

Rozwój przemysłu silnikowego w Polsce na tle zmian zachodzących w światowym przemyśle motoryzacyjnym

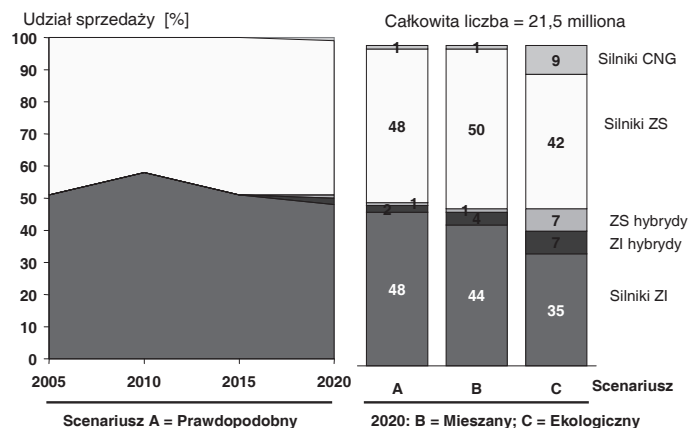
JERZY MERKISZ

Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu

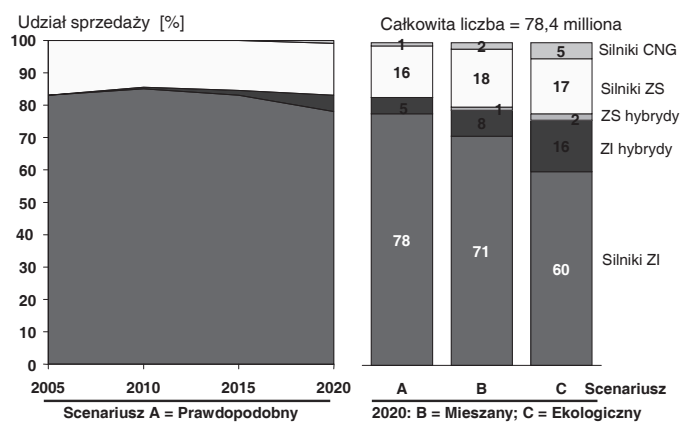
W pracy przeanalizowano międzynarodową sytuację Polski jako producenta silników spalinowych na tle trendów światowych. Zaprezentowano fakty świadczące o atrakcyjności Polski jako miejsca szczególnie istotnego dla inwestycji przemysłu silnikowego, wskazując jednocześnie na obszary, w których posiada ona przewagę konkurencyjną w odniesieniu do innych państw. Ukazano przyczyny takiego stanu i potencjalne możliwości technologiczne, ekologiczne i ekonomiczne polskich jednostek naukowych i przemysłu w zakresie konstruowania i produkcji nowoczesnych silników spalinowych do napędu pojazdów trakcyjnych i urządzeń stacjonarnych.

1. Rozwój silników spalinowych

Silnik spalinowy jest podstawowym źródłem napędu pojazdów samochodowych. Długoterminowe prognozy wskazują, że jeszcze przez wiele lat będzie w tej roli dominował. W ostatnich dwóch dekadach XX wieku nastąpił szczególnie intensywny rozwój silników o zapłonie samoczynnym (ZS). W rozwoju silników o zapłonie iskrowym (ZI) doszło, po wprowadzeniu na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych zasilania wtryskowego i trójfunkcyjnego reaktora katalitycznego, do pewnej stagnacji, która trwała mniej więcej do połowy lat pięćdziesiątych. W tym czasie silniki ZS osiągnęły podobne wyniki w zakresie zużycia paliwa jak silniki ZI, cały czas oferując znacznie mniejsze zużycie paliwa. W Europie w 2020 roku udział silników ZS w sprzedaży będzie wynosił 42% a silników benzynowych 35% (rys. 1). Pozostałe 23% odnosi się do udziału silników hybrydowych i zasilanych gazem ziemnym (CNG – ang. *Compressed Natural Gas*). Globalnie, do 2020 roku, udział silników benzynowych (wliczając napędy hybrydowe) będzie stanowił 76% udziału sprzedaży w świecie (rys. 2), głównie dzięki rynkom: północnoamerykańskim, japońskim i chińskim.






Rys. 1. Możliwe scenariusze rozwoju rynku silnikowego w Europie [1].
Fig. 1. Possible development scenarios of the engine market in Europe [1].



Rys. 2. Możliwe scenariusze rozwoju rynku silnikowego na świecie [1].
Fig. 2. Possible development scenarios of the engine market in the world [1].

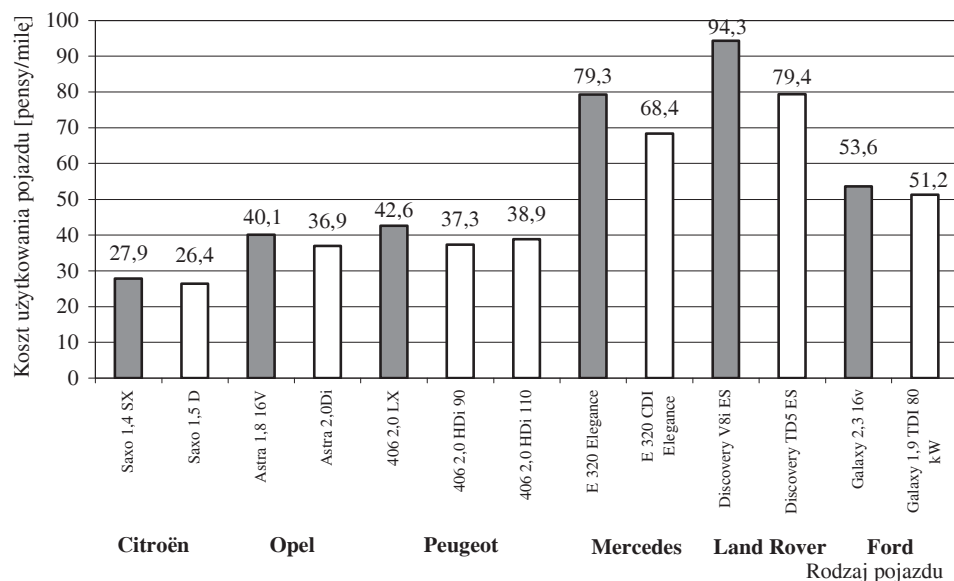
W Europie, silniki ZI przestały być konkurencyjne wobec silników ZS i zaczęły tracić rynek nawet tam, gdzie ich pozycja nie była wcześniej zagrożona (samochody osobowe). Skłoniło to producentów silników do intensywnych prac rozwojowych, które zaowocowały wprowadzeniem w silnikach ZI wielu innowacji, o czym świadczy na przykład fakt, że w rankingu „*Engine of the year 2007*” organizowanym przez magazyn *Engine Technology International* pierwsze miejsca zajęły właśnie silniki ZI (tab. 1). Wydaje się jednak, że utrzymujące się od dłuższego czasu wysokie ceny paliw sprzyjać będą większej sprzedaży pojazdów z silnikami ZS. Koszt paliwa jest obecnie bardzo istotnym składnikiem całkowitego kosztu użytkowania pojazdu, a olej napędowy jest w Unii Europejskiej generalnie tańszy od benzyny. Bilans kosztów utrzymania samochodu jest korzystniejszy dla silników ZS, nawet w tych krajach, w których jest tańsza benzyna, np. w Wielkiej Brytanii (rys. 3).

Tablica 1. Silniki roku 2007 według magazynu Engine Technology International [2].
Table 1. Engines of the year 2007 according to the Engine Technology International magazine [2].

Silnik roku 2007 w klasyfikacji ogólnej – BMW 3.0 Twin Turbo*)	
	<p> $ZI, V_{ss} = 2,979 \text{ dm}^3$, $N_e = 225 \text{ kW}$ przy 5800 obr/min, $M_o = 400 \text{ N}\cdot\text{m}$ przy 1300–5000 obr/min, $\epsilon = 10,2$, 6 cylindrów, rzędowy, 4 zawory/cylinder, zmienne fazy rozrządu typu <i>Double Vanos</i>, <i>układ zasilania: bezpośredni wtrysk paliwa do cylindra drugiej generacji</i>, doładowanie: 2 turbosprężarki <i>przyspieszenie 0–100 km/h: 5,7 s</i>, zużycie paliwa: $9,5 \text{ dm}^3/100 \text{ km}$. </p>
Najmniejsze zużycie paliwa – Toyota 1,5 Hybrid Synergy Drive	
	<p> $ZI, V_{ss} = 1,497 \text{ dm}^3$, $N_e = 57 \text{ kW}$ przy 5000 obr/min, $M_o = 111 \text{ N}\cdot\text{m}$ przy 4200 obr/min, $\epsilon = 13,0$, 4 cylindry, rzędowy, 4 zawory/cylinder, zmienne fazy rozrządu, silnik elektryczny: moc 50 kW przy 1200–1540 obr/min, $M_o = 400 \text{ N}\cdot\text{m}$ przy 0–1200 obr/min, <i>przyspieszenie 0–100 km/h: 10,9 s</i>, $V_{max} = 170 \text{ km/h}$, zużycie paliwa: $4,3 \text{ dm}^3/100 \text{ km}$. </p>
Najlepsze osiągi – BMW 5.0 V10**)	
	<p> $ZI, V_{ss} = 5,0 \text{ dm}^3$, $N_e = 363 \text{ kW}$ przy 7750 obr/min, $M_o = 520 \text{ N}\cdot\text{m}$ przy 6100 obr/min, $\epsilon = 12,0$, 10 cylindrów, widlasty, 4 zawory/cylinder, zmienne fazy rozrządu (Double-Vanos), masa silnika: 240 kg, <i>przyspieszenie 0–100 km/h: 4,7 s</i>, zużycie paliwa: $14,8 \text{ dm}^3/100 \text{ km}$. </p>

*) otrzymał też tytuł najlepszego nowego silnika i w kategorii objętości skokowej silnika od 2,5 do 3,0 dm^3 ,

***) otrzymał też tytuł najlepszego silnika w kategorii objętości skokowej powyżej 4,0 dm^3 .



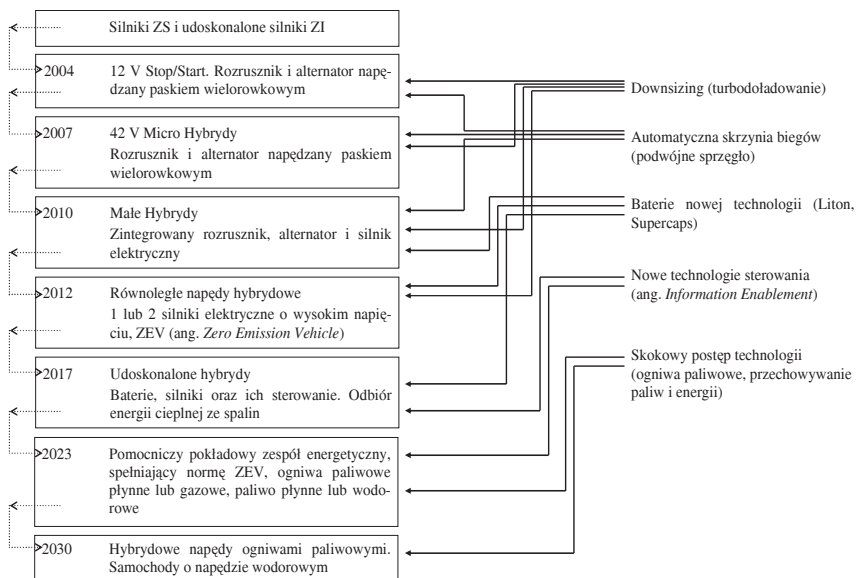
Rys. 3. Porównanie kosztów użytkowania pojazdów różnych klas napędzanych silnikami ZI i ZS w Wielkiej Brytanii [3].

Fig. 3. Comparison of exploitation costs for vehicles of different classes with spark and compression ignition engines in the United Kingdom [3].

Rozpowszechnienie silników ZS jest znacznie mniejsze poza Europą a proces coraz szerszego ich stosowania w pojazdach przebiega mniej dynamicznie. Tak duże rynki, jak np. amerykański czy japoński są tradycyjnie przyzwyczajone do stosowania silników ZI i proces zmiany mentalności społeczeństw i stereotypów na korzyść silników ZS będzie trwał tam jeszcze długo. Silniki ZI długo będą również głównym źródłem napędu również w krajach biedniejszych i o niższym poziomie rozwoju technicznego, są one bowiem tańsze w zakupie i mniej wymagające pod względem obsługi. Istnieją jeszcze inne czynniki ograniczające światową ekspansję silników ZS. W Brazylii na przykład ich stosowanie jest ograniczone prawnie, gdyż kraj ten produkuje duże ilości etanolu używanego następnie jako paliwo do silników ZI. Biorąc pod uwagę cały świat, przewiduje się, zgodnie z [4], że jeszcze w połowie XXI wieku blisko połowa samochodów osobowych będzie napędzanych silnikami ZI, a uwzględniając układy hybrydowe – udział ten będzie jeszcze większy.

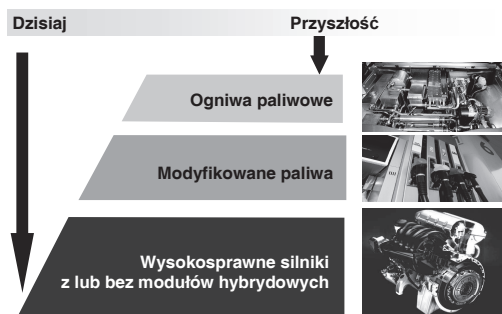
Głównym kierunkiem prac rozwojowych w zakresie układów napędowych pojazdów (rys. 4), prowadzonych przez większość koncernów samochodowych, jest układ oparty na współpracy napędu spalinowego i elektrycznego, tj. napęd hybrydowy [5]. Pojazdy hybrydowe mają obecnie niewielki, ale już zauważalny udział w rynku samochodowym. W raporcie unijnym dotyczącym dynamiki rozwoju układów napędowych pojazdów [6] stwierdzono, że w perspektywie 15–20 lat napęd hybrydowy powinien osiągnąć około 25% udziału w nowych pojazdach sprzedawanych na terenie Unii Europejskiej. W tym samym czasie inne perspektywiczne napędy, jak klasyczny napęd

elektryczny czerpiący energię z akumulatorów i ogniwa paliwowe, powinny uzyskać udział w rynku na poziomie kilku procent (rys. 5).



Rys. 4. Kierunki rozwoju układów napędowych pojazdów samochodowych do roku 2030 [5].

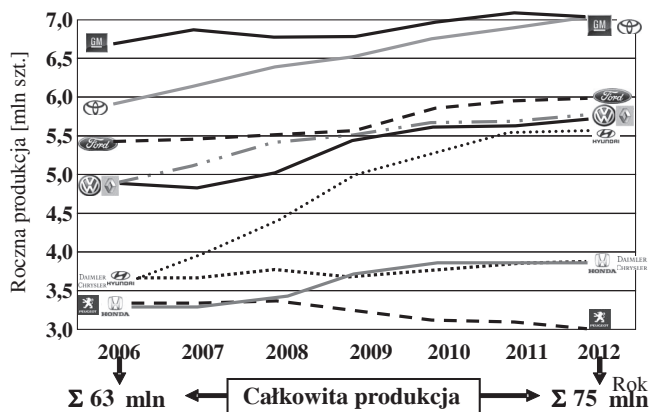
Fig. 4. Development trends for automotive vehicles driving systems until 2030 [5].



Rys. 5. Możliwości rozwoju rynku silnikowego [7].

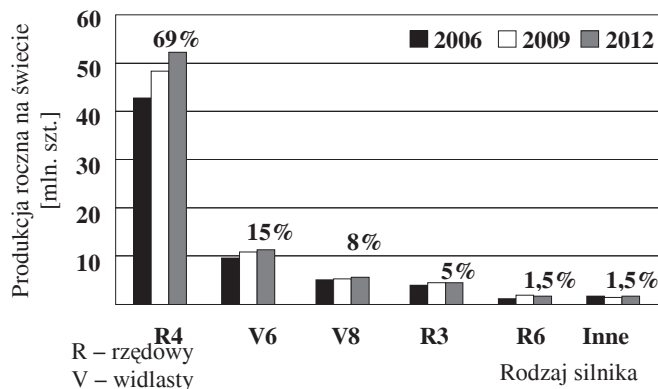
Fig. 5. Possibilities of the engines market development [7].

W 2006 roku całkowita liczba silników wyprodukowanych na świecie wyniosła 63 milionów sztuk, natomiast w 2012 roku przewiduje się, że osiągnie poziom 75 milionów sztuk (wzrost o 19%). Największym producentem silników w 2012 roku będzie koncern Toyota (rys. 6). Firmy azjatyckie produkujące części do pojazdów mają najwyższe tempo wzrostu (Toyota 3%, Hyundai 5% rocznie). Koncerny północnoamerykańskie notują najniższy wskaźnik wzrostu (tylko 1% rocznie).

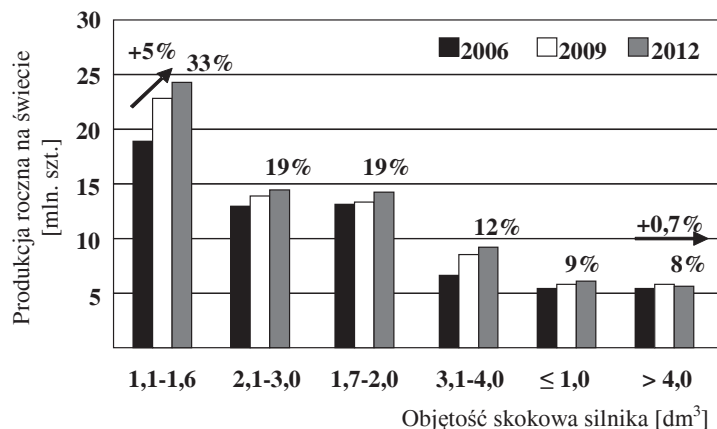


Rys. 6. Światowa produkcja silników spalinowych największych koncernów samochodowych [8].
Fig. 6. The world production of internal combustion engines for the largest automotive syndicates [8].

Zmiany konfiguracji silników (na przykładzie liczby cylindrów) pokazano na rysunku 7. Silniki o czterech cylindrach w układzie rzędownym (ZI lub ZS) będą stanowiły najpowszechniejszy wariant. Powyższe silniki będą również charakteryzowały się największym wzrostem produkcji (ponad 50 milionów sztuk w 2012 roku). Kolejne rozwiązaniem to silniki w układzie widlastym o 6 cylindrach. Jego produkcja będzie zwiększana nieznacznie i wyniesie około 10 milionów sztuk w 2012 roku [8]. Silniki o objętości skokowej silnika w zakresie 1,1–1,6 dm³ pozostaną największym segmentem rynku (około 24 miliony sztuk w 2012 roku). Ich udział będzie się zwiększał o ponad 5% rocznie. Udział silników o objętości skokowej silnika mniejszej od 1 oraz większej od 4 dm³ pozostanie bez zmian, natomiast udział silników o pozostałej objętości skokowej zmieni się nieznacznie (rys. 8).



Rys. 7. Światowa produkcja silników w zależności od układu cylindrów silnika dla największych koncernów samochodowych [8].
Fig. 7. The world production of internal combustion engines according to their cylinder arrangement for the largest automotive syndicates [8].



Rys. 8. Światowa produkcja silników spalinowych o różnych konfiguracjach objętości skokowej silnika [8].

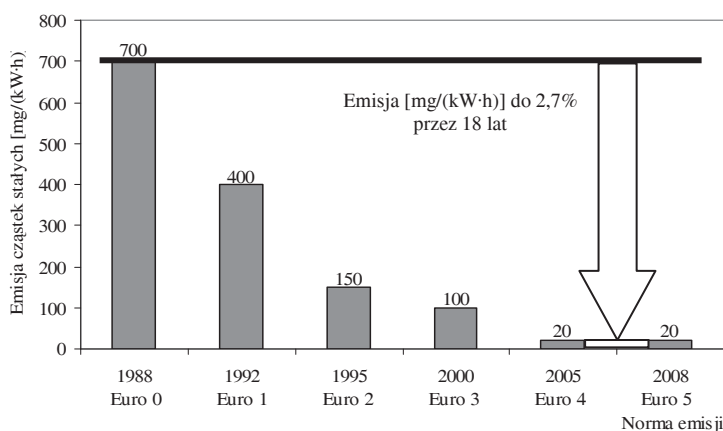
Fig. 8. The world production of internal combustion engines with different engine displacement configurations [8].

Wymagania ekologiczne określone przepisami administracyjnymi wywierają ogromny wpływ na kierunki rozwoju zarówno całych pojazdów, jak i samych silników spalinowych. Uprzemysłowienie i wzrost liczby ludności pogorszyły znacznie jakość powietrza. Rosnące zapotrzebowanie na energię uczyniło ze spalania główne źródło zanieczyszczeń atmosferycznych. Mimo wielkich wysiłków w zakresie usuwania zanieczyszczeń z atmosfery, ich obecny poziom na całym świecie często przekracza maksymalne wartości ustalone przez Światową Organizację Zdrowia. Niektóre ze związków wydzielanych w spalinach silnikowych określono jako najbardziej szkodliwe i w przepisach administracyjnych, obowiązujących w poszczególnych krajach, ustalono ich maksymalną ilość, jaka może być emitowana do atmosfery przez jeden pojazd w czasie odpowiedniego testu jezdny. Ilość poszczególnych związków szkodliwych w spalinach silników samochodowych, zgodnie z przepisami administracyjnymi obowiązującymi w poszczególnych krajach, określa się w czasie pomiaru emisji spalin podczas testu samochodu (silnika).

Ograniczanie emisji związków szkodliwych z pojazdów samochodowych i silników jest procesem ciągłym. Celem prac prowadzonych w krajach Unii Europejskiej jest poprawa jakości powietrza, szczególnie w wielkich europejskich aglomeracjach, przez przygotowanie kolejnych norm emisji Euro. Komisja Europejska wspólnie z organizacjami ACEA (Stowarzyszenie Europejskich Producentów Samochodów) i EuroPIA (Stowarzyszenie Handlowe Przemysłu Rafineryjnego) zamierzają doprowadzić do globalnego obniżenia emisji przez wprowadzanie nowych technologii i rozwiązań konstrukcyjnych w produkcji samochodów oraz poprawę jakości paliw [9]. Zmieniają się też wymagania dotyczące metodologii badań i stosowanej aparatury. Przewiduje się, że po wprowadzeniu normy Euro 5, kolejnym etapem będzie już tylko obniżanie limitów zużycia paliwa [2]. Obecnie są one zbliżone dla różnych instytucji wydających te przepisy, np. ACEA: 165–170 g CO₂/km do 2007 roku oraz

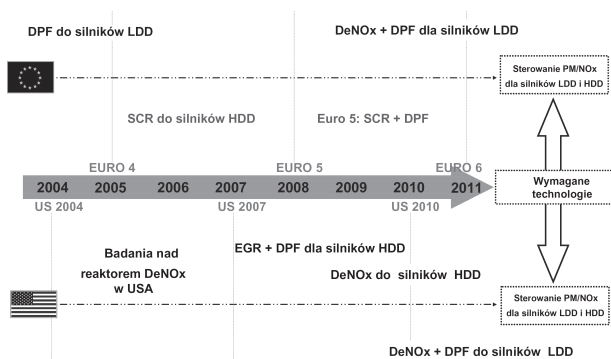
140 g CO₂/km w 2008 roku; JAMA: 165–175 g CO₂/km do 2008 roku oraz 140 g CO₂/km w 2009 roku; KAMA 165–170 g CO₂/km do 2008 roku oraz 140 g CO₂/km w 2009 roku. Jednolite przyszłościowe propozycje ograniczeń nie zostały uzgodnione.

Obecnie, prace nad dalszym ograniczeniem emisji toksycznych składników spalin prowadzą się do zwiększenia skuteczności działania reaktorów katalitycznych do 99% (rys. 9). Natomiast w przypadku filtrów cząstek stałych trwają prace nad udoskonaleniem systemu regeneracji filtra, jak i żywotności całego układu. Większość koncernów wprowadziło swoje niepowtarzalne rozwiązania układów oczyszczania spalin, czyniąc je bardziej odmiennymi od konkurencyjnych. Dotyczą one przede wszystkim sposobu regeneracji filtra cząstek oraz temperatury, w jakiej ta regeneracja się odbywa (we współczesnych rozwiązaniach temperatura regeneracji przyjmowana jest w granicach 350–600°C). Obecne systemy oczyszczania spalin współpracują z elektronicznymi urządzeniami kontrolującymi temperaturę, skład mieszanki, a także częstotliwość regeneracji, którą przedstawia się po przebiegu 300–1200 km (rys. 10).



Rys. 9. Zmniejszenie emisji cząstek stałych silników do samochodów ciężarowych [11].

Fig. 9. Decrease of the PM (Particulate Matter) emission for engines of heavy-duty vehicles [11].

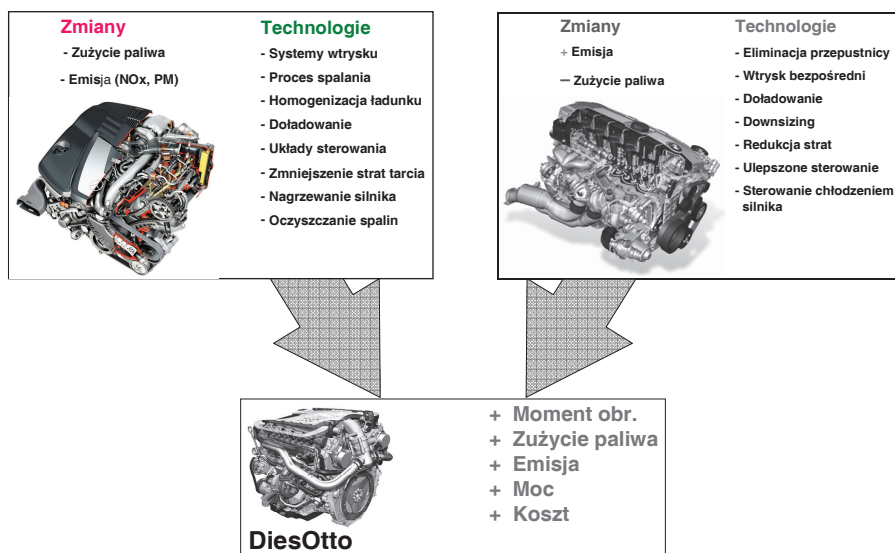


Rys. 10. Wymagane rozwiązania konstrukcyjne niezbędne do spełnienia norm toksyczności spalin [12].

Fig. 10. Required design solutions necessary to fulfill emission norms for toxic compounds [12].

Udział silników ZS stanowi około połowę udziału sprzedaży w rynku europejskim, a tempo ich wzrostu w ostatnich 5 latach wyniosło 40%. Ten nadzwyczajny sukces jest głównie wynikiem wprowadzenia nowoczesnych systemów wtrysku typu *Common Rail*. Aby jednak silniki ZS utrzymywały tak wysoką pozycję w przyszłości, ich koszt musi być utrzymany na jak najniższym poziomie. Takie warunki są sprzeczne z wymogami ekologicznymi dla tych silników, które dla normy Euro 6 (obowiązującej od 2014 roku), w stosunku do obecnych przepisów, narzucają redukcję emisji cząstek stałych o 80% i emisji tlenków azotu o 70% oraz wydłużenie przebiegu pojazdu do 160 000 km, dla którego producent musi zagwarantować odpowiednie ograniczenie emisji spalin.

Zarówno silnik ZS, jak i ZI posiada ściśle określone wady i zalety. Jednakże najlepszym rozwiązaniem w konstrukcji nowych silników jest połączenie zalet obu tych rozwiązań i zniwelowanie wad, które są niekorzystne. Stąd też utworzono nowe pojęcie silnika ZS i ZI jako DiesOtto, w myśl którego należy skonstruować taki silnik spalinowy, którego spaliny będą tak czyste, jak dla silnika ZI, natomiast zużycie paliwa będzie na poziomie określonym, jak dla silnika ZS (rys. 11).



Rys. 11. Silnik spalinowy o nazwie DiesOtto jako połączenie zalet silników ZI i ZS [13].

Fig. 11. The DiesOtto internal combustion engine with advantages of spark and compression ignition engines [13].

2. Produkcja silników spalinowych w Polsce

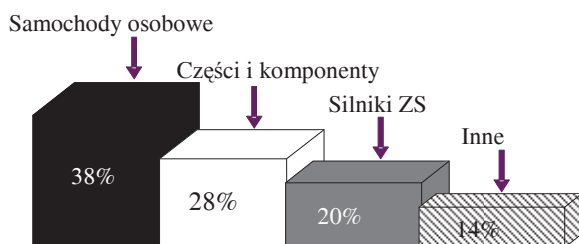
Przemysł motoryzacyjny w Polsce przeżywa w dalszym ciągu dynamiczny rozwój. W styczniu 2007 roku eksport w tym sektorze wyniósł 1,26 miliarda euro. Jest to wartość wyższa o ponad 167,46 milionów euro od uzyskanej w styczniu 2006 roku, a dynamika wzrostu wyniosła 15,3%.

Wzrost związany jest m.in. z uruchomieniem produkcji nowych modeli samochodów osobowych (np. Fiat Auto Poland) oraz samochodów ciężarowych w powstającym zakładzie MAN w Niepołomicach. Wartość eksportu przemysłu motoryzacyjnego w 2007 roku osiągnie wartość 16,4–17 miliardów euro. Dla porównania w 2006 roku eksport wyniósł 14 miliardów euro.

Analogicznie jak w latach poprzednich tak i w 2007 roku dominującym rynkiem zbytu jest rynek Unii Europejskiej. Do 27 krajów UE trafiło aż 88,3% całości eksportu branży. Najważniejszym rynkiem w dalszym ciągu są Niemcy. Jednak zauważalny jest znaczny spadek dynamiki eksportu do tego kraju. W porównaniu do stycznia roku poprzedniego wyniosła ona jedynie 1,6% i należała do najniższych w pierwszej „dziesiątce” krajów, do których eksportowane są produkty przemysłu motoryzacyjnego. Wynikiem tego jest zmniejszenie udziału Niemiec do 24,9% (styczeń 2006 roku – 28,3%) [14].

Drugim krajem docelowym są Włochy. Blisko 20% dynamika wzrostu pozwoliła zwiększyć udział w eksporcie tego kraju do 20,1%. Na trzecim miejscu utrzymuje się Hiszpania z 7% udziałem. O takim wzroście zdecydował przed wszystkim eksport do tego kraju części i akcesoriów oraz silników o zapłonie samoczynnym.

Niezmiennie, w eksporcie branży motoryzacyjnej dominują 3 grupy produktów: samochody osobowe i towarowo-osobowe, części i komponenty oraz silniki ZS. Ich łączny udział w eksporcie branży w pierwszym miesiącu bieżącego roku wyniósł 86,6% i był wyższy o 3,9% w porównaniu do stycznia 2006 roku (rys. 12).



Rys. 12. Struktura eksportu polskiego przemysłu motoryzacyjnego [14].

Fig. 12. The exportation market of the Polish automotive industry [14].

Największy udział od lat stanowi eksport samochodów osobowych i towarowo-osobowych. W styczniu 2007 roku wartość ich eksportu stanowiła 36,3% udziału w całości eksportu branży (styczeń 2006 roku – 39,2%). Ponad 87% trafia na rynki krajów Unii Europejskiej. Największymi odbiorcami są: Włochy (37,7%), Niemcy (11,8%), Hiszpania (8,1%), Ukraina (6,5%) i Wielka Brytania (5,3%) [14].

Drugim filarem eksportu są części i komponenty. W styczniu 2007 roku wyeksportowano ich o 25% więcej w odniesieniu do analogicznego okresu 2006 roku. Trzecia pozycja to silniki ZS; ponad 95% wyprodukowanych silników znajduje odbiorców na terenie Unii Europejskiej, przy czym na pierwszą dziesiątkę krajów przypada aż 99,25% eksportu. Największymi odbiorcami są: Niemcy (33,5%), Włochy (15,1%), Hiszpania (9,3%), Wielka Brytania (9,3%) i Czechy (7,8%).

Polska staje się największym krajem produkcji silników w Europie. Znajduje się tu siedem fabryk silników samochodowych. Najwięcej produkuje firma Volkswagen Motor Polska. Kolejne inwestycje i zwiększenie mocy produkcyjnych zapowiedziały także zakłady Toyoty w Jelczu-Laskowicach i Wałbrzychu oraz Fiat-GM Powertrain (Bielsko-Biała).

Czołowi producenci silników w Polsce zapowiadają kolejne inwestycje. Decyzje o dalszym rozwoju inwestycji wynikają z rosnącego zapotrzebowania na europejskim rynku i z doskonałych wyników osiąganych w polskich fabrykach. Sukces silników „made in Poland” wynika z atrakcyjnej lokalizacji, bliskości rynków zbytu (np. Niemcy, Czechy, Słowacja) i wysokiej jakości przy niskich kosztach pracy.

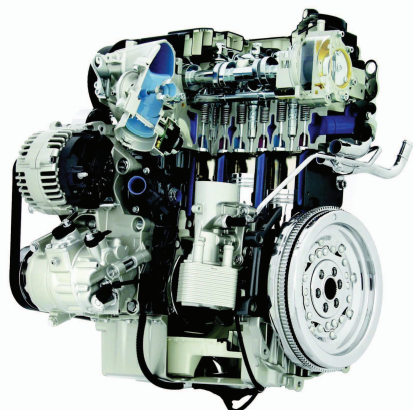
W Wałbrzychu zwiększa się produkcję silników ZI i skrzyń biegów do modelu Toyoty Yaris. Możliwości produkcyjne skrzyń biegów wytwarzanych w Toyota Motor Manufacturing Poland wzrosną z 550 000 do 600 000 sztuk. Odpowiednio, wielkość produkcji w przypadku silników ZI o objętości skokowej $1,0 \text{ dm}^3$ wzrośnie z 250 000 do 300 000 sztuk. Obecnie wałbrzyska fabryka produkuje 620 000 skrzyń biegów oraz 330 000 silników rocznie. Od połowy 2009 roku, w związku z uruchomieniem nowego projektu, taśmy montażowe będzie mogło opuszczać 1050 000 produktów rocznie.

Od połowy 2006 roku Toyota w Jelczu oficjalnie rozpoczęła produkcję najnowszego silnika ZS D-4D DPF o objętości skokowej silnika $2,0 \text{ dm}^3$, który zastępuje dotychczasową jednostkę [15]. Powstające w jelczańskiej fabryce silniki 2,2 D-4D montowane są w modelach Corolla Verso oraz Avensis; silnik 2,0 D-4D wzbogaca gamę silników ZS w modelu Avensis. Po korekcie stopnia sprężania, silnik Toyoty uzyskuje znamionową moc użyteczną równą 125 KM (poprzednik – 116 KM), zapewniając mniejsze zużycie paliwa ($5,5 \text{ dm}^3/100 \text{ km}$, poprzednik – $5,8 \text{ dm}^3/100 \text{ km}$) oraz mniejszą emisję spalin (najniższa w segmencie emisja CO_2 – 146 g/km). Warto zwrócić uwagę na maksymalną wartość momentu obrotowego – 300 N·m (wersja 2,2 D-4D 150 KM uzyskuje maksymalny moment obrotowy o wartości 310 N·m). Jednocześnie możliwości tego silnika są szerokie (aż 90% maksymalnej wartości momentu obrotowego jest osiągana już przy 1500 obr/min; jednostka 2,0 D-4D współpracuje z 6-biegową przekładnią). Wyróżnia się dwie wersje takiego silnika. Różnice wynikają z zastosowanego systemu redukcji spalin (na rynek amerykański będzie wyposażona w filtr cząstek stałych – DPF, na pozostałych to rozwiązanie zastępuje utleniający reaktor katalityczny).

Firmy japońskie inwestują także w fabrykę silników ZS w Jelczu-Laskowicach. W marcu 2006 roku rozpoczęto seryjną produkcję nowego silnika ZS o objętości skokowej silnika równej $2,2 \text{ dm}^3$. Zakłada się, że zdolność produkcyjna fabryki w Jelczu-Laskowicach wynosić będzie 180 000 silników rocznie. Na początku 2006 roku w Jelczu-Laskowicach nastąpił rozruch odlewni bloków silnika oraz nowych linii obróbki. W ten sposób polskie fabryki Toyoty stają się największą bazą produkcyjną komponentów Toyoty poza Japonią.

Polskie fabryki należą niejednokrotnie do najlepszych w strukturach koncernów. Taki tytuł nadano, np. oddziałowi Volkswagen Motor Polska w Polkowicach, który należy do najlepszych producentów silników koncernu Volkswagen na świecie. Pro-

duktywność zakładu pozwala na wytworzenie 2250 silników dziennie, co daje roczną wydajność ponad 600 000 silników. Spektrum produkcji obejmuje obok montażu kompletnego silnika także obróbkę mechaniczną komponentów. Do końca maja 2007 roku fabryka Volkswagena w Polkowicach wyprodukowała 4 miliony silników ZS (rys. 13).



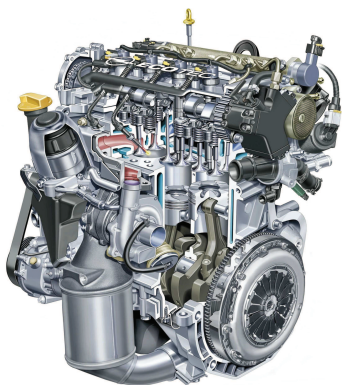
1.9 TDI PD

- najbardziej renomowana jednostka tego typu na świecie
- produkowany w wielu odmianach 66–110 kW
- od maja 1999 roku produkowany w zakładach Volkswagen Motor Polska w Polkowicach

Wielkość produkcji:
600 000 szt./rok

Rys. 13. Produkowany w Polkowicach silnik ZS typu 1.9 TDI zasilany pompowtryskiwaczowo.
Fig. 13. The 1.9 TDI compression-ignition engine with the unit injector system being produced in Polkowice.

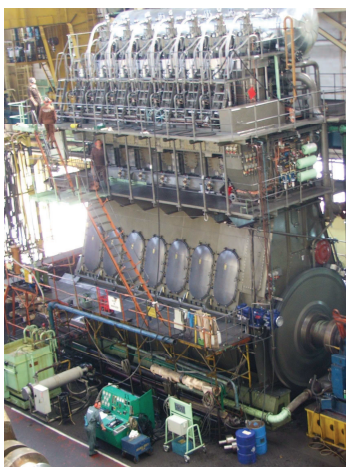
W maju 2007 roku w zakładzie FIAT-GM Powertrain Polska wyprodukowano dwumilionowy silnik ZS 1,3 SDE 75 KM (rys. 14). Od uruchomienia produkcji tego silnika, który rozpoczął nowy rozdział w historii rozwoju technologii silników ZS minęły ponad cztery lata. W ostatnich latach (2003–2006) zauważyć można przyspieszenie i zwiększenie produkcji (w 2003 roku – 137 834 sztuk, w 2006 roku – 673 475 sztuk). Nowy silnik o znamionowej mocy użytecznej 70, 75, 85, 90 i 105 KM w głównej mierze zaspokaja potrzeby eksportowe i jest montowany w samochodach produkowanych przez Fiata i General Motors. Obecnie produkuje się 2700 silników na dobę. FIAT-GM Powertrain Polska jest teraz największym pracodawcą i zakładem produkcyjnym na Podbeskidziu oraz posiada duże doświadczenie w produkcji silników i skrzyń biegów. W całym okresie działalności zakładu (wcześniej: Wytwórnia Sprzętu Mechanicznego, Fabryka Samochodów Małolitrażowych, Zakład Mechaniki Fiat Auto Poland) wyprodukowano tutaj ponad 5 milionów sztuk zespołów napędowych do różnych samochodów i 2 miliony silników ZS.



- Rozpoczęcie produkcji: kwiecień 2003 roku Produkcja: 770 000 szt./rok
- Rodzaje:– 1,3 SDE, 1,3 JTD, 1,3 CDTi
- Znamionowa moc użyteczna: od 51 do 66 (77) kW
- Stosowany w pojazdach:
 - FIAT: Panda, Punto, Idea, Palio, Albea, Doblo
 - LANCIA: Ypsilon, Musa
 - OPEL: Agila, Corsa, Astra, Tigra, Combo, Meriva
 - SUZUKI: Swift, Ignis, Wagon R+
 - SUBARU: G3X Justy

Rys. 14. Produkt Fiat-GM Powertrain w Bielsku Białej – silnik 1,3 SDE – silnik roku 2005.
 Fig. 14. The product of the Fiat-GM Powertrain company in Bielsko-Biała – the 1.3 SDE engine – the engine of the year 2005.

Silniki największej mocy – wolnoobrotowe silniki napędu głównego jednostek morskich produkowane są od lat pięćdziesiątych przez fabrykę H. Cegielski-Poznań S.A. W 1956 roku firma zakupiła licencję na budowę silników okrętowych od szwajcarskiej firmy Sulzer Brothers Ltd. (dziś Wärtsilä Switzerland Ltd.), a w 1959 roku licencję od duńskiej firmy Burmeister Wain (dziś MAN B&W Diesel A/S). Od tego czasu w Fabryce Silników Okrętowych HCP S.A. wyprodukowano ponad 1350 silników okrętowych o znamionowych mocach użytecznych dochodzących do 30000 kW. W ostatnich latach szczególną renomą cieszą się typoszeregi silników L/S-MC i L/S-MC-C (rys. 15) oraz RTA-U/B i RTA-T/B. W ramach spółki H. Cegielski-Poznań produkowane są również silniki trakcyjne i agregatowe, w tym silniki zasilane gazem ziemnym i biogazem.



Podstawowe parametry:

- znamionowa prędkość obrotowa
 $n = 91 \text{ obr/min}$
- średnie ciśnienie użyteczne
 $p_e = 1,9 \text{ MPa}$
- znamionowa moc użyteczna
 $N_e = 21770 \text{ kW}$
- jednostkowe zużycie paliwa
 $g_e = 169 \text{ g/(kW}\cdot\text{h)}$
- zużycie oleju smarującego
 $5,5\text{--}7,5 \text{ kg/cyl } 24 \text{ h}$
- zużycie oleju silnikowego
 $0,7\text{--}1,5 \text{ g/(kW}\cdot\text{h)}$
- masa suchego silnika
 $m = 408\ 000 \text{ kg}$

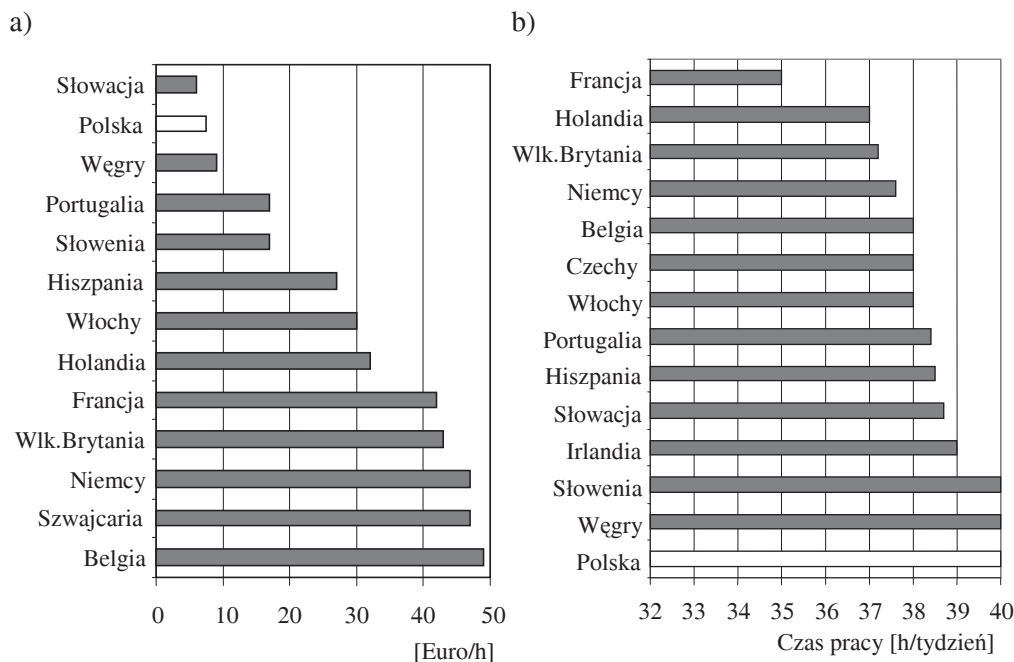
Rys. 15. Silnik 7S70MC-C w czasie próby zdawczej.
 Fig. 15. The 7S70MC-C engine during a main test.

Znaczenie przemysłu motoryzacyjnego i jego rola w gospodarce nie wynika z popytu wewnętrznego na pojazdy samochodowe, ale z dynamicznie rozwijającego się eksportu. W ciągu trzech lat (2002–2005) produkcja pojazdów samochodowych wzrosła o 98%, z poziomu 310 000 do 613 000 sztuk, mimo, że rynek sprzedaży nowych samochodów zmniejszył się w tym samym czasie o ponad 20% [16]. Taki wzrost był możliwy, ponieważ 96% produkcji polskiej branży motoryzacyjnej przeznaczone jest na eksport. Plany czołowych producentów pojazdów w Polsce – Fiat Auto Poland, General Motors Poland, Volkswagen Poznań oraz Fabryki Samochodów Osobowych zakładają, że w 2008 roku produkcja samochodów osobowych i dostawczych powinna osiągnąć 750–790 tysięcy sztuk rocznie [14]. Podobnie jak w przypadku produkowanych w Polsce pojazdów samochodowych również produkcja podzespołów i części w zdecydowanej większości przeznaczona jest na eksport. Wśród producentów podzespołów bardzo dynamicznie rozwija się segment produkcji jednostek napędowych. Branża motoryzacyjna należy do jednej z najlepiej rozwijających się branż polskiej gospodarki, która przyciągnęła około 7% wszystkich inwestycji bezpośrednich w Polsce [17]. Dzięki przeprowadzonym inwestycjom zatrudnienie w sektorze rośnie. Na koniec 2005 roku wyniosło 150 000 osób (blisko 2% ogółu zatrudnionych w przemyśle), z czego blisko 26000 zatrudnionych było w sektorze produkcji pojazdów i silników [14]. Według szacunków w 2006 roku nastąpił nawet 8% wzrost. W rzeczywistości liczba zatrudnionych w sektorze motoryzacyjnym jest wyższa, gdyż powyższe dane nie obejmują zakładów zatrudniających poniżej 10 osób a także tych poddostawców sektora, którzy ujmowani są w odrębnych kategoriach, m.in. producentów opon, szyb samochodowych czy foteli.

3. Przewaga Polski w zakresie produkcji silników spalinowych

Największy wpływ na obniżanie kosztów produkcji mają koszty pracy, co wynika z różnic w wynagrodzeniach robotników polskich oraz niemieckich. Obecnie różnice pomiędzy obywatelami Niemiec a nowymi członkami UE mogą sięgać nawet 90% (rys. 16). Różnice te będą się z czasem zmniejszać, ale pełne zrównanie będzie wymagało nawet kilkudziesięciu lat, biorąc pod uwagę 2–3% tempo wzrostu produktu krajowego brutto (PKB) w Europie Zachodniej i średnio 7% tempo wzrostu w Europie Środkowo-Wschodniej.

Kolejnym bardzo ważnym elementem składowym oszczędności są mniejsze koszty zużycia materiałów, gdyż surowce oraz części do produkcji wytwarzane na rynku lokalnym są z reguły tańsze od tych produkowanych w Europie Zachodniej. Tańsza siła robocza pozwala także na zastąpienie niektórych drogich maszyn pracą ludzką, co ogranicza zapotrzebowanie na kapitał niezbędny do produkcji oraz zmniejsza koszty amortyzacji majątku przedsiębiorstwa. Warto też pamiętać, że często inwestycje branży motoryzacyjnej lokowane są w specjalnych strefach ekonomicznych, gdzie inwestorzy korzystają z preferencji, w tym różnego rodzaju ulg podatkowych.



Rys. 16. Porównanie całkowitych kosztów pracy (a) – wynagrodzenia i ubezpieczenia społeczne – oraz czasu pracy (b) w wybranych krajach europejskich [18].

Fig. 16. Comparison of the total work costs (a) – rewards and social assurances – and work time (b) for chosen European countries [18].

Oszczędności w kosztach produkcji muszą być skorygowane o wyższe koszty logistyczne (+2%) oraz koszty związane z zarządzaniem nowym zakładem produkcyjnym (+1%). Całkowite oszczędności po uwzględnieniu zarówno czynników zmniejszających, jak i zwiększających koszty wynoszą zatem 27%. Przy okazji analizy kosztów nie można pominąć kosztów uruchomienia produkcji w nowym kraju, a zwłaszcza kosztów znalezienia dostawców i organizacji logistyki produkcji. Są to koszty jednorazowe, ale należy brać je pod uwagę przy analizie rentowności zmiany lokalizacji produkcji. Według BCG koszty uruchomienia produkcji, na które składają się: znalezienie dostawców, budowa łańcucha logistycznego, szkolenia i wyposażenie, podnoszą o 10% do 40% koszt produkcji w pierwszym roku funkcjonowania zakładu [16].

Tania siła robocza wynika nie tylko z bezpośrednich różnic w wynagrodzeniach pracowników, ale także z dłuższego tygodnia pracy w Polsce w porównaniu z wieloma krajami Unii Europejskiej (rys. 16). Dzięki temu w skali miesiąca czy roku polscy pracownicy wytwarzają więcej, np. silników, co obniża koszty jednostkowe i umożliwia zwiększenie efektów skali. Taka sama produkcja w Niemczech czy we Francji wymaga zatrudnienia większej liczby pracowników, co zwiększa koszty lub przy tym samym zatrudnieniu wymaga dłuższego czasu, czyli obniża wydajność produkcji w jednostce czasowej.

4. Podsumowanie

Obecnie w Polsce produkcja silników spalinowych w skali roku wynosi około 2 miliony sztuk, ale biorąc pod uwagę plany inwestycyjne producentów liczba wytwarzanych silników na pewno wzrośnie. Im większa produkcja silników spalinowych w kraju, tym lepiej dla gospodarki, w tym przede wszystkim dla branży motoryzacyjnej. Naturalną tendencją przy przenoszeniu inwestycji do nowego kraju jest zwiększanie udziału dostaw od lokalnych producentów w dostawach dla nowego zakładu. Dzieje się tak zwłaszcza w przypadku krajów o niższych kosztach produkcji. Zmiana źródła zakupów wiąże się z obniżeniem kosztów zakupu (cena surowców i części, koszt transportu), a także ze zmniejszeniem powierzchni magazynowania i kapitału zaangażowanego w utrzymanie zapasów.

Koncerny motoryzacyjne, dzięki niskim kosztom pracy, coraz chętniej decydują się na przeniesienie części lub całości swojej produkcji do regionu Europy Środkowej i Wschodniej. Przyczyną zmiany lokalizacji jest m.in. zmniejszenie sprzedaży, wzrost cen surowców i zwiększająca się konkurencja ze strony firm azjatyckich, jak wynika z raportu PwC – ang. *PricewaterhouseCoopers* [19]. Analitycy PwC przewidują, że w ciągu kolejnych pięciu lat inwestycje przemysłu motoryzacyjnego w Europie Środkowej i Wschodniej przekroczą 3 miliardy dolarów, zwiększając udział Czech, Węgier, Polski, Rumunii, Słowacji i Słowenii w światowej produkcji do 8%. Produkcję na wschód przenoszą również dostawcy komponentów dla przemysłu motoryzacyjnego. Według szacunków [19] 33% z zachodnioeuropejskich producentów części posiada już swoje zakłady produkcyjne w Europie Środkowo-Wschodniej.

O wyborze Polski decyduje m.in. świetna lokalizacja, bliskość rynków środkowej i wschodniej Europy. Ważna jest też dostępność młodych, dobrze wykształconych pracowników. Nadal wykształceni pracownicy wciąż zarabiają w Polsce kilka razy mniej niż w Europie Zachodniej.

Przewaga konkurencyjna Polski w zakresie produkcji silników spalinowych jest większa niż wynikałoby to z ogólnej przewagi konkurencyjnej kraju z punktu widzenia lokowania inwestycji zagranicznych. Dzieje się tak dlatego, że w Polsce istnieje dobrze rozwinięte zaplecze branży motoryzacyjnej, na które składa się sieć dostawców, ośrodki badawczo-rozwojowe, wykwalifikowana kadra i dotychczasowe udane inwestycje w produkcję najnowocześniejszych silników spalinowych. Mimo, że Polska nie jest uważana za kraj szczególnie atrakcyjny wśród krajów Europy Środkowo-Wschodniej i jest gorzej oceniana przez inwestorów zagranicznych niż Czechy, Słowacja, Słowenia i Węgry branża motoryzacyjna, a w szczególności sektor produkcji silników spalinowych, należą do tych dziedzin, w których Polska wyróżnia się pozytywnie na tle innych państw i które mogą decydować o rozwoju całej gospodarki.

Literatura

- [1] Report of McKinsey & Company, Inc., Munich 2006.
- [2] www.ukintpress.com (26.07.2007).
- [3] PELKMANS L. (red.): *Trends in vehicle and fuel technologies*. European Commission, Joint Research Center, Report EUR 20746 EN, 2003.
- [4] SORIA A., SZABO L., RUSS P., SUWALA W., HIDALGO I., PURWANTO A.: *World Energy Technology Outlook 2050*. European Commission, Joint Research Centre, 21.02.2006.
- [5] International Energy Agency: *Key World Energy Statistics 2005*.
- [6] CHRISTIDIS P., HIDALGO I., SORIA A.: *Dynamics of the introduction of new passenger car technologies*. European Commission, Joint Research Center, Report EUR 20762 EN, 2003.
- [7] DEMEL H.: *Engines and transmissions. Producers and consumers*. 27 Internationales Wiener Motorensymposium, Düsseldorf 2007.
- [8] CSM Q3, 2006.
- [9] ARVON L.M., *The future role of portable data storage technology in Environmental Protection Agency Office of Transportation and Air Quality*. SAE Government. Industry Session: New Conversations on OBD, 2005.
- [10] BURKE A.: *Saving petroleum with cost-effective hybrids*. SAE Technical Paper Series 2003-01-3279.
- [11] EBERHARD J.: *Emission limits of advanced commercial-vehicle engines*. Balancing Act Between Chance and Benefit. 26 Internationales Wiener Motorensymposium, 2005.
- [12] JOUBERT E., SEGUELONG T., WEINSTEIN N.: *Review of SCR technologies for diesel emission control*. European experience and worldwide perspectives. Diesel Engine Emissions Reduction, Coronado 2004.
- [13] WEBER T.: *The importance of research and development for the sustainable success of global automotive manufactures*. 27 Internationales Wiener Motorensymposium, Düsseldorf 2007.
- [14] Polska Izba Motoryzacji, www.pim.org.pl.
- [15] www.toyota.de (05.06.2007).
- [16] Prezentacja „Poland – the place of your success”. Polska Agencja Informacji i Inwestycji Zagranicznych. AutoEvent, Poznań 2006.
- [17] Raport „Perspektywy Rozwoju Motoryzacji w Polsce”. Gazeta Prawna nr 221 (1839), 14.11.2006.
- [18] Polska Agencja Informacji i Inwestycji Zagranicznych. www.paiiz.gov.pl.
- [19] Raport „2005 Global Automotive Financial Review”. PriceWaterhouseCoopers, 2006.

Development of the Polish engine industry against a background of changes being observed in the world automotive industry

S u m m a r y

The paper presents the international position of Poland as a manufacturer of internal combustion engines on the background of the world trends. Facts that Poland is an attractive place for the engine industry investments have been presented. Authors also pointed at the areas in which Poland dominates with reference to other countries. Causes of that state and potential technological, ecological and economical opportunities of the Polish scientific units and industry in the field of designing and production of modern internal combustion engines for traction vehicles and stationary machines have been described.