SPIS TREŚCI

Wiesław LESZEK
Generowanie problemów badawczych w naukach technicznych 3

Nauka i Technika

Mirosław WENDEKER, Artur GODULA
Badania eksploatacyjnej zmienności parametrów sterowania silników o zapłonie iskrowym
Research on variability in control parameters for spark ignition engines in real-life operations 12

Václav LEGÁT, František MOŠNA, Vratislav ČERVENKA, Vladimír JURČA
Optimization of preventive maintenance and information system 24

Jerzy JÓZWIK, Jerzy LIPSKI
Zastosowanie sieci neuronowych do modelowania odkształceń przedmiotu obrabianego podczas toczenia
Application of neural network to modeling of workpiece deformations during turning process 30

Boleslav KADLECEK, Ladislav PEJSA, Martin PEXA
Virtual vehicle-driving cycle application for measuring emission and fuel consumption on hdvs 40

Aktualności PN-TTE

Arjo KLIJN
Presentation to Member meeting of Polish National Maintenance Society 43

Dariusz MAZURKIEWICZ
Sprawozdanie z 59-ego spotkania Rady Europejskiej Federacji Narodowych Towarzystw Eksploatacyjnych (EFNMS) 46

Eugeniusz OLEARCZUK
Inicjatywa PNTTE – audytowanie eksploatacji majątku technicznego przedsiębiorstwa 49

Informacje o Programach Unii Europejskiej

Andrzej STĘPNIEWSKI
Podstawowe rodzaje projektów w 6 PR 53

Andrzej STĘPNIEWSKI
Europejska Przestrzeń Badawcza /European Research Area - ERA/ 55

Rozprawy i Wydawnictwa

Zdzisław Chłopek
Pojazdy samochodowe - ochrona środowiska naturalnego 54

Konferencje

Konferencja Eco-Oil Forum 2002 57
Euromaintenance 2004 58

WENDEKER M., GODULA A.: **Badania eksploatacyjnej zmienności parametrów sterowania silników o zapłonie iskrowym;** EiN 4/2002, s. 12-22.

W artykule przedstawiono wyniki badań parametrów sterowania silnika samochodowego w rzeczywistych warunkach eksploatacji. Myślą przewodnią artykułu jest przekonanie autorów, że badania eksploatacyjnej zmienności parametrów sterowania silników pozwolą udowodnić tezę o korelacji pomiędzy stopniem zużycia silnika a wybranymi parametrami algorytmu sterowania. Obiektem badań były silniki benzynowe samochodów marki OPEL. Monitorowanie warunków pracy silnika było możliwe dzięki wykorzystaniu systemów transmisji pokładowej. Ze sterownika silnika złączem ALDL dane przesyłano poprzez interfejs do testera, a następnie do komputera. Rejestrowano je wykorzystując oprogramowanie firmowe. Następnie dane zostały poddane analizie. Artykuł zakończono wnioskami płynącymi z uzyskanych wyników badań.

WENDEKER M., GODULA A.: **Research on variability in control parameters for spark ignition engines in real-life operations;** EiN 4/2002, s. 12-22.

The article presents the results of an analysis of the control parameters for motor-car engines in real-life operating conditions. The main idea of the article is the belief of its authors that analyses of the variability of engine control parameters will allow to prove the proposition that there is a correlation between the wear and tear of an engine and the selected parameters of the control algorithm. The analysis has been performed in respect of petrol engines for OPEL cars. The monitoring of the engine working conditions was possible due to having used on-board transmission systems. Data from the engine controller were transmitted using an ALDL connection, through an interface, to a tester and then, to a computer. Data was registered using the company software. Subsequently, the data collected was analysed. The article ends with conclusions resulting from the analysis.

LEGÁT V., MOŠNA F., ČERVENKA V, JURČA V.: **Optimization of preventive maintenance and information system;** EiN nr 4 /2002, s. 23-28.

The paper presents a method for determining the optimal interval for preventive maintenance/replacement using either an age related or a diagnostic related renewal strategy. Additionally, the authors rise the question: "How does preventive maintenance influence the probability of failure and the mean life-time of preventively maintained elements of a technical system?" They answer the question using analytical and simulation computing approaches to arrive at the solution. The results are in quantitative form, giving relationships between preventive maintenance intervals and survival probability functions and mean life-time characteristics. Examples demonstrate suitability of the method for typical engineering components with Weibull life distributions. Applications offer substantial benefits to both the manufacturer and the user of technical equipment.

JÓZWIK J., LIPSKI J.: **Zastosowanie sieci neuronowych do modelowania odkształceń przedmiotu obrabianego podczas toczenia;** EiN 4/2002, s. 39-41.

W artykule wskazano na szerokie możliwości modelowania procesów skrawania za pomocą strategii samouczenia. Zaprezentowano model predykcji sumarycznych odkształceń przedmiotu obrabianego za pomocą sztucznych sieci neuronowych. Badania i analizy przeprowadzono na przykładzie toczenia ortogonalnego tulei cienkościennej, poddanej działaniu ciepła i sił w procesie skrawania.

JÓZWIK J., LIPSKI J.: **Application of neural network to modeling of workpiece deformations during turning process;** EiN 4/2002, s. 29-38.

In this paper has been to shown wide possibility modeling of cutting process by self-teaching strategy. Hear have been presented neural network model of workpiece summary deformations. Research and analyzes have been shown based on example orthogonal turning of thin-walled sleeve to expose it on action of heat and cutting forces.

KADLECEK B., PEJSA L., PEXA M.: **Virtual vehicle-driving cycle application for measuring emission and fuel consumption on hdvs;** EiN 4/2002, s. 29-38.

This proposed methodology is a simple, cost-effective and user friendly alternative to the ECE R83.03. It is suitable for basic measurements and vehicle diagnostic applications in service centers measurements. The methodology makes use of the quasi-static method. Measurements are carried out without the use of the Power Absorption Dynamometer. A narrow rotational frequency range is measured at a given time, and builds on gradually to successive measurements. Power is not transmitted through the driving wheels. For adhesion, it is not necessary to load the vehicle and the method can be suitably applied to HDV measuring. Test results are registered in grams of emission and fuel consumption per distance traveled in conformity with random loading of a defined driving cycle. The driving cycle is realized in a virtual way by measurements arrived at in the field of variables. Precision of the measurements depends on the sensor used and is comparable to the precision of the measurements made on chassis dynamometer.

Wiesław LESZEK

GENEROWANIE PROBLEMÓW BADAWCZYCH W NAUKACH TECHNICZNYCH

Wstęp

Analiza piśmiennictwa metodologicznego wykazuje, że łatwiej w niej znaleźć omówienie metod rozwiązywania problemów badawczych niż zasad ich generowania. Jeśli już takie zasady są opisane to dotyczą one sytuacji, w której problemy badawcze wywodzą się z samej nauki, co jest charakterystyczne dla nauk podstawowych. Dla odniesienia zasad generowania problemów badawczych do nauk technicznych podjęto to opracowanie.

Postanowiono zaadresować go do nauk technicznych, co oznacza, że problem badawczy powstaje w określonej sytuacji problemowej, której naczelnym wyznacznikiem jest potrzeba społeczna. Ona to generuje powstanie innowacji technicznej (wyrobu lub usługi) oraz wywołuje problemy badawcze, których celem jest zaspokojenie potrzeb na wiedzę brakującą dla rozwiązania zadania technicznego realizującego pierwotną potrzebę społeczną.

W takim układzie zbudowano strukturę opracowania. Omówiono więc kwestię potrzeb społecznych, możliwość konstatacji czy jest ona zaspokajana przy pomocy środków technicznych oraz ciąg sytuacji problemowych prowadzących do wygenerowania konkretnego problemu badawczego. Ten tok rozumowania można przedłużyć aż do sformułowania zadań badawczych. Tej kwestii w tym opracowaniu nie poruszano.

1. Analiza pojęcia „potrzeba społeczna"

Według M. Mazura [1] punktem wyjścia przy planowaniu badań naukowych powinny być potrzeby społeczeństwa.

W warunkach rewolucji naukowo-technicznej miarą wartości badań naukowych jest ich efektywność. Z tego względu należy wiedzieć jakie potrzeby społeczne będą zaspokojone w wyniku rozwiązania problemu, a także umieć wykorzystać takie rozwiązania dla zaspokojenia tych potrzeb. Wynika z tego, że proces planowania powinien obejmować nie tylko rozwiązanie problemu naukowego, ale także wszystko, co zachodzi przed podjęciem problemu i to co pojawi się po jego rozwiązaniu.

Zaplanowane wyniki powinny być osiągnięte w możliwie najkrótszych terminach. Wynika stąd wniosek, że w planowaniu zamiast dostosować problemy do posiadanych środków należy dostosować środki do problemu, który ma być rozwiązany. Wnioski te sprowadzają się do wymagania, aby planowanie działalności naukowej obejmowało:

- wszystkie postacie problemów, tj. nie tylko problemy poznawcze (badawcze) ale także problemy decyzyjne;
- wszystkie etapy działalności naukowej tj. od założenia, kiedy określony problem jeszcze nie został sformułowany, do przygotowania rozwiązania na użytek praktycznego wykorzystania;
- wszystkie narzędzia badawcze służące rozwiązaniu problemu, tj. techniczne, organizacyjne, psychologiczne.

Z określenia systemu jako zbioru elementów i relacji między nimi wynika, że wszystkie problemy można ująć w dwóch grupach:

- jako problemy poznania tj. problemy wynikające z dążenia do określenia elementów i relacji o danym systemie bez przekształcania go w inny system;
- jako problemy podjęcia decyzji, tj. problemy wynikające z dążenia do tworzenia systemów określonych elementów i relacji przez przekształcenia danego systemu w system pożądany.

Z tymi podstawowymi pytaniami, przy planowaniu działalności naukowej, wiąże się kwestia: czy należy planować rozwiązanie problemu poznania czy problem podjęcia decyzji. Inaczej mówiąc – szukać odpowiedzi na pytanie: jakie są elementy i relacja danego systemu, czy odpowiedzi na pytanie: jak zbudować potrzebny system?

Słownik języka polskiego [2] określa „potrzebę" jako „to co jest potrzebne, okoliczności zmuszające do postąpienia tak, a nie inaczej", „rzeczy, bez których trudno się obejść", „artykuły, towary, rzeczy itp. niezbędne w życiu codziennym, takie, bez których nie można się obejść".

J. Pociecha [3] pisze: „Potrzebę najczęściej definiuje się jako odczuwalny stan braku lub nierównowagi organizmu, stan świadomego lub nieświadomego napięcia. Ma ona zawsze swój podmiot, jest na coś ukierunkowana, a jej powstanie wynika z celów działania jednostek. Zaspokojenie potrzeby zawsze ma charakter czasowy, co oznacza, że potrzeby są odnawialne i mają charakter powtarzalny. Z faktu niemożliwości zaspokojenia wszystkich potrzeb jedno-

cześnie wypływa konieczność przypisywania poszczególnym potrzebom różnych wag i układania ich w struktury hierarchiczne".

Ten sam autor [3] stwierdza, że „Potrzeby człowieka mają charakter nieograniczony, natomiast możliwości ich zaspokojenia są na ogół w wysokim stopniu ograniczone. W sytuacji ograniczoności dostępu do dóbr i usług człowiek może jedynie maksymalizować swoją satysfakcję z ich spożycia. Satysfakcja, którą dana osoba uzyskuje ze spożycia pewnego dobra lub usługi albo z udziału w jakimś rodzaju działalności, nazywa się użytecznością".

Zdaniem T. Szumowskiego [4]: „Potrzebę można określić jako stan napięcia nerwowego, jako pożądanie (wynikające z odczuwania braku), które można zaspokoić w formie doznań fizycznych lub psychicznych. Pożądania takie przejawiają zarówno jednostki oraz grupy społeczne, jak i całe społeczeństwa".

Przedstawione definicje pozwalają na dokonanie systematyki potrzeb. W literaturze spotyka się następujące określenia potrzeb [4].

Potrzeby konsumpcyjne to takie, „których zaspokojenie powoduje zużycie towarów (czy to rynkowych, czy też produkowanych we własnym przedsiębiorstwie) lub usług oferowanych przez instytucje socjalne i gospodarcze".

Potrzeby konsumpcyjne mogą być *obiektywne* wywodzące się z biologii funkcjonowania organizmu ludzkiego, są – można przyjąć – łatwiejsze do pełnego zaspokojenia oraz do nasycenia w porównaniu z potrzebami subiektywnymi, wynikającymi z uzależnień społecznych człowieka i bardziej z reakcji psychicznych niż fizycznych.

J. Szczepański [5] pisze: „Możemy więc wstępnie podzielić potrzeby jednostek na potrzeby immanentne jej systemu biopsychicznego i na potrzeby wynikające z cech środowiska, w którym jednostka żyje (przez środowisko rozumiemy całość warunków i podmiotów działających na nią, naturalnych, społecznych, kulturowych i innych). Przy takim ujęciu można też powiedzieć, że potrzeby są pochodne w stosunku do wymagań procesów życiowych jednostki, gdyż istotą życia człowieka są działania w gospodarce, zbiorowościach społecznych, kulturze. A zatem jedna i drugie potrzeby są wynikiem albo procesów przemiany materii zachodzących w organizmie, albo procesów życiowych (działań lub – szerzej – zachowań) w systemach środowiskowych".

Komentując tę opinię T. Szumowski [4] stwierdza, że: „Przyjmuje się także, że potrzeby obiektywne, wynikające z biologicznego funkcjonowania organizmu są łatwiejsze do znormalizowania dla jednostki lub grup społecznych. Potrzeby subiektywne wynikające głównie z psychicznej warstwy „świadomości" ludzkiej, są znacznie trudniejsze do znormalizowania i mają nieograniczone możliwości rozwoju. Innymi słowy, na wyższych etapach rozwoju społecznego potrzeb jest coraz więcej, są one znacznie bardziej skomplikowane i wymagają większych nakładów pracy na rzecz ich zaspokajania, natomiast proces konsumpcji oraz zaspokajanie potrzeb rodzi i rozwija kolejne generacje potrzeb konsumpcyjnych. Powoduje to konieczność wydobycia lub/i wytworzenia dóbr i usług zaspokajających potrzeby konsumpcyjne. Trwa zatem proces produkcja – konsumpcja – produkcja itd., wzajemnie z siebie wynikający i jednocześnie wzajemnie się warunkujący.

Należy też przyjąć, że potrzeby konsumpcyjne mogą być w stosunku do siebie *substytucyjne* lub *komplementarne*, a system powiązań między nimi jest z natury bardzo skomplikowany.

Wymienione potrzeby nazwane zostały konsumpcyjnymi i określenie to zaspokaja zainteresowania ekonomistów. Na użytek tego opracowania pojęcie to powinno być uzupełnione i rozszerzone o następujące kwestie.

Pojęcie potrzeb konsumpcyjnych adresowane jest do indywidualnego człowieka. Jakkolwiek potrzeby społeczeństwa stanowią wypadkową potrzeb indywidualnych to społeczeństwo ma wiele innych potrzeb, które wprawdzie można zaliczyć do szeroko pojmowanych potrzeb konsumpcyjnych to ich charakter różni się jakościowo od potrzeb traktowanych jako potrzeba indywidualna. Zestawienie indywidualnych i społecznych potrzeb przedstawiono w Tabeli 1.

Poza wymienionymi w Tabeli potrzebami zarówno indywidualny człowiek jak i zbiorowość ludzka ma jeszcze wiele innych potrzeb wynikających z uwarunkowań społecznych (np. udział w wykonywaniu funkcji społeczno-politycznych) lub potrzeby samorealizacji albo zaspokojenia potrzeb duchowych. Potrzeb tych nie umieszczono w Tabeli ze względu na to, że udział środków technicznych w ich zaspokajaniu jest zwykle minimalny.

2. Techniczne środki zaspokojenia potrzeb

Zagadnienie kryjące się pod nazwą „techniczne środki zaspokajania potrzeb" wynika z istoty techniki i przeznaczenia środków technicznych.

Można przyjąć, że technika jest to dział cywilizacji i kultury obejmujący środki materialne i umiejętności posługiwania się nimi, umożliwiające człowiekowi celową działalność gospodarczą i opanowanie przyrody. Praktyka techniczna to zbiór obiektów technicznych i procedur ich wykorzystywania do zaspokojenia potrzeb poprzez opracowanie, wytwarzanie i użytkowanie obiektów technicznych.

Tab. 1. Zestawienie indywidualnych i społecznych potrzeb na towary, usługi i urządzenia techniczne

Rodzaj potrzeby	Wymiar indywidualny potrzeby	Wymiar społeczny potrzeby
Przetrwanie	wyżywienie ubranie mieszkanie	rozwój produkcji żywności rozwój produkcji przem. lekkiego rozwój budownictwa
Ochrona zdrowia	dostępność służby zdrowia dostępność lekarstw dostępność sanatoriów i ośrodków rehabilitacyjnych	odpowiednia strukturyzacja lecznictwa zaopatrzenie w lekarstwa o odpowiedniej cenie odpowiedni system opieki sanatoryjnej
Bezpieczeństwo	dostępność indywidualnych środków zabezpieczających	odpowiednie wyposażenie i organizacja armii odpowiednie wyposażenie i organizacja policji sprawność organizacyjna armii, policji i służb specjalnych
Rozwój intelektualny	dostępność wszystkich poziomów edukacyjnych dostępność technicznych środków edukacyjnych dostępność ośrodków działalności artystycznej	organizacja systemów edukacyjnych organizacja społecznego dostępu do dóbr kultury
Komunikacja a) informacyjna b) przemieszczanie (transport)	dostępność systemów i środków łączności dostępność systemów (sieci) transportowych dostępność indywidualnych środków transportu	organizacja systemów łączności rozwój produkcji środków łączności organizacja systemów (sieci) transportowych rozwój produkcji indywidualnych środków transportu
Odzyskiwanie i organizacja czasu wolnego	dostępność sprzętu AGD dostępność sprzętu rekreacyjnego	produkcja sprzętu AGD produkcja sprzętu rekreacyjnego organizacja ośrodków rekreacyjnych

Zakładając ogólne kryterium klasyfikacyjne obiektów technicznych jakim jest sposób zaspokajania potrzeb można te obiekty określić jako urządzenia spełniające wobec indywidualnego człowieka lub zbiorowości ludzkiej jakąś dokładnie określoną usługę. Według tego kryterium urządzenie techniczne można rozdzielić:

1) na takie, które spełniają usługę bezpośrednio, lub takie, które bezpośrednio uczestniczą w realizacji jakiejś usługi; nie jest przy tym ważny udział człowieka współpracującego z tym urządzeniem, oraz
2) na takie, które co prawda same nie uczestniczą w procesach usługowych bezpośrednio, ale wytwarzają produkty zaspokajające jakieś ludzkie potrzeby; do tej grupy należą urządzenia produkcyjne realizujące procesy technologiczne.

Bliższa analiza obu tych grup urządzeń technicznych wykazuje, że pierwsza z nich nastawiona jest raczej na zaspokajanie potrzeb indywidualnego człowieka, druga zaś na zaspokajanie potrzeb społecznych, wyrażanych przez grupy, z których składa się społeczeństwo.

Stwierdzenia te prowadzą do następujących konkluzji:

- pierwsza grupa urządzeń technicznych jest to zbiór obiektów przeznaczonych do bezpośredniego użytkowania przez indywidualnych ludzi realizujących zaspokojenie własnych potrzeb oraz także przez indywidualnych ludzi (lub ich małe zespoły) świadczących usługi w wykonywaniu których niezbędny jest sprzęt techniczny; dla zilustrowania tej kwestii można powiedzieć, że do tej grupy należą m.in. sprzęt AGD i RTV, samochody osobowe, maszyny informatyczne, urządzenia łączności itp., a także wyposażenie

techniczne gabinetów lekarskich i stomatologicznych, warsztatów rzemieślniczych o charakterze usługowym, gabinetów zabiegowych itp.;
- druga grupa urządzeń technicznych, to taka, która służy do wytwarzania obiektów technicznych należących do grupy pierwszej i produktów zaspokajających bezpośrednie potrzeby indywidualne ludzi oraz taka, która stanowi wyposażenie procesów produkcyjnych, transportowych itp.

Podsumowując ten fragment opracowania można przyjąć że potrzeby indywidualnych ludzi oraz grup społecznych i społeczeństw jako całości mogą być zaspokojone:

- bezpośrednio przez wyroby konsumpcyjne,
- urządzenia techniczne służące do produkcji wyrobów konsumpcyjnych,
- urządzenia techniczne służące do spełniania usług,
- procesy technologiczne wytwarzające dobra konsumpcyjne,
- procesy technologiczne wytwarzające urządzenia techniczne służące do wytwarzania środków produkcji i urządzeń usługowych.

Zastanówmy się teraz nad zagadnieniem powstawania potrzeb oraz ich nazywania (formułowania, opisywania).

Pierwsza grupa potrzeb, które można nazwać „potrzebami elementarnymi" powstaje jako potrzeby fizyczne (fizjologiczne: jedzenia, picia, snu; przetrwania biologicznego: bezpieczeństwa życiowego, bezpieczeństwa klimatycznego: mieszkanie, odzież). W zależności od rozwoju społeczno-ekonomicznego kraju potrzeby te będą wyrażane różnie. Wspólną prawidłowością dla wszystkich tych potrzeb jest to, że sposób ich zaspokojenia zależy od możliwości społeczeństwa, przy czym tendencją jest wzrost wymagań wobec dostępności środków służących do ich zaspokojenia. W języku potocznym nazywane to jest dążeniem do osiągnięcia dobrobytu. Potrzeba dobrobytu wyrażana jest zarówno w postaci ilościowej – rozumianej jako stosunek między aspiracjami konsumenta a możliwościami ich zaspokojenia przez produkt konsumpcyjny, urządzenie techniczne lub usługę.

Druga grupa potrzeb kształtowana jest przez cywilizację. Należą do niej wymienione w Tabeli 1 potrzeby w zakresie ochrony zdrowia, rozwoju intelektualnego, komunikacji informacyjnej i organizacji czasu wolnego.

Porównując obie te grupy można zauważyć, że o ile potrzeby pierwszej z nich są generowane przez konsumentów wyrobów o użytkowników urządzeń technicznych, to druga grupa potrzeb jest inspirowana przez producentów odpowiednich wyrobów i obiektów technicznych. Podpowiadają oni konsumentom i użytkownikom zastosowanie już wytwarzanych towarów albo towarów przewidzianych do wytwarzania w określonym czasie. Odpowiednie badania (zwane badaniami marketingowymi) oraz oddziaływania reklamowe w pierwszej kolejności weryfikują aspiracje potencjalnych odbiorców, a w następnej kształtując ich zainteresowanie produktem określają techniczno-ekonomiczne parametry tego produktu.

Łatwo jest wykazać, że w obu przypadkach potrzeby mają wymiar historyczny i zmieniają się w zależności od historycznych uwarunkowań jakim poddane jest społeczeństwo.

Uwagi te dotyczą zarówno wyrobów konsumpcyjnych, jak i urządzeń technicznych przeznaczonych do indywidualnego użytkowania. Nieco inaczej przedstawia się sprawa potrzeb na urządzenia techniczne służące do realizacji procesów technologicznych w produkcji oraz usługowych. W tym przypadku najpierw pojawia się potrzeba na produkt lub usługę, a dopiero później potrzeba zorganizowania i wyposażenia odpowiedniego procesu wytwórczego lub usługowego.

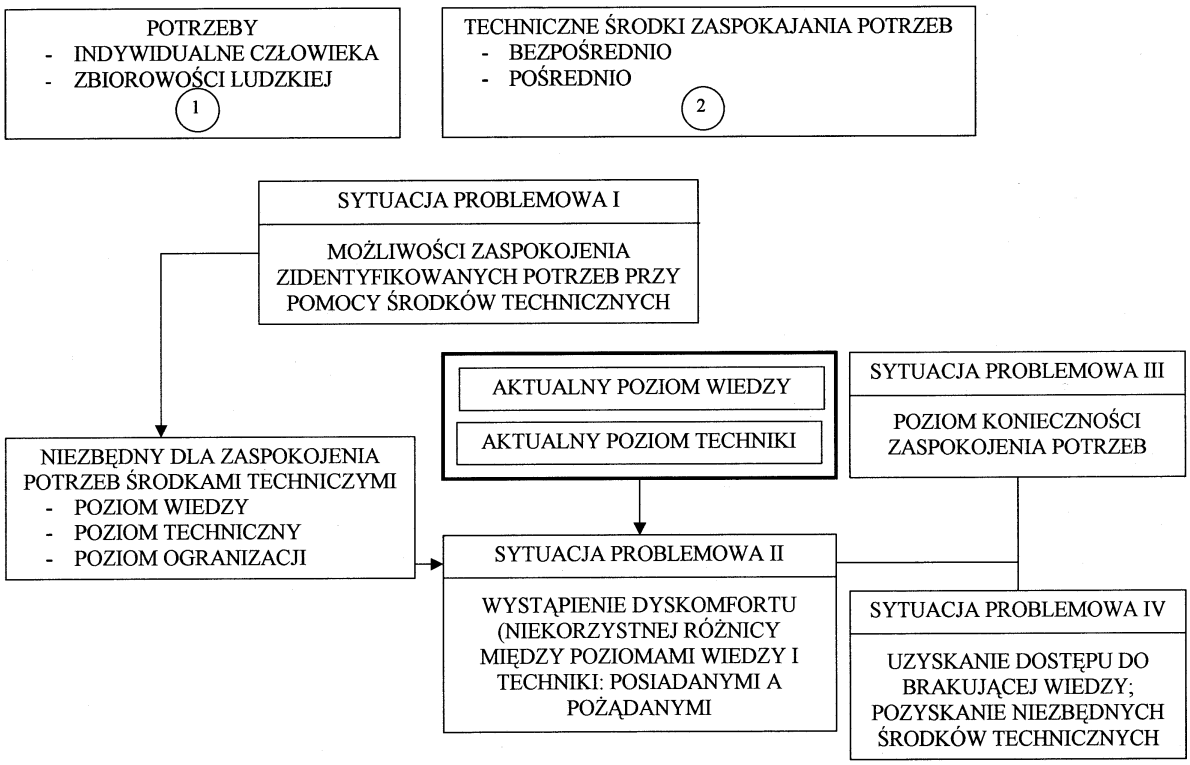
Ograniczając dalsze rozważania do zagadnień obiektów technicznych można skupić uwagę na następujących kwestiach:

- urządzeń technicznych indywidualnego użytkowania,
- urządzeń technicznych służących do wyposażania procesów technologicznych i usługowych.

W obu przypadkach mogą zaistnieć dwa warianty potrzeb: tworzenie nowego obiektu technicznego lub nowego procesu technologicznego oraz optymalizacja istniejących (wytwarzanych) obiektów lub procesów technologicznych.

Dotychczasowe wywody dotyczyły koncepcyjnej, projektowej i wytwórczej faz egzystencji urządzeń technicznych. Teraz zajmiemy się ich fazą eksploatacyjną.

Przystępując do analizy kwestii związanych z generowaniem potrzeb dotyczących eksploatacji urządzeń technicznych należy jako założenie przyjąć, że wszystkie potrzeby, które mogłyby być zaspokojone w tej fazie egzystencji urządzenia ujawniane są w fazach poprzedzających eksploatację. W fazie koncepcyjnej nakłada się bowiem na przewidywany do wytwarzania lub modernizacji obiekt techniczny postulaty i ograniczenia, które powinien on spełnić w fazie eksploatacji. To samo obejmuje produkty konsumpcyjne. W fazie projektowania oraz w fazie wytwarzania następuje praktyczna realizacja dyrektyw przyjętych w fazie koncepcyjnej. Weryfikacja zgodności tych dyrektyw z rzeczywistością, która została wytworzona w procesie technologicznym następuje



Rys. 1. Powstawanie sytuacji problemowych prowadzących do problemu badawczego

w fazie eksploatacji. W fazie eksploatacyjnej następuje więc stwierdzenie, czy towar, urządzenie techniczne lub proces technologiczny zaspokaja potrzeby ich odbiorców, jaki jest poziom zaspokojenia potrzeb i jaki jest jego koszt indywidualny i społeczny. W gospodarce rynkowej faza eksploatacyjna składa się jeszcze z etapu poprzedzającego właściwe użytkowanie towaru, urządzenia lub procesu, jakim jest wprowadzanie ich na rynek. Etap ten weryfikuje wcześniejsze ustalenia (przedprojektowe) dotyczące charakteru potrzeb i sposobów ich zaspokojenia. Określa to jakościowe charakterystyki towarów, urządzeń i procesów oraz po uwzględnieniu znanych producentom uwarunkowań rynkowych (np. konkurencji) również ilościowy rozmiar produkcji.

Poza tymi ogólnymi potrzebami, zaspokajanymi w fazach przedeksploatacyjnych można określić jeszcze potrzeby związane z przebiegiem samej eksploatacji tzn. użytkowaniem i obsługiwaniem. Potrzeby te obejmują: procedury eksploatowania, dostępność materiałów eksploatacyjnych oraz organizację systemów eksploatacyjnych.

Procedury eksploatowania, które w istocie wytyczają potrzebę na systemy, sprzęt i materiały można wyszczególnić następująco:

- procedura doboru urządzeń technicznych i materiałów eksploatacyjnych,
- procedura wprowadzania urządzenia technicznego do eksploatacji (dotarcia),
- procedura określania stanu technicznego i prognozowania przyszłych stanów urządzenia technicznego,
- procedura określania stanu granicznego urządzenia technicznego i materiałów eksploatacyjnych,
- procedury obsługowe i naprawcze,
- procedura wycofania urządzenia technicznego z eksploatacji.

Do tych procedur należy dodać jeszcze potrzeby na metody projektowania organizacji i użytkowania systemów eksploatacyjnych.

Genezę sytuacji problemowych związanych z ciągiem od potrzeby społecznej do problemu badawczego (patrz Wstęp) przedstawiono na Rysunku 1.

3. Sytuacja problemowa I

Możliwości zaspokojenia zidentyfikowanych potrzeb przy pomocy środków technicznych

Powyższa sytuacja problemowa powstaje wtedy, kiedy po zidentyfikowaniu potrzeb (opisanych wcześniej) należy rozstrzygnąć czy są one podatne na zaspokojenie przy pomocy środków technicznych (przy założeniu ich aktualności).

Rozstrzygnięcie to polega na udzieleniu odpowiedzi na następujące pytania:

1. Na czym polega zaspokojenie zidentyfikowanej potrzeby?
2. Kto i w jakich warunkach może podjąć decyzję i działanie ukierunkowane na zaspokojenie zidentyfikowanej potrzeby?
3. Jakie ośrodki powinny być zastosowane dla zaspokojenia potrzeby?
4. Czy wśród tych środków znajdują się środki techniczne (produkty, urządzenia techniczne)?
5. Jaki jest udział (ranga) środków technicznych w zaspokajaniu potrzeby?

Jeśli na te pytania zostaną udzielone odpowiedzi można na ich podstawie sformułować pytania konkretyzujące:

6. Kto i kiedy podjął działania zmierzające do zaspokojenia danej potrzeby?
7. Jaki był poziom tego zaspokojenia (zadowalający, wystarczający, wysoki itp. – lub ich przeciwieństwa)? Kiedy podjęto taką próbę?
8. Czy przyjęte wówczas sposoby są aktualne obecnie? Czy można wyznaczyć trendy rozwojowe?
9. Jeśli w poprzednich rozwiązaniach występowały środki techniczne to:
   - jakie to były środki?
   - jakie miały parametry techniczne?
   - jakie miały charakterystyki funkcjonalne?
10. Czy rozwiązania techniczne (konstrukcyjne, materiałowe itp.) są jeszcze nadal aktualne?

Jeśli przeprowadzona analiza wykaże, że poprzednie sposoby zaspokajania zidentyfikowanych i uznanych za aktywne potrzeb i stosowane przy tym środki techniczne nie odpowiadają współczesnym normom cywilizacyjnym i wymaganiom społecznym (w tym standardom rynkowym) należy przyjąć rozwiązanie ogólnej sytuacji problemowej: poszukiwania wiedzy umożliwiającej zaspokojenie zidentyfikowanej i uznanej za ważną potrzeby. Generuje to kilka kolejnych sytuacji problemowych szczegółowych.

4. Sytuacja problemowa Ia

Określenie niezbędnego dla zaspokojenia potrzeb środkami technicznymi poziomu wiedzy, techniki i organizacji

Początkowy etap rozwiązywania tej sytuacji ma charakter informacyjno-decyzyjny. Polega on na zabraniu wszelkiej dostępnej informacji o genezie potrzeby i dotychczasowych sposobach jej zaspokajania oraz wyborze zasady postępowania w przypadku kiedy należy podjąć nową próbę zaspokojenia tej potrzeby. Kolejnym krokiem tego etapu powinno być wypracowanie koncepcji wariantów rozwiązań technicznych spełniających wybraną zasadę postępowania.

Następny krok polega na zbudowaniu hierarchicznej struktury wariantów rozwiązań technicznych według przyjętych kryteriów ich oceny i wartościowania. Na czele tej struktury znajdą się warianty spełniające najwięcej kryteriów najwyższej rangi, na końcu zaś warianty nie spełniające tych kryteriów lub spełniające je w niewielkim stopniu.

Decyzyjna faza etapu początkowego obejmuje wybór spośród zbioru wariantów rozwiązań technicznych tych z nich, które spełniają uznane przez decydenta za najważniejsze kryteria nie tylko techniczne. Decydent może kierować się przy tym swoimi planami taktycznymi i strategicznymi.

Po dokonaniu stosowanych wyborów można przystąpić do etapu roboczego tej sytuacji problemowej tzn. odpowiadania na następujące pytania dla każdego wariantu rozwiązania osobno:

1. Co trzeba wiedzieć aby zrealizować dany wariant rozwiązania?
2. Co trzeba umieć aby ten wariant zrealizować?
3. Jakimi materiałami konstrukcyjnymi i eksploatacyjnymi należy dysponować aby mógł być wykonalny dany wariant rozwiązania technicznego?
4. Jakimi technologiami wykonawczymi należy dysponować, aby zrealizować dany wariant rozwiązania?
5. Czy rozwiązanie danego wariantu wymaga specjalnej organizacji procesu rozwiązywania i czy ta forma organizacyjna jest osiągalna?

Na podstawie odpowiedzi na te pytania powstają modele idealizacyjne poszczególnych wariantów rozwiązań technicznych. Idealny charakter tych modeli polega na tym, że opracowujący je nie liczą się z aktualnym stanem wiedzy techniki i organizacji, a stawiają postulaty żądające dostępności wiedzy, techniki i organizacji na pożądanym poziomie. Kategoryczny charakter tych postulatów stanowi źródło postępu naukowo-technicznego i organizacyjnego.

Tab. 2. Sytuacje relacji między istniejącym a pożądanym poziomem wiedzy, techniki i organizacji

	WIEDZA	TECHNIKA	ORGANIZACJA
1	+	+	+
2	+	–	–
3	–	+	–
4	–	–	+
5	+	+	–
6	+	–	+
7	–	+	+
8	–	–	–

gdzie:

+ oznacza zgodność poziomu pożądanego z istniejącym,
- oznacza niezgodność poziomu pożądanego z istniejącym tzn. poziom istniejący jest niewystarczający dla zaspokojenia potrzeby na obiekt techniczny (wyrób, urządzenie, proces).

Konfrontacja tych postulatów z aktualnym stanem wiedzy, techniki i organizacji tworzy sytuacja problemowa II.

5. Sytuacja problemowa II

Wystąpienie niekorzystnej różnicy między istniejącymi a pożądanymi poziomami wiedzy, techniki i organizacji

Rozwiązanie tej sytuacji problemowej obejmuje trzy fazy.

W pierwszej dokonuje się analizy aktualnego stanu wiedzy, techniki i organizacji w kwestiach odpowiadających sformułowanym wcześniej postulatom. Procedurze realizacji tej fazy zbliżona jest do procedury Ia, z tym jednak zastrzeżeniem, że odpowiedzi na pytania zawierają zestawienia faktów. Taka forma odpowiedzi powinna jednoznacznie określić szansę zaspokojenia wcześniej sformułowanej potrzeby.

Druga faza rozwiązania tej sytuacji problemowej polega na porównaniu pożądanego stanu wiedzy, techniki i organizacji z wiedzą, techniką i organizacją opisanymi w sytuacji problemowej I. Struktura opisu tego porównania zamyka się w kolejnych odpowiedziach: „jest tak, a powinno być tak". Dla każdego z wcześniej sformułowanych postulatów określa się wystąpienie jednej z następujących możliwych sytuacji:

- istniejący poziom wiedzy (lub techniki, albo organizacji) odpowiada całkowicie pożądanemu poziomowi wiedzy (lub techniki, albo organizacji); inaczej mówiąc jest on wystarczający do podjęcia działań zmierzających do zaspokojenia potrzeby,
- istniejący poziom wiedzy (lub techniki, albo organizacji) w jakimś aspekcie nie odpowiada (tzn. jest niewystarczający) żądaniom związanym z zaspokojeniem potrzeby.

W Tabeli 2 uwidacznia się wyraźnie, że z wyjątkiem pierwszej sytuacji występuje pod jakimś względem dyskomfort niekorzystnej różnicy między poziomem istniejącym a pożądanym. Sytuacje zarejestrowane w Tabeli 2 można opisać bardziej szczegółowo, co niewątpliwie zostanie dokonane w przyszłości. Już teraz widać jednak, że sytuacje tam pokazane różnią się od siebie zakresem spełnienia wymagań stawianych przez pożądane poziomy wiedzy, techniki i organizacji. Im mniejszy jest ten zakres, tym większa jest luka umożliwiająca spełnienie potrzeby. Zakrycie (wypełnienie) tej luki jest wobec tego tym trudniejsze, bardziej pracochłonne, a w konsekwencji bardziej kosztowne. To spostrzeżenie stanowi podstawę do stwierdzenia istnienia sytuacji problemowej III.

6. Sytuacja problemowa III

Ocena poziomu konieczności zaspokojenia potrzeby

Sytuacja ta jest sytuacją decyzyjną. Ujawniona w poprzedniej sytuacji problemowej skala trudności w osiągnięciu zadowalającego poziomu wiedzy, organizacji i techniki wymusza rozstrzygnięcie kwestii, czy rzeczywiście warto podjąć poszukiwania brakującej wiedzy oraz możliwości technicznych i organizacyjnych. Jest to ostatnia okazja, w której można wycofać się z wydatków i ryzyka, które są zwykle związane z ukierunkowanymi badaniami naukowymi. Jeśli decydent gotów jest podjąć ryzyko wynikające z niepewności sytuacji badawczej, wtedy pojawia się sytuacja problemowa IV.

7. Sytuacja problemowa IV

Uzyskanie dostępu do brakującej wiedzy, możliwości technicznej i organizacyjnej

Ta sytuacja problemowa jest konsekwencją sytuacji problemowej II, która ujawniła rozmiar luki w posiadanej wiedzy, możliwościach technicznych i organizacyjnych oraz sytuacji problemowej III, która zadecydowała o podjęciu działań zmierzających do wypełnienia treścią owej luki. Wspomniane przy tym ryzyko polega na tym, że wypełnienie po odpowiednich badaniach luki nie przesądza jeszcze o sukcesie w zaspokajaniu potrzeb.

Sytuacja problemowa IV obejmuje dwa „przejścia" transformacyjne:

1) zakończenie podjętej znacznie wcześniej transformacji: potrzeba – problem badawczy, techniczny lub organizacyjny;
2) dokonanie transformacji problem – program badawczy, techniczny lub organizacyjny (albo jak to nazywa KBN – projekt badawczy).

W zbiorze problemów formułowanych w IV sytuacji problemowej znajdują się problemy generowane w toku analizy potrzeb zewnętrznych wobec nauki i środowiska naukowego oraz problemy wyłonione jako reakcja na potrzeby nauki i związanego z nią środowiska. Najogólniej rzecz ujmując problemy takie można rozdzielić na następujące grupy:

- problemy poznawcze nakierowane na zdobycie nieistniejącej jeszcze wiedzy,
- problemy poznawcze nakierowane na weryfikację budzącej wątpliwości wiedzy,
- problemy metodyczne nakierowane na wzrost możliwości badawczych określonej dyscypliny naukowej,
- problemy systematyzujące i strukturyzujące wiedzę nakierowaną na porządkowanie zasobów wiedzy i wytyczanie perspektywicznych problemów badawczych, których rozwiązanie tworzy nowy obraz świata.

Problemy generowane w obszarze nauki mają własną logikę formułowania i własne metody rozwiązywania, zawarte zwykle w piśmiennictwie metodologicznym [6].

8. Procedura wstępnego rozproszenia problemu [7]

Procedura ta polega na odpowiedzi na następujące pytania:

1. Jakie jest źródło problemu? Czy źródłem jest niedobór lub brak informacji? Czy źródłem są sprzeczności zawarte w stanie wiedzy? Czy niewiedza generująca problem jest ogólna, obiektywna?
2. Czy problem został wygenerowany przez Ciebie? Czy problem został Tobie zadany? Czy znasz fakty naukowe związane z genezą problemu?
3. Czy w sformułowaniu problemu użyto właściwych pojęć? Czy pojęcia zastosowane w sformułowaniu problemu oddają jego sens dokładnie, czy należy je uściślić lub skonkretyzować? Czy pojęcia te odpowiadają sobie zakresowo?
4. Jakie konkretne cele posiada problem? Jakie są kryteria osiągnięcia celu? Czy potrafisz oszacować wstępnie Twoją subiektywną skalę trudności rozwiązania problemu? Czy potrafisz ogólny cel problemu rozdzielić na cele cząstkowe?
5. Przyjmując z założenia, że rozwiązaniem problemu jest uzyskanie takiej wcześniej nieznanej wiedzy, której posiadanie jest jednym z warunków koniecznych lub warunkiem dostatecznym zaspokojenia uświadomionej potrzeby, odpowiedz na następujące pytania:
   5.1. Czy spotkałeś się już gdzieś z podobnym problemem? Na czym polegało podobieństwo?
   5.2. Czy znasz problemy związane z podjętym problemem? Czy zostały rozwiązane? Czy istnieją standardowe (lub ogólnie zaakceptowane) zasady rozwiązywania tych problemów? Jeśli problemy podobne nie zostały rozwiązane, to czy potrafisz określić aktualny stan ich rozwiązania? Jeśli zostały zaniechane, to czy znasz przyczyny niepowodzenia w pracach Twoich poprzedników?

5.3. Czy podjęty problem może być traktowany jako część składowa jakiegoś szerszego, bardziej ogólnego problemu?
5.4. Czy jakiś aspekt rozwiązania problemu jest szczególnie ważny i zasługuje na specyficzne potraktowanie?
5.5. Czy masz już wstępne koncepcje rozwiązania problemu? Czy możesz problem zdekomponować na podproblemy?
5.6. Czy możesz określić ograniczenia i trudności przewidywane przy rozwiązaniu problemu?

10. Zakończenie

W opracowaniu przedstawiono podstawowe kryteria związane z generowaniem problemów, których celem jest zaspokojenie potrzeb materialnych. Naturalną kontynuacją tego opracowania jest generowanie problemów poznawczych związanych z rozwojem nauki. Zagadnienie to omówiono w publikacji pt. Badania empiryczne [6].

Bibliografia

[1] Mazur M.: Nauchno-tekhnicheskaja revoljucija i planirovanie nauchnoj dejatelnosti [w:] Nauchno-tekhnicheskaja revolucija i socialnijj progress. Wyd. AN ZSRR, Moskva 1977
[2] Szymczak M. (red.): Słownik języka polskiego. PWN, Warszawa 1982
[3] Pociecha J.: Metody statystyczne w badaniach marketingowych. PWN, Warszawa 1996
[4] Szumowski T.: Potrzeby konsumentów. Istota, klasyfikacja i ewolucja potrzeb [w:] Marketingowe testowanie produktów. PWE, Warszawa 2000
[5] Szczepański J.: Konsumpcja a rozwój człowieka. Wstęp do antropologicznej teorii konsumpcji. PWE, Warszawa 1981
[6] Leszek W.: Badania empiryczne. Wyd. ITE, Radom 1997
[7] Leszek W., Mazurkiewicz A., Trzos M.: Projektowanie eksperymentalnych systemów badawczych w budowie i eksploatacji maszyn. Wyd. ITE, Radom 1999

Prof. dr hab. inż. Wiesław LESZEK
Politechnika Poznańska
Instytut Maszyn Roboczych
i Pojazdów Samochodowych
ul. Piotrowo 3
60-965 Poznań

NAUKA I TECHNIKA

Mirosław WENDEKER
Artur GODULA

BADANIA EKSPLOATACYJNEJ ZMIENNOŚCI PARAMETRÓW STEROWANIA SILNIKÓW O ZAPŁONIE ISKROWYM

RESEARCH ON VARIABILITY IN CONTROL PARAMETERS FOR SPARK IGNITION ENGINES IN REAL-LIFE OPERATIONS

W artykule przedstawiono wyniki badań parametrów sterowania silnika samochodowego w rzeczywistych warunkach eksploatacji. Myślą przewodnią artykułu jest przekonanie autorów, że badania eksploatacyjnej zmienności parametrów sterowania silników pozwolą udowodnić tezę o korelacji pomiędzy stopniem zużycia silnika a wybranymi parametrami algorytmu sterowania. Obiektem badań były silniki benzynowe samochodów marki OPEL. Monitorowanie warunków pracy silnika było możliwe dzięki wykorzystaniu systemów transmisji pokładowej. Ze sterownika silnika złączem ALDL dane przesyłano poprzez interfejs do testera, a następnie do komputera. Rejestrowano je wykorzystując oprogramowanie firmowe. Następnie dane zostały poddane analizie. Artykuł zakończono wnioskami płynącymi z uzyskanych wyników badań.

Słowa kluczowe: silnik spalinowy, diagnostyka, sterowanie, zużycie

The article presents the results of an analysis of the control parameters for motor-car engines in real-life operating conditions. The main idea of the article is the belief of its authors that analyses of the variability of engine control parameters will allow to prove the proposition that there is a correlation between the wear and tear of an engine and the selected parameters of the control algorithm. The analysis has been performed in respect of petrol engines for OPEL cars. The monitoring of the engine working conditions was possible due to having used on-board transmission systems. Data from the engine controller were transmitted using an ALDL connection, through an interface, to a tester and then, to a computer. Data was registered using the company software. Subsequently, the data collected was analysed. The article ends with conclusions resulting from the analysis.

Keywords: internal combustion engine, diagnostic, control, wear

1. Wprowadzenie

Rozwój motoryzacji w ostatnich latach ukierunkowany był głównie na wprowadzanie elektroniki do samochodu, a szczególnie do źródła jego energii, któ-

1. Introduction

Over the last few years, the development in the motorisation followed the path of enhancing motor cars, and particularly their combustion engines as their sour-

rym jest silnik spalinowy. Towarzyszyła temu chęć zmniejszenia toksyczności spalin produkowanych przez silnik oraz poprawienia jego trwałości. Trwałość jest bowiem jednym z parametrów silnika charakteryzującym jego cechy eksploatacyjne [3].

W wyniku ciągłego trwania procesu zużywania obiekt techniczny systematycznie traci swoją zdolność do wykonywania powierzonego mu zadania. W chwili przekroczenia określonego poziomu zużycia następuje uszkodzenie obiektu. W procesie eksploatacji każdego urządzenia technicznego ważne jest określenie tej chwili, tj. przejścia ze stanu zdatności do stanu niezdatności, czyli prognozowanie jego trwałości. Wynika to z warunków bezpieczeństwa pracy, kosztów remontu, czy innych czynników ekonomiczno-organizacyjnych. Trwałość obiektu technicznego jest zmienną losową wskutek niedokładności wykonania i montażu poszczególnych części maszyny oraz różnorodności procesu eksploatacji [2].

W celu zwiększenia niezawodności i trwałości silników prowadzi się badania i próby trwałościowe, zarówno w warunkach stanowiskowych, jak i w warunkach kontrolowanej lub rzeczywistej eksploatacji samochodów. Bezpośrednim celem badań jest określenie zużycia układu TPC (Tłok – Pierścienie – Cylinder). Stosowane w tych badaniach metody pomiaru zużycia można podzielić na bezpośrednie i pośrednie.

Do metod bezpośrednich zalicza się metodę wagową, metryczną, poligrafowania, sztucznych baz, izotopową, ferromagnetyczną i endoskopię. Metody pośrednie oceny stopnia zużycia silnika wykorzystują obserwację zmian wybranych parametrów silnika. Do metod pośrednich należą metody diagnostyczne pomiaru szczelności przestrzeni nadtłokowej. Metody te wykorzystują fakt wpływu zmniejszonej szczelności na obniżenie ciśnienia w suwie sprężania, zmniejszenie napełnienia cylindrów, wzrost ciśnienia w układzie dolotowym oraz wzrost przedmuchów spalin do skrzyni korbowej.

Zastosowanie wyżej wymienionych metod wymaga zwykle długookresowych badań na specjalnych stanowiskach pomiarowych oraz demontażu silnika lub jego elementów. Pomimo tego, metody te są stosowane, ponieważ dają dokładne i jednoznaczne wyniki o stanie ogólnym silnika i jego układów.

Kierunki rozwoju tłokowych silników spalinowych związane są z zapewnieniem niskiego poziomu zanieczyszczeń środowiska oraz niskiego zużycia paliwa. Wymaga to stałej i dokładnej diagnostyki działania silnika oraz monitorowania składu emitowanych spalin. Współczesne silniki zdecydowanie odróżnia od starszych wersji szerokie stosowanie elektroniki i komputerów pokładowych. Spełnienie rosnących

ce of power, with electronic equipment. This trend was accompanied by activities aimed at reducing the toxicity of combustion gases produced by the engine and improving the engine durability, which is one of the engine parameters critical to its operating characteristics [3].

As a result of the continuing process of wear and tear, a technical device systematically looses its ability to perform its tasks. After exceeding a certain degree of wear and tear, the device becomes damaged. It is important, in case of any technical device, to be able to clearly determine the moment when it happens, i.e. when a technical device looses its usability and becomes unfit for further use, that is to forecast its durability. This results from the conditions of safety at work, costs of repair and other economic and organisational factors. The durability of a technical device is a random variable as a result of imprecision in the production and/or assembly of particular parts of the device and the diversity of the processes of its operation [2].

To increase reliability and durability of engines, durability tests and analyses are performed, both in the diagnostic conditions and in controlled or real-life operating conditions. A direct goal is to determine the wear and tear of the PRC (Piston – Rings –Cylinder) system. Methods used for measuring wear and tear in these tests may be classified as direct and indirect.

The direct methods include the gravimetric method, metric method, typography process method, artificial base method, isotopic method, ferromagnetic method and endoscopy. Indirect methods for determining the degree of engine wear and tear are based on observation of changes in selected parameters of the engine. Indirect methods include the diagnostic methods for measuring how hermetic the space over the piston is. These methods make use of the fact that the reduced tightness results in a lower pressure in the compression stroke, lower fill-up of the cylinders, higher pressure in the inlet system and the blow-by of combustion gases to the crankcase.

To use the methods referred to above, it is usually necessary to perform long-term analyses in special measuring positions and to disassembly the engine or some of its components. Nevertheless, such methods continue to be used because they provide precise and unambiguous data on the general condition of the engine and its systems.

The development trends in the area of combustion piston engines consist in ensuring the low level of environmental pollution and low consumption of fuels. These goals require an on-going, precise diagnostics of the engine operations and the monitoring of the composition of combustion gases emitted. Modern engines dramatically differ from their older versions in that electronic equipment and on-board computers are widely

wymagań proekologicznych doprowadziło do pojawienia się systemów diagnostyki pokładowej OBD (ang. *On Board Diagnostic*).

Wprowadzenia pokładowego sytemu diagnostycznego do elektronicznych układów sterowania stworzyło możliwość ciągłej rejestracji sygnałów pomiarowo-sterujących [4, 5]. Sterownik silnika połączony jest odpowiednim złączem z urządzeniem diagnostycznym za pomocą linii diagnostycznej. Strumień uzyskiwanych danych zależy od zastosowanego protokołu transmisji. Możliwość badania silnika w trybie *on-line*, w rzeczywistych warunkach eksploatacji, może być jedną z dróg prowadzących do wyznaczania trwałości silnika.

Myślą przewodnią artykułu jest przekonanie autorów, że badania eksploatacyjnej zmienności parametrów sterowania silników pozwolą potwierdzić tezę o korelację pomiędzy stopniem zużycia silnika a wybranymi parametrami algorytmu sterowania. Jako obiekty badawcze wybrano silniki o zapłonie iskrowym samochodów marki OPEL.

2. Współczesna diagnostyka pokładowa

Pierwsze systemy diagnostyczne OBD, ze względu na niedostateczne wymagania standaryzacyjne pomiędzy różnymi modelami samochodów, nie były idealne i posiadały wiele wad. Wymagały wielu różnych kompletów złączy diagnostycznych dla różnych modeli samochodów, producenci stosowali różniące się oznaczenia i kody usterek, algorytmy diagnostyczne nie wykrywały wszystkich problemów związanych z zaprzestaniem działania katalizatora, zjawiska wypadania zapłonów czy też problemów związanych z emisją par paliwa ze zbiornika paliwa.

Systemy diagnostyki pokładowej OBD wytyczają proekologiczne kierunki rozwoju współczesnych samochodów. Wprowadzenie modyfikacji pierwszych wersji systemu OBD (nazywanych dzisiaj OBD I) nastąpiło w 1990 roku. Wówczas Federalna Agencja Zachowania Czystości Powietrza (EPA – ang. *Environmental Protection Agency*) nałożyła na wszystkie pojazdy osobowe wprowadzone na rynek amerykański, począwszy od modeli 1996 roku, warunek spełnienia wymagań Kalifornijskiej Rady ds. Zasobów Powietrza (CARB – ang. *California Air Resources Board*). Wymagania te przyjęły formę systemu monitorującego, który nazwany został OBD II (ang. *On Board Diagnostic II*).

Celem tego systemu było stworzenie efektywnych metod monitorowania elektronicznego układu sterowania silnikiem oraz elektronicznego układu kontroli emisji spalin. Ma on przede wszystkim alarmować kierowcę pojazdu wyposażonego w układ OBD II o wczesnej fazie pogarszania się stanu technicznego komponentów wpływających na czystość spalin. Kryused. The need to comply with the growing environmental requirements brought about the appearance of the On-Board Diagnostic Systems (OBD).

The introduction of on-board diagnostic systems in the electronic control systems allowed for continuous registration of measurement and control signals [4, 5]. The engine controller is connected, through an appropriate connector, with a diagnostic devise, using a diagnostic line. The stream of data collected depends on the transmission protocol used. The ability to examine the engine in *on-line* mode, in real-life operating conditions may become one of the methods to determine the durability of an engine.

The main idea of this article is the authors' conviction that the analyses of the variability of engine control parameters in real-life operations will allow to confirm the proposition that the wear and tear of an engine is correlated with selected parameters of the control algorithm. The spark ignition engines for OPEL cars were selected as the object of the analyses.

2. Modern on-board diagnostics

The first OBD systems were far from ideal and had many weaknesses, mainly due to insufficient requirements in respect of standardisation between different car models. They required many different sets of diagnostic connectors for different models of cars; the producers used different symbols and codes for the same defects; diagnostic algorithms failed to detect all problems with the catalyst having stopped working, ignition falling out or fuel vapours being emitted from the fuel tank.

On-board diagnostic systems set out the direction of the environmentally friendly development of modern motor cars. The first versions of the OBD system (referred to these days as OBD I) was modified in 1990. It was then that the US Federal Environmental Protection Agency (EPA) imposed an obligation for all cars introduced on the US market, starting from 1996 model, to comply with the requirements of the California Air Resources Board (CARB). These requirements took shape of the monitoring system called OBD II.

The purpose of the OBD was to create effective methods for monitoring the electronic engine control system and the electronic combustion gas emission system. Its main task is to alarm the driver of a car equipped with the OBD II system at an early stage of the deterioration in the technical condition of those components which affect the cleanliness of combustion gases. The criteria representing the threshold for malfunctioning of each of the elements which form part of the system which ensures the cleanliness of

teria określające próg wystąpienia błędu każdego z elementów, składających się na system zapewnienia czystości spalin, ustawiono na takim poziomie by przekroczenie go o 50% od dopuszczalnego dla danego samochodu poziomu, było rejestrowane w systemie OBD II jako błąd (odpowiednio oznaczony w postaci kodu diagnostycznego). System pozwala na zredukowanie czasu pomiędzy wystąpieniem niesprawności a jej wykryciem i naprawą, usprawnienie procesu diagnostyki i naprawy elementów i podzespołów emisyjnie krytycznych tzn. takich, których uszkodzenia mogą spowodować zwiększoną emisję.

System OBD II jest ukierunkowany emisyjnie [1], zaś jego głównym zadaniem jest bieżący nadzór nad poziomem emisji związków toksycznych z układów: wydechowego i paliwowego. Nadzorem tego systemu są objęte oprócz elementów emisyjnie krytycznych, także elementy, których niesprawności mogą pośrednio zwiększyć emisję poprzez oddziaływanie swymi wejściami lub wyjściami na centralny system komputerowy. Wykrycie niesprawności jest sygnalizowanie kierowcy wskaźnikiem świetlnym MIL (ang. *Malfunction Indicator Light*) oraz rejestrowanie w pamięci jednostki centralnej w postaci standardowego kodu niesprawności i innych danych pomocniczych. Obowiązek stosowania systemów diagnostyki pokładowej OBD II dał początek podobnemu systemowi o nazwie EOBD, używanemu w Europie od 2000 roku. Normy OBD II dają każdemu użytkownikowi prawo dostępu do informacji diagnostycznej każdego pojazdu homologowanego w Unii Europejskiej (również w Polsce). Stwarza to niespotykaną dotąd możliwość bieżącej kontroli stanu samochodu i jego diagnostyki.

Dostępne informacje uzyskiwane ze sterownika to:

- kody uszkodzeń i warunki pracy układu napędowego,
- bieżące wartości wszystkich parametrów układu napędowego,
- dane o pojeździe i o systemie sterowania.

Wszystkie te dane odczytać można poprzez standardowe złącze diagnostyczne stosując urządzenie diagnostyczne zgodne z normą OBD II.

3. Opis badań stanowiskowych

Celem badań było zgromadzenie przesyłanych przez sterownik danych pomiarowo–sterujących dla odpowiednio dużej liczby samochodów marki OPEL różniących się stopniem zużycia (przebiegiem). Ze względu na szerokie rozpowszechnienie w kraju, do badań wybierano samochody wyposażone w silniki o zapłonie iskrowym. Pragnąc ujednolicić warunki rejestracji transmisji diagnostycznej opracowano dwa tryby badawcze. Oba obejmowały pracę rozgrzanego silnika na biegu luzem (bez zasprzęglenia ze skrzynią biegów). W pierwszym trybie badawczym zastosowa-

the combustion gases, have been determined at such a level that in case of exceeding the level permitted for a given car by 50%, a fault is being registered by the OBD II (with an appropriate diagnostic code). The system allows to reduce the time between the occurrence of the malfunctioning and its detection, and to improve the processes of diagnostics and repair of elements and component parts which are emission-critical, i.e. whose malfunction may result in increased emission of combustion gases.

The OBD II system is emission-oriented [1], and its main task is the on-going monitoring of the level of emission of toxic compounds from the exhaust and fuel systems. In addition to emission-critical components, also those components whose malfunctioning may indirectly contribute to an increase in emission due to the fact that their inputs or outputs affect the central computer system, are monitored by the system. The detection of a fault is signalled to the driver by a Malfunction Indicator Light (MIL) and registered in the memory of the central unit in a form of a standard malfunction code and other supplementary data. The obligation to use OBD II systems prompted the appearance of a similar system, referred to as EOBD and used in Europe since 2000. The standards of OBD II give all users a right to access diagnostic information on each car with the official certificate of the European Union (also in Poland). This creates unprecedented possibilities of an on-going control of the condition of a car and its diagnostics.

Available information which can be derived from the controller includes:

- malfunction codes and working conditions of the power transmission system,
- current values of all parameters of the power transmission system,
- data relating to the car and its control system.

All the data can be read out via a standard diagnostic link using the diagnostic device which complies with the OBD II standard.

3. Description of testing stand analyses

The purpose of the research was to collect measuring and control data sent by the controller for a sufficiently large number of OPEL cars with a different wear and tear (mileage). Given their common use in Poland, cars equipped with spark ignition engines were selected for tests. To standardise the conditions of registering the diagnostic transmission, two testing modes were developed. Both included the operation of a warmed-up engine in idle running (without clutching with the gearbox). In the first of the testing modes, the method of engine self-loading,

no, znaną w badaniach silnikowych, metodę samoobciążania silnika. Metoda „samoobciążania" polega na skokowym, całkowitym otwarciu przepustnicy, zaś po osiągnięciu przez silnik dopuszczalnej prędkości maksymalnej – skokowym jej zamknięciu. Drugi tryb badawczy obejmował powolne, stopniowe otwieranie przepustnicy od położenia całkowicie zamkniętego, aż do otwarcia prowadzącego do uzyskania przez silnik prędkości obrotowej około 3500 obr/min. Autorzy nazwali tę metodę „metodą biegu jałowego".

Badania zostały przeprowadzone w autoryzowanej stacji diagnostycznej firmy OPEL posiadającej na wyposażeniu tester TECH 2 oraz oprogramowanie do przetwarzania danych diagnostycznych TIS 2000. Badania rozpoczęły się w lipcu 2001 i trwały do sierpnia 2002 roku. Łącznie w stacji diagnostycznej Opel Wotex przebadano ponad 500 samochodów. Wartością pośrednią, która odwzorowywała zużycie silnika była liczba przejechanych przez samochód kilometrów. Test każdego samochodu przebiegał w następujący sposób:

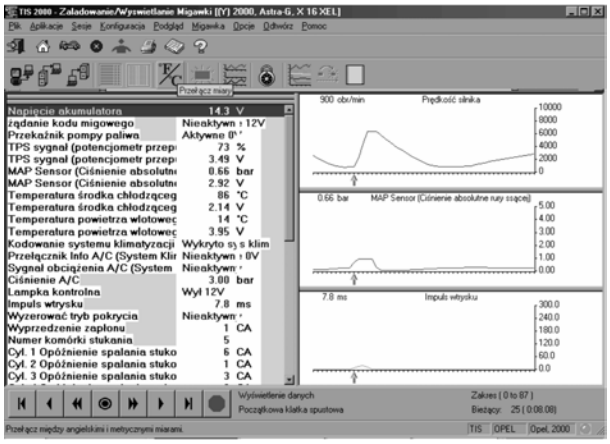
- rozgrzanie silnika do temperatury cieczy chłodzącej 85°C,
- odczyt aktualnego przebiegu samochodu,
- podłączenie testera do złączki diagnostycznej,
- rozpoczęcie rejestracji danych,
- przeprowadzenie badań silnika: dwukrotnie metodą „samoobciążenia" i jednokrotnie metodą biegu „jałowego",
- przesłanie zakodowanych danych do programu „TIS 2000",
- przetworzenie zakodowanych danych do postaci tekstowej.

applied in engine testing, was used. The self-burdening method consist in opening the throttle full in one stroke, and after the engine has reached its allowable maximum speed, in closing the throttle, also on a one-stroke basis. The second testing mode consisted in opening the throttle slowly and gradually from "fully closed" to "fully open" resulting in the engine reaching the rotational speed of approximately 3500 rpm. The authors called this the "idle running method".

Tests were performed in an authorised diagnostic station of OPEL equipped with a TECH 2 tester and the TIS software for processing diagnostic data. Tests started in July 2001 and ended in August 2002. In total, more than 500 cars were tested in the Wotex diagnostic station. An indirect measure which represented the wear and tear of the engine was the mileage of the cars tested. Each test was performed as follows:

- warming the engine up until the cooling agent reaches 85°C,
- reading out the current mileage,
- connecting the tester to the diagnostic link,
- starting data registration,
- performing engine tests: two tests using the "self-burdening" method and one test using the "idle running" method,
- transmitting the coded data to the "TIS 2000" software,
- processing coded data to transform it to textual information.

Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego
Fig. 1. Scheme of the testing stand



Rys. 2. Przykładowy wygląd ekranu programu TIS 2000
Fig. 2. An example of a screen in the TIS 2000 software

Na rysunku 1 pokazano schemat układu badawczego, zaś rysunek 2 prezentuje przykładowy wygląd ekranu programu TIS 2000.

Badanymi samochodami były modele wyprodukowane w firmie OPEL po 1996 roku. Poniżej wyszczególniono listę modeli badanych pojazdów (w nawiasach podano nazwę systemu sterowania silnikiem):

Agila wyposażona w silniki Z10XE (Motronic M. 1.5.5)
Corsa B wyposażona w silniki X10XE (Motronic M. 1.5.5), X12XE (Motronic M. 1.5.5), X12SZ (Multec S/F), X14SZ (Multec S/F),
Corsa C wyposażona w silniki Z10XE (Motronic M. 1.5.5), Z12XE (Motronic M. 1.5.5), Z14XE (Multec S/F),
Astra wyposażona w silniki C14NZ (Multec), X14NZ (Multec), X14XE (Multec S), X16SZR (Multec), X16XEL (Multec S),
Astra II wyposażona w silniki X14XE (Multec S), X16XEL (Multec S), X18XE1, Z14XE (Simtec 70), Z16SE (Multec S),
Vectra wyposażona w silniki X16XEL (Multec S), X18XE (Simtec 71), X20XEV (Simtec 71), Z18XE (Simtec 71),
Zafira wyposażona w silnik X18XE1 (Simtec 71),
Omega wyposażona w silnik X20XEV (Simtec 71).

4. Wyniki badań stanowiskowych

Podczas badań mierzonymi wielkościami były między innymi:

- napięcie akumulatora [V],
- stopień otwarcia przepustnicy [%],
- ciśnienie w kolektorze dolotowym [bar] lub masowy wydatek powietrza w kolektorze dolotowym [kg/h],
- temperatura cieczy chłodzącej [°C],
- temperatura powietrza wlotowego [°C],

Figure 1 shows the scheme of the testing stand and Figure 2 presents an example of how the screen showing the TIS 2000 software looks like.

The cars tested included the models manufactured by OPEL after 1996. Below the list of models tested is presented (with the name of the engine control system in parentheses):

Agila equipped with Z10XE engine (Motronic M. 1.5.5)
Corsa B equipped with engines X10XE (Motronic M. 1.5.5), X12XE (Motronic M. 1.5.5), X12SZ (Multec S/F), X14SZ (Multec S/F),
Corsa C equipped with engines Z10XE (Motronic M. 1.5.5), Z12XE (Motronic M. 1.5.5), Z14XE (Multec S/F),
Astra equipped with engines C14NZ (Multec), X14NZ (Multec), X14XE (Multec S), X16SZR (Multec), X16XEL (Multec S),
Astra II equipped with engines X14XE (Multec S), X16XEL (Multec S), X18XE1, Z14XE (Simtec 70), Z16SE (Multec S),
Vectra equipped with engines X16XEL (Multec S), X18XE (Simtec 71), X20XEV (Simtec 71), Z18XE (Simtec 71),
Zafira equipped with X18XE1 engine (Simtec 71),
Omega equipped with X20XEV engine (Simtec 71).

4. Results of testing stand analyses

During the test, the parameters measured included, among other:

- battery voltage [V],
- degree of throttle opening [%],
- pressure in suction manifold [bar] or mass expenditure of air in suction manifold [kg/h],
- temperature of the cooling agent [°C],
- temperature of the air intake [°C],

- czas otwarcia wtryskiwacza [ms],
- kąt wyprzedzenia zapłonu [°OWK],
- pozycja zaworu recyrkulacji spalin [%],
- stopień otwarcia zaworu wentylacji zbiornika paliwa [%],
- napięcie czujnika tlenu [mV],
- długofalowy współczynnik poprawkowy czasu wtrysku [-],
- prędkość obrotowa wału korbowego silnika [obr/min],
- stopień otwarcia zaworu obejściowego powietrza [kroki].

Rysunek 3 przedstawia przykładowe przebiegi zarejestrowanych wielkości charakteryzujących działanie algorytmu sterowania silnika X16SZR modelu Astra. Zmiany położenia przepustnicy powodowały zmiany napełnienia cylindrów oraz zmiany ciśnienia w kolektorze dolotowym. To z kolei skutkowało zmianami dawki paliwa liniowo zależnej od czasu otwarcia wtryskiwacza. Regulacja czasu otwarcia wtryskiwacza wokół wartości zapewniających w danych warunkach pracy stechiometryczny skład spalin, wywoływała oscylacje napięcia czujnika tlenu. Kąt wyprzedzenia zapłonu również zmieniał się zgodnie ze zmianami warunków pracy silnika. Na rysunku, w jego środkowej części, wyraźnie widoczna jest regulacja prędkości biegu jałowego za pomocą kąta wyprzedzenia zapłonu. Zmiany momentu obrotowego silnika wywołane przede wszystkim zmianami stopnia napełnienia cylindra, składu mieszanki, kąta wyprzedzenia zapłonu oraz w mniejszym stopniu zmianami pozostałych parametrów sterujących, takich jak: stopnia otwarcia zaworu wentylacji zbiornika paliwa, czy też stopnia otwarcia zaworu recyrkulacji spalin, wywoływały zmianę prędkości obrotowej wału korbowego.

Rysunek 4 pokazuje przykładowe przebiegi zarejestrowanych wielkości charakteryzujących działanie algorytmu sterowania silnika X10XE pojazdu Opel Corsa B. Dzięki zastosowanemu przepływomierzowi, wyraźnie widoczna jest zależność wydatku powietrza przepływającego przez kolektor dolotowy od położenia przepustnicy i prędkości obrotowej wału korbowego.

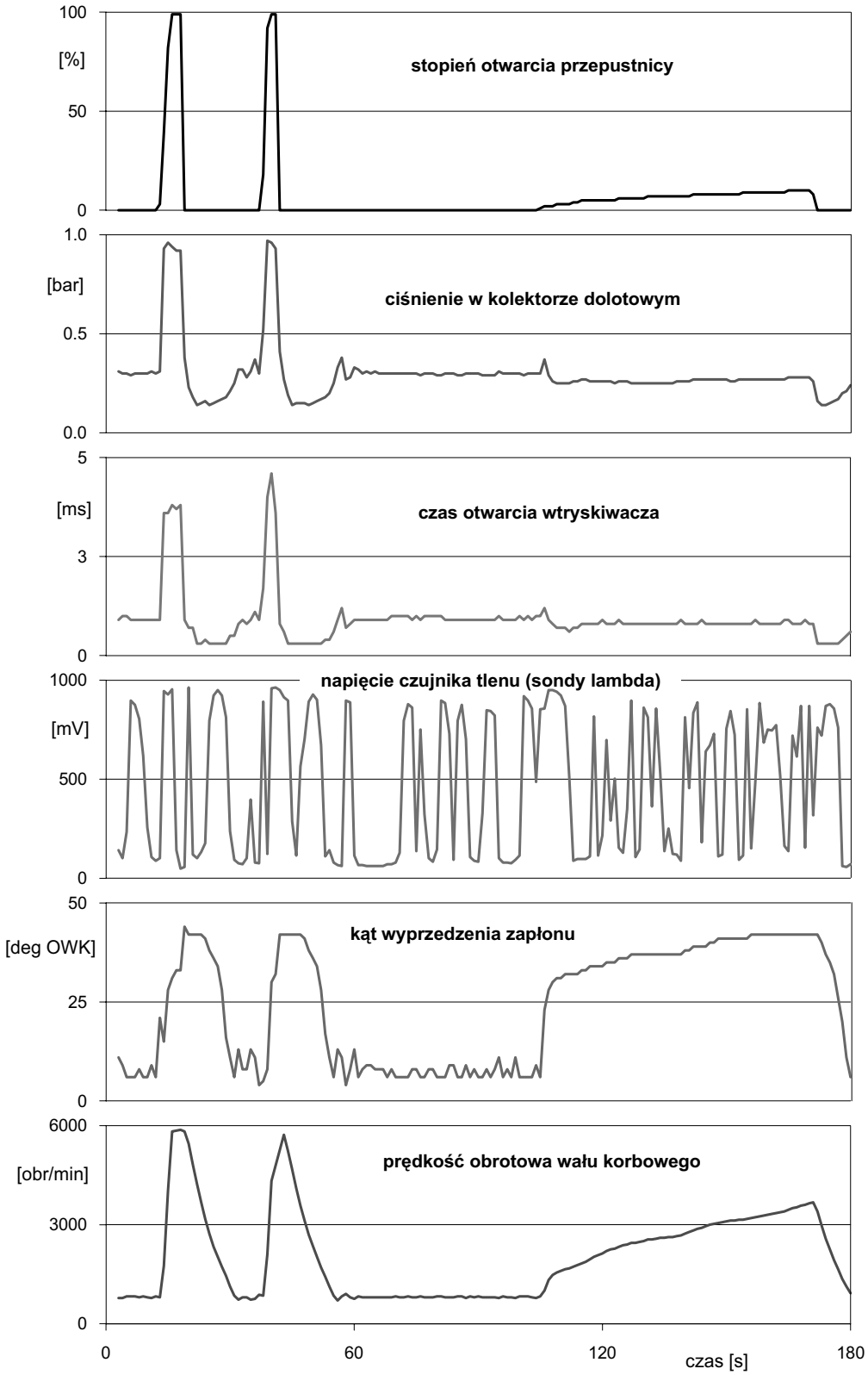
Na rysunkach 5–7 pokazano przykładowe charakterystyki prędkościowe silnika uzyskane w ostatniej fazie badawczej – metodzie biegu jałowego. Na każdym rysunku porównano trzy pojazdy o zróżnicowanym przebiegu. Przebiegi wyraźnie wskazują na zwiększanie się wydatku powietrza przepływającego przez układ dolotowy w pojazdach o większym przebiegu. Na rysunku 5 pokazano bezpośrednio strumień powietrza (system sterowania do szacowania masy powietrza w cylindrze wykorzystuje sygnał z przepływomierza masowego). Rysunki 6 i 7 ilustrują charakterystyki ciśnienia w układzie dolotowym (zasto-

- time of injector opening [ms],
- ignition advance angle [°OWK],
- position of the combustion gas re-circulation valve [%],
- degree of opening of the fuel tank ventilation valve [%],
- oxygen probe voltage [mV],
- long-term injection time correction factor [-],
- rotational speed of the engine crankshaft [rpm],
- degree of opening of the air by-pass valve [number of strokes].

Figure 3 presents examples of changes (in the function of time) in the registered measures which are characteristic to the operation of the control algorithm for the X16SZR engine of the Astra model. Changes in the position of the throttle brought about the changes in the cylinder fill-up and the pressure in the suction manifold. This, in turn, resulted in changes in the dose of fuel, depending lineally on the time of injector opening. The regulation of the injector opening time around the values which ensured, in a given moment, a stoichiometric composition of combustible gases, caused the oscillation of the oxygen probe voltage. The ignition advance angle also changed according to changes in the engine working conditions. In the central part of the diagram, the regulation of the speed in the idle gear according to the ignition advance angle may be seen. Changes in the engine torque, resulting mainly from changes in the degree of cylinder fill-up, composition of the mixture, ignition advance angle and, to a smaller extent, from changes in the remaining parameters such as the degree of opening of the fuel tank ventilation valve or the combustion gas re-circulation valve, brought about the changes in rotational speed of the crankshaft.

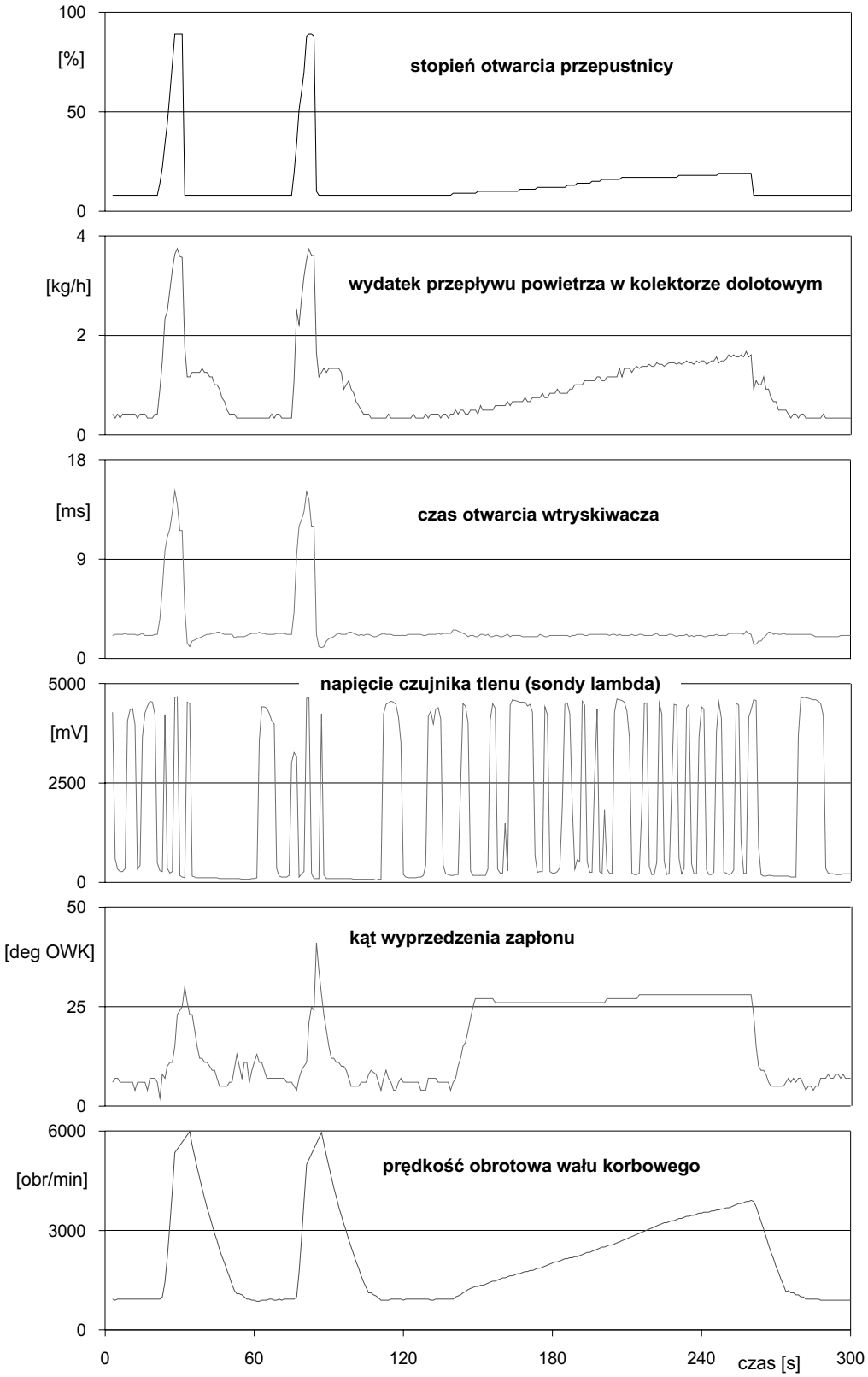
Figure 4 shows examples of how the registered measures which are characteristic to the operation of the control algorithm for the X10XE of Opel Corsa B change. Thanks to the flowmeter used, the dependence of the expenditure of air flowing through the suction manifold from the position of the throttle and rotational speed of the crankshaft is clearly visible.

Figures 5–7 show examples of the engine speed characteristics obtained in the final phase of the test, i.e. the test according to the idle running method. Each diagram shows a comparison of three cars with different mileage. The graphs clearly indicate an increase in the expenditure of air flowing through the suction system in cars with a higher mileage. Figure 5 shows directly the stream of air (the control system for estimating the mass of air in the cylinder uses the signal from the mass flowmeter). Figures 6 and 7 illustrate the characteristics of the pressure in the suction sys-



Rys. 3. Przykładowy przebieg zarejestrowanych wielkości charakteryzujących działanie algorytmu sterowania silnika X16SZR pojazdu Astra

Fig. 3. An example of changes (in the function of time) in the registered measures which are characteristic to the operation of the control algorithm for the X16SZR engine in Astra



Rys. 4. Przykładowy przebieg zarejestrowanych wielkości charakteryzujących działanie algorytmu sterowania silnika X10XE pojazdu Opel Corsa B

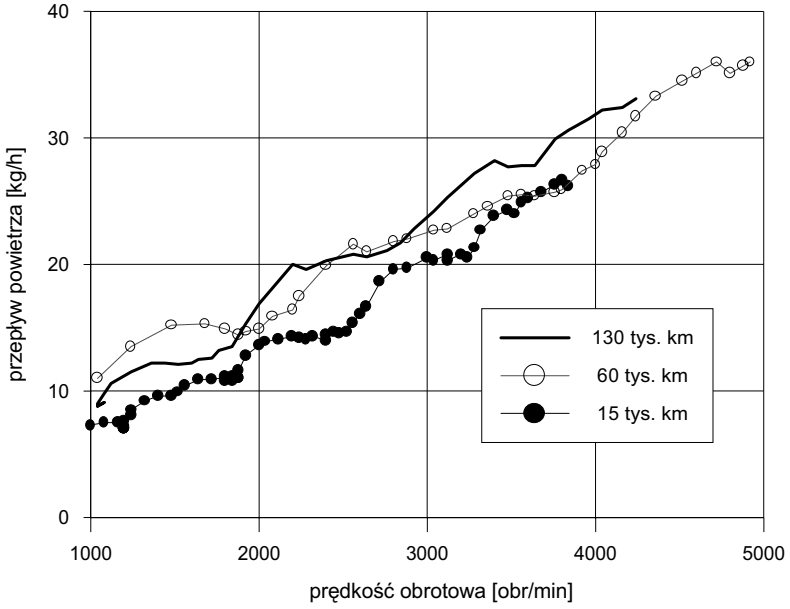
Fig. 4. An example of changes (in the function of time) in the registered measures which are characteristic to the operation of the control algorithm for the X10XE engine of Opel Corsa B

sowane tu systemy sterowania do szacowania napełnienia cylindra wykorzystują sygnał z czujnika ciśnienia w kolektorze dolotowym).

Ciekawe jest porównanie charakterystyk ciśnienia z rysunków 6 i 7. W obu przypadkach badano silniki o pojemności 1,6 dm^3. W przypadku silnika X16SZR (rysunek 6) stopniowe otwieranie przepustnicy skutkowało jednoczesnym zwiększeniem prędkości obrotowej i ciśnienia w układzie dolotowym. Tymczasem, w przypadku silnika X16XEL wolne otwieranie przepustnicy powodowało zwiększenie prędkości obrotowej i jednoczesny spadek ciśnienia w układzie dolotowym. Wytłumaczeniem są różnice strategii sterowania silnikiem. W systemie sterowania silnika X16SZR wraz z niewielkim stopniem otwarcia przepustnicy otwiera się zawór obejściowy i zwiększone napełnienie cylindra skutkuje zwiększeniem momentu indykowanego silnika, a w konsekwencji, zwiększeniem prędkości obrotowej. W systemie sterowania silnika X16XEL, wraz z niewielkim stopniem otwarcia przepustnicy nie następuje odpowiednio duże otwarcie zaworu obejściowego, zaś zwiększone zapotrzebowanie na moment indykowany pokrywane jest dużym wzrostem kąta wyprzedzenia zapłonu.

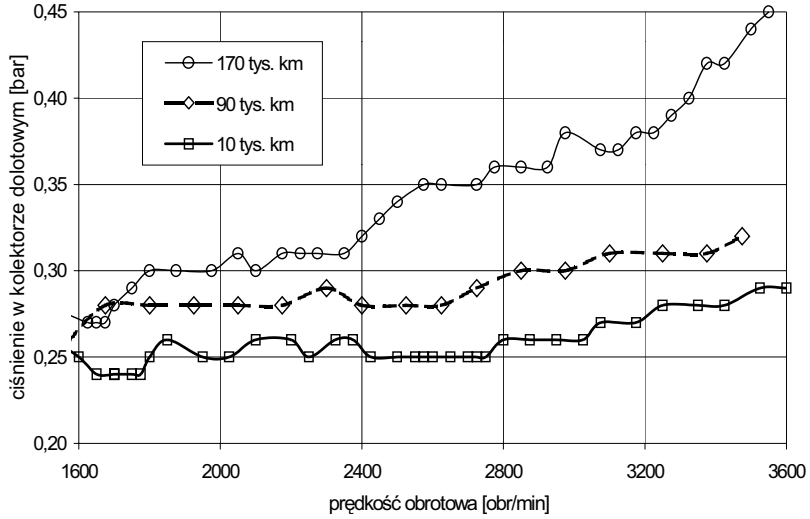
tem (the control systems for estimating the fill-up of the cylinder use the signal from the pressure probe in the suction manifold).

It seems interesting to compare the pressure characteristics in diagrams 6 and 7. In both cases, engines with the capacity of 1.6 dm^3 were tested. In the case of the X16SZR engine (diagram 6), when gradually opening the throttle, the rotational speed and pressure in the suction system increase simultaneously. On the other hand, in the case of the X16XEL engine, when the throttle is being opened slowly, the increase in the rotational speed is accompanied by a decrease in the pressure in the suction system. The explanation is that these engines have different control strategies. In the X16SZR control system, the small opening of the throttle prompts and opening of the by-pass valve and the increased fill-up of the cylinder results in an increase in the torque of the indicated engine, bringing about, as a consequence, an increase in rotational speed. In the control system of the X16XEL engine, the small opening of the throttle is not followed by a sufficiently large opening of the by-pass valve and the increased demand for indicated torque is compensated by an increase in ignition advance angle.



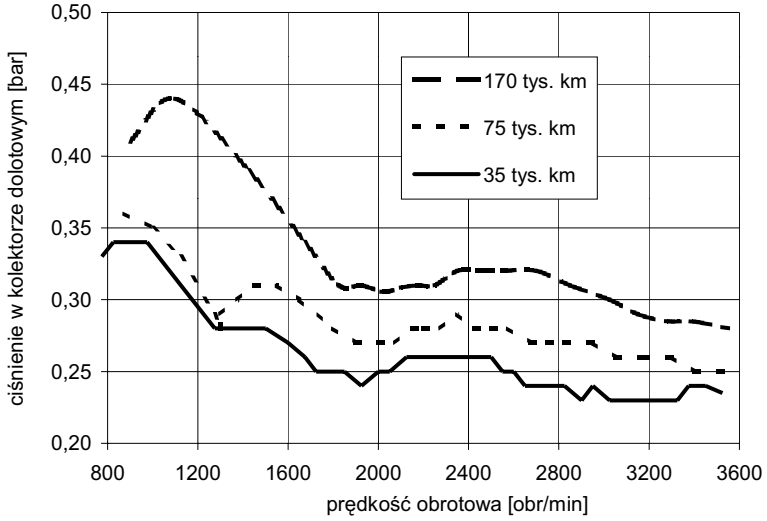
Rys. 5. Porównanie charakterystyk przepływu powietrza dla trzech pojazdów (Opel Corsa B z silnikiem X10XE) różniących się przebiegiem

Fig. 5. Comparison on the characteristics of air flow in three cars (Opel Corsa B with the X10XE engine) with different mileage



Rys. 6. Porównanie charakterystyk ciśnienia w kolektorze dolotowym dla trzech pojazdów (Opel Astra z silnikiem X16SZR) różniących się przebiegiem

Fig. 6. Comparison of the pressure characteristics in the suction manifold of three cars (Opel Astra with the X16SZR engine) with different mileage



Rys. 7. Porównanie charakterystyk ciśnienia w kolektorze dolotowym dla trzech pojazdów (Opel Astra z silnikiem X16XEL) różniących się przebiegiem

Fig. 7. Comparison of the pressure characteristics in the suction manifold of three cars (Opel Astra with the X16XEL engine) with different mileage

5. Podsumowanie

Zastosowanie sterowania elektronicznego do tłokowych silników spalinowych spowodowało rozwój metod badawczych służących do badań silników samochodowych. Dotychczasowe metody pomiaru ciśnienia w kolektorze dolotowym, czasu wtrysku lub

5. Summary

The use of electronic control in piston combustion engines resulted in a development of the testing methods for the examination of car engines. The previous methods for measuring the pressure in the suction manifold, the time of injection or other parameters requ-

innych parametrów wymagały stosowania oddzielnych urządzeń, często drogich i skomplikowanych w użytkowaniu. Systemy OBD umożliwiły łatwy i szybki odczyt oraz rejestrację wielu parametrów silnika.

Wyniki badań doświadczalnych przeprowadzonych na stacji diagnostycznej Opel Wotex zgodne są z tezą o korelacji zużycia silnika samochodowego z wybranymi parametrami charakteryzującymi procedury sterowania silnika.

Godna podkreślenia jest szybkość określania stanu technicznego silnika proponowaną metodą. Średnio na przeprowadzenie testu wraz ze przesyłem danych do komputera, obróbką, porównaniem i wystawieniem diagnozy wymagane jest około 10 minut, zakładając, że silnik samochodu jest rozgrzany. Zaletą tej metody jest również to, że można rejestrować równocześnie wszystkie pozostałe parametry silnika, niosące ze sobą wiele informacji diagnostycznej.

Prezentowane w artykule dane są wyrywkowo wzięte z ogromnej liczby zarejestrowanych wyników. Nowe możliwości metody pomiaru zużycia silnika na podstawie parametrów silnika przesyłanych przy pomocy transmisji diagnostycznej wymagają dokładnej weryfikacji statystycznej danych będących już w posiadaniu autorów. Temu celowi będą poświęcone dalsze prace.

ired separate devices (which often were costly and difficult to use) to be used. The OBD system enabled the engine parameters to be read out quickly and easily.

The results of experimental testing performed at the Opel Wotex diagnostic station are in accordance with the proposition that there is a correlation between the wear and tear of an engine and the selected parameters characteristic to the engine control procedures.

It is worth emphasising how quickly the technical condition of the engine can be determined using the method proposed. On the average, circa 10 minutes are required to perform the test, including the transmission of data to a computer, its processing, comparing and making the diagnosis, assuming that the engine is warmed-up. Another advantage of this method is that all other parameters of the engine may be registered at the same time and these parameters contain a lot of diagnostic information. Data presented in this article have been taken out as a sample from a very large number of the results registered. New possibilities for measuring the wear and tear of an engine based on the engine parameters transmitted during the diagnostics require that the data already collected by the authors be carefully verified statistically. This task, however, will be performed in another work.

References

[1] Mazurek S., Merkisz J.,: *Samochodowe pokładowe systemy diagnostyczne OBDII/EOBD*. WKiŁ, Warszawa 2002.

[2] Niewczas A.: *Modelowanie zużycia i ocena niezawodności silników spalinowych.* WUPL, Lublin 1998.

[3] Niewczas A.: *Trwałość zespołu tłok - pierścienie tłokowe – cylinder silnika spalinowego*. WNT, Warszawa 1990.

[4] Wendeker M.: *Badania algorytmów sterujących samochodowym silnikiem spalinowym.* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.

[5] Wendeker M.: *Systemy badawcze elektronicznie sterowanego silnika o zapłonie iskrowym*, LTN, 1998.

Dr hab. inż. Mirosław Wendeker, prof. PL

Katedra Silników Spalinowych
Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 26
20-618 Lublin
e-mail: wendeker@archimedes.pol.lublin.pl

Mgr inż. Artur Godula

Opel-WOTEX Serwis
ul. Witosa 8
20-330 Lublin

Václav LEGÁT
František MOŠNA
Vratislav ČERVENKA
Vladimír JURČA

OPTIMIZATION OF PREVENTIVE MAINTENANCE AND INFORMATION SYSTEM

The paper presents a method for determining the optimal interval for preventive maintenance/replacement using either an age related or a diagnostic related renewal strategy. Additionally, the authors rise the question: "How does preventive maintenance influence the probability of failure and the mean life-time of preventively maintained elements of a technical system?" They answer the question using analytical and simulation computing approaches to arrive at the solution. The results are in quantitative form, giving relationships between preventive maintenance intervals and survival probability functions and mean life-time characteristics. Examples demonstrate suitability of the method for typical engineering components with Weibull life distributions. Applications offer substantial benefits to both the manufacturer and the user of technical equipment.

Keywords: preventive maintenance, maintenance interval optimization, reliability improvement, information system

1. Introduction

Results of proper Quality and Dependability Program (QDP) implemented in manufacturing organisations should be reliable and maintainable products including very good maintenance support using different internal and external maintenance echelons and lines. Nevertheless, no one has yet been able to produce absolutely reliable and maintainable machines and equipment (repairable) without need of maintenance. Therefore, the topic of maintenance management is still very relevant and its further development is of theoretical and practical importance. So far, many maintenance strategies and methods (e. g. different optimization methods of preventive maintenance, total productive maintenance (TPM), reliability centred maintenance (RCM) etc.) have been developed aimed at making maintenance cheaper and more effective. Such a program will have as its main objective the minimisation of downtime and losses due to failure of critical components of the equipment and thus the improvement of the effectiveness and profitability of the organisation.

An essential part of the QDP is an efficient system of data collection and analysis, related to the failures of critical components and the corresponding operating conditions with feedback to the original suppliers of the equipment, and co-operation in design modifications in order to improve the inherent and operational reliability and safety of the components involved.

The objectives of the paper are to contribute to the calculation of the preventive maintenance interval and to the computation of impact of preventive maintenance on reliability of the preventively maintained machine component and to demonstrate both by using an example.

2. Optimization of preventive maintenance

Regarding machine maintenance strategy, it is customary to distinguish between the following methods [1]:

a) corrective (unplanned) maintenance where replacement or repair is performed only after failure,
b) traditional preventive maintenance, based on a predetermined replacement interval, to be applied either periodically or depending on the age of the component under consideration (periodic or age-related preventive maintenance),
c) diagnostic preventive maintenance based on monitoring and prediction of the technical state of the equipment.

Additional findings of this paper deal with optimization of age-related preventive maintenance for non-repairable two-state items with the potential use of diagnostic signal information on the change in technical state. For such items we assume the ability to collect and process test or field data from a population of similar items that have been allowed to operate to the point of failure under identical conditions. Assuming that the technical state of the item can be

measured by means of the change in level of a diagnostic signal S (e. g. change in noise level, in critical dimension), the item life at failure can be graphically represented as in Fig. 1. Failure of item i is characte-

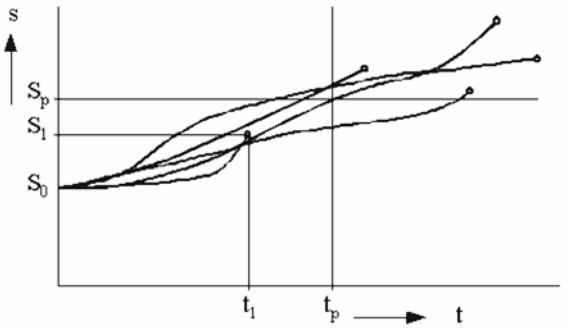


Fig. 1. Relationship between diagnostic signal S and operating time t

rised by lifetime t_1 and physical state S_1. Clearly, both time to failure and change in diagnostic parameter are random variables which have probability density functions $f_1(t)$, $f_2(S)$, distribution functions $F_1(t)$, $F_2(S)$, survival functions $R_1(t)$, $R_2(S)$ and failure rates $\lambda_1(t)$, $\lambda_2(S)$. The parameters of the appropriate model for these functions can be estimated from empirical data. When a predetermined replacement interval based on age or diagnostic replacement strategies is used (as denoted by t_p or S_p) the replacement will take place either immediately after failure or after the elapsed time interval t_p (or change in diagnostic parameter S_p), whichever occurs first.

A further assumption made is that replaced items are considered to be as-good-as-new ones.

We now consider the costs C_{cr} associated with one corrective replacement action (after failure) and the analogous costs C_{pr} associated with unit preventive age-related replacement action, where $C_{cr}>C_{pr}$. The difference C_{cr}-C_{pr} may be regarded as the losses L_f attributable to a failure.

On the basis of information on the models of time (or change in diagnostic signal) to failure and on costs, the optimal values of $t_p=t_{po}$ (or $S_p=S_{po}$) which minimise the mean unit costs of operation and maintenance during the equipment's useful life can be calculated.

Heuristic considerations indicate that the selection of a particular value for the age related replacement interval t_p (or S_p) has the following effects:

- if a small value of t_p is selected, there will be smaller costs $C_{cr}F(t_p)$ due to failure occurrences and higher costs $C_{pr}\times R(t_p)$ due to preventive replacement,
- if a high value of t_p is selected, the costs of preventive replacement will go down but the costs due to failure occurrence will rise.

The optimal value of t_p can be calculated such that the mean costs per unit age replacement cycle time $c(t_p)$ are minimised, where

$$u(t_p)=\frac{c_1F(t_p)+c_oR(t_p)}{\bar{t}(t_p)} \tag{1}$$

$$\text{and} \quad \bar{t}(t_p)=\int_0^{t_p} R(t)dt \tag{2}$$

Minimum of $c(t_p)$ is

$$c(t_{po})=\frac{C_{pr}+L_fF(t_{po})}{\bar{t}(t_{po})}=L_f\lambda(t_{po})=c_{in}(t_{po}) \tag{3}$$

where t_{po} is an optimal interval of preventive maintenance and $\lambda(t_{po})$ is failure rate at t_{po}, $c_{in}(t_p)=L_f\lambda(t_p)$ are instantaneous (marginal) unit costs, $L_f=C_{cr}$-C_{pr} are losses due to replacement after failure.

Equation (1) can be modified for the case where the technical state of the item S is monitored (preventive diagnostic replacement - PDR) and where the optimal value S_{po} of the diagnostic signal at which a replacement should be made is determined from the equation

$$u(S_p)=\frac{c_1F(S_p)+c_0R(S_p)}{\bar{t}(S_p)}+u_{pd} \tag{4}$$

where c_{pd} denotes unit costs of monitoring during $t(S_p)$, the mean time to reach the state S_p, which can be determined from empirical data using the formula

$$\bar{t}(S_p)=\frac{1}{n}\left[\sum_{i=1}^{m(S_p)} t_i(S_p)+\sum_{j=1}^{n-m(S_p)} t_j(S_p)\right] \tag{5}$$

and where $t_i(S_p)$ denotes the operating time of the i-th item surviving at the level S_p, $t_j(S_p)$ denotes the time to failure of the j-th item which failed before reaching the state S_p, $m(S_p)$ is the number of items reaching state S_p without failure and n is the total number of items in the investigated population.

The function (5) can be approximated by a regression function. A typical case of the relationship between $t(S_p)$ and S_p is shown in Fig. 2. The optimal value of the state parameter S_{po} (preventive replacement interval) can be found either graphically or by calculation. The graphical solution is shown in Fig. 3

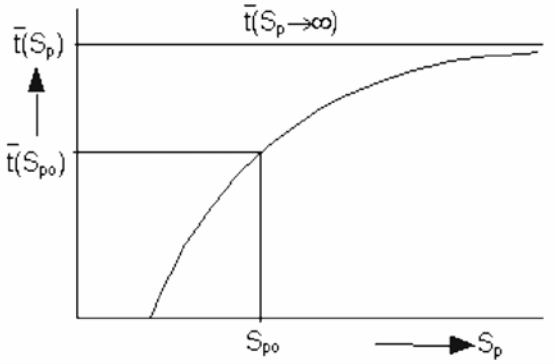


Fig. 2. Principle of determining the optimal mean value of the time interval t (S_{po}^{-}) for PDR

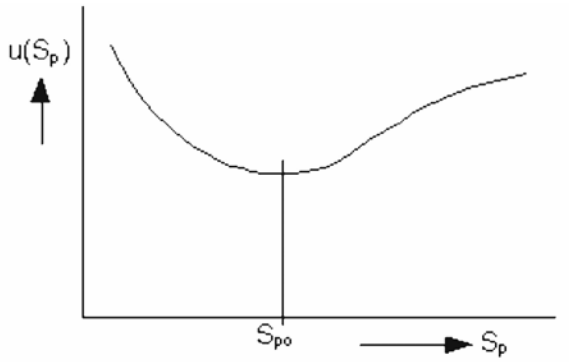


Fig. 3. Principle of determining the diagnostic signal S_{po} for PDR

with the optimal mean time $t(S_{po})$ shown in Fig. 2. The possibility of deriving the analytical solution depends on the concrete type of the functions $F(S_p)$ and $t(S_p)$.

3. Calculation of mean life and survival function of age-related preventively maintained components

Let us monitor a series of components that underwent preventive maintenance (were replaced) after time interval t_p using a new component with the same reliability properties. Component reliability can be improved during operation by preventive replacement at time t_p. Durability of k-th component is described by random variable X_k with the same density function f and distribution function F. We consider random variables X_1, X_2,…as the independent quantities. The preventive replacement of a component is not considered as a failure. Let us denote a random variable that describes the life of line of age-related, preventively replaced components T. Further we will be able to derive [2]:

a) distribution function

$$F_T(x) = \begin{cases} F(x) & \text{on}(0;\ t_p) \\ F(t_p) + qF(x - t_p) & \text{on}\ (t_p;\ 2t_p) \\ F(t_p) + qF(t_p) + q^2F(x - 2t_p) & \text{on}\ (2t_p;\ 3t_p) \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \end{cases} \tag{6}$$

b) density function f_T through differentiation of F_T

$$f_T(x) = \begin{cases} f(x) & \text{on}(0;\ t_p) \\ qf(x - t_p) & \text{on}\ (t_p;\ 2t_p) \\ q^2f(x - 2t_p) & \text{on}\ (2t_p;\ 3t_p) \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \end{cases} \tag{7}$$

For mean value ET of the life of age-related preventively replaced components at time t_p we obtain following equation [2]:

$$ET = \frac{1}{p}\int_0^{t_p} R(x)dx = \frac{\int_0^{t_p} R(x)dx}{1 - R(t_p)} \tag{8}$$

and for the Weibull distribution function with parameters α a β we can write

$$ET = \frac{\int_0^{t_p} exp(-(\frac{t}{\beta})^{\alpha})dt}{1 - \exp(-(\frac{t_p}{\beta})^{\alpha})} \tag{9}$$

where $R(x) = 1 - F(x)$ is survival function.

For solution of equation (9) it is possible to use a numerical method, e. g. using EXCEL software.

We can obtain input data using a computer supported **information system** collecting following information on:

- costs associated with one preventive age-related replacement action C_{pr},
- costs associated with one corrective replacement action (after failure) C_{cr},
- losses attributable to a failure L_f,
- density function $f(x)$,
- distribution function $F(x)$,
- survival function $R(x)$,
- failure rate function l(x).

The all reliability functions are based on a time to failure monitoring and collection and before mentioned calculation.

4. Example from practice

We have been monitoring the life of two rubber body strips of a cylindrical feeder beater from a machine for manufacturing paper sacks – see Fig. 4. During operation the rubber body strips are wearing

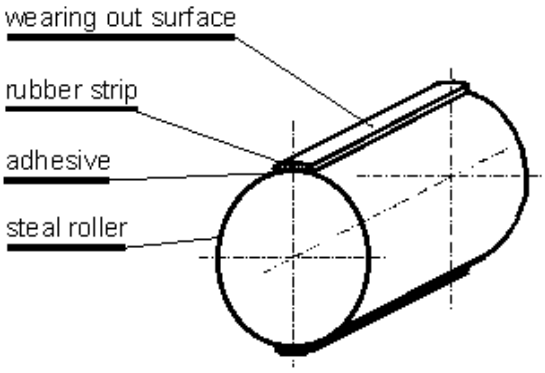


Fig. 4. Scheme of cylindrical feeder beater

out and loosing feeder function and capability causing a failure of the whole production line. The task for a maintenance manager is to implement preventive maintenance, calculate the optimal interval of age-related preventive maintenance, mean time and survival probability function of the rubber body strips that underwent preventive maintenance and compare preventive maintenance with corrective maintenance results for the same component. Implemented input data collection and information system provides following data on reliability (durability) – see Tab. 1 and maintenance cost data – see Tab. 2 [3].

Solution:

Using input reliability data from Tab. 1 and software STATGRAPHICS we obtained mean time to failure (MTTF), standard deviation (SD) and parameters α and β of the Weibull distribution function – see Tab. 3. Substituting obtained input data into equation (3) and using EXCEL we can calculate optimal age-related replacement (maintenance) interval t_{po} – see Tab. 4. For a better illustration, the dependencies $c(t_p)$ and $c_{in}(t_p)$ are plotted using EXCEL – see Fig. 5.

Now we use EXCEL to compute mean life ET ($MTTR_T$) of the components that have undergone preventive maintenance after the optimal interval t_{po}=121 hours according to the modified equation (12) using numerical method of $R(t)$ integration

$$ET = \frac{\int_0^{t_{po}} R(t)dt}{1-R(t_{po})} = \frac{120{,}908}{1-0{,}996771} = 37444 \text{hours}. \quad (14)$$

Tab. 1. Failure frequency of rubber body strips within particular operation time intervals

Interval mean t_i (hours)	120	360	600	840	1080
Interval (hours)	0 - 239	240 - 479	480 - 719	720 - 959	960 – 1199
Failure frequency	1	2	4	6	1

Tab. 2. Maintenance cost data

Costs/Losses	Calculation	Results (Kč)
Costs of preventive maintenance C_{pr} (Kč)	Labour consumption * (Wages + Overhead) + Material costs = 0,3*(90+270)+500 =	608
Costs of corrective maintenance C_{cm} (Kč)	(Labour consumption + Logistic delay) * (Wages + Overhead) + Material costs + (Downtime * Hour losses) = (0,3+0,5)*(90+270) + 500 + (0,3+0,5) *60000 =	48788
Production losses due to failure and following downtime L_f (Kč)	Costs of corrective maintenance – Costs of preventive maintenance = 48788 – 608 =	48180

Tab. 3. Parameters of the Weibull distribution function, MTTF and SD

MTTF (Hours)	Standard deviation (SD)	Shape parameter α	Scale parameter β
637	236,903	3,24518	708,219

Tab. 4. Dependence of unit costs and instantaneous (marginal) unit costs on replacement interval

t_p	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	1400
$u(t_p)$	14,0	7,2	5,1	4,3	4,2	4,4	4,9	5,7	6,7	7,9	9,3	10,9	12,7	14,6	76,4
$c_{in}(t_p)$	0,1	0,6	1,4	2,7	4,5	6,8	9,6	12,9	16,8	21,3	26,4	32,1	38,4	45,4	1115

Tab. 5. Survival function R(t) of maintained machine components after failure and $R_T(t)$ *of the age-related preventive maintained machine components*

t	0	200	400	600	800	1000	1200	10000	20000	30000	40000	50000
$\mathbf{R_T(t)}$	1,000	0,996	0,990	0,984	0,980	0,974	0,969	0,766	0,586	0,449	0,344	0,263
$\mathbf{R_t(t)}$	1,000	0,983	0,853	0,554	0,224	0,046	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Finally, using a modified equation (8), we calculate the failure probability $F_T(t)$ and survival function $R_T(t)$ of the components that underwent age-related preventive maintenance

$$F_T(t) = 1 - [R(t_{po})]^n \times R(t-nt_{po}) \quad on\ (nt_{po};\ (n+1)t_{po}) \quad (15)$$

and

$$R_T(t) = [R(t_{po})]^n \times R(t-nt_{po}) \quad on\ (nt_{po};\ (n+1)t_{po}) \quad (16)$$

Numerical solution and results of $F(t)$ and $R(t)$ (for the Weibull distribution function with parameters a=3,24518 and b=708,219 and for t_{po}=121 hours) are clear from Tab. 5. For a better illustration of the age-related preventive maintenance effectiveness the dependencies $R(t)$ and $R_T(t)$ are plotted using software EXCEL – see Fig. 6.

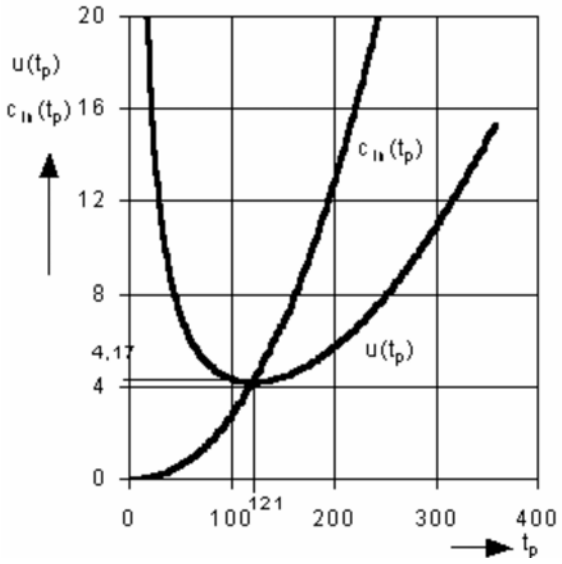


Fig. 5. Dependencies of c_{in} (t_p) and c (t_p) on t_p

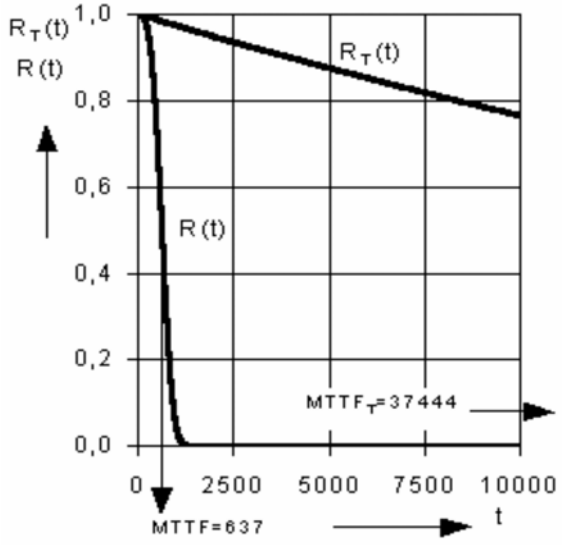


Fig. 6. Survival function R(t) and $R_T(t)$ versus operating time

5. Conclusions

The paper presents general methods of calculating the optimal interval for preventive maintenance/replacement using either an age-related or diagnostic-related renewal strategy for an infinite time horizon. Further, authors deduced equations for mean life and probability survival function of age-related preventively maintained/replaced machine parts (components).

The example shows an application of the proposed mathematical model on an actual machine component (rubber strips of a cylindrical feeder beater). When we replace the strips after failure, the MTTF=637 hours and production losses due to the failure, following down time L_f=48180 Kč and unit costs of replacement and operating $u(t_p$=1400)=76,4 Kč/hour - see Tabs. 2, 3 and 4. When we introduce age-related preventive replacement of the components, the MTTF increases to $MTTF_T$=37444 hours executing preventive maintenance (replacement) in optimal interval t_{po}=121 hours and unit costs of replacement and operating $u(t_{po}$=121) decreases to 4,17 Kč/hour - see Equation (14) and Fig. 5. The probability of survival of the age-related preventive replaced component increases (e. g. for t=600 hours) from $R(600)$=0,554 (replacement after failure) to $R_T(600)$=0,984 (age-related preventive replacement) – see Tab. 5 and Fig. 6.

The benefit of the proposed mathematical model is not only the ability to calculate the optimal interval of age-related preventive and diagnostic maintenance but also to provide quantitative proof that preventive maintenance increases operational reliability of machine parts.

6. References

[1] LEGÁT, V., ŽALUDOVÁ, A., ČERVENKA, V., JURČA, V.: *Contribution to optimization of preventive replacement*. In: Reliability Engineering and System Safety 51, 1996 Elsevier Science Limited, s. 259 - 266.

[2] LEGÁT, V., MOŠNA, F., ČERVENKA, V., JURČA, V.: *Preventive maintenance – a tool for operational reliability improvement*. In: Proceedings of the 16th International Maintenance Conference EURO-MAINTENANCE 2002, 3rd-5rd of June 2002, Helsinki, p. 53-61.

[3] PELC, L. *Návrh technologie údržby v AssiDomän Sepap Sack a.s. Štětí (Proposal of maintenance technology at AssiDomän Sepap Sack a.s. Štětí)*. [Diploma work]. CUA TF, Prague 2001.

****

The paper was prepared with support from the Ministry of Education, Youth and Sports of Czech Republic in keeping with the terms of research project J03/98:413100016.

****

Prof. Ing. Václav Legát, DrSc.
RNDr. František Mošna, Ph.D.
Ing. Vratislav Červenka,
Doc. Ing. Vladimír Jurča, CSc.
Czech University of Agriculture
Technical Faculty
165 21 Prague 6 – Suchdol
Czech Republic
tel.: 00420-2-2438 3268
fax.: 00420-2-2092 1361
e-mail: legat@tf.czu.cz

Jerzy JÓZWIK
Jerzy LIPSKI

ZASTOSOWANIE SIECI NEURONOWYCH DO MODELOWANIA ODKSZTAŁCEŃ PRZEDMIOTU OBRABIANEGO PODCZAS TOCZENIA

APPLICATION OF NEURAL NETWORK TO MODELING OF WORKPIECE DEFORMATIONS DURING TURNING PROCESS

W artykule wskazano na szerokie możliwości modelowania procesów skrawania za pomocą strategii samouczenia. Zaprezentowano model predykcji sumarycznych odkształceń przedmiotu obrabianego za pomocą sztucznych sieci neuronowych. Badania i analizy przeprowadzono na przykładzie toczenia ortogonalnego tulei cienkościennej, poddanej działaniu ciepła i sił w procesie skrawania.

Słowa kluczowe: modelowanie, sztuczne sieci neuronowe, odkształcenia przedmiotu obrabianego, proces toczenia

In this paper has been to shown wide possibility modeling of cutting process by self-teaching strategy. Hear have been presented neural network model of workpiece summary deformations. Research and analyzes have been shown based on example orthogonal turning of thin-walled sleeve to expose it on action of heat and cutting forces.

Key Words: modeling, neural network, workpiece deformations, turning process

1. Wprowadzenie

Z analizy uwarunkowań technicznych oraz oceny obszaru zastosowań produktów obróbki skrawaniem wynika, że pierwszorzędne znaczenie ma ich jakość [l, 2]. Producent dąży do uzyskania finalnego wyrobu o z góry określonych cechach geometrycznych, właściwościach mechanicznych i trybologicznych warstwy wierzchniej [2]. Jak wynika z przeprowadzonej analizy literatury, podstawowe problemy związane z cieplnymi i sprężystymi odkształceniami przedmiotów podczas obróbki, pozostają nadal aktualne [3-11, 19]. Głównym obecnie dążeniem techniki ubytkowego kształtowania materiałów jest przekształcanie programów CNC w możliwie najbardziej efektywne i precyzyjne ruchy narzędzia skrawającego. Pozwoli to zmniejszyć niepożądane odchyłki i zakłócenia w realizowanym procesie obróbkowym [l].

Udoskonalanie techniki wytwarzania poprzez skrawanie, możliwe jest w głównej mierze dzięki modelowaniu. Projektanci procesów technologicznych poświęcają modelowaniu coraz więcej uwagi [5-12, 18-20]. W celu sterowania przebiegiem procesu obróbkowego i jakością otrzymywanych wyrobów, nie-

1. Introduction

To result from analyzes technical conditions and estimated application area of machining products follows that quality is of great importance [1, 2]. Producer wants to achieve final product and to predict geometrical parameters, mechanical and tribologycal property of surface layer [2]. From analysis of literature it follows that basic problems to concern thermal deformations of workpiece and elastic strains are still actual [3-11, 19]. Main aspiration of machining technique is translation of CNC programs on most effective and precision move of cutting tool. It will decrease undesirable deviations and disruptions in technological process [1].

It is possible to improve machining technique by modeling method. Designers of technological processes to pay especially attention to modeling [5-12,18-20]. Control of cutting process and product quality will be possible when it is known full three dimensions model. It is expected that finally effect of this action (design and applications of models) will be

zbędny jest pełny - trójwymiarowy model procesu skrawania. Oczekiwanym, finalnym efektem tego typu działań (budowy i aplikacji modeli) będzie poprawa dokładności wykonania wyrobu przy jednoczesnym zmniejszaniu kosztów wytwarzania i znacznej poprawie wydajności.

2. Modelowanie związków pomiędzy warunkami skrawania a cechami geometrycznymi przedmiotu po obróbce

Głównym celem modelowania zjawisk zachodzących w procesie skrawania jest określenie związków między wielkościami wejściowymi a parametrami przedmiotu. Wielkości wejściowe stosowane do modelowania procesu skrawania, stanowią warunki, które mają istotny wpływ na przebieg obróbki. Należą do nich: technologiczne parametry skrawania, geometria ostrza narzędzia, właściwości materiału przedmiotu obrabianego i ostrza narzędzia, parametry tribologiczne, cieplne itp. Na wyjściu modelu, uzyskujemy takie cechy wyrobu, które bezpośrednio decydują o jego jakości. Należą do nich: parametry jakości powierzchni po obróbce, dokładność wymiarowo- kształtowa, zużycie ostrza narzędzia, stabilność obróbki, siły skrawania, geometria powstających wiórów. Zazwyczaj, jako narzędzia do modelowania wykorzystuje się analityczne metody matematyczne. Najczęściej spotykanymi w literaturze są jednak modele numeryczne (MES, MEB, MRS) oraz modele oparte o sztuczne sieci neuronowe [2, 12, 17, 18, 20].

Złożoność zjawisk fizycznych towarzyszących procesowi skrawania i ich wzajemna zależność powodują, że dotychczas opracowane modele nie odpowiadają w pełni procesowi rzeczywistemu. Najczęściej są to modele uproszczone z przyjętymi, ściśle określonymi założeniami.

Z punktu widzenia dokładności obróbki, najistotniejszymi są oddziaływania sprężyste i cieplne. Odkształcenia przedmiotu obrabianego, zarówno w skali makro jak również mikro, zależą od położenia narzędzia wzdłuż jego osi, sił skrawania, parametrów technologicznych obróbki, ilości generowanego ciepła oraz parametrów geometrycznych narzędzia i samego obrabianego elementu [4, 5, 10, 19]. Dodatkowo generowane drgania mechaniczne w istotny sposób wpływają na tor narzędzia i odkształcenia przedmiotu obrabianego w skali mikro [17]. Zagadnienie identyfikacji niedokładności powodowanych oddziaływaniami cieplnymi jest stosunkowo trudne [3, 19]. W przypadku procesu skrawania mamy do czynienia ze zmiennym w czasie, wędrującym źródłem ciepła wzdłuż drogi skrawania. Szczególnie niebezpieczne jest prowadzenie obróbki przy wzrastającej objętości materiału przed czołem ostrza narzędzia skrawającego.

increase of product accuracy and simultaneous decrease of production costs and considerable improvement of productivity.

2. Modeling connections between conditions of machining and geometrical deformation of workpiece

Main goal modeling of cutting phenomenon is to describe conditions between input quantity and parameters of workpiece. Input quantity using to modeling cutting process are so parameters which have significant influence on machining process. To these parameters belongs: technological parameters of cutting, geometrical parameters of tool, property of material workpiece and tool, tribology parameters, heat property. On output of model we can to receive so feature which decided about it quality, belongs to this feature: parameters of surface quality past machining, accuracy of dimensions and shape, wear of cutting tool, stability of machining, cutting forces, geometrical parameters of chips.

Usually as the tools in modeling process are used analytical mathematical methods. But most frequently described in literature methods are numerical methods (MES, MEB, MRS) and models based on artificial neural networks [2, 12, 17, 18, 20].

Complexity of physical phenomena in cutting process and relationship between him make that designed models not full corresponding with real cutting process. Usually this models are very simplify, they are true for vary precision described assumptions.

With point of view accuracy of machining, most important are elastic strains and heat deformations. Deformations of workpiece as soon as in macro scale and micro scale depends from positions of tool along the workpiece, cutting forces, technological parameters of cutting, amount of heat, geometrical parameters of cutting tool and workpiece [4, 5, 10, 19]. Additionally, mechanical vibration generated in cutting process essentially to influence on trajectory of tool and elastic strains of workpiece in micro scale [17]. Problem identification errors to bring about to influence of heat is very difficult [3, 19]. In machining process we have to consider changing in the time source of heat moving along way of the tool. Especially dangerous is cutting when increase part of material in front of cutting edge. It is cause to increase depth of cut and through it significant shape errors of workpiece [11].

go. Prowadzi to do wzrostu głębokości skrawania, a przez to istotnych błędów kształtu gotowego wytworu [11].

Znając wartości rzeczywiste chwilowych odkształceń narzędzia i przedmiotu obrabianego (sprężystych i cieplnych) oraz związki zachodzące pomiędzy poszczególnymi parametrami charakterystycznymi procesu, można zbudować model obrazujący parametry jakości otrzymywanych wyrobów. Zadanie to nie jest łatwe z uwagi na złożoność zjawisk fizycznych. Szczególnie skuteczną techniką stosowaną budowy takich modeli mogą być sieci neuronowe. Sieci te mogą precyzyjnie odwzorować zależności nieliniowe i wielowymiarowe. Uwzględnienie w modelu dużej liczby zmiennych niezależnych, przy stosowaniu innych metod, znacząco utrudnia próby modelowania funkcji nieliniowych. Zakres problemów rozwiązywanych przez sieci neuronowe jest określony strukturą sieci oraz zastosowaną metodą uczenia. Z uwagi na charakter zastosowań modeli bazujących na sieciach neuronowych, praktyczne znaczenie mają struktury wielowarstwowe MLP (multilayer perceptron network) oraz sieci o radialnych funkcjach bazowych RBF [5-7, 12-18, 20].

Wykorzystując uzyskane w warunkach rzeczywistych wyniki badań doświadczalnych do uczenia sztucznych sieci neuronowych, możliwe jest zbudowanie użytecznego modelu wirtualnego. Odpowiednio dobrana strategia samo uczenia, zapewnia dobrą zgodność modelu i modelowanego układu rzeczywistego. Otrzymane w ten sposób modele są weryfikowane w oparciu o wyniki pomiarów eksperymentalnych nie biorących udziału w procesie uczenia [5-7, 12, 17-18, 20].

3. Metodyka badań i przebieg eksperymentu

Głównym celem prowadzonych badań było stworzenie wielowymiarowego modelu procesu skrawania. Model ten odzwierciedla związki zachodzące pomiędzy siłami skrawania a błędami geometrycznymi przedmiotu obrabianego. Zdefiniowano struktury sieci: architekturę oraz algorytmy uczenia. Do rozwiązania analizowanego problemu zastosowano sieci typu MLP (multilayer perceptron network) uczone algorytmem wstecznej propagacji błędów BP (back-propagation). W celu zebrania danych uczących, przeprowadzono badania eksperymentalne. Pomiary prowadzono na stanowisku laboratoryjnym, którego strukturę zaprezentowanego na rys. l.

Uwzględniając specyfikę prowadzonych badań, jednocześnie rejestrowano wartości sześciu parametrów charakteryzujących przebieg procesu skrawania. Mierzono trzy składowe siły skrawania: F_x - posuwową, F_y - odporową, F_z - obwodową (oznaczenia wg Ki-

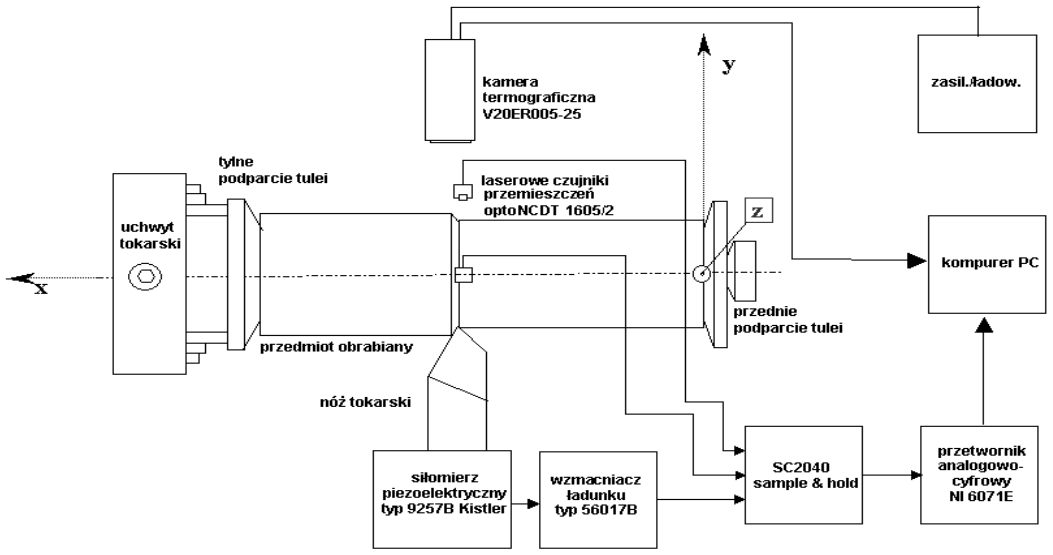
If we can measure temporary deforms of cutting tool and workpiece (elastic strains and heat deformations) and know relationships between parameters of cutting process, we can to make model which represent quality parameters of product. This task it is not easy because physical phenomena during cutting process are very complicated. Especial useful technique to build so models can be artificial neural networks. The neural networks can to reflect nonlinear relationship. Many independent variables, for different methods, make significantly difficult modeling nonlinear function. Range of problems which can be to solve using neural network is determined be network structure and learning method. For the application reason of models based on neural networks practical meaning have multilayer structures MLP (multilayer perceptron network) and networks with radial base functions RBF [5-7, 12-18, 20].

If we used results of research collected in real conditions for teaching artificial neural networks it is possible to build useful virtual model. To assure good compatibility between model and real system we must chosen adequately strategy of self teaching. Making in this way models must be verified based on results of experiments not used in teaching process [5-7, 12, 17-18, 20].

3. Methodologies of research and course of experiment

Main goal of conducted research was to make multidimensional model of cutting process. Connections between cutting forces and geometrical errors of product are reflected in this model. Architecture and teaching algorithm of neural network has been defined. Neural network MLP (multilayer perceptron network) was teaching by algorithm BP (back propagation error). Has been conduct experimental research to collect teaching data. All acquisition has been conduct on experimental stand presented on figure 1.

To take into consideration specific conditions of this research has been to record values of six parameters to describe cutting process. Has been measured three components of cutting force: F_x-feed force, F_y-trust force, F_z-main force (symbols used by Kistler), displacement of workpiece in two axes *y, z* and temperature of workpiece surface *T*.



Rys. 1. Schemat strukturalny stanowiska badawczego
Fig. 1. Structural chart of research stand

stler), przemieszczenia przedmiotu obrabianego w dwóch osiach *y*, *z* oraz temperaturę powierzchni przedmiotu obrabianego *T*.

Obróbkę prowadzono na tokarce uniwersalnej dla różnych kombinacji ustalonych parametrów skrawania (α_p=0,5; 1; 1.5 mm, f=0.1; 0.2; 0.31mm/obr, v_c=165; 235; 330 m/min). Skrawaniu poddawano tuleje cienkościenne o średnicy zewnętrznej d_z=108 mm i grubości ścianki g=4 mm. Zastosowano składany nóż tokarski firmy PAFANA (oprawka PSBN R 2020 12K, płytka powlekana SNMG120408-SS gat. BP35A) o ustalonej geometrii ostrza: λ_s=-6° γ_o=-6°.

Składowe siły skrawania mierzono siłomierzem piezoelektrycznym firmy Kistler, współpracującym ze wzmacniaczem ładunku oraz sumatorem analogowym. Do pomiaru przemieszczeń w analizowanych osiach (*y, z*) zastosowano czujniki laserowe firmy Micro-Epsilon Masstechnik. Sygnały sił i przemieszczeń pochodzące ze wzmacniacza ładunku kierowano do urządzenia sample&hold firmy National Instrument, gdzie sygnał próbkowano i zamrażano na wszystkich mierzonych kanałach. Umożliwiło to uzyskanie wartości sygnału mierzonych wielkości w tych samych jednostkach czasowych.

Przy wykorzystaniu przetwornika analogowo-cyfrowego firmy National Instrument, zamrożone sygnały przetwarzano do postaci cyfrowej. Do komunikacji wszystkich zespołów pomiarowych i archiwizacji otrzymanych wyników pomiarów eksperymentalnych zastosowano specjalistyczne oprogramowanie wykonane w środowisku LabView.

Engine lave has been used for machining with different combinations of cutting parameters (for example: α_p=0.5; 1; 1,5 mm, f=0,1; 0,2; 0,3 mm/rev, v_c=165; 235; 330 m/min.). As cutting worpiece has been used thin-walled sleeve which outside diameter d_z=108 mm and thickness of wall g=4 mm. Have been applied turning tool PAFANA (turning tool holder PSBN R 2020 12K, with cemented carbide tip SNMG 120408-SS – BP35A), geometrical parameters of tool λ_s=-6° γ_o=-6°.

Components of cutting force have been measured with used piezoelectric dynamometer made by "Kistler", it cooperating with amplifier of electric charge and analog adder. For measure of displacement in analyzed axes (*y, z*) have been applied laser sensors made by Micro- Epsilon Masstechnik. Signals of cutting force and displacement was collected in system sample&hold made by National Instrument. All signals was sampled and to memorize. This operation let to observe all canals in the same point of time in digital form.

For communications between all components of measuring system and archive of experimental results have been designs special program in LabView. Measurement and acquisition of workpiece temperature have been realized by termografical camera working with program *TERMOGRAF v. 1.95c.*

Pomiar i rejestrację wartości temperatury przedmiotu obrabianego prowadzono w podczerwieni za pomocą kamery termograficznej, przy wykorzystaniu specjalistycznego oprogramowania *TERMOGRAF v. 1. 95c.*

W wyniku uczenia sztucznych sieci neuronowych na zbiorach uczących i testowania, wybrano struktury najlepiej odzwierciedlające zachodzące związki między warunkami skrawania a cechami geometrycznymi przedmiotów po obróbce.

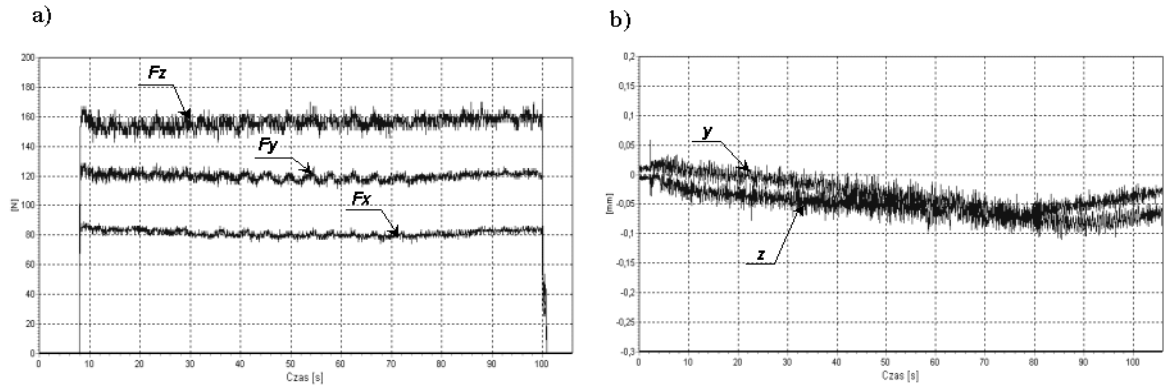
4. Wyniki badań eksperymentalnych

W wyniku przeprowadzonych pomiarów otrzymano przebiegi zmian trzech składowych siły skrawania w funkcji czasu (F_x, F_y, F_z), odkształceń przedmiotu obrabianego w kierunkach osi y, z oraz zmian

Artificial neural network was teaching on learning collection. We were tested different structure of neural networks. Structures that best reflect relationships between cutting parameters and geometrical errors of product have been choosing.

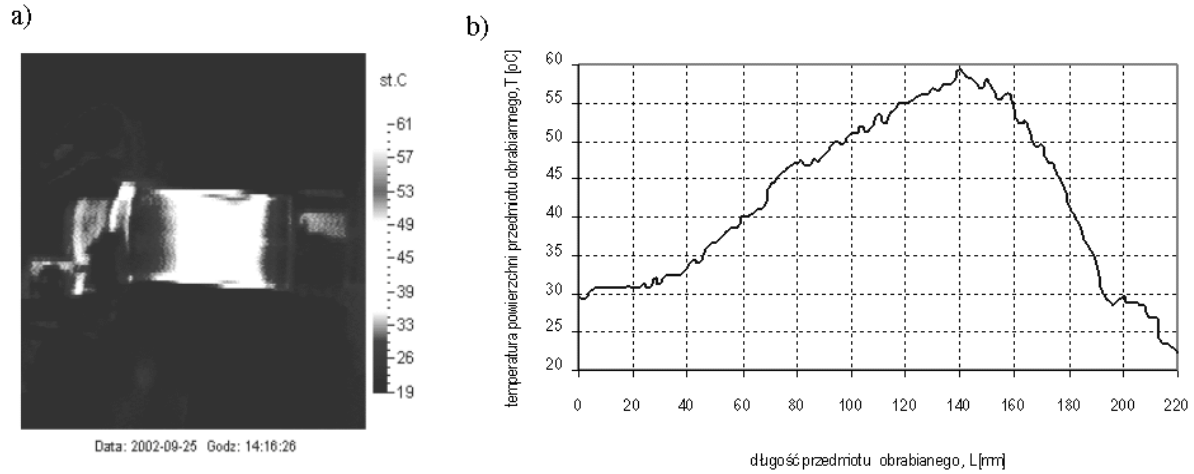
4. Experimental results

As result of experiment we are collected: course of change tree components of cutting force F_x, F_y, F_z in time, elastic strains of workpiece along axes x and z in time, temperature of workpiece surface in time T.



Rys. 2. Przykładowe przebiegi czasowe: a) zmian składowych siły skrawania (F_x, F_y, F_z), b) odkształceń przedmiotu obrabianego y, z; przy: a_p=0.5mm, f=0.31mm/obr, v_c=330m/min.

Fig. 2. Examples functions of time: a) components of cutting force (F_x, F_y, F_z), b) displacement of workpiece; for a_p=0,5mm, f=0,31mm/rev, v_c=330 m/min.



Rys. 3. Temperatura powierzchni przedmiotu obrabianego: a) termogram, b) rozkład wartości temperatury w 56 sek. obróbki; dla: a_p=1.5mm, f=0.31mm/obr, v_c=165 m/min.

Fig. 3. Temperature of workpiece surface: a) termogram b) distribution of temperature in 56 sec. during cutting process; for a_p=1,5mm, f=0,31mm/rev, v_c=165 m/min.

temperatury jego powierzchni (T). Przykładowe przebiegi czasowe zmian wartości mierzonych wielkości zaprezentowano na rys. 2 i rys. 3.

W oparciu o uzyskane wyniki badań eksperymentalnych zbudowano zbiory danych uczących i kontrolnych dla różnych struktur sieci neuronowych.

5. Wyniki modelowania

Do budowy modeli odzwierciedlających związki zachodzące pomiędzy siłami skrawania, temperaturą a cechami geometrycznymi przedmiotu po obróbce, zastosowano sieci typu wielowarstwowy perceptron MLP (rys. 4). Wytypowane struktury sieci o architekturach trójwarstwowych z jedną warstwą ukrytą składającą się z 10 neuronów, uczono algorytmem wstecznej propagacji błędów BP z sigmoidalną funkcją aktywacji. Po nauczeniu sieci, to znaczy po osiągnięciu kryterium 5% błędu względnego dokonano testowania zdolności uogólniania zbudowanych modeli, na zbiorach nie biorących udziału w procesie uczenia. W modelu przedstawionym schematycznie na rys. 4a, predykcji odkształceń y oraz z dokonuje się na podstawie informacji, jakie niosą ze sobą składowe siły skrawania F_x, F_y, F_z. Drugi model (rys. 4b), uzupełniono informacją o temperaturze powierzchni przedmiotu obrabianego. Okazało się, że dodanie informacji o temperaturze przedmiotu powoduje lepszą zgodność odpowiedzi modelu z wynikami badań eksperymentalnych.

Wybrane wyniki odpowiedzi modelu z rys. 4a przedstawiono na rys. 5, zaś odpowiedzi na wartości F_x, F_y, F_z oraz T dla modelu z rys. 4b zaprezentowano na rys. 6.

Okazało się, że dodanie informacji o temperaturze przedmiotu powoduje lepszą zgodność odpowiedzi modelu z wynikami badań eksperymentalnych.

Examples of this data are presented in figure 2 and 3.

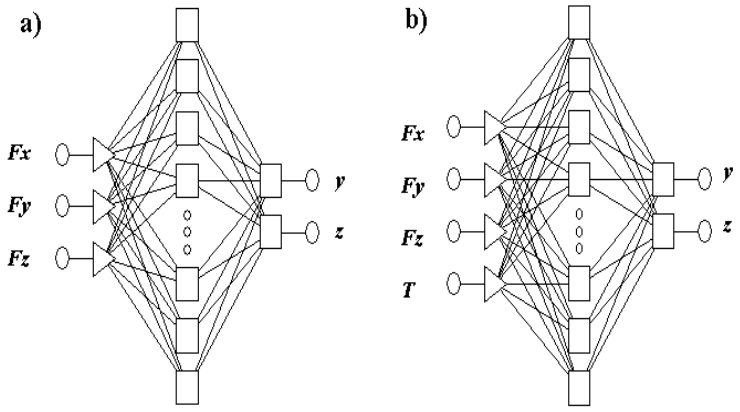
Based on experimental result have been choose collections learning and testing data for different structure of neural networks.

4. Results of modeling

For building models reflected relationships between cutting forces, temperature and geometrical feature of machining product have been applied multilayer neural network known as perceptron MLP (fig. 4). Have been choosing structure based on tree hidden layers with 10 neurons in each. Learning of neural network has been realized using beck propagation error algorithm BP and sigmoid transfer function. When neural network achieved 5% of relative error learning has been stopped and started testing procedure based on collection not used to learning. In model presented in figure 4a, prediction of displacement y and z is realized based on information covered in components of cutting force F_x, F_y, F_z. Different model has been presented on figure 4b, in this model input information covered additionally temperature of workpiece.

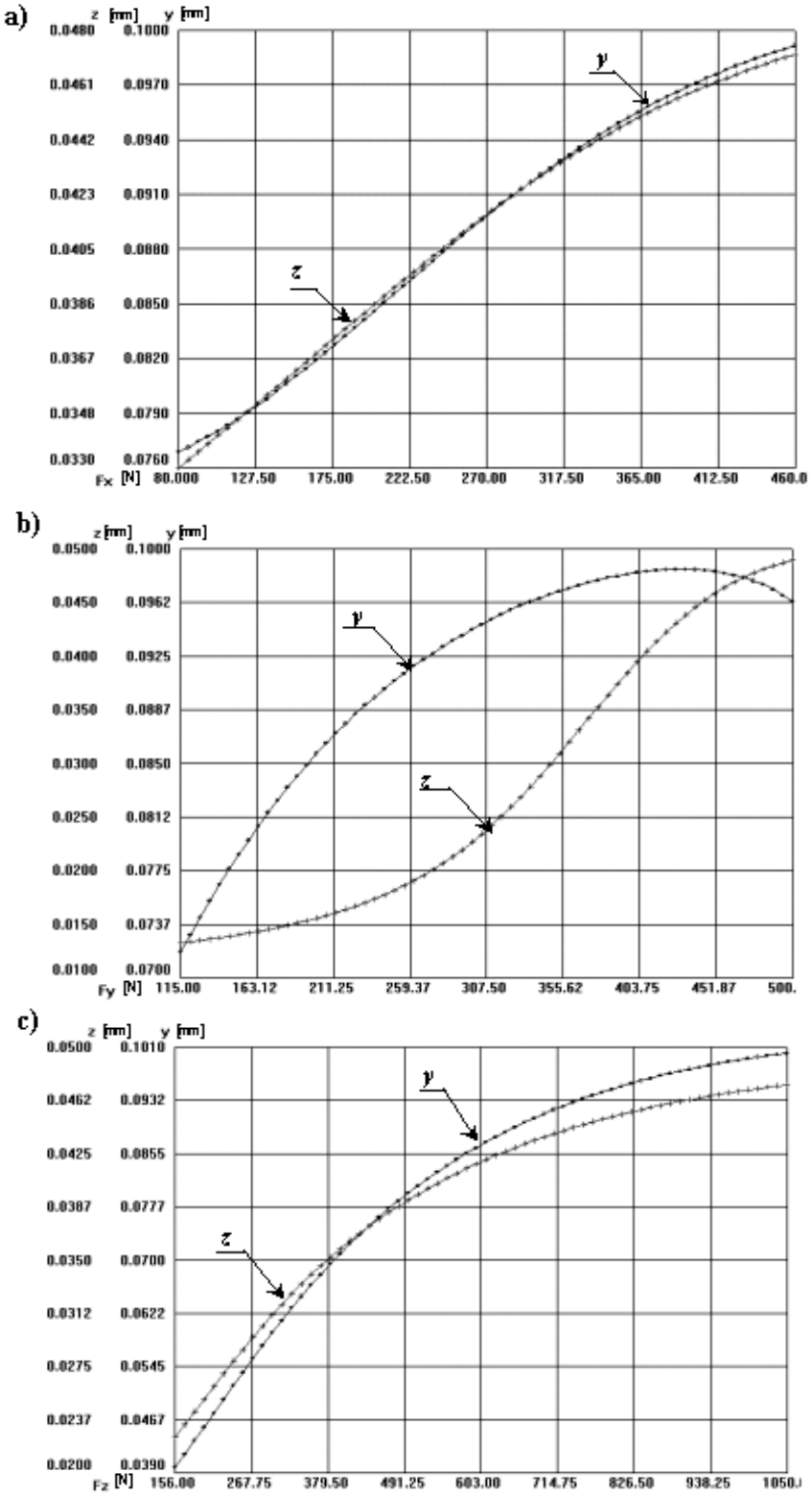
Chosen results of model showing in fig. 4a have been presented in fig. 5 and the same test for model showing in fig. 4b in fig. 6.

It turned out that adding of information about temperature increase accuracy of model outputs compare with result experimental research.



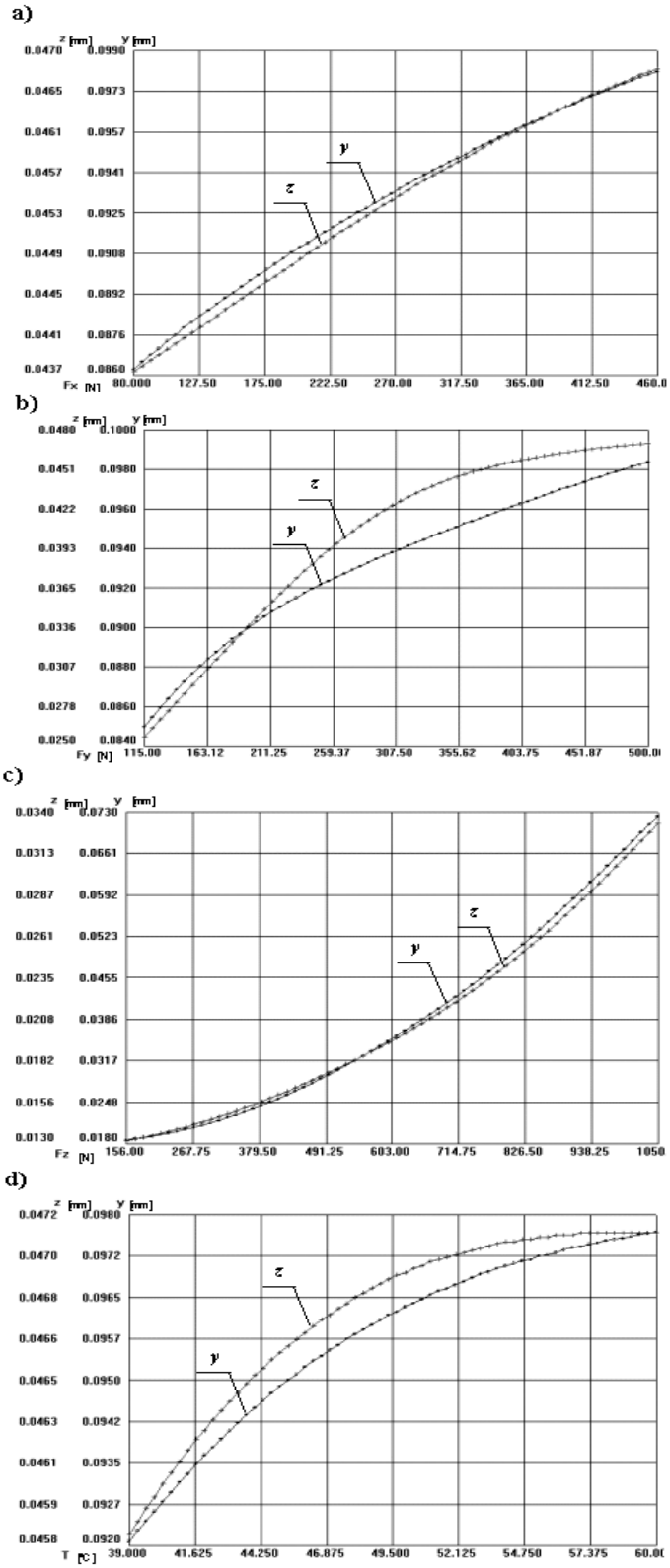
Rys. 4. Architektura sztucznych sieci neuronowych predykcji sumarycznego błędu przedmiotu obrabianego: a) sieć MLP (3:10:2), BP, b) sieć MLP (4:10:2), BP

Fig. 4. Architecture of neural networks for prediction global error of product: a) network MLP(3:10:2), BP, b) network MLP (4:10:2), BP



Rys. 5. Przebieg zmian sumarycznych odkształceń przedmiotu obrabianego *y, z*, w funkcji: a) składowej posuwowej F_x, b) składowej odporowej F_y, c) składowej obwodowej F_z, otrzymane na podstawie modelu sieciowego (MLP, 3:10:2, BP)

Fig. 5. Course of changing global displacement of workpiece as the function: a) component F_x, b) component F_y, c) component F_z, predicted by neural network model (MLP, 3:10:2,BP)



Rys. 6. Przebieg zmian sumarycznych odkształceń przedmiotu obrabianego *y, z*, w funkcji: a) składowej posuwowej F_x, b) składowej odporowej F_y, c) składowej obwodowej F_z, d) temperatury powierzchni *T*, otrzymane na podstawie modelu sieciowego (MLP, 4:10:2, BP)

Fig. 6. Course of changing global displacement of workpiece as the function: a) component F_x, b) component F_y, c) component F_z , d) temperature *T* of surface; predicted by neural network model (MLP, 4:10:2,BP)

6. Podsumowanie

Zaprezentowane powyżej, wybrane wyniki modelowania związków zachodzących między warunkami skrawania a cechami geometrycznymi przedmiotów po obróbce, wykazują wysoką zgodność odpowiedzi modelu z wynikami badań eksperymentalnych (dla zbiorów niebiorących udziału w procesie uczenia). Uzyskano 95% względną dokładność dopasowania sieci. Opisana metoda predykcji błędów ma szczególne znaczenie dla poprawy zasad projektowania technologii w przypadku kształtowania części maszyn podatnych na działanie sił i generowane podczas obróbki ciepło. Do takiej klasy wyrobów można za1iczyć tuleje cylindrowe silników spalinowych, tuleje wykorzystywane w połączeniach pasowanych oraz podatne wałki.

Dysponowanie opracowanymi modelami procesu skrawania umożliwi przewidywanie stanu geometrycznego przedmiotu na etapie przygotowania produkcji. Wiedza ta pozwoli na dobór optymalnych warunków obróbki.

6. Summary

A relationship between conditions of machining process and geometrical feature of product has been presented in this paper. Chosen results of modeling, showing good compatibility of model output and results experimental research. Fitting neural network has been achieving 95%.

Presented method prediction of errors is very important for improvement principles of technology design especial for to shape parts of machines susceptible on action of cutting forces and heat. This class of products included cylinder sleeves of engine, sleeves used in fitting combination and flexible rollers.

Designed models can be used to prediction geometrical form of product on stage preparing of production. This knowledge make possible to design optimal parameters of machining.

7. Literatura

[1] Oczoś K.E.: *Wybrane trendy rozwojowe ubytkowego kształtowania materiałów*. Konferencja: Nowoczesne technologie w przemyśle obrabiarek i narzędzi. Mach-Tool 2002. Poznań 2002, 2-30.
[2] Żebrowski H., (red): *Trendy w ubytkowych metodach obróbki*. Automatyzacja produkcji '97. Innowacje w technice i zarządzaniu. Tom 2. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1997. 175-212.
[3] Bryan J.: *International status of thermal error research*. Annals CIRP, 39(2), pp. 645–656, 1990.
[4] Li X.: *Real-Time Prediction of Workpiece Errors for a CNC Turning Centre, Part 1*. Measurement and Identification. Int. J. Adv. Manuf. Technol. 2001, 17, 649–653.
[5] Li X.: *Real -Time Prediction of Workpiece Errors for a CNC Turning Centre, Part 2*. Modelling and Estimation of Thermally Induced Errors. Int. J. Adv. Manuf. Technol. (2001), 17, 654–658.
[6] Li X.: *Real -Time Prediction of Workpiece Errors for a CNC Turning Centre, Part 3*. Cutting Force Estimation Using Current Sensors. Int. J. Adv. Manuf. Technol. 2001, 17, 659–664.
[7] Li X.: *Real -Time Prediction of Workpiece Errors for a CNC Turning Centre, Part 4*. Cutting-Force-Induced Errors. Int. J. Adv. Manuf. Technol. 2001, 17, 665–669.
[8] Liu Z. Q.: *Finite difference calculations of the deformations of multi-diameter workpieces during turning*. Journal of Materials Processing Technology. 2000, 98, 310-316.
[9] Liu Z. Q., Venuvinod P.K.: *Error compensation in CNC turning solely from dimensional measurements of previously machined parts*. Annals CIRP, 48(1), pp. 429–432, 1999.
[10] Liang J.C., Li H.F., Yuan J.X., Ni J.: *A comprehensive error compensation system for correction geometric, thermal, and cutting force-induced errors*. Int. J. Adv. Manuf. Tech. 13 (1997) 708-712.
[11] Kops L., Gould M., Mizrach M.: *A search for equilibrium between workpiece deflection and depth of cut: key to predictive compensation for deflection in turning*, 2, Manuf. Sci. Eng., ASME PED, 68 (2) 1994, 819-825.
[12] Moriwaki T., Zhao C.: *Neural network approach to identify thermal deformation of machining center*. Proceedings of 8th International IFIP WG5.3 Conference, PROLAMAT'92, Tokyo, Japan, pp. 685–697, 1992.
[13] Orr M.J.L.: *Recent advances in radial basis function net-works*. Technical report, Institute for Adaptive and Neural computation, Edinburgh University, 1999.
[14] Cheng Y.-H., Lin C.-S.: *A learning algorithm for radial basis function networks: with the capability of adding and pruning neurons*. Proceedings IEEE, pp. 797–801, 1994.
[15] Lowe D.: *Adaptive radial basis function nonlinearities and the problem of generalization*. in 1st International Conference on Artificial Neural Networks, London, UK, pp. 171–175, 1989.

[16] Kubat M.: *Decision trees can initialize radial-basis function networks*. IEEE Transaction on Neural Networks, 9 (5), pp. 813–824, 1998.
[17] Lipski J., Szabelski K., Warmiński J., Litak G., Zaleski K.: *Identification of cutting process using neural network*, Technical University of Budapest, International Workshop: Nonlinear Dynamics and Control in COST Action P4, 1999.
[18] Lipski J.: *Modelowanie procesów obróbki skrawaniem z zastosowaniem sieci neuronowych*. VIII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, Zielona Góra 1997.
[19] Lipski J., Lutek K., Nieszczeta W., Zaleski K.: *Ocena błędów obróbkowych spowodowanych odkształceniami cieplnymi przedmiotu obrabianego*. Konferencja: Forum prac badawczych – Kształtowanie części maszyn przez usuwanie materiału. Koszalin, 1994.
[20] Józwik J.: *Modelowanie zjawisk cieplnych zachodzących w strefie skrawania z zastosowaniem sieci neuronowych*. Ogólnopolska Konferencja SKN i MPN. Białystok 1999.

Dr hab. inż. Jerzy Lipski, prof. PL
Mgr inż. Jerzy Józwik
Katedra Podstaw Inżynierii Produkcji
Wydział Mechaniczny
Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 36
20-618 Lublin
e-mail: jerzy_j@archimedes.pol.lublin.pl

Boleslav KADLECEK
Ladislav PEJSA
Martin PEXA

VIRTUAL VEHICLE-DRIVING CYCLE APPLICATION FOR MEASURING EMISSION AND FUEL CONSUMPTION ON HDVS

This proposed methodology is a simple, cost-effective and user friendly alternative to the ECE R83.03. It is suitable for basic measurements and vehicle diagnostic applications in service centers measurements. The methodology makes use of the quasi-static method. Measurements are carried out without the use of the Power Absorption Dynamometer. A narrow rotational frequency range is measured at a given time, and builds on gradually to successive measurements. Power is not transmitted through the driving wheels. For adhesion, it is not necessary to load the vehicle and the method can be suitably applied to HDV measuring. Test results are registered in grams of emission and fuel consumption per distance traveled in conformity with random loading of a defined driving cycle. The driving cycle is realized in a virtual way by measurements arrived at in the field of variables. Precision of the measurements depends on the sensor used and is comparable to the precision of the measurements made on chassis dynamometer.

Key words: HDV, service measurements, Power absorption dynamometer, fuel consumption, emission, economical and ecological running of vehicles

1. The principle of the quasi-static method

The suggested method for measuring running/operational properties of all vehicles in particular HDVs originates from the objectives of COST 346.10 "To develop an improved methodology for estimating pollutant emissions and fuel consumption from commercial road transport operated with HDV's in Europe". It also builds on the foundation lied by our contribution to COST 319, where we worked on "Quasi-static method of engine loading and its application in estimating fuel consumption and emission production" [1].

The quasi-static method affords the possibility of using the information technology in effectively taking advantage of the cheap acceleration measuring whilst maintaining the priorities of transient state measuring using a dynamometer.

The actual measuring proceeds as follows:

At a predetermined constant fuel feed/supply the combustion engine is braked using the vehicle brakes (steady analyzer of emissions) for 10 to 20 seconds. During this period the variable **z** (CO, CO_2, HC, NO_x) and variable **x** (frequency of revolutions) are measured. Then the engine is relieved and accelerated and during this period the variable **y** (engine torque) is measured. Mathematical computation of these variables, give rise to one point in the three dimensional-graph **z(x,y)**, as shown in fig. 1 It is important to note that the point for which the characteristics are measured is picked at random. All points for consideration are measured in the same manner and this result in a continuous three-dimensional graph.

It is then possible to realize a virtual test driving-cycle by a gradual mathematical loading of the vehicle in phases. This is done within the limits variables in **z(x,y)**. Transient conditions exist in each discreet working point. During this whole period of the virtual driving cycle the independent variable **z** is integrated. In the end emission is measured in grams with the corresponding fuel consumption for the traveled distance.

For a wider application there is need to consolidate and unify the measuring standard, the computation of. measurements and the presentation of results.

2. Discussion

The current urban driving cycle and rural driving cycle is suitable for official tests of cars and other light vehicles.

If we take into consideration that dynamometer use in ECR R83 is the source of mistakes (the need to simulate the air resistance and rotation of wheels),

we can say that the virtual test cycle is not all that handicapped. There is of course the transitional problem at start changing gears.

If we further take into consideration that the virtual alternative to ECE R83 is much cheaper and cost-effective in application, there is no reason as to why it cannot be applied on wider scale in service stations. This would combine with and further verify the declared official test results carried out for standard verifications. Other diagnostic methodologies do not provide this possibility.

The virtual alternative seem to be most suitable in comparison to the CEE R49 (13-mode test) on chassis dynamometer. The practical difference between the two methods lies in the fact that the quasi-static method does not require precise predetermined fuel feed/supply and therefore, the z-axis (engine torque) cannot be set according to ECE R49. This can be computed and shifted mathematically in variable field.

We would like to ask why only alternative conditions to ECE R83 are being pursued, while there is the quasi-static method in offer.

The ECE R83 is a better method in evaluating engines and vehicle traction in comparison to ECE R49. The question which has remained unanswered is why the analog test method according to ECE R83 has not been applied to HDVs though it has had overwhelming support from stricter technical point of view.

The answer is simple. It has been due to economical reasons. As a result of this estimation of emission and fuel consumption is being done using the 13-mode test and not on the chassis dynamometer.

Apart from exorbitant costs handling and measuring some Lorries with various modifications like axes, prove to be laborious and cumbersome. This would call for complex construction of the test beds.

Even if the mentioned problem was solved using the multi-chassis dynamometers, another problem would arise. A lorry or a bus would need to be loaded to generate some adhesion force on the wheels to transfer the required power on to the rollers. This would give rise to many other problems like adjustments to the Vehicle test bed.

The above difficulties further support the application of the quasi-static method which does not require full realization of adhesive forces.

3. Proposal of a virtual test driving cycle for HDVs

In principle it seems vital to originate from the existing urban and rural driving cycles according to ECE R83. However, it is important to take the following different conditions into consideration.

According to ECE R83, during tests the acceleration is realized in exact predefined radial acceleration. This does not consider the ratio of engine power to the weight of the vehicle. This seems to be a compromise solution which does not give a true picture of the real world situations. The acceleration of cars depends on the capacity of the engine. Taking adhesion into consideration, there is deviation from torque and evolutions as prescribed by ECR R83. This shows the limitations of the application of ECE R83, resulting in pressure on the environment.

It is however a different matter when it comes to HDVs. Driver behavior is different here. The process is slow start off and gradual increase in acceleration. If the same trend of measuring used for cars was used here, it would lead to incorrect estimations of emissions and fuel consumption. Engine performance curves of new engines, worn out engines, and other modified engines differ and all these need to be registered in the tests.

The authors propose the following points for expert discussion on how to realize the virtual driving cycle for HDVs:

Quasi-statically measure the 10 to 15 discreet points of a vehicle on rollers. Mathematically work out the continuous field of points **z(x,y)**, where the dependent variable **z** (emission CO, CO_2, HC, NO_x) and the independent variable is **x** (frequency of revolutions) and **y** (engine torque). Example on figure 1.

The test driving cycles are according to ECE R83, with modification. The modification is that the acceleration phase of the vehicle is that of maximum simulation limited by engine power and wheel adhesion on the road [2].

The independent variable **z** is integrated. In the end emission is measured in grams for a given driving cycle with the corresponding fuel consumption for the traveled distance [3].

Conclusion

The quasi-static method [1] for measuring engines in connection with the virtual vehicle-driving cycle is suitable for the operational evaluation of engines. It can evaluate both changes in the engine and the traction part of the vehicle, and we see its use mainly on HDV, where the ECE R83 has not been effectively applied to date. It can significantly contribute to time saving, cost-effective and precise evaluation of technical conditions of Lorries, buses, tractors, constructional and other self-propelled machinery. The diagnostic signals acquired can then be used to decide on repair needs or weather the vehicle is operating economically without a negative impact on the environment.

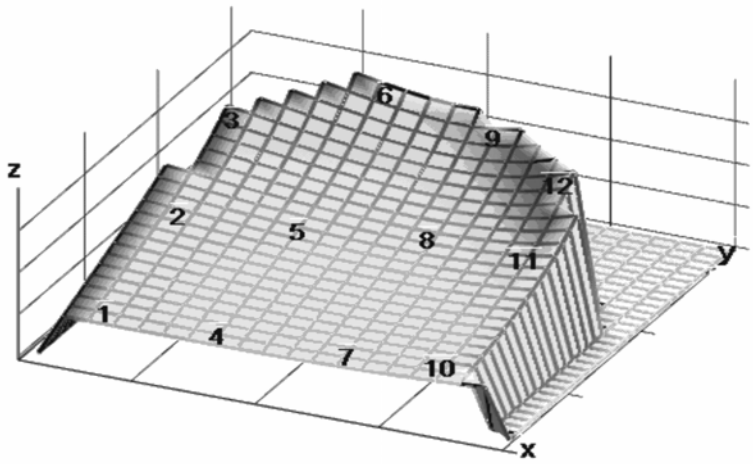


Fig.1. Example of quasi-statically measure

The application demand minimum investments and provides a possible economical and ecological effect in the whole system.

The proposed system needs to be perfected and verified. There is need to find ways of how to incorporate the outcome into the legislation. We target our efforts to support the „White Paper on Environmental Liability", issued in 2000 by the EU Committee at UNO. This provides as the possibility to build a technical base for regular checks of vehicles in real world operations with results being quantified in for instance annual emission production in kilograms. Corresponding reprisals could be imposed to offenders in accordance with what is quoted in White Book-„ He who pollutes must pay".

Quasi-statically measure the 10 to 15 discreet points of a vehicle on rollers. Mathematically work out the continuous field of points **z(x,y)**, where the dependent variable **z** (emission CO, CO_2, HC, NO_x) and the independent variable is **x** (frequency of revolutions) and **y** (engine torque).

References

[1] Otto K, Pejša L, Kadleček B.: *Quasistatic method of engine loading and its application in fuel consumption and emission measuring* (Report from solving of the partial project eu cost 319) January 1998 CZU Prague TF, 24 pgs.

[2] Pejša L, Kadleček B.: *Virtual vehicle-driving cycle for measuring emission and fuel consumption on h**d**vs*. Report for management committee of the project eu cost 346, 16.5 – 20.5.2001 Stockholm, Helsinki, 4 pgs.

[3] Pejša, L, Kadleček B.: *Measuring method on the free rollers for lorries tractors and special vehicles and its utilization at the emission, fuel consumption and engine technical state test*. Annual report of the project EU COST 346, 28 pgs. , Prague December 2001.

Ing. Boleslav KADLECEK, CSc,
Prof. Ing. Ladislav PEJSA, DrSc,
Ing. Martin PEXA
Czech University of Agriculture in Prague, Technical Faculty
Department for Quality and Dependability of Machines, Czech Republic
CZ-165 21 Prague 6 - Suchdol, Kamycka 258
Tel: + 420 2 2438 1111 Fax: +420 2 20921361
e-mail: Kadlecek@tf.czu.cz

AKTUALNOŚCI PNTTE

Arjo KLIJN

OPERATION OF EFNMS, BENEFITS OF MEMBERSHIP*

EFNMS was formed in 1970 during a meeting of representatives of the National Maintenance Societies of France, The Netherlands, Norway, Sweden, and The United Kingdom. The objective of the Federation was, and is:

> To be an not-for-profit organization striving to improve maintenance to the benefit of the peoples of Europe, since maintenance is of great importance for trade, industry, the environment and the general wellbeing and safety.

In this context „maintenance" is defined (following the definition of CEN/TC319):

> Combination of all technical, administrative and managerial actions during the life cycle of an item intended to retain it in, or restore it to, a state in which it can perform the required function.

Presently EFNMS has 16 members and 2 „observers", applicants who will obtain full membership after a three years familiarization period.

EFNMS is in the process of transforming into a legal body, a non-profit organization under Belgian law (VZW, Vereniging Zonder Winstoogmerk), in order to be able to enter into contracts with EU organizations as a partner in research and development programs. Presently such co-operation can only be through the Member Societies without publicitary benefit to the European context in which EFNMS is operating. It will also enable EFNMS(vzw) to participate in CEN projects as a member rather than with observer status.

Fig. 1. EFNMS membership map

*Artykuł przygotowany na okoliczność oficjalnego ogłoszenia przyjęcia PNTTE do EFNMS, która odbyła się podczas Walnego Zgromadzenia członków PNTTE dn. 22.11.2002 w Warszawie

To further it goals EFNMS moves on three tracks:

1. Regular meetings of Member representatives, „Council Meetings" where discussion takes place on the present and future operation of the Federation and where is much room for informal contacts and communication (Platform function). This proves to be a very effective way of creating contacts between Societies and individuals resulting in close cooperation in across border problem solving.
2. Bi-Annual EUROMAINTENANCE conference and exhibition. Here EFNMS publishes „state of the art" and „R&D" papers on maintenance subjects relating to hardware/execution, management, scientific developments/theoretical approaches, maintenance/design, and other subjects that may prove to be of interest to the membership of the participating National Societies. The audience seems to stabilize at approximately 250 – 350 persons. As a part of the conference two awards will be presented: EUROMAINTENANCE Incentive Award to a maintenance person in „mid-career" and the Master Thesis Award to a student in maintenance for his/her Masters Thesis at a European College or University.
3. The organization of Projects and Working Groups on special subjects that are of interest to the development of maintenance as a technique or as a science (Fig. 2). EFNMS presently has 5 active Working Groups, 2 of which participate, through a Member Society, in EU projects, 1 Working Group/Project is in the process of concluding its activities:
   a. WG „Terminology", leader prof. Per Schjřlberg of Trondheim University, has closely worked with CEN/TC319 on the development of international maintenance terminology. EFNMS had „observer" status in this Technical Committee. The EFNMS contribution in TC319 has been substantial and has been incorporated in the draft-standard NEN-EN 13306. This WG will discontinue its activities shortly.
   b. WG „Trends in Maintenance" is the continuation of the WG „Maintenance Strategies" which investigated the various strategies used across Europe. This WG published a report in the early 90-ies and proceeded on the way to analyse new trends/developments in maintenance strategies. Partners in this WG are Norway, Denmark and Portugal. Through the concept of the „Maintenance House", developed at the University of Trondheim (N), the WG, operating within the framework of the „EUREKA MAINE, 1073" project, will start a new project. The underlying idea of the new project is to create a European „Think Tank", a brainstorming group, on (applied) maintenance strategies. Participation is open to all EFNMS Member Societies.
   c. WG „Training" was formed to prepare guidelines for European Training Institutes on all levels in the field of maintenance. The WG has completed guidelines for „level C", maintenance technician, and is presently preparing work on „level B", the middle manager. Proposals are for „level A", maintenance engineer and/or facility manager, and for an evaluation system „Training tools for maintenance"
   Participants in this WG are: Croatia, Finland, France, Ireland, The Netherlands, Norway, Slovenia, Sweden. Poland and Slovakia will join shortly.
   d. WG „Certification" has developed „Requirements and rules to achieve a Certificate as a European Expert in Maintenance Management", approved by the EFNMS Council 17 April 1993. Applicants can pass an examination based on these rules and obtain the certificate which will prove their

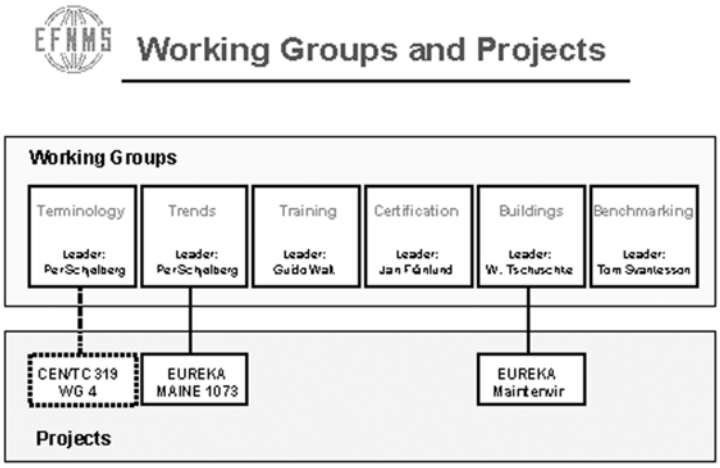


Fig. 2. EFNMS Projects and Working Groups

Fig. 3. EFNMS products

competence. End of 2001 more than 90 Certificates had been issued after a successful examination. The rules fit to the level „A" program mentioned under paragraph c, above. The WG recently also prepared rules for level „C" and will in due time prepare rules for level „B".
Discussions are going on with National and European bodies to obtain recognition of this certificate as a European proof of competence. Participation varies.
This is in no way intended to take the position of a diploma from an Institute of Learning, it shall be a proof of competence in the field and of proficiency in English.

e. WG „Building Maintenance", participants from Denmark, Germany, The Netherlands, Norway, and Portugal, has developed guidelines for the maintenance of buildings, using best practices and standards used in various European countries. Their results have been published during 2001 and 2002. They comprise three volumes and a CD-Rom.
The WG is now preparing for a similar project for the maintenance of infrastructure. This project is part of the EUREKA MAINTENVIR program and therefore has financial support from the EU
f. WG „Benchmarking" is compiling data on maintenance related costs in European industry using 13 carefully defined parameters. Participants in the WG are Croatia, Denmark, Finland, France, Ireland, Norway, Slovenia, Sweden. The WG will publish its second interim report early 2003.

The above mentioned Working Groups represent ongoing activities. EFNMS also develops new activities, in line with the goal to contribute to the improvement of maintenance.

* Discussions are being held on the development of a European (standard) contract for outsourcing of maintenance.

* The subject of Life Cycle Management is being studied as a possible topic for further EFNMS activity.

Arjo KLIJN
EFNMS Chairman
Zeemanweg 1
9752 HZ Haren, Netherlands
e-mail: arjoklijn@hetnet.nl

Dariusz MAZURKIEWICZ

SPRAWOZDANIE Z 59-EGO SPOTKANIA RADY EUROPEJSKIEJ FEDERACJI NARODOWYCH TOWARZYSTW EKSPLOATACYJNYCH (EFNMS)

W dniu 9 listopada 2002 r. odbyło się w Brukseli kolejne, 59-e spotkanie członków Rady EFNMS. Gospodarzem spotkania było Belgijskie Towarzystwo Eksploatacyjne (BEMAS).

Po przyjęciu PNTTE w poczet członków Federacji na poprzednim, czerwcowym spotkaniu Komitetu Wykonawczego i Rady EFNMS w Helsinkach, w bieżących obradach brali również udział przedstawiciele naszego Towarzystwa. Byli to: prof. Andrzej Niewczas (prezes PNTTE), prof. Tomasz Nowakowski (Komisja PNTTE we Wrocławiu) oraz dr Dariusz Mazurkiewicz – stały reprezentant PNTTE w Radzie Federacji.

Program spotkania Rady EFNMS obejmował następujące główne punkty:

1. Przekształcenie EFNMS w organizację o osobowości prawnej (EFNMSvzw)

Kontynuowana była dyskusja na temat terminarza oraz ostatecznej formy przekształcenia Federacji w organizację o osobowości prawnej (EFNMSvzw). Prezes Federacji – Arjo Klijn oraz zaproszony prawnik-konsultant zreferowali podstawowe cele oraz formy przekształcenia EFNMS. Zgodnie z propozycją Federacja, jako organizacja posiadająca osobowość prawną zostanie zarejestrowana w Belgii. Wynika to z faktu dość liberalnego prawa belgijskiego dotyczącego organizacji non-profit lub non for profit (szybka i tania procedura rejestracyjna, brak wymogu bycia belgijskim rezydentem dla członków organizacji – co jest szczególnie istotne w przypadku międzynarodowej formuły członkostwa EFNMS). Równie istotna jest tutaj możliwość otworzenia biura EFNMSvzw w bezpośredniej bliskości Komisji Europejskiej. Zgodnie ze statutem EFNMS o przekształceniu decyduje Rada Federacji. Zaproponowano rozpatrzenie przez Rade wniosku o przekształcenie oraz podjęcie decyzji o przekształceniu EFNMS w EFNMSvzw począwszy od dnia 1 stycznia 2003 roku.

W trakcie prezentacji wniosku zwrócono między innymi uwagę na takie zalety wynikające z oficjalnej rejestracji Federacji, jak:

- możliwość nowych form działalności, w tym zwłaszcza utworzenia w ramach EFNMS jednostki skoncentrowanej na działalności gospodarczej,
- możliwość pozyskiwania dodatkowych środków finansowych na pokrycie kosztów działalności statutowej w formie np. darowizn, sponsoringu itp.,
- możliwość partycypowania w europejskich projektach badawczych, w tym w 6 Programie Ramowym Unii Europejskiej,
- możliwość prowadzenia pełnej księgowości zapewniającej większą przejrzystość finansową,
- możliwość oficjalnej reprezentacji w strukturach europejskich i unijnych.

W celu podjęcia dalszych kroków postanowiono zwołać spotkanie Komitetu Wykonawczego na dzień 30.11.2002 r., celem przygotowania odpowiedniej rekomendacji dla Rady Federacji, zgodnie z wymaganiami formalnymi wynikającymi ze statutu EFNMS. Po uzyskaniu rekomendacji oraz przyjęciu wniosku przez członków Rady, Towarzystwa Narodowe będą zobowiązane do przekazania oficjalnych listów intencyjnych deklarujących wolę członkostwa w przekształconej Federacji. Zwrócono tutaj szczególną uwagę na fakt jedynie „kosmetycznych" zmian dotychczasowego statutu EFNMS

celem jego dostosowania do wymogów prawa belgijskiego. Ze zmian statutu nie będą wynikać jakiekolwiek modyfikacje dotychczasowych praw i obowiązków członków EFNMS.

2. Rozwój Federacji – pozyskiwanie nowych członków

Prezes Federacji poinformował o rozmowach prowadzonych z Czeskim Towarzystwem Eksploatacyjnym na temat złożenia wniosku o jego włączenie do EFNMS. Postanowiono, że na kolejnym spotkaniu Komitetu Wykonawczego oraz Rady Federacji w maju 2003 r. zaprezentowane zostanie przez swoich przedstawicieli Czeskie Towarzystwo, składając jednocześnie formalny wniosek do Rady o przyjęcie do Federacji.

3. Strona internetowa Federacji

Dyskutowana była propozycja wykupienia domeny internetowej EFNMS.ORG i przeniesienia na nią dotychczasowej zawartości strony internetowej Federacji znajdującej się pod adresem:

http://www.ini.hr/efnms/.

Propozycja została zaakceptowana przez członków Rady.

4. Propozycja rozszerzenia składu Komitetu Wykonawczego EFNMS

Prezes Federacji złożył oficjalny wniosek, aby w związku ze zmieniającą się strukturą EFNMS oraz nowymi kierunkami jej działania, rozszerzyć dotychczasowy, pięcioosobowy Komitet Wykonawczy o dodatkowego członka posiadającego dobrą znajomość technik komputerowych oraz dobre kontakty i znajomość specyfiki krajów Europy Wschodniej. W związku z powyższym Towarzystwa Narodowe zostały zobowiązane do składania kandydatur do czasu kolejnego spotkania Komitetu Wykonawczego, który rozpatrzy składane wnioski oraz zarekomenduje jedna z osób radzie Federacji.

5. Informacje o konferencjach Euromaintenance 2002, 2004 i 2006

Fińskie Towarzystwo Eksploatacyjne – organizator konferencji Euromaintenance 2002, która odbyła się w czerwcu br. W Helsinkach złożyli informację o udziale uczestników, wystawców oraz autorów prezentacji. Konferencja została oceniona pozytywnie mimo straty w wysokości 100.000 EUR, pokrytej ze środków własnych organizatorów. Przedstawione zostały również wnioski wynikające z realizacji konferencji, osiągniętych efektów merytorycznych oraz finansowych, ze szczególnym naciskiem położonym na wskazówki i doświadczenia dla organizatorów kolejnych edycji konferencji.

Hiszpańskie Towarzystwo Eksploatacyjne przedstawiło kolejne informacje dotyczące konferencji Euromaintenance 2004, która organizuje w Barcelonie w dniach 11-13 maja 2004. Postanowiono, że artykuły do prezentacji na konferencji będą przyjmowane przez Towarzystwa Narodowe od reprezentantów swojego kraju, dokonując jednocześnie wstępnej selekcji złożonych prac.

Wstępna informacja o konferencji w roku 2006 została przedstawiona przez Szwajcarskie Towarzystwo Eksploatacyjne, które zorganizuje ją wspólnie z Towarzystwem Niemieckim w Genewie.

6. Zasady finansowania aktywności bieżących

Jan Franlund, reprezentujący Szwedzkie Towarzystwo Eksploatacyjne przekazał informację o dotychczasowych zasadach finansowania działalności EFNMS realizowanych przez poszczególne Grupy Robocze.

7. Aktywności bieżące

Przewodniczący poszczególnych grup roboczych przedstawili informacje na temat bieżących form działalności. Informacje dotyczyły aktywności realizowanych przez następujące grupy robocze działające w ramach EFNMS: Terminologia, Trendy, szkolenia i Edukacja, Certyfikacja oraz Benchmarking.

Prezentowane były również informację na temat zgłoszonych propozycji tematyki projektów badawczych (obszarów zainteresowań) w ramach 6 Programu Ramowego Unii Europejskiej. Zgłoszone propozycje to sieci doskonałości dotyczące problematyki eksploatacji - MAINTAQ, MAINMAC oraz propozycja projektu w dziedzinie metod i narzędzi przemysłowego benchmarkingu eksploatacji. Rada Federacji postanowiła zobowiązać Towarzystwa Narodowe do przekazywania propozycji udziału w projektach, które Federacja zgłosi w Komisji Europejskiej. Niezbędne jest zwłaszcza poszukiwanie zainteresowanych partnerów w ośrodkach naukowych oraz w przedsiębiorstwach działających w kraju reprezentowanym przez dane Towarzystwo.

8. Prezydentura EFNMS

Przedstawiono listę dotychczasowych honorowych prezydentów Federacji, z informacja, że dwuletnia kadencja Pentii Ahola upływa z końcem bieżącego roku. Na następną kadencję (lata 2003-2004) Rada Federacji wybranła jako honorowego prezydenta EFNMS przedstawicielkę Chorwackiego Towarzystwa Eksploatacyjnego.

Dr Dariusz Mazurkiewicz
PNTTE, Komisja w Lublinie
Ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin
e-mail: dar_maz@archimedes.pol.lublin.pl

Eugeniusz OLEARCZUK

INICJATYWA PNTTE – AUDYTOWANIE EKSPLOATACJI MAJĄTKU TECHNICZNEGO PRZEDSIĘBIORSTWA

1. Wprowadzenie

Audyt jako przyjazny przegląd stanu techniki, technologii, organizacji i zarządzania, upowszechnia się w różnych działach wytwórczości, usług, transporcie i handlu. Konieczne zawężenie jego zakresu następuje przez określenie, tzw. aspektu audytu, co jest zalecane normą audytową [1]. Może nim być audyt związany z:

a) procesem, np.: użytkowania, obsługiwania, zasilania, zarządzania,
b) cechą obiektu – głównego elementu majątku technicznego, np.: produktywnością, energochłonnością, awaryjnością, bezpiecznością, trwałością; a także z cechą zbiorczą „ dobrą praktyka eksploatacyjna",
c) strukturą, np.: organizacyjną, funkcjonalną, informacyjną, decyzyjną.

Aspekt audytu wynika z potrzeb formułowanych przez kierownictwo organizacji – przedsiębiorstwa, a jego bezpośrednie zainteresowanie zakresem, przebiegiem i wynikami jest koniecznym warunkiem powodzenia, skuteczności tej złożonej postaci diagnostyki, jaką jest audyt.

W ujęciu normatywnym ***audyt eksploatacyjny*** jest niezależnym, systematycznym i przyjaznym przeglądem i analizą zespołu podejmowanych działań technicznych i organizacyjnych – ukierunkowany na wykorzystanie posiadanego majątku technicznego.

W szczególności audyt eksploatacyjny przeprowadzany jest w celu określenia czy podejmowane działania i ich wyniki:

- odpowiadają zamierzeniom właściciela lub zarządcy ujętym w planie eksploatacji,
- są efektywne i odpowiednie w przyjętym aspekcie eksploatacyjnym,
- odpowiadają kryterium gospodarności w kontekście rozwoju własnego, lokalnego lub regionalnego.

Niezależne rozpoznanie stanu, zachowań czy osiąganych wyników działania jest podejmowane w przypadkach:

- przygotowania do podejmowania decyzji rozwojowych, np. zmian profilu działalności,
- wprowadzania nowej technologii i zasad zarządzania,
- zmian strukturalnych i kadrowych,
- informatyzacji procesów zarządzania i innych.

Wcześniejszymi pojęciami i tematami audytu, spotykanymi w praktyce gospodarczej były audyty: finansowe, energetyczne, bezpieczeństwa [2], ekologiczne. Audyt eksploatacyjny przez to, iż wnika w głębszą warstwę zjawisk związanych z użytkowaniem i obsługiwaniem obiektów technicznych może poprzedzać (zakres węższy) lub „sumować" wyniki (zakres szerszy) wymienionych i innych audytów.

2. Istota i metoda audytu eksploatacyjnego

Istotą czynności składających się na audyt eksploatacyjny jest badanie zgodności przyjętych lub dostarczonych, tzw. *dowodów eksploatacyjnych* z uzgodnionymi z kierownictwem przedsiębiorstwa - eksploatatorem wzorcami odniesienia (rys. 1).

Dowodami tymi mogą być: stwierdzone fakty, dotyczące eksploatacji obiektu technicznego, oparte na opiniach, obserwacjach lub pomiarach – dające się potwierdzić w praktyce eksploatacyjnej lub badawczej.

Wzorcami odniesienia są, odpowiednie do celu (aspektu) audytu: *regulacje prawne, normy i standardy, (tu, eksploatacyjne) oraz plany eksploatacji.*

Założenia ogólne każdego audytu obejmują [3]:

- cel - poprawa lub zastosowanie działań korygujących w wybranym aspekcie, np. zmniejszenie kosztów eksploatacji,
- nie utożsamiania z jakąkolwiek formą kontroli lub nadzoru,
- przeprowadzania we współpracy z osobami odpowiedzialnymi za wybraną dziedzinę działalności,
- nie przenoszenia odpowiedzialności za osiągnięte wyniki z personelu wykonawczego na zespół audytorów,
- podstawę audytu - umowa z kierownictwem przedsiębiorstwa, które decyduje o:
  zakresie audytu,
  wzorcach odniesienia,
  zespole współpracującym z audytorami,
  stopniu poufności treści i wyników audytu.

Sytuacja początkowa: podpisana z kierownictwem umowa na przeprowadzenie audytu eksploatacyjnego podaje tematykę audytu, np. 10 tematów oraz wymienia osoby (działy) wyznaczone do współpracy z audytorami w celu przedstawiania dowodów praktyki eksploatacyjnej i udzielania informacji w przyjętym zakresie audytu, przy określonych wymaganiach co do ich poufności.

Faza I audytu: zebranie dowodów praktyki eksploatacyjnej i ich ocena

W trakcie rozmów audytora z osobami wyznaczonymi do prac audytowych następuje zapoznanie się z przedstawianymi dowodami, oraz ocena wartości dowodu w skali, np. 0 – 3:

0 – brak dowodów
1 – dowody nieakceptowane
2 – dowody akceptowane
3 – dowody o dużej wartości technicznej, np. technologicznej, organizacyjnej, np. pragmatycznej, ekonomicznej, np. rynkowej
? – nie dotyczy.

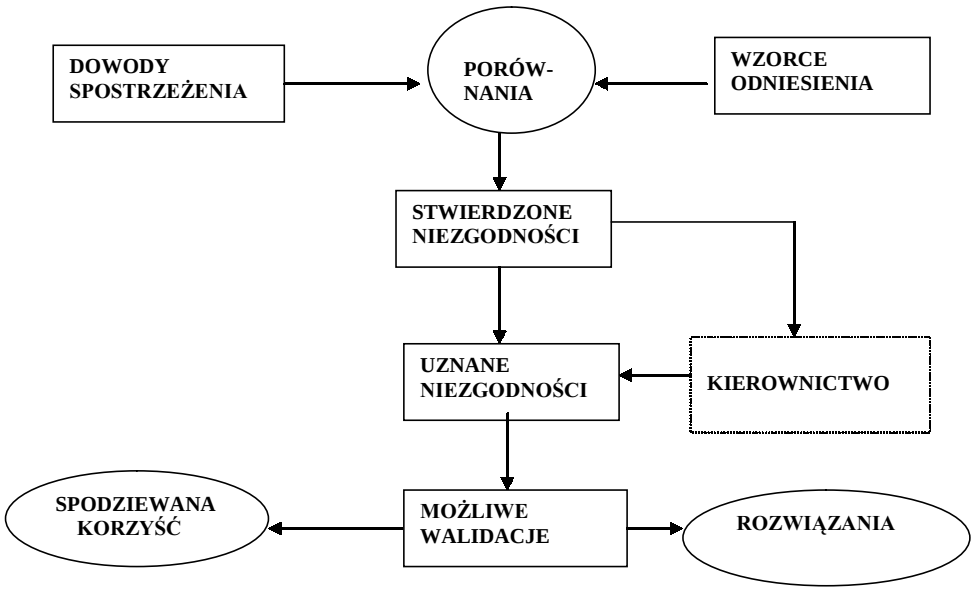
W każdym temacie określa się kilka zagadnień szczegółowych, np. po 5 zagadnień. (np. posiadanie znaku towarowego). Zagadnienia danego tematu punktuje się oddzielnie, tak jednak aby suma ich ocen mieściła się w przedziale wartości przyjętym dla danego tematu (tu 0 ÷ 3). Oceną pozytywną ustala się dla wybranego współczynnika akceptacji, np. 0,8. Wówczas oceną pozytywną uzyskuje organizacja audytowana, która uzyska liczbę punktów z przedziału 24 ÷ 30 (10 tematów, górna wartość skali 3, współczynnik akceptacji 0.8). W określonych sytuacjach kierownictwo organizacji audytowanej może proponować ustalenie wag dla poszczególnych tematów.

Faza II audytu: przegląd braków i niezgodności

W przeglądzie i analizie braków i niezgodności szczególną uwagę zwraca się na tematy ocenione na 0 i 1 pkt. Typuje się te tematy, które wymagają przeprowadzenia drugiej rundy rozmów z wyznaczonymi osobami, poszukuje się innych lepszych dowodów, rozważa się możliwość doprowadzenia praktyki eksploata- cyjnej do stanu, w którym powstaną dowody akceptowane. W końcowej części analizy tematy (lub zagadnienia) uznane za krytyczne dla praktyki eksploatacyjnej przedstawia się kierownictwu z prośbą o ustosunkowanie się, co do ich znaczenia dla przedsiębiorstwa oraz potrzeby i możliwości usunięcia stwierdzonych niezgodności. Analizowane też są dowody o dużej wartości technicznej, organizacyjnej i ekonomicznej (oceny 3 punktowe) w celu zbadania możliwości przeniesienia sposobów ich uzyskania do innych, słabo ocenionych dziedzin praktyki eksploatacyjnej.

Faza III audytu: opracowanie wniosków i raportu z audytu

Zebraną wiedzę o stanie praktyki eksploatacyjnej przedsiębiorstwa wykorzystuje zespół audytorów do sformułowania wniosków z podziałem na wnioski techniczne, organizacyjne i ekonomiczne. Następnie proponuje przyjęcie priorytetów ich realizacji. Wnioski są głównym elementem raportu z audytu.



Rys.1. Ideogram audytowania

3. Przykład tematyki audytu

Audytowana jest organizacja w aspekcie „awaryjności obiektów majątku technicznego"

Dobór tematów audytu i poszczególnych zagadnień dla każdego z tematów powinien być podporządkowany regule niezależności problemowej. Myślą przewodnią tego wyboru może być związek przyczynowo – skutkowy: „narażenia pierwotne – awaria – narażenia wtórne" (rys. 2).

W układaniu tematyki audytu w postaci, tzw. listy kontrolnej, uwzględniającej związek przyczynowo – skutkowy przyjmuje się 2 – 3 tematy dotyczące atrybutów antyawaryjnych, 3 – 5 tematów dotyczących dominujących narażeń oraz 3 – 4 tematy związane z parowaniem narażeń i usuwania skutków awarii (tabl. 1).

W przypadku braku możliwości ustosunkowania się audytora bezpośrednio do tematu, listę kontrolną rozszerza się o kilka (np. pięć) zagadnień konkretyzujących temat, a równocześnie ułatwiających audytorowi i partnerowi wspomniane ustosunkowanie się do tematu. Dla przykładu, temat 3 „Rozpoznanie agresywności otoczenia" może być rozpisany według klucza „źródło narażeń:

3.1. Działalność personelu eksploatacji (niewłaściwa),
3.2. Działalność osób postronnych (dewastacyjna),
3.3. Oddziaływania mikro flory i fauny (szkodliwe),
3.4. Wpływy atmosferyczno – klimatyczne (destrukcyjne),
3.5. Interakcje z innymi obiektami technicznymi, w tym infrastrukturalnymi (niekorzystne).

Wnioski audytowe powinny, w omawianym przypadku, dotyczyć przede wszystkim rozpoznawania i wykorzystywania w dalszej eksploatacji obiektów relacji „ liczba awarii – zakres i okres obsług profilaktycznych" oraz ograniczania wpływu awarii na bezpieczeństwo ludzi, obiektów przyrody i innych obiektów techniki.

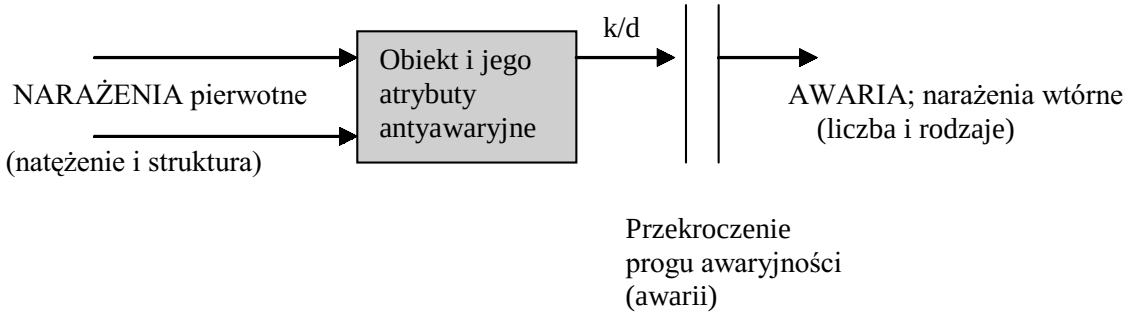
4. Inicjatywa audytowa towarzystwa

Zarząd PNTTE włączył do programu działalności Towarzystwa problematykę audytowania eksploatacji organizacji posiadających znaczny majątek techniczny, np. przedsiębiorstwo produkcyjne, komunalne itp. Powołana została Komisja Audytowania Eksploatacji, której członkowie (rekrutujący się z Komisji Regionalnych PNTTE) podjęli zadania przygotowania merytorycznego i organizacyjnego audytu. Podstawą działalności komisji jest uchwała Zarządu o jej powołaniu, normy audytowe, jakościowe, niezawodnościowe i wybrane fragmenty norm ochrony środowiska. Istotnym elementem tej bazy wzorców są standardy eksploatacyjne PNTTE [4].

Opracowane zostały:

- zasady upowszechniania idei auditowania eksploatacji i prowadzenia audytów,
- metodyka audytowania w oparciu o normę PN – ISO serii 10011,
- regulamin i instrukcja audytowania,
- program szkolenia i kwalifikowania audytorów PNTTE,
- procedura akredytacji biur audytowych,
- zasady dokumentowania (rejestr) i nadzorowania działalności audytorów i biur audytowych,
- sposób upubliczniania informacji o przedsiębiorstwach „dobrej praktyki eksploatacyjnej".

W bieżącej działalności szczególną uwagę przywiązuje komisja do zainteresowania audytem eksploatacyjnym przedsiębiorstwa gospodarki komunalnej, w tym wodociągowo – kanalizacyjne oraz władz samorządowych, dla których niezależny audyt może być skutecznym narzędziem wspomagania zarządzania gospodarką komunalną.



Rys. 2. Ideogram występowania awarii: k/d – kumulacja lub dominacja narażeń

Tab. 1. Przykładowa tematyka audytu eksploatacyjnego prowadzonego w aspekcie powstrzymywania awarii obiektów technicznych

L.p.	Temat	Liczba punktów	Uwagi
1	Ukształtowanie technologiczno – konstrukcyjne odporności degradacyjnej (na degradację) obiektów i jej rozpoznanie		
2	Ukształtowanie konstrukcyjno – funkcjonalne podatności obsługowej (na obsługę) obiektów i jej rozpoznanie		
3	Rozpoznanie agresywności otoczenia		
4	Intensywność użytkowania i przekraczanie stanów granicznych pracy obiektów		
5	Wypracowanie resursów funkcjonalnych (zużycie fizyczne) obiektów		
6	Właściwość nadzoru eksploatacyjnego		
7	Racjonalizacja technologii i organizacji obsług profilaktycznych i awaryjnych		
8	Ukompletowanie, dostępność i czytelność dokumentacji technicznej niezbędnej w parowaniu narażeń, ewakuacji i ratownictwie oraz usuwaniu skutków awarii		
9	Zapewnienie potrzebnych ilości i adekwatnej struktury środków obsługi		
10	Przygotowanie, doświadczenie, motywowanie i sprawność ocenowa, decyzyjna i wykonawcza służb technicznych		

Literatura

[1] Audytowanie Polska Norma PN – ISO 10011 – 1. Wyd. Normalizacyjne ALFA – WERO, Warszawa 1994.
[2] Markowski A.S. (redakcja): *Zapobieganie stratom w przemyśle. Cz. II Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy*. Wyd. Pol. Łódzkiej, Łódź 1999.
[3] Olearczuk E.: *Eksploatacja budynków*. Wyd. ITE, Radom 1999.
[4] Olearczuk E.: *Standardy eksploatacyjne PNTTE*. Eksploatacja i Niezawodność nr 1(13), Warszawa 2002.

Dr inż. Eugeniusz Olearczuk
PNTTE, Komisja w Warszawie
e-mail: olear@ats.com.pl

INFORMACJE O PROGRAMACH UNII EUROPEJSKIEJ

Andrzej STĘPNIEWSKI

PODSTAWOWE RODZAJE PROJEKTÓW W 6 PR

Kolejne europejskie programy badawcze ogłaszane przez KE co cztery lata obok sukcesywnego zwiększania budżetu wnoszą zmiany formalne zarówno w strukturze priorytetów badawczych, jak i w formach ich realizacji. Podobnie zapowiada się 6 PR rozpisany na lata 2002 – 2006.

Budżet 6 Programu Ramowego będzie większy od budżetu 5 Programu o przeszło miliard euro i wyniesie 16,27 mld euro. Suma ta będzie rozdysponowana na trzy podprogramy:

- Ukierunkowanie i integracja badań wspólnotowych /Focusing and integrating Community research/ - podprogram ten ma największy budżet tj. 13 mld euro i wyróżniono w nim siedem podstawowych priorytetów tematycznych. W ramach tego podprogramu będzie możliwe: włączenie do badań małych i średnich przedsiębiorstw, współpraca z krajami byłego Związku Radzieckiego i regionu Morza Śródziemnego
- Strukturyzacja Europejskiej Przestrzeni Badawczej /Structuring the European Research Area / - podprogram ten odpowiada działaniom 2 i 3 programu horyzontalnego 5 PR, a więc będzie tu można ubiegać się o stypendia, konferencje oraz korzystać z infrastruktury badawczej w innych ośrodkach
- Wzmocnienie fundamentów Europejskiej Przestrzeni Badawczej /Strenghtening foundations of the European Research Area/ - fundusze tego podprogramu skierowane mają być na koordynację polityki naukowej w Europie oraz współdziałanie z programami krajowymi.

Wraz z w/w zmianami istotne jest wprowadzenie nowych rodzajów projektów oraz zasad ich działania, finansowania, rozliczania i oceny. Dwa najważniejsze to: projekty zintegrowane /integrated projects/ oraz sieci doskonałości /networks of excellence/.

Projekty zintegrowane mają skupiać co najmniej trzech partnerów z trzech różnych krajów, ale wydaje się, że ten wymóg formalny będzie musiał w praktyce być wielokrotnie przekraczany. Oczekuje się też, że projekty te będą mogły być realizowane w dłuższej niż dotychczas perspektywie czasowej (3-5 lat). Partnerzy tworzący konsorcjum będą musieli wykazać stopień wzajemnej integracji w ramach projektu. Może to być integracja pionowa (łańcuch od problemu, przez badanie, rozwiązanie technologiczne, do transferu technologii), integracja pozioma (połączenie rozwiązań z różnych dyscyplin w kierunku osiągnięcia założonych celów), integracja działań (połączenie badań, adaptacji, szkoleń, prezentacji, demonstracji itp.), integracja sektorowa (najlepiej jeśli partnerzy pochodzą z różnych sektorów gospodarki prywatnego, państwowego, MŚP, uczelni, JBR itp.), integracja finansowa (oczekuje się, że projekty zintegrowane będą zasilane obok pieniędzy z KE również funduszami z sektora prywatnego i innych programów). Administrowanie i zasady finansowania projektów zintegrowanych będą elastyczne i umożliwią dokonywanie zmian w czasie realizacji projektu. Budżet projektu (na poziomie od kilku do kilkudziesięciu mln euro) będzie mógł być dzielony wewnątrz konsorcjum w trakcie wykonywania kolejnych zadań, nie będzie, jak dotychczas, kategorii kosztów, a więc odpadną kłopoty związane z przesuwaniem środków z jednej do drugiej kategorii. Konsorcjum będzie mogło przyjmować nowych członków, wymieniać realizatorów poszczególnych prac. Raz w roku konsorcjum będzie składało raport merytoryczny i finansowy oraz plan na następne 18 miesięcy.

Sieci doskonałości pomyślane zostały jako narzędzie przeciwdziałające fragmentaryzacji nauki europejskiej. Ich celem ma być stworzenie trwałych struktur współpracy w obrębie priorytetowych dziedzin badań. Istotą funkcjonowania sieci ma być stworzenie wspólnego programu działań w obrębie badań, integracja zasobów (sprzętu i personelu) oraz wspólne zarządzanie i planowanie. Budżet sieci doskonałości zależeć będzie od ilości pracowników naukowych zaangażowanych w pracę sieci. Jego istotą będzie stopniowe zmniejszanie się w miarę realizacji projektu aż do zaprzestania finansowania. Kolejne raty

będą wypłacane po przedstawieniu planu na następne 18 miesięcy. Z uwagi na skupianie wielu różnych partnerów (instytucje badawcze, przedsiębiorstwa, JBR-y, organizacje naukowo-techniczne, MŚP, instytucje zajmujące się transferem technologii, zrzeszenia i towarzystwa) sieci doskonałości będą musiały wykazać się doskonałym schematem zarządzania. Sieć powinna stworzyć wspólne struktury decyzyjne, sposoby komunikowania wewnętrznego i przekazywania wyników pracy na zewnątrz (promocja, implementacja wyników w praktyce).

Komisja Europejska zapowiada stosowanie w praktyce tzw. „**art. 169**" traktatu amsterdamskiego. Artykuł ten pozwala na uczestnictwo partnerów spoza danego kraju w narodowych programach badawczych, a więc polega na wzajemnym otwarciu programów krajowych. Jak dotychczas możliwość ta potencjalnie istniejąca nie była w praktyce wykorzystywana. Nie wiadomo na razie jak będzie wyglądało stosowanie w/w zapisu, niemniej jednak w budżecie 6 PR przewidziano na ten cel określone środki i wyznaczono ogólni priorytety tematyczne – zdrowie, biotechnologia, środowisko i energia.

Jak wynika z powyższego zestawienia KE zdecydowała się na uelastycznienie zasad finansowania i realizacji projektów oraz stawia na koncentrację środków na mniejszej liczbie dużych projektów. Czy zespoły z Polski dostosują się do nowych wymogów i jak będzie wyglądała realizacja nowych projektów w praktyce wkrótce się okaże. Pierwsze konkursy 6 PR spodziewane są na początku przyszłego roku, choć słychać też głosy, że będzie to już pod koniec br. Jedno wiadomo na pewno – warto dobrze przygotować się do udziału w pierwszych konkursach gdyż będą one miały stosunkowo duże budżety. Należy więc już teraz odnowić kontakty z kolegami z innych państw Europy, czy też poszukać kontaktów w bazie partnerów serwisu CRDIS: http://dbs.cordis.lu/search/en/simple/EN_PART_simple.html

Dr Andrzej Stępniewski

Regionalny Punkt Kontaktowy
Instytut Agrofizyki PAN
Doświadczalna 4
20-290 Lublin 27
tel. (81) 7445061
fax. (81) 7445067
e-mail astep@demeter.ipan.lublin.pl

Andrzej STĘPNIEWSKI

EUROPEJSKA PRZESTRZEŃ BADAWCZA /EUROPEAN RESEARCH AREA - ERA/

Potrzeba podniesienia jakości badań oraz konieczność bardziej efektywnego zarządzania funduszami przeznaczonymi na rozwój technologiczny i innowacyjność stała się przyczyną ogłoszenia przez Komisję Europejską w 2000 roku dokumentu zatytułowanego "W kierunku Europejskiej Przestrzeni Badawczej" ("Towards European Research Area"). Dokument ten stał się punktem wyjściowym do szerokiej dyskusji dotyczącej europejskich programów badawczych. W rezultacie tej dyskusji zdecydowano, że zbliżający się 6 Program Ramowy będzie różnił się od poprzednich programów właśnie tworzeniem Europejskiej Przestrzeni Badawczej. Począwszy od 1 stycznia 2003 roku rozpoczyna się proces budowy ERA, który wymaga znacznego zaangażowania zarówno ze strony państw członkowskich UE, jak i ze strony państw kandydujących. Celem tego zamierzenia jest przezwyciężenie atomizacji badań oraz utworzenie wspólnej polityki naukowej i wzmocnienie przez to potencjału innowacyjnego Europy. Potencjał ten musi być zdolny do nawiązania konkurencji z USA, czy Japonią.

Instrumentami stymulującymi powstanie ERA mają być: kolejne Programy Ramowe UE (w szczególności 6 PR), koordynacja polityki naukowej oraz wprowadzenie wspólnego europejskiego patentu. Zarówno państwa członkowskie, jak i państwa kandydujące podjęły zobowiązanie przeznaczenia 3% PKB na badania już od 2010 roku. Wkrótce powstanie 100-200 tzw. sieci doskonałości, które będą skupiały zespoły naukowców pracujących w priorytetowych dla KE dziedzinach. Taka koncentracja środków wokół szeroko zakrojonych, dużych projektów skupionych na rozwiązaniu palących problemów będzie opierała się na ścisłej współpracy nauki i przemysłu. Tak więc szczególna rola małych i średnich firm została zachowana i ok. 15% całego budżetu 6 PR ma być przeznaczone na rozwój tego sektora gospodarki.

Od początku dyskusji na Europejską Przestrzenią Badawczą kraje kandydujące zgłaszały swoje obawy, czy w nowych, ogromnych projektach znajdzie się miejsce dla ich przedstawicieli. Obawy okazały się słuszne, bo w pierwszej wersji propozycji 6 PR krajom kandydującym poświęcono marginalnie mało miejsca. Po kolejnych dyskusjach i konsultacjach propozycje uległy zmianom - dostrzeżono rolę krajów kandydujących i mogące się pojawić trudności w ich udziale w 6 PR - wprowadzono tzw. "schody do doskonałości" ("stairways to excellence"). Propozycja ta pozwala utrzymać znane z 5 PR rodzaje projektów równolegle z wprowadzaniem nowych. Co więcej w 6 PR planuje się całkowite zrównanie praw krajów kandydujących i członkowskich. Daje to możliwość zgłaszania projektów przez konsorcja złożone z samych krajów kandydujących. Możliwy będzie też wyjazd polskiego stypendysty do np. Czech, czy też przyjęcie w Polsce stypendysty z Węgier. Naukowcy z Polski będą też mogli korzystać z tzw. stypendiów powrotnych i reintegracyjnych, które polegają na finansowaniu badań podejmowanych przez stypendystów po powrocie do swoich macierzystych jednostek naukowych.

Prace nad 6 PR i ERA są w toku i obecnie trwa dyskusja nad dokumentami programowymi w poszczególnych podprogramach. Na październik planuje się ostateczne przyjęcie programu, a w dniach 11-13 listopada br. odbędzie się w Brukseli konferencja rozpoczynająca program. Polska inauguracja programu obędzie się w Warszawie 25 i 26 listopada. Więcej informacji na ten temat można znaleźć na stronie:

http://www.npk.gov.pl/konf-6PR/index.html.

Dr Andrzej Stępniewski

Regionalny Punkt Kontaktowy
Instytut Agrofizyki PAN
Doświadczalna 4
20-290 Lublin 27
tel. (81) 7445061
fax. (81) 7445067
e-mail astep@demeter.ipan.lublin.pl

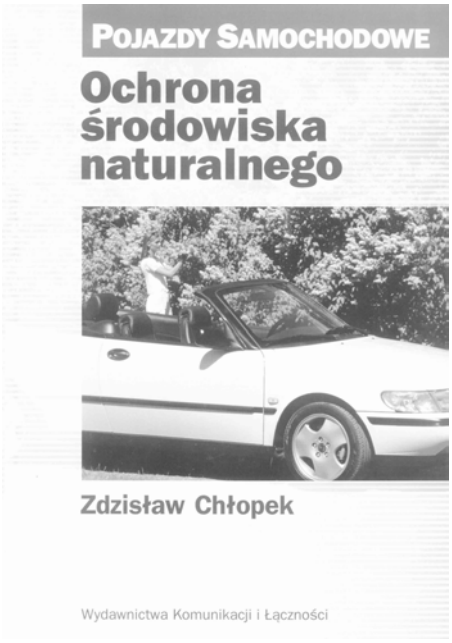
ROZPRAWY I WYDAWNICTWA

WYDAWNICTWA

Zdzisław Chłopek

Pojazdy samochodowe - ochrona środowiska naturalnego

Warszawa, WKiŁ 2002, 174 s.



Książka profesora Politechniki Warszawskiej Zdzisława Chłopka poświęcona jest tematowi ochrony środowiska naturalnego przed zagrożeniami ze strony motoryzacji i wydana została przez Wydawnictwo Komunikacji i Łączności w ramach serii podręczników akademickich "Pojazdy samochodowe". W pracy scharakteryzowano negatywne oddziaływania motoryzacji na środowisko naturalne oraz przedstawiono sposoby zmniejszania szkodliwości tych oddziaływań na wszystkich etapach istnienia pojazdów: od projektowania, poprzez wytwarzanie, eksploatację do zagospodarowania wycofanych z eksploatacji pojazdów oraz zużytych materiałów eksploatacyjnych.

W książce szczegółowo omówiono nie tylko, typowe dla publikacji na ten temat, zagadnienia związane z emisją substancji szkodliwych z silników oraz hałasem i drganiami wytwarzanymi przez pojazdy. Opisano także, rzadziej poruszane, problemy takie, jak ekologiczne skutki wypadków drogowych i zagrożenia związane z przewozem materiałów niebezpiecznych.

Książka adresowana jest głównie do studentów i pracowników naukowych uczelni technicznych oraz inżynierów zajmujących się motoryzacją. Biorąc jednak pod uwagę przystępny dla "nieinżynierów" język oraz syntetyczną jej formę, należy ją polecić wszystkim interesującym się ochroną środowiska i organizacją transportu. Zamieszczona w pracy bogata bibliografia może być bardzo pomocna w poszukiwaniach bardziej szczegółowych informacji na poruszane w książce tematy.

Prof. dr hab. inż. Andrzej Niewczas

KONFERENCJE

KONFERENCJA ECO-OIL FORUM 2002

Z prawdziwą przyjemnością informuje że w dniach 28-29 listopada 2002 r. w Zwierzyńcu odbędzie się konferencja nt. Wykorzystanie biopaliw w Polsce.

Honorowy patronat nad konferencją przyjął premier Jarosław Kalinowski i J.M. Rektor AR w Lublinie Zdzisław Targoński.

Organizatorem naukowym konferencji jest Katedra Pojazdów i Silników Wydziału Techniki Rolniczej Akademii Rolniczej w Lublinie, organizatorem technicznym są Konferencje Polskie.

Zaproszeni do udziału są przedstawiciele Ministerstwa Rolnictwa, Ministerstwa Środowiska, Sejmowej Komisji Ochrony Środowiska, pracownicy naukowi Uczelni i Instytutów Branżowych, przedstawiciele firm zajmujących się produkcją biopaliw oraz przedstawiciele władz samorządowych.

Głównym celem naukowym konferencji jest poznanie i określenie możliwości rozwiązań prowadzących do zmniejszenia nakładów na produkcję i przetwarzanie nasion rzepaku i biopaliwa. Opracowanie technologii zbiorów kombajnowych, przez dostosowanie kombajnów do zbioru rzepaku. Dobór mieszanek biopaliwo i olej napędowy pod względem energetycznym i ekologicznym oraz możliwości rozruchu silnika zasilanego taką mieszanką. Poszukiwanie możliwości zagospodarowania produktów odpadowych. Ponadto zostaną przedstawione aspekty prawne i finansowe produkcji biopaliw.

Głównymi tematami poruszanymi na konferencji będą:

- Przepisy prawne dotyczące produkcji biopaliw.
- Możliwości finasowania inwestycji.
- Organizacja rynku biopaliwowego na przykładzie regionu lubelskiego.
- Jak zwiekszyć opłacalność proukcji rzepaku.
- Możliwości nawożenia rzepaku z przeznaczeniem nasion do produkcji rzepaku.
- Niektóre aspekty eksploatacji silników o zapłonie samoczynnym zasilanych paliwem alternatywnym.
- Analiza doboru mieszanek paliwowych biopaliwa i oleju napędowego w aspekcie emisji spalin.
- Porównanie paliw zastępczych do zasilania silników o zapłonie samoczynnym.
- Możliwości wykorzystania olejów roślinnych w ciepłownictwie.

Produkcja i wykorzystanie biopaliw ciekłych stała się w ostatnich latach przedmiotem poważnych inicjatyw ustawodawczych w krajach członkowskich Unii Europejskiej, a w ostatnich miesiącach przedmiotem poważnej debaty politycznej także w Polsce. Rośnie przekonanie, że biopaliwa są dobrym rozwiązaniem dla Polski, a zwłaszcza dla krajowego rolnictwa.

Priorytet dla rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce został potwierdzony rezolucją Sejmu z dnia 8 lipca 1999 r. w sprawie wzrostu wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchwałą Sejmu z dnia 23 sierpnia 2001 r. w sprawie przyjęcia krajowej "Strategii rozwoju energetyki odnawialnej". Z deklaracji politycznych jasno wynika, że wszystkie możliwe do stosowania w Polsce technologie energetyki odnawialnej, włączając w to biopaliwa mogą liczyć na wsparcie ze strony państwa w początkowej fazie ich rozwoju.

Wszelkie zapytania dotyczące konferencji Eco-Oil Forum prosimy kierować do organizatorów Konferencje Polskie (20-322 Lublin, ul. Lotnicza 3, tel.: +48 81 442-72-00,441-09-84, 441-09-83, tel./fax: +48 81 745-08-55, info@konferencje.lublin.pl).

Prof. dr hab. inż. Wiesław Piekarski

SERDECZNIE ZAPRASZAMY DO UDZIAŁU W KONFERENCJI ECO-OLI FORUM 2002

Asociación Española de Mantenimiento

European Federation of National Maintenance Societies EFNMS

EUROMAINTENANCE 2004

17th European Maintenance Congress
3rd Maintenance Exhibition
11th – 13th of May, 2004
Catalonia Palace of Congresses
BARCELONA, ESPAÑA

The European Federation of National Maintenance Societies (EFNMS) and the Spanish Maintenance Society (AEM) wish to invite all people involved in Maintenance around the world to participate in **EUROMAINTENANCE 2004 Congress**, in which the most up to date knowledge in Maintenance will be presented.

From Barcelona, Spanish city designed to celebrate **EUROMAINTENANCE 2004**, we encourage you to reserve these dates in your agenda and attend the Congress and Exhibition, where you will be able to meet experts and professionals in Maintenance with whom to interchange your experiences. Besides this you will enjoy the city and the areas around in a pleasant spring month.

FORESEEN TOPICS FOR CONFERENCES

SESSION A	MAINTENANCE ECONOMY	State of the art Outsourcing Costs and results
SESSION B	MAINTENANCE AND SUSTAINABILITY	Safety and Environmental Competence Good Practices
SESSION C	BUILDING AND INFRAESTRUCTURES MAINTENANCE	Management and Control Cities requirements Facility Management
SESSION D	MAINTENANCE MANAGEMENT	Human and Material Resources Formation Integration Maintenance - Production
SESSION E	OPTIMIZATION OF MAINTENANCE	Application of Advanced Methods Measurement of Activities Indexes of Control. Benchmarking
SESSION F	MAINTENANCE BASED IN CONDITION	Analysis of Failures Expert Systems Technical Diagnostics
SESSION G	INNOVATION AND NEW TECHNOLOGIES	Information Systems Use of Computer Resources Improvement of Maintenance
SESSION H	FUTURE OF MAINTENANCE	New Advanced Tendencies Design in Maintainability Organisation

The target of **EUROMAINTENANCE 2004** is to present all advances that lead towards the continuos improvement of Maintenance through knowledge.

WELCOME

The preliminary program of **EUROMAINTENANCE 2004**, to be celebrate in May 2004, shows

Monday 10	Tuesday 11	Wednesday 12	Thursday 13	Friday 14
Inscription of Participants	Opening Ceremony	Sessions B - D - F	Session H	Industrial Visits
	Lunch		Closing Ceremony	
	Session A	Sessions C - E - G		
		Reception and Congress Dinner		
	Accompanying Persons Program			
	Maintenance Exhibition			

Congress will start on Tuesday the 11th of May at 9 in the morning with the Opening Ceremony and the Closing Ceremony will take place on Thursday the 13th at noon.

A wide program of cultural visits will be offered, visiting Barcelona city and beautiful places around, during the 11th and 12th of May.

Also technical visits to industrial installations of high technological level will be organised on friday 14th of May.

At the same time that **EUROMAINTENENCE 2004 Congress** is held during the days 11th to 13th of May, the **3rd Maintenance Exhibition** will be show, through more than 100 exhibitors, the most up to date offer in products and services for both, Industrial and Building Maintenance.

Observations:

- The first Call for Papers asking for abstracts of conferences to participate in **EUROMAINTENANCE 2004** will be distributed in January 2003.
- This program will offer wider information for Hotel reservations and inscriptions to the Congress.
- Do not forget to make advanced reservations to participate in both, Congress and Exhibition.

Please contact with indicated addresses for receiving further and up to date information or making the corresponding reserves for:

EUROMAINTENANCE 2004 CONGRESS

Asociación Española de Mantenimiento
Plaza Doctor Letamendi, 37, 4º, 2ª
08007 Barcelona, España
Tel. 00 34 93 323 48 82
Fax. 00 34 93 451 11 62
E-mail: info.bcn@aem.es
Web: www.aem.es

3rd MAINTENANCE EXHIBITION

PUNTEX
Padilla, 323
08025 Barcelona, España
Tel. 00 34 93 446 28 20
Fax. 00 34 93 446 20 64
E-mail: puntex@puntex.es
Web: www.puntex.es

Barcelona, September 2002

FORMULARZ ZAMÓWIENIA PRENUMERATY KWARTALNIKA „EKSPLOATACJA I NIEZAWODNOŚĆ”

(wypełniony formularz proszę przesłać pocztą lub faxem na adres redakcji)

Nazwa firmy zamawiającej prenumeratę:

.....

.....

Adres:.....

Telefon:.....Fax:.....

Numer identyfikacyjny NIP:.....

Zamawiam roczną prenumeratę kwartalnika PN-TTE Warszawa i PAN O/Lublin pt.: „Eksploatacji i Niezawodności” w ilości ..... egzemplarzy.

Cena rocznej prenumeraty 1 egzemplarza wynosi 100 złotych.

Adres do korespondencji:

(wypełnić jeżeli inny niż podany powyżej)

Imię i nazwisko:..... .....

Nazwa:.....

Adres:.....

Telefon:..... Fax:.....

Upoważniam Polskie Naukowo-Techniczne Towarzystwo Eksploatacyjne (Warszawa) do wystawienia na podstawie niniejszego zamówienia faktury VAT bez mojego podpisu.

Data:..... Podpis osoby upoważnionej.....