilistyczne wykorzystywane w macierzach ryzyka [4]

Kategoria	Opis	Zakres prawdopodobieństwa
A	Możliwe (Likely)	$\geq 0,1$
B	M mało prawdopodobne (Unlikely)	$\geq 0,01$
C	Bardzo mało prawdopodobne	$\geq 0,001$
D	Wątpliwe (Doubtful)	$\geq 0,0001$
E	Nieprawdopodobne (High unlikely)	$\geq 0,00001$
F	Wyjątkowo nieprawdopodobne (Extremely unlikely)	$\geq 0,000001$

Przykład macierzy ryzyka przedstawia tab.5. Każda komórka wypełniona została w oparciu o subiektywne pojmowanie poziomu ryzyka. Przyjęto w tym przykładzie trzy poziomy ryzyka: niski Low (L), średni Medium (M) oraz wysoki High (H). Poziomy te można przyrównać odpowiednio jako pomijalne ryzyko, akceptowalne ryzyko i nieakceptowalne ryzyko.

Tab. 4. Przykład kategorii następstw stosowanych w macierzach ryzyka [4]

Kategoria	Opis
I	Katastroficzne (Catastrophic)
II	Istotne Major)
III	Poważne (Serious)
IV	Niezbýt istotne (Significant)
V	Nieznaczące (Minor)
VI	Nieistotne (None)

Tab. 5. Przykład macierzy ryzyka [4]

Kategorie ryzyka	A	L	M	M	H	H	H
	B	L	L	M	M	H	H
	C	L	L	L	M	M	H
	D	L	L	L	L	M	M
	E	L	L	L	L	L	M
	F	L	L	L	L	L	L
		VI	V	IV	III	II	I
	Kategorie następstw						

4. Analiza ryzyka w kolejowych przewozach ładunków masowych

W łańcuchu logistycznym towarów masowych transportem kolejowym występują straty obniżające efektywność całego procesu. W analizowanym procesie możemy systematyzować następujące ryzyka:

- naruszenie zasad technicznych warunków załadunku,
- przestoje wagonów na bocznicach przedsiębiorstwa w czasie przygotowania i załadunku,
- przeładowanie wagonów,
- uszkodzenia, zniszczenia, kradzież w czasie transportu.
- Wymienione ryzyka można podzielić na dwie grupy:
- pierwsza grupa ryzyka spowodowana jest współdziałaniem przedsiębiorstwa produkcyjnego i operatora kolejowego,
- druga grupa uzależniona jest od technologii stosowanych w przedsiębiorstwie.

Dążenie do wzrostu efektywności funkcjonowania łańcuchów transportowo-logistycznych powoduje powstanie zadania zarządzania ryzykiem w czasie procesu załadunku i rozładunku oraz przewozu towarów masowych transportem kolejowym, przy czym zadanie zarządzania ryzykami pierwszej grupy ma znaczenie priorytetowe.

Minimalizacja większości ukazanych wyżej ryzyk możliwa jest dzięki prawidłowo zaprojektowanym i zautomatyzowanym frontom ładunkowym, przy czym funkcje celu projektowanych systemów mogą być różne w zależności od przetwarzanej masy towarowej.

Ryzyka związane z stratami w czasie transportu zależne są od stanu wagonów podstawianych operatorem kolejowym pod załadunek, rodzajami ładunków, długością trasy.

Rozwiązaniem problemu może być opracowanie procedur, w których jednoznacznie zdefiniowano:

- zasady wyznaczania masy ładunku,
- wartości dopuszczanych odchyłek przy ważeniu masy towarowej,
- zasady określania ubytków masy towarowej na bocznicach w trakcie załadunku i rozładunku oraz w czasie procesu przewozowego,
- procedury kontroli dokładności pomiarów.

Tab. 6. Klasyfikacja ryzyka w przewozie towarów masowych koleją

Pierwsza grupa		Druga grupa	
Nazwa ryzyka	Możliwe straty	Nazwa ryzyka	Możliwe straty
Przestoje wagonów na bocznicach kolejowych przedsiębiorstwa produkcyjnego z różnych przyczyn, łącznie z ich niesprawnością	Kary za przestoje wagonów	Przyjmowanie masy własnej wagonu według danych producenta a nie na podstawie każdorazowego ważenia	Różnica pomiędzy masą rzeczywistą a masą przyjmowaną na podstawie danych producenta może wynieść nawet 500 kg, co przy załadunku np. 10 wagonów na dobę przedsiębiorstwo może utracić 100 ton ładunku
Przeładowanie wagonów spowodowane brakiem wag kolejowych na bocznicach przedsiębiorstwa	Kary za przestoje wagonów wykryte w procesie transportu. Koszty napraw wagonów w procesie transportu w wyniku ich przeładowania	Niedoładowanie wagonów	Straty finansowe spowodowane opłatami taryfowymi przy niedoładowanych wagonach
Naruszenie technicznych warunków procesu ładunkowego	Jak wyżej	Straty w czasie transportu	Usypka ładunku na tory, pretensje odbiorców
Uszkodzenie częściowe lub całkowite ładunku, kradzież ładunku	Do całkowitej wartości ładunku		

Wnioski

Zarządzanie ryzykiem powinno mieć charakter planowy i celowy, to znaczy działania w tym kierunku nie powinny być podejmowane bardziej lub mniej sporadycznie, lecz systematycznie i długofalowo. Proces ten wymaga także integracji przedsięwzięć realizowanych w ramach kompleksowego systemu zarządzania łańcuchem dostaw. Z punktu widzenia zarządzania łańcuchem dostaw podstawowym zadaniem minimalizowania ryzyka jest uwzględnienie poziomów ryzyka w konfigurowaniu łańcucha dostaw oraz zwiększanie zaufania i dostępnej informacji w relacjach między partnerami.

Streszczenie

Łańcuchy transportowo-logistyczne narażone są na różnorakie ryzyka oddziałujące zarówno od wewnątrz i spowodowane m.in. niewłaściwą organizacją, błędami personelu itp. oraz ryzyka oddziałujące ze strony środowiska zewnętrznego otaczającego systemy transportowe, czy szerzej systemy logistyczne. Określenie ryzyka, jego analiza ilościowa i jakościowa pozwala na bardziej efektywne i skuteczne zarządzanie łańcuchami transportowymi. W pracy scharakteryzowano ryzyko w systemach transportowych, przedstawiono metody oceny ryzyka. Na przykładzie procesu przewozu towarów masowych transportem kolejowym przedstawiono metodologię analizy i oceny ryzyka.

Słowa kluczowe: ryzyko w łańcuchach transportowych, analiza ryzyka, ocena ryzyka, zarządzanie ryzykiem, niezawodność łańcuchów transportowych.

Summary

Transport and logistics chains are exposed to various risks affecting both from within and due to inadequate organization, personnel errors, etc., and the risk from the external environment surrounding the transport systems, or wider – logistic systems. The calculation of risk, its quantitative and qualitative analysis allows for more efficient and effective management of transport chains. The study characterized the risk in transport systems, the methods of risk assessment were also shown. On the example of the rail transport of bulk goods a methodology of analysis and risk assessment was presented.

Keywords: risk in transport chain, risk evaluation, risk management, reliability of transport chains.

Literatura

1. Ansell J., Wharton F. *Risk, Analysis, Assessment and Management*, Wiley, 1992.
2. ASME CRTD 20-1, “*Risk Based Inspection – Development of Guidelines: Volume 1, General Document*”, Research Report CRTD Volume 20-1, Center for Research and Technology Development, American Society of Mechanical Engineers, New York, 1991.
3. Ayyub B. M., *Critical Asset & Portfolio Risk Analysis*, The Infrastructure Security Partnership (TISP) Congress, Arlington, VA, March 28, 2007.
4. Ayyub B. M., *Risk Analysis In Engineering and Economics*, Chapman & Hall/CRC 2003.
5. Emelinda M., *Parentela Risk Modeling For Commercial Goods Transport*, Final Report, California State University, Long Beach, Department of Civil Engineering, Long Beach, CA 90840-5101.
6. Fuchs H., Wohinz J.W., *Risk management In Logistics Systems*. *Advances In Production Engineering & Management*, 4 (209)4 pages 233-242.
7. Michalopoulos E., Georgiou A. C., Paparrizos K., *Risk-Based Decision Making And Risk Management Of European Union Regional Programs*, *Yugoslav Journal of Operations Research* 18 (2008), Number 1, 75-94.
8. Modarres, M., Kaminsky, M., and Kristov, V., *Reliability Engineering and Risk Analysis – A Practical Guide*, Marcel Dekker Inc., New York, 1999.
9. Waters D., *Supply Chain Risk Management. Vulnerability and Resilience in Logistics*. Kogan Page Limited, London 2007.
10. *Understanding Supply Chain Risk, A Self-Assessment Workbook*, Cranfield University, Cranfield School of Management, Centre for Logistics and Supply Chain Management, Cranfield, Bedford, United Kingdom, 2003, <http://www.cranfield.ac.uk/som/scr>.

Przemysław Stpiczyński

Hybrydowy system obliczeniowy z akceleratorami GPU

[A hybrid computing system with GPU accelerators]

Wstęp

Konstrukcja komputerów oraz klastrów komputerowych o dużej mocy obliczeniowej wiąże się z istnieniem problemów obliczeniowych, które wymagają rozwiązania w akceptowalnym czasie. Pojawianie się kolejnych typów architektur wieloprocessorowych oraz procesorów zawierających mechanizmy wewnętrznej równoległości stanowi wyzwanie dla twórców oprogramowania. W ciągu ostatnich czterech dekad wielokrotnie zmieniały się podstawowe trendy w konstrukcji architektur komputerów równoległych. W latach siedemdziesiątych komputery równoległe to przede wszystkim różne konstrukcje kategorii SIMD (ang. *single instruction stream multiple data stream*) [7]. W latach osiemdziesiątych królowały superkomputery MIMD [7] z procesorami wektorowymi (ang. *multiple instruction stream multiple data stream*). Lata dziewięćdziesiąte to czas klastrów komputerowych z węzłami SMP (ang. *symmetric multiprocessing*) w architekturze NUMA (ang. *non-uniform memory access*). Początek wieku XXI przyniósł wzrost wydajności typowych procesorów „z półki”, technologia HT (ang. *hyper-threading*), procesory wielordzeniowe (ang. *multi-core*) oraz obliczenia na kartach graficznych o architekturze CUDA (ang. *Compute Unified Device Architecture*) [3]. Dziś popularne stają się systemy hybrydowe wyposażone w procesory wielordzeniowe oraz urządzenia obliczeniowe o bardzo dużej liczbie rdzeni (ang. *many-core*, karty graficzne w architekturze Fermi). Wydaje się, że w ciągu kilku lat upowszechnią się klastry z węzłami hybrydowymi.

Procesory kart graficznych (GPU) są wielordzeniowymi układami (setki rdzeni, ang. *many-core*) obliczeniowymi, które są w stanie zarządzać pracą wielu tysięcy wątków, których zadaniem jest przetwarzanie (zwykle) prostych danych. Teoretyczna moc obliczeniowa współczesnych kart GPU jest wielokrotnie większa niż moc obliczeniowa współczesnych procesorów „kilkurdzeniowych”, co ilustruje tabela 1.

Tab. 1. Wydajność (GFLOPS) procesorów GPU i CPU dla algorytmu mnożenia macierzy kwadratowych 8192x8192 w pojedynczej (float) i podwójnej (double) precyzji

IGPU / CPU	float	double
GTX260 (GPU)	321	68
C2050 (GPU)	637	303
XEON quadcore (CPU)	84	43

Przykładowym systemem hybrydowym jest komputer wyposażony w następujące elementy istotne z punktu widzenia prowadzenia obliczeń:

- Procesor Intel Core i7 (4 rdzenie, hyper-threading, 2.93GHz)
- Pamięć RAM DDR3 24 GB
- Dwie karty GPU NVIDIA Tesla C2050 (łącznie 896 rdzeni)
- Dwa dyski SATA 1TB

Przedstawimy podstawowe założenia dotyczące architektury GPU oraz podstawowe założenia dotyczące tworzenia efektywnych programów równoległych w architekturze CUDA oraz standardzie OpenCL.

2. Architektura CUDA

Na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych XX wieku pewne systemy komputerowe (Cray T3D, MasPar, CM-2) realizowały ideę obliczeń równoległych ukierunkowanych na równoległe przetwarzanie dużej ilości danych (ang. *data-parallel computing*) przy pomocy wielu prostych, działających równoległe procesorów. Stanowiło to kontrast z popularniejszym podejściem równoległości zadań obliczeniowych (ang. *task-parallel computing*), które pod koniec lat dziewięćdziesiątych „zwyciężyło” (głównie za sprawą komputerowych klastrów, które okazały się znacznie tańsze i prostsze w programowaniu oraz eksploatacji).

W ostatnich latach to nieco zapomniane podejście „ożyło” za sprawą architektury CUDA opracowanej przez firmę NVIDIA. CUDA umożliwia wykorzystanie procesorów kart graficznych do obliczeń ogólnego przeznaczenia. Przedstawimy teraz najważniejsze cechy architektury CUDA, które są istotne z punktu widzenia programisty oraz decydują o jej popularności:

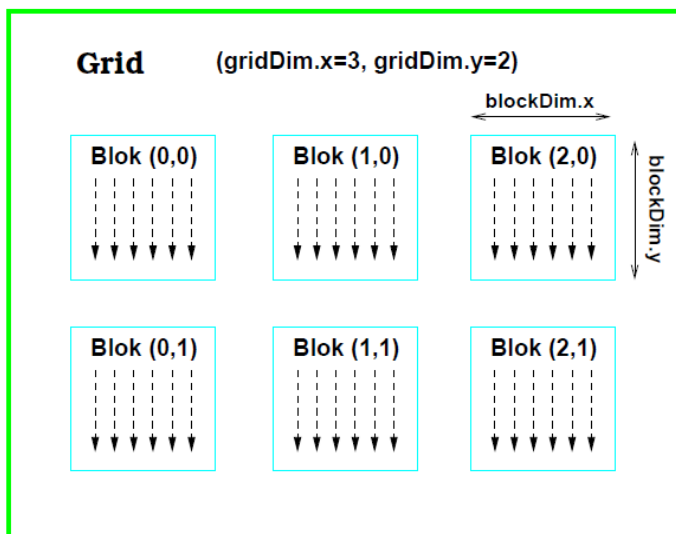
- cena GPU jest relatywnie niska w stosunku do ich mocy obliczeniowej,
- procesory GPU charakteryzują się stosunkowo niskim zużyciem energii (również w stosunku do ich mocy obliczeniowej),
- na komputerach wyposażonych w GPU możliwa jest stosunkowo prosta realizacja obliczeń heterogenicznych CPU+GPU,
- język programowania obliczeń heterogenicznych CPU+GPU w architekturze CUDA to C/C++ z niewielkimi specyficznymi rozszerzeniami.

Model programowania architektury CUDA, zwany również SIMT (ang. **Single Instruction Stream, Multiple Threads**), zakłada, że GPU jest koprocesorem przeznaczonym do wykonywania pewnych obliczeń, przy czym:

- GPU (zwany również *computing device*) jest koprocesorem wspomagającym „tradycyjny” procesor komputera (ang. *host CPU*) przeznaczonym do wykonywania pewnych obliczeń (zwykle na dużej ilości danych),
- GPU posiada swój własny system pamięci (ang. *device memory*),
- uruchomienie programu następuje z poziomu komputera (ang. *host*), w którym zainstalowano GPU,
- program wykonywany na GPU składa się z wielu wątków, które są grupowane w bloki, zaś ich tworzeniem i zarządzaniem zajmuje się GPU,
- podstawowy kod wątku (ang. *kernel*) jest funkcją w języku C/C++,
- wątki w ramach bloku mogą:
- synchronizować swoje działanie,
- komunikować się poprzez szybką wspólną pamięć,
- bloki wątków mogą być wykonywane w dowolnym porządku i tworzą sieć (ang. *grid*).

Rysunek 1 ilustruje podstawowe koncepcje dotyczące wątków, bloków oraz gridów (siatek bloków). Bloki wątków mogą być maksymalnie trójwymiarowe, zaś gridy maksymalnie dwuwymiarowe. Rozmiar gridu, bloku, identyfikacja bloków w ramach gridu oraz wątków w ramach bloku jest realizowana w kodzie kernela przy pomocy zmiennych **gridDim**, **blockDim**, **blockIdx** oraz **threadIdx** typu **dim3**, który jest strukturą z polami **x**, **y**, **z**, przy czym:

- rozmiar gridu określają (**gridDim.x**, **gridDim.y**),
- identyfikator bloku w ramach gridu określają (**blockIdx.x**, **blockIdx.y**, **blockIdx.z**),
- rozmiar bloku określają (**blockDim.x**, **blockDim.y**, **blockDim.z**),
- identyfikator wątku w ramach bloku określają (**threadIdx.x**, **threadIdx.y**, **threadIdx.z**).



Rys. 1. Grid, bloki i wątki

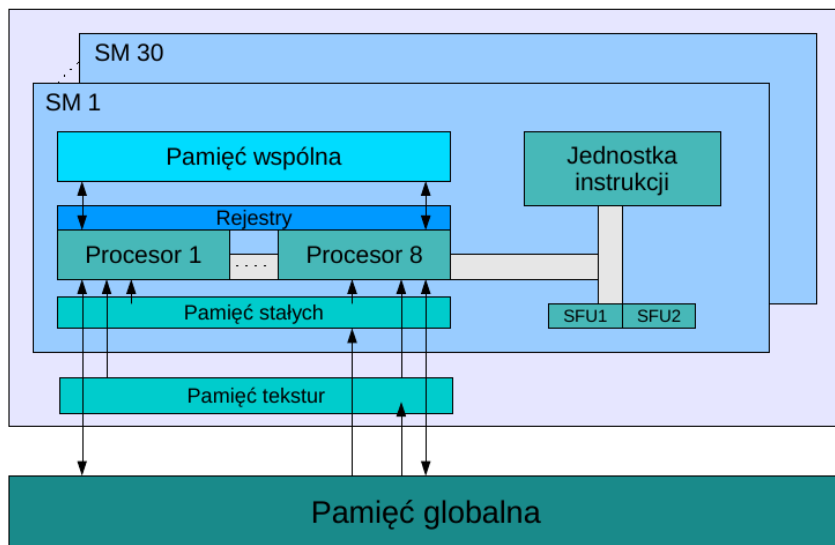
Przedstawione wyżej cechy architektury CUDA mają na celu ukrycie przed programistą dość skomplikowanej architektury GPU, którą przedstawia rysunek 2. Jednak z punktu widzenia programisty istotne jest identyfikowanie poszczególnych elementów systemu pamięci GPU. W obliczeniach ogólnego przeznaczenia wykorzystuje się następujące rodzaje pamięci:

- **globalną**, która charakteryzuje się dużym rozmiarem, ale wolnym dostępem (możliwość zapisu i odczytu, pamięć podręczną (ang. *cache*) wprowadzono dopiero w najnowszej architekturze Fermi),
- **lokalną**, która jest wykorzystywana na lokalne zmienne wątku (rejstry lub obszar pamięci globalnej), możliwość odczytu i zapisu,
- **wspólną**, która jest dostępna dla wątków w ramach pojedynczego bloku (nie-wielki rozmiar 16KB, w architekturze Fermi 48KB, bardzo szybki dostęp, możliwość odczytu i zapisu).

Możliwe jest również wykorzystanie dwóch rodzajów pamięci *tylko do odczytu* z poziomu GPU. Pamięć tekstur oferuje specjalne tryby adresowania dla tablic, zaś pamięć stałych charakteryzuje się szybkim dostępem z poziomu GPU, zaś zapis odbywa się z poziomu programu hosta.

Z punktu widzenia efektywności dostępu do pamięci globalnej należy realizować łączony (ang. *coalesced*). Dane odczytywane przez kolejnych szesnaście wątków muszą się mieścić w bloku o rozmiarze 64 (dla danych 4-bajtowych) oraz 128

(dla danych 8-bajtowych) bajtów. Wówczas taki blok może być odczytany w trakcie jednego odwołania do pamięci



Rys. 2. Architektura CUDA

Najnowsza architektura GPU – NVIDIA Fermi oferuje kilka ulepszeń w stosunku do „klasycznej” architektury CUDA. Główne różnice to:

- znacznie lepsza wydajność w podwójnej precyzji,
- multiprocesor zawiera 32 rdzenie,
- większy rozmiar pamięci podręcznej (48KB),
- *cache* dla pamięci globalnej,
- nowe tryby kopiowania pomiędzy pamięcią hosta i karty,
- możliwość jednoczesnego wykonywania wielu kerneli.

3. Programowanie architektury CUDA

Kernel jest definiowany przy użyciu odpowiedniego specyfikatora, który wskazuje, czy będzie on wykonywany na hoście, czy też urządzeniu. Dopuszczalne specyfikatory to:

__global__ – kernel uruchamiany z hosta i wykonywany na urządzeniu,
__device__ – kernel uruchamiany z poziomu innego kernela (wykonywanego) na urządzeniu, przeznaczony do wykonania na urządzeniu, może zwracać wartość,

__host__ – funkcja uruchamiana z hosta i przeznaczona do wykonania na hoście (często stosowany w połączeniu z **__device__**, tak by wygenerowane zostały dwie wersje danej funkcji).

Poniżej pokazano przykładowe kernele.

```
// Kernel wykonywany na „CUDA device”

__global__ void square_array(float *a, int N)
{
    int idx = blockIdx.x * blockDim.x + threadIdx.x;

    if (idx < N) a[idx] *= a[idx];
}

// Kernel wykonywany na „CUDA device” oraz hoście
__host__ __device__ float f(float x) {
    return exp(x*x) * cos(x);
}
```

Wywołanie kernela **host** oraz **device** odbywa się w sposób analogiczny do wywołania funkcji w C/C++. Wywołanie kernela **global** wymaga podania parametrów opisujących strukturę gridu bloków oraz strukturę bloku wątków. Jest to realizowane następująco:

```
nazwa-kernela<<<opis-gridu, opis-bloku>>>(parametry-
wywołania-kernela);
```

Opis gridu oraz bloku stanowią zmienne typu `dim3` albo w przypadku, gdy blok oraz grid są jednowymiarowe – wartości całkowite określające liczbę wątków w bloku oraz liczbę bloków tworzących grid. Przykładowe wywołanie kernela wyspecyfikowanego jako `global` wygląda następująco:

```
int block_size=128;

int n_blocks = N/block_size + (N%block_size == 0 ?
0:1);

square_array <<< n_blocks, block_size >>> (a_d, N);
```

Parametr **N** to przekazywana wartość (rozmiar problemu), zaś **a_d** to wskaźnik do danych alokowanych wcześniej w pamięci urządzenia. Ogólnie parametry

wywołania kernela są kopiowane do pamięci urządzenia. Wywołanie kernela jest asynchroniczne. Sterowanie wraca do miejsca wywołania natychmiast po zainicjowaniu uruchomienia kernela, który rozpoczyna działanie, gdy poprzednio wywołane kernele zakończą działanie.

Poniżej przedstawiamy przykład kompletnego programu, który wykorzystuje GPU do wyznaczenia logarytmów naturalnych liczb od 1 do 1024.

```
#include <stdio.h>

#include <cuda.h>

// Kernel wykonywany na "CUDA device"

__global__ void log_array(float *a, int N)
{
    int idx = blockIdx.x * blockDim.x + threadIdx.x;

    if (idx < N) a[idx] = log(a[idx]);
}

// program wykonywany na "host computer"

int main(void)
{
    float *a_h, *a_d; // wskazniki do tablic na host
    i device

    const int N = 1024; // liczba elementow tablicy

    size_t size = N * sizeof(float);

    a_h = (float *)malloc(size); // alokacja ta-
    blicy na host

    cudaMalloc((void **) &a_d, size); // alokacja ta-
    blicy na device
```

```
// inicjowanie tablicy na host i kopiowanie na CUDA
device

for (int i=0; i<N; i++)
    a_h[i] = (float)(i+1);

cudaMemcpy(a_d, a_h, size, cudaMemcpyHostToDevice);

// wykonanie obliczen na device

int block_size = 16;

int n_blocks = N/block_size + (N%block_size == 0 ?
0:1);

log_array <<< n_blocks, block_size >>> (a_d, N);

// skopiowanie wyników z pamięci karty do pamięci
hosta

cudaMemcpy(a_h, a_d, sizeof(float)*N, cudaMemcpyDe-
viceToHost);

// Print results

for (int i=0; i<N; i++) printf("%d %f\n", i, a_h[i]);

// zwolnienie pamięci

free(a_h);

cudaFree(a_d);

}
```

Jako znacznie ciekawszy przykład efektywnego programowania obliczeń na architekturze CUDA rozważmy problem mnożenia macierzy przez wektor, który jest centralną częścią wielu iteracyjnych algorytmów iteracyjnego rozwiązywania układów równań liniowych. Klasyczny algorytm (dla obliczeń na CPU) wykorzystujący wzór

$$\mathbf{y} \leftarrow \mathbf{y} + \sum_{j=1}^n x_j \mathbf{A}_{*,j},$$

gdzie $\mathbf{A}_{*,j}$ oznacza j-tą kolumnę macierzy przedstawia się następująco

```
void host_mv(int n, float *a, int lda, float *x, float *y) {
    int i, j;
    for (j=0; j<n; j++) {
        for (i=0; i<n; i++) {
            y[i] += a[i+j*lda] * x[j];
        }
    }
}
```

Prostym odpowiednikiem tej funkcji dla architektury CUDA będzie następujący kernel.

```
__global__ void cuda_mv(int n, float *a, int lda, float
*x, float *y) {

    int j;

    int idx = blockIdx.x*blockDim.x+threadIdx.x;

    float t = y[idx];

    for (j=0; j<n; j++) {
        t += a[idx+j*lda] * x[j];
    }

    y[idx] = t;
}
```

Inną wersję tego algorytmu można uzyskać wykorzystując pamięć wspólną bloku (rysunek 4). Czas jego działania stanowi jedynie 40% czasu wykonania prostego algorytmu przedstawionego powyżej.

```
__global__ void cuda_xmv(int n, float *a, int lda, float
*x, float *y) {

    __shared__ float xc[128];

    __shared__ float yc[128];

    int j, k;

    int idx = blockIdx.x*blockDim.x+threadIdx.x;

    yc[threadIdx.x] = y[idx];

    for(k=0; k<n/blockDim.x; k++) {

        xc[threadIdx.x]=x[k*blockDim.x+threadIdx.x];

        __syncthreads();

        for(j=0; j<blockDim.x; j++) {

            yc[threadIdx.x]+=a[(j+k*blockDim.x)*lda+idx]*
xc[j];

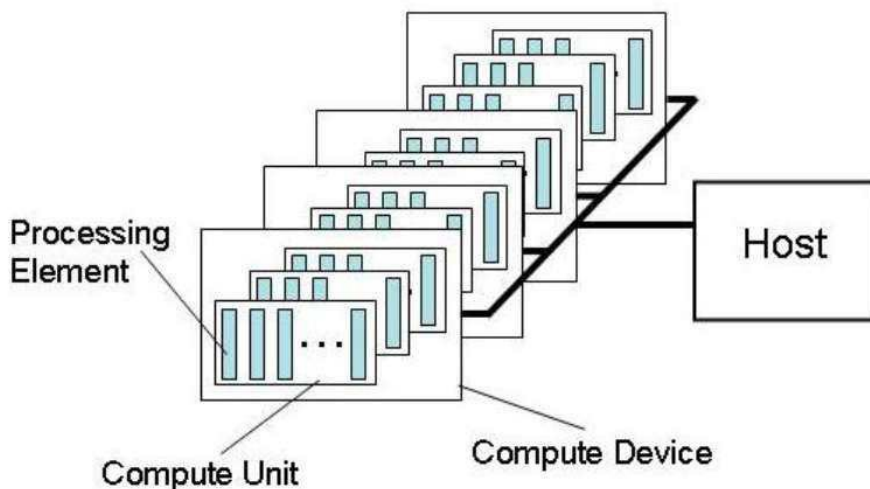
        }

        __syncthreads();

    }

    y[idx]=yc[threadIdx.x];

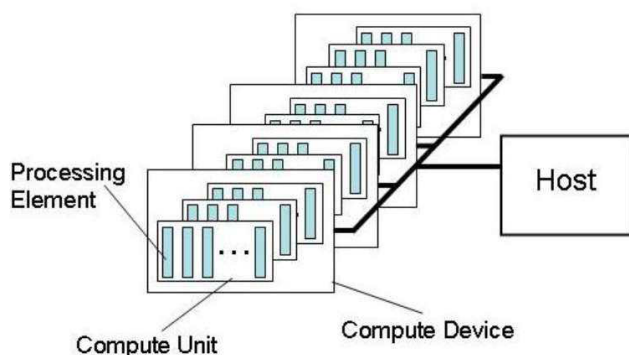
}
```



Rys. 3. Blokowy algorytm mnożenia macierzy przez wektor

4. OpenCL

OpenCL (ang. *Open Computing Language*) jest nowym standardem programowania równoległego komputerowych systemów heterogenicznych wyposażonych w różne rodzaje procesorów oraz innych „urządzeń liczących”, w tym nowoczesnych procesorów kart graficznych oraz innych dedykowanych układów. Standard definiuje API do użycia na komputerach (hostach) oraz język programowania. OpenCL rozwijany przez firmę Apple oraz konsorcjum KhronosGroup. Informacje na jego temat można znaleźć w książce [2] dostępnej na stronie internetowej <http://www.khronos.org/opencl/>.



Rys. 4. Architektura OpenCL [2]

Standard OpenCL zakłada, że heterogeniczny system komputerowy składa się z hosta (komputer osobisty, serwer, superkomputer – rysunek 4), na którym jest dostępny kompilator C/C++ oraz pewnej liczby „urządzeń obliczeniowych” (ang. *compute devices*), które wykonują kernele napisane w języku OpenCL opartym na standardzie C99, przy czym:

- do hosta, który wykonuje program może być podłączonych wiele różnych urządzeń,
- każde urządzenie składa się z pewnej liczby jednostek obliczeniowych (ang. *compute units*) wykonujących kod w trybie SIMD albo SPMD (zależnie od rządzenia).

Model wykonania programu OpenCL zakłada, że

- **kernel** to odpowiednik funkcji, która nie zwraca wartości, jest wykonywany na urządzeniu,
- **program** jest kolekcją funkcji i kerneli ładowanych dynamicznie w trakcie wykonywania,
- **kolejka** poleceń (ang. *command queue*) jest kolejką kerneli i innych poleceń do wykonania na urządzeniu,
- **zdarzenie** (ang. *event*) jest mechanizmem synchronizacji wewnątrz kolejki oraz między kolejkami.

Podstawową zaletą architektury OpenCL jest możliwość programowania poszczególnych elementów systemu hybrydowego (wielordzeniowe procesory CPU, urządzenia GPU różnych producentów) przy użyciu jednolitego interfejsu programistycznego, co stwarza bardzo dobre możliwości efektywnego wykorzystania do obliczeń zasobów współczesnych systemów hybrydowych.

Podsumowanie

Użycie systemów hybrydowych daje możliwość łatwego programowania i wykonywania obliczeń dużej skali (na przykład złożonych symulacji komputerowych) za stosunkowo niewielką cenę. Dostępne interfejsy programistyczne stwarzają możliwości łatwego rozwijania oprogramowania dedykowanego dla systemów hybrydowych [1,9]. Warto również wspomnieć o kolekcji bibliotek podprogramów (na przykład [4] oraz [6]), które umożliwiają łatwe tworzenie efektywnego kodu bez konieczności dogłębnego poznania interfejsów CUDA bądź OpenCL.

Streszczenie

W artykule przedstawiono opis hybrydowego systemu obliczeniowego, który został uruchomiony w Laboratorium sieciowych systemów audiowizualnych Centrum Informatyzacji i Bezpieczeństwa Transportu utworzonego przez Wyższą Szkołę Ekonomii i Innowacji w Lublinie. Omówiono architekturę systemu oraz podstawowe założenia dotyczące tworzenia efektywnych programów równoległych w architekturze CUDA oraz standardzie OpenCL.

Summary

The article describes a hybrid computing system, which was launched at the laboratory for networked audiovisual systems at the Centre for IT and Safety of Transportation created by the College of Economy and Innovation in Lublin. The paper discusses the system architecture and basic assumptions related to the design of efficient parallel programs in CUDA architecture and OpenCL standard.

Literatura

1. Karwacki M., and Stpiczyński P., *Improving Performance of Triangular Matrix-Vector BLAS Routines on GPUs*, Advances in Parallel Computing, IOS Press, 2012.
2. Munshi A., *The OpenCL Specification v. 1.0*, Khronos OpenCL Working Group, 2009.
3. Nickolls J., Buck, I., Garland, M., and Skadron, K., *Scalable parallel programming with CUDA*, ACM Queue 6 (2008), 40-53.
4. NVIDIA. CUBLAS Library, NVIDIA Corporation, 2009.
5. NVIDIA. CUDA C Best Practices Guide, NVIDIA Corporation, 2011.
6. NVIDIA. CUDA CUSPARSE Library, NVIDIA Corporation, 2011.
7. Stpiczyński P., *Optymalizacja obliczeń rekurencyjnych na komputerach wektorowych i równoległych*, Studia Informatica 29, 3B (2008).

8. Stpiczyński P. and Brzuszek M., *Podstawy programowania obliczeń równoległych*, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, 2011.
9. Stpiczyński P. and Potiopa J., *Solving a kind of boundary-value problem for ordinary differential equations using Fermi – the next generation CUDA computing architecture*, J. Computational Applied Mathematics 236, 3 (2011), 384-393.

Spis rysunków

Andrzej Niewczas, Leszek Gil, Piotr Ignaciuk

Analiza procesów zużycia tribologicznego elementów układu wtryskowego silnika o zapłonie samoczynnym zasilanego olejami roślinnymi

Rys. 1.1.	Skojarzenie pary tarciowej w aparacie czterokulowym	6
Rys. 1.2.	Porównanie obciążenia zacierającego dla estrów metylowych z olejów roślinnych oraz oleju napędowego.	6
Rys. 2.1.	Schemat stanowiska badawczego: 1 – silnik, 2-przekładnia, 3 – pompa paliwowa, 4 – pompa wtryskowa, 5 – wtryskiwacze, 6 – zbiornik ociekowy, 7 – chłodnica paliwa, 8 – zbiornik paliwa, 9 – układ kontrolno – sterujący, 10 – układ kontroli ciśnienia paliwa	8
Rys. 2.2.	Kompletne stanowisko badawcze	9
Rys. 2.3.	Pompa wtryskowa firmy MOTOPAL stosowana w silniku 4CT90. . .	9
Rys.2.4.	Schemat powstawania „przecieków” paliwa podczas tłoczenia na skutek zużycia powierzchni tłoczka nad rowkiem (krawędzią) sterującą oraz niewspółosiowe ustawienie osi tłoczka względem osi cylinderka sekcji tłoczącej jako przyczyna wiążąca zużycie przeciwległych powierzchni tłoczka.	10
Rys. 2.5.	Miejsca pomiarów wielkości geometrycznych tłoczka sekcji wtryskowej	11
Rys. 2.6.	Pomiary średnic elementu tłoczącego na części prowadzącej na długościomierzu poziomym firmy Carl-Zeiss Jena.	12
Rys. 2.7.	Średnice tłoczka 1 sekcji zasilanej ON i 8 sekcji zasilanej EL w strefach pomiarowych.	13
Rys. 2.8.	Pomiar zmian średnic tłoczka na wysokościach 1, 2, 3	14
Rys. 2.9.	Średnice tłoczka sekcji tłoczącej	14
Rys. 2.10.	Stanowisko do pomiaru chropowatości powierzchni elementu tłoczącego (przyrząd Hommel Tester T1000)	15
Rys. 2.11.	Stanowisko do pomiaru okrągłości elementu tłoczącego	16
Rys. 2.12.	Wyniki pomiarów błędu okrągłości na części prowadzącej tłoczka na wysokościach 1, 2, 3 zasilanych ON: a – sekcje nowe, b – sekcje po przepracowaniu 20 mln cykli, c – sekcje po przepracowaniu 60 mln cykli	16
Rys. 2.13.	Wyniki pomiarów błędu okrągłości na części prowadzącej tłoczka na wysokościach 1, 2, 3 zasilanych ON: a – sekcje nowe, b – sekcje po przepracowaniu 20 mln cykli, c – sekcje po przepracowaniu 60 mln cykli	17

Rys. 2.14. Nieeksploatowana powierzchnia (a) tłoczka sekcji wtryskowej i eksploatowana z widocznymi uszkodzeniami powierzchni (b, c, d) (powiększenie 125x)	17
Rys. 3.1. Wyniki badań szczelności dla sekcji zasilanych 1 – olejem napędowym	19
Rys. 3.2. Wyniki badań szczelności dla sekcji zasilanych 8 – estrami lnianki	19

Grzegorz M. Wójcik

Obserwacja samolotów na wysokościach przelotowych

Rys. 1. Układ dróg lotniczych nad Polską [1]	25
Rys. 2. Przykładowa sytuacja nad Polską w portalu FlightRadar24.com ...	26

Krzysztof Olejnik, Grzegorz Woźniak

Ocena przepisów wprowadzających w Polsce urządzenia odbłaskowe

Rys. 1. Widoczność oznakowania odbłaskowego z tyłu pojazdu	34
Rys. 2. Widoczność oznakowania odbłaskowego z boku pojazdu	35

Krzysztof Olejnik, Sławomir Cholewiński

Tylne belki przeciw najazdowe pojazdów transportu drogowego

Rys. 1. Schemat położenia punktów P na belce względem skrajnego obrysu opony	48
Rys. 2. Schemat położenia zastępczych punktów P' względem skrajnego obrysu opony	49
Rys. 3. Schemat dla badania na pojeździe i specjalnej ramie względem skrajnego obrysu opony	50
Rys. 4. Schemat dla badania na sztywnym stole warsztatowym względem skrajnego obrysu opony	50
Rys. 5. Schemat położenia zastępczych punktów P1' względem skrajnego obrysu opony	52
Rys. 6. Schemat położenia zastępczych punktów P2' względem skrajnego obrysu opony	53

Mariusz Walczak, Jarosław Bieniaś, Bogna Stradomska, Adam Jankowski, Daniel Bielecki

Zużycie tłoków silnikowych – charakterystyka mikrostrukturalna materiałów wykorzystywanych do ich produkcji

Rys. 1. Pęknięcia krawędzi komory spalania tłoka	60
Rys. 2. Tłok silnikowy zniszczony przez „uderzenie cieczy”	61
Rys. 3. Stopiona korona tłoka w silniku Diesla	62
Rys. 4. Wyłamane progi pierścieni tłokowych	63

Rys. 5.	Zatarcia występujące na płaszczu tłoka	64
Rys. 6.	Mikrostruktura stopu AK12.	65
Rys. 7.	Mikrostruktura stopu AlSi12CuNiMg zbrojona 9% wag. fly ash'u – prasowanie w stanie ciekłym. Na tle eutektyki $\alpha(\text{Al})+\beta(\text{Si})$ widoczne kuliste wydzielienia fly ash'u.	67
Rys. 8.	Mikrostruktura kompozytu A356/Gr. Na tle roztworu stałego krzemu w aluminium $\alpha(\text{Al})$ widoczna jest iglasta eutektyka $\alpha(\text{Al})+\beta(\text{Si})$ równomiernie rozmieszczona w strukturze, a także cząsteczki grafitu oraz wydzielienia fazy międzymetalicznej Al_3Ni o wydłużonym kształcie.	68
Rys. 9.	Mikrostruktura kompozytu o osnowie A359 zbrojonego SiC.	69

Józef Stokłosa

Zarządzanie ryzykiem w łańcuchach transportowych

Rys. 1.	Zależność pomiędzy ryzykiem, zdarzeniami spowodowanymi wystąpieniem ryzyka oraz konsekwencjami [5].	91
Rys. 2.	Typowa metodologia oceny ryzyka [3].	93

Przemysław Stpiczyński

Hybrydowy system obliczeniowy z akceleratorami GPU

Rys. 1.	Grid, bloki i watki	102
Rys. 2.	Architektura CUDA	103
Rys. 3.	Blokowy algorytm mnożenia macierzy przez wektor.	109
Rys. 4.	Architektura OpenCL [2].	110

Spis tabel

Andrzej Niewczas, Leszek Gil, Piotr Ignaciuk

Analiza procesów zużycia tribologicznego elementów układu wtryskowego silnika o zapłonie samoczynnym zasilanego olejami roślinnymi

Tab. 2.1.	Średnie wartości parametrów chropowatości	15
------------------	---	----

Grzegorz M. Wójcik

Obserwacja samolotów na wysokościach przelotowych

Tab. 1.	Przykładowe obserwacje samolotów czterosilnikowych nad Lublinem w dn. 3-4.04.2011.....	27
----------------	--	----

Józef Stokłosa

Zarządzanie ryzykiem w łańcuchach transportowych

Tab. 1.	Ocena wystąpienia ryzyka w oparciu o ranking kryteriów ważności [1]	92
Tab. 2.	Ocena wystąpienia ryzyka na podstawie prawdopodobieństwa zdarzenia [1]	94
Tab. 3.	Kategorie probabilistyczne wykorzystywane w macierzach ryzyka [4]	94
Tab. 4.	Przykład kategorii następstw stosowanych w macierzach ryzyka [4]	95
Tab. 5.	Przykład macierzy ryzyka [4]	95
Tab. 6.	Klasyfikacja ryzyka w przewozie towarów masowych koleją	96

Przemysław Stpiczyński

Hybrydowy system obliczeniowy z akceleratorami GPU

Tab. 1.	Wydajność (GFLOPS) procesorów GPU i CPU dla algorytmu mnożenia macierzy kwadratowych 8192x8192 w pojedynczej (float) i podwójnej (double) precyzji	100
----------------	--	-----

Spis fotografii

Krzysztof Olejnik, Grzegorz Woźniak

Ocena przepisów wprowadzających w Polsce urządzenia odblaskowe

Fot. 1.	Naczepa oznakowana taśmą odblaskową.....	29
Fot. 2.	Przykład oznakowania taśmą odblaskową wraz z innymi elementami odblaskowymi.....	30
Fot. 3.	Oznaczenie taśmy odblaskowej oraz widok miejsca na jej przyklejenie	32
Fot. 4.	Oznakowanie odblaskowe konturowe samochodu ze ścianami sztywnymi – grafika nieodblaskowa	36
Fot. 5.	Oznakowanie odblaskowe konturowe samochodu ze ścianą boczną kurtynową – grafika nieodblaskowa	37
Fot. 6.	Nadwozie wymienne nie podlegające obowiązkowi oznakowaniu oraz samochód do ich przewozu bez możliwości poprawnego oznakowania	37
Fot. 7.	Samochód do wywozu pojemników na śmieci praktycznie bez możliwości poprawnego oznakowania.....	38
Fot. 8.	Oznakowanie odblaskowe konturowe tylnej ściany cysterny do przewozu mleka	39
Fot. 9.	Widoczność samochodów bez oznakowania konturowego i z oznakowaniem konturowym pełnym, w dobrym oświetleniu w otoczeniu pojazdów i w złym oświetleniu.....	39

Krzysztof Olejnik, Sławomir Cholewiński

Tylne belki przeciw najazdowe pojazdów transportu drogowego

Fot. 1.	Samochód samowyładowczy z tylnym urządzeniem zabezpieczającym	43
Fot. 2.	Przykłady niebezpiecznego wystawiania skrzyń ładunkowych samochodów samowyładowczych.....	44
Fot. 3.	Przykład samochodów samowyładowczych tej samej marki i typu – z belką przeciw najazdową oraz bez niej	44
Fot. 4.	Przykład symulacji skutków możliwego najeżdżania autobusu lub samochodu dostawczego na wystającą nadmiernie skrzynię ładunkową pojazdu samowyładowczego.....	45
Fot. 5.	Przykład zastosowania tylnej belki przeciw najazdowej przedstawianej na czas wyładunku	46

