

## Uwagi o przepisach dotyczących emisji związków toksycznych spalin z silników pojazdów o zastosowaniach pozadrogowych

JERZY MERKISZ, SŁAWOMIR WALASIK

Politechnika Poznańska,  
Instytut Silników Spalinowych i Transportu

W artykule przedstawiono aktualne przepisy dotyczące problemu emisji związków toksycznych spalin z silników o zastosowaniach pozadrogowych. Zaprezentowano rozwiązania prawne obowiązujące w Europie, Stanach Zjednoczonych i Japonii, ich historię oraz prognozy rozwoju. Opis przepisów europejskich uzupełniono o wybrane indywidualne rozwiązania wprowadzone w Szwecji i Szwajcarii, natomiast amerykańskie - o przepisy kalifornijskie.

### Wykaz skrótów użytych w tekście

CARB	<i>California Air Resources Board</i> – Kalifornijska Rada ds. Zasobów Powietrza
CMS	<i>Construction Machinery Standards</i> – japońskie przepisy dotyczące emisji związków toksycznych spalin dla silników maszyn budowlanych
DI	<i>Direct Injection</i> – wtrysk bezpośredni
DPF	<i>Diesel Particulate Filter</i> – filtr cząstek stałych do silników o zapłonie samoczynnym
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i> – Agencja Ochrony Środowiska w Stanach Zjednoczonych
HC	węglowodory
HDV	<i>Heavy Duty Vehicles</i> – ciężki pojazd samochodowy
ISO	<i>International Standard Organization</i> – Międzynarodowa Organizacja Standaryzacyjna
NMHC	<i>Non Methane Hydrocarbons</i> – węglowodory bez udziału metanu
NO <sub>x</sub>	tlenki azotu
NRSC	<i>Non-Road Stationary Cycle</i> – statyczny test dla silników pojazdów o zastosowaniach pozadrogowych
NRTC	<i>Non-Road Transient Cycle</i> – dynamiczny test dla silników pojazdów o zastosowaniach pozadrogowych
OBD	<i>On Board Diagnostic</i> – system diagnostyki pokładowej
PAH	<i>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons</i> – wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne
PM	<i>Particulate Matter</i> – cząstki stałe
SMVS	<i>Special Motor Vehicles Standards</i> – japońskie przepisy dotyczące emisji związków toksycznych spalin dla silników pojazdów specjalnych

## 1. Wprowadzenie

Na problem zanieczyszczenia środowiska przez motoryzację po raz pierwszy zwrócono uwagę w latach 50. ubiegłego stulecia w Stanach Zjednoczonych, w Kalifornii, gdy nad obszarem tego stanu zaobserwowano smog. Kilka lat później wprowadzono pierwsze przepisy ograniczające emisję związków szkodliwych z pojazdów samochodowych. Przez kolejne lata obserwowano na świecie rozwój przepisów chroniących środowisko naturalne przed negatywnym oddziaływaniem motoryzacji, sukcesywnie przepisy te były rozszerzane o kolejne grupy pojazdów. W efekcie tych działań obecnie na najważniejszych światowych rynkach motoryzacyjnych obowiązują ustalenia prawne, dotyczące emisji związków toksycznych z silników spalinowych stosowanych w pojazdach oraz innych urządzeniach.

Przez dziesięciolecia były obniżane limity emisji związków toksycznych spalin, co wymuszało ciągłe unowocześnianie i modernizację silników spalinowych. Dzięki tym działaniom współczesne silniki spalinowe znacznie odbiegają od tych stosowanych jeszcze kilkanaście lat temu, zarówno pod względem konstrukcji, jak i technologii. Powszechnie stosowane są pozasilnikowe układy oczyszczania spalin; pojawiły się nowe rozwiązania konstrukcyjne, np. układy wtryskowe typu *Common Rail*; szeroko stosowana jest elektronika umożliwiająca precyzyjne sterowanie pracą silnika.

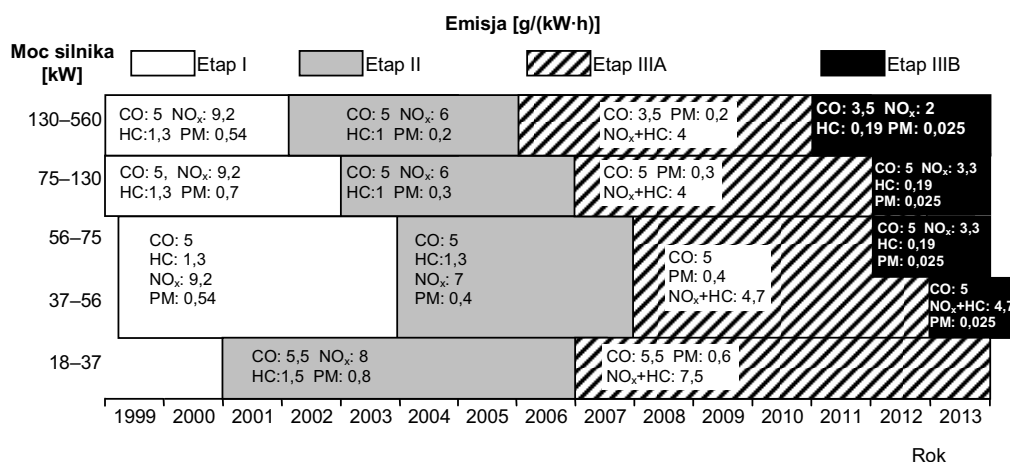
Pierwotnie przepisy ograniczające emisję obejmowały pojazdy drogowe (*on-road*). Stosunkowo późno, bo dopiero w latach 90. wprowadzono przepisy dla homologowanych silników pojazdów o zastosowaniach pozadrogowych (*off-road*). Obecnie przepisy dotyczące tej grupy są rozwijane, przy czym zmiany polegają przede wszystkim na obniżaniu dopuszczalnych limitów emisji związków toksycznych spalin.

## 2. Przepisy europejskie

W Europie pierwsze regulacje prawne dla pojazdów o zastosowaniach pozadrogowych przedstawiono w Dyrektywie 97/68/EC, opublikowanej w grudniu 1997 roku. Regulacje ograniczające poziom emisji związków toksycznych wprowadzono w dwóch etapach (*Stage I* i *Stage II*), pierwszy wprowadzony w roku 1999, drugi w latach 2001 – 2004, w zależności od mocy silnika (rys. 1). W roku 2002 Parlament Europejski przyjął Dyrektywę 2002/88/EC, która była uzupełnieniem wcześniejszej dyrektywy. Wprowadzono standardy emisji dla małych silników o zapłonie iskrowym o mocy mniejszej niż 19 kW. Przepisy zawarte w Dyrektywie 2002/88/EC były w dużym stopniu zbieżne z przepisami obowiązującymi w Stanach Zjednoczonych.

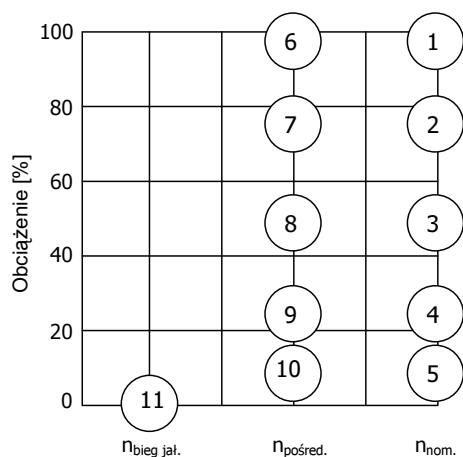
Kolejny ważny akt prawny dotyczący emisji z pojazdów typu *off-road* to Dyrektywa 2004/26/EC z roku 2004. Na jej podstawie wprowadzenie kolejnych limitów emisji związków toksycznych będzie przeprowadzone w dwóch etapach: III i IV (*Stage III* i *Stage IV*) i rozłożone na lata 2006 – 2014. Dodatkowo etap III został podzielony na: IIIA i IIIB. W etapie IIIB wprowadzono bardzo rygorystyczne limity dla emisji tlenków azotu ( $\text{NO}_x$ ) i cząstek stałych (PM), emisja cząstek stałych została zmniejszona aż o około 90% w stosunku do etapu II. Przewiduje się, że w związku z takimi

ograniczeniami konieczne będzie stosowanie zaawansowanych technicznie układów oczyszczania spalin. W roku 2005 opracowano i przyjęto kolejny dokument, Dyrektywę 2005/13/EC dotyczącą silników pojazdów stosowanych w rolnictwie i leśnictwie [1, 4].



Rys. 1. Dopuszczalne limity emisji jednostkowej związków toksycznych spalin i daty ich wprowadzenia w Europie dla silników pojazdów *off-road* [1, 4].  
Fig. 1. European emission standards for off-road engines [1, 4].

W państwach Unii Europejskiej obowiązującym testem homologacyjnym do niesamochodowych zastosowań silników spalinowych jest opracowany przez ISO (*International Standard Organization*) test badawczy ISO 8178 (rys. 2). Test ISO 8178 jest testem 11-fazowym wykonywanym na hamowni silnikowej. Na jego podstawie wyznacza się średnią emisję poszczególnych składników toksycznych spalin. Charakterystyczne współczynniki udziału w każdej fazie testu są dobierane w zależności od zastosowania badanego silnika (tab. 1, 2).



Rys. 2. Schemat testu 11-fazowego ISO 8178 [1].

Fig. 2. The 11-mode cycle ISO 8178 [1].

Tabela 1. Testy silników o zastosowaniach pozadrogowych [1].

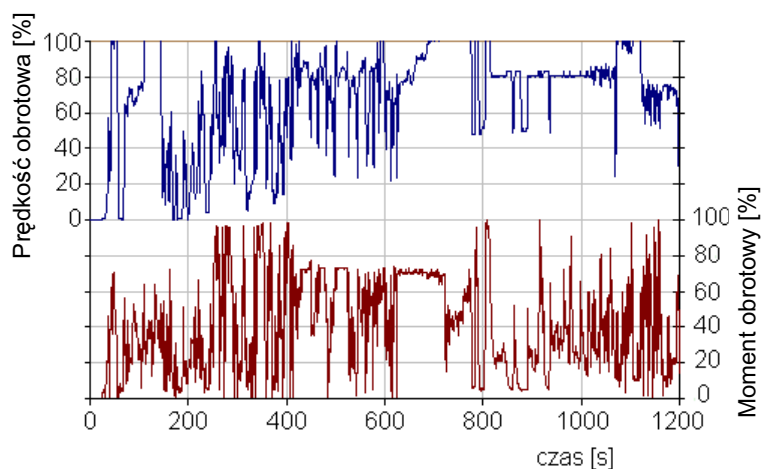
Table 1. Cycles for off-road engines [1].

Test	Zastosowanie
<b>B</b>	test uniwersalny, wyjściowy dla pozostałych testów, stosowany do silników, które nie są objęte w wymienionych dalej kategoriach
<b>C</b>	test silników pojazdów pozadrogowych oraz urządzeń przemysłowych
<b>C1</b>	silniki średnio- i bardzo obciążone, np. przemysłowe urządzenia wiertnicze, maszyny budowlane, ładowarki kołowe i gąsienicowe, dźwigi samojezdne, buldożery, ciągniki gąsienicowe
<b>C2</b>	silniki mało obciążone
<b>D</b>	testy silników pracujących ze stałą prędkością obrotową wału korbowego
<b>D1</b>	silniki siłowni oraz pomp irygacyjnych
<b>D2</b>	silniki zespołów prądotwórczych o zmiennym obciążeniu
<b>E</b>	testy silników jednostek trakcji wodnej
<b>E1</b>	silniki jednostek rekreacyjnych oraz handlowych o długości do 24 m
<b>E2</b>	bardzo obciążone silniki okrętowe, silniki holowników, barek (bez względu na ich długość)
<b>E3</b>	bardzo obciążone silniki okrętowe, silniki holowników i pchaczy
<b>E4</b>	silniki jednostek rekreacyjnych i handlowych o zastosowaniu morskim
<b>E5</b>	silniki jednostek o długości powyżej 24 m
<b>F</b>	test silników trakcji szynowej
<b>G</b>	testy silników urządzeń ogrodniczych i gospodarczych o mocy poniżej 20 kW
<b>G1</b>	silniki ZI sterowane regulatorem
<b>G2</b>	silniki ZS, stosowane także do napędu agregatów prądotwórczych, pomp i sprzężarek
<b>G3</b>	silniki ręcznie sterowane do napędu obrabiarek do drewna, pił łańcuchowych

Tabela 2. Współczynniki wagi poszczególnych faz testów ISO 8178 [1].  
Table 2. Weight factors for ISO 8178 cycle [1].

Test	Faza testu										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
<b>B</b>	0,1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,25	0,08	0,08	0,08	0,08	0,25
<b>C1</b>	0,15	0,15	0,15	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0,15
<b>C2</b>	0,07	0	0	0	0,23	0,07	0	0	0,38	0	0,25
<b>D1</b>	0,3	0,5	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>D2</b>	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1	0	0	0	0	0	0
<b>E1</b>	0,08	0,11	0	0	0	0	0,08	0,32	0,25	0	0,3
<b>E2</b>	0,2	0,5	0,15	0,15	0	0	0	0	0	0	0
<b>E3</b>	0,2	0	0	0	0	0	0,5	0,15	0,15	0	0
<b>E4</b>	0,06	0	0	0	0	0	0,14	0,15	0,25	0	0,4
<b>E5</b>	0,08	0	0	0	0	0	0,13	0,17	0,32	0	0,3
<b>F</b>	0,25	0	0	0	0	0	0	0,15	0	0	0,6
<b>G1</b>	0	0	0	0	0	0,09	0,2	0,29	0,3	0,07	0,05
<b>G2</b>	0,09	0,2	0,29	0,3	0,07	0	0	0	0	0	0,05
<b>G3</b>	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1

Z chwilą wejścia w życie etapu III pomiary emisji będą przeprowadzane według nowego testu dynamicznego NRTC (*Non-Road Transient Cycle*, rys. 3) oraz według testu statycznego NRSC (*Non-Road Stationary Cycle*), znanego wcześniej jako ISO 8178 C1. Test NRTC został opracowany wspólnie z Agencją Ochrony Środowiska w Stanach Zjednoczonych EPA (*Environmental Protection Agency*). Dla badanego silnika test NRTC będzie wykonywany dwukrotnie, dla silnika gorącego oraz z uwzględnieniem zimnego rozruchu. Wynik końcowy będzie średnią, ze współczynnikiem udziału 0,1 dla testu z zimnym rozruchem [4].



Rys. 3. Przebieg testu NRTC [4].  
Fig. 3. The NRTC cycle [4].

Oprócz przepisów obowiązujących na terenie całej Unii Europejskiej, niektóre kraje wprowadziły dodatkowe regulacje prawne, dotyczące emisji z pojazdów o zastosowaniach pozadrogowych, które są narzędziem wspomagającym ochronę środowiska przed negatywnym oddziaływaniem motoryzacji. Przykładem takiego kraju jest Szwecja. W roku 1996 największe szwedzkie miasta wdrożyły program *Environmental Zones*, którego głównym założeniem była poprawa jakości powietrza, poprzez ograniczenie ruchu pojazdów typu HDV (*Heavy Duty Vehicles*) w centrach miast. W roku 1999 wprowadzono podobny program, który dotyczył pojazdów o zastosowaniach pozadrogowych. W program ten były zaangażowane głównie władze największych szwedzkich miast, również one ponosiły znaczne koszty z tym związane. Według przyjętego projektu, wszystkie silniki, które nie spełniają norm europejskich lub amerykańskich (etap I/*Tier 1*), gdy osiągną wiek 8 lat muszą być wyposażone w reaktor katalityczny, a w określonych przypadkach także w filtr cząstek stałych DPF (*Diesel Particulate Filter*). Maksymalny okres eksploatacji silnika wyposażonego w reaktor katalityczny nie może przekroczyć 14 lat, natomiast silnika wyposażonego w reaktor katalityczny i filtr cząstek stałych 16 lat. Zastosowane urządzenia oczyszczające spaliny muszą uzyskać specjalny certyfikat. Aby uzyskać taki certyfikat, zarówno filtry cząstek stałych, jak i reaktor katalityczny muszą osiągnąć 80% skuteczność zmniejszania emisji odpowiednio cząstek stałych i węglowodorów (HC), bez zwiększenia emisji tlenków azotu. Inne istotne wymagania programu są następujące:

- 10% zużywanego paliwa musi pochodzić ze źródeł odnawialnych,
- należy stosować najlepsze, pod względem ekologicznym, paliwo dostępne na rynku,
- limitowana jest ilość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych PAH (*Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*) w materiałach użytych do produkcji opon,
- serwisowanie i naprawy maszyn muszą być przeprowadzane zgodnie z wymogami producenta.

Kolejnym przykładem są rozwiązania prawne wprowadzone w Szwajcarii. W przyjętych przepisach szczególną uwagę zwrócono na emisję cząstek stałych, które uznano za rakotwórcze. Z tego powodu głównym zamierzeniem przyjętych regulacji prawnych jest ograniczenie emisji cząstek stałych za pomocą wszelkich dostępnych technologii. Podobnie jak w Szwecji, jednym z podstawowych działań jest wyposażenie silników w filtry cząstek stałych. Pierwotnie, od roku 2000, obowiązek montowania filtrów cząstek stałych wprowadzono dla maszyn pracujących na budowach podziemnych (tunele, parkingi itp.), natomiast od roku 2002 dla wszystkich maszyn pracujących na dużych budowach. Z obowiązku tego zwolniono tylko maszyny, które pracują na budowie nie dłużej niż 1 dzień w roku. Stosowane filtry cząstek stałych muszą charakteryzować się bardzo wysoką sprawnością oczyszczania spalin z cząstek stałych o średnicach od 20 nm do 300 nm [4].

### 3. Przepisy amerykańskie

W Stanach Zjednoczonych pierwsze przepisy federalne dla nowych silników pojazdów *off-road* przyjęto w roku 1994 (*Tier 1*), a więc wcześniej niż w Europie. *Tier 1* wprowadzono stopniowo w latach 1996 – 2000, w zależności od mocy silnika. Kolejne regulacje prawne EPA opracowała we współpracy z Kalifornijską Radą ds. Zasobów Powietrza CARB (*California Air Resources Board*) i najważniejszymi producentami silników. Efektem tych prac były przedstawione normy *Tier 2* i *Tier 3*, wprowadzane w latach 2000 – 2008. Ostatni dokument z roku 2004 przewiduje wprowadzenie standardów *Tier 4* w latach 2008 – 2014 (tab. 3). Planuje się zmniejszenie dopuszczalnej emisji cząstek stałych i tlenków azotu o około 90%. Dodatkowo w normie tej przewiduje się wprowadzenie ograniczenia zawartości siarki w oleju napędowym, 500 ppm od 01.06.2007 roku i 15 ppm (*ultra low sulfur diesel*) od 01.06.2010 roku (01.06.2012 r. dla paliwa stosowanego w silnikach lokomotyw spalinowych). Ponadto producenci silników mogą dla swoich produktów uzyskać oznaczenie „*Blue Sky Series*” (silnik o dobrych parametrach ekologicznych), ale wymaga to spełnienia jeszcze bardziej rygorystycznych wymogów ekologicznych.

W Stanach Zjednoczonych pomiary emisji są wykonywane w teście ISO 8178 C1, a więc podobnie jak w Europie. Natomiast od chwili, gdy zaczną obowiązywać *Tier 4* silniki będą badane także w teście NRTC. Podobnie jak w Europie będą wykonywane dwa testy, jeden podczas zimnego rozruchu, ale współczynnik udziału tego testu będzie wynosił 0,05 (w Europie 0,1) [4].

EPA szacuje, że dzięki wprowadzeniu obowiązujących i zapowiadanych norm do 2010 roku emisja tlenków azotu zostanie zmniejszona o około 1 000 000 ton rocznie. Przewidywany wzrost kosztu produkcji silnika nie powinien przekroczyć 3%, natomiast przewidywany koszt zmniejszenia emisji 1 tony tlenków azotu to około 600\$. Z kolei przewiduje się, że wprowadzenie normy *Tier 4* przyniesie korzyści w postaci rocznego zmniejszenia emisji tlenków azotu o około 738 000, natomiast cząstek stałych o około 129 000 ton. Ponadto, według EPA, wprowadzenie paliwa *ultra low sulfur diesel* spowoduje wzrost ceny jednego galona o 7 centów [4].

Jak już napisano wyżej, pierwsze na świecie zarządzenia prawne limitujące zawartość substancji szkodliwych w spalinach silnikowych wprowadzono w Kalifornii w 1966 roku. Od tamtego czasu przepisy kalifornijskie były wielokrotnie zmieniane, kolejne wprowadzane limity były na ogół jednymi z najbardziej rygorystycznych na świecie. Niejednokrotnie wprowadzone w Kalifornii przepisy dotyczące emisji związków szkodliwych spalin były rozwiązaniami nowatorskimi na skalę światową, również niejednokrotnie były one pierwowzorem dla innych instytucji opracowujących podobne rozwiązania prawne.

Tabela 3. Dopuszczalne limity emisji jednostkowej związków toksycznych spalin (*Tier 3* i *Tier 4*) i daty ich wprowadzenia w Stanach Zjednoczonych dla silników pojazdów *off-road* [1, 4].

Table 3. USA emission standards for off-road engines (*Tier 3* and *Tier 4*) [1, 4].

Moc silnika [kW]	Data wprowadzenia	CO [g/(kW·h)]	HC [g/(kW·h)]	NMHC+NO <sub>x</sub> [g/(kW·h)]	NO <sub>x</sub> [g/(kW·h)]	PM [g/(kW·h)]
<i>Tier 3</i>						
37 – 75	2008	5	–	4,7	–	obowiązuje <i>Tier 2</i>
75 – 130	2007			4		
130 – 22	2006	3,5	–	4	–	
225 – 450	2006					
450 – 560	2006					
<i>Tier 4</i>						
<8	2008	8	–	7,5	–	0,4 <sup>a</sup>
8 – 19	2008	6,6	–	7,5	–	0,4
19 – 37	2008	5,5	–	7,5	–	0,3
	2013	5,5	–	4,7	–	0,03
37 – 56	2008	5	–	–	–	0,3 <sup>b</sup>
	2013	5	–	–	–	0,03
56 – 130	2012 – 2014 <sup>c</sup>	5	0,19	–	0,4	0,02
130 – 560	2011 – 2014 <sup>d</sup>	3,5	0,19	–	0,4	0,02

a – do 2010 r. obowiązuje *Tier 2* dla silników DI, z ręcznym rozruchem, chłodzonych powietrzem,

b – 0,4 jeżeli silnik uzyska 0,03 w 2012 r.,

c – dot. NMHC, NO<sub>x</sub>, PM, opcja 1: 50% silników spełnia w 2012 – 2013 r.; opcja 2: 25% silników musi spełnić w 2012 – 2014 r., wszystkie od 31.12.2014 r.,

d – PM, CO od 20011; NO<sub>x</sub>, HC–50% silników musi spełnić w 2011 – 2013.

W 2000 roku w Kalifornii przyjęto projekt ograniczenia emisji cząstek stałych – *Risk Reduction Plan to Reduce Particulate Matter Emission from Diesel-Fueled Engines and Vehicles* – opracowany przez CARB. Przewiduje się, że dzięki temu projektowi emisja cząstek stałych w Kalifornii zostanie zmniejszona do roku 2010 o 75%, natomiast do roku 2020 o 85%. Środkami do osiągnięcia tego celu mają być odpowiednie regulacje prawne oraz program stosowania oleju napędowego o małej zawartości siarki (*low sulfur fuel program*). Istotną część tego programu dotyczy pojazdów o zastosowaniach pozadrogowych, również już eksploatowanych. Dopuszczalny poziom emisji dla tych pojazdów ma być porównywalny z limitami, które zostaną wprowadzone po 2007 roku dla nowo homologowanych silników. Projekt zakłada podjęcie następujących działań głównych:

- wyposażenie silników w urządzenia oczyszczające spaliny silnikowe (utleniające reaktory katalityczne i DPF),
- zastąpienie eksploatowanych silników silnikami nowej generacji zasilanych olejem napędowym lub gazem ziemnym.

W programie tym są sprecyzowane także bardziej szczegółowe wymagania odnośnie urządzeń oczyszczających spaliny; muszą one charakteryzować się określoną sprawnością działania i zachowaniem tej sprawności przez 1000 h. Ponadto producent jest zobowiązany do udzielenia gwarancji na te urządzenia. Dla silników pojazdów *off-road*, o mocy powyżej 37 kW okres gwarancji wynosi 5 lat lub 4200 h.



#### 4. Przepisy japońskie

W Japonii przepisy dotyczące pojazdów o zastosowaniach pozadrogowych zostały podzielone na dwie grupy (tab. 4, 5): pojazdy specjalne SMVS (*Special Motor Vehicles Standards*) i pojazdy budowlane CMS (*Construction Machinery Standards*). Podział uwzględnia rodzaj maszyny, w której jest zamontowany silnik. Podobnie jak w Europie i Stanach Zjednoczonych dopuszczalny poziom emisji jest uzależniony od mocy silnika. Między standardami japońskimi SMVS i CMS oraz europejskimi i amerykańskimi zachodzi jeszcze jedno podobieństwo, mianowicie pomiary są wykonywane w teście ISO 8178 C1 oraz wprowadzenie poszczególnych etapów jest rozłożone w czasie.

Tabela 4. Dopuszczalne limity emisji jednostkowej związków toksycznych spalin i daty ich wprowadzenia w Japonii dla silników pojazdów *off-road* (SMVS) [4].

Table 4. Japanese emission standards for off-road engines (SMVS) [4].

Moc silnika [kW]	Data wprowadzenia	CO [g/(kW·h)]	HC [g/(kW·h)]	NO <sub>x</sub> [g/(kW·h)]	PM [g/(kW·h)]	Zaczerzenie spalin [%]
Etap 1						
19 – 37	01.10.2003	5	1,5	8	0,8	40
37 – 75			1,3	7	0,4	
75 – 130			1	6	0,3	
130 – 560					0,2	
Etap 2 (propozycje)						
19 – 37	01.10.2007	5	1	6	0,4	40
37 – 56	01.10.2008		0,7	4	0,3	35
56 – 75			0,25		30	
75 – 130	01.10.2007		0,4	3,6	0,2	25
130 – 560	01.10.2006	3,5	0,17			

Tabela 5. Dopuszczalne limity emisji jednostkowej związków toksycznych spalin i daty ich wprowadzenia w Japonii dla silników pojazdów *off-road* (CMS) [4].

Table 5. Japanese emission standards for off-road engines (CMS) [4].

Moc silnika [kW]	Data wprowadzenia	CO [g/(kW·h)]	HC [g/(kW·h)]	NO <sub>x</sub> [g/(kW·h)]	PM [g/(kW·h)]
Etap 1					
7,5 – 15	01.04.1996	5,7	2,4	12,4	–
15 – 30	01.04.1997		1,9	10,5	–
30 – 260	01.04.1998	5	1,3	9,2	–
Etap 2					
8 – 19	01.10.2003	5	1,5	9	0,8
19 – 37				8	
37 – 75			1,3	7	0,4
75 – 130			1	6	0,3

## 5. Podsumowanie

Z przedstawionej analizy wynika, że historia przepisów dotyczących emisji z silników o zastosowaniach pozadrogowych nie jest zbyt długa, jej początek to połowa lat 90. ubiegłego stulecia. Mimo to obecne przepisy obejmują bardzo szeroką grupę silników na najważniejszych rynkach motoryzacyjnych świata. Rozwój tych przepisów jest wyraźnie ukierunkowany na zmniejszanie dopuszczalnych limitów emisji, przewiduje się, że tendencja ta będzie utrzymywała się przez kolejne lata [3]. Pozytywnym aspektem obowiązujących przepisów europejskich, amerykańskich i japońskich jest przyjęcie pewnych wspólnych rozwiązań, np. pomiary emisji są wykonywane w jednym teście, również przyszłościowy test NRTC jest wspólnym opracowaniem europejsko-amerykańskim. Obecnie wydaje się, że najkorzystniejszym rozwiązaniem byłoby ujednoczenie przepisów, jeżeli nie na skalę światową, to przynajmniej w Europie, Stanach Zjednoczonych i Japonii. Pozwoliłoby to na zmniejszenie kosztów, jakie producenci ponoszą w związku z wprowadzeniem swoich produktów na rynek. W zasadzie postulat ten można odnieść nie tylko do grupy pojazdów o zastosowaniach pozadrogowych, ale także do pozostałych grup.

Innym, niepokojącym wnioskiem wynikającym z przeprowadzonej analizy, jest brak regulacji prawnych dotyczących pojazdów eksploatowanych. W związku z tym emisja związków toksycznych z silników tych pojazdów jest w dużym stopniu niekontrolowana. W przypadku pojazdów drogowych problem ten zauważono już kilka lat wcześniej. Efektem tych spostrzeżeń było wprowadzenie diagnostyki pokładowej OBD (*On Board Diagnostic*), jako narzędzia wykrywającego przyczyny zwiększonej emisji związków toksycznych w czasie eksploatacji pojazdu. W tym kontekście pozytywnie należy ocenić działania wdrożone w Szwecji, Szwajcarii i Kalifornii. Wydaje się uzasadnione dążenie do wprowadzenia podobnych rozwiązań na szerszą skalę. Wymaga to jednak przygotowania i opracowania wielu zagadnień z tym związanych; opracowania limitów emisji związków toksycznych, procedur kontrolno-badawczych itp. W przedsięwzięcie to powinny być zaangażowane nie tylko podmioty i instytucje działające na rzecz ochrony środowiska, ale również producenci silników.

## Literatura

- [1] *AVL Regulations&Standards, Current and Future Exhaust Emission Legislation AVL*. Graz 05.2003.
- [2] MERKISZ J., WALASIK S.: *Emisja związków toksycznych spalin z silników pojazdów o zastosowaniach pozadrogowych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Maszyny Robocze i Transport (w druku).
- [3] LEVERTON T.: *A strategic response to the market and legislation challenges in the construction equipment industry over the next decade*. 3<sup>rd</sup> AVL International Commercial Powertrain Conference, Gratz 2005.
- [4] [www.dieselnet.com](http://www.dieselnet.com)

---

## **Comments on the emission standards for off-road engines**

### **S u m m a r y**

This paper presents the survey of the legislation standards emission from off-road engine. In the paper the European, American and Japanese standards, their history and trends of development have been presented. In addition Swedish, Swiss and Californian innovative legislation for in-use vehicles has been described.