

Redakcja
Elżbieta MILEWSKA
Iwona ŻABIŃSKA

Systemy Wspomagania
W
Inżynierii Produkcji

Inżynieria Systemów
Technicznych

GLIWICE 2014

RECENZENCI:

doc. Ing. Jiří FRIES, PhD.

dr hab. inż. Zbigniew MATUSZAK, prof. AM

dr hab. inż. Jarosław ZAWADZKI, prof. PW

VŠB-TU Ostrava

Akademia Morska w Szczecinie

Politechnika Warszawska

Każdy z rozdziałów monografii był recenzowany przez dwóch recenzentów, o znacznym, uznanym w kraju i na świecie dorobku w ocenianej dziedzinie.

Układ typograficzny autorów.

Projekt i opracowanie graficzne okładki: Michał ZASADZIENÍ

ISBN 978-83-940150-0-8

© Copyright by Publisher PA NOVA SA. Gliwice
ul. Górnych Wałów 42, 44-100 GLIWICE, POLAND
tel. +4832 400 41 02
fax. +4832 400 41 10

All rights reserved

Printed in Poland

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany, rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych, w tym również nie może być umieszczany ani rozpowszechniany w postaci cyfrowej zarówno w Internecie, jak i w sieciach lokalnych bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich.

Gliwice 2014

Z przyjemnością oddajemy w Państwa ręce monografię pt. „Inżynieria systemów technicznych”, która jest zbiorem prac specjalistów i naukowców w takich dyscyplinach jak: zarządzanie, inżynieria produkcji, prawo, administracja, górnictwo czy ochrona środowiska.

W poszczególnych rozdziałach autorzy dzieląc się swoim doświadczeniem i przemyśleniami poruszają różne aspekty działalności przedsiębiorstw produkcyjnych oraz ich interakcji z najbliższym otoczeniem. Czytelnik znajdzie tutaj zarówno opracowania teoretyczne jak i wyniki badań o charakterze praktycznym i aplikacyjnym. W poszczególnych rozdziałach zapoznać się można m. in. z zagadnieniami dotyczącymi ochrony własności intelektualnej oraz zamówień publicznych, nowych rozwiązań w zakresie komputerowego wspomaganie działalności przedsiębiorstw i jednostek samorządu terytorialnego, problemów związanych z planowaniem i doskonaleniem procesów decyzyjnych, produkcyjnych, eksploatacyjnych oraz diagnostycznych, a także z aspektami zrównoważonego wytwarzania. W monografii przedstawiono doświadczenia pochodzące z różnych gałęzi przemysłu i usług, takich jak: przemysł wydobywczy, motoryzacyjny, ceramiczny, ciepłowniczy, opieka zdrowotna czy lokalna administracja samorządowa.

Mamy nadzieję, że Czytelnik znajdzie w monografii ciekawy dla siebie materiał poszerzający wiedzę oraz inspirujący do własnych badań i refleksji.

Redaktorzy składają podziękowania wszystkim autorom poszczególnych rozdziałów, za trud włożony w przygotowanie materiałów oraz za możliwość zamieszczenia ich w niniejszej monografii, a Czytelnikom życzą pasjonującej lektury.

*Elżbieta MILEWSKA
Iwona ŻABIŃSKA*

SPIS TREŚCI

1.	ZNACZENIE „BIAŁYCH CERTYFIKATÓW” W POPRAWIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ PRZEDSIĘBIORSTW Janusz ADAMCZYK	11
2.	ZARZĄDZANIE UTRZYMANIEM UKŁADÓW ENERGETYCZNYCH STATKÓW MORSKICH WSPOMAGANE ANALIZĄ RYZYKA Andrzej ADAMKIEWICZ	21
3.	SYSTEM EMAS JAKO STYMULATOR INNOWACJI ŚRODOWISKOWYCH W PRZEDSIĘBIORSTWIE Mateusz BUDYNEK, Adrianna DYBIKOWSKA, Joanna RATAJCZAK, Arkadiusz ZAGAJEWSKI	33
4.	CZY DESIGN THINKING JEST PRZYDATNY W KSZTAŁCENIU INŻYNIERÓW? Leszek CHYBOWSKI, Dorota IDZIASZCZYK	43
5.	ZARZĄDZANIE ŚRODOWISKOWE, JAKO INSTRUMENT OGRANICZANIA RYZYKA EKOLOGICZNEGO W PRZEDSIĘBIORSTWIE Daria DER, Maciej GAWRON, Jagoda ZBOROWSKA	56
6.	NIEZAWODNOŚĆ CZŁOWIEKA I NIEZAWODNOŚĆ TECHNICZNA W PROCESIE PRACY UKŁADU CZŁOWIEK-MASZYNA Jolanta IGNAC-NOWICKA, Anna GEMBALSKA-KWIECIEŃ	65
7.	INNOWACYJNA METODA ZAOPATRYWANIA MAŁYCH I ŚREDNICH PRZEDSIĘBIORSTW PRODUKCYJNYCH W CIEPŁO I ENERGIĘ ELEKTRYCZNA Piotr KAŁETA, Tomasz WAŁEK	76
8.	UWAGI NA TEMAT GOSPODAROWANIA DANymi, INFORMACJĄ I WIEDZĄ W ZADANIACH Z OBSZARU INŻYNIERII PRODUKCJI Jan KAŻMIERCZAK	88
9.	DZIAŁALNOŚĆ INNOWACYJNA W PRZEDSIĘBIORSTWIE Z BRANŻY USŁUGOWEJ – PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ Anna KOCHMAŃSKA	101

-
10. SPOSÓB WYKORZYSTANIA NARZĘDZI SYMULACJI KOMPUTEROWEJ
W OGRANICZANIU HAŁASU W BUDYNKACH WIELOPIĘTROWYCH
Marek KOMONIEWSKI 112
11. WPŁYW TERMICZNEGO UTLENIANIA NA WŁAŚCIWOŚCI WYTRZYMAŁOŚCIWE
STOPU TI-6AL-7NB
Marta ŁUCZUK, Marzena SZCZEPKOWSKA 123
12. PLANOWANIE PRODUKCJI OPARTE NA PROGNOZOWANIU – METODA ATP
Marcin MICHNA, Stefan SENCZYNA 129
13. ASPEKTY TECHNICZNE I ORGANIZACYJNE WDROŻENIA SYSTEMU
INFORMATYCZNEGO WSPOMAGAJĄCEGO PLANOWANIE PRODUKCJI
Elżbieta MILEWSKA 142
14. PRZENOSINY, RELOKACJA I ZAMIANA ZAKŁADÓW PRODUKCYJNYCH –
OMÓWIENIE ZAŁOŻEŃ, DZIAŁAŃ I WYNIKÓW
Jerzy OKRZESA 153
15. WYKORZYSTANIE KRAJOBRAZÓW DŹWIĘKOWYCH W JAKOŚCIOWEJ OCENIE
ŚRODOWISKA AKUSTYCZNEGO MIAST – PROPOZYCJA BADAŃ
Waldemar PASZKOWSKI 164
16. ANALIZA WPŁYWU UMIEJSCOWIENIA STANOWISKA PRACY W REJONIE
SKRZYŻOWAŃ PRZENOŚNIKÓW TAŚMOWYCH W CIĄGU ODSTAWY GŁÓWNEJ-
POZIOMOWEJ W KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO NA POZIOM EKSPOZYCJI NA
HAŁAS – STUDIUM PRZYPADKU
Marek PROFASKA 174
17. ANALIZA WPŁYWU ZMIAN WYBRANYCH PARAMETRÓW SKRAWANIA
NA POZIOM SYGNAŁU WIBROAKUSTYCZNEGO – STUDIUM PRZYPADKU
Marek PROFASKA, Łukasz DOMAGAŁA 186
18. TECHNOLOGIE UTYLIZACJI ŻUŻLI METALURGICZNYCH –
STUDIUM LITERATUROWE
Jacek SITKO 200
19. ROLA PRZEDSIĘBIORSTW PRODUKCYJNYCH W FINANSOWANIU OCHRONY
ŚRODOWISKA
**Justyna SŁONIMIEC, Katarzyna MARCINIAK, Anna KOWALEWICZ,
Paulina SZATKOWSKA** 211
20. NOWOCZESNE METODY REGENERACJI ZUŻYTYCH ELEMENTÓW MASZYN
Alojzy STAWINOĞA, Jerzy MIZGAŁA 222

21.	MATERIAŁY POROWATE DO ZASTOSOWAŃ MEDYCZNYCH Marzena SZCZEPKOWSKA, Marta ŁUCZUK	231
22.	CZŁOWIEK JAKO EKSPLOATATOR ŚRODKÓW TECHNICZNYCH – AKTUALNY STAN WIEDZY ORAZ PERSPEKTYWY BADAWCZE Andrzej WIECZOREK	240
23.	ANALIZA EFEKTYWNOŚCI EKSPLOATACYJNEJ TABORU PASAŻERSKIEGO Bogusz WIŚNICKI, Leszek CHYBOWSKI, Dariusz KRUKOWSKI	252

1

ZNACZENIE „BIAŁYCH CERTYFIKATÓW” W POPRAWIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ PRZEDSIĘBIORSTW

1.1 WSTĘP

Większość krajów europejskich boryka się z poważnymi wyzwaniami związanymi z energią. Mają one swoje źródło w stale rosnącym zapotrzebowaniu na jej różne formy. Zaspokojenie tych potrzeb uwarunkowane jest stale wzrastającym uzależnieniem od importu paliw kopalnych, których dostawy często są niepewne (o czym może świadczyć obecna sytuacja na wschodzie Europy) oraz presją na środowisko przyczyniającą się, na przykład, do zmian klimatu, kwaśnych deszczy czy generowaniem dużej ilości odpadów przemysłowych.

W obecnej sytuacji w literaturze przedmiotu [1] coraz częściej podkreśla się, że ograniczenie zużycia i strat energii stanowi jeden ze strategicznych celów Unii Europejskiej oraz jest jednym z najbardziej ekonomicznie uwarunkowanych sposobów ograniczania zużycia energii. Poprawa efektywności użytkowania energii ma istotny wpływ na zapewnienie konkurencyjności gospodarek, bezpieczeństwo dostaw energii oraz wywiązanie się ze zobowiązań podjętych przez kraje stowarzyszone w Unii Europejskiej na rzecz ochrony klimatu ziemi czy też w szerszym kontekście ochrony środowiska. Unia Europejska w pakiecie klimatyczno-energetycznym (ze stycznia 2007 roku) zobowiązała państwa członkowskie do:

- redukcji emisji CO₂ o 20% w roku 2020 w porównaniu do 1990 r.,
- wzrostu zużycia energii ze źródeł odnawialnych w UE z 10,4% w 2011 r. do 20% w 2020 r., dla Polski ustalono wzrost z 7 do 15%,
- zwiększenie efektywności energetycznej w roku 2020 o 20%.

Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych znalazło również odzwierciedlenie w porozumieniach międzynarodowych o zasięgu światowym. Ramowa Konwencja Klimatyczna Narodów Zjednoczonych UNFCCC (ang: United Nations Framework Convention on Climate Change), ratyfikowana przez 192 państwa, stanowi podstawę prac nad światową redukcją emisji gazów cieplarnianych. Pierwsze szczegółowe uzgodnienia są wynikiem trzeciej konferencji stron (COP3) w grudniu 1997 r. w Kioto. Na mocy postanowień Protokołu z Kioto kraje, które zdecydowały się na jego ratyfikację, zobowiązywały się do redukcji emisji gazów cieplarnianych średnio o 5,2% do minionego już 2012 r. w porównaniu z rokiem 1990.

Normy prawne w zakresie poprawy efektywności energetycznej w Unii Europejskiej zostały wyartykułowane w dyrektywie 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych oraz uchylająca dyrektywę Rady 93/76/EWG. Dyrektywa 2006/32/WE nałożyła na kraje członkowskie obowiązek podjęcia działań prowadzących do ograniczenia zużycia energii finalnej przez odbiorców końcowych o 9%, w kolejnych dziewięciu latach jej obowiązywania, począwszy od 1 stycznia 2008 r. do 31 grudnia 2016 r. Realizacja zapisów dyrektywy 2006/32/WE miała prowadzić również do pojawienia się nowych miejsc pracy, takie jak nowe usługi energetyczne, audyt energetyczny, itp. [2].

Wyżej przywołana dyrektywa definiuje „białe certyfikaty” jako dokumenty wydane przez niezależne organy certyfikujące, trzecią stronę, aprobujące roszczenia uczestników rynku w związku z oszczędnościami energetycznymi uzyskanymi w efekcie zastosowania środków poprawy efektywności energetycznej. Dyrektywa wskazuje „białe certyfikaty” jako jedną z możliwości wywiązania się z wymogu wprowadzenia instrumentów rynkowych wykorzystywanych do poprawy efektywności energetycznej [2]. W roku 2012 do „życia” powołana została kolejna dyrektywa mająca na celu poprawę efektywności energetycznej. Parlament Europejski i Rada uchwaliły 25 października 2012 r. dyrektywę w sprawie efektywności energetycznej zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE (2012/27/UE).

Obecnie obowiązująca dyrektywa 2012/27/UE dokonuje weryfikacji zapisów uchylonej dyrektywy 2006/32/WE. Przeprowadzona ocena możliwości ustanowienia na poziomie Unii systemu „białych certyfikatów” wykazała, że w obecnej sytuacji system taki doprowadziłby do nadmiernych kosztów administracyjnych, a ponadto istnieje ryzyko, że oszczędność energii byłaby skoncentrowana tylko w pewnej liczbie państw członkowskich, w tych które wdrożyły system białych certyfikatów, a nie na terytorium całej Unii. Uważa się, że cele takiego systemu na poziomie Unii można osiągnąć w lepszy sposób, przynajmniej na obecnym etapie, za pomocą krajowych systemów zobowiązujących przedsiębiorstwa użyteczności publicznej sektora energetycznego do poprawy efektywności energetycznej lub innych alternatywnych środków z dziedziny polityki, pozwalających na uzyskanie takiej samej oszczędności energii [3].

1.2 REGULACJE PRAWNE W ZAKRESIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ W POLSCE

Wprowadzenie systemu „białych certyfikatów” w Polsce opiera się o ustawę z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej, weszła ona w życie 11 sierpnia 2011 roku i co jest pewnego rodzaju ewenementem podano również datę wygaśnięcia 31 grudnia 2016 r.

Ustawa doprecyzowuje przede wszystkim:

- 1) krajowy cel w zakresie oszczędnego gospodarowania energią,
- 2) zadania jednostek sektora publicznego w zakresie efektywności energetycznej,

3) zasady uzyskania i umorzenia świadectwa efektywności energetycznej,

4) zasady sporządzania audytu efektywności energetycznej.

Zapisy ustawy wynikają z nieobowiązującej obecnie (jak wcześniej wspomniano) dyrektywy 2006/32/WE. Uznano, że Polski system białych certyfikatów stanowi narzędzie służące do wspierania inwestycji poprawiających efektywność energetyczną polskiej gospodarki. Poprawa efektywności energetycznej gospodarki ma w samym założeniu zwiększenie jej konkurencyjność, generowanie miejsc pracy, redukują zużycia różnego rodzaju energii i emisji CO₂ [10]. Dodatkowo do ustawy wydano rozporządzenia, które regulują zagadnienia poprawy efektywności energetycznej:

- rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. z 2012 r. poz. 962),
- rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 września 2012 r. w sprawie sposobu obliczania ilości energii pierwotnej odpowiadającej wartości świadectwa efektywności energetycznej oraz wysokości jednostkowej opłaty zastępczej (Dz. U. z 2012 r. poz. 1039),
- rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 23 października 2012 r. w sprawie przetargu na wybór przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej (Dz. U. z 2012 r. poz. 1227),
- obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2012 r. w sprawie szczegółowego wykazu przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej (M. P. z 2013 r., poz. 15).

Zgodnie z zapisem ustawowym przedsięwzięciem służącym poprawie efektywności energetycznej jest [10]:

- zawarcie umowy, której przedmiotem jest realizacja i finansowanie przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej;
- nabycie nowego urządzenia, instalacji lub pojazdu, charakteryzujących się niskim zużyciem energii oraz niskimi kosztami eksploatacji;
- wymiana eksploatowanego urządzenia, instalacji lub pojazdu na urządzenie, instalację lub pojazd, o których mowa w pkt. 2, albo ich modernizacja;
- nabycie lub wynajęcie efektywnych energetycznie budynków lub ich części albo przebudowa lub remont użytkowanych budynków, w tym realizacja przedsięwzięcia termo modernizacyjnego w rozumieniu ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. Nr 223, poz. 1459, z 2009 r. Nr 157, poz. 1241 oraz z 2010 r. Nr 76, poz. 493);
- sporządzenie audytu energetycznego w rozumieniu ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów eksploatowanych budynków w rozumieniu ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623 oraz z 2011 r. Nr 32, poz. 159 i Nr 45, poz. 235), o powierzchni użytkowej powyżej 500 m², których jednostka sektora publicznego jest właścicielem lub zarządcą.

Ponadto jednostka sektora publicznego informuje o stosowanych środkach poprawy efektywności energetycznej na swojej stronie internetowej lub w inny sposób zwyczajowo przyjęty w danej miejscowości. Ma to się przyczynić do upowszechniania dobrych praktyk w tym zakresie wśród społeczności lokalnych i nie tylko. Uszczegółowienia przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej dokonuje obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2012 r. w sprawie szczegółowego wykazu przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej. Dokonuje ono podziału przedsięwzięć na osiem grup [5]:

- przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej w zakresie izolacji instalacji przemysłowych (np. modernizacja izolacji termicznej rurociągów ciepłowniczych oraz ciągów technologicznych w obiektach, izolacja termiczna systemów transportu mediów technologicznych w obrębie procesu przemysłowego, izolacja termiczna walcowniczych pieców grzewczych, itp.).
- przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej w zakresie przebudowy lub remontu budynków (np. ocieplenie ścian, stropów, fundamentów, stropodachów lub dachów, modernizacja lub wymiana stolarki okiennej i drzwiowej, montaż urządzeń zaciemniających okna, itp.).
- przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej w zakresie modernizacji lub wymiany na bardziej efektywne (np. urządzeń przeznaczonych do użytku domowego, oświetlenia wewnętrznego, urządzeń potrzeb własnych, itp.).
- przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej w zakresie urządzeń i instalacji wykorzystywanych w procesach przemysłowych (np. modernizacja lub wymiana urządzeń energetycznych i technologicznych wraz z instalacjami, modernizacja lub wymiana rurociągów, optymalizacja ciągów transportowych mediów, itp.).
- przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej w zakresie lokalnych sieci ciepłowniczych i lokalnych źródeł ciepła (np. wymiana lub modernizacja grupowych i indywidualnych węzłów cieplnych z zastosowaniem urządzeń i technologii o wyższej efektywności energetycznej, zastosowanie układów kogeneracyjnych w lokalnych źródłach ciepła, modernizacji lokalnych kotłowni, itp.).
- przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej w zakresie odzysku energii w procesach przemysłowych (np. instalacja układów odzysku ciepła z urządzeń i procesów przemysłowych oraz wykorzystanie go do celów użytkowych lub w procesie technologicznym, instalacja układów przetwarzania ciepła odzyskiwanego z procesów przemysłowych na energię elektryczną, itp.).
- przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej w zakresie ograniczeń strat (np. sieciowych związanych z przesyłaniem lub dystrybucją energii elektrycznej, zastosowanie układów kompensacyjnych w stanach niskiego obciążenia i pracy jałowej, itp.).
- przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej w zakresie,

o którym mowa w art. 17 ust. 1 pkt 6 ustawy z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej (np. polegające na zastąpieniu niskoefektywnych energetycznie lokalnych i indywidualnych źródeł ciepła opalanych węglem, koksem, gazem lub olejem opałowym źródłami charakteryzującymi się wyższą efektywnością energetyczną, itp.).

Cytując za art. 12 ust. 1 pkt. 1 lit. a i pkt. 2 ustawy przedsiębiorstwo sprzedające energię elektryczną, ciepło lub gaz odbiorcom końcowym, odbiorcy końcowi będący członkami giełdy towarowej w odniesieniu do transakcji zawieranych na giełdzie oraz towarowe domy maklerskie handlujące energią obowiązane są uzyskać i przedstawić do umorzenia Prezesowi URE, świadectwo efektywności energetycznej, o którym mowa w art. 21 ust. 1 ustawy, o wartości wyrażonej w tonach oleju ekwiwalentnego, 1% w roku 2013 (oraz 1,5% w roku 2014 i 2015) ilorazu kwoty przychodu ze sprzedaży energii elektrycznej, ciepła lub gazu ziemnego odbiorcom końcowym, osiągniętego za dany rok, w którym obowiązek ten jest realizowany i jednostkowej opłaty zastępczej. Alternatywą dla tego rozwiązania jest uiszczenie opłaty zastępczej, obliczonej w sposób określony w art. 12 ust. 5 ustawy uiszczony na konto NFOŚiGW. Należy podkreślić, że przepisów ustawy „efektywnościowej” nie stosuje się do instalacji objętych systemem handlu uprawnieniami do emisji oraz instalacji wojskowych.

Zgodnie z art. 16 ustawy o efektywności energetycznej Prezes Urzędu Regulacji Energetyki (URE) przeprowadza, co najmniej raz w roku, przetarg na którym dokonuje wyboru przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej, za które można uzyskać „białe świadectwa”. Kolejne przetargi, w danym roku, są uwarunkowane wartością przedstawionych do umorzenia świadectw. Jeśli nie zapewnią one realizacji krajowego celu oszczędnego gospodarowania energią, mogą być przeprowadzone kolejne.

Wg ustaw do przetargu może być zgłoszone przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej, w wyniku którego uzyskuje się oszczędność energii w ilości stanowiącej równowartość co najmniej 10 toe średnio w ciągu roku (toe – tona oleju ekwiwalentnego – równoważnik jednej tony ropy naftowej o wartości opałowej równej 41 868 kJ/kg). Ustawodawca przewidział również możliwość łączenia przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej tego samego rodzaju, w wyniku których uzyskuje się łączną oszczędność energii w ilości stanowiącej równowartość co najmniej 10 toe (116,3 MWh) średnio w ciągu roku.

Ustawodawca przewidział również kategorie przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej, dla których przeprowadza się przetarg:

- zwiększenia oszczędności energii przez odbiorców końcowych (odbiorca dokonujący zakupu paliw lub energii na własny użytek; do własnego użytku nie zalicza się energii elektrycznej za kupionej w celu jej zużycia na potrzeby wytwarzania, przesyłania lub dystrybucji energii elektrycznej), (wartość świadectw efektywności energetycznej nie może być niższa niż 80% całkowitej wartości świadectw efektywności energetycznej przewidzianych do wydania, w danym przetargu);
- zwiększenia oszczędności energii przez urządzenia potrzeb własnych;

- zmniejszenia strat energii elektrycznej, ciepła lub gazu ziemnego w przesył lub dystrybucji.

Pierwszy przetarg został ogłoszony przez Prezesa URE 31 grudnia 2012 r. Określona ogłoszeniem wartość świadectw efektywności energetycznej przewidzianych do wydania w przetargu opiewała na 440000 toe dla kategorii 1 (odbiorcy końcowi), 55000 toe dla kategorii 2 (wytwarzanie energii) oraz 55000 toe dla kategorii 3 (przesył i dystrybucja).

Przewidziano, że wdrożenie systemu „białych certyfikatów” przyniesie oszczędności energii równej 2,2 Mtoe [1]. Stąd z prostego rachunku wynika, że na jeden rok okresu obowiązywania ustawy „efektywnościowej” (ustawa obowiązuje w latach 2012-2015) przypada 550000 toe, co zostało podzielone z podziałem na kategorie przedsięwzięć w stosunku 0,8:0,1:0,1.

1.3 PROCEDURY PRZETARGOWE NA „BIAŁE CERTYFIKATY”

Pierwszy przetarg na wybór przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej, za które uzyskano świadectwa efektywności energetycznej został ogłoszony 31.12.2012 roku przez Prezesa URE. Ogłoszenie, oprócz powyżej opisanego podziału wartości świadectw efektywności energetycznej pomiędzy trzy kategorie przedsięwzięć, zawierało również informację o wartości współczynnika akceptacji ofert $t = 0,5$. Oferty przetargowe powinny były trafić do Prezesa URE do dnia 30 stycznia 2013 roku [6].

Obecnie jest realizowany kolejny (drugi) przetarg zgodnie z ogłoszeniem z dnia 27.12.2013 r. Oferty przetargowe, podobnie jak rok wcześniej miały spłynąć do Prezesa URE w ciągu 30 dnia od dnia ogłoszenia przetargu. Różnica kolejnego przetargu na świadectwa efektywności energetycznej polegała na podwyższeniu wartości świadectw oraz zmniejszeniu wartości współczynnika akceptacji ofert $t = 0,4$. Wartość świadectw efektywności energetycznej przewidzianych do wydania w drugim przetargu opiewała na 1094636,8 toe dla kategorii 1 (odbiorcy końcowi), 136829,6 toe dla kategorii 2 (wytwarzanie energii) oraz 136829,6 toe dla kategorii 3 (przesył i dystrybucja) [7].

Wyniki pierwszego przetargu zostały ogłoszone dopiero 13 września 2013 rok w protokole nr 1/2013. Do przetargu złożono 212 ofert, z czego 107 zostało odrzuconych zgodnie z załącznikiem nr 1 [8]. Tylko 102 oferty zostały przyjęte do przetargu. Pozostałe 2 oferty zostały wycofane na wniosek podmiotów przystępujących do przetargu oraz 1 oferta została zwrócona do nadawcy bez otwierania w związku z wpływem po terminie wyznaczonym do składania ofert [4].

W tabeli 1.1 zaprezentowano wyniki pierwszego zakończonego przetargu na białe świadectwa. Przetarg okazał się mało skuteczny, firmy wykorzystały limit wartości świadectw efektywności energetycznej ogółem w niecałych 4%. Największą pulę świadectw, w stosunku do wartości świadectw deklarowanych do tego przetargu, wydano w kategorii zwiększenia oszczędności przez urządzenia potrzeb własnych (ok. 6,9%), następnie kategoria 3 – zmniejszenie strat energii elektrycznej, ciepła

lub gazu ziemnego w przesyle lub dystrybucji (ok. 6,8%). Największą wartość świadectw (13183,170 toe), ale o najmniejszym udziale procentowym wartości świadectw wykorzystanych do przewidzianych z tej kategorii, wydano z wykorzystaniem na zwiększenie oszczędności energii przez odbiorców końcowych (ok. 3%). Z całej puli wartości deklarowanych świadectw (wszystkich kategorii) do pierwszego przetargu 550000 toe wykorzystano tylko 20698,730 toe.

Niestety ze względu na brak rozstrzygnięcia drugiego przetargu na świadectw efektywności energetycznej (na dzień 28.03.2014 r.) nie można poddać ocenie udziału procentowego ich wykorzystania przez inwestorów w kontekście ilości przeznaczonych do wydania.

Tabela 1.1 Zagregowane wyniki przetargu na wybór przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej według kategorii przedsięwzięć

Kategoria przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej	Wartość świadectw efektywności energetycznej przewidzianych do wydania w przetargu [toe]	[t * ωśr; ωmax) 1], gdzie t = 0,5	Ilość wybranych ofert [szt.]	Wartość świadectw efektywności energetycznej, o które ubiegają się podmioty, które wygrały przetarg (toe)	Udział procentowy (kol. 2/ kol. 5) [%]	Przedział wartości efektyw energetycznych zadeklarowanych przez podmioty, które wygrały przetarg
Zwiększenie oszczędności energii przez odbiorców końcowych	440000	< 0,556;3,49 >	42	13183,170	2,996	< 0,72;3,49 >
Zwiększenie oszczędności energii przez urządzenia potrzeb własnych	55000	< 0,62;1,573 >	19	3780,320	6,873	< 0,75;1,573 >
Zmniejszenie strat energii elektrycznej, ciepła lub gazu ziemnego w przesyle lub dystrybucji	55000	< 0,741;5,44 >	41	3735,240	6,791	<1;5,44 >
RAZEM:	550000	-	102	20698,730	3,763	< 0,72;5,44 >

Źródło: URE

PODSUMOWANIE

Dokonując oceny „białych certyfikatów” powinno się pominąć wyraźny sygnał niedoskonałości tego instrumentu, który został wyartykułowany w „nowej” dyrektywie 2012/27/UE, ze względu na fakt, że system certyfikatów efektywności energetycznej i tak będzie realizowany do końca 2016 roku na terytorium Polski. W celu dokonania oceny kosztów jakie poniosą przedsiębiorstwa zobowiązane do pozyskania certyfikatów lub uiszczenia opłaty zastępczej przeprowadzono symulację. Jeśli przedsiębiorstwo każde wygeneruje przychód w wysokości 1000000 zł to musi ono zakupić i umorzyć świadectwo efektywności energetycznej o wartości 10 toe. Ponieważ górna granica ceny

świadectwa jest wyznaczona przez wartość opłaty zastępczej (wartość opłaty zastępczej została określona w wysokości 1000 zł) oznacza to, że na każde 1000000 zł obrotu przedsiębiorstwo energetyczne musi wydać do 10000 zł na zakup świadectw, zatem dodatkowy koszt wzrasta realnie o ok. 1% przychodu, co w efekcie oznacza konieczność podniesienia ceny sprzedawanego nośnika o analogiczną wartość i przeniesienie tego kosztu na użytkownika końcowego. Koszt zakupu certyfikatu na giełdzie (na stan z dnia 28.03.2014 r.) kształtuje się na poziomie do 900 zł do 975 zł. Ciekawostką jest fakt, że cena białego świadectwa na giełdzie TGE (Towarowa Giełda Energii) stale rośnie. Być może jest to wynik małej ilości świadectw efektywnościowych na rynku. Dnia 09.01.2014 roku oferowano 54 certyfikaty za cenę 900 zł każdy, a 06.03.2014r. oferowano 150 świadectw, każde aż za 975 zł. Doliczając koszty manipulacyjne, szczególnie w tym drugim przypadku może się okazać, że korzystniejsze ekonomicznie, czy też mniej uciążliwe, jest uiszczenie opłaty zastępczej do NFOŚiGW [9].

Należy również zaznaczyć, że w ustawie wyartykułowano również wyraźne kolejne ograniczenie co do inwestycji, które mogą być brane pod uwagę do zgłoszenia w przetargu na świadectwa efektywności energetycznej. Ograniczenie to dotyczy przedsięwzięć zrealizowanych z wykorzystaniem premii termomodernizacyjnej (art. 18 ust. 2 pkt. 2 ustawy) lub uzyskano środki pochodzące z budżetu Unii Europejskiej lub z budżetu państwa. Jednak zgodnie ze stanowiskiem Ministra Finansów, środki finansowe pochodzące z NFOŚiGW oraz wojewódzkich funduszy ochrony środowiska nie stanowią środków budżetowych a jedynie środki publiczne, co pozwala na przyjęcie, iż w przypadku przedsięwzięć finansowanych ze środków NFOŚiGW nie występuje negatywna przesłanka, o której mowa w art. 18 ust. 2 pkt. 2 lit. b ustawy, wykluczająca możliwość udziału w przetargu.

Zawiłości prawne a być może i/lub brak doświadczenia inwestorów zaowocowały ponad 50% brakiem skuteczności złożonych ofert do pierwszego przetargu. Całkowita liczba ofert również nie jest imponująca, być może to też wynika z braku atrakcyjności tego instrumentu w kontekście krótkiego okresu jego obowiązywania. Czas rozpatrywania pierwszego przetargu jest co najmniej kontrowersyjny. Osiem miesięcy trwała procedura prowadzona przez specjalistów w URE, można zadać pytanie: kiedy ogłoszono by wyniki gdyby do przetargu zgłoszono odpowiednio więcej ofert, na przykład odpowiadającą wartości oferowanych świadectw efektywności energetycznej w tym przetargu czyli 550000 toe ? Można również zadać pytanie, czy wprowadzenie instrumentu ekonomicznego na tak relatywnie krótki okres czasu (cztery lata) jest uzasadnione w perspektywie realizacji np. zadań inwestycyjnych określonych w strategii przedsiębiorstwa? Instrumenty funkcjonujące dłuższy okres czasu na rynku finansowym cieszą się zdecydowanie większym zainteresowaniem, czego przykładem może być fundusz termo modernizacyjny.

Brak zainteresowania inwestorów (na podstawie wyników z pierwszego przetargu) systemem białych certyfikatów poddaje wątpliwość możliwość realizacji założonego wskaźnik efektywności tego instrumentu na poziomie 2,2 Mtoe.

Podsumowując, system białych certyfikatów jest on kolejnym przykładem

na ekoopodatkowanie pośrednio odbiorców energii, nie wnoszącym rewolucyjnych zmian w podejściu przedsiębiorstw do oszczędzania energii. Oczywiście pojawiające się zainteresowanie ze strony inwestorów, które być może i tak miałyby miejsce bez wdrożonego systemu białych certyfikatów, ma istotne znaczenie dla zmniejszenia presji na środowisko przeprowadzonych przedsięwzięć proefektywnościowych. Korzyści finansowe wynikające z wygenerowania białych certyfikatów przyczyniają się do skrócenia okresu zwrotu inwestycji.

LITERATURA

- 1 Adamczyk J.: Instrumenty prawne i finansowe służące poprawie efektywności energetycznej w Polsce, Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja nr 3/2014, str. 88.
- 2 Dyrektywa 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych oraz uchylająca dyrektywę Rady 93/76/EWG (Dz. U. L 114 z 27.4.2006, str. 64).
- 3 Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE (Dz. U. L 315 z 14.11.2012, s. 1).
- 4 Kołodziej R.: Doświadczenia z pierwszego przetargu na białe certyfikaty, Energetyka Ciepła i Zawodowa nr 2/2014.
- 5 Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2012 r. w sprawie szczegółowego wykazu przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej (M.P. z 2013 r., poz. 15).
- 6 Ogłoszenie Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki Nr 1/2012 w sprawie przetargu na wybór przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej, za które można uzyskać świadectwa efektywności energetycznej, <http://bip.ure.gov.pl/bip/efektywnosc-energetyczn/przetargi/ogloszenia/1102,Ogloszenie-Prezesa-Urzedu-Regulacji-Energetyki-Nr12012-w-sprawie-przetargu-na-.html>, [dostęp: 27.03.2014]
- 7 Ogłoszenie Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki Nr 1/2013 w sprawie przetargu na wybór przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej, za które można uzyskać świadectwa efektywności energetycznej, <http://bip.ure.gov.pl/bip/efektywnosc-energetyczn/przetargi/ogloszenia/1194,Ogloszenie-Prezesa-Urzedu-Regulacji-Energetyki-Nr12013-w-sprawie-przetargu-na.html>, [dostęp: 27.03.2014].
- 8 Protokół Nr 1/2013 z dnia 29 sierpnia 2013 r. z przebiegu przeprowadzonego przetargu wraz z załącznikami, <http://bip.ure.gov.pl/bip/efektywnosc-energetyczn/przetargi/ogloszenia/1137,Protokol-Nr-12013-z-dnia-29-sierpnia-2013-r-z-przebiegu-przeprowadzonego-przetar.html>, [dostęp: 27.03.2014].
- 9 <http://tge.pl/pl/449/biale-certyfikaty>, [dostęp: 28.03.2014].
- 10 Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. z 2011 r. Nr 94, poz. 551 z późn. zm.).

ZNACZENIE „BIAŁYCH CERTYFIKATÓW” W POPRAWIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ PRZEDSIĘBIORSTW

Streszczenie: *Poprawa efektywności energetycznej uważana jest za najbardziej ekonomiczny sposób zmniejszenia zużycia energii w gospodarce. W artykule poddano ocenie jeden z instrumentów polityki energetycznej „białe certyfikaty”, uznane jako innowacyjny instrument polityki na rzecz poprawy efektywności energetycznej. Ocenę tego instrumentu poddano w oparciu o wyniki przeprowadzonego przetargu na certyfikaty efektywności energetycznej.*

Słowa kluczowe: *Białe certyfikaty, efektywność energii, przedsięwzięcia poprawy efektywności energii*

THE MEANING OF "WHITE CERTIFICATES" IN IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF ENTERPRISES

Abstract: *Improving energy efficiency is considered to be the most economical way to reduce energy consumption in the economy. In this paper I analyze of one energy policy instrument, namely a White Certificates (WhC) scheme as an innovative policy instrument for energy efficiency improvement. The evaluation of this instrument were based on the results of the tender for energy efficiency certificates.*

Key words: *White certificates, energy efficiency, energy efficiency improvement projects*

dr inż. Janusz ADAMCZYK
Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Ekonomii i Zarządzania
ul. Podgórna 50, 65-246 Zielona Góra
e-mail: J.Adamczyk@wez.uz.zgora.pl

2

ZARZĄDZANIE UTRZYMANIEM UKŁADÓW ENERGETYCZNYCH STATKÓW MORSKICH WSPOMAGANE ANALIZĄ RYZYKA

2.1 WPROWADZENIE

Elementy układów energetycznych statków morskich eksploatowane są w ramach strategii i metod utrzymania, realizowanych według różnych kryteriów [2]. Przy współczesnym rozwoju technologii projektowania i wytwarzania racjonalne zarządzanie procesem eksploatacji jest warunkiem koniecznym do utrzymania statku w stanie zdatności, a tym samym jego układu energetycznego. Do bezpiecznego wykonania zadania transportowego danego rodzaju statku niezbędne jest zapewnienie strumieni energii mechanicznej, elektrycznej i ciepła niezbędnych dla realizacji podróży morskiej, funkcji przeładunkowych, sterowności, łączności i warunków socjalnych załogi.

Realizacja ruchu statku uzależniona jest od rodzaju zastosowanego napędu głównego statku. Współcześnie w charakterze napędu głównego większości statków towarowych, stosowane są silniki spalinowe o zapłonie samoczynnym, wielkich i średnich mocy, które wraz z silnikami i urządzeniami umożliwiającymi realizację wszystkich funkcji statku stanowią jego układ energetyczny. Bezpieczeństwo statku w jego realnych warunkach eksploatacji obejmuje takie zagadnienia jak cechy techniczno-konstrukcyjne, logistykę i zarządzanie statkiem oraz stan bezpieczeństwa w układzie energetycznym statku. W eksploatacji statku tylko zagadnienia techniczne wpływają bezpośrednio na wymagane bezpieczeństwo. Zagadnienia organizacji i zarządzania mogą doprowadzić do stanu niezdatności elementów układu energetycznego statku (zawodności zdatności), a pozostałe pojawiają się jako konsekwencje wcześniejszych zdarzeń niepożądanych (zawodności bezpieczeństwa – niedoposażenie statku, brak wykonania odnowy i inne zaniedbania) [5].

2.2 WSPÓŁCZEŚNIE STOSOWANE STRATEGIE UTRZYMANIA ELEMENTÓW UKŁADU ENERGETYCZNEGO STATKU MORSKIEGO

Zarządzanie utrzymaniem układu energetycznego statku jest realizowane przez takie działania jak: planowanie i podejmowanie decyzji, organizowanie, kierowanie i kontrolę. Składają się one na strategię eksploatacji definiującą metody utrzymania stanu technicznego na założonym poziomie i w wymaganym okresie ich użytkowania,

wartościowanym często za pomocą kluczowych wskaźników efektywności [1, 2]. Spośród możliwych, na współczesnych statkach, w odniesieniu do konkretnych maszyn i urządzeń, nie zostały w sposób jednoznaczny wdrożone strategie eksploatacji oparte na bieżącej analizie stanu technicznego CBM (ang. Condition Based Maintenance) przy zastosowaniu współczesnych metod i narzędzi diagnostycznych. Często stosowane są mniej zaawansowane, takie jak strategia planowa PM (ang. Planned Maintenance) odnosząca się do realizowania działań utrzymania w sposób zaplanowany, polegający przede wszystkim na wykorzystaniu metod zapobiegawczych PM (ang. Preventive Maintenance) o różnym stopniu wdrożenia, czy ukierunkowana na niezawodność RCM (ang. Reliability Centered Maintenance), strategia według resursu (potencjału eksploatacyjnego), autoryzowana strategia istnienia maszyny (ASIM) i strategia mieszana [1, 8, 10]. Najczęściej utrzymanie w ramach strategii planowo-zapobiegawczej PPM (ang. Planned Preventive Maintenance) planowane jest w oparciu o czas użytkowania czynnego. Podejście tego typu nazywane jest „według czasu” lub „bazującym na czasie” TBM (ang. Time Based Maintenance). W konsekwencji, w odniesieniu do konkretnych maszyn i urządzeń, stosowane są tylko niektóre spośród możliwych strategii utrzymania. W okrętownictwie, jak dotychczas, nie zostało praktycznie wdrożone w zadowalającym stopniu, utrzymanie stanu technicznego na podstawie analizy ryzyka

Zarządzanie eksploatacją układu energetycznego statku realizowane jest zgodnie z wymaganiami ISM Code, Towarzystw Klasyfikacyjnych oraz z przyjętą strategią eksploatacji, gwarantującą spełnianie przez układ energetyczny postawionego przed nim zadania. Realizowane jest ono z wykorzystaniem strategii utrzymania, dostosowanej do wymagań armatora. Z tego też powodu przyjęta strategia eksploatacji, zależnie od wyników dokonywanych analiz bieżących, powinna być korygowana. Podstawą do wprowadzenia modyfikacji powinny być trendy zmian wartości monitorowanych parametrów diagnostycznych. Dlatego coraz częściej pojawia się potrzeba wdrażania strategii TBM (Time Based Maintenance) z możliwością modyfikacji polegającej np. na wydłużaniu czasów międzyremontowych oraz redukcji zakresów obsługi. Podejście takie uzasadnia:

- diagnostyka, która jest realnie częścią utrzymania (diagnostyka ruchowa – cieplno-przepływowa, wibroakustyczna, termowizyjna) jak również częścią obsługi i napraw (diagnostyka postojowa: inspekcje endoskopowe, analiza własności oleju, badania nieniszczące);
- niedoszacowanie, w dotychczasowym okresie eksploatacji statków, czynnika ekonomicznego, tak w obszarze efektywności energetycznej układu/ statku jak i kosztów obsługi/napraw;
- spersonalizowanie utrzymania – indywidualna wiedza i doświadczenie losowo zmieniających się załóg maszynowych statków morskich zastępowała udokumentowaną historię eksploatacji, realizowanych procedur i archiwizowanych statystyk.

Przedstawione uwarunkowania ograniczały, a nie stymulowały, tworzenie strategii utrzymania stanu technicznego urządzeń okrętowych opartej na optymalizacji nakładów ekonomicznych na technikę i bezpieczeństwo [3]. W ograniczonym stopniu wdrożono systemy monitorowania z analizą awaryjności (AMOS, EMOS, NORCONTROL, NORIS, MRS, TASCK ASSYSTENT) [6, 7, 8, 9]. Systemy informatyczne dokumentujące eksploatację rejestrują olbrzymie ilości danych, które z różnych powodów nie da się racjonalnie wykorzystać (nie posiadają bloku operacyjnego do przetwarzania danych dla potrzeb podejmowania decyzji eksploatacyjnych), między innymi dlatego, że hurto-wnie danych tworzone są na podstawie nie do końca dobrze zdefiniowanych potrzeb i wymagań. Dlatego brakuje w strategii utrzymania wiarygodnego oparcia na analizie ryzyka technicznego, do którego niezbędnym jest dysponowanie danymi zawierającymi informacje na temat [11, 12, 13]:

- cech konstrukcyjnych maszyn i urządzeń,
- historii eksploatacji z warunkami pracy,
- awaryjności i niezawodności,
- zaistniałych awarii i innych zdarzeń niepożądanych,
- skuteczności oraz efektywności energetycznej i ekonomicznej (kosztów obsługi i napraw) podejmowanych decyzji w celu poprawy niezawodności i bezpieczeństwa układu energetycznego, które powinny spełniać kryterium kompletności, trafności, wiarygodności (jakości) i być w postaci umożliwiającej ich przetwarzanie.

2.3 UWARUNKOWANIA FORMALNO-PRAWNE ZARZĄDZANIA UTRZYMANIEM UKŁADU ENERGETYCZNEGO STATKU MORSKIEGO

Zgodnie z artykułem 75 kodeksu morskiego statek może być dopuszczony do żeglugi morskiej, gdy odpowiada wymaganiom wynikającym z przepisów i zasad dobrej praktyki morskiej. Jakkolwiek sformułowanie „dobra praktyka morska”, która wynika z wieloletniego doświadczenia uprawiania żeglugi w różnych warunkach jej otoczenia, to przepisy mają już konkretną treść zapisaną i egzekwowaną od armatorów uprawiających taką żeglugę, a także od załóg statków na nich pracujących. Dokumenty te potwierdzają kondycję techniczną statku na podstawie wymagań klasyfikacyjnych jednostki inspekcjonowanej. Realizują one ogólne i szczegółowe wymagania wynikające z rezolucji dyrektyw IMO oraz konwencji SOLAS 1974 (z późniejszymi uzupełnieniami). Wystawiane są one przez klasyfikatora po przeprowadzonej inspekcji statku i prezentacji kontrolowanych w działaniu wyszczególnionych mechanizmów. Stwierdzają one stan techniczny w dniu jego inspekcji, a ponieważ założeniem i celem IMO jest zapewnienie bezpieczeństwa żeglugi oraz środowiska naturalnego w całym okresie życia czynnego statku (także podczas remontów czy okresów wyłączenia z eksploatacji), nałóżono na załogi statków obowiązek okresowego kontrolowania sprawności wyszczególnionych mechanizmów gwarantujących bezpieczeństwo całej jednostki pływającej. Zgodnie z konwencją SOLAS urządzenia te zostały określone i zaliczone do grupy urządzeń tzw. „Critical Equipment”

(CE) i zdefiniowane jako „wyposażenie i systemy techniczne, których nagłe awarie mogą spowodować sytuacje zagrożenia”, wynika to z ISM Circular 01/2008-Critical Equipment Code § 10.3. Zalicza się tu takie mechanizmy jak np.: silniki napędu głównego, urządzenie sterowe, pompy i filtry, sprężarki powietrza, systemy bezpieczeństwa silników napędu głównego i kotłów oraz wiele innych. Wg Konwencji SOLAS, Roz. III.20.6.1. Łączna liczba wyszczególnionych mechanizmów wynosi 47 pozycji, lecz jest ona indywidualna dla każdego statku. Zdolność ruchowa wymienionego wyposażenia, a tym samym statku, zależy od jego stanu technicznego. Osiągane wartości parametrów kontrolowanego mechanizmu są podstawą do uznania przez klasyfikatora jego stanu zdatności. Pomimo faktu, że każdy mechanizm podlega dozorowi technicznemu, wynikającemu z jego Dokumentacji Technicznej Ruchowej (DTR) nadzór klasyfikacyjny odbywa się w oparciu o czas wg kalendarza inspekcji. Są to inspekcje takie jak np. roczne, pięcioletnie, poawaryjne. Na wniosek lub za zgodą armatora mogą być one przyspieszone lub opóźnione w stosunku do terminu obsługi planowych, czyli po przepracowaniu określonej liczby godzin pracy wynikających z przyjętej strategii utrzymania. W praktyce eksploatacji statku mają miejsce przekroczenia wymaganej liczby godzin pracy maszyny do kolejnego przeglądu, bez negatywnych skutków eksploatacyjnych.

Ponieważ wymagania Konwencji (w tym Critical Equipment, Ship Oil Pollution Emergency Plan) dotyczą sprawności ruchowej, zatem możliwe jest wydłużenie terminów obsługi niektórych mechanizmów, zachowując ich przydatność eksploatacyjną [3, 9]. Dotyczyć to może terminów przeglądów np. układów pompowych z napędem elektrycznym i zamontowanych na silnikach napędu głównego (SG), przeglądów planowych układu korbowo-tłokowego SG, przeglądów łożysk głównych, rozrządu silników itd., jeśli nie występują symptomy ich przyspieszonego zużycia, jednak klasyfikator ocenia i dopuszcza do dalszej eksploatacji, kontrolowany mechanizm na podstawie wyników oceny wg jego rzeczywistego stanu technicznego. Nie może on równocześnie zagrażać/naruszać bezpieczeństwa środowiska morskiego.

2.4 WYMAGANIA OCHRONY ŚRODOWISKA MORSKIEGO W ZARZĄDZANIU EKSPLOATACJĄ STATKU

Wprowadzanie przez Międzynarodową Organizację Morską (IMO) stref kontroli emisji (ECA) oraz wymagania zmniejszenia emisji związków toksycznych w portach Unii Europejskiej, stanowią aktualnie dla żeglugi jedne z najważniejszych wyzwań [4].

Według studium IMO i informacji z pierwszego półrocza roku 2013, obowiązująca jeszcze data wejścia Tier III tj. nowych ostrzejszych dopuszczalnych limitów emisji NO_x w obszarach jego kontroli (NECA) zostanie przesunięta z 1.01.2016 na dzień 1.01.2021. Wprowadzenie odpowiedniej zmiany w przepisach zapowiedziano na posiedzenie Marine Environment Protection Committee MEPC 66 w 2014 roku [1, 2]. Oznacza to, że jeszcze przez pewien czas obowiązywać będzie w tym obszarze ograniczenie Tier II, jak dla pozostałych akwenów.

Podstawowym problem dla armatorów pozostaje zatem zachowanie dopuszczalnego limitu emisji tlenków siarki SO_x . Ich dopuszczalna emisja jest ograniczona poprzez wprowadzenie limitu zawartości siarki w paliwie. W obszarach kontroli SO_x (SECA- SO_x Emissions Control Areas) od 01.01.2015 zacznie obowiązywać dopuszczalny limit 0,1%. Dopuszcza się alternatywnie stosowanie systemów redukujących i monitorujących w sposób ciągły zawartość SO_x w spalinach, przynajmniej do poziomu wynikającego ze stosowania paliwa o dozwolonej zawartości siarki. Kraje Unii Europejskiej kierują się generalnie przepisami IMO z tym, że zaostrzone przepisy dotyczące emisji tlenków siarki w portach zaczęły obowiązywać wcześniej, bo już od 1 stycznia 2010 roku. Obowiązują one na terenach portów całej wspólnoty i nakazują stosowanie paliw o zawartości siarki nieprzekraczającej 0,1% na jednostkę masy dla statków żeglugi morskiej i śródlądowej podczas postoju w porcie.

W dążeniu do zmniejszenia emisji CO_2 od 1 stycznia 2013 roku, wszystkie nowobudowane statki większe niż 400 BRT muszą mieć wyznaczony Projektowy Wskaźnik Efektywności Energetycznej (Energy Efficiency Design Index – EEDI), zaś wszystkie statki tj. nowe i wybudowane przed tą datą objęte są Planem Zarządzania Efektywności Energetycznej Statku (Ship Energy Efficiency Management Plan – SEEMP) zapewniającym optymalną eksploatację statku [4, 9].

Ponadto stosuje się dobrowolnie wskaźnik efektywności eksploatacyjnej (Energy Efficiency Operational Indicator – EEOI) pozwalający na bieżącą ocenę efektywności transportowej statku, który może być uzupełnieniem informacji dla SEEMP [3].

EEOI definiowany jest jako:

$$EEOI = \frac{\sum_j FC_j \cdot C_{Fj}}{m_{cargo} \cdot D} \quad (2.1)$$

gdzie:

- FC – masa zużytego paliwa w czasie podróży (jazda w morzu i postój w porcie) przez silniki główne i pomocnicze, kotły oraz spalarkę,
- J – rodzaj paliwa,
- CF_j – współczynnik konwersji wyrażony stosunkiem masy CO_2 powstałego ze spalania zużytego paliwa rodzaju J ,
- m_{cargo} – masa przewiezionego ładunku (tony) lub wykonana praca (liczba kontenerów TEU lub pasażerów) albo pojemność (GT) dla statków pasażerskich,
- D – dystans w milach morskich, na którym przewieziono ładunek lub wykonano pracę transportową [4].

Osiągnięcie małej wartości EEOI jest możliwe poprzez stosowanie wszelkich przedsięwzięć sprzyjających obniżeniu zużycia paliwa przez statek, także w porcie. Do podstawowych działań zmniejszających EEOI, ale także EEDI, w czasie jazdy w morzu należy np. wykorzystanie ciepła odpadowego ze spalin ale także zastosowanie energii wiatru lub energii słonecznej. Mocno promowane jest także przez Unię Europejską wykorzystanie LNG jako paliwa na statkach.

Wprowadzenie w życie nowych przepisów dotyczących dopuszczalnej zawartości siarki w paliwie tzw. dyrektywy siarkowej, doprowadziło armatorów do konieczności podejmowania trudnych decyzji dotyczących sposobów zarządzania eksploatacją statków. Armatorzy mają do wyboru stosowanie drogiej paliw o niskiej zawartości siarki, instalowanie systemów do oczyszczania spalin ze związków siarki tzw. scrubberów, lub przejście na zasilanie układów energetycznych paliwem alternatywnym do stosowanych dotychczas, np. LNG.

2.5 METODY IDENTYFIKACJI ZAGROŻEŃ UKŁADU ENERGETYCZNEGO STATKU

Eksploatacja okrętowych układów energetycznych jest zagadnieniem wieloaspektowym, wymagającym ujmowania zagadnień konstrukcyjnych, mediów roboczych oddziałujących na ich konstrukcję, zagadnień ochrony środowiska morskiego oraz warunków, w jakich konstrukcja jest użytkowana. Ich wzajemne powiązanie może i często wywołuje poważne zagrożenie dla środowiska i ich działania, od drobnych niesprawności (np. zakłócenia w rozpylaniu paliwa przez iglice wtryskowe silnika spalinowego) do poważnych uszkodzeń, wręcz awarii i zniszczeń jego podstawowych elementów konstrukcyjnych (np. zniszczenie tłoka i tulei cylindrowej silnika spalinowego).

Wprowadzenie cyfrowych technik obliczeniowych w rezultacie rozwoju komputeryzacji, do procesów wytwarzania nowych materiałów konstrukcyjnych, projektowania nowych konstrukcji układów energetycznych umożliwił konstruowanie silników o wielkich mocach przy zachowaniu stosunkowo małych gabarytów. Pomimo tego, że silniki te są coraz bezpieczniejsze, to równocześnie wymagają bardziej precyzyjnej identyfikacji możliwych zagrożeń, co wynika bezpośrednio ze zwiększenia osiąganych mocy w przeliczeniu na jednostkę masy silnika (wzrostu mocy jednostkowej). Fakt ten wymusił rozwój metod identyfikacji zagrożeń elementów układu energetycznego takich jak: PHA (Preliminary Hazard Analysis), do których należą metoda Co-Jeśli (What-If) i różnego rodzaju audyty oraz takich metod identyfikacji jak [8, 11, 12]:

- analiza rodzajów i skutków uszkodzeń – FMEA (Failure Modes and Effects Analysis),
- metoda drzewa zdarzeń – ET (Event Tree),
- metoda drzewa uszkodzeń (błędów) – FTA (Fault Tree Analysis).

Uwzględniając współczesne tendencje rozwojowe, w procesach wytwarzania energii, oczywistym jest naturalna konieczność rozwoju i większe doprecyzowanie metod diagnostycznych, a w efekcie otrzymywanie wyników będących podstawą do tworzenia baz i historii zdarzeń, a tym samym podejmowania trafnych i wiarygodnych decyzji eksploatacyjnych

W praktyce eksploatacji statku mają miejsce przekroczenia wymaganej liczby godzin pracy maszyny do kolejnego przeglądu, bez negatywnych skutków eksploatacyjnych. Ponieważ wymagania Konwencji (w tym Critical Equipment, Ship Oil Pollution Emergency Plan) dotyczą sprawności ruchowej, zatem możliwe jest wydłużenie

terminów obsługi niektórych mechanizmów, zachowując ich przydatność do użytkowania w eksploatacji. W konsekwencji przyjęta i realizowana strategia utrzymania elementów układu energetycznego statku jest kompilacją strategii wg stanu technicznego (CBM), planowo-zapobiegawczej (PPM), ukierunkowanej na niezawodność (RCM), resursu technicznego i wg. czasu (TBM), która powinna być zorientowana na bezpieczeństwo, z zastosowaniem metod analizy ryzyka [1, 2, 8, 12].

Trudności i ograniczenia związane z wdrożeniem strategii według ryzyka RBM (ang. Risk Based Maintenance), powodują konieczność oparcia analizy ryzyka na wiedzy i doświadczeniu eksploatacyjnym personelu załóg statków morskich. Fakt ten prowadzi do zastosowania eksperckiej metody (delfickiej) oceny ryzyka technicznego.

Potrzeba przedłużenia czasu pracy między naprawami jest racjonalnie uzasadniona nie tylko w przypadku strategii planowo-zapobiegawczej (PPM), jak również w większości pozostałych strategii. Praktyka eksploatacji elementów układu energetycznego statku narzuca konieczność takiego postępowania dla realizacji nadrzędnych celów wykonywanego zadania transportowego. Wówczas niezbędne jest oszacowanie i analiza niezawodności lub zawodności, rozpatrywanego obiektu (silnika, urządzenia), a w tym na przykład prawdopodobieństwa $P_i(t)$ określonego zdarzenia A_i . Wykorzystywane są wówczas głównie modele niezawodnościowe. Do bezpośredniego szacowania prawdopodobieństwa $P_i(t)$, a także innych zdarzeń – uwzględnionych w modelach wykorzystujących metody drzew, mogą być stosowane metody statystyczne, opierające się na wynikach badań eksperymentalnych oraz metody eksperckie. Metody statystyczne mogą być stosowane tylko wówczas, gdy dane o zajściach rozważanych zdarzeń są dokumentowane i archiwizowane. Metody eksperckie nie wymagają takich danych. Oparte są one na opiniach ekspertów o prawdopodobieństwie zajścia określonego zdarzenia w określonym czasie. Opinie ekspertów mogą być wyrażane w różnej formie i uzyskiwane na przykład przy użyciu specjalnie przygotowanych ankiet. Trafność oszacowań będzie tym większa im większa liczba ekspertów uczestniczy w badaniach [3].

2.6 BADANIA MOŻLIWOŚCI WSPOMAGANIA ZARZĄDZANIA UTRZYMANIEM ELEMENTÓW UKŁADU ENERGETYCZNEGO Z OCENĄ RYZYKA METODĄ EKSPERCKĄ

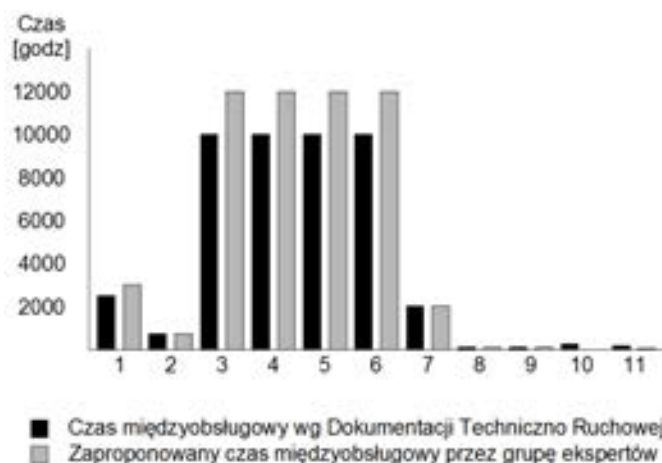
Dla potrzeb zarządzania utrzymaniem elementów układu energetycznego statków, rozpatrzono metodą ekspercką procedury eksploatacyjne dotyczące możliwości wydłużenia czasów pomiędzy obsługami profilaktycznymi silników głównych statków typu RO-RO, eksploatowanych na Morzu Bałtyckim, a ich wyniki przedstawiono w pracy [3]. Statki na których prowadzono badania wyposażone były w dwa niezależne zespoły prądotwórcze, składające się z silnika typu YANMAR M200 AL.-EN X o mocy efektywnej 800 kW oraz prądnicy. Jest to czterosuwowy, szybkoobrotowy silnik o zapłonie samoczynnym, z chłodnicą powietrza doładowującego, bezwodzikowy, z bezpośrednim wtryskiem paliwa.

Silniki te na badanych jednostkach pracują podczas postoju statku w porcie, na kotwicy, podczas manewrowania statkiem oraz w sytuacjach wyjątkowych w trakcie trwania podróży morskiej. Podczas normalnych warunków eksploatacji statku, w trakcie trwania podróży morskiej energię elektryczną dostarczają dwie prądnice wałowe.

W okresie objętym badaniami silniki pomocnicze obsługiwało 60 oficerów mechaników. Wyniki badań eksperckich dotyczących silników pomocniczych zamieszczono w tabeli 2.1, natomiast na rys. 2.1 przedstawiono je graficznie.

Tabela 2.1 Zestawienie wyników badań eksperckich silników pomocniczych

Rodzaj obsługi	Czasy międzyobsługowe wg DTR [h]	Czasy międzyobsługowe proponowane [h]
1. Wymiana wtryskiwacza	2500	3000
2. Pomiar ciśnienia spalania	Co 30 dni	Co 30 dni
3. Pomiar luzów w rowkach pierścieni tłokowych	10000	12000
4. Pomiar pierścieni tłokowych	10000	12000
5. Kontrola owaliz. tulei cylindrowej	10000	12000
6. Pomiar tulei cylindrowej	10000	12000
7. Inspekcja karteru	Co 12 tygodni	Co 12 tygodni
8. Przemycanie kanałów przepływowych sprężarki	120	120
9. Przemycanie kanałów przepływowych turbiny	120	120
10. Wymiana oleju w układzie turbosprężarki	Co 10 dni	wg potrzeby
11. Płukanie chłodnicy powietrza doładowania	Co 7 dni	Co 3 dni



Rys. 2.1 Wyniki badań eksperckich silników pomocniczych

- 1 – Wymiana wtryskiwacza; 2 – Pomiar ciśnienia spalania;
 3 – Pomiar luzów w rowkach pierścieni tłokowych; 4 – Pomiar pierścieni tłokowych;
 5 – Kontrola owalizacji tulei cylindrowej; 6 – Pomiar tulei cylindrowej; 7 – Inspekcja karteru;
 8 – Przemycanie kanałów przepływowych sprężarki; 9 – Przemycanie kanałów przepływowych turbiny;
 10 – Wymiana oleju w układzie turbosprężarki; 11 – Płukanie chłodnicy powietrza doładowania

W odniesieniu do silników pomocniczych ankietowani wyrazili akceptację dla następujących modyfikacji czasu między obsługowego:

- wydłużenie z 2500 godzin do 3000 godzin między obsługowego czas pracy wtryskiwaczy – 75% ekspertów,
- 85% ankietowanych zgodziło się na wydłużenie czasu pracy układu korbowo tłokowego o 20%. Większość ekspertów uważała, że stan układu pozwala na dalszą eksploatację o kolejne 2000 godzin bez znacznego wzrostu ryzyka awarii,
- według ponad 90% ankietowanych, terminy obsługi profilaktycznych turbosprężarki powinny zostać zachowane, podobnie jak w turbosprężarkach silników głównych. Fakt ten uzasadniano wysokimi prędkościami obrotowymi zespołu wirnikowego turbosprężarki.

Powyższą opinię potwierdziło ponad 90% ankietowanych. Kontrola parametrów pracy silnika zespołu prądotwórczego powinna pozostać bez zmian według około 92% procent ekspertów. Uważają oni, że wydłużony czas pracy niektórych elementów silnika powinien być kontrolowany przez monitorowanie parametrów stanu pracy silnika, indykowanie silnika oraz różnego rodzaju inspekcje dodatkowe.

Walidację otrzymanych wyników badania eksperckiego przeprowadzono na wybranym statku typu RO-RO o nośności 6764 DTW i prędkości kontraktowej 19 węzłów, zbudowanym w 1993 roku w holenderskiej stoczni Van der Giessen-de Noord. Statek eksploatowany na Morzu Bałtyckim pod nadzorem Germanischer Lloyd w roku 2006 przeszedł remont główny połączony z klasowym. Eksploatacja układu energetycznego tego statku jak i wyniki remontu potwierdziły możliwość wdrożenia otrzymanych drogą badań eksperckich propozycji wydłużania czasu między obsługowego, co może być istotnym narzędziem w zarządzaniu utrzymaniem układu energetycznego statku.

PODSUMOWANIE

Pojęcie statku absolutnie bezpiecznego jak dotychczas pozostaje nadal określeniem otwartym i jest przedmiotem programowych prac Towarzystw Klasyfikacyjnych i Międzynarodowej Organizacji Morskiej (IMO) [9]. Fakt ten wynika z braku możliwości jednoznacznego zdefiniowania zdeterminowanych zagrożeń eksploatacyjnych statku morskiego, jak również braku definicji bezpiecznego i efektywnego użytkowania statku określonego rodzaju (masowce, kontenerowce, zbiornikowce itp.). Jest ono uzależnione od projektowych założeń konstrukcyjnych, obarczonych pewną nieokreślonością rozwiązań konstrukcyjnych przyjętych w procesie projektowania i wytwarzania statku oraz losowym oddziaływaniem warunków hydrometeorologicznych w akwenie pływania, sposobu eksploatacji statku i kompetencji, doświadczeń oraz przyzwyczajzeń załogi [1, 2, 3].

W dotychczas stosowanych strategiach utrzymania elementów układów energetycznych statków morskich analiza ryzyka nie stanowiła wsparcia w podejmowaniu decyzji eksploatacyjnych. Nie pozwalał na to realny poziom

technologii systemów monitorowania i archiwizacji zasobów danych z procesu eksploatacji.

Współczesna eksploatacja układów energetycznych jednostek pływających jest procesem coraz dokładniej monitorowanym. Pozwalają na to współczesne systemy nadzoru, pomiarowe, rejestracji i archiwizowania danych, szybsze i zminiaturyzowane komputery oraz uniwersalne i otwarte oprogramowanie. Zgromadzone dane stają się cennym zasobem informacji a ich identyfikacja i analiza pozwala na racjonalizację zarządzania procesem eksploatacji.

Dysponując zaawansowanym systemem monitorowania i archiwizacji procesu eksploatacji można będzie zwiększyć wiarygodność szacowania niezawodności elementów układu energetycznego statku z wykorzystaniem drzewa zdarzeń – ET (Event Tree) lub drzewa uszkodzeń – FTA (Faulier Tree Analysis). Wówczas zarządzanie, np. między innymi optymalizacją czasów pomiędzy obsługami profilaktycznymi będzie mogło być elementem zarządzania utrzymaniem, opartym na bieżącej analizie stanu technicznego CBM (ang. Condition Based Maintenance) z uwzględnieniem oceny ryzyka, w tym metodą ekspercką.

LITERATURA

- 1 Adamkiewicz A., Burnos A.: Influence of maintenance strategies on the reliability of gas turbines in power systems of floating production, storage and offloading units (FPSO). Technicka Diagnostika, Z1, Rocnik XVIII 2009, CD. 28-th International scientific conference DIAGO@ 2009. Technical diagnostics of machines and Manufacturing equipment. Vysoká škola báňská-Technická Univerzita Ostrava. Asociace Technických Diagnostiků České Republiky, o.s., Ostrava, Rožnov pod Radhoštěm, 27-28. January 2009.
- 2 Adamkiewicz A., Burnos A.: Utrzymanie turbinowych silników spalinowych na jednostkach typu FPSO. Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej 2009, 178 A, str. 9-20.
- 3 Adamkiewicz A., Fydrych J.: Application Of Risk Analysis In Maintenance Of Ship Power System Elements. Scientific Journals Maritime University of Szczecin, Szczecin 2013, 36(108) z.2, pp. 5-12, ISSN 1733-8670.
- 4 Adamkiewicz A., Zeńczak W.: LNG As An Ecological Fuel For Sea- Going Vessels. Paper 20. Symposium Nutzung Regenerativer Energiequellen Und Wasserstofftechnik Stralsund, 7.-9. November 2013, Fachhochschule Stralsund.
- 5 Chybowski L.: Safety criterion in assessing the importance of an element in the complex technological system reliability structure. Management Systems in Production Engineering 2012, Nr 1/(5), PL ISSN 2299-0461.
- 6 Maintenance Reminder System. Program monitorujący eksploatację jednostki badanej. Program autorski Euroafrica Shipping Lines Ltd.
- 7 Mobley R. i inni: Maintenance Engineering Handbook. Seventh Edition, The McGraw-Hill Companies 2008.

- 8 Modarres M. i inni: Reliability engineering and risk analysis. Marcel Dekker. New York 1999.
- 9 Ramęda H.: Zarządzanie bezpieczeństwem statku. Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny, Wydział Techniki Morskiej, Szczecin 2009.
- 10 Raport techniczny Nr RT - 95/T - 01 Niezawodność okrętowych siłowni spalinowych sformułowanie problemu i propozycja jego rozwiązania. Centrum Techniki Okrętowej, Gdańsk 1995.
- 11 Rusin A.: Awaryjność, niezawodność i ryzyko techniczne w energetyce ciepłej. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008.
- 12 Szopa T.: Niezawodność i bezpieczeństwo, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
- 13 Trzeszczyński J. i inni: Analiza ryzyka jako wsparcie utrzymania stanu technicznego urządzeń ciepłno-mechanicznych elektrowni. Energetyka, czerwiec 2012. www.energetyka.eu, str. 23-29.

ZARZĄDZANIE UTRZYMANIEM UKŁADÓW ENERGETYCZNYCH STATKÓW MORSKICH WSPOMAGANE ANALIZĄ RYZYKA

Streszczenie: W artykule przedstawiono złożoność utrzymania elementów układu energetycznego statku w aspekcie zapewnienia bezpieczeństwa jego eksploatacji. Pokazano możliwe strategie utrzymania, wskazując najczęściej stosowane w okrętownictwie i uzasadniono ich stosowanie. Przedstawiono czynniki ograniczające stosowanie strategii utrzymania wykazując niedostateczne wykorzystanie w tym zakresie analizy ryzyka. Omówiono uwarunkowania formalno- prawne zarządzania utrzymaniem, w tym współcześnie obowiązujące w tym zakresie przepisy ochrony środowiska morskiego. Rozpoznano metody identyfikacji zagrożeń elementów układu energetycznego statku, wskazując na przydatność do tego metody eksperckiej. Przedstawiono wyniki badań przedłużania okresów między obsługowych silników zespołów prądotwórczych eksploatowanych na statkach typu ro-ro, potwierdzających przydatność metody we wspomaganiu zarządzania utrzymaniem układu energetycznego statku.

Słowa kluczowe: Utrzymanie stanu, układ energetyczny, statek, okresy między obsługowe, ryzyko techniczne

MAINTENANCE MANAGEMENT OF MARINE POWER SYSTEMS SUPPORTED BY RISK ANALYSIS

Abstract: This article presents the complexity of maintenance of ship power system elements with a view to ensuring its safe operation. Possible maintenance strategies have been shown, indicating those which are most frequently used on ships and their application has been justified. Factors limiting application of maintenance strategies have been listed while indicating insufficient use of risk analysis. Formal and legal aspects of maintenance management have been discussed including the regulations on maritime environment protection which are presently in force. Methods of risk identification of ship power system elements have been studied pointing at the feasibility of the Expert Method. The results of studies on the extension of periods between overhauls of current generating units of engines operating on Ro-Ro type ships have been shown and they confirm that the Method is useful at supporting the management of maintenance of a ship power system.

Key words: Condition maintenance, power system, vessel, periods between overhauls, technical risk

dr hab. inż. Andrzej ADAMKIEWICZ, prof. AM
Akademia Morska w Szczecinie
Wydział Mechaniczny
Katedra Diagnostyki i Remontów Maszyn
ul. Podgórna 51/53, 70-205 Szczecin
e-mail: A.Adamkiewicz@am.szczecin.pl

3

SYSTEM EMAS JAKO STYMULATOR INNOWACJI ŚRODOWISKOWYCH W PRZEDSIĘBIORSTWIE

3.1 WSTĘP

Działania podejmowane przez społeczności międzynarodowe zmierzające do operacjonalizacji paradygmatu rozwoju zrównoważonego na poziomie przedsiębiorstw jak i rosnące proekologiczne oczekiwania konsumentów wobec liderów rynku wymuszają na „przodujących” jednostkach gospodarczych systematyczne poszukiwania i wdrażania rozwiązań innowacyjnych, przy jednoczesnym ograniczaniu negatywnej presji na środowisko. Innowacjami, które integrują i realizują te obydwie zewnętrzne oczekiwania wobec przedsiębiorstwa są innowacje nazywane w literaturze przedmiotu innowacjami środowiskowymi. Przedsiębiorstwo wdrażając je do swojej praktyki funkcjonowania nie tylko poprawia własną pozycję konkurencyjną, ale i polepsza warunki życia mieszkańców w wyniku ograniczania zanieczyszczenia środowiska.

Dlatego kluczową sprawą stają się poszukiwanie, także wewnętrznych (endogenicznych) czynników stymulujących ich systematyczne wdrożenia a więc takich, które podnoszą środowiskową innowacyjność jednostek gospodarczych. Stąd też, w niniejszym artykule podjęto rozważania na temat potencjalnej roli proekologicznego systemu zarządzania przedsiębiorstwem standardu EMAS, w stymulowaniu wdrożeń innowacji o charakterze środowiskowym w przedsiębiorstwie. Roli wynikającej z konstrukcji tego systemu, która opiera się na dobrowolnym zobowiązaniu do ciągłej poprawy istotnych, środowiskowych aspektów funkcjonowania.

3.2 OD INNOWACJI DO INNOWACJI ŚRODOWISKOWYCH

Rozpoczynając rozważania na temat roli systemu EMAS w stymulowaniu innowacji środowiskowych w przedsiębiorstwie warto najpierw zdefiniować samo pojęcie innowacja oraz innowacja środowiskowa. W literaturze przedmiotu po raz pierwszy w pełni pojęcie innowacji zdefiniował Joseph Schumpeter [5]. Wg niego innowacja, będąca ważnym aspektem działalności gospodarczej to zmiana technologiczna w produkcji towarów już używanych, otwarcie nowych rynków i nowych źródeł zaopatrzenia, tayloryzacja produkcji, usprawnienie gospodarki materiałami, otwarcie nowych przedsiębiorstw, krótko mówiąc: robienie czegoś inaczej [7]. Tabela 3.1 pokazuje genezę tego pojęcia i różny sposób jego definiowania w literaturze przedmiotu na przestrzeni ostatnich kilkadziesiąt lat.

Tabela 3.1 Definicje pojęcia „innowacja”

Autorzy	Definicja pojęcia „innowacja”
J.A. Schumpeter (1960)	Innowacja to istotna zmiana funkcji produkcji, która polega na odmiennym, niż uprzednio kombinowaniu (łączeniu) ze sobą czynników produkcji. Wprowadzanie do produkcji nowych lub udoskonalenie istniejących wyrobów, metody wytwarzania, stworzenie nowego rynku, zastosowanie nowej formy sprzedaży lub zakupów istniejących wyrobów, zastosowanie nowych surowców lub półfabrykatów, wprowadzenie nowej organizacji procesów.
P.F. Drucker (1968)	Zmiany produktu, zmiany w zakresie marketingu, oferowanej ceny, usług dla klienta czy też zmiany w organizacji i metodach zarządzania nią.
S. Mayers i D.G. Marquis (1969)	Przez innowację rozumie się komercyjne wykorzystanie wynalazku. Zaś wynalazek jest elementem procesu innowacyjnego.
W. Spruch (1976)	Nowość absolutna – nowość w skali światowej, nieposiadająca pierwowzoru i będąca najczęściej wynikiem prac badawczo-rozwojowych.
Ch. Freeman (1982)	Pierwsze handlowe zastosowanie wynalazku, nowego produktu, procesu lub urządzenia.
T. Machiba, K. Olsen Podręcznik Frascati OECD (1993)	Innowacja w zakresie nauki i techniki jest procesem przekształcania danej koncepcji w nowy lub udoskonalony produkt wprowadzany na rynek, w nowy lub udoskonalony proces operacyjny wykorzystywany w przemyśle i handlu lub też nowe podejście do świadczenia usług na rzecz społeczeństwa.
Ph. Kotler (1994)	Innowacja odnosi się do jakiegokolwiek dobra, usługi lub pomysłu, który jest postrzegany przez kogoś jako nowy. Pomysł może istnieć od dawna, ale stanowi innowację dla osoby, która go postrzega jako nowy.
Oslo Manual (1997)	Wprowadzenie nowych lub istotnie zmienionych (ulepszonych, zmodernizowanych) wyrobów (produktów materialnych oraz usług), procesów lub rozwiązań w zakresie organizacji i zarządzania.
T. Sztucki (1998)	Innowacją jest każda idea, postępowanie lub rzecz, która jest nowa, ponieważ jest odmienna od dotychczasowych. Przekształcanie innowacji w produkty i działania rynkowe to rozpoczynanie czegoś całkowicie nowego, podejmowanie skomplikowanej działalności o wysokim stopniu ryzyka i niepewności.
A. Hargadon i R.I. Sutton (2000)	Efekt wymiany wiedzy z różnych obszarów, która następnie integrowana jest w nowy, odmienny sposób, w wyniku czego powstają nowe produkty materialne.
A. Aftach (2003)	Każda zmiana, która jest nowa w stosunku do rozwiązań przyjętych w danej firmie.
P. Hildreth i C. Kimble (2004)	Efekt wymiany wiedzy z różnych obszarów, która następnie integrowana jest w nowy, odmienny sposób, w wyniku czego powstają nowe produkty materialne.
P. Trott (2005)	Innowacja składa się z koncepcji teoretycznej oraz wynalazku technicznego, który później zostaje wprowadzany na rynek.
Oslo Manual (2005)	Innowacja to wdrożenie nowego lub znacząco udoskonalonego produktu lub procesu, nowej metody marketingowej lub nowej metody organizacyjnej w praktyce gospodarczej, organizacji miejsca pracy lub stosunkach z otoczeniem.
A. Lamparska (2005)	Świadoma modyfikacja lub zmiana wyrobu, procesu, organizacji i sposobu zarządzania, będąca dla danego przedsiębiorstwa nowością.
W. Janasz (2007)	Innowacja sensu largo to każda zmiana w produkcji polegająca na przyswajaniu uzyskanej wiedzy. Natomiast sensu stricto to zmiana w metodach wytwarzania i produktach bazująca na nowej lub niewykorzystywanej dotychczas wiedzy.

Źródło: [6]

Innowacja środowiskowa (innowacja ekologiczna) natomiast syntetycznie rzecz ujmując to innowacja, której podstawowym celem jest zmniejszenie negatywnego oddziaływania przedsiębiorstwa na środowisko. Jako pierwsi pojęcie to zdefiniowali w 1996 roku Claude Fusler i Peter James w książce pt. *Driving Eco-innovation*. Autorów tych można zatem uznać za ojców pojęcia innowacji środowiskowej. Opisałi oni ekoinnowacje jako nowe produkty i procesy, które dostarczają wartości dla klientów i biznesu, a jednocześnie przyczyniają się do zmniejszenia negatywnego wpływu na środowisko [4].

Także, w późniejszych pozycjach literatury przedmiotu odnaleźć można wiele definicji tego pojęcia. I tak wg M. Carley i P. Spapens innowacja ekologiczna to zamierzone postępowanie cechujące się przedsiębiorczością, obejmujące etap projektowania produktu i zintegrowane zarządzanie nimi w ciągu jego cyklu życia, które przyczynia się do proekologicznego unowocześnienia społeczeństw epoki przemysłowej dzięki uwzględnieniu problemów ekologicznych przy opracowywaniu produktów i związanych z nimi procesów. Ekoinnowacje prowadzą do zintegrowanych rozwiązań mających na celu zmniejszenie nakładów zasobów i energii, jednocześnie podnosząc jakość produktu lub usługi [2].

Natomiast wg M. Dąbrowskiej ekoinnowacje oznaczają wszelkie formy działań innowacyjnych mające na celu znaczące polepszenie ochrony środowiska. Ekoinnowacje obejmują nowe procesy produkcyjne, nowe produkty lub usługi, nowe metody biznesowe i zarządcze, których implementacja będzie sprzyjać ochronie środowiska lub znacznie zmniejszy zagrożenia względem środowiska oraz zmniejszy negatywne skutki zużycia surowców [3]. Ekoinnowację podobnie zdefiniował K. Rennings. Uważał on, iż pod pojęciem innowacji ekologicznych kryją się wszystkie działania istotnych podmiotów (przedsiębiorstw, polityków, zrzeszeń, kościołów, gospodarstw domowych), dzięki którym są inicjowane, stosowane i wdrażane nowe pomysły i sposoby zachowania, procesy produkcji i produkty oraz chronione jest środowisko lub wspomagany jest ekologiczny wymiar rozwoju zrównoważonego [12].

3.3 ROZWÓJ SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA ŚRODOWISKOWEGO – OD BS 7750 DO EMAS

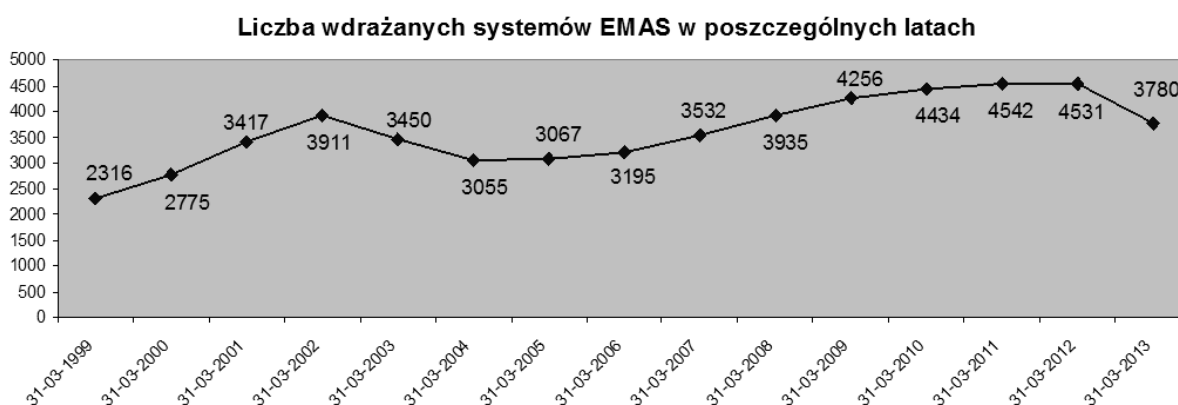
Pierwszym kompleksowym systemem zarządzania środowiskowego, który jest uważany za „matkę” systemów ISO14001 a potem EMAS był brytyjski system BS 7750 [16]. Brytyjski Instytut Normalizacji opracował normy związane z BS 7750 w roku 1992 r., i zmodyfikował je dwa lata później [9]. Opublikowanie tych norm umożliwiło po raz pierwszy oficjalne certyfikowanie systemu. Normy te były wykorzystywane przez firmy z wielu innych krajach, do momentu opracowania standardów o charakterze międzynarodowym: norm z serii ISO 1400 oraz EMAS, do powstania których wykorzystano rozwiązania wypracowane w normie brytyjskiej [10]. Nakładała ona obowiązek stałej poprawy działania na rzecz środowiska oraz podania do publicznej wiadomości polityki oraz celów organizacji wobec środowiska [17].

Podstawowe wymagania tej normy obejmują [11]:

- 1) System zarządzania ochroną środowiska,
- 2) Politykę ochrony środowiska,
- 3) Organizację i personel,
- 4) Efekty ochrony środowiska,
- 5) Cele i zamierzenia ochrony środowiska,
- 6) Program ochrony środowiska,
- 7) Księgę zarządzania ochroną środowiska i dokumentację,
- 8) Kontrolę operacyjną,
- 9) Rejestry danych z zarządzania ochroną środowiska,
- 10) Audyty systemu zarządzania ochroną środowiska,
- 11) Przeglądy systemu zarządzania ochroną środowiska.

Systemem, który pojawił się w roku 1996 r. był system ISO 14001. Był to standard o zasięgu globalnym, przygotowany przez Międzynarodową organizację Standaryzacyjną (ang. International Organization for Standardization, ISO). Była to pierwsza z serii norm, która umożliwiała certyfikację systemu zarządzania środowiskowego przeprowadzaną przez niezależną jednostkę zewnętrzną. W pozostałych normach z tej serii zawarte były jedynie wskazówki, mające na celu pomoc organizacjom we wdrażaniu efektywnego systemu zarządzania środowiskowego. Na chwilę obecną wymagania co do systemu zarządzania środowiskowego dotyczące normy ISO 14001 są w zasadzie tożsame z wymaganiami zawartymi w standardzie EMAS [10].

System ekzarządzania i audytu (ang. Eco-Management and Audit Scheme, EMAS) to pierwszy europejski standard o charakterze i zasięgu międzynarodowym. Jak obie wcześniej wymienione normy tak i system EMAS dotyczył tworzenia systemu zarządzania środowiskowego. Standard ten został opublikowany w 1993r. w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1836/1993, które dopuszczało dobrowolny udział organizacji z sektora przemysłowego w europejskim systemie ekzarządzania i audytu [10].



Rys. 3.1 Liczba wdrażanych systemów EMAS w poszczególnych latach (31.03.2013)

Źródło: [14]

Komisja Europejska zajmuje się zbieraniem i analizą danych o wdrożeniach systemu EMAS w Unii Europejskiej. Ja zauważają Słoniniec i Świtłała (2013) z analizy

tych danych „wynika, że do końca pierwszego kwartału 2013 roku już 3780 organizacji zdecydowało się wdrożyć system EMAS. Niekwestionowanym liderem w zakresie wdrażania systemu są Włochy, gdzie dokonano prawie 1/3 wszystkich rejestracji. Na drugim miejscu znajduje się Hiszpania, gdzie wdrożono co 4 system. Niemcy zajmują w rankingu trzecie miejsce (22%). W porównaniu z innymi członkami Unii Europejskiej Polska Zajmuje 12 miejsce” [14]. Rys. 3.1 przedstawia liczbę wdrożeń tego systemu w ostatnich 16 latach.

Warto dodać w tym miejscu, że w Polsce w chwili obecnej system EMAS wdrożyło 451 organizacji co na okres całej ostatniej dekady wydaje się liczbą niewielką [18]. Zmierzając do analizy wpływu systemu EMAS na działalność innowacyjną przedsiębiorstw, które zdecydowały się go wdrożyć należy podkreślić, że z jednej strony w odniesieniu do definicji pojęcia innowacja, zawartych w literaturze przedmiotu bez wątplenia ten system należy uznać „sam w sobie” jak „innowację ekologiczną” o charakterze organizacyjnym. Jednocześnie ważna zasada działania tego systemu jaką jest „zasada ciągłego doskonalenia aspektów środowiskowych działalności” „podpowiada”, iż może on stanowić podstawowy czynnik kreowania kolejnych „wtórnych” rozwiązań ekoinnowacyjnych w przedsiębiorstwie które ten system wdrożyło.

3.4 CIĄGŁE DOSKONALENIE JAK WAŻNY CZYNNIK STYMULOWANIA INNOWACJI ŚRODOWISKOWYCH W PRZEDSIĘBIORSTWIE

Doktor W. Edwards Deming, amerykański matematyk i statystyk, autor filozofii zarządzania przez jakość po raz pierwszy zasłynął w Japonii, gdzie w roku 1940 pomagał władzom przy spisie ludności. Zachęcony odniesionym sukcesem, jakim było „uzyskanie znacznego wzrostu wydajności oraz obniżenie kosztów prac statystycznych” [1]. Deming podjął się próby odbudowy Japońskiego przemysłu, prowadząc kursy szkoleniowe dla dyrektorów kluczowych w japońskiej gospodarce firm. Okrzyknięty mianem „ojca trzeciej fali przemysłowej” stopniowo zyskiwał coraz szersze grono zwolenników swojej koncepcji „ciągłego doskonalenia” [1]. W swoich przemówieniach Deming opierał się na cyklu Shewharta, prekursora wiedzy o zarządzaniu jakością, który koncentrował się na procesie produkcyjnym [8]. Shewhart twierdził, że aby zarządzanie jakością w sektorze produkcji mogło być skuteczne, niezbędne jest wykrywanie i usuwanie czynników, które systematycznie zakłócają przebieg procesu technologicznego. Dzięki takiemu podejściu zrozumiano, jak ważne jest wykrywanie zakłóceń i że dzięki ich usuwaniu można lepiej kontrolować cały proces, prognozując jego kolejny etap. Takie przewidywanie pozwala w znacznym stopniu zmniejszyć ryzyko niekontrolowanego zwiększenia kosztów prowadzenia przedsiębiorstwa [1].

Cykl Shewharta, który przedstawia rys. 3.2, skupia się na ciągłym doskonaleniu wszelkiego rodzaju produktów lub procesów, a złożony jest z czterech etapów [8]. W pierwszym etapie należy skupić się na wykryciu systematycznych zakłóceń procesu produkcyjnego. Następnie należy zidentyfikować przyczyny tych zakłóceń i pomyśleć o możliwości zastosowania korekt. W trzecim etapie sprawdza się, czy dana korekta jest skuteczna. Jeśli wyniki są zadowalające, to w czwartym etapie procesu należy dokonać

korekty procesu. Istotne w cyklu Shewharta jest dostrzeżenie sprzężeń zwrotnych, które funkcjonują wyłącznie w ramach etapu produkcyjnego [8]. Oznacza to, że koncepcja nie skupia się na innych działach ani aspektach i sprawdzi się wyłącznie w przedsiębiorstwie produkcyjnym.



Rys. 3.2 Cykl Shewharta

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [8]

Deming wiedział, że ciągłe stymulowanie procesu doskonalenia jest niezbędne aby osiągnąć sukces. Twierdził, iż nie powinno się skupiać wyłącznie na produkcji, a należy wprowadzać zmiany i innowacje we wszystkich strefach przedsiębiorstwa [1]. Za niezbędne uznał m.in. zwrócenie uwagi na styl zarządzania kadry kierowniczej i jej podejście do pracownika [1]. To właśnie najwyższy szczebel kierownictwa powinien ponosić odpowiedzialność za efekt końcowy, a pracownikami zarządzać tak, by wiedzieli oni jak poprawnie wykonywać powierzone zadania [15]. Przedsiębiorstwo nie może być skupione wyłącznie na dniu dzisiejszym, kierownictwo musi patrzeć w przyszłość i skupić się na kliencie - „ostatecznym weryfikatorze” [13]. Bazując więc na zaczerpniętych od Shewharta działaniach korekcyjnych oraz związkach przyczynowo skutkowych, zmodyfikował on jego cykl w taki sposób, aby ten dotyczył nie tylko działu produkcji, ale wszystkich działów w przedsiębiorstwie [8, 13]. Jego koncepcję przedstawia tzw. cykl PDCA.

Deming również wyróżnił 4 etapy cyklu (rys. 3.3) [13]. Na poziomie planowania (ang. Plan) przygotowuje się odpowiednie dokumenty oraz określa sposób działania, który doprowadzi do postawionych celów. Działanie (ang. Do) to wykonywanie zaplanowanych czynności oraz gromadzenie informacji o postępach prowadzonych działań. Sprawdzanie (ang. Check) polega na kontrolowaniu i badaniu wyników realizacji działań w odniesieniu do sporządzonego wcześniej planu. Działanie (ang. Act) to realizowanie przedsięwzięcia. Istotne jest to, że cykl jest nieprzerwaną sekwencją działań udoskonalone procesy zawiera się w kolejnym planie, a zdobyte doświadczenia wykorzystywane są w kolejnym cyklu. W odróżnieniu od cyklu Shewharta istnieje sprzężenie zwrotne z rynkiem, a nie wyłącznie w ramach układu produkcyjnego [8].

Znając mechanizm działania cyklu ciągłego doskonalenia można stwierdzić, że jego stosowanie ściśle wiąże się z innowacyjnością. Cytując Shumpetera innowacja to istotna zmiana funkcji produkcji (...) lub udoskonalenie istniejących wyrobów, a wg Manuala

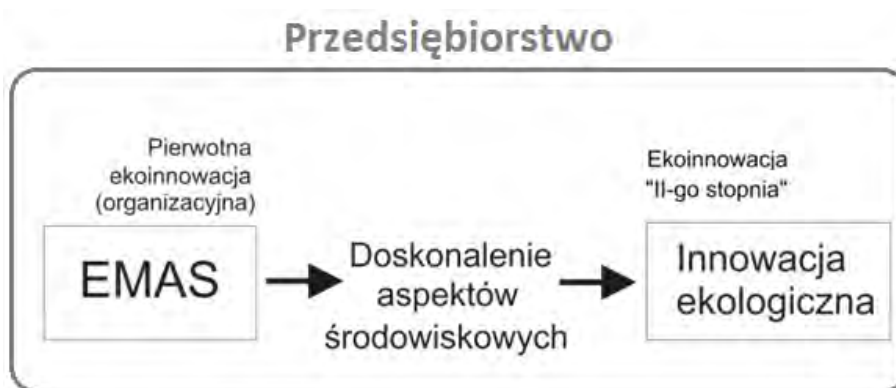
jest to wprowadzenie (...) istotnie zmienionych (ulepszonych, zmodernizowanych) wyrobów [6]. Udoskonalony produkt lub proces można więc z definicji uznać za innowacyjny. Można również stwierdzić, że skoro przedsiębiorstwo stosuje się do koncepcji Deminga to poprzez systematyczne wprowadzanie zmian samoistnie staje się coraz bardziej innowacyjne, nie tylko pod kątem wytwarzanych produktów ale także samego funkcjonowania.



Rys. 3.3 Cykl PDCA

Źródło: [15]

W przypadku zaś wdrożenia systemu EMAS również opartego o filozofię ciągłego doskonalenia, to po jego wdrożeniu przedsiębiorstwo „skupia” cykl ciągłej poprawy w kierunku doskonalenia istotnych aspektów środowiskowych funkcjonowania (patrz: rys. 3.4). Bez wątpliwości powinno to skutkować późniejszymi wdrożeniami innowacji środowiskowych w różnych obszarach „działania” przedsiębiorstwa. Dlatego to właśnie w tym aspekcie za czynnik determinujący przyszłe ekoinnowacje należy uznać pojawiającą się w przedsiębiorstwie potrzebę do czynienia ciągłej poprawy relacji przedsiębiorstwo- środowisko.



Rys. 3.4 System EMAS jako stimulator innowacji środowiskowych w przedsiębiorstwie

PODSUMOWANIE

Zmierzając do końca rozważań na temat roli systemu EMAS w stymulowaniu wdrożeń innowacji środowiskowych w przedsiębiorstwie należy stwierdzić, iż system

ten z całą pewnością posiada duży potencjał determinujący tego rodzaju wdrożenia w firmach, które stosują go w praktyce. Wynika to przede wszystkim z filozofii, o którą oparta jest jego konstrukcja, mającej swe źródło w zaprezentowanym w niniejszym artykule cyklu Deming'a. Przedsiębiorstwo wdrażając system EMAS zobowiązuje się do czynienia ciągłej poprawy istotnych aspektów środowiskowych funkcjonowania, stąd przyszłe pojawianie się innowacji w obszarze ochrony środowiska (środowiskowych) o różnym charakterze (procesowych, organizacyjnych, produktowych, marketingowych, w kontaktach z otoczeniem) jest niejako jego „naturalnym” skutkiem. Należy podkreślić, że sama charakterystyka, wymuszonego w skutek wdrożenia tego systemu, ciągłego cyklu poprawy powinna także skutkować takim samym tj. cyklicznym wdrażaniem kolejnych innowacji (drugiego stopnia). Stąd system ten stanowić może element nie tylko poprawiający oddziaływanie przedsiębiorstwa na środowisko ale i instrument poprawy jego innowacyjności, rozumianej jako zdolność do systematycznego wdrażania innowacji.

LITERATURA

- 1 Bank J.: Zarządzanie przez jakość. Wydawnictwo Felberg SJA, Warszawa 1999, s. 70-78.
- 2 Carley M., Spapens P.: Dzielenie się światem, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Białystok- Warszawa 2000, s. 157.
- 3 Dąbrowska M.: Ekoinnowacje, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2008, s. 8-9.
- 4 Fusler C., James P.: Driving Eco-innovation: a breakthrough discipline for innovation and sustainability, Pitman Publishing, London 1996.
- 5 Graczyk M.: Dobre praktyki środowiskowe jako stymulatory innowacyjności w regionie, Zielona Góra 2008, s. 10.
- 6 Graczyk M., Kaźmierczak-Piwko L.: Uwarunkowania dla tworzenia wiedzy i innowacji ekologicznych w przedsiębiorstwie. Studia i Materiały Polskiego Towarzystwa Zarządzania Wiedzą, Bydgoszcz 2011, s. 113.
- 7 Graczyk M. za: Nowak- Far A.: Globalna konkurencja, PWN, Warszawa 2000, s. 20.
- 8 Iwasiewicz A.: Zarządzanie jakością., Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Kraków 1999, s. 77, 94-95.
- 9 Kaźmierczak-Piwko L.: The Development Of Instruments Of Sustainable Development Of The Enterprises Sector, Management Systems In Production Engineering 2012, No 4 (8), pp 38.
- 10 Lisowska-Mieszkowska E.: Systemy zarządzania środowiskowego – rozwój i funkcjonowanie w Polsce, Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych nr 30, 2007, s. 9.
- 11 Lock D.: Podręcznik zarządzania jakością, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002, s. 139.

- 12 Rennings K.: Bausteine einer Umweltinnovationstheorie und politik – neoklasische und evolutionsökonomische Perspektiven, In: Innovation durch Umweltpolitik, Hrsg. Rennings K., Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden 1999, s. 21; cytata za: Urbaniec M., Wpływy innowacji ekologicznych na rozwój zrównoważony, (w:) Sidorczyk- Pietraszko E., Funkcjonowanie przedsiębiorstw w warunkach zrównoważonego rozwoju i gospodarki opartej na wiedzy, Wyd. WSE, Białystok 2009, s. 59.
- 13 Sikora T.: Wybrane koncepcje i systemy zarządzania jakością, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2010, s. 30.
- 14 Słonimec J., Światała J.: European Development Of Eco_Management And Audit Scheme (Emas) In The European Union, Management Systems in Production Engineering, No 4 (12), 2013, s. 31.
- 15 Szczepańska K.: Kompleksowe zarządzanie jakością. Przeszłość i terażniejszość, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2010, s. 69.
- 16 Wenk M.: The European Union's Eco-Management and Audit Scheme (EMAS), Springer 2005, s. 5.
- 17 IMS MALON: Systemy Zarządzania Środowiskowego - informacje ogólne, <http://www.iso.org.pl/zarzadzanie-srodowiskowe>, [dostęp: 08.04.2014].
- 18 Rejestr EMAS – Baza Organizacji, <http://www.gdos.gov.pl>, [dostęp: 08.04.2014].

SYSTEM EMAS JAKO STYMULATOR INNOWACJI ŚRODOWISKOWYCH W PRZEDSIĘBIORSTWIE

Streszczenie: Artykuł podejmuje problematykę wpływu europejskiego systemu ekozarządzania i audytu EMAS na stymulowanie wdrożeń innowacji środowiskowych w przedsiębiorstwie. Ukazano w nim zależności pomiędzy tym systemem a efektem końcowym w postaci innowacji środowiskowych „pierwszego stopnia”, wynikających z filozofii ciągłego doskonalenia, stanowiącej podstawę jego konstrukcji oraz funkcjonowania. Ponadto przedstawiono w nim przegląd definicji pojęcia innowacja środowiskowa oraz genezę zintegrowanych systemów proekologicznego zarządzania organizacją.

Słowa kluczowe: Innowacje środowiskowe, EMAS, przedsiębiorstwo

THE EMAS SYSTEM AS A STIMULATOR OF THE ENTERPRISE'S ENVIRONMENTAL INNOVATIONS

Abstract: The article presents the issues of the European system of eco-management and EMAS audit which impacts on environmental innovation's stimulations realized in enterprises. The article shows the dependence between this system and the final effect which is shown as a "first graded" environmental innovation. This innovation results of the constant perfection philosophy, which constitutes the base of construction and rules of functioning. Furthermore, it shows the review of definitions connected with eco- innovations and the genesis of the integrated ecological organization's management systems.

Key words: Environmental innovation, EMAS, enterprise

Mateusz BUDYNEK Adrianna DYBIKOWSKA
Joanna RATAJCZAK, Arkadiusz ZAGAJEWSKI
Uniwersytet Zielonogórski
Koło Naukowe Eko-Zarządzania
ul. Podgórna 50, 65-246 Zielona Góra
e-mail: Mateusz.Budynek@wp.pl; a-Dybkowska@wp.pl
Joanna.Ratajczak94@wp.pl; Zagajewski.Arkadiusz@gmail.com

4

CZY DESIGN THINKING JEST PRZYDATNY W KSZTAŁCENIU INŻYNIERÓW?

4.1 DESIGN THINKING A HEURYSTYKA

Za twórcę pojęcia design thinking (myślenie projektowe) uznawany jest Tim Brown [6], natomiast metodyka ta była znana dużo wcześniej. Można zauważyć, iż podejście reprezentowane w myśleniu projektowym wykorzystujące multi dyscyplinarność, pracę zespołową oraz metody heurystyczne znane jest człowiekowi od zarania dziejów.

Korzeni kreatywnego rozwiązywania problemów można się doszukiwać w prehistorii człowieka, który jako istota myśląca wykorzystuje rozumowanie logiczne do rozwiązywania zadań w codziennym życiu. Później w starożytności tematyką tą zajmował się Sokrates. Kolejno idee te rozwijali m.in. Lullus, Kartezjusz i Leibnitz. Metody twórczego rozwiązywania problemów można przedstawić w postaci modelu pokazanego na rys. 4.1.



Rys. 4.1 Model procesu twórczego rozwiązywania problemów

Źródło: [11]

W XX w.n.e. pojawiły się nowe interdyscyplinarne dziedziny nauki [19, 24, 23]. W latach 60-tych ukształtowała się heurystyka, czyli nauka badająca procesy twórczego myślenia. Z. Martyniak oprócz heurystyki analizował dziedziny takie jak inwentyka czyli nauka mająca na celu opracowanie, kodyfikację i ustalenie strategii zastosowań metod twórczego rozwiązywania problemów oraz innowatyka [18, 26] czyli dziedzina nauki, która zajmuje się wdrażaniem produktów twórczego myślenia czyli innowacji do praktyki [16, 17].

Myślenie projektowe jest sposobem i strategią tworzenia innowacyjnych rozwiązań poprzez odpowiednie skoncentrowanie się na problemach i znalezienie sposobów na ich rozwiązanie w sposób kreatywny i zarazem praktyczny. W nauczaniu tych zagadnień chodzi przede wszystkim o przedstawienie i praktyczne opanowanie procesu, jaki stosują profesjonalni projektanci, aby rozwijać i tworzyć innowacyjne produkty czy nietypowe rozwiązania skomplikowanych problemów.

Czy to jest potrzebne? Czy nasze programy nauczania nie zawierają w sobie wszystkiego co niezbędne? Autorzy przeprowadzili badania ankietowe dotyczące możliwości i barier wykorzystania design thinking w procesie dydaktycznym realizowanym w Akademii Morskiej w Szczecinie. Jedno z pytań dotyczyło oczekiwań studentów w stosunku do procesu dydaktycznego (tabela 4.1), które to elementy mogłyby zostać wdrożone w programie międzywydziałowego przedmiotu fakultatywnego „kreatywne rozwiązywanie problemów” zaproponowanego przez autorów.

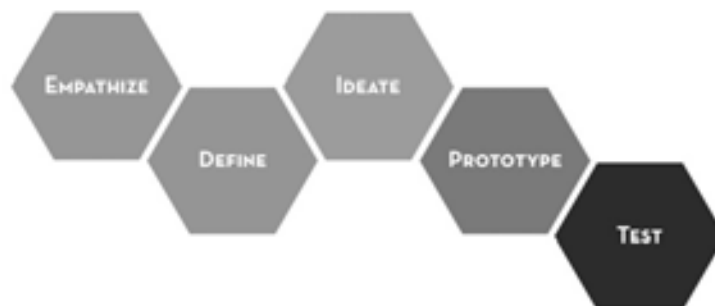
Tabela 4.1 Co powinno być zawarte w programie „kreatywnego rozwiązywania problemów” ?

Odpowiedź	%	Liczba
Program przedmiotu musi bezwzględnie zawierać „wiedzę zawodową”	57,60%	72
Przedmiot powinien kształcić w zakresie autoprezentacji	25,60%	32
Przedmiot powinien uczyć pracy zespołowej i negocjacji	77,60%	97
Przedmiot powinien uczyć kierowania zespołem	56,00%	70
Przedmiot powinien stanowić rozszerzenie treści programowych z obowiązkowych przedmiotów nauczania	27,20%	34
Przedmiot powinien promować osiągnięcia psychologii, socjologii, kognitywistyki i neurologii w odniesieniu do kreatywnego rozwiązywania problemów	36,80%	46
Przedmiot powinien rozwijać umiejętności lingwistyczne studentów	35,20%	44
Trudno powiedzieć	1,60%	2

Wypełnienia: 125

Wykorzystywanie myślenia projektowego pozwala studentom zwiększyć pewność siebie i rozwinąć kompetencje do twórczego rozwiązywania problemów. Design thinking wg koncepcji stanfordzkiej składa się z pięciu zasadniczych kroków (elementów w procesie realizacji), które przedstawiono schematycznie na rys. 4.2.

Design thinking to pewien usystematyzowany sposób podejścia do tworzenia, rozwijania i weryfikowania pomysłów począwszy od zdefiniowania problemu, dostrzeżenia różnych możliwości związanych z problemem, zgromadzenia różnych pomysłów i koncepcji (np. w wyniku burzy mózgów, zastosowania metody kapeluszy myślowych de Bono) [4, 5], testowania, oceniania i redefiniowania pomysłów/problemów, aż po zbudowanie i przetestowanie (ewaluację) prototypów [1, 13].



Rys. 4.2 Moduły składowe metodyki design thinking

Źródło: [22]

Metodyka ta, wykorzystywana i rozwijana przez firmy takie jak IDEO, MyNoodle czy Institute for the Future, wpłynęła istotnie na powstanie, rozwój i zdobycie rynku przez produkty takich potentatów jak Apple, Converse, Coca-Cola, Amazon, FedEx itd. Poszczególnymi etapami metodyki DT są:

- Empathize (wczucie się w potrzeby odbiorcy) jest fazą, która ma na celu głębokie i właściwe zrozumienie końcowego użytkownika/klienta/organizacji tak, by spojrzeć na problem z jego perspektywy. Uczuciowe utożsamianie się może tutaj polegać na dokładnej obserwacji zachowania użytkowników lub przeprowadzeniu ankiety/wywiadu z potencjalnymi użytkownikami/klientami. Etap ten pozwala na rozwinięcie świadomości istnienia wielu możliwych perspektyw (oprócz własnej) spojrzenia na daną osobę/problem/wyzwanie.
- Define (zdefiniowanie problemu) jest etapem myślenia projektowego, w którym realizowane jest określenie istoty problemu biorąc pod uwagę m.in. grupę docelową (odbiorców ewentualnego rozwiązania). Sztuka definiowania polega na odpowiednim sformułowaniu ograniczeń, które trzeba pokonać (np. uwarunkowania technologiczne, ekonomiczne, prawne, społeczne, organizacyjne). Definicja problemu nie powinna być zbyt wąska ani zbyt szeroka.
- Ideate (generowanie pomysłów) jest fazą, w której generowana jest duża liczba idei (np. podczas burzy mózgów) co daje szerokie spektrum potencjalnych rozwiązań problemu. Rozwiązania te są konfrontowane z określonymi wcześniej i zdefiniowanymi potrzebami odbiorców, co pozwala na znaczną redukcję liczby zaproponowanych rozwiązań w kolejnych etapach.
- Prototype (prototypowanie) stanowi kluczowy etap procesu design thinking. Prototypowanie polega na stworzeniu prototypu (zwykle modelu) oddającego ideę proponowanego produktu/rozwiązania. Prototypowanie ma na celu „unaocznienie” ewentualnego rozwiązania, które pomoże w stworzeniu końcowego produktu/ usługi oraz na ocenę, czy to rozwiązanie ma szansę funkcjonować zgodnie z założeniami. Umożliwia też podjęcie decyzji, w jakim kierunku rozwijać kolejne prototypy, aby osiągnąć zakładany efekt.
- Test (testowanie rozwiązań) – istotnym elementem pracy z prototypami jest regularne testowanie i ocenianie ich przez odbiorców proponowanych rozwiązań, a następnie doskonalenie prototypów zgodnie z ich uwagami i sugestiami.

Tak więc prototypowanie jest procesem iteracyjnym – w kolejnych etapach następuje doskonalenie już opracowanych prototypów na podstawie przeprowadzonych testów oraz opinii użytkowników. Proces taki zapewnia pożądane charakterystyki produktu/usługi/procesu właśnie dzięki współpracy z przyszłymi odbiorcami.

4.2 DESIGN THINKING A PROJEKTOWANIE

We wprowadzeniu do [6] stwierdzono, iż zdaniem zwolenników metodyki DT jej główną zaletą jest holistyczne podejście do pracy projektowej i samego designu, zaś przeciwnicy uważają, że DT to jedynie rozdmuchana koncepcja biznesowa nie mająca wiele wspólnego z procesem realnego, narzędziowego projektowania. M. Lipiec w [15] przywołuje wygłaszane przez zwolenników DT tezy, które później omawia, a które zacytujemy i do których się kolejno odniesiemy:

- „Design to nie tylko forma, ale przede wszystkim rozwiązywanie problemów, i nie musi dotyczyć fizycznych przedmiotów” – M. Lipiec komentuje, że nie ma w tym nic odkrywczego, bo wynika to z rozwoju dziedzin takich jak projektowanie usług. Owszem, sądzimy, że naturalną konsekwencją rozwoju społeczeństwa projektowanie nie tylko produktów, ale również usług i procesów – jednak nie obala to możliwości wykorzystania narzędzia nazywanego DT w procesie rozwoju nowych produktów.
- „Designerzy posiadają specjalny sposób kreatywnego myślenia, którego nie używają konsultanci biznesowi w garniturach” – M. Lipiec powołuje się na prace [20] i pisze, że nie ma nic magicznego w myśleniu projektantów i nie ma gotowej recepty na dobry design. Jesteśmy zdania, że przystępując do procesu projektowania, niezależnie od tego jak go nazwiemy, nie ma żadnej gwarancji na sukces i na to, że dany produkt się przyjmie, bo jest to uzależnione od bardzo wielu czynników.
- „Ale każdy, nawet Ty drogi kliencie, możesz być tak fajny jak designerzy, jeśli zaczniesz tylko myśleć jak oni. Nie musisz mieć doświadczenia w projektowaniu – w końcu to nie design tylko „design thinking”” – Lipiec pisze w odniesieniu do tego punktu, że „Design thinking” wydaje się to wszystko ignorować skupiając się tylko na tych etapach procesu projektowego, które są najbardziej „fajne” i medialne – warsztatach kreatywnych, szkicowaniu, generowaniu jak największej liczby pomysłów. Oczywiście przy projektowaniu jest sporo miejsca na zabawę, ale przecież to tylko część prawdy. Zadaniem projektantów jest zawsze stworzenie konkretnego rezultatu: czegoś co użytkownik może zobaczyć, poczuć, użyć. Nie jest to tylko snucie wizji”. Zgadza się z autorem, że w procesie projektowania są żmudne etapy, które wymagają dużego nakładu czasu i pracy, jednak to wcale nie neguje możliwości wykorzystania metodyki DT w procesie rozwoju zaawansowanych produktów technicznych.

4.3 DESIGN THINKING A PRAKTYKA

Zajęcia oparte na praktycznym rozwiązywaniu problemów z wykorzystaniem metod kreatywnego myślenia powinny być realizowane w odpowiednio przystosowanej przestrzeni, dzięki czemu uczestnicy zajęć mogą pracować w warunkach podwyższonego komfortu, praca zespołów i relacje interpersonalne są dopasowane do aktualnych potrzeb co jest wynikiem elastycznego rozlokowania stołów, krzeseł i innego wyposażenia zależnie od potrzeb instruktora lub mentora (rys. 4.3).



Rys. 4.3 Stanfordzkie środowisko pracy kreatywnej

Przykładowy standard przestrzeni zgodny z założeniami kreatywnego myślenia obejmuje:

- zmywalne ściany/tablice suchościeralne (umożliwiające pisanie „po ścianie”) pełniące jednocześnie funkcję tablic magnetycznych,
- przesuwalne ściany/tablice, możliwość zawieszania plakatów/kartek/prac,
- mobilne meble, stoły, krzesła,
- plakaty promujące innowacyjne działania,
- tablice magnetyczne do postawienia,
- proste, ale powszechnie dostępne materiały, jak: plastelina, wykałaczki, kolorowe karteczki samoprzylepne, patyczki do lodów, słomki, długopisy, duże arkusze papieru, pisaki, klocki Lego itd.
- łatwo dostępny Internet oraz dostęp do sieci elektrycznej.

Pomieszczenie (miejsce) pracy kreatywnej poddawane jest „resetowi” po realizacji określonych zadań, zajęć lub cyklu warsztatów. Przestrzeń pracy kreatywnej w powiązaniu z metodycznym podejściem antropocentrycznym znanym jako Human-Centered Design tworzy specyficzne środowisko pracy kreatywnej.

4.4 DESIGN THINKING W ŚRODOWISKU PRACY KREATYWNEJ

Środowisko pracy kreatywnej, to nie tylko miejsce – to przede wszystkim przestrzeń i idea, wokół których inicjowane projekty są definiowane, rozwijane i materializowane. Środowisko to wykorzystuje także metody kształcenia umiejętności pracy zespołowej w multidyscyplinarnych zespołach na wielu płaszczyznach – np. studenci różnych kierunków (informatyka, mechatronika, nawigacja, mechanika, logistyka itd.) rozwiązują wspólnie postawiony problem lub też studenci, doktoranci, nauczyciele, mentorzy, specjaliści z centrów transferu technologii, administracji współpracują nad powstałą na uczelni trudną kwestią itd. Środowisko takie pozwala na efektywną wymianę informacji między nauczycielami i studentami (ang. feedback), współpracę osób o różnej wiedzy, umiejętnościach i doświadczeniu [14]. W dalszej perspektywie może to być również wykorzystywane do inicjowania współpracy pomiędzy środowiskiem akademickim, rynkiem, terytorialnymi jednostkami samorządowymi a innymi instytucjami.

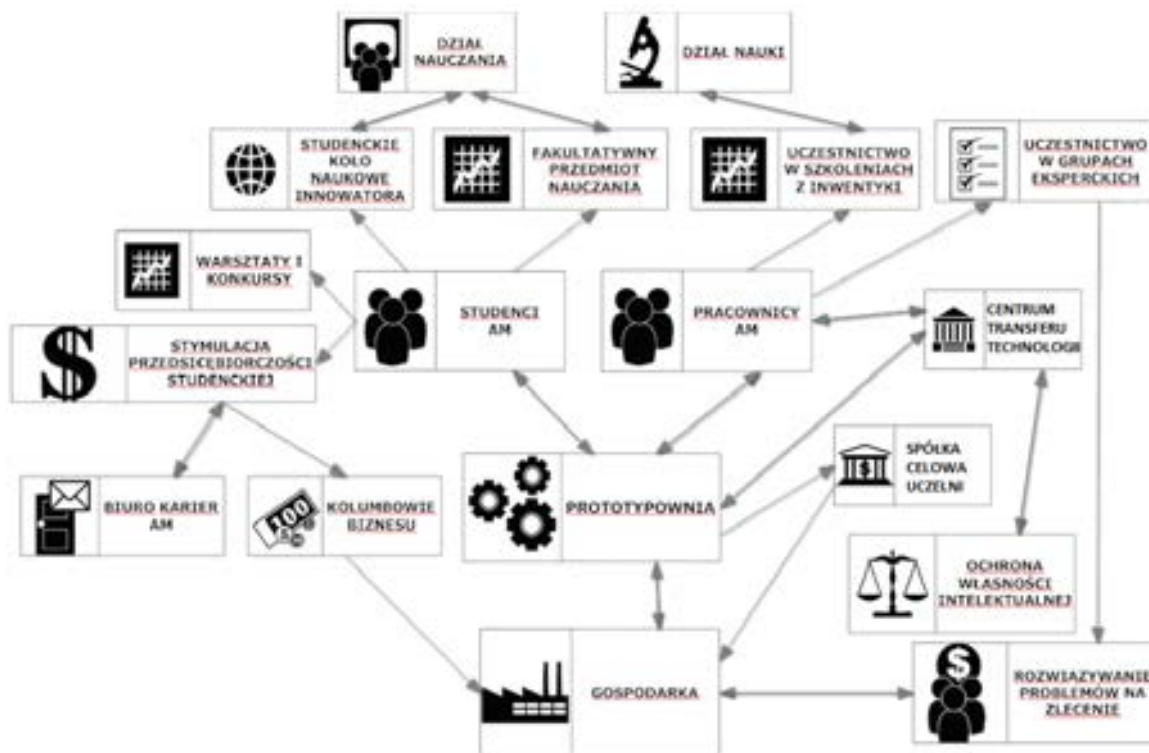
Na bazie doświadczeń autorów [8] zdobytych na Stanford University w Kalifornii, USA – uczelni zajmującej drugie miejsce na świecie według Academic Ranking of World Universities z 2013 r, najpopularniejszego rankingu uwzględniającego osiągnięcia naukowe i badawcze szkół wyższych – powstała koncepcja przestrzeni pracy kreatywnej pod roboczą nazwą Prototypownia. Środowisko oparte jest na pomysłe szkoły Design School (Hasso Plattner Institute of Design at Stanford) znanej na świecie jako d.school, wykorzystującej stanfordzki model kształcenia pn. design thinking.

Przykładową lokalizację środowiska w strukturze uczelni na przykładzie Akademii Morskiej w Szczecinie oraz beneficjentów przestrzeni kreatywnej i relacje między nimi przedstawiono na rys. 4.4.

Przedstawione środowisko nie stanowi jednak transferu istniejącego w Stanford rozwiązania. Chodzi o wykorzystanie potencjału, jaki ma w sobie d.school, dostosowanie go do polskich realiów oraz połączenie z dobrymi praktykami projektowania, budowy i testowania prototypów, a także zasadami pracy zespołowej przy problemach wymagających innowacyjnego podejścia podczas poszukiwania rozwiązań optymalnych.

Należy jednak zauważyć, iż środowisko pracy kreatywnej w odróżnieniu od wielu „programów” i „projektów” nie jest przedsięwzięciem teoretycznym tylko praktycznym. Jedynie w takiej postaci ma ona sens istnieć. Podobnie, podstawową zasadą stanfordzkiej d.school jest nauka poprzez działanie (ang. learning by doing). Co więcej, środowisko pracy kreatywnej nie jest i nie może być przedsięwzięciem jednorazowym czy krótkoterminowym. Nie przynosi też natychmiastowych, materialnych zysków, ale w perspektywie długofalowej przynosi wymierne korzyści materialne i niematerialne (np. sponsoring firm, opłaty za rozwiązywanie problemów firm czy

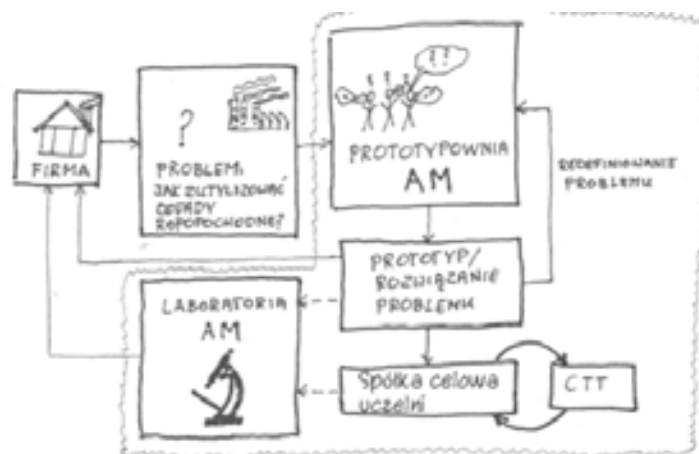
rozwój produktów i usług, tworzenie nowych modeli biznesowych, poprawa wizerunku uczelni, rozwinięcie świadomości konieczności ścisłej współpracy nauki z przemysłem, opracowanie nowych strategii zarządzania, pobudzenie przedsiębiorczości studenckiej, staże i miejsca pracy w przedsiębiorstwach kooperujących itd.) [7].



Rys. 4.4 Przykładowe miejsce Prototypowni w strukturze AM w Szczecinie

Źródło: [12]

Środowisko pracy kreatywnej może również stanowić element procesu badawczego realizowanego przez uczelnię. Przykładowe relacje pomiędzy środowiskiem pracy kreatywnej, laboratoriami badawczymi wykonującymi zleczone ekspertyzy, centrum transferu technologii, spółką celową AM w Szczecinie a zlecającymi prace podmiotami zewnętrznymi przedstawiono na rys. 4.5.



Rys. 4.5 Środowisko pracy kreatywnej to nie laboratorium badawcze

Źródło: [12]

4.5 DESIGN THINKING A „KLASYCZNE ZAJĘCIA DYDAKTYCZNE”

Może się wydawać, że dydaktyka w środowisku pracy kreatywnej niczym nie różni się od zajęć laboratoryjnych lub na symulatorze, gdzie studenci również nabywają umiejętności praktyczne. Różnice między laboratoriami/symulatorami a środowiskiem pracy kreatywnej polegają na tym, że:

- podczas zajęć w laboratorium czy na symulatorze studenci pracują w dużej mierze indywidualnie lub w parach, więc interakcja z innymi osobami jest niska (projektowanie zaś musi odbywać się zespołowo);
- podczas pracy w laboratorium działania studentów wynikają z narzuconego schematu procesu i nie są oparte o metody wykorzystywane w tzw. twórczym rozwiązywaniu problemów (metody innowacyjne/inwencyjne);
- studenci w laboratorium korzystają z komputerów, maszyn i urządzeń (nie wykonują prototypów własnoręcznie);
- przedmiotem (materiałem) do pracy w przestrzeni kreatywnej mogą być prototypy stanowiące zarówno materialne odwzorowanie rzeczywistości, obiektu, procesu czy zjawiska, jak również bardziej abstrakcyjne modele i koncepcje;
- w zajęciach w laboratorium/na symulatorze biorą udział osoby z tej samej dziedziny (kierunku studiów), czyli osoby o podobnych kwalifikacjach i wykształceniu (w przestrzeni kreatywnej pracują zespoły osób o różnych kwalifikacjach, umiejętnościach, wykształceniu i wieku gwarantując różny punkt widzenia);
- w „klasycznych laboratoriach” studenci nie pracują w sposób projektowy, a podstawową zasadą prototypowania metodą design thinking jest praca w sposób projektowy (ang. project-based work);
- podczas, gdy zakres prac realizowanych w laboratorium odnosi się do wybranej dziedziny wiedzy, zadania do wykonania w ramach przestrzeni kreatywnej mogą dotyczyć wszelkich problemów, począwszy od społecznych i politycznych, a kończąc na medycynie, inżynierii, biologii i cybernetyce;
- dzięki pracy w multidyscyplinarnych zespołach rozwiązania uzyskane w przestrzeni kreatywnej oprócz wypracowanego konsensusu członków zespołu będą zawierały wartość dodaną wynikającą z dyskusji zespołu, multidyscyplinarnego składu zespołu oraz innowacyjnych metod rozwiązywania problemów (za pomocą metody Delfickiej, burzy mózgów);
- w przestrzeni kreatywnej studenci uczą się prowadzenia projektów zespołowych i pracy grupowej w czynny i bierny sposób, rozwijając jednocześnie umiejętności prospołeczne, korzystając z osiągnięć nauki o zarządzaniu, psychologii, neurologii i kognitywistyki. W ramach zajęć warsztatowych wykorzystujących w praktyce metodykę design thinking mogą być rozwiązywane zadania wymagające multidyscyplinarnego podejścia lokujące się w różnych dziedzinach życia, nauki, techniki itd., m.in. takich jak:

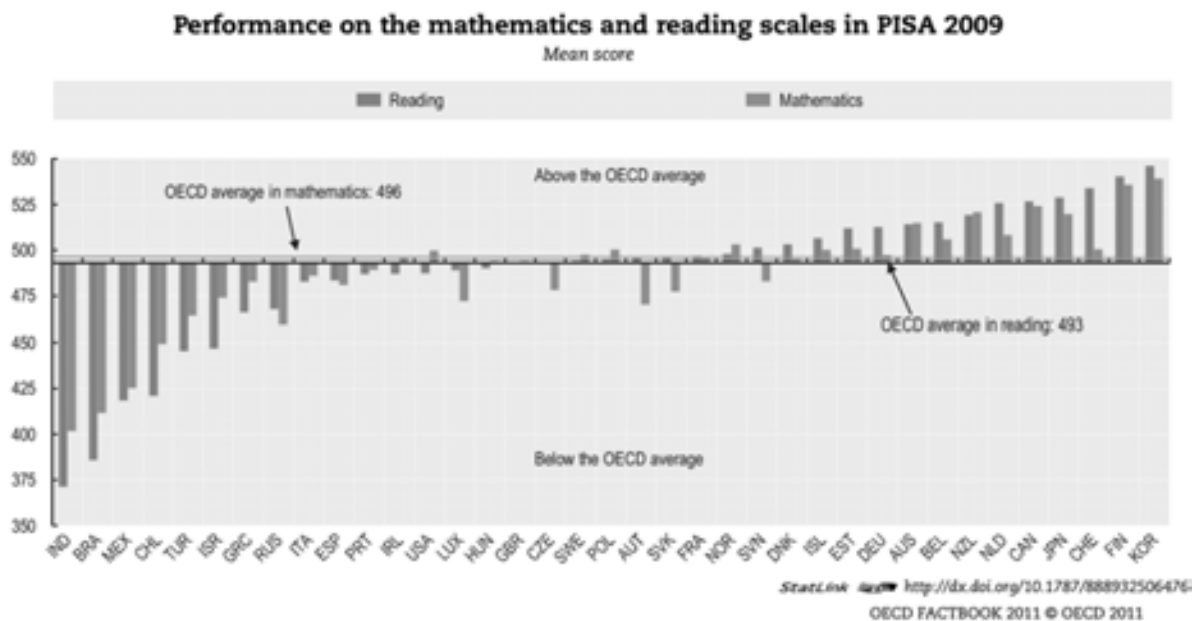
- zaprojektowanie systemu wspomaganie decyzji w zakresie obsługi silnika głównego w trudnych warunkach nawigacyjnych (sztormowych, przebywania na wodach płytkich, w wąskich przesmykach).
- zaprojektowanie interfejsu systemu sterowania układem napędowym statku biorąc pod uwagę wymogi użytkownika, bezpieczeństwo załogi oraz konfigurację układu napędowego.
- zaprojektowanie przyrządów specjalnego przeznaczenia do aktywowania lubrykatorów silnika głównego w fazie przygotowania silnika do uruchomienia.
- opracowanie optymalnego rozlokowania syren alarmowych i sygnalizacji świetlnej w maszynowni biorąc pod uwagę kryterium bezpieczeństwa oraz minimalizacji liczby elementów (opracować metodykę projektowania).
- zaprojektowanie przyjaznego dla użytkownika interfejsu dokumentu tekstowego Microsoft Word.
- aranżacja pomieszczenia x, by znalazło się w nim miejsce na dodatkowe meble/sprzęt w ilości y.
- wykonanie prezentacji oceniającej zalety i wady procesu dydaktycznego na uczelni.
- wykonanie analizy nt. poprawy życia w akademiku.

PODSUMOWANIE

Metodyka praktycznego rozwiązywania problemów znalazła zastosowanie w realizacji procesu dydaktycznego w USA, Kanadzie i krajach skandynawskich. Autorzy mieli szansę poszerzyć wiedzę w zakresie, m.in. amerykańskiego i fińskiego modelu współpracy uniwersytetów i podmiotów gospodarczych, komercjalizacji wyników badań oraz zasad finansowania badań naukowych w Finlandii [9, 10]. Działania tamtejszych uniwersytetów są silnie ukierunkowane na uzyskanie praktycznych wyników prac badawczych i na ścisłą współpracę z gospodarką. Fiński model dydaktyki, wg OECD uczynił w 2009 roku Finlandię drugim najlepszym (rys. 4.6) pod względem systemu edukacyjnego krajem na świecie [21]. Finlandia, podobnie jak inne kraje skandynawskie, w procesie dydaktycznym kładzie bardzo duży nacisk na praktyczne aspekty, w tym dużą liczbę projektów realizowanych przez studentów podczas zajęć prowadzonych w systemie uczenia się poprzez rozwój umiejętności praktycznych LbD (ang. Learning by Developing) oraz kształcenia problemowego PBL (ang. Problem Based Learning lub Project Based Learning). Modele te doskonale komponują się z platformą edukacyjną realizującą multi- i interdyscyplinarne projekty studenckie w systemie student – uniwersytet – przemysł, czego przykładem jest międzywydziałowa jednostka Design Factory działająca na Aalto University oraz wspierająca przedsiębiorczość studencką szkoła StartUp School na Haaga-Helia University of Applied Sciences. Design Factory jest w wielu miejscach bardzo podobna do stanfordzkiej d.school, a realizowane tam projekty w aktywny sposób wykorzystują metodykę design thinking [25].

Uważamy, że specyficzne podejście charakteryzujące design thinking powoduje, iż platformy te funkcjonują skutecznie i przynoszą oczekiwane rezultaty stymulując przedsiębiorczość akademicką, aktywizując zawodowo studentów i usamodzielniając ich w procesie rozwiązywania problemów prywatnych i zawodowych.

Niezwykle istotne więc jest dopasowanie i wdrożenie takich modeli do polskich realiów, co stanowi podstawowy cel naukowy projektu. Uzyskane wyniki mogą jednocześnie stać się istotnym wkładem w rozwój metod heurystycznych, metodologię pracy dydaktycznej oraz wybrane działy socjologii i ekonomii.



Rys. 4.6 Wyniki testów systemów edukacji krajów OECD w 2009 roku

Źródło: [21]

W odniesieniu do przedstawionych w materiale zarzutów stawianych metodyce DT, daje się zauważyć, iż główny nacisk antagonistów jest położony na kwestie związane z różnicowaniem definicji designu i design thinking. Jakkolwiek by się ten proces nie nazywał jest to wciąż proces projektowania i zdaniem autorów kwestia wyodrębnienia nazwy design thinking jako samodzielnej metodyki wynika z pewnych nowych elementów dodanych do tego czym wcześniej był design. W dzisiejszych czasach, aby produkt spełniał oczekiwania rynku, proces projektowania musi być oparty o elementy burzy mózgów, konsultacje w multi dyscyplinarnych zespołach oraz analizie potrzeb końcowego odbiorcy projektowanego produktu.

Częste zarzuty dotyczące dużej liczby żółtych karteczek (post-it), ruchomych stołów i przesuwanych tablic jako drogi do sukcesu w rozwiązywanym problemie wynikają z nieporozumienia i niezrozumienia istoty design thinking. Elementy te czynią proces dydaktyczny bardziej elastycznym i komfortowym i nie zamieniają odpowiedniego heurystycznego podejścia do rozwiązywanych problemów np. bazując na burzy mózgów. Połączenie wszystkich elementów skupionych w design thinking czynią tę metodykę wyjątkową i pozwalają na uzyskanie dobrych wyników oczekiwanych przez odbiorcę końcowego. Ponadto należy podkreślić, że metody heurystyczne nie zastępują

wiedzy inżynierskiej niezbędnej do rozwiązywania problemów, a jedynie czynią proces poszukiwania problemów bardziej efektywnym.

Wyrażamy przekonanie, że kreatywności można się nauczyć i że to cecha nabyta, co m.in. postulował w latach 50-tych ubiegłego stulecia rosyjski wynalazca Henryk Altszuller – autor słynnego „algorytmu wynalazku” [2, 3] oraz metodyki TRIZ (pol. Teoria Rozwiązywania Innowacyjnych Zagadnień). Równoległe tezy te były podtrzymywane przez uczonych z wielu krajów.

W aktualnie realizowanych programach studiów w wielu krajach wciąż brak jest odpowiedniego nacisku na takie kompetencje absolwenta jak umiejętność pracy projektowej, zespołowe rozwiązywanie problemów, multi dyscyplinarne i interdyscyplinarne podejście do analizowanych zagadnień, właściwe budowanie zespołu i zarządzanie nim, prowadzenie negocjacji i inne umiejętności miękkie.

Forma zajęć w środowisku pracy kreatywnej jest bazą do uzyskania wielu pomysłów, np. na prowadzenie firmy przez studentów, co może przyczynić się do wzrostu przedsiębiorczości akademickiej, humanistycznego podejścia do rozwiązywanych problemów oraz efektywnej współpracy między różnymi dziedzinami. Podsumowując niniejszy artykuł sądzimy, że twarda wiedza jaką uzyskują studenci studiów inżynierskich nie jest wystarczająca dla ukształtowania właściwych kompetencji jakie powinien posiadać inżynier XXI wieku. A w rozwoju odpowiednich kompetencji studentów niezmiernie przydatne wydaje się wykorzystanie metodyki design thinking.

PODZIĘKOWANIA

Przegląd metod heurystycznych oraz ocena ich stosowalności w eksperckich systemach podejmowania decyzji oraz rozwiązywaniu zadań inżynierskich zrealizowana została: w wyniku badań dotowanych przez Narodowe Centrum Nauki, w ramach Grantu NCN 2011/01/D/ST8/07827 "Analiza ważności elementów w strukturze niezawodnościowej złożonych systemów technicznych na przykładzie siłowni okrętowej."

LITERATURA

- 1 Adams J. L.: Conceptual Blockbusting – A guide to better ideas. Perseus Publishing, Massachusetts 2001.
- 2 Altszuller G.: Algorytm wynalazku. Wiedza Powszechna, Warszawa 1975..
- 3 Altszuller G., Elementy teorii twórczości inżynierskiej. WNT, Warszawa 1985.
- 4 Antoszkiewicz J., Metody heurystyczne. Twórcze rozwiązywanie problemów. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1990.
- 5 De Bono E.: Sześć kapeluszy czyli Sześć sposobów myślenia. Medium, Warszawa 1996.
- 6 Brown T.: Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation. HarperCollins Publishers, New York 2009.

- 7 Chybowski L.: I Polsko-Amerykański Most Innowacji w Krakowie. AAM Nr 4 (80)/2013. Akademia Morska w Szczecinie, Szczecin 2013, s. 23.
- 8 Chybowski L.: Pracownicy Akademii Morskiej poznawali dobre praktyki w Finlandii. AAM Nr 4 (80)/2013. Akademia Morska w Szczecinie, Szczecin 2013, s. 27.
- 9 Chybowski L.: Idziaszczyk D., Siła programu. Forum Akademickie 12/2013, s. 47-49.
- 10 Chybowski L.: Sprawozdanie z pobytu z wizyty studyjnej w Laurea University of Applied Sciences, HAAGA-HELIA University of Applied Sciences i Aalto University w Finlandii. [w:] Współpraca pracowników naukowych z parkami naukowo-technologicznymi w Wielkiej Brytanii i Finlandii Propozycja implementacji rozwiązań dla Polski. Projekt Nauka dla Gospodarki. Uniwersytet Śląski, Kwiecień 2014, s. 61-63.
- 11 Chybowski L., Idziaszczyk D.: Studenckie Naukowe Koło Innowatora „Ordo ex Chao” uruchomione. Strona SKN Innowatora „Ordo ex Chao”: ordoexchao.am.szczecin.pl. [dostęp: 06.04.2014].
- 12 Idziaszczyk D., Chybowski L.: Prototypownia – codzienne miejsce rozwiązywania niecodziennych problemów. Adaptacja elementów modelu funkcjonowania Uniwersytetu Stanforda na Akademii Morskiej w Szczecinie. Studium Wykonalności, Szczecin 2013.
- 13 Idziaszczyk D., Chybowski L.: Dolina Krzemowa oczami pracowników AM. AAM Nr 3 (79)/2013. Akademia Morska w Szczecinie, Szczecin 2013, s. 18-23.
- 14 Kelley T., Littman J.: The Ten Faces of Innovation. Doubleday, 2005.
- 15 Lipiec M.: Design thinking i czy cos z tego wynika? User experience design. <http://uxdesign.pl/design-thinking-i-czy-cos-z-tego-wynika/>, [dostęp: 07.03.2014].
- 16 Martyniak Z.: Inwentyka przemysłowa. Wydawnictwo IWZZ, Warszawa 1985.
- 17 Martyniak Z.: Wstęp do inwentyki. Akademia Ekonomiczna, Kraków 1997.
- 18 Najder-Stefaniak K.: Wstęp do innowatyki. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2010.
- 19 Nęcka E.: Twórcze rozwiązywanie problemów. Impuls, Karaków, 1994.
- 20 Norman D.: Design thinking: A Useful Myth. C77DA. http://www.core77.com/blog/columns/design_thinking_a_useful_myth_16790.asp, [dostęp: 07.03.2014].
- 21 International Student Assessment, OECD Factbook 2011-2012: Economic, Environmental and Social Statistics.
- 22 Plattner H.: Bootcamp bootleg. Institute of Design at Stanford, Stanford 2010.
- 23 Proctor T.: Twórcze rozwiązywanie problemów. Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2002.
- 24 Puszkin B.: Heurystyka. Książka i Wiedza, Warszawa 1970.
- 25 Transfer wyników badań naukowych do gospodarki. Praca zb. pod red. J. Kocha. WATT, Wrocław 2012.
- 26 Zadanie metoda rozwiązanie. Techniki twórczego myślenia zbiór 2. Praca pod red. A. Góralskiego. WNT, Warszawa 1978.

CZY DESIGN THINKING JEST PRZYDATNY W KSZTAŁCENIU INŻYNIERÓW ?

Streszczenie: W artykule scharakteryzowano metodykę design thinking (DT). Przedstawiono zarzuty stawiane tej metodyce i odniesiono się do nich. Przedstawiono przykłady problemów, które mogą być rozwiązywane z wykorzystaniem DT. Wskazano, że efektywne wykorzystanie DT możliwe jest w odpowiednio przygotowanej przestrzeni kreatywnej tworzącej element środowiska pracy kreatywnej. Porównano zajęcia w środowisku pracy kreatywnej do „klasycznych zajęć dydaktycznych” i Przedstawiono jego przykładową lokalizację w strukturze uczelni wyższej. Odniesiono się do konieczności multidyscyplinarnego kształcenia inżynierów z praktycznym wykorzystaniem metod heurystycznych.

Słowa kluczowe: Metody heurystyczne, myślenie projektowe, przestrzeń kreatywna, prototypowanie

IS DESIGN THINKING USEFUL IN EDUCATING ENGINEERS ?

Abstract: The paper presents the design thinking (DT) methodology together with objections raised against it and discussion on them. Example wicked problems to be solved by means of DT have been shown. It has also been pointed that the DT application might be effective in an appropriately designed and prepared creative space being a component of a creative working environment. A traditional class has been compared to the class led in a creative space. An example university structure referring to and containing a creative space has been shown. Finally, the necessity for multidisciplinary education of engineers with the practical use of heuristic methods has been discussed.

Key words: Heuristic methods, design thinking, creative space, prototyping

dr inż. Leszek CHYBOWSKI
Akademia Morska w Szczecinie
Wydział Mechaniczny
Instytut Eksploatacji Siłowni Okrętowych,
ul. Wały Chrobrego 1-2, 70-500 Szczecin

mgr Dorota IDZIASZCZYK
Akademia Morska w Szczecinie
Centrum Transferu Technologii Morskich
ul. Wały Chrobrego 1-2, 70-500 Szczecin

5

ZARZĄDZANIE ŚRODOWISKOWE, JAKO INSTRUMENT OGRANICZANIA RYZYKA EKOLOGICZNEGO W PRZEDSIĘBIORSTWIE

5.1 WSTĘP

Zarządzanie środowiskowe i ograniczanie ryzyka związanego z funkcjonowaniem przedsiębiorstwa wymaga i wymagać będzie na zarządzających poszukiwania działań racjonalizatorskich, ukierunkowanych na poszukiwanie oszczędności przy jednoczesnym zachowaniu standardów proekologicznej produkcji. Stanowiąc ono może o istotnym czynniku zrównoważonego rozwoju przedsiębiorstwa pod warunkiem prowadzenia odpowiedniej polityki w tym zakresie. Działania te powinny dotyczyć wszelkich aspektów funkcjonowania przedsiębiorstwa i mieć również swoje przełożenie na minimalizację ryzyka ekologicznego związanego z procesami wytwórczymi.

Warunkiem sine qua non procesu zarządzania ryzykiem ekologicznym jest jego identyfikacja „u źródła” połączona z dokładną analizą i późniejszą oceną końcową podjętych działań. Należy podkreślić, że natychmiastowa reakcja jak i późniejsza diagnoza skutków ex post proekologicznej reakcji może przyczynić się do ograniczenia, a wręcz nawet eliminacji źródła powstania problemu. Wymaga to jednak integracji celów ekonomicznych przedsiębiorstwa, które stanowią podstawę jego funkcjonowania z wymogami ochrony środowiska. W literaturze przedmiotu za instrumenty takiej integracji uznaje się systemy zarządzania środowiskowego SZŚ oparte o ciągłe doskonalenie aspektów środowiskowych przedsiębiorstwa. Dlatego też celem niniejszego artykułu na przykładzie grupy produkcyjnej ROCKWOOL jest przedstawienie roli SZŚ w ograniczaniu ryzyka ekologicznego działalności.

5.2 RYZYKO EKOLOGICZNE ORAZ ZARZĄDZANIE RYZYKIEM EKOLOGICZNYM PROCESÓW WYTWÓRCZYCH

Istota pojęcia „ryzyko ekologiczne” wymaga wprowadzenia samego zagadnienia ryzyka, które jest pojęciem bardzo szerokim i budzącym wiele dyskusji.

W przeszłości ryzyko rozpatrywane było przede wszystkim w odniesieniu do zdrowia człowieka. Jednak wraz z rozwojem cywilizacji ryzyko zaczęło obejmować wszystkie obszary działania ludzi. „Za ryzykowne uznaje się decyzje o przystąpieniu do działania, w wyniku, którego osiągnięcie celu jest prawdopodobne. Oznacza to, że niemal wszystkie podejmowane przez nas decyzje są ryzykowne” [14]. Z racji tego,

że ryzyko stanowi nieodłączoną część wielu, jeśli nie wszystkich, dyscyplin naukowych (ekonomii, naukach behawioralnych, naukach prawnych, psychologii, statystyki, ubezpieczeniach, teorii prawdopodobieństwa i innych) jest ono definiowane w różny sposób przez każdą z nich. Według P.L. Bernstein słowo ryzyko pochodzi od staro włoskiego *risicare* i oznacza 'odważyć się'. Należy przez to rozumieć, że ryzyko jest wyborem, którego dokonuje człowiek, a nie przeznaczeniem, na które nie ma wpływu [1].

Pierwsze próby określenia ryzyka przedstawił A. Willet, który uważa, że „ryzyko jest zobiektywizowaną niepewnością wystąpienia niepożądanego zdarzenia”. Zauważa też, że „ryzyko zmienia się wraz z niepewnością, a nie ze wzrostem poziomu prawdopodobieństwa” [10]. Inny amerykański badacz F.H. Knight twierdzi, że „niepewność ma formę mierzalną lub niemierzalną”, przy czym ryzyko uznał za niepewność mierzalną, a niepewność za niemierzalną niepewność „sensu stricte” [11]. Bardzo zwięzłą definicją ryzyka jest ta zaproponowana przez M. Hallera: „Ryzyko to możliwość, że pozytywne oczekiwania się nie spełnią” [8]. Zaprezentowane postawy potwierdzają brak jednoznaczności „ryzyka” i wskazują na trudność w podaniu jednej definicji.

Rozwój cywilizacji spowodował, że obecnie wyróżnia się różne rodzaje ryzyka. E. Kubińska-Kaleta i W. Waszkielewicz podjęli próbę określenia rodzajów ryzyka, jakie występują w dużych przedsiębiorstwach: rynkowe, techniczno-technologiczne, tożsamości, inflacji, inwestycyjne, bankructwa, transportowe, siły wyższej, zarządzania, związane z ubezpieczeniem, finansowe, kursowe, związane z ceną, zwalniania, nieinwestowania w rozwój pracowników, nienadążania za światowym postępem technologicznym i organizacyjnym, polityczne, powstania konfliktów, ekologiczne, bezpieczeństwa pracy, bezrobocia, szarej strefy, edukacyjne, prawne i administracyjne [13]. W niniejszym artykule skupiono się jedynie na ryzyku ekologicznym.

Analiza ryzyka ekologicznego zajmuje się identyfikacją i oceną ryzyka występującego w zakresie stabilności i zmian ekosystemu. Klasyfikacje ryzyka ekologicznego przeprowadza się według różnych kryteriów. W praktyce przydatne są następujące klasyfikacje:

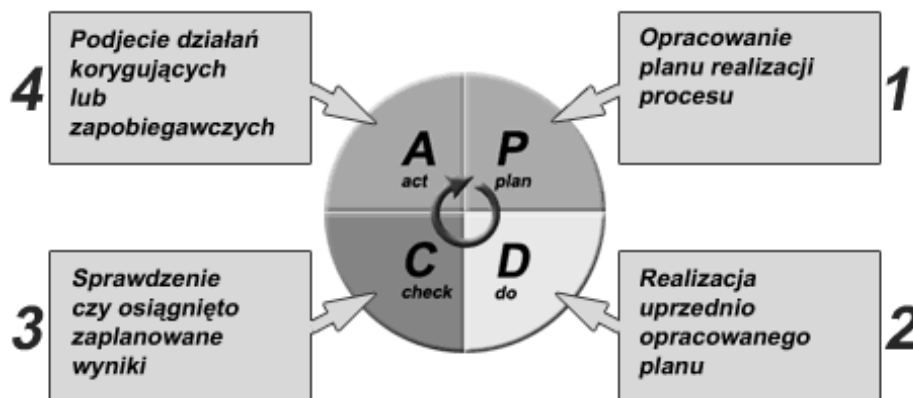
- ze względu na sferę oddziaływania:
 - ryzyka zewnętrzne (biosferyczne), czyli katastrofy naturalne i klęski żywiołowe oddziałujące na człowieka i gospodarkę,
 - ryzyko wewnętrzne (antroposferyczne), czyli awarię i katastrofy w gospodarce oddziałujące na środowisko przyrodnicze, gospodarkę i człowieka;
- ze względu na czas występowania:
 - ryzyko realnie występujące związane z funkcjonowaniem już istniejących budowli, urządzeń, maszyn lub z określonym układem klimatycznym, geologicznym czy hydrologicznym,
 - ryzyko potencjalne związane z realizacją projektowanych budowli, urządzeń i maszyn, zmianą klimatu czy układów hydrologicznych lub geologicznych;

postrzegać zarządzanie nim, jako zespół powiązanych przyczynowo i następujących po sobie działań realizowanych w organizacji w wymiarze czasoprzestrzennym i cechujących się określoną powtarzalnością. I tak, na elementy procesu zarządzania ryzykiem składa się pięć zasadniczych czynności [12]:

- „identyfikacja źródeł ryzyka ekologicznego:
 - analiza czynników ryzyka połączona z analizą otoczenia decyzji lub działania,
 - Analiza ryzyka ekologicznego:
 - analiza potencjalnych i rzeczywistych (aktualnych) skutków ekologicznych decyzji lub działania,
 - identyfikacja podmiotów dotkniętych ryzykiem,
 - określenie prawdopodobieństwa wystąpienia skutków ryzyka ekologicznego.
- ocena ryzyka:
 - akceptacja lub odrzucenie ryzyka połączone z poszukiwaniem efektywnych rozwiązań problemu, określenie istotnych potencjalnych obszarów poprawy,
 - sformułowanie wariantów,
 - analiza i wybór wariantu.
- proekologiczna reakcja:
 - eliminacja, ograniczanie źródeł ryzyka, rozwiązania początku i końca rury, modyfikacja polityki ekologicznej przedsiębiorstwa, przeniesieni części odpowiedzialności (poprzez ubezpieczenie) na podmiot zewnętrzny.
- kontrola procesu:
 - ocena ex post skutków proekologicznej reakcji,
 - w razie potrzeby korekta i powtórzenie procesu”.

5.3 ZARZĄDZANIE ŚRODOWISKOWE, JAKO INSTRUMENT OGRANICZANIA RYZYKA EKOLOGICZNEGO

Zarządzanie środowiskowe może stanowić skuteczny instrument ograniczania ryzyka ekologicznego, gdyż jego filozofia opiera się na systematycznej poprawie istotnych aspektów środowiskowych, co w logiczny sposób skutkować powinno zmniejszaniem się potencjalnych zagrożeń ze strony przedsiębiorstwa dla środowiska. „Zarządzanie środowiskowe jest to zasób wiedzy, umiejętności i technik zarządzania przedsiębiorstwem, który zapewnia uzyskanie wysokiej efektywności ekonomicznej produkcji i usług, minimalne obciążenie środowiska przyrodniczego i dobry komfort pracy załogi przedsiębiorstwa. Idea zarządzania środowiskowego opiera się na procesie stałego doskonalenia, której twórcą był Edwards W. Deming” [15]. Graficzna koncepcja zarządzania środowiskowego w oparciu o proces ciągłego doskonalenia została zestawiona na rys. 5.2.



Rys. 5.2 Koncepcja zarządzania jakością opracowana przez W.E. Deming'a

Źródło: [22]

Podstawą wdrażania systemu zarządzania środowiskowego jest podjęcie decyzji przez kierownictwo dotyczącej jego włączenia do praktyki funkcjonowania firmy oraz powołanie kompetentnego zespołu wdrożeniowego. Popularnym systemem zarządzania środowiskowego jest norma ISO 14001, powstała w 1992 roku, kiedy to w Rio de Janeiro odbywała się konferencja ONZ „Środowisko i Rozwój”. Rok wcześniej Światowa Rada Gospodarcza ds. Zrównoważonego Rozwoju działająca Międzynarodowej Izbie Gospodarczej (ICC – International Chamber of Commerce) wydała dokument pod nazwą „Karta Biznesu ds. Zrównoważonego Rozwoju” (nazywana Kartą Rotterdamską ICC) [13]. Zawierała ona szereg zasad odnośnie projektowania systemów zarządzania ochroną środowiska w organizacji. Na jej podstawie utworzono międzynarodową normę ISO 14001:1996 System zarządzania środowiskowego. Wymagania i wytyczne stosowania [18]. Na przestrzeni lat norma ISO przechodziła liczne nowelizacje, obecnie najnowsza jej wersja to ISO 14001:2005.

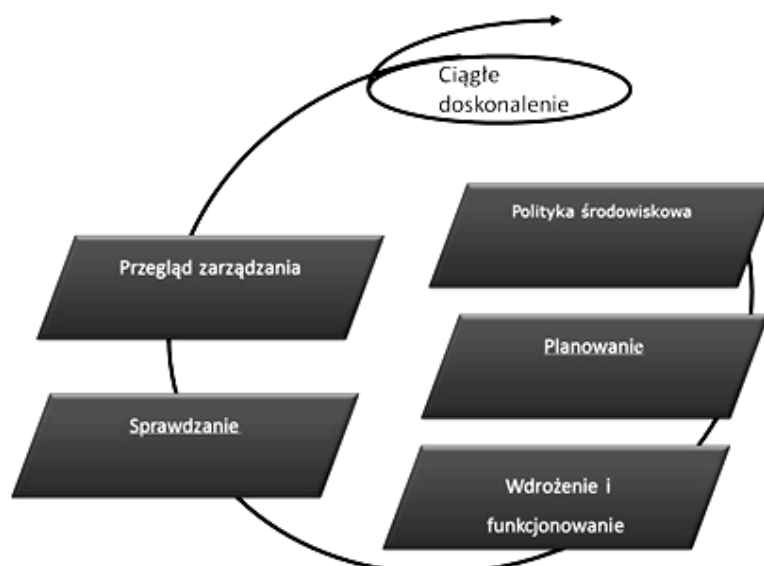
W literaturze przedmiotu za podstawowe zadanie normy ISO 14001 uznaje się „wspomaganie ochrony środowiska i zapobieganie zanieczyszczeniom w sposób uwzględniający potrzeby społeczno-ekonomiczne (w myśl idei zrównoważonego rozwoju). W normie tej jednak, jak mogłoby się wydawać, nie ustanowiono bezwzględnych wymagań dotyczących efektów działalności środowiskowej. Wymaga się w niej jedynie podjęcia zobowiązań zawartych w polityce środowiskowej, odnośnie działania zgodnie z wymaganiami prawnymi i innymi, do których spełnienia firma się zobowiązała, zapobiegania zanieczyszczeniom oraz zobowiązaniem do ciągłego doskonalenia systemu zarządzania” [19].

Jednocześnie przedsiębiorstwa i instytucje wdrażają systemy zarządzania środowiskowego ISO 14000 wówczas, gdy chcą:

- ustanowić, wdrożyć, utrzymywać i doskonalić system zarządzania środowiskowego,
- mieć pewność co do postępowania zgodnego z ustaloną przez siebie polityką środowiskową,
- wykazać zgodność z niniejszą normą międzynarodową przez: samoocenę i własną deklarację,

- dążyć do potwierdzenia zgodności przez strony zainteresowane organizacją, np. klientów,
- dążyć do certyfikacji/rejestracji systemu zarządzania środowiskowego przez zewnętrzną organizację [7].

Sformalizowany system zarządzania środowiskowego – zgodny z normą ISO 14001 – składa się z pięciu elementów co obrazuje rys. 5.3.



Rys. 5.3 Główne elementy systemu zarządzania środowiskowego wg ISO 14001

Źródło: [21]

5.4 MINIMALIZACJA RYZYKA EKOLOGICZNEGO NA PRZYKŁADZIE GRUPY PRODUKCYJNEJ ROCKWOOL

Po omówieniu ryzyka ekologicznego oraz przedstawieniu systemu ISO 14001, można przejść do kluczowej kwestii, czyli ukazać rolę systemu ISO 14001 w minimalizowaniu ryzyka ekologicznego działalności. Jako przykład posłuży grupa ROCKWOOL – lider w dziedzinie izolacji termicznej w budownictwie.

Grupa Rockwool jest wiodącym dostawcą innowacyjnych produktów i systemów opartych na skalnej wełnie mineralnej służące jako izolacja termiczna, akustyczna i przeciwpożarowa w budownictwie mieszkaniowym i ogólnym, obiektach przemysłowych i handlowych oraz instalacjach technicznych, poprawiających warunki i jakość życia milionów ludzi. W ciągu 20 lat funkcjonowania na krajowym rynku, zainwestowali w proces technologiczny, rozbudowę linii i instalacje proekologiczne ponad 1 miliard złotych. Rockwool Polska posiada dwie fabryki, w których funkcjonuje siedem linii produkcyjnych oraz dodatkowe linie obróbki półproduktów i wyrobów gotowych. Linia nr 7 została uruchomiona we wrześniu 2007 roku i jest jedną z najnowocześniejszych na świecie linii do produkcji skalnej wełny mineralnej.

Wszystkie produkty ze skalnej wełny mineralnej ROCKWOOL posiadają wspólne właściwości – są doskonałą izolacją cieplną o niskim współczynniku przewodzenia ciepła, przy tym są niepalne, zwiększają odporność ogniową przegród oraz poprawiają

ich akustykę. Jednocześnie każdy wyrób służy środowisku, ograniczając straty ciepła, a w konsekwencji zmniejszając zapotrzebowanie na energię i emisję CO₂ [23].

W 2003 roku ROCKWOOL Polska otrzymał certyfikat potwierdzający, że system zarządzania jakością stosowany w firmie spełnia wymagania międzynarodowej normy ISO 9001:2008. W roku 2011 ROCKWOOL Polska uzyskał potwierdzenie spełnienia wymagań w zakresie ochrony środowiska otrzymując certyfikat ISO 14001:2004 [21].

Grupa Rockwool w swojej polityce środowiskowej wyznacza następujące cele [16]:

- redukcja odpadów – przez lata grupa Rockwool udoskonaliła proces recyklingu. Odpady wełny mineralnej oraz inne pozostałości o podobnym składzie chemicznym są przetwarzane na brykiety, które następnie są topione i przetwarzane w nową wełnę skalną. Przeszło 94% resztek wełny mineralnej z produkcji Grupy jest ponownie przetwarzanych lub sprzedawanych. Od 2002 do 2008 r. nasze odpady zmniejszyły się o 35% – 43000 ton. Resztki wełny skalnej są również wykorzystywane przez inne branże np. jako surowiec do produkcji cegieł [2],
- zmniejszenie emisji CO₂ – w 2009 r. Grupa Rockwool po raz pierwszy uczestniczyła w programie Carbon Disclosure Project (CDP), będący światowym wzorem standardu raportowania emisji CO₂. System raportowania jest zgodny z Protokołem na temat gazów cieplarnianych World Business Council on Sustainable Development (WBCSD) [3],
- efektywne wykorzystanie energii – specjaliści Grupy Rockwool opracowali cały katalog usprawnień, które są dostępne dla wszystkich zakładów, tak, by mogły one wprowadzić na podstawie audytów energetycznych własne plany ulepszeń energetycznych. W wyniku audytów energetycznych obniżono zużycie energii o kwotę stanowiącą równowartość 3,4 mln euro rocznie [4],
- zapobieganie zanieczyszczeniom środowiska – fabryki wełny skalnej wykorzystują instalacje do dopalania spalin oraz inne urządzenia proeologiczne do minimalizacji emisji tlenku węgla (CO) [5],
- promowanie produktów grupy Rockwool jako przyjaznych dla środowiska – Izolacja Rockwool to jeden z nielicznych produktów przemysłowych, który oszczędza więcej energii, emisji CO₂ i zanieczyszczeń powietrza niż zostaje zużyte i wytworzone podczas jego produkcji. Produkcja izolacji 2008 roku zaoszczędzi w cyklu swojego istnienia przeszło 200 mln ton emisji CO₂ z budynków i procesów produkcyjnych. Odpowiada to rocznej emisji CO₂ Holandii [6].

PODSUMOWANIE

W artykule ukazano rolę systemów zarządzania środowiskowego w procesie ograniczania ryzyka ekologicznego w przedsiębiorstwie. Oprócz analizy literatury przedmiotu posłużono się w nim, także przykładem praktycznym grupy produkcyjnej ROCKWOOL. Okazuje się, że dzięki wykorzystaniu systemu zarządzania środowiskowego (SZŚ) ISO 14001 firma ta minimalizuje ryzyko ekologiczne. Dzieje się to głównie w wyniku realizacji celów wyznaczonych w polityce środowiskowej, będącej

podstawowym elementem (SZŚ) m.in. takich jak: redukcja odpadów, zmniejszenie emisji CO₂, efektywne wykorzystanie energii, zapobieganie zanieczyszczeniom czy promowanie produktów grupy ROCKWOOL jako przyjaznych dla środowiska.

Na podstawie Raportu Środowiskowego opracowanego przez Dział Ochrony Środowiska Grupy ROCKWOOL należy uznać, iż w latach 2002-2008 podjęte działania w ramach systemu zarządzania środowiskowego ISO 14001 przyczyniły się do zmniejszenia ryzyka ekologicznego. Stąd na tym przykładzie można z pełnym przekonaniem uznać, iż systemy zarządzania środowiskiem stanowić mogą skuteczny instrument ograniczania tego rodzaju ryzyka.

LITERATURA

- 1 Bernstein P.L., Przeciw bogom. Niezwykłe dzieje ryzyka. WIG-PRESS, Warszawa 1997, s. 11.
- 2 Dział Ochrony Środowiska Grupy Rockwool, Raport Środowiskowy, 2009, s.25.
- 3 Dział Ochrony Środowiska Grupy Rockwool, Raport Środowiskowy, 2009, s.23.
- 4 Dział Ochrony Środowiska Grupy Rockwool, Raport Środowiskowy, 2009, s.22.
- 5 Dział Ochrony Środowiska Grupy Rockwool, Raport Środowiskowy, 2009, s.26.
- 6 Dział Ochrony Środowiska Grupy Rockwool, Raport Środowiskowy, 2009, s.22.
- 7 Gruszka A., Niegowska E., Zarządzanie środowiskowe. Komentarz do norm ISO 14000, PKN, Warszawa 2007, s. 97.
- 8 Haller M.: Sicherheit durch Versicherung Schriftenreihe Risikopolitik. Band I, Hochschule ST. Gallen 1995, s.7 za: Borys G., Ryzyko ekologiczne w działalności banku, Biblioteka Menedżera i Bankowca, Warszawa 2000, s. 45.
- 9 Jedynak P., Teczek J., Wyciślak S.: Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwach zorientowanych międzynarodowo, Księgarnia Akademicka, Kraków 2001, s. 31-32.
- 10 Kaczmarek T.T.: Ryzyko i zarządzanie ryzykiem. Ujęcie interdyscyplinarne. Difin, Warszawa 2005, s. 49.
- 11 Kaźmierczak L.: Zarządzanie ryzykiem ekologicznym w przedsiębiorstwie, pod red. Stankiewicz J., Management, University of Zielona Góra, Faculty of Economics and Management 1/2008, s. 283-284.
- 12 Kaźmierczak-Piwko L.: The Development Of Instruments Of Sustainable Development Of The Enterprises Sector, Management Systems In Production Engineering 2012, No 4 (8), pp 38.
- 13 Kubińska-Kaleta E., Waszkielewicz W.: Określenie różnymi metodami ryzyka w dużych przedsiębiorstwach przemysłowych na przykładzie huty stali, Zagadnienia techniczno ekonomiczne, Tom 50, Zeszyt I, 2005, s. 83.
- 14 Makarowski R.: Granice ryzyka. Paradygmat psychologiczny, Oficyna Wydawnicza „Impuls”, Kraków 2008, s. 41.
- 15 Nowosielski R. Spilka M. Kania A.: Zarządzanie środowiskowe i systemy zarządzania środowiskowego, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2010, s. 260.

- 16 Opracowanie własne na podstawie, http://www.rockwool.pl/o-firmie/polska/polityka_srodowiskowa [dostęp: 28.03.2014].
- 17 Poskrobko B., Baran A.: Zarządzanie środowiskiem, Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 2007, s. 247.
- 18 Systemy i narzędzia Zarządzania Strategicznego: http://www.iso.org.pl/zarządzanie_srodowiskowe, [dostęp: 17.04.2014]
- 19 Systemy zarządzani BRAND: <http://www.iso14001.wroc.pl/czym-jest-iso-14001.html>, [dostęp: 17.04.2014].
- 20 http://www.portal-iso.pl/pliki/info/Rys10_roz4_1.jpg, [dostęp: 17.04.2014].
- 21 <http://www.rockwool.pl/o-firmie/polska/o-firmie>, [dostęp: 17.04.2014].
- 22 <http://www.strefa-iso.pl/images/art/iso-podejscie-procesowe-2/pdca-proces.gif>, [dostęp: 17.04.2014].
- 23 <http://www.srebrnestawy.pl/inwestycja/partnerzy>, [dostęp: 17.04.2014].

ZARZĄDZANIE ŚRODOWISKOWE, JAKO INSTRUMENT OGRANICZANIA RYZYKA EKOLOGICZNEGO W PRZEDSIĘBIORSTWIE

Streszczenie: Artykuł podejmuje problematykę systemów zarządzania środowiskowego, jako skutecznych instrumentów ograniczania ryzyka ekologicznego w przedsiębiorstwie. Przedstawiono w nim genezę pojęcia ryzyko i ryzyko ekologiczne koncentrując uwagę na procesie zarządzania nim w praktyce gospodarczej. Za praktyczny przykład wykorzystania systemu zarządzania środowiskowego do ograniczania ryzyka ekologicznego działalności posłużyła grupa produkcyjna ROCKWOOL.

Słowa kluczowe: Ryzyko, ryzyko ekologiczne, zarządzanie środowiskowe

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AS AN INSTRUMENT FOR REDUCING ENVIRONMENTAL RISK IN THE ENTERPRISE

Abstract: The article presents the issues of environmental management systems as effective instruments for mitigation of ecological risk in the enterprise. It presents the genesis of the concept of risk and ecological risk by focusing attention on the process of management in business practice. For a practical example of the use of an environmental management system to reduce the ecological risk of the business served production group ROCKWOOL.

Key words: Risk, ecological risk, environmental management

Daria DER, Maciej GAWRON, Jagoda ZBOROWSKA
Uniwersytet Zielonogórski
Koło Naukowe Eko-Zarządzania Uniwersytetu Zielonogórskiego
Wydział Ekonomii i Zarządzania
ul. Podgórna 50, 65-246 Zielona Góra
e-mail: mgwr.Gawron@gmail.com

6

NIEZAWODNOŚĆ CZŁOWIEKA I NIEZAWODNOŚĆ TECHNICZNA W PROCESIE PRACY UKŁADU CZŁOWIEK-MASZYNA

6.1 WPROWADZENIE

Człowiek jako element układu człowiek-obiekt techniczny jest w tym układzie najbardziej złożonym ogniwiem. Opis takiego układu w celu określenia niezawodności jest poprzez język reguł i wzorów matematycznych trudny. Badania jakie prowadzono nad niezawodnością człowieka najczęściej wykorzystują teorie psychologiczne o mniejszym stopniu ogólności, odnosząc się do zachowań, które kwalifikują się jako błędy, potknięcia i uchybienia. Takimi specyficznymi teoriami są: teoria skłonności do wypadków oraz teoria błędów. Podstawą obu tych teorii jest statystyczna analiza zdarzeń, a podstawowym pojęciem tej analizy jest prawdopodobieństwo wystąpienia niepożądanego zdarzenia (urazów – w przypadku skłonności do wypadków oraz błędów – w przypadku teorii błędów). Psychologiczna teoria niezawodności wywodzi się wprost z tych dwu nurtów badań. Wcześniejszego, dotyczącego skłonności do wypadków oraz późniejszego, dotyczącego analizy błędów i ich przyczyn jako funkcji złej konstrukcji maszyn i urządzeń. Te dwa odmienne nurty badań, w których inaczej są traktowane przyczyny niepożądanego zdarzenia, zostały połączone w momencie, gdy uznano, że żaden z tych nurtów nie prowadzi do definitywnych rozstrzygnięć. Wówczas przedmiotem analizy postanowiono uczynić układ człowiek-obiekt techniczny jako całość. Uznano, że błędy człowieka i maszyny wymagają wspólnej płaszczyzny analizy. W tym właśnie momencie problematyka błędów (lub skutków i przyczyn) przeobraziła się w problematykę niezawodności. Twórcy złożonych układów sterowania oraz psychologowie uświadomili sobie, że obliczając niezawodność układu technicznego nie można pomijać niezawodności człowieka, tzn. właściwości jego zachowania się, jego możliwości i ograniczenia, cech, które stawiają go znacznie wyżej od maszyny i cech, pod względem których nie dorównuje on maszynie. Problematyka niezawodności człowieka stała się integralną częścią ogólnej teorii niezawodności systemów [10].

6.2 POJĘCIE NIEZAWODNOŚCI

Teoria niezawodności jest dyscypliną, której język oparty jest na dwóch dziedzinach matematyki: teorii prawdopodobieństwa i statystyce matematycznej. Wspólną cechą niezawodności człowieka i niezawodności innych obiektów jest

konieczność określenia pewnych wymagań (oczekiwań). Istotną różnicą między pojęciem niezawodności człowieka i niezawodności innych obiektów jest interakcyjność między nadawcą i odbiorcą wymagań, tj. możliwość wymiany informacji zarówno o stanach samego obiektu (człowieka) jak i stanach otoczenia. Pojęcie niezawodność jest uważane we współczesnej nauce za jedno z ważniejszych ze względu na jego własności integrujące, które pozwalają na dokonanie syntezy wiedzy dotyczącej różnych obiektów, zarówno technicznych jak i biologicznych. Pozwala dokonać analogii i generować nowe hipotezy badawcze.

Niezawodność obiektu technicznego w sensie normatywnym to własność określona przez prawdopodobieństwo spełnienia wymagań. A. Kiliński [5] postuluje ponadto rozważenie innych cech obiektu, które są bliskie cechy niezawodności. Jest nią trwałość obiektu, czyli jego zdolność do zachowania istotnych własności. Cecha ta jest względna, zależy od warunków korzystania z obiektu, eksploatacji, przechowywania, transportu, konserwacji i napraw. Trwałość może być mierzona długością czasu, w którym obiekt zachowa określone własności w określonych granicach ich zmian, w określonych warunkach istnienia. Tak rozumiana trwałość jest nazywana czasem życia, czasem użytkowania lub czasem służby. Niezawodność w sensie normatywnym może być także rozumiana jako prawdopodobieństwo sukcesu, tj. spełnienia przez obiekt określonego wymagania lub jako prawdopodobieństwo tego, że w okresie $(0, t)$ zmiany określonych własności obiektu nie przekroczą określonych granic, w określonych warunkach istnienia obiektu [6].

Niezawodność w odniesieniu do człowieka określana jest poprzez różne definicje niezawodności. Jest ona rozumiana jako jego zdolność do utrzymania wymaganego poziomu sprawności w pracy w określonym odcinku czasu. Dość często utożsamia się tę cechę z odpornością na zakłócenia występujące w toku pracy. Ostatecznie w wyniku analizy niezawodności układu człowiek-obiekt techniczny, zaproponowano następującą definicję niezawodności człowieka. Niezawodność człowieka jest to zdolność do wykonywania powierzonych zadań z minimalnym ryzykiem błędu, w określonych warunkach i w określonym czasie [1].

6.3 OPIS NIEZAWODNOŚCI CZŁOWIEKA

Niezawodność jest definiowana jako zdolność do spełniania wymagań z minimalnym prawdopodobieństwem popełnienia błędu, w określonych warunkach i w określonym czasie, więc w celu określenia tegoż prawdopodobieństwa niezbędna jest wiedza o błędach (o ich liczbie i rodzajach). O błędach człowieka mówi się w dwu kontekstach: przy poszukiwaniu przyczyn wypadków oraz w kontekście analizy działania człowieka w układach technicznych. Dla ustalenia przyczyn wypadków błędy traktuje się w odmienny sposób niż w analizie błędów w związku z koniecznością prawidłowego podziału funkcji między człowiekiem i maszyną oraz projektowania systemów technicznych. W pierwszym przypadku jest on analizowany jako przyczyna wypadku, w drugim jako skutek niewłaściwej konstrukcji urządzeń, z którymi współdziała człowiek [4, 10].

Wśród wielu proponowanych przez badaczy klasyfikacji błędów popełnianych przez człowieka, podział na błędy systematyczne i przypadkowe wydaje się najbardziej właściwe. Podejście probabilistyczne (opis prawdopodobieństwa wystąpienia błędu) jest typowe dla badań niezawodności człowieka w związku z analizą ryzyka, a błąd człowieka jest traktowany podobnie jak usterka lub zakłócenie w funkcjonowaniu maszyny. Liczba błędów człowieka i maszyny jest punktem wyjścia obliczenia współczynnika niezawodności całego układu. Dla tzw. błędów operatorskich można wyróżnić rodzaje błędów czynności [11]:

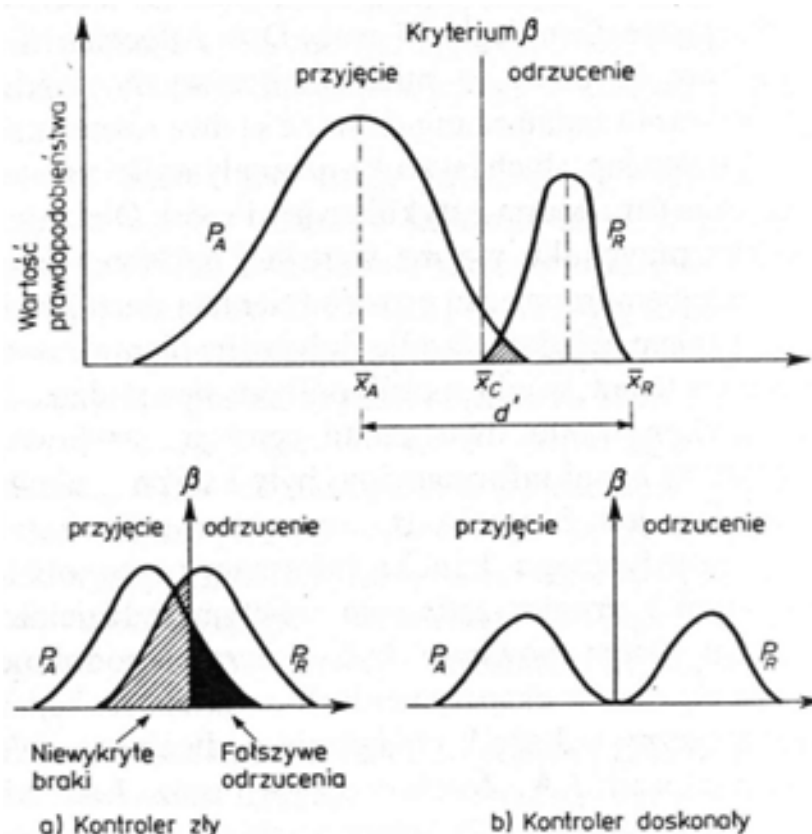
- brak prawidłowej czynności po pojawieniu się sygnału,
- czynność spóźniona,
- czynność wykonana w porę, lecz nie dokończona lub wykonana zamiast innej,
- czynność zbyteczna, wynikająca z chaotycznej aktywności,
- czynność przedwczesna,
- czynność spontaniczna, bez sygnału z zewnątrz, zamiast powstrzymania się od aktywności, przedwczesne włączenie się do działania,
- czynność przeciwstawna do czynności pożądaney lub niedokładna.

Zbieranie danych o błędach jest podstawą budowania miar niezawodności człowieka. Celem tego działania jest przewidywanie niezawodności układu, w którym człowiek pełni określoną rolę. Pośród długiej listy mechanizmów powstawania błędów w pacy człowieka na szczególną uwagę zasługuje mechanizm podejmowania decyzji. Według autorów publikacji [13] twórców teorii detekcji sygnałów, zachowanie się operatora można opisać matematycznie. W teorii tej operator popełnia dwa główne typy błędów:

- niewykrycie (niedostrzeżenie obiektu),
- fałszywy alarm (wykrycie sygnału, który nie pojawił się).

Człowieka traktuje się tutaj jako ułomny detektor sygnałów. Buduje on w swym układzie nerwowym dwa rozkłady aktywności. Jeden z nich odnosi się do prawdopodobieństwa akceptacji obiektu (P_A), drugi do prawdopodobieństwa odrzucenia obiektu (P_R). Stopień odseparowania tych dwóch rozkładów jest miarą wrażliwości percepcyjnej (d') operatora czuwającego w oczekiwaniu na sygnały lub dokonującego kontroli. Wrażliwość kontrolera można opisać matematycznie [3]. Teorię wykrywania sygnałów zastosowaną do podejmowania decyzji przez operatora podczas pracy pokazuje rys. 6.1.

Dodatkowo czynnikami, które mogą wpłynąć na poziom niezawodności człowieka podczas pracy są czynniki zawodności takie jak: zmęczenie i monotonia oraz napięcie emocjonalne (stres). Zmęczenie, które jest jednym z najbardziej charakterystycznych i powszechnych stanów człowieka ma naturę fizjologiczną oraz psychologiczną. Objawami zmęczenia jest utrata chęci do dalszej pracy, napięcie oraz niepokój. Wiedza o zmęczeniu umysłowym (psychicznym) jako czynniku zawodności ma duże znaczenie praktyczne, w szczególności w projektowaniu tzw. reżimów pracy operatora, gdzie takie zmęczenie dominuje [10].



Rys. 6.1 Teoria wykrywania sygnałów zastosowana do zachowania kontrolera (operatora)

P_A – prawdopodobieństwo przyjęcia (akceptacji detalu)

P_R – prawdopodobieństwo odrzucenia (dyskwalifikacji detalu)

x_A – średnia liczba przyjętych detali, x_R – średnia liczba odrzuconych detali

x_C – średnia kryterialna, d' – wrażliwość kontrolera (discriminability)

Źródło: [3]

6.4 WSKAŹNIKI NIEZAWODNOŚCI CZŁOWIEKA

Dotychczas w badaniach nad niezawodnością człowieka próbowano stosować wskaźniki opracowane w dziedzinie nauk technicznych oparte na teorii prawdopodobieństwa. Ich stosowanie wymaga określenia takich wielkości charakteryzujących pracę człowieka jak [9]:

- średni czas między dwoma uchybieniami w pracy (błędami),
- ogólna liczba błędów popełnionych w danym odcinku czasu,
- procent poprawnie wykonanych zadań w danym odcinku czasu.

Według B. F. Łomowa [7], głównymi wskaźnikami ilościowymi niezawodności człowieka są: wskaźnik bezbłędności, gotowości, restytucji oraz aktualności (adekwatności czasowej działania operatora).

Wskaźnik bezbłędności to prawdopodobieństwo bezbłędnej pracy operatora, które można wyznaczyć w odniesieniu do wyróżnionej operacji oraz do całego algorytmu czynności. Wskaźnik ten wyraża się wzorem:

$$P_j = \frac{N_j - n_j}{N_j}, \quad (6.1)$$

gdzie:

- P_j – prawdopodobieństwo bezbłędneho wykonania operacji,
- N_j – ogólna liczba wykonanych operacji,
- n_j – liczba popełnionych błędów.

Wskaźnik restytucji wiąże się z możliwością samokontroli operatora i dokonywania poprawek w działaniu. Wskaźnik ten wyraża się prawdopodobieństwem poprawienia popełnionych przez operatora błędów:

$$P_{pop} = P_k \cdot P_{wyk} \cdot P_p, \quad (6.2)$$

gdzie:

- P_{pop} – prawdopodobieństwo włączenia się operatora do działania po pojawieniu się błędu w celu jego skorygowania,
- P_k – prawdopodobieństwo wysłania sygnału przez mechanizm kontrolujący,
- P_{wyk} – prawdopodobieństwo wykrycia przez operatora sygnału pochodzącego z urządzenia kontrolującego,
- P_p – prawdopodobieństwo skorygowania błędnych operacji przy powtórnych ich wykonaniu.

Wskaźnik aktualności (adekwatności czasowej działania operatora) wprowadza się ze względu na fakt, że poprawne lecz wykonane w niewłaściwym czasie działanie nie prowadzi do celu. Często na wykonanie określonych operacji przeznaczona jest ściśle określony czas. Jego przekroczenie uważa się za błąd. Wskaźnik adekwatności czasowej operatora wyraża się prawdopodobieństwem wykonania zadań w czasie $\tau < t_l$. Wyraża się ono wzorem:

$$P_a = P\{\tau < t_l\} = \int_0^{t_l} f(\tau) d\tau, \quad (6.3)$$

gdzie:

- P_a – prawdopodobieństwo aktualności,
- $f(\tau)$ – funkcja czasowego rozkładu wykonania zadania przez operatora.

Wzór ten ma zastosowanie jeśli t_l jest wielkością stałą. W niektórych przypadkach uwzględnia się również tzw. wskaźnik gotowości operatora jako prawdopodobieństwo włączenia się operatora do działania w dowolnym momencie. Wyraża się wzorem [10]:

$$K = 1 - \frac{T_0}{T}, \quad (6.4)$$

gdzie:

- K – wskaźnik gotowości,
- T_0 – czas wyłączenia się operatora z pracy, jego nieobecności w danym okresie na danym stanowisku pracy,
- T – całkowity czas pracy operatora.

Określając niezawodność człowieka na określonym stanowisku pracy należy uwzględnić te wskaźniki, które mają największy wpływ na osiągnięcie celu postawionego przed operatorem.

6.5 NIEZAWODNOŚĆ OBIEKTU TECHNICZNEGO

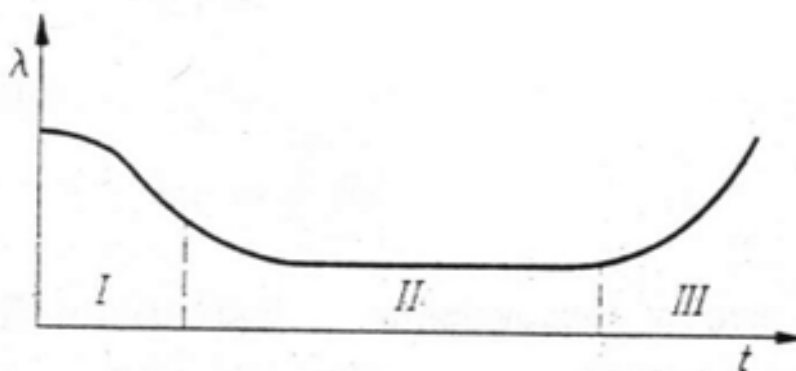
W określaniu niezawodności obiektów technicznych stosuje się metody badawcze pozwalające na uzyskiwanie i przetwarzanie informacji o takich własnościach obiektów technicznych, jakie ujawniają się w procesie ich użytkowania i świadczą o ich przydatności w realizacji zadań, dla których zostały one skonstruowane i wyprodukowane. W teorii niezawodności korzysta się w szerokim zakresie z modeli matematycznych – głównie probabilistycznych. W opisie niezawodności maszyn i urządzeń najczęściej stosuje się modele matematyczne prostych obiektów technicznych z podziałem na:

- obiekty nieodnawialne,
- obiekty złożone,
- obiekty odnawialne,
- obiekty złożone odnawialne.

W przypadku obiektu nieodnawialnego modelem matematycznym opisującym jego niezawodność tzn. przewidywalną i określoną zdolność do realizacji nakładanych zadań w określonych warunkach i określonym przedziale czasowym jest ciągła zmienna losowa T nazywana czasem zdatności lub trwałością obiektu. Podstawową miarą niezawodności obiektu w przedziale czasu $[0, t]$ jest wtedy prawdopodobieństwo:

$$R(t) = P(T \geq t), \text{ dla } t \geq 0 \quad (6.5)$$

nazywane niezawodnością obiektu. R jako funkcja czasu t bywa też nazywana funkcją niezawodności. Oprócz funkcji niezawodności wyznacza się również inne funkcje charakteryzujące czas zdatności obiektu. Są nimi: funkcja zawodności obiektu, gęstość prawdopodobieństwa (poprawnego działania) oraz funkcja intensywności uszkodzeń λ . Typowy przebieg funkcji intensywności uszkodzeń przedstawia rys. 6.2.



Rys. 6.2 Zależność intensywności uszkodzeń λ w funkcji czasu t

Źródło: [2]

Na osi czasu wyróżnić można trzy przedziały:

- I – okres dużej i malejącej intensywności uszkodzeń spowodowany ujawnianiem się wad produkcyjnych itp.
- II – okres w przybliżeniu stałej intensywności uszkodzeń, których pojawianie się ma charakter awarii,
- III – okres rosnącej intensywności uszkodzeń odzwierciedlającej zużycie obiektów.

Zależności między charakterystykami funkcyjnymi czasu zdatności pozwalają na otrzymywanie różnorodnych informacji o czasie zdatności obiektów technicznych z danej populacji. Obok charakterystyk funkcyjnych bądź też zamiast tych charakterystyk stosuje się tzw. charakterystyki liczbowe. Najważniejszą rolę odgrywa tu wartość czasu zdatności, którą nazywa się oczekiwanym czasem zdatności [2].

Wyżej opisane zależności odnoszą się do obiektu jako całości. W praktyce ocenia się niezawodność obiektu (urządzenia) szukając związków pomiędzy niezawodnością obiektu a niezawodnością jego elementów składowych. Należy wtedy dokonać analizy niezawodności struktury obiektu. Celem takiej analizy jest uzyskanie oceny wpływu każdego węzła konstrukcyjnego (układu, zespołu elementów np. silnika) na możliwości realizacji zadania przez obiekt (dane urządzenie, maszynę). Wymaga to między innymi:

- określenia elementów składowych obiektu,
- oceny realizacji zachodzących między elementami,
- opracowania zasad odwzorowania struktury obiektu.

Przynależność elementu do obiektu uwarunkowana jest jego działaniem w spełnianiu funkcji w tym obiekcie. Funkcje jakie spełniają w obiekcie poszczególne elementy można podzielić na: funkcje podstawowe, rezerwowe oraz podrzędne (pasywne). Wyróżnienie takich elementów stwarza potrzebę szczegółowej analizy logicznej obiektu pod kątem wpływu rozpatrywanego elementu na możliwość realizacji zadania przez obiekt. Analizę taką przeprowadza się w oparciu o informacje zawarte w dokumentacji technicznej.

Elementy, które spełniają funkcję podstawową przy realizacji danego zadania, przedstawia się w postaci sprzężenia szeregowego (struktura szeregową). Niezawodność obiektu o strukturze szeregowej wyraża się iloczynem k elementów, z których składa się ten obiekt, czyli:

$$R(t_e) = R_1(t_{e1}) \cdot R_2(t_{e2}) \cdot R_3(t_{e3}) \cdot \dots \cdot R_k(t_{ek}) \quad (6.6)$$

Jest to prawo iloczynu opisujące niezawodność obiektu składającego się z elementów tworzących jedną linię działania. Uszkodzenie w tym przypadku dowolnego elementu powoduje uszkodzenie całego obiektu, a niezawodności poszczególnych elementów są od siebie niezależne.

Elementy rezerwowe, nie biorące bezpośrednio udziału w realizacji danego zadania, przedstawia się w postaci sprzężenia równoległego. Sprzężenie równoległe (alternatywne) charakteryzuje się tym, że w celu realizacji zadania przez obiekt, konieczne jest prawidłowe działanie tylko jednego elementu. Pozostałe elementy stanowią rezerwę obiektu i wchodzi do pracy w przypadku uszkodzenia elementu podstawowego. Obiekt w takim przypadku przestaje działać, jeśli zawiodą wszystkie jego elementy składowe. Niezawodność obiektu z elementami w układzie równoległym wyrazi się zależnością:

$$R_k(t) = 1 - (1 - R_1) \cdot (1 - R_2) \cdot \dots \cdot (1 - R_k) \quad (6.7)$$

lub w przypadku identycznych elementów:

$$R_k(t) = 1 - (1 - R_1)^k, \quad (6.8)$$

gdzie:

k – liczba elementów obiektu.

Jest to prawo rezerwy. Niezawodność takiego obiektu zwiększa się, gdy liczba elementów k zwiększa się. Element obiektu zalicza się do zbioru elementów pasywnych, jeśli jego uszkodzenie (lub jego brak) nie uniemożliwia realizacji rozpatrywanego zadania obiektu. Elementy, które spełniają funkcję podrzędną (pasywną) przy realizacji zadania obiektu przedstawia się w postaci tzw. połączeń pośrednich. Połączenie pośrednie charakteryzuje się tym, że konieczne jest prawidłowe działanie elementów w tym powiązaniu dla osiągnięcia i utrzymania wymaganego poziomu takich cech określających jakość użytkową jak dogodność użytkowania, dogodność obsługi oraz walory estetyczne [12].

6.6 NIEZAWODNOŚĆ UKŁADU CZŁOWIEK-MASZYNA

Swoistą właściwością człowieka jako części składowej podsystemu jest z jednej strony możliwość popełniania błędów, z drugiej strony zdolność uczenia się i dochodzenia do wprawy. Właściwością maszyny jako części składowej podsystemu jest z jednej strony możliwość bezbłędnej, powtarzalnie wykonywanej pracy, z drugiej strony brak możliwości czynności samosterowniczej maszyny (brak zdolności uczenia się). Właściwości człowieka i maszyny jako elementów systemu różnie wpływają na niezawodność systemu. Jak do tej pory łatwiej jest korygować właściwości maszyn niż ludzi. Stosując wymienione powyżej wskaźniki niezawodności w odniesieniu do człowieka należy pamiętać, że każda jego cecha nie jest wielkością stałą, lecz zmienia się w miarę upływu czasu i jest uwarunkowana zmianami zachodzącymi w otoczeniu oraz w samym człowieku. Przy określaniu niezawodności człowieka w każdym przypadku należy wybrać określony czynnik najbardziej charakterystyczny dla danego rodzaju czynności. Z każdym z tych czynników związany jest określony stan układu człowiek-maszyna i dla każdego z tych stanów należy określić konkretne znaczenie badanego wskaźnika niezawodności operatora. Jeśli przyjmiemy, że układ może przyjmować stany: i_1, i_2, \dots, i_n , to w każdym z nich niezawodność operatora przyjmuje stany: $P_{op1}, P_{op2}, P_{op3}, \dots, P_{opn}$. Na przykład w interwale czasowym $0 - t_1, t_2 - t_3, t_4 - t_5$ (rys. 6.3) układ człowiek-obiekt techniczny znajduje się w stanie $i = 4$. Stan ten jest uwarunkowany działaniem czynników decydujących o niezawodności pracy operatora, która w tym czasie równa się P_{op4} . Przy działaniu innych czynników układ znajduje się w innych stanach i każdemu z nich odpowiada określona wartość niezawodności operatora.

Przy uwzględnieniu przyjętych wcześniej założeń, wartość prawdopodobieństwa bezbłędnej pracy operatora wynosi [10]:

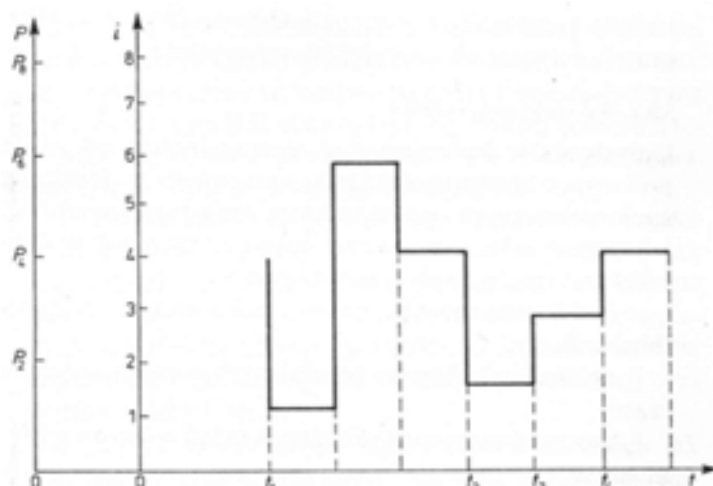
$$P_{op} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot P_{op \ i}, \quad (6.9)$$

gdzie:

P_i – prawdopodobieństwo wystąpienia i -tego stanu układu,

$P_{op \ i}$ – prawdopodobieństwo bezbłędnej pracy operatora w i -tym stanie,

n – liczba rozpatrywanych stanów układu.



Rys. 6.3 Dynamika zmian stanów układu człowiek-obiekt techniczny – przykład wykresu
Źródło: [7]

Prawdopodobieństwo $P_{op\ li}$ (warunkowe) dotyczące pracy operatora można otrzymać eksperymentalnie [7, 10]. Natomiast prawdopodobieństwo P_i w wielu przypadkach udaje się określić za pomocą matematycznych metod teorii masowej obsługi. W teorii tej rozpatruje się zachowanie obiektu technicznego w eksploatacji, czyli w okresie poprawnej pracy (tzw. trwałości T). Prawdopodobieństwo statystyczne zachowania się każdego z elementów układu technicznego opisuje rozkład teoretyczny zmiennej losowej T , który ustala związek między możliwymi wartościami zmiennej T i odpowiadającymi im prawdopodobieństwami P .

Niezawodność obiektu technicznego rozumiana jest jako szansa, że obiekt będzie działał sprawnie przez określony czas lub jako czas bezawaryjnej pracy przy określonym prawdopodobieństwie. Miarą niezawodności jest zatem prawdopodobieństwo P_i bezusterkowej pracy określonego obiektu, w przyjętych warunkach eksploatacji i w danym czasie użytkowania. Niezawodność ta może być wyznaczona dla elementów znajdujących się na różnym poziomie złożoności: części, podzespołów, zespołów, mechanizmów, układów lub całych urządzeń. Na każdym z tych poziomów mogą być stosowane te same charakterystyki niezawodności, powiązane ze sobą określonymi zależnościami (struktury szeregowe, równoległe, szeregowo-równoległe oraz równoległo-szeregowe) [8, 12].

PODSUMOWANIE

Koszty nowoczesnej techniki we współczesnym świecie są coraz wyższe, lecz koszty związane z zawodnością człowieka jako integralnego ogniwa współpracującego z wytworami techniki, mogą okazać się tak wysokie, że nie starczy środków na ich pokrycie. Natomiast konsekwencje ludzkich błędów powinny być wystarczającym uzasadnieniem konieczności ich badania. Wiedza o całokształcie subiektywnych uwarunkowań niezawodnej pracy człowieka jest niezbędna przy projektowaniu właściwego środowiska pracy, zwłaszcza przy projektowaniu układu człowiek-obiekt techniczny, czy też człowiek-stanowisko pracy. Człowieka należy traktować jako bardzo

specyficzne ogniwo układu, wobec którego techniczna teoria niezawodności ma ograniczone i przybliżone zastosowanie. Przy określaniu niezawodności całego układu człowiek-obiekt techniczny muszą być spełnione pewne warunki. Przede wszystkim wskaźniki dla wszystkich ogniw układu muszą być jednakowego typu. Do obliczeń można wykorzystać aparat matematyczny stosowany w teorii niezawodności z wyraźnym zaznaczeniem wielkości dotyczących człowieka wśród pozostałych ogniw układu.

LITERATURA

- 1 Bobniewa M.: Problem niezawodności człowieka, w Z. Kapuścińska, J. Okón, Psychologia inżynierska w ZSRR i USA, Wyd. KiW, Warszawa 1969.
- 2 Bobrowski D., Modele i metody matematyczne teorii niezawodności, Wyd. NT Warszawa 1985.
- 3 Drury C. G., Fox J. G., Human reliability in quality control, w: Taylor and Francis, London 1975.
- 4 Gembalska-Kwiecień A.: Wpływ czynnika ludzkiego na wypadki przy pracy w hutnictwie. Rozprawa doktorska. s. 134, Politechnika Częstochowska. Wydział Zarządzania. Częstochowa, 2002.
- 5 Kiliński A.: Niektóre problemy ogólnej teorii niezawodności, w: Problemy Kolejnictwa, nr 51, 1971.
- 6 Kliński A.: Definicje opisowo-analityczne i wartościująco-normatywne podstawowych pojęć teorii niezawodności, w Prakseologia, nr 38/1971 r.
- 7 Łomow B. F.: Osnowy inżynierskiej psychologii, Wysszaja Szkoła, Moskwa 1977.
- 8 Migdalski J.: Inżynierska niezawodności. Poradnik, Wyd. ATR, Bydgoszcz 1992.
- 9 Niebylicyn W. D., Niezawodność pracy operatora w złożonym układzie sterowania, w: Z. Kapuścińska, J. Okón, Psychologia inżynierska w ZSRR i USA, Wyd. KiW, Warszawa 1969.
- 10 Ratajczyk Z.: Niezawodność człowieka w pracy. Studium psychologiczne, Wyd. PWN, Warszawa 1988.
- 11 Rouse W. B., Rouse S. H.: Analysis and classification of human errors, Transactions on Systems, Man and Cybernetics, IEEE 1983, t. SMC 13.
- 12 Słowiński B.: Podstawy badań i oceny niezawodności obiektów technicznych, Wyd. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, 2002.
- 13 Swets J. A., Tanner W. P., Birdsall T. G.: Decision processes in perception: w Psychological Review, nr 68, 1961.

NIEZAWODNOŚĆ CZŁOWIEKA I NIEZAWODNOŚĆ TECHNICZNA W PROCESIE PRACY UKŁADU CZŁOWIEK-MASZYNA

Streszczenie. Artykuł przedstawia próbę syntezy metod oceny niezawodności człowieka z metodami oceny niezawodności obiektu technicznego w układzie człowiek-maszyna. W opracowaniu przedstawiono wskaźniki niezawodności człowieka proponowane przez psychologów jako mierniki prawdopodobieństwa bezbłędnej pracy człowieka. Przedstawiono również propozycję uwzględnienia wskaźników niezawodności człowieka w określeniu niezawodności układu człowiek-maszyna z zastosowaniem opisu matematycznego stosowanego w teorii niezawodności technicznej.

Słowa kluczowe: niezawodność człowieka, niezawodność techniczna, wskaźniki niezawodności

HUMAN RELIABILITY AND TECHNICAL RELIABILITY IN THE WORK PROCESS OF THE MAN-MACHINE SYSTEM

Abstract. This article presents an attempt of synthesis methods for human reliability assessment and methods for the assessment of the reliability of a technical object in the man-machine system. The paper presents indicators of human reliability proposed by psychologists as measures of the probability of human error-free operation. Also presented a proposal to take into account indicators of human reliability in determining the reliability of the human-machine system using mathematical description used in the theory of technical reliability.

Key words: Human reliability, technical reliability, reliability indicators

dr inż. Jolanta IGNAC-NOWICKA
dr Anna GEMBALSKA-KWIECIEŃ
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: Jolanta.Ignac-Nowicka@polsl.pl, Anna.Gembalska-Kwiecień@polsl.pl

7

INNOWACYJNA METODA ZAOPATRYWANIA MAŁYCH I ŚREDNICH PRZEDSIĘBIORSTW PRODUKCYJNYCH W CIEPŁO I ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

7.1 WSTĘP

Sektor małych i średnich przedsiębiorstw został wskazany jako istotny dla gospodarki przez Wspólnotę Europejską, wyrazem czego są polityka rozwoju regionalnego jak i poszczególne akty takie jak Europejska Karta Małych i Średnich Przedsiębiorstw [5]. Sektor małych i średnich przedsiębiorstw to podstawa wszystkich współczesnych gospodarek europejskich [6]. Rola tego sektora jest widoczna poprzez jego wpływ na gospodarkę regionu, a działania władz publicznych dotyczące stymulowania i wspierania rozwoju małych i średnich przedsiębiorstw powinny stanowić odpowiedź na rzeczywiste potrzeby tego sektora.

Według danych Eurostatu udział sektora przedsiębiorstw w PKB w Polsce (46,9% w 2010 r.) jest na nieco niższym poziomie niż przeciętna dla krajów Unii Europejskiej (48,3%), co jest niezadowalającym wynikiem z punktu widzenia stopnia rozwoju polskiej gospodarki oraz jej potrzeb i możliwości rozwojowych. Sektor przedsiębiorstw jest głównym czynnikiem rozwoju gospodarki. Tymczasem poziom wartości dodanej generowanej przez przeciętne przedsiębiorstwo pozostaje na jednym z najniższych poziomów w UE. Pomimo tego, udział nadwyżki operacyjnej brutto w wartości dodanej przedsiębiorstw jest w Polsce najwyższy spośród 27 analizowanych krajów europejskich. W strukturze udziału w PKB przedsiębiorstw, MSP generują co drugą złotówkę (47,3%), w tym najmniejsze firmy blisko co trzecią (29,4%). Udział średnich podmiotów jest trzy razy mniejszy (10,1%) niż mikrofirm, a małych – prawie cztery razy (7,8%) [10].

O rozwoju przedsiębiorstw z tej grupy decyduje w dużym stopniu ich gospodarka energią. Jest ona bardzo zróżnicowana w zależności od profilu działalności, dostępu do różnych nośników energii oraz prowadzonej przez przedsiębiorstwa polityki energetycznej. Dlatego też udostępnienie w tym sektorze nowoczesnych metod zaopatrzenia w energię, powinno mieć ogromne znaczenie dla ich dalszego rozwoju.

7.2 KOGENERACJA IN SITU JAKO ALTERNATYWA DO ZAKUPU ENERGII

Energia elektryczna i ciepło to dwa podstawowe rodzaje energii wykorzystywanej w obiektach produkcyjnych. Ich wytwarzanie opiera się głównie na przetworzeniu energii chemicznej paliw w procesach cieplnych. Efektywne wykorzystanie tej energii stanowi wyzwanie z powodu wyczerpywania się zasobów paliw kopalnych oraz ze względu na ochronę środowiska naturalnego [1, 9, 12]. Istotne jest zatem wdrażanie i stosowanie na szeroką skalę rozwiązań umożliwiających uzyskanie redukcji emisji zanieczyszczeń przy znacznych oszczędnościach eksploatacyjnych.

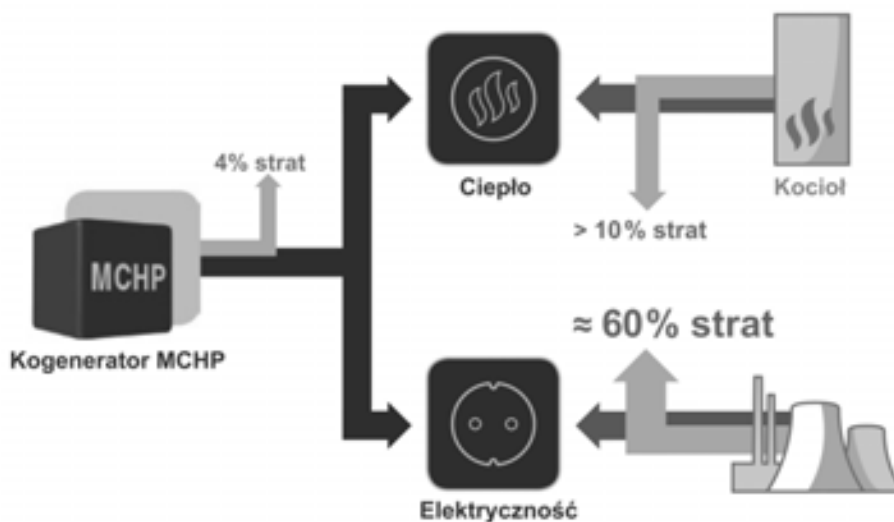
Kogeneracja, lub inaczej generacja w skojarzeniu, to zamiana energii zawartej w paliwach na ciepło, chłód, energię elektryczną lub mechaniczną, realizowana w jednym urządzeniu lub zespole kilku połączonych ze sobą urządzeń. Może ona być realizowana zarówno na dużą skalę w elektrociepłowniach zawodowych jak i w tzw. skali mikro czyli przy użyciu agregatów kogeneracyjnych.

W układzie rozdzielnej produkcji ciepła i energii elektrycznej ciepło wytwarzane jest lokalnie np. w kotłowni gazowej, natomiast energia elektryczna produkowana jest w elektrowni i dostarczana do odbiorcy poprzez sieci elektroenergetyczne, przesyłowe i rozdzielcze. W Polsce elektrownie w większości bazują na procesie spalania węgla. Wytworzona para wodna napędza turbiny i generatory prądu, natomiast całe powstałe w tym procesie ciepło jest tracone i usuwane do otoczenia np. poprzez chłodnie kominowe. W energetyce zawodowej sprawności osiągane w produkcji energii elektrycznej to 36-40%. Dopiero w przypadku elektrociepłowni zarówno energia elektryczna jak i powstające w procesie spalania ciepło sprzedawane są odbiorcom. W tym przypadku można osiągać sprawności powyżej 85%. Ze względu na fakt, iż duże źródła wytwórcze energii elektrycznej lokalizowane są przeważnie w znacznym oddaleniu od skupisk ludzkich, przesył ciepłej wody do odbiorców staje się niemożliwy. Dlatego też liczba elektrowni znacznie przewyższa liczbę elektrociepłowni, pomimo dużo wyższych sprawności procesu w elektrociepłowniach. Wykorzystanie zalet kogeneracji w dużej skali (elektrociepłownie) jest ograniczone ze względu na duże odległości źródeł od odbiorców. Rozwiązaniem, które stało się dostępne w Polsce w ostatnich latach i które umożliwia lokalne wykorzystanie zalet kogeneracji i wynikających z niej oszczędności, stała się mikrokogeneracja.

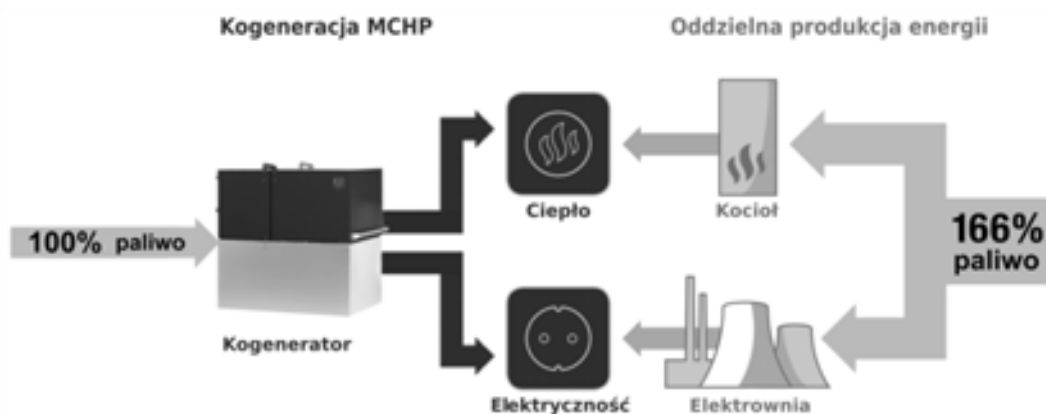
Mikrokogeneracja oznacza produkcję w jednym urządzeniu energii elektrycznej do 40 kW i energii cieplnej do 70 kW. Urządzenia mikrokogeneracyjne oznaczane są skrótem MCHP co oznacza Micro Co-Generation of Heat and Power, czyli produkcja ciepła i energii elektrycznej w skojarzeniu w skali mikro.

Wśród technologii mikrokogeneracji wyróżnić można gazową wysokosprawną mikrokogenerację MCHP XRGI (XRGI od exergy – egzergia), która umożliwia uzyskanie wyższych sprawności przetworzenia energii niż tradycyjne układy MCHP. Jest to kompleksowe rozwiązanie – układ MCHP XRGI zawiera generator prądu napędzany gazowym silnikiem spalinowym, ale także posiada zintegrowany inteligentny dystrybutor ciepła. Odbiór ciepła z silnika i generatora odbywa się poprzez wymiennik wbudowany z dystrybutorze ciepła wraz układem podmieszania. Oznacza to, że silnik

zawsze będzie pracował w optymalnym zakresie temperatur, nawet jeżeli temperatura wody na powrocie z obiegów grzewczych będzie bardzo niska (np. 5°C). Dzięki temu możliwe jest powiększenie sprawności układu o efekt kondensacji pary wodnej ze spalin. Klasyczne układy MCHP wymagają zapewnienia temperatur wody powrotnej na poziomie 60-75°C, co uniemożliwia zaistnienie efektu kondensacji. W układzie MCHP XRGI możliwa jest więc bardzo wyraźna redukcja strat energii w porównaniu z rozdzielną produkcją energii elektrycznej i ciepłej (rys. 7.1). Oznacza to równocześnie, że do wytworzenia tej samej ilości energii ciepłej i elektrycznej w układzie MCHP XRGI zużywane jest około 60-70% mniej paliw pierwotnych niż miałyby to miejsce w rozdzielnej produkcji (rys. 7.2).



Rys. 7.1 Porównanie strat energii w układzie gazowej mikrokogeneracji MCHP XRGI i w układzie rozdzielnej wytwarzania



Rys. 7.2 Porównanie zużycia paliwa w układzie gazowej mikrokogeneracji MCHP XRGI i w układzie rozdzielnej wytwarzania ciepła i energii elektrycznej

Redukcja zużycia paliwa występująca w przypadku technologii MCHP XRGI oznacza ograniczenie kosztów eksploatacji i znaczne oszczędności dla użytkownika końcowego, a także ograniczenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Redukcja zużycia

paliw pierwotnych i emisji zanieczyszczeń są jednymi z najistotniejszych elementów wskazywanych przez Parlament Europejski jako kierunek działań, który powinien być szczególnie wspierany w krajach członkowskich [3, 11].

Zakresy mocy i gabaryty urządzeń MCHP XRGI umożliwiają ich montaż w kotłowniach istniejących bądź nowoprojektowanych obiektów. Energia wytwarzana jest bezpośrednio na miejscu jej wykorzystania. Unikamy w ten sposób strat związanych z przesyłem energii elektrycznej z elektrowni do odbiorcy. Oznacza to możliwość realizacji tzw. rozproszonej produkcji energii, co wskazywane jest jako istotny element rozwoju struktury sieci energetycznych związanych z decentralizacją i dywersyfikacją źródeł energii [1, 3, 9].

Układ gazowej mikrokogeneracji MCHP XRGI stanowi kompleksowy system produkcji ciepła i energii elektrycznej wraz ze sterowaniem i zabezpieczeniami, co oznacza całkowicie kompletny modułowy układ możliwy do zastosowania zarówno w istniejących jak i nowopowstających obiektach. Zestaw MCHP XRGI składa się z następujących elementów (rys. 7.3):

- jednostka kogeneracyjna,
- inteligentny dystrybutor ciepła,
- zbiornik magazynujący ciepło,
- skrzynka przyłączeniowa do sieci elektrycznej z panelem sterowania.



Rys. 7.3 Zestaw gazowej mikrokogeneracji MCHP XRGI

Od lewej: jednostka kogeneracyjna, dystrybutor ciepła, skrzynka przyłączeniowa z panelem sterowania, zbiornik magazynujący ciepło

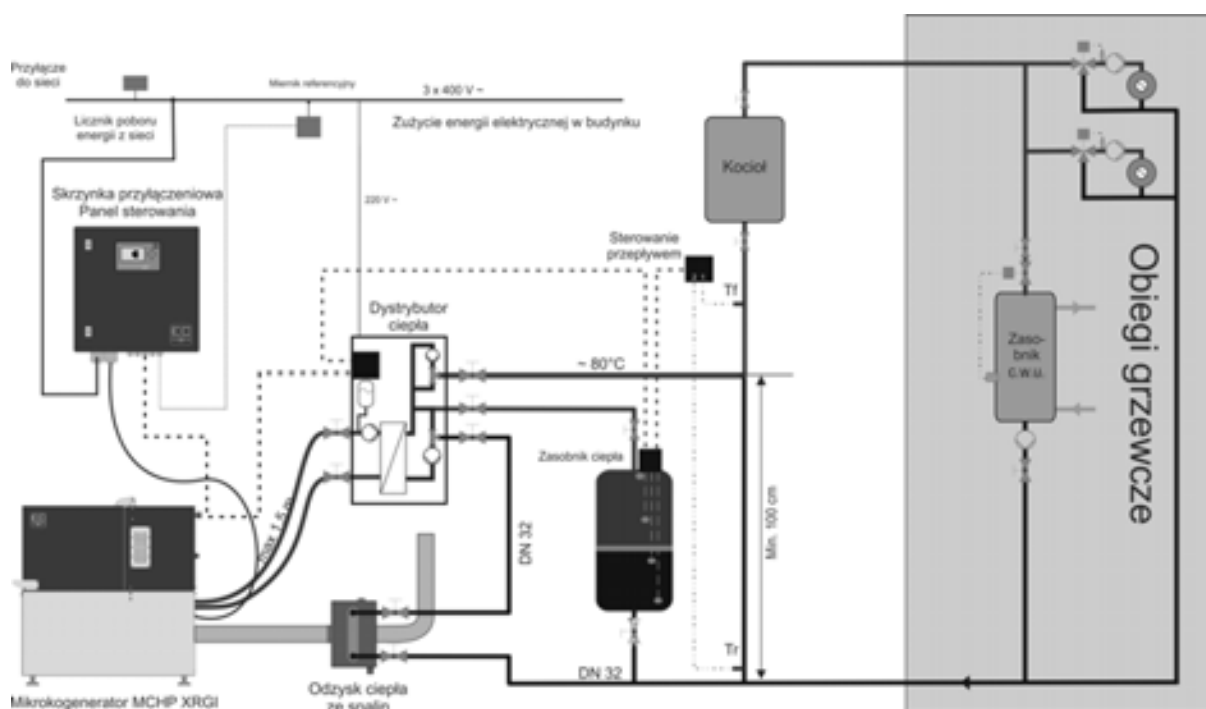
Źródło: [2]

Jednostka kogeneracyjna posiada wbudowany silnik spalinowy zasilany gazem ziemnym lub LPG. Zarówno silnik jak i generator chłodzone są płynem chłodniczym, co umożliwia pełny odbiór ciepła z paliwa. Energia cieplna z chłodzenia zespołu silnik-generator przekazywana jest do dystrybutora ciepła i dalej do instalacji grzewczej albo

do zbiornika magazynującego ciepło. W układzie uzyskiwana jest woda grzewcza o temp. 80-85°C. Prąd wytwarzany przez generator trafia do skrzynki przyłączeniowej z wbudowanymi zabezpieczeniami i dalej doprowadzony jest do głównej skrzynki rozdzielczej budynku.

Inteligentny dystrybutor ciepła odbiera energię cieplną od jednostki kogeneracyjnej i w zależności od aktualnych potrzeb kieruje je na obiegi grzewcze budynku bądź do zbiornika magazynującego ciepło. Dystrybutor posiada wbudowane układy pomiarowe i sterujące przepływami wody grzewczej oraz ładowaniem/rozładowywaniem zbiornika magazynującego ciepło.

Zbiornik magazynujący ciepło jest elementem pozwalającym na magazynowanie dodatkowej ilości ciepła w czasie kiedy obiegi grzewcze budynku nie wymagają grzania. Dzięki temu układ dysponuje chwilowo większą mocą niż nominalna moc grzewcza jednostki. Pozwala to na doprowadzenie do obiektu dodatkowej energii w okresach zapotrzebowania szczytowego.



Rys. 7.4 Schemat technologiczny produkcji ciepła i energii elektrycznej z zastosowaniem mikrogeneracji MCHP XRGI

Źródło: [2]

Skrzynka przyłączeniowa umożliwia odbiór energii wytworzonej w generatorze i dostarczenie jej do linii zasilającej główną skrzynkę rozdzielczą budynku. Dzięki temu, że fabrycznie wbudowane zabezpieczenia elektryczne spełniają wszystkie wymogi stawiane przez dystrybutorów energii elektrycznej w Polsce, przyłączenie kogeneratora do sieci odbywa się na zasadzie zgłoszenia do lokalnego dystrybutora, które w terminie do 30 dni zostaje zatwierdzone. Skrzynka przyłączeniowa wyposażona jest w panel sterowania umożliwiający ustawianie trybów pracy urządzenia oraz odczyty ilości wytwarzanej energii elektrycznej a także temperatur wody grzewczej na obiegach

dystrybutora ciepła i w zbiorniku magazynującym ciepło. W przypadku konieczności kompensacji mocy biernej, w skrzynce przyłączeniowej może być zamontowany odpowiedni moduł kompensacyjny. Na rys. 7.4 przedstawiono zasadniczy schemat technologiczny produkcji ciepła i energii elektrycznej z zastosowaniem mikro kogeneracji MCHP XRGI i współpracującego kotła.

7.3 DOBÓR MOCY UKŁADU KOGENERACYJNEGO

Układ mikrokogeneracji powinien być prawidłowo dobrany do zapotrzebowania danego obiektu na energię elektryczną i ciepło oraz ich zmian w czasie roku. Prawidłowy dobór mocy kogeneratora bądź zespołu kogeneratorów zapewnia ciągłą pracę jednostek kogeneracyjnych nawet przez 24 godziny na dobę przez cały rok. Dzięki takiemu wykorzystaniu osiągnęte są najwyższe oszczędności eksploatacyjne i najkrótsze czasy zwrotu nakładów inwestycyjnych.

Aby układ kogeneracji mógł pracować przez największą liczbę godzin w czasie roku konieczny jest jego dobór z uwzględnieniem wartości mocy elektrycznej i cieplnej jakie występują stale w okresie roku. Bazowanie na najmniejszych, podstawowych poborach mocy oznacza, że wartości te będą występować stale przez cały rok i na tym poziomie zapewniony będzie stały odbiór obu strumieni energii wytwarzanej przez kogenerator.

Częstym błędem popełnianym przez inwestorów jest próba doboru kogeneratorów do wartości maksymalnych zużycia energii elektrycznej lub cieplnej. W takiej sytuacji kogenerator będzie pracował ze swoją nominalną wydajnością zaledwie kilkaset godzin w czasie roku, a przez dużą część czasu będzie wyłączony. Błędem jest również próba doboru kogeneratorskiego przez porównanie do aktualnie zainstalowanej mocy kotłów grzewczych w obiekcie. Należy pamiętać, że kotłownia łącznie pracuje maksymalnie przez około 8-10 godzin na dobę, natomiast kogenerator przez 24 godz. na dobę. Oznacza to, że np. kotłownia o mocy 120 kW pracująca przez 10 godz. wytworzy 960 kWh energii cieplnej. Dokładnie taką samą ilość energii cieplnej wytworzy mikrokogenerator o mocy grzewczej 40 kW pracujący przez 24 godz.

Przeprowadzenie doboru mocy układu kogeneracji wymaga pozyskania następujących danych dotyczących analizowanego obiektu:

- pobór mocy elektrycznej w czasie roku,
- zapotrzebowanie na energię cieplną w czasie roku.

Informację na temat poboru mocy elektrycznej można uzyskać na dwa sposoby. Dla istniejących obiektów możliwe jest uzyskanie od dystrybutora energii elektrycznej odczytów poboru mocy w okresie jednego roku w odstępach 15-to minutowych [2]. Na tej podstawie możliwe jest wykonanie wykresu uporządkowanego poboru mocy i stwierdzenie poniżej jakiej wartości zapotrzebowanie nigdy nie spada w czasie roku. Z kolei dla projektowanych obiektów możliwe jest zebranie informacji o łącznej mocy odbiorników elektrycznych przewidzianych do pracy ciągłej (np. pompy obiegowe, silniki układu wentylacji, układy sterowania, itp.).

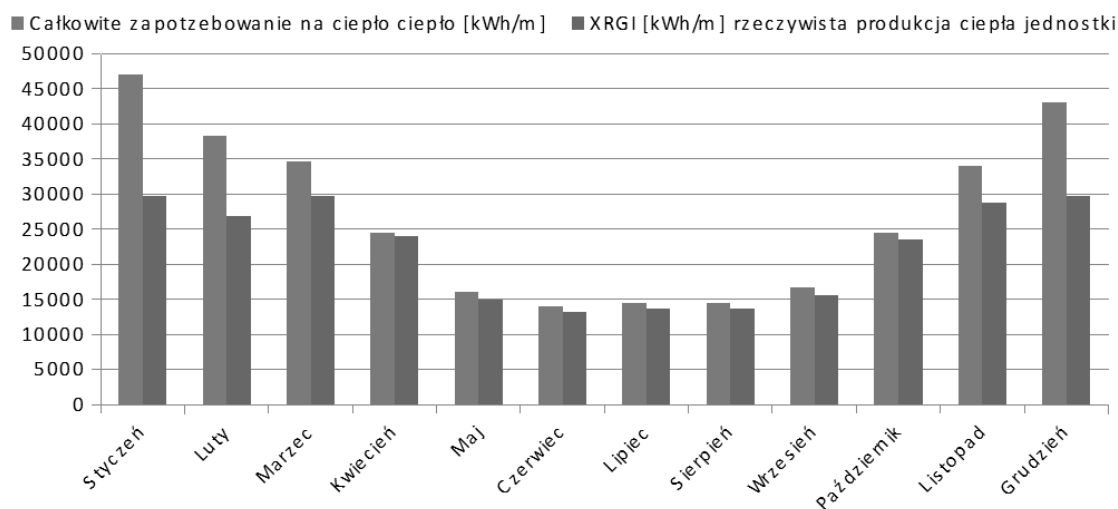
Równoległe do przeprowadzonej analizy poboru mocy elektrycznej należy

przeprowadzić analizę zużycia ciepła w obiekcie. Dla istniejących obiektów możliwa jest analiza odczytów zużycia paliwa bądź też zakupionej energii grzewczej z sieci w okresach miesięcznych lub częstszych. Znajomość ilości energii cieplnej oraz okresu czasu w jakim ma być ona dostarczona pozwala na oszacowanie potrzebnej mocy urządzeń wytwórczych i stwierdzenie poniżej jakiej wartości moc ta nigdy nie spada. Z kolei dla projektowanych obiektów możliwe jest przeprowadzenie symulacji łącznego zapotrzebowania na:

- ciepło dla procesów produkcyjnych,
- energię grzewczą dla pomieszczeń,
- ciepło dla układu wentylacji,
- podgrzewanie ciepłej wody użytkowej, również w odcinkach miesięcznych lub częstszych, i na tej podstawie określenie stałego minimalnego zapotrzebowania na moc grzewczą w skali roku.

Podsumowując, dla każdego rozpatrywanego przypadku należy określić poziom podstawowego, stałego na przestrzeni roku poboru mocy:

- elektrycznej,
- grzewczej.

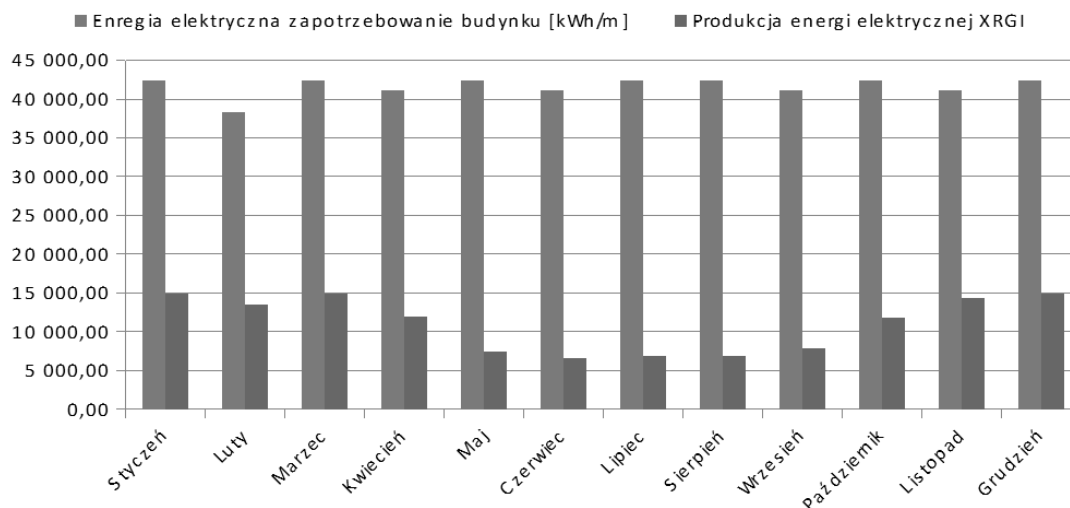


Rys. 7.5 Przykład odniesienia ilości energii uzyskiwanej z mikrokogeneracji do ilości energii elektrycznej

Jaśniejsza linia wskazuje podstawę doboru zapewniającą nieprzerwaną pracę układu MCHP przez cały rok Są to dwa kryteria, które należy rozpatrywać oddzielnie.

Możemy mieć do czynienia z sytuacjami, kiedy zapotrzebowanie na energię elektryczną wskazuje, że uzasadniony byłby dobór np. 4 jednostek XRGI, natomiast od strony cieplnej może być widoczne, że tylko 2 jednostki XRGI wystarczą na pokrycie podstawowego, stałego zapotrzebowania. Oznacza to, że dla takiego przypadku dobierzemy dwie jednostki kogeneracyjne, ponieważ będą one miały przez cały rok zapewniony odbiór obu strumieni energii – elektrycznej i cieplnej. Jednostka kogeneracyjna przy zaprzestaniu odbioru którejkolwiek z tych energii poniżej dolnego

poziomu modulacji zostałaby automatycznie wyłączona. Przedstawiony sposób doboru zapewnia, że wyłączenia takie nie będą następować i urządzenia wytwarzać będą energię przez cały rok, co bezpośrednio przekłada się na wysokość oszczędności eksploatacyjnych (rys. 7.5 i rys. 7.6).



Rys. 7.6 Przykład odniesienia ilości energii uzyskiwanej z mikrokogeneracji do ilości energii cieplnej

7.4 WPŁYW SYTUACJI GLOBALNEJ NA ZAOPATRZENIE W PALIWA GAZOWE

Do elementów, które mogą mieć wpływ na udział i strukturę dostaw dla poszczególnych rodzajów energii [11] należą:

a) paliwa gazowe:

- sieć gazociągowa pozostaje najbardziej skupiona w Polsce południowej i zachodniej,
- większość dostarczanego do Polski gazu ziemnego pochodzi z Rosji,
- nowe dostawy ciekłego gazu ziemnego LNG (terminal LNG w Świnoujściu),
- gaz łupkowy – ciągłe prace mające na celu lokalizację i wydobycie,
- uaktywnienie giełdy gazu,

b) energia elektryczna:

- udział węgla w produkcji energii elektrycznej pozostaje na wysokim poziomie,
- pokrycie do 25% zapotrzebowania na nową moc przez gazową kogenerację małej mocy, co oznacza ~3,2 GWe do 2020 r.,
- możliwa produkcja energii z biomasy na poziomie 1,5-2,0 GWe.

Należy również podkreślić, że po latach dyskusji ruszyły wreszcie inwestycje ważne z punktu widzenia dywersyfikacji dostaw gazu. Należą do nich rozbudowa interkonektorów, czyli gazowych łączników na granicy z Niemcami i Czechami, powiększanie podziemnych magazynów gazu, oraz tzw. wirtualny rewers na gazociągu Jamał, czyli możliwość kupowania gazu na zachodzie Europy i fizycznego odbierania go z gazociągu Jamał. Od kwietnia 2014 uruchomiony zostanie też rzeczywisty rewers, czyli gaz będzie mógł być tłoczony nie tylko ze Wschodu na Zachód ale i z Niemiec

do Polski. Mamy również gaz z polskich złóż – ok. 4 mld m³, co stanowi około 25% zapotrzebowania kraju.

Bieżąca sytuacja polityczna wskazuje z jednej strony na pojawienie się problemów w dostawach gazu z Rosji, ale jednocześnie może przyspieszyć procesy dywersyfikacji źródeł pozyskiwania gazu co w perspektywie długofalowych działań powinno mieć pozytywny wpływ na rozwój mikrokogeneracji gazowej

Kogeneracja gazowa staje się możliwością odciążenia przestarzałej sieci energetycznej i przejęcie części produkcji energii przez zdecentralizowane źródła pracujące w rozproszeniu. Zgodne jest to z Krajową Polityką w zakresie dostaw energii [8] i dyrektywą UE o efektywności energetycznej [4].

Pod koniec bieżącej dekady należy się spodziewać długoterminowej struktury systemów certyfikacji (np. zielone, żółte, białe), większego otwarcia rynku energii, dywersyfikacji dostaw gazu (ziemnego i łupkowego) oraz rozwoju sieci przesyłowej gazu. Pozostawienie w użyciu starych struktur systemów energetycznych może powodować utrudnienia dla nowych uczestników rynku gazu. Potencjalne zagrożenie może pojawić się w postaci zaniechania rozwoju instrumentów wsparcia dla kogeneracji jak również pozostania cen gazu na wysokim poziomie. Biorąc pod uwagę wszystkie bodźce i bariery należy jednak spodziewać się rozwoju mikrokogeneracji i kogeneracji małej mocy (rys. 7.3) [7].

W kontekście rozwoju mikrokogeneracji gazowej oprócz przedstawionych powyżej przewidywań dotyczących cen gazu ważny jest także problem zaangażowania Państwa w promowanie tej technologii. W krajach, w których taka promocja ma miejsce polega ona głównie na dofinansowaniu w postaci dopłat do produkowanej energii aby ta stała się konkurencyjna. Takie możliwości daje przyjęta przez Parlament Europejski rezolucja w sprawie mikrokogeneracji [12], która wskazuje na zasadność i potrzebę podjęcia następujących działań:

- zakwalifikowanie mikrokogeneracji do finansowania w ramach funduszy UE, w tym funduszy strukturalnych, od okresu 2014-2020,
- inwestowanie w mikrokogenerację funduszy przeznaczonych na rozwój i innowacje,
- uwzględnienie roli mikrokogeneracji w przyszłym prawodawstwie energetycznym UE, szczególnie w kontekście przyszłego unijnego pakietu w dziedzinie klimatu i energii (2030 r.).

Również ostatnia nowelizacja ustawy Prawo energetyczne stwarza takie możliwości gdyż przedłuża do końca 2018 r. funkcjonowanie systemu wsparcia dla producentów energii elektrycznej i ciepła w procesie kogeneracji. Przyjęte zmiany mają zwiększyć ich konkurencyjność na rynku. Poza uzasadnieniem tej decyzji ograniczeniem emisji CO₂ i oszczędzaniem energii, wskazano również na poprawę bezpieczeństwa energetycznego. Ograniczenie emisji dwutlenku węgla ma istotne znaczenie ze względu na wejście w życie w latach 2013-2020 nowych zasad przydziału uprawnień do emisji CO₂ dla instalacji objętych Europejskim Systemem Handlu Uprawnieniami do Emisji (ETS). Producenci energii z mikrokogeneracji otrzymają żółte świadectwa jej pochodzenia (dotyczą one energii wytworzonej w instalacjach opalanych

paliwami gazowymi lub w jednostkach o mocy poniżej 1 MW). W chwili obecnej świadectwa te nie mogą być sprzedawane na giełdzie energii, jednak komentarze URE wskazują na pojawienie się takich możliwości w niedalekiej przyszłości, co może dodatkowo poprawić rentowność inwestycji w mikrokogenerację.

Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej WFOŚiGW wprowadzają lokalnie programy wsparcia takich rozwiązań jak wysokosprawna kogeneracja, mające na celu dofinansowanie zakupu jednostek jak i udzielanie niskoprocentowanych pożyczek. Ponieważ każdy z lokalnych funduszy WFOŚiGW działa na rzecz ograniczania emisji na terenie danego województwa, może zatem w ustalony przez siebie sposób definiować priorytety dotyczące wyboru wspieranych w danym roku technologii oraz sposobu ich dofinansowania.

PODSUMOWANIE

Rozwój sektora małych i średnich przedsiębiorstw jest istotnym elementem ogólnego rozwoju gospodarki, co widoczne jest w udziale środków generowanych przez MŚP w strukturze PKB, i co jest wyraźnie podkreślane przez Wspólnotę Europejską. Jednym z elementów w dużym stopniu decydującym o konkurencyjności przedsiębiorstw z tego sektora jest sposób prowadzenia gospodarki energią. Istotny jest tu zarówno sposób pozyskiwania energii elektrycznej i ciepłej (weryfikacja czy tańszy jest zakup czy, wytwarzanie in situ), jak i sposób jej wykorzystania (mniej lub bardziej energooszczędny).

Powszechny obecnie model zakupu energii elektrycznej z sieci i wytwarzania ciepła lokalnie w kotłach grzewczych może być zastąpiony innowacyjnym modelem zaopatrywania przedsiębiorstw MŚP w energię z gazowej mikrokogeneracji. Oznacza to możliwość odejścia w znacznym stopniu od schematu, gdzie energia elektryczna wytwarzana jest w zakładach energetycznych (gdzie ciepło z procesu jest traczone i usuwane najczęściej do atmosfery), a potrzebna energia ciepła wytwarzana lokalnie ze spalania paliw. Dużo bardziej wydajnym procesem jest kogeneracja, gdzie konsumowana jest zarówno energia elektryczna jak i ciepło powstające w trakcie jej wytwarzania.

Skala przedsiębiorstw MŚP i poziomy zużycia w nich energii elektrycznej i ciepłej umożliwiają wdrożenie technologii gazowej mikrokogeneracji MCHP XRGI. Wynikają z tego znaczne oszczędności eksploatacyjne, redukcja zużycia paliw pierwotnych oraz redukcja emisji zanieczyszczeń do środowiska.

Model wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej bezpośrednio w miejscu jej wykorzystania (uniknięcie strat przesyłu) oznacza dodatkowo rozwój energetyki prosumenckiej, rozproszonej produkcji energii oraz dywersyfikację źródeł energii, co wskazywane jest jako zasadnicze elementy polityki energetycznej Unii Europejskiej.

Innowacyjne metody zaopatrzenia w energię z wykorzystaniem wysokosprawnej mikrokogeneracji gazowej mogą być dla przedsiębiorstw MŚP elementem wywierającym ogromne znaczenie dla ich dalszego rozwoju.

LITERATURA

- 1 Bańkowski T., Żmijewski K.: Analiza możliwości i zasadności wprowadzenia mechanizmów wsparcia gazowych mikroinstalacji kogeneracyjnych – Wsparcie energetyki rozproszonej – Energetyka społeczna, Instytut im. E. Kwiatkowskiego, Warszawa, 12.2012,
- 2 Dane dystrybutora układów gazowej mikrokogeneracji MCHP XRGI w Polsce – GHP Poland Sp. z o.o.
- 3 Dyrektywa 2004/8/WE Parlamentu Europejskiego z dn. 11 lutego 2004 r. w sprawie wspierania kogeneracji w oparciu o zapotrzebowanie na ciepło użytkowe na rynku wewnętrznym energii oraz zmieniająca dyrektywę 92/42/EWG.
- 4 Dyrektywa Parlamentu Europejskiego 2012/27/UE z dn. 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE.
- 5 Europejska Karta Małych Przedsiębiorstw. Przyjęta przez Radę Europejską na posiedzeniu w Feira 19-20 czerwca 2000 r.
- 6 Krajowy Fundusz Kapitałowy jako uzupełnienie systemu wspierania rozwoju sektora MSP, Ministerstwo Gospodarki i Pracy, Departament Polityki Regionalnej, Warszawa, 2005.
- 7 Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, <http://www.nfosigw.gov.pl/srodki-krajowe/programy/prosument-dofinansowanie-mikroinstalacji-oze/>, [dostęp: 10.03.2014].
- 8 Polityka energetyczna Polski do 2030 roku, Ministerstwo Gospodarki, załącznik do uchwały nr 202/2009 Rady Ministrów z dnia 10 listopada 2009 r.,
- 9 Popczyk J.: Energetyka Rozproszona – od dominacji energetyki w gospodarce do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych do energii odnawialnej i efektywności energetycznej, Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki, Warszawa 2011,
- 10 Raport o stanie sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce w latach 2011-2012 PARP, <http://www.parp.gov.pl/files/74/81/626/183.pdf>, [dostęp: 6.04.2014].
- 11 Raport „Polska – nieograniczony rynek zasilany gazem, z olbrzymimi przewidywaniami na energię, wsparciem politycznym i potencjalnie olbrzymimi zasobami gazu łupkowego”, Delta Energy & Environment, czerwiec 2012.
- 12 Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dn. 12 września 2013r. w sprawie mikrokogeneracji – wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej na małą skalę, nr rezolucji P7_TA(2013)0374.

INNOWACYJNA METODA ZAOPATRYWANIA MAŁYCH I ŚREDNICH PRZEDSIĘBIORSTW PRODUKCYJNYCH W CIEPŁO I ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

Streszczenie: W artykule przedstawiono innowacyjną metodę zaopatrywania w energię ciepłą i elektryczną małych i średnich przedsiębiorstw. Omówiono zasady mikrokogeneracji gazowej MCHP XRGI, jej zalety, wpływ na ograniczenie oddziaływania na środowisko naturalne, redukcję zużycia paliw pierwotnych oraz ograniczenie kosztów użytkowania energii w przedsiębiorstwach. Przedstawiono również instrumenty wsparcia dla inwestorów oraz użytkowników instalacji z wykorzystaniem MCHP XRGI.

Słowa kluczowe: Energia ciepła, energia elektryczna, mikrokogeneracja, środowisko naturalne, gospodarka energią, ŚMP, MCHP XRGI, instrumenty wsparcia

THE INNOVATIVE METHOD OF PROVIDING SMALL AND MEDIUM SIZE ENTERPRISES WITH THERMAL AND ELECTRIC ENERGY

Abstract: In the article an innovative method of supplying with the thermal and electric energy in small and medium enterprises was presented. Principles of the gas MCHP XRGI microcogeneration, its virtues, influence limiting the impact on the natural environment, decreasing of primary fuel resources and reducing costs of using the energy in enterprises were discussed. Instruments of the support for investors and users were also introduced to the installation with the MCHP XRGI application.

Key words: Thermal energy, electric power, micro co-generation, natural environment, energy management, SME, MCHP XRGI, support instruments

dr Piotr KALETA
dr inż. Tomasz WAŁEK
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: Piotr.Kaleta@polsl.pl; Tomasz.Walek@polsl.pl

8

UWAGI NA TEMAT GOSPODAROWANIA DANymi, INFORMACJĄ I WIEDZĄ W ZADANIACH Z OBSZARU INŻYNIERII PRODUKCJI

8.1 WPROWADZENIE

Problemy gospodarowania danymi, informacją i wiedzą, do których odnosi się niniejsze opracowanie, mają dwoistą naturę: mogą i powinny być rozpatrywane zarówno w wymiarze ogólnym, jako nie powiązane z konkretnym obszarem zastosowań i traktowane jako „samoistny” obszar badań naukowych, jak i w wymiarze zorientowanym aplikacyjnie, gdzie na problemy ogólne „nakładamy” uwarunkowania związane z konkretnym obszarem zastosowań. Autor tego opracowania opublikował w ostatnich latach kilka artykułów [1, 2, 3], poświęconych praktycznym aspektom zarządzania informacją i danymi w szczególnym obszarze problemowym, mieszczących się w ogólniejszym obszarze inżynierii produkcji, za jaki możemy uważać obszar zarządzania zadaniami „okołoprodukcyjnymi”. W szczególności, wskazane powyżej artykuły poświęcone były zasobom danych oraz informacji wykorzystywanym w zarządzaniu eksploatacją i utrzymaniem ruchu (EiUR) systemów technicznych (produkcyjnych). To opracowanie stanowi próbę uporządkowania przedstawionych w poprzednich publikacjach przemyśleń autora na temat gospodarowania zasobami danych i informacji oraz – po uzupełnieniu tych przemyśleń o problemy zarządzania zasobami wiedzy – próbę zaproponowania spójnego modelu, dedykowanego zwłaszcza zadaniom związanym z zarządzaniem produkcją. Model ten powinien opisywać elementy gospodarowania wymienionymi zasobami w obu wspomnianych powyżej wymiarach, czyli wymiarze ogólnym i zorientowanym aplikacyjnie, w przedstawionej poniżej koncepcji pojawia się dwoiste ujęcie relacji wiążących dane, informację i wiedzę.

8.2 MODEL GOSPODAROWANIA DANymi, INFORMACJĄ I WIEDZĄ

Przyjmuje się zazwyczaj (w dużym uproszczeniu), że informacja to wynik przetwarzania danych, a wiedza – to efekt wykorzystania informacji. Można tą sekwencję przedstawić za pomocą „klasycznego” modelu, jak na rys. 8.1.

W modelu pokazanym na rys. 8.1, który dla potrzeb dalszych rozważań możemy określić jako model gospodarowania danymi, informacją i wiedzą oparty na możliwościach pozyskania (istniejących/rozpoznanych zasobach), nazywany dalej w treści opracowania „modelem zasobowym”, właśnie dostępność i możliwości

pozyskania danych warunkują rodzaj dostępnej w wyniku przetwarzania tych danych informacji i – w konsekwencji – rodzaj i zakres wiedzy, którą w wyniku realizacji procesów przetwarzania możemy dysponować.



Rys. 8.1 Model relacji „Dane – Informacja – Wiedza”

Warto jednak – praktyczne w każdym praktycznym przypadku realizacji procesu pozyskiwania wiedzy jako podstawy do podejmowania określonych decyzji – rozważyć potrzebę i możliwość rozbudowania modelu pokazanego na rys. 8.1 o swoiste „sprzężenia zwrotne” będące odzwierciedleniem faktu, iż kluczowym elementem w omawianym procesie jest identyfikacja rodzaju i zakresu wiedzy, której potrzebujemy. Potrzeby takie powinny być podstawą do wyboru w dostępnym zasobie informacji, która umożliwi zaspokojenie potrzeb związanych z wiedzą. W konsekwencji, potrzeby związane z zasobem informacji warunkują działania związane z pozyskiwaniem danych. Graficzną ilustrację takiego rozbudowanego modelu relacji, wiążących dane, informację i wiedzę pokazano na rys. 8.2.

W modelu pokazanym na rys. 8.2, obraz relacji ukierunkowanych na zasoby (nazwijmy je „stroną zasobową modelu”) uzupełniony został relacjami, opisującymi powiązanie potrzeb w zakresie pozyskiwanej wiedzy z potrzebami dotyczącymi informacji i danych (to „strona modelu” opisująca rozpoznane potrzeby).



Rys. 8.2 Rozbudowany model relacji „Dane – Informacja – Wiedza”

Innymi słowy, w modelu zasobowym gospodarowania danymi, informacją i wiedzą wychodzimy od oceny możliwości pozyskania danych i na tej możliwości budujemy zarówno dostępny zasób informacji (którego dostępność jest oczywiście wynikiem zasobu narzędzi przetwarzania danych), jak również zasób możliwej do pozyskania wiedzy.

Zdaniem autora niniejszego opracowania możemy (i powinniśmy) do problemu gospodarowania danymi, informacją i wiedzą podejść równolegle od strony możliwości i od strony potrzeb. Szczególnie wtedy, gdy omawiany tu model stanowi podstawę do budowy systemu wspomagania podejmowania decyzji w konkretnym obszarze problemowym, potrzeby dostarczania decydentowi konkretnej wiedzy warunkują skuteczność wspomagania. W tym ujęciu, potrzeby w zakresie zasobu wiedzy stają się punktem wyjścia do poszukiwania niezbędnej informacji oraz – co za tym idzie – poszukiwania możliwych do pozyskania danych.

Model, pokazany na rys. 8.2, pozwala z jednej strony na przeprowadzenie oceny kompletności zasobu wiedzy, którą dysponujemy, z drugiej zaś strony – może być podstawą do modyfikacji i/lub rozbudowy (zarówno w zakresie metod, jak i narzędzi) zarówno procesów rejestracji danych (pomiarów) jak i procesów przetwarzania tych danych. Podejście to pozwala unikać działań zbędnych (np. rejestrowania danych których przydatność w konkretnym procesie jest znikoma lub żadna), umożliwia optymalizację procesów gromadzenia, przetwarzania i udostępniania danych oraz informacji zarówno z uwzględnieniem kryteriów techniczno-informatycznych jak i innych, a także – w wyniku konfrontacji potrzeb i możliwości – daje podstawę do uwzględnienia w procesach decyzyjnych braku (niedostępności) pewnych informacji/danych.

Jeżeli opisany powyżej model ma być użytecznym narzędziem w projektowaniu procesów pozyskiwania, gromadzenia i udostępniania danych, informacji i wiedzy dla konkretnych zastosowań, to niewątpliwie powinien on zostać w pewien sposób uszczegółowiony. W szczególności, zdaniem autora tego opracowania, praktyczna implementacja wymaga uwzględnienia w składających się na ten model działaniach całego szeregu istotnych problemów o charakterze praktycznym.

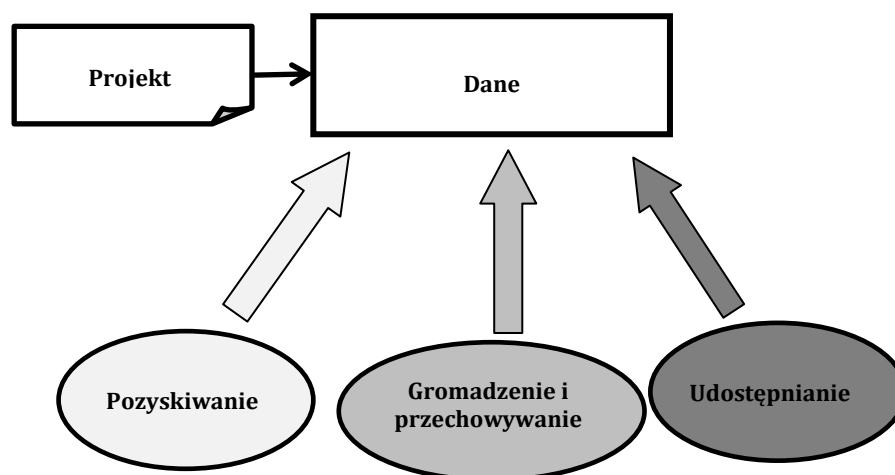
Mówiąc o szczegółach zaproponowanego modelu można i trzeba uwzględnić tu przede wszystkim problemy, związane ze środkami i sposobami gospodarowania danymi, informacją i wiedzą. Problemom tym, pokazanym dość skrótowo, poświęcono kolejne części niniejszego opracowania. Tezą przewodnią dla szczegółowych rozważań, dotyczących trzech głównych elementów zaproponowanego modelu, jest twierdzenie, iż obszar zastosowań modelu implikuje środki i sposoby rozwiązywania przedstawionych powyżej problemów. Dlatego też w dalszej części opracowania przyjęto, że zarządzanie danymi, informacją i wiedzą zostanie zilustrowane na przykładach, powiązanych z wybranymi zadaniami z obszaru inżynierii produkcji.

8.3 WYBRANE ASPEKTY GOSPODAROWANIA DANymi

Nawiązując do poprzedniego rozdziału, zacznijmy rozważania ma temat gospodarowania danymi od stwierdzenia, iż dane składające się na dowolny zbiór/zasób:

- pochodzą z określonego źródła/źródeł,
- są w jakiś sposób pozyskiwane,
- istnieją ograniczenia możliwości ich pozyskiwania (o różnych uwarunkowaniach),
- powinny być w określonych formach i procedurach gromadzone, przechowywane i udostępniane (bazy danych, hurtownie danych),
- w wielu wypadkach powinny podlegać ochronie (ograniczeniom dostępu).

Na rys. 8.3 pokazano schematycznie ujęte w powyższym wyliczeniu zadania (pozyskiwanie, gromadzenie i przechowywanie oraz udostępnianie danych), uwzględniając równocześnie konieczność stworzenia – jako podstawy realizacji tych zadań – projektu zasobu danych.



Rys. 8.3 Uwarunkowania zawartości i wartości zasobu danych – składniki procesu gospodarowania danymi

Jako podstawę dla projektowania takiego zasobu, można wykorzystać podejście znane nie z nauk ekonomicznych, a mianowicie podejście „podażowo-popytowe”. Reguły rządzące podażą i popytem dość łatwo przenieść na grunt rozważań o gospodarce danymi. Zacznijmy od „podaży danych”. Niewątpliwie żyjemy w czasie, gdy nasza cywilizacja charakteryzuje się w tym zakresie „nadpodażą” i tendencja ta ma charakter gwałtownie rosnący. Warto jednak pamiętać, że nadpodaż nie oznacza automatycznie możliwości zaspokojenia dowolnego zapotrzebowania. Chyba wszyscy zetknęliśmy się z sytuacją, gdy w niezwykle bogato zaopatrzonym sklepie poszukujemy konkretnego towaru. Z reguły, im bardziej mamy sprecyzowane oczekiwania co do naszego zakupu, tym mniej prawdopodobne iż w wybranym sklepie znajdziemy odpowiedni towar.

W fazie projektowania powinniśmy uwzględnić z jednej strony identyfikację potrzeb, z drugiej zaś – rozpoznanie możliwości zaspokojenia tych potrzeb. Skojarzenie

potrzeb z możliwościami ich zaspokojenia to punkt wyjścia dla także projektu zasobu danych. W warunkach wspomnianej nadpodaży projekt gospodarowania danymi dla dowolnych potrzeb powinien być tworzony ze świadomością:

- jakie dane projektowany zasób danych powinien zawierać (zakres przedmiotowy)?
- Do czego, przez kogo i w jaki sposób dane te będą wykorzystywane (zakres podmiotowy)?

Im bardziej precyzyjnie potrafimy na tym etapie planowania potrzeb odpowiedzieć na powyższe pytania, tym skuteczniej:

- zidentyfikujemy źródło lub źródła potrzebnych nam danych (pytanie: skąd wziąć potrzebne dane?),
- określimy charakter potrzebnych nam danych (pytanie: czy potrzebne nam są dane jakościowe czy ilościowe, ew. i takie i takie?),
- sporządzimy możliwie szczegółową listę obserwowanych/mierzonych wartości i wielkości,
- zaplanujemy potrzeby w zakresie jakości danych (dla danych o charakterze ilościowym: pytanie o dokładność pomiaru, dla danych o charakterze jakościowym: pytanie o poziom szczegółowości opisu),
- będziemy w stanie przyjąć co najmniej wstępne założenia dotyczące upływu czasu w procesach pozyskiwania danych (np. częstość uzupełniania zbioru danych w systemach monitorowania, przedział czasu pomiędzy kolejnymi pomiarami itp.).

Warto tu wspomnieć być może oczywista prawdę, że nawet najlepszy proces planistyczny nie jest w stanie uwzględnić wszystkich czynników, mogących mieć istotny wpływ na przedmiot planowania. Dlatego też konieczne jest uwzględnienie w procesie, w którym etap planowania jest pierwszym elementem, zabezpieczeń w postaci sprzężeń zwrotnych. Takie sprzężenia zwrotne (innymi słowy: mechanizmy umożliwiające weryfikację wcześniejszych elementów procesu w wyniku doświadczeń pozyskiwanych w kolejnych elementach), mogą mieć dwójaki wymiar. Sprzężenia takie jesteśmy w stanie zidentyfikować także w procesie związanym z gospodarowaniem danymi. Jeśli proces taki pokażemy jako sekwencję działań jak na rys. 8.4, to powiązania tych elementów z wykorzystaniem sprzężeń zwrotnych mogą opisywać każdy z wariantów sytuacji, gdy początkowy projekt zasobu danych powinien ulec weryfikacji. Ma to miejsce gdy:

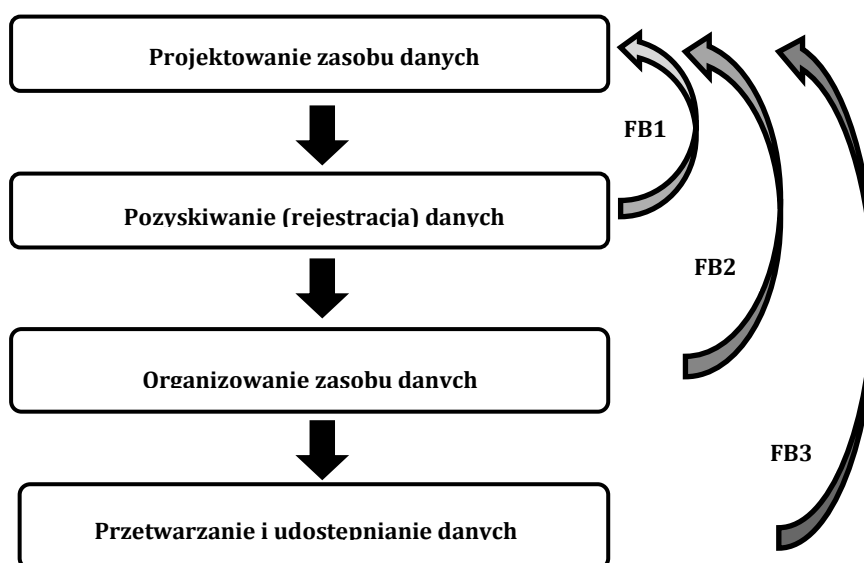
- potrzeba weryfikacji założeń (projektu) pojawia się w toku pozyskiwania danych: sprzężenie typu 1 - FB1,
- potrzeba weryfikacji założeń (projektu) pojawia się w toku organizowania zbioru danych: sprzężenie typu 2 - FB2,
- potrzeba weryfikacji założeń (projektu) pojawia się w toku przetwarzania i/lub udostępniania danych: sprzężenie typu 3 - FB3.

Po drugie – mechanizmy zwrotnej weryfikacji (sprzężenia zwrotne) mogą być użyteczne także w odniesieniu do procesu nadrzędnego, którego elementy tworzy rozbudowany model sekwencji „Dane – Informacja – Wiedza”, pokazana na rys. 8.2.

Sprzężenia zwrotne są tu reprezentowane przez modele relacji pomiędzy:

- informacją a danymi, z których ta informacja jest pozyskiwana,
- wiedzą a informacją, stanowiącą podstawę tej wiedzy.

Aby możliwe było przejście od zagadnień ogólnych, dotyczących problematyki projektowania zasobu danych z wykorzystaniem wyników rozpoznania potrzeb oraz identyfikacji potencjalnych użytkowników tworzonego zasobu, do bardziej szczegółowych kwestii wynikających celów, dla których projektowany zasób danych zostanie wykorzystany, warto nazwać takie kwestie w gospodarowaniu danymi.



Rys. 8.4 „Wewnętrzne” sprzężenia zwrotne w procesie gospodarowania danymi

Na pokazane na rys. 8.3 kolejne kroki w budowie zasobu danych wpływają:

- ocena możliwości zaspokojenia zapotrzebowania na dane poprzez zidentyfikowanie możliwych do wykorzystania źródeł danych,
- analiza dostępnych sposobów/metod pozyskiwania danych ze zidentyfikowanych źródeł,
- ocena potrzeb oraz dostępnych technik w zakresie gromadzenia i przechowywania zasobu danych (archiwizacja), z uwzględnieniem problemu ochrony takiego zasobu przed nieuprawnionym wykorzystaniem
- ocena potrzeb oraz środków i sposobów w zakresie udostępniania zgromadzonych w projektowanym zasobie danych.

Listę tą można i trzeba uzupełnić o kolejne problemy, jak na przykład:

- problemy związane z nadmiarowością danych (redundancja),
- problemy uwzględnienia w projektowaniu zasobu zbiorów danych już istniejących (i wykorzystywanych),
- problemy związane z obecnością w zasobach równocześnie danych ilościowych i jakościowych,

- problemy związane faktem, że dostępne dane mają formę wymagającą (lub nie) przetworzenia postaci „analogowej” na postać cyfrową (digitalizacja),
- problemy szczegółowe związane z technikami pozyskiwania danych (np. pomiary i rejestracja wyników pomiaru czy lokalizacja punktów pomiarowych),
- problemy związane ze szczególnym znaczeniem wymiaru czasu w odniesieniu do danych (tzw. szeregi/serie czasowe),
- problemy związane ze specyficznymi formami źródeł danych (np. dane „serwisowe” w procesach EiUR, różnorodne dane archiwalne) oraz sposobami wykorzystania takich danych
- (?)

Jak widzimy, uwarunkowania kształtujące gospodarowanie danymi są złożone i wielowątkowe. Przedstawienie, chociażby pobieżne, możliwości rozwiązania wymienionych wyżej problemów na pewno wykraczają poza ramy tego opracowania. Dlatego też pozostawmy rozważania na temat danych na etapie jak wyżej i przejdźmy do zagadnień gospodarowania informacją.

8.4 WYBRANE ASPEKTY GOSPODAROWANIA INFORMACJĄ

Jako punkt wyjścia dla rozważań, przedstawionych w tej części niniejszego opracowania przyjmijmy, że informacja traktowana jako przedmiot gospodarowania (zarządzania zasobem) wykazuje m.in. następujące istotne cechy:

- jej jakość (i użyteczność) zależy bezpośrednio od jakości i rodzaju danych,
- jest wynikiem konkretnego sposobu przetwarzania danych,
- powinna umożliwiać realizację określonego celu/zadania,
- może być udostępniana w różnych formach i zakresie,
- może podlegać ograniczeniom (ilościowym i jakościowym) w zakresie, wykorzystania przez potencjalnych użytkowników lub grupy użytkowników.

Dla pokazania znaczenia gospodarowania informacją zarówno w kontekście ogólnym, jak i w zastosowaniach szczegółowych można wykorzystać stwierdzenie, przypisywane Norbertowi Wienerowi, amerykańskiemu matematykowi uważanemu za jednego z twórców współczesnej cybernetyki i informatyki. Miał on powiedzieć, że „Życie to znaczy posiadać informację”. W czasach N. Wienera twierdzenie to miało, być może, sens nieco abstrakcyjny. Obecnie jednak trudno się z nim nie zgodzić: wyobraźmy sobie nasze funkcjonowanie praktycznie w dowolnym wymiarze życia bez dostępu do informacji. Równocześnie wszyscy mamy rosnącą świadomość znaczenia i wpływu informacji na nas i na otaczającą nas rzeczywistość – wpływu zarówno pozytywnego, jak i negatywnego. Informacja we współczesnym społeczeństwie stała się wręcz towarem rynkowym, którego dotyczą wszelkie aspekty "rynkowości": prawo podaży i popytu, ocena wartości, problemy marketingu, a także – własność i jej ochrona. Informacja to – w wymiarze społecznym – także obszar problemów związany np. z reglamentacją dostępu i innymi podobnymi kwestiami. Warto zwrócić w tym miejscu uwagę na fakt, iż sposoby i zakres wykorzystania informacji są nierozzerwalnie związane z:

- merytoryczną zawartością zasobu informacji,
- możliwością dostępu do zasobu informacji,
- możliwościami aktualizacji zasobu informacji,
- rodzajem (znaczeniem dla analizowanego procesu) decyzji, podejmowanych z wykorzystaniem zasobu informacji.

Uwarunkowania zawartości i wartości zasobu informacji można zilustrować bardzo podobnie, jak w poprzednim rozdziale (rys. 8.3) zrobiono to w odniesieniu do gospodarki danymi. Dokonując prostej zamiany terminu „dane” na „informacja” uzyskujemy schemat, wskazujący na potrzebę zaprojektowania zasobu informacji dla konkretnego wykorzystania (obszaru zastosowania). Ponownie pojawia się tu postulat zaprojektowania zasobu oraz – potraktowane jako autonomiczne grupy problemowe: pozyskiwanie, gromadzenie i przechowywanie oraz udostępnianie zasobu informacji.

Zakładając, że zasób informacji powinien być potraktowany jako swoisty obiekt projektowania możemy przyjąć, że punktem wyjścia w takim projektowaniu powinno być określenie zapotrzebowania na informację, będące funkcją zidentyfikowania procesów (zwłaszcza o charakterze decyzyjnym), w których informacja ta ma być wykorzystana. Kolejne kroki w projektowaniu zasobu informacji to:

- ocena możliwości zaspokojenia zapotrzebowania poprzez zidentyfikowanie źródeł informacji,
- analiza dostępnych sposobów/metod pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł,
- ocena potrzeb oraz dostępnych technik w zakresie gromadzenia i przechowywania zasobu informacji, z uwzględnieniem problemu ochrony takiego zasobu przed nieuprawnionym wykorzystaniem
- ocena potrzeb oraz środków i sposobów w zakresie udostępniania zgromadzonej w projektowanym zasobie informacji, z uwzględnieniem rozwiązań już wykorzystywanych.

Przedstawione powyżej rozważania przedstawiają tok rozumowania i postępowania typowy dla wdrażania w praktyce jednego z najbardziej istotnych osiągnięć ery informacji: informatycznych systemów wspomagających. W rozważaniach nad gospodarowaniem informacją, warto – zdaniem autora tego opracowania – wyraźnie wyartykułować dość często spotykany problem związany z wdrażaniem takich systemów (zwłaszcza, ale nie wyłącznie w obszarze zarządzania produkcją), związany z niedocenianiem znaczenia etapu projektowania zasobu informacji (i zasobu danych). Wieloletnie doświadczenia praktyczne autora, związane z wdrażaniem i wykorzystaniem w przemyśle informatycznych systemów wspomagających wykazują, że ciągle można spotkać w polskich firmach i przedsiębiorstwach myślenie typu „kupimy wspomagający system informatyczny, problem będzie załatwiony”. Twierdzą, że myślenie takie jest nie tylko błędne, ale i potencjalnie niebezpieczne.

Informatycy, mówiąc o praktyce funkcjonowania najróżniejszych systemów komputerowych, używają obrazowej, angielskojęzycznej formuły „Garbage in, Garbage

out” („śmieci na wejściu, śmieci na wyjściu”). Mówiąc konkretnie, systemy informatyczne działają tak, jak im na to pozwolimy i na pewno nie załatwią za nas problemów, których sami nie potrafimy lub nie chcemy rozwiązać. W szczególności, wyniki działania systemu wspomagającego zależą bezdyskusyjnie od jakości (i adekwatności) informacji, stanowiącej „wejście” takiego systemu. Dlatego problemy właściwego „wsadu” do systemu informatycznego powinny być podejmowane i rozważane, zarówno w aspekcie teoretycznym, jak i praktycznym, przed wdrożeniem takiego systemu.

Aspekt praktyczny wspomagania procesów z wykorzystaniem narzędzi informatycznych to także – oprócz poprawnego zaprojektowania tworzonych zasobów – dbałość o „zasilanie” informacją. Dbłość taka musi obejmować zarówno treść dostępnej i wykorzystywanej w systemie informacji, jak i jej „fizyczną” postać. Konsekwencje takiej dbałości lub jej braku zostaną omówione na wybranych przykładach w dalszej części tego opracowania. Idąc dalej, powinniśmy pamiętać o znaczeniu środków i sposobów gromadzenia i u przechowywania informacji, co także na etapie projektowania zasobów wiąże się z postulatem selekcji dostępnej informacji zarówno pod kątem jej doraźnej użyteczności, jak i potrzeby (celowości) jej przechowywania/archiwizowania. Podobnie jak w przypadku gospodarowania danymi, dość często stosowanym zabiegiem jest stosowanie różnorodnych form agregacji danych i/lub informacji przed ich archiwizacją. Oczywiście należy mieć na uwadze, że techniki agregacji z reguły wiążą się z utratą (nieodtwarzaną) części zasobów.

8.5 WYBRANE ASPEKTY GOSPODAROWANIA WIEDZĄ

Problemy gospodarowania wiedzą są na tyle szeroko omawiane w literaturze, że przedstawione poniżej rozważania mogą mieć charakter dość wybiórczy. Nawiązując do modelu pokazanego w początkowej części tego opracowania potraktujemy zasób wiedzy jako powiązany ściśle z rozważaniami na temat gospodarowania danymi i informacją. Przyjmijmy na wstępie, że w takim ujęciu wiedza:

- stanowi wynik wykorzystania dostępnej informacji, ale również zawiera inne elementy (doświadczenia eksperckie, czynnik intuicji itp.),
- może być pozyskiwana różnymi sposobami,
- jest podstawą podejmowania decyzji,
- może być zapisywana i udostępniana w określonych formach i procedurach (bazy wiedzy, repozytoria wiedzy).

Idąc dalej możemy stwierdzić, iż także do zagadnień gospodarowania zasobem wiedzy może być wykorzystany zarówno schemat pokazany na rys. 8.3 jak i model procesu jak na rys. 8.4. Innymi słowy, zagadnieniami istotnymi w zarządzaniu zasobem wiedzy są zarówno problemy pozyskiwania, gromadzenia i przechowywania oraz udostępniania zasobów, jak i postulat zaprojektowania takiego zasobu.

Warto jednak zwrócić tu szczególną uwagę na fakt, iż elementy zasobu wiedzy powiązane są zazwyczaj nie tylko z procesami przetwarzania danych i informacji w sensie opisanym powyżej (rys. 8.1). Wiedza w znaczącym zakresie ma zazwyczaj specyficzny charakter związany z „posiadaczem wiedzy”, nazywanym najczęściej

ekspertem (lub specjalistą). Wiedza ekspercka jest osadzona przede wszystkim w doświadczeniach praktycznych eksperta i nie jest bezpośrednio dostępna (mówi się nawet o wiedzy ukrytej). Udostępnianie takiej wiedzy jest w pewnym sensie „obciążone”:

- przez gotowość eksperta do dzielenia się swoją wiedzą,
- przez umiejętność eksperta takiego artykułowania wiedzy, aby przekaz był zrozumiały dla odbiorcy.

Jeżeli w projektowaniu zasobu wiedzy zakładamy wykorzystanie wiedzy takiego typu, powinniśmy również przewidzieć skuteczne rozwiązanie w sytuacji, gdy opinie ekspertów odnoszące się do tego samego zagadnienia są istotnie różne. Proponuje się tu np. wdrożenie systemu weryfikacji (wartościowania) ekspertów, co może być podstawą dla zróżnicowanego traktowania opinii ekspertów w sytuacji konfliktowej.

8.6 UWAGI NA TEMAT WYKORZYSTANIA ZAPROPONOWANEGO MODELU W WYBRANYCH OBSZARACH INŻYNIERII PRODUKCJI

Widzimy, że ujęcie „dane – informacja – wiedza” obejmuje wiele aspektów omawianych powyżej, ale generuje także nowe kwestie (i problemy do rozwiązania). Dlatego też, podejmując próbę praktycznego zilustrowania omówionych wcześniej zagadnień, autor zdecydował wykorzystać swoje doświadczenia (przedstawione we wcześniejszych publikacjach takich jak [4] czy [5]) w specyficznym obszarze zastosowań. Obszarem taki są procesy eksploatacji i utrzymania ruchu systemów technicznych/produkcyjnych (EiUR). Dodatkowym czynnikiem, wpływającym na taki wybór, jest intensywny rozwój w omawianym obszarze prac badawczych np. [6, 7, 9], w których problemy gospodarowania danymi, informacją i wiedzą mają podstawowe znaczenie.

Próbując odnieść, pokazane wcześniej w tym opracowaniu, przemyślenia do obszaru zarządzania EiUR możemy przyjąć, że potrzebne nam dane, informacja i wiedza w zakresie przedmiotowym opisywać powinny w szczególności:

- obiekty eksploatacji (maszyny, urządzenia, instalacje),
- lokalizację takich obiektów, ich otoczenie oraz interakcje z tym otoczeniem,
- związaną z obiektami eksploatacji infrastrukturę,
- powiązane zasoby (personel, narzędzia, części zamienne itp.),
- (?)

W zakresie przedmiotowym, punktem wyjścia dla projektu procesu pozyskiwania i gromadzenia, a następnie wykorzystania (udostępniania) danych, informacji i wiedzy związanych z procesami utrzymania ruchu, powinno stać się zdefiniowanie profilu dysponenta (użytkownika) tworzonego zasobu. Z praktycznego punktu widzenia, listę potrzeb w danym zakresie możemy powiązać np. ze strukturą służb utrzymania ruchu w przedsiębiorstwie oraz zakresem zadań realizowanych przez te służby, w tym zwłaszcza – sposobem realizacji takich zadań. Niewątpliwie różne będą potrzeby w zakresie dostępności omawianych zasobów, gdy wykorzystujemy lub nie wykorzystujemy w utrzymaniu ruchu usługi podmiotów zewnętrznych. Zdarza się zresztą, że pośrednim skutkiem postulowanych tu działań projektowo-planistycznych są zmiany w odpowied-

nich strukturach organizacyjnych. Warto dodać, że dość często swoistym szablonem specyfikacji potrzeb w pozyskiwaniu zwłaszcza zasobu danych jest wdrożony w przedsiębiorstwie system informatyczny, wspomagający zarządzanie w procesach EiUR (np. specjalizowane moduły w systemach klasy MRP/ERP lub systemy klasy CMMs).

Przywołane w rozdziale 4 stwierdzenie N. Wienera zachowuje prawdziwość także w wersji "skutecznie (i racjonalnie) użytkować systemy techniczne to znaczy dysponować i umiejętnie wykorzystywać odpowiednie zasoby danych, informacji i wiedzy". Oczywiście rodzi się w tym miejscu kilka pytań:

- co oznacza stwierdzenie „racjonalnie i skutecznie użytkować” ?
- jakie zasoby można uznać za „odpowiednie” ?
- co obejmuje ogólne stwierdzenie „dysponować i umiejętnie wykorzystywać” w odniesieniu do zasobów danych, informacji i wiedzy ?

Pytanie pierwsze odnosi się do podstawowych zagadnień zarówno teorii, jak i praktyki eksploatacji i utrzymania ruchu. Zagadnieniom takim poświęcono już (i ciągle poświęca się) bardzo wiele zarówno opracowań naukowych, jak i opisów konkretnych, praktycznych rozwiązań o charakterze technicznym i/lub organizacyjno-ekonomicznym. Można stwierdzić bardzo ogólnie, iż z treści takich opracowań wyłania się obraz procesów eksploatacyjnych, ukierunkowanych na optymalne wykorzystanie możliwości technicznych użytkowanych maszyn i urządzeń, przy zachowaniu zasady racjonalizacji zasobów nietechnicznych (np. kosztów czy też wykorzystania zasobów ludzkich). Modele takich procesów są podstawą tworzenia rozwiązań o charakterze organizacyjno-strukturalnym, zgodnie z którymi we współczesnych przedsiębiorstwach funkcjonować powinny służby utrzymania ruchu.

Warto w tym miejscu stwierdzić, iż postulat racjonalności i skuteczności działań realizowanych w obszarze utrzymania ruchu stawia określone wyzwania nie tylko wobec użytkowników środków technicznych. Postulat ten dotyczy niewątpliwie również producentów/ dostawców maszyn i urządzeń, zwłaszcza zakresie obsługi i napraw (serwisu).

Próbie odpowiedzi na drugie i trzecie z zadanych powyżej pytań należy zacząć od zastanowienia się, co kryje się za twierdzeniem że zasób powinien być adekwatny do zadań, które są realizowane z wykorzystaniem tego zasobu ? Twierdzenie to wydaje się być bezdyskusyjnie prawdziwe, jednak z praktycznego punktu widzenia trudno zdefiniować jasno niezbędny zasób danych, informacji czy też wiedzy bez określenia celów, sposobów i zakresu wykorzystania takiego zasobu.

Aspekt praktyczny to przede wszystkim świadomość celów dla których potrzebny nam jest określony zasób. Jako prosty przykład ilustrujący problem i możliwe konsekwencje może tu posłużyć tzw. „informacja serwisowa”, potencjalnie ważna i cenna dla producentów maszyn i urządzeń. Równocześnie w dyskusjach z kierownikami różnych przedsiębiorstwa pojawia się wyraźna dysproporcja w zainteresowaniu wykorzystaniem zaawansowanych, informatycznych systemów wspomagających w różnych dziedzinach działalności przedsiębiorstwa. Autor tego opracowania zna przypadek, gdy duża firma – wytwórca sprzętu dla jednej z istotnych dla gospodarki

naszego kraju gałęzi przemysłu – wykorzystuje system klasy ERP do wspomaganie procesów zarządczych, natomiast sposób i formy gromadzenia informacji serwisowej, mimo iż przedsiębiorstwo funkcjonuje już w skali międzynarodowej i ma ambicje rozwojowe, pochodzą z „epoki pierwotnej”. Dość trudno założyć, że treść odręcznych (sporządzanych w dowolnej formie i wg nieokreślonego formatu, często nieczytelnych) notatek pracowników serwisu, związanych z wykonywanymi u klientów naprawami i remontami stanowi podstawę do uznania, że przedsiębiorstwo dysponuje odpowiednim zasobem danych, informacji i wiedzy dla realizacji zadań w omawianym obszarze racjonalnie, skutecznie oraz – co istotne – wpływający pozytywnie na konkurencyjność firmy na globalnym rynku. Niejako na drugim biegunie można postawić doświadczenia autora ze współpracy z przedsiębiorstwem wykorzystującym zasób techniczny typu „sieciowego”, w którym nie tylko zadbano o „zasilanie” systemu zarządzania procesami EiUR nie tylko przez „klasyczny” zasób informacji typu eksploatacyjnego. Mając świadomość swojej specyfiki, przedsiębiorstwo podjęło we współpracy z naukowcami ciekawą i udaną próbę zintegrowania informacji eksploatacyjnej z informacją typu „geograficznego” (udostępnianą przez system klasy GIS).

PODSUMOWANIE

Podsumowując przedstawioną w poprzednim rozdziale, pobieżną próbę osadzenia rozważań na temat gospodarowania danymi, informacją i wiedzą można stwierdzić, że nawet takie ograniczenia zakresu przedstawionych w tym opracowaniu problemów nie skutkuje możliwością sformułowania w jego ramach końcowych wniosków. Możemy raczej zauważyć, że wchodzenie „głębiej” w podjętą problematykę skutkuje otwieraniem nowych obszarów badawczych w których można i należy poszukiwać skutecznych rozwiązań.

Dlatego też autor opracowania wyraża w tym miejscu nadzieję, że przedstawione tu przemyślenia stanowią będą przyczynek dla dalszych prac badawczych, zorientowanych na gospodarowanie danymi, informacją i wiedzą – zarówno w wymiarze ogólnym, jak i w odniesieniu do wybranych obszarów zastosowań. Prace takie mogą w szczególności przyczynić się do znaczącego rozwoju dyscypliny naukowej „Inżynieria Produkcji”.

LITERATURA

- 1 Kaźmierczak J.: Informacja w zarządzaniu eksploatacją i utrzymaniem ruchu, Utrzymanie Ruchu (kwartalnik), Nr 3/2012.
- 2 Kaźmierczak J.: Gospodarka zasobami danych w zarządzaniu eksploatacją i utrzymaniem ruchu (1), Utrzymanie Ruchu (kwartalnik), Nr 1/2013.
- 3 Kaźmierczak J.: Gospodarka zasobami danych w zarządzaniu eksploatacją i utrzymaniem ruchu (2), Utrzymanie Ruchu (kwartalnik), Nr 2/2013.
- 4 Kaźmierczak J.: Eksploatacja systemów technicznych dla studentów kierunków „Zarządzanie”, podręcznik akademicki, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.

- 5 Kaźmierczak J.: Inżynieria produkcji: kilka refleksji, Systemy wspomagające w inżynierii produkcji, Konferencja Instytutu Inżynierii Produkcji, Zielona Góra 2012.
- 6 Loska A., Dąbrowski M.: Modelowanie oceny polityki eksploatacyjnej sieciowego systemu technicznego w oparciu o metody taksonomii numerycznej. Knosala R. (red.): Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2013, Konferencja Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Zakopane luty 2014, tom 2, str. 700-713.
- 7 Loska A.: Exploitation assessment of selected technical objects using taxonomic methods. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability 2013; 15 (1).
- 8 Orłowski C., Lipski J., Loska A.: Informatyka i komputerowe wspomaganie prac inżynierskich. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2012.

UWAGI NA TEMAT GOSPODAROWANIA DANymi, INFORMACJĄ I WIEDZĄ W ZADANIACH Z OBSZARU INŻYNIERII PRODUKCJI

Streszczenie: W artykule autor podejmuje próbę przedstawienia autorskiej koncepcji pewnego ogólnego modelu gospodarowania danymi, informacją i wiedzą. W pierwszej części opracowania model jest prezentowany w wymiarze ogólnym, w kolejnych rozdziałach zawarto uwagi na temat szczegółowych uwarunkowań związanych z gospodarowaniem danymi, informacją i wiedzą. Następnie w artykule podjęto próbę zilustrowania praktycznego wymiaru przedstawionych przemyśleń na przykładzie wybranych zadań w obszarze inżynierii produkcji. Podsumowanie zawiera propozycje kierunków rozwoju zaproponowanego modelu, jak i sugestie dotyczące potencjalnych możliwości jego wykorzystania.

Słowa kluczowe: Zarządzanie informacją, inżynieria produkcji

REMARKS ON MANAGING DATA, INFORMATION AND KNOWLEDGE IN TASKS OF PRODUCTION ENGINEERING

Abstract: In the paper the author tries to introduce his concept of a general model of managing data, information and knowledge. In the first part, the model presented in a general dimension, the next parts contain remarks concerning some particular aspects of data, information and knowledge management. These aspects are briefly illustrated by some examples from the field of Production Engineering. The last part contains some proposals of developing the model as well as suggestion of applying the model.

Key words: Information management, production engineering

Prof. dr hab. inż. Jan KAŻMIERCZAK
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: Jan.Kazmierczak@polsl.pl

9

DZIAŁALNOŚĆ INNOWACYJNA W PRZEDSIĘBIORSTWIE Z BRANŻY USŁUGOWEJ – PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

9.1 WPROWADZENIE

Współczesne przedsiębiorstwa, chcąc nie tylko przetrwać na rynku lecz również ustawicznie podnosić swoją wartość powinny promować proinnowacyjną strategię rozwoju. Działanie takie jest zależne między innymi od dobrze rozwiniętych kluczowych kompetencji pracowników, którzy wykorzystując swoją wiedzę i potencjał rozwoju są w stanie efektywnie wdrażać innowacje.

Termin ten można określić jako „wynik twórczej działalności ukierunkowanej na wprowadzenie zmiany w systemie funkcjonowania organizacji, dotyczącej produktów, procesów lub zarządzania, która spełnia jej potrzeby i przynosi korzyści w postaci rozwoju, zysku lub prestiżu” [7]. Według A. Pomykalskiego „innowacja jest ujmowana jako proces obejmujący wszystkie działania związane z kreowaniem pomysłu, powstaniem wynalazku; a następnie wdrażaniem nowego (ulepszono) produktu, procesu lub usługi” [4]. Aby przebiegał on bez zakłóceń przedsiębiorstwo powinno działać według ściśle zaplanowanego schematu a także kształtować kulturę innowacyjną.

Celem niniejszego opracowania jest zatem wskazanie typologii innowacji, scharakteryzowanie procesu ich przygotowania i wdrażania, omówienie głównych strategii innowacji a także przybliżenie determinantów innowacyjności polskich przedsiębiorstw. W dalszej części artykułu zostaną przedstawione wyniki badań związane z prowadzeniem innowacyjnej polityki w przedsiębiorstwie z branży usługowej na podstawie analizy kwestionariuszy ankiet przeprowadzonych z pracownikami.

9.2 TYPOLOGIA INNOWACJI

W literaturze przedmiotu występuje bardzo wiele podziałów innowacji. J. Bućko proponuje typologię opartą na następujących kryteriach [3]:

- kryterium oryginalności zmian: innowacje kreatywne (twórcze, pionierskie, oryginalne), a także imitujące (odtwórcze, naśladowcze),
- kryterium sprzężenia osobowego i instytucjonalnego: innowacje sprzężone i nie sprzężone,

- kryterium mechanizmu pobudzania do innowacji: innowacje podażowe i popytowe,
- kryterium przedmiotu innowacji: innowacje produktowe i procesowe.

J. Łunarski dodaje ponadto [8]:

- kryterium zasięgu oddziaływania innowacji: innowacje o zasięgu wewnątrz organizacyjnym, lokalnym, regionalnym, krajowym i międzynarodowym,
- kryterium obszarów oddziaływania: innowacje o charakterze technicznym, ekonomicznym, społecznym,
- kryterium uzyskiwanych korzyści: innowacje z zakresu bezpieczeństwa i środowiska oraz dotyczące infrastruktury systemu produkcyjnego.

Ponadto można jeszcze wyróżnić (z punktu widzenia konsumenta) [4]:

- innowacje ciągłe (nie wymagające od klienta nauki nowych zachowań),
- innowacje dynamicznie ciągłe (które wymagają niewielkiej modyfikacji zachowań),
- innowacje nieciągłe (całkowicie nowe produkty, które wiążą się z nauczeniem przez konsumenta zupełnie nowych wzorców konsumpcji).

9.3 PRZEBIEG PROCESU PRZYGOTOWANIA I WDRAŻANIA INNOWACJI

Prawidłowy proces przygotowania i wdrażania innowacji powinien przebiegać w oparciu o następujące etapy [8]:

- identyfikacja potrzeby zmian – na tym etapie niezbędne jest staranne zdiagnozowanie stanu organizacji oraz jej otoczenia – na tej podstawie można stwierdzić, jakie procesy innowacyjne są dla niej wskazane i jakie obszary funkcjonowania można udoskonalić,
- generowanie pomysłów innowacyjnych – może ono przebiegać indywidualnie, ale zaleca się, aby odbywało się zespołowo. W tym wypadku niezwykle istotny jest poprawny dobór zarówno uczestników jak i lidera zespołu, który ma znaleźć rozwiązanie określonego problemu. Wskazane jest tutaj wykorzystanie znanych technik twórczego myślenia, do których można zaliczyć [6]:
 - orientację na cel, która polega na przyjrzeniu się problemowi w sposób bardzo krytyczny. Jest użyteczna w momencie, gdy zamierza się zachęcić uczestników zespołu do zanegowania podstawowych założeń, które uważają za oczywiste,
 - klasyczną burzę mózgów, której głównym celem jest gromadzenie jak największej liczby nowych pomysłów, bez zwracania uwagi na ich jakość,
 - burzę mózgów na papierze – członkowie zespołu zapisują swoje pomysły, kartki trafiają następnie do kolejnych osób, które uzupełniają wcześniejsze propozycje,
 - tablice elementów – metoda ta polega na tzw. „rozbiciu” problemu na poszczególne elementy składowe po to, aby przeprowadzić burzę mózgów w ramach każdego z nich. Następnie dokonuje się wyboru najbardziej twórczych pomysłów,
 - analizę „interesariuszy” – można ich zdefiniować jako jednostki, na których

innowacje mogą wywrzeć bezpośredni wpływ. Dlatego sporządzają oni własny bilans potencjalnych zysków i strat wynikających z wdrożenia określonych pomysłów w życie,

- wstępna ocena i selekcja pomysłów [8] powinna się skupiać na czterech zasadniczych kwestiach: stopniu praktyczności proponowanego rozwiązania, zapotrzebowaniu na innowację, technicznej możliwości jej wykonania a także ekonomicznej efektywności oraz potencjalnych korzyściach. Efektem finalnym takiej analizy jest zakwalifikowanie pomysłów do trzech grup (do realizacji, do potencjalnego wykorzystania w przyszłości lub uznania ich za nieprzydatne),
- projektowanie przedsięwzięcia innowacyjnego – zapada tutaj decyzja o wprowadzeniu pomysłu w życie w związku z czym uściśla się jego szczegóły: opracowuje się projekt, budżet, zasady realizacji i praktycznego wdrożenia, harmonogram działań etc. ponadto dokonuje się testowania rynkowego a także symulacji efektów,
- wdrażanie przedsięwzięcia innowacyjnego – w tym celu należy przeszkolić niektórych wykonawców a także przeprowadzić szereg analiz i rejestrów ponoszonych kosztów. Na tym etapie niezbędna jest również bardzo dokładna weryfikacja zakłóceń oraz usuwanie ich przyczyn. Warto podkreślić, iż osoba odpowiedzialna za kierowanie projektem musi posiadać odpowiednie kompetencje i uprawnienia.
- końcowa ocena zrealizowanego przedsięwzięcia innowacyjnego pod kątem:
 - skrupulatnego rozliczenia poniesionych kosztów związanych z zaprojektowaniem i wdrożeniem innowacji,
 - trudności, jakie wystąpiły podczas jego implementacji oraz sposobów ich niwelowania,
 - dodatkowych działań, które należało podjąć a nie zostały ujęte w harmonogramie,
 - nowych pomysłów, które pojawiały się podczas realizacji procesu,
 - bardzo wnikliwej i zarazem krytycznej oceny projektu aby w przyszłości ustrzec się popełnianych błędów.

9.4 STRATEGIE INNOWACJI

Strategię można zdefiniować jako „koncepcję systemowego działania (plan działań), który polega na formułowaniu zbioru długookresowych celów przedsiębiorstwa i ich modyfikacji w zależności od zmian zachodzących w jego otoczeniu, określaniu zasobów i środków niezbędnych do realizacji tych celów oraz sposobów postępowania (reguł działania, dyrektyw, algorytmów) zapewniających optymalne ich rozmieszczenie i wykorzystanie w celu elastycznego reagowania na wyzwania rynku i zapewnienie przedsiębiorstwu korzystnych warunków egzystencji i rozwoju” [9].

Według Ch. Freemana można wyodrębnić sześć typów strategii w sferze działalności badawczo-innowacyjnej [4]:

- ofensywną, której głównym priorytetem jest osiągnięcie pozycji lidera dzięki innowacjom bazującym na wprowadzaniu nowego produktu lub doskonaleniu

wyrobów, które już istnieją. W tym celu przedsiębiorstwo dąży do realizacji własnych prac badawczo-rozwojowych lub nawiązuje współpracę z wyspecjalizowaną placówką,

- defensywną – firma, która ją stosuje, nie ma ambicji, aby być liderem podczas wprowadzania innowacji przy jednoczesnym bardzo uważnym śledzeniu nowinek technologicznych. Strategia ta opiera się więc na benchmarkingu, czyli bazowaniu na pozytywnych praktykach firm o podobnej działalności, co pozwala na ustrzeżenie się błędów a także wprowadzenie na rynek substytutu nowego produktu,
- imitującą, polegającą na zmierzaniu za przedsiębiorstwem stosującym strategię ofensywną, często z dużym opóźnieniem, przy jednoczesnym relatywnie szybkim wdrażaniu cudzych rozwiązań. Aby tego dokonać, firmy stosujące tę taktykę muszą posiadać przewagę konkurencyjną nad producentami, na wzorcach których się opierają (np. mają uprzywilejowany dostęp do rynku zbytu czy też ponoszą niższe koszty całkowite),
- zależną – jej istotą jest objęcie przez przedsiębiorstwo funkcji podporządkowanej względem producenta, który ma zdecydowanie silniejszą pozycję. Warto jednak podkreślić, iż jednostka zależna może dążyć do zachowania pewnej odrębności, zwłaszcza, gdy widzi szansę na poszerzenie grona swoich odbiorców,
- tradycyjną – firmy, które ją wykorzystują, wykazują się w dużym stopniu stagnacją technologiczną, gdyż produkt, który jest wytwarzany w jej ramach, zmienia się w bardzo niewielkim stopniu lub wcale. Jest to spowodowane specyficznymi warunkowaniami, bowiem wyrób jest unikatowy i charakterystyczny dla lokalnego rynku zbytu,
- okazyjną, która charakteryzuje się umiejętnym wykorzystaniem luki, która powstaje na skutek ustawicznie zmieniającej się sfery produkcji. Aby tego dokonać i mieć pierwszeństwo we wprowadzaniu innowacyjnych rozwiązań przedsiębiorstwo prowadzi bardzo intensywne prace badawczo-rozwojowe, bazuje na długookresowych planach i opiera się na dobrej informacji zarówno naukowo-technicznej jak i gospodarczej.

9.5 DETERMINANTY INNOWACYJNOŚCI POLSKICH PRZEDSIĘBIORSTW

Efektywna implementacja do organizacji szerokiej gamy nowoczesnych rozwiązań jest w dużej mierze zależna od wykreowania innowacyjnego klimatu organizacyjnego. Jego domeną jest brak obawy kadry kierowniczej podczas podejmowania nowatorskich działań i zdolność do podejmowania ryzyka, jakie jest z tym związane, umiejętność dopasowania się przedsiębiorstwa do ciągle zmieniającego się otoczenia oraz kreowanie ścieżki kariery zawodowej pracowników wyłącznie na podstawie ich kwalifikacji, wiedzy, talentu, kompetencji a także kreatywności [1]. Wykształcenie takiego klimatu jest procesem długotrwałym i powinno bazować na rozpoznaniu i respektowaniu różnic kulturowych występujących w organizacji, ustawicznym rozwiązywaniu dylematów z tym związanych a także mocnym zakorzenieniu pożądaných wartości, które sprzyjają wprowadzeniu zmian na różnych płaszczyznach funkcjonowania organizacji [5].

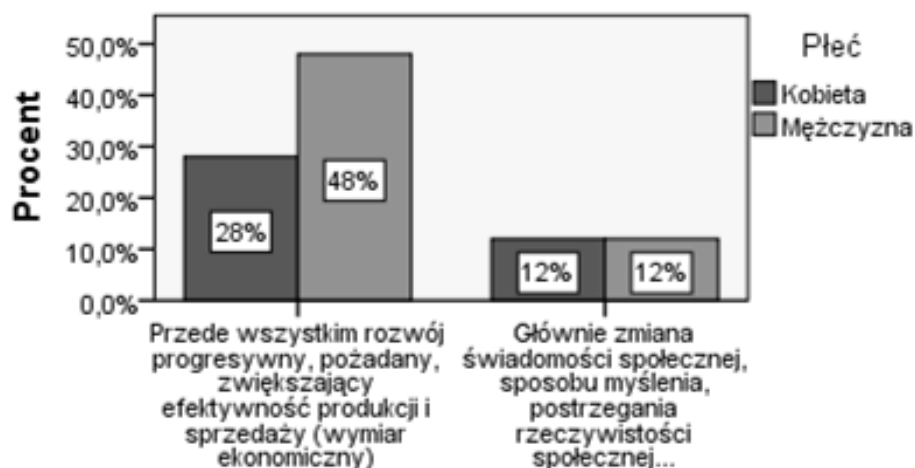
Ponadto, do wewnętrznych uwarunkowań innowacyjności przedsiębiorstw działających na rynku polskim można zaliczyć [2]:

- umiejętność określania potrzeb zarówno bieżących jak i długoterminowych w zakresie wprowadzania innowacji,
- umiejętność zwiększania potencjału badawczo-rozwojowego,
- umiejętność projektowania innowacyjnych rozwiązań dzięki kadrze, która jest doskonale wykwalifikowana a także wykorzystuje techniki twórczego myślenia i prowadzenia zespołów,
- umiejętność pozyskania i efektywnego gospodarowania środkami finansowymi, które są przeznaczone na działalność innowacyjną,
- zdolność zwiększania innowacyjnego potencjału kadrowego poprzez jej właściwy dobór oraz odpowiedni system szkolenia, awansowania i wynagradzania,
- zdolność zarówno do identyfikacji jak i eliminacji barier, które stoją na przeszkodzie działalności innowacyjnej.

9.6 ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ ANKIETOWYCH

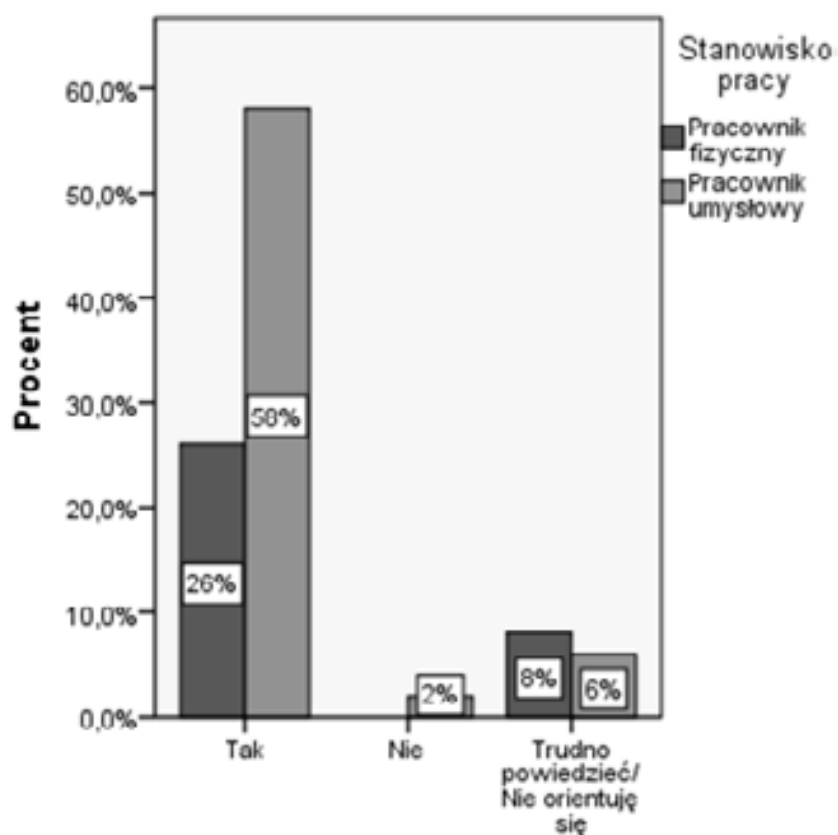
Celem badań była między innymi identyfikacja realizowanej działalności innowacyjnej w Przedsiębiorstwie Wodociągów i Kanalizacji Sp. o. o. w Rybniku. Zostały one przeprowadzone w lipcu 2013 roku. Wzięło w nim udział 50 pracowników szeregowych (w tym 20 kobiet i 30 mężczyzn). Najwięcej badanych, (bo aż 54%) znajdowało się w przedziale wiekowym 25-34, na drugim miejscu uplasowali się respondenci w przedziale wiekowym 35-44 (28%). Respondenci z przedziału wiekowego 45-54, 18-24 oraz +55 stanowili odpowiednio 10%, 6% i 2% badanej populacji. Pracownicy fizyczni stanowili 34%, a 66% pracownicy umysłowi. Dobór próby był celowy (pracowników szeregowych dobrano proporcjonalnie w poszczególnych działach, stosownie do jego liczebności).

Jedno z pierwszych pytań dotyczyło postrzegania przez respondentów zmiany, która ma charakter innowacyjny (rys. 9.1). Jak pokazuje powyższy wykres, zdecydowana większość z nich (bo aż 76% – w tym 48% mężczyzn i 28% kobiet) utożsamia to pojęcie z rozwojem progresywnym, pożądanym dla organizacji, którego efektem finalnym jest zwiększenie efektywności produkcji i sprzedaży (wymiar ekonomiczny). Tylko 24% badanych kojarzy zmianę innowacyjną z wymiarem psychospołecznym, który opiera się w głównej mierze na zmianie świadomości społecznej, sposobu myślenia, postrzegania rzeczywistości społecznej a także na rozwoju postaw społecznych. Takie odpowiedzi są spowodowane w dużej mierze obecnymi, niezwykle trudnymi i wymagającymi uwarunkowaniami rynkowymi i dążeniem przez przedsiębiorstwo do realizacji nadrzędnego celu jakim jest wypracowanie jak największego zysku.



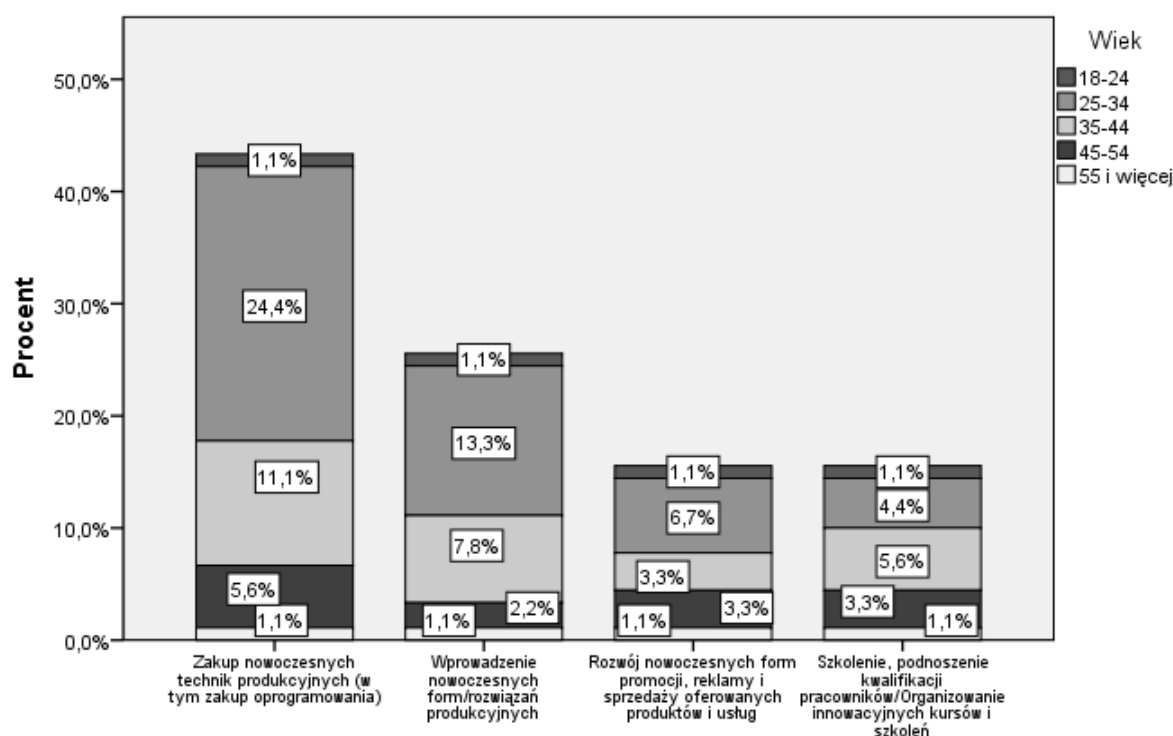
Rys. 9.1 Postrzeżenie przez respondentów zmiany mającej charakter innowacyjny

Wśród badanych 84% (w tym 26% pracowników fizycznych i 58% pracowników umysłowych) stwierdza, iż przedsiębiorstwo prowadzi działalność innowacyjną (rys. 9.2). Tak znaczący odsetek odpowiedzi jest związany z faktem, iż firma posiada bardzo dobrą pozycję rynkową właśnie dzięki wprowadzaniu zróżnicowanych zmian, które są możliwe również na skutek budowania bardzo silnego zaplecza naukowo-badawczego. Dzięki temu realizowane są różnorodne, innowacyjne projekty między innymi we współpracy z uczelniami wyższymi.



Rys. 9.2 Prowadzenie przez przedsiębiorstwo działalności innowacyjnej

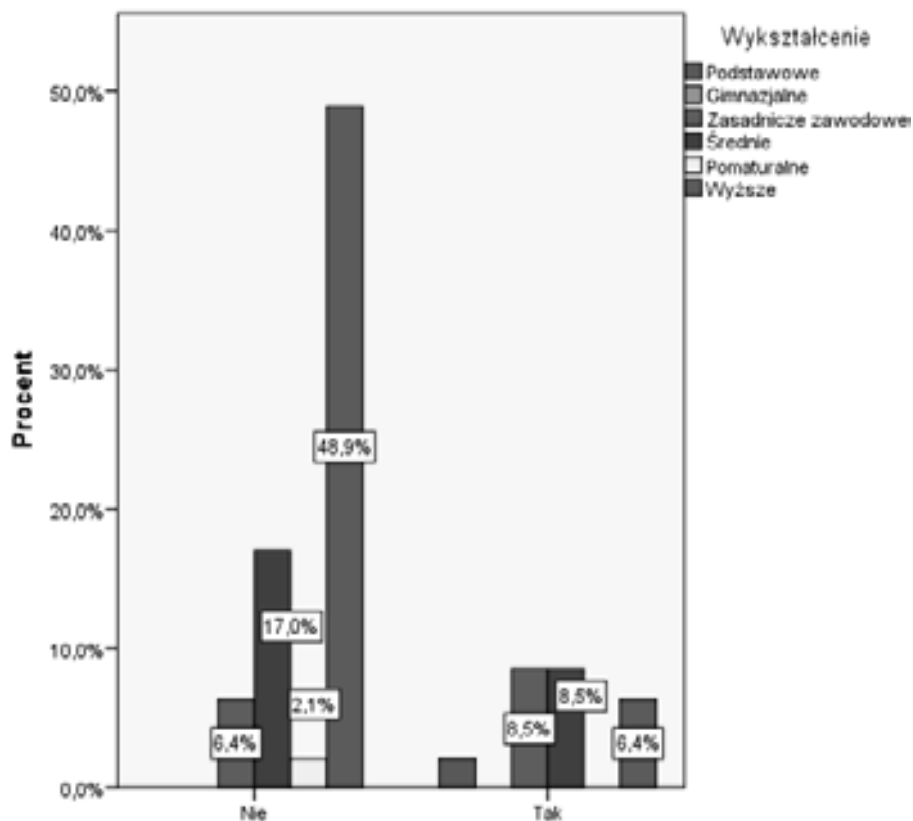
Kolejną analizowaną kwestią był rodzaj innowacyjnych działań realizowanych przez przedsiębiorstwo (rys. 9.3). Zdecydowana większość respondentów (bo aż 43,3%) wskazywała na zakup nowoczesnych technik produkcyjnych (w tym oprogramowania), co jest zrozumiałe ze względu na prowadzoną działalność. Na kolejnych miejscach znalazły się odpowiednio: wprowadzenie nowoczesnych form/ rozwiązań produkcyjnych, rozwój nowoczesnych form promocji, reklamy i sprzedaży oferowanych produktów i usług a także podnoszenie kwalifikacji pracowników/ organizowanie innowacyjnych kursów i szkoleń. Należałoby w związku z tym, w większym stopniu skoncentrować się na działalności szkoleniowej, wykorzystując w tym celu szeroką gamę niestandardowych, ale bardzo efektywnych metod które przyczynią się do zwiększenia zarówno kwalifikacji pracowników jak i jakości świadczonych usług oraz przyczynią się do kształtowania pro organizacyjnych postaw.



Rys. 9.3 Rodzaj innowacyjnych działań prowadzonych przez przedsiębiorstwo

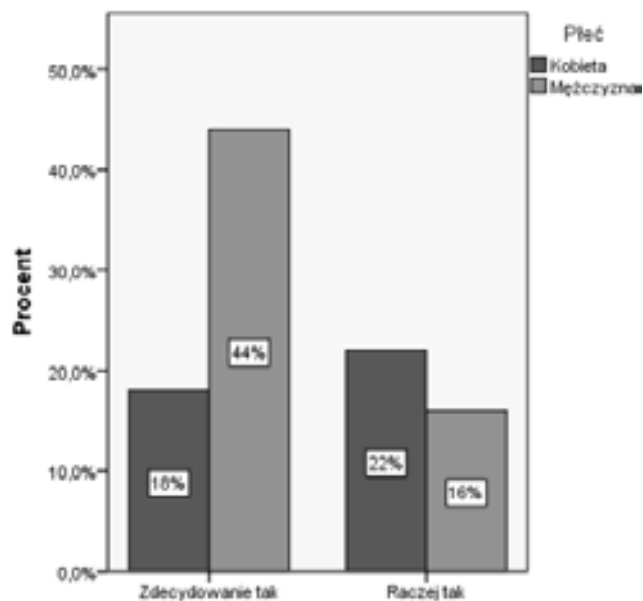
Zdaniem zdecydowanej większości respondentów (74,4%) w przedsiębiorstwie nie funkcjonuje system motywacji pracowników, który przekonywałby ich do wprowadzania zróżnicowanych zmian i innowacji, eliminując poczucie lęku i zagrożenia przed nimi (rys. 9.4).

Dlatego, aby tego dokonać, dobrym rozwiązaniem byłoby wdrożenie takich technik jak: szkolenia z zakresu zmiany (które w sposób precyzyjny wyjaśniają ich istotę), właściwa komunikacja a także partycypacja (współuczestnictwo) w ustalaniu zmian. Szczególnie ta ostatnia metoda jest niezwykle skutecznym narzędziem motywowania pracowników, gdyż z pewnością będą oni bardzo dowartościowani faktem, iż naczelne kierownictwo bierze pod uwagę ich zdanie w tym zakresie.



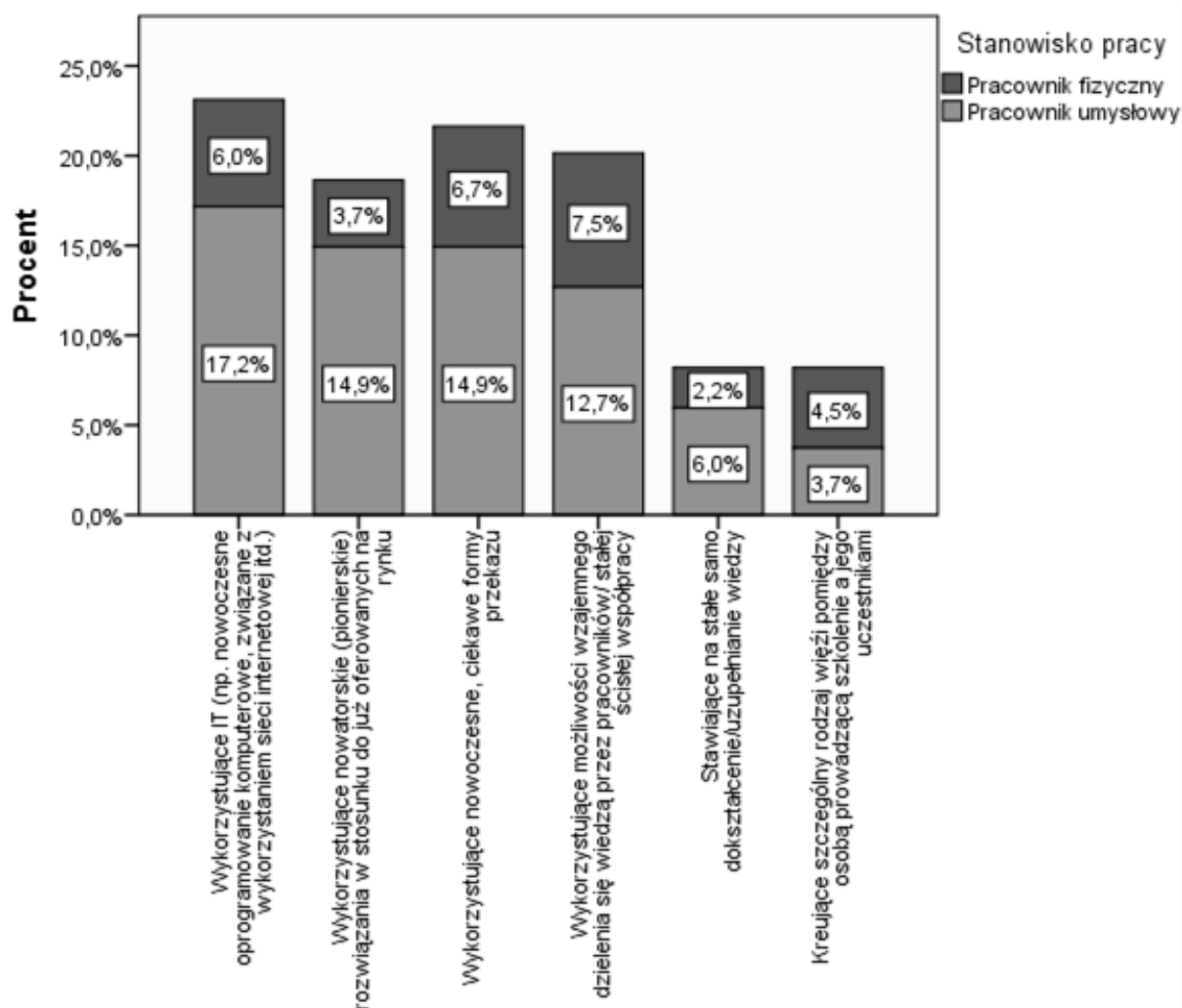
Rys. 9.4 Funkcjonowanie systemu motywacji pracowników

Kolejną analizowaną kwestią była chęć poznania zdania respondentów na temat tego, czy stałe podnoszenie kwalifikacji stanowi niezbędny element innowacyjności w przedsiębiorstwie (rys. 9.5). Tutaj odpowiedzi były jednoznaczne (opcję „zdecydowanie tak” i „raczej tak” wybrało odpowiednio 62% i 38% badanych).



Rys. 9.5 Stałe podnoszenie kwalifikacji jako niezbędny element innowacyjności w przedsiębiorstwie

Respondentów zapytano również o to, jakie szkolenia uważają za innowacyjne (rys. 9.6). Na pierwszym miejscu wybrano tutaj kursy wykorzystujące nowoczesne oprogramowanie komputerowe (23% odpowiedzi) oraz nowoczesne, ciekawe formy przekazu (21,6%). Na dalszych miejscach uplasowały się odpowiednio: szkolenia wykorzystujące możliwości dzielenia się wiedzą przez pracowników, wykorzystujące nowatorskie rozwiązania w stosunku do już oferowanych na rynku, stawiające na samokształcenie się oraz kreujące szczególny rodzaj więzi pomiędzy osobą prowadzącą a jego uczestnikami. Analizując te wyniki można stwierdzić, iż pracownicy wyraźnie nie doceniają coachingu jako innowacyjnej techniki szkoleniowej, dlatego, aby ich do niej przekonać, należałoby zorganizować kilka profesjonalnych sesji, które prowadziłyby specjalista w danej dziedzinie. Jego wybór powinien być uzależniony nie tylko od posiadanego doświadczenia i certyfikatów ale przede wszystkim od umiejętności interpersonalnych, takich jak łatwość nawiązywania kontaktów i stworzenie atmosfery opartej na zasadach wzajemnej współpracy i zaufania.



Rys. 9.6 Innowacyjne szkolenia według opinii respondentów

PODSUMOWANIE

Domeną współczesnych przedsiębiorstw staje się przekształcanie w organizacje uczące, wprowadzające do swojej działalności szereg bardzo złożonych, innowacyjnych działań. Kluczem do sukcesu w tym zakresie jest wykwalifikowana kadra, która kreując proinnowacyjny klimat i w pełni wykorzystując potencjał rozwoju pracowników dokonuje wyboru odpowiedniej strategii innowacji i dzięki temu wdraża niekonwencjonalne rozwiązania.

LITERATURA

- 1 Bratnicki M., Kryś R., Stachowicz J., Kultura organizacyjna przedsiębiorstw. Studium procesu zmian zarządzania, Polska Akademia Nauk, Zakład Nauk Zarządzania, Zakład Narodowy im. Ossolińskich Wrocław 1988.
- 2 Dworczyk M., Szlasa R., Zarządzanie innowacjami. Wpływ innowacji na wzrost konkurencyjności przedsiębiorstw, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001.
- 3 Innowacje, kształcenie, Zarządzanie (wybrane zagadnienia), praca zbiorowa pod red. J. Bućko, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom 2006.
- 4 Pomykański A., Zarządzanie innowacjami, Wydawnictwo Naukowe PWN, Łódź 2001.
- 5 Trompenaars F., Kultura innowacji: kreatywność pracowników źródłem sukcesu firmy, Wydawnictwo Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2012.
- 6 West M. A., Rozwijanie kreatywności wewnątrz organizacji, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
- 7 Zarządzanie innowacjami: system zarządzania innowacjami, praca zbiorowa pod red. J. Łunarskiego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2007.
- 8 Zarządzanie innowacjami: podstawy zarządzania innowacjami, praca zbiorowa pod red. J. Łunarskiego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2007.
- 9 Żebrowski M., Waćkowski K., Strategiczne zarządzanie innowacjami: strategie małych i średnich przedsiębiorstw IT, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2011.

DZIAŁALNOŚĆ INNOWACYJNA W PRZEDSIĘBIORSTWIE Z BRANŻY USŁUGOWEJ - PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

Streszczenie. W artykule przybliżono pojęcie innowacji, jej główne strategie, proces przygotowania i wdrażania innowacji jak również determinanty innowacyjności polskich przedsiębiorstw. Ponadto zostają przedstawione wyniki badań związane z prowadzeniem innowacyjnej polityki w przedsiębiorstwie z branży usługowej na podstawie analizy kwestionariuszy ankiet przeprowadzonych z pracownikami szeregowymi.

Słowa kluczowe: innowacje, strategie innowacji, etapy wdrażania innowacji do organizacji, innowacyjny klimat organizacyjny.

THE INNOVATIVE ACTIVITY IN THE ENTERPRISE OF SERVICE INDUSTRY - SUMMARY OF THE RESULTS OF SURVEY

Abstract: In these article author presented the terms of innovation, its main strategies, the process of preparing and implementing innovations into organizations and the determinants of innovation of Polish enterprises. Furthermore special attention has been paid to recent surveys connected with characteristic of innovation policy in the enterprise of service industry. The results of the research were formed on the basis of the analysis the questionnaire survey with employees.

Key words: innovations, strategies of innovation, the stages of implementation the innovations into organization, innovative organizational climate.

dr inż. Anna KOCHMAŃSKA
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Katedra Stosowanych Nauk Społecznych
e-mail: Anna.Kochmanska@polsl.pl

10

SPOSÓB WYKORZYSTANIA NARZĘDZI SYMULACJI KOMPUTEROWEJ W OGRANICZANIU HAŁASU W BUDYNKACH WIELOPIĘTROWYCH

10.1 WPROWADZENIE

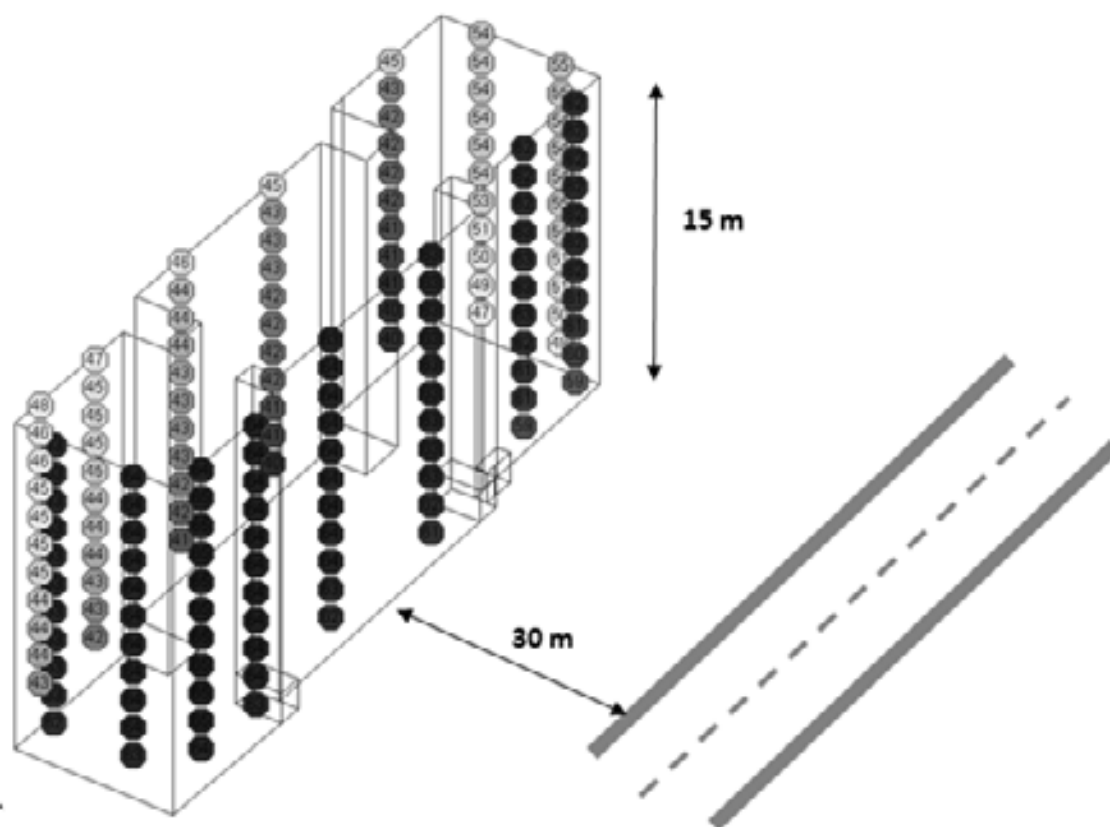
Dobór zabezpieczeń przeciwhałasowych budynków wielopiętrowych usytuowanych w miejscach silnie zurbanizowanych, w których występuje wiele różnych źródeł oddziaływania akustycznego, wspomagany może być wspólnie przez komputerowe narzędzia symulacyjne [5]. Oferują one możliwość przeprowadzania szeregu analiz pól akustycznych m in. rozkładu poziomego dźwięku na zewnętrznych elewacjach budynków wielopiętrowych. Analizy te wykorzystywane mogą być do wspomagania procesu wyboru optymalnego rozwiązania redukcji hałasu, uwzględniającego takie elementy jak wysokość budynku, jego położenie względem źródła/źródeł hałasu czy wpływu otoczenia. Funkcją celu dla tak zdefiniowanego procesu optymalizacji może być np. uzyskanie jak najlepszej redukcji hałasu na poszczególnych poziomach (piętrach) budynku mieszkalnego przy zastosowaniu praktycznie realizowalnych rozwiązań przeciwhałasowych. W takich przypadkach zadanie optymalizacji sprowadza się do generowania szeregu wariantów (koncepcji) rozwiązań redukujących hałas na elewacji/elewacjach budynku, oceny poszczególnych wariantów i wyboru najlepszego.

W niniejszym referacie przedstawiono możliwości wykorzystania narzędzia symulacyjnego CadnaA [0] dla potrzeb przeprowadzenia analizy i oceny narażenia na hałas budynków wielopiętrowych. Na podstawie studium przypadku zaprezentowano poszczególne etapy badań począwszy od identyfikacji obiektu i źródeł hałasu, poprzez tworzenie modelu geometrycznego, dobór metod obliczeniowych, a następnie wygenerowania wariantów i ich oceny.

10.2 METODYKA BADAŃ

Rozkład poziomego hałasu przy elewacji budynku jest zależny od odległości oraz ukształtowania przestrzeni pomiędzy źródłem hałasu (drogą) a fasadą budynku. Jeśli obszar pomiędzy źródłem hałasu a fasadą budynku jest stosunkowo płaski tzn. wysokość źródła odpowiada w przybliżeniu wysokości posadowienia budynku oraz pomiędzy źródłem a fasadą budynku nie ma przeszkód, rozkład poziomego hałasu na fasadzie budynku dla typowych "miejskich" odległości źródła hałasu wygląda tak, jak przedstawiony na rys. 10.1.

W przykładzie pokazanym na rys. 10.1 obliczenia przeprowadzone zostały dla budynku o rzucie w kształcie prostokąta i wysokości 30 m w odległości 15 m od osi drogi. W kolumnach w ośmiobocznych polach wpisane zostały poziomy hałas obliczone na każdej z czterech fasad na wysokości każdego piętra. W kolumnie z lewej strony wpisane są wartości obliczone na fasadzie najbliższej drogi, w skrajnej kolumnie z prawej strony, wartości obliczone na fasadzie po przeciwnej stronie budynku. W kolumnach środkowych wpisane są wartości obliczone na fasadach bocznych, prostopadłych do drogi. Jak wynika z obliczeń dla rozpatrywanej sytuacji poziom hałasu w funkcji wysokości na fasadzie najbliższej osi drogi oraz na fasadach prostopadłych do drogi jest największy do wysokości ok. 9-10 m, a następnie maleje. Na wysokości 30 m jest mniejszy od wartości największej o ok. 3 dB. Na fasadzie po przeciwnej stronie budynku, na skutek efektu ekranowania, poziom hałasu jest niższy (ok. 20 dB) od poziomu na fasadzie najbliższej drogi.

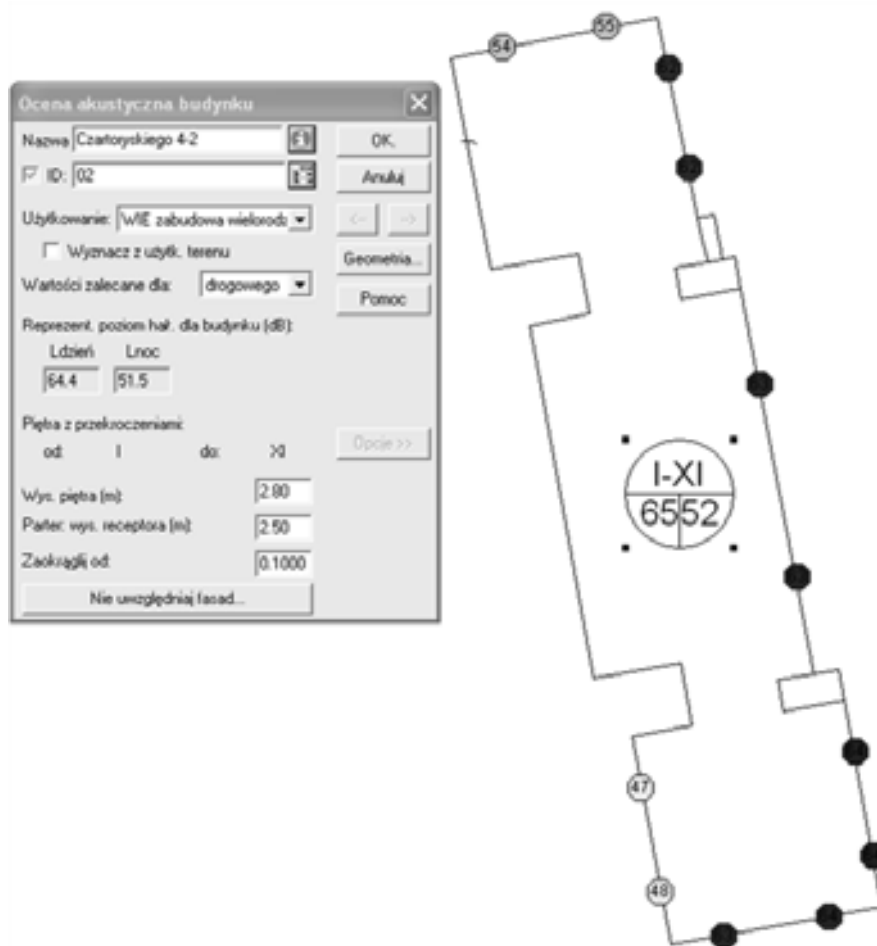


Rys. 10.1 Przykładowy rozkład poziomu hałasu na fasadach budynku w funkcji wysokości

Cechą charakterystyczną jest znacznie wyższy poziom hałasu w górnej części fasady w porównaniu z poziomem hałasu w części dolnej. Jest to spowodowane mniejszym efektem ekranowania górnej części fasady. Wielkość ekranowania jest tym większa, im większa jest różnica dróg propagacji w obecności przeszkód (w tym wypadku budynku) a hipotetyczną drogą propagacji bez obecności przeszkód.

W oprogramowaniu CadnaA wyznaczenie poziomu dźwięku na elewacji budynku umożliwia funkcja „ocena akustyczna budynku” (rys. 10.2).

W celu wyznaczenia emisji dźwięku od źródeł hałasu drogowego zastosowano model obliczeniowy zgodny z francuską krajową metodą obliczeniową "NMPB-Routes-96", do której odnosi się norma "XPS 31-133" [3]. Natomiast metoda obliczeniowa propagacji dźwięku w środowisku zewnętrznym jest zgodna z normą PN-ISO 9613-2:2002 pt. Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólne metody obliczeń [7].



Rys. 10.2 Przykład zastosowania opcji „Ocena akustyczna budynku” w programie CadnaA

10.3 IDENTYFIKACJA OBIEKTU BADAŃ I JEGO OTOCZENIA

Obiektem badań są dwa XI kondygnacyjne budynki mieszkalne A i B, zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie drogi krajowej DK 46 w centrum miasta. Plan sytuacyjny obszaru badań przedstawiono na rys. 10.3.

Na rys. 10.4 przedstawiono lokalizację budynków względem źródła hałasu – DK-46. Zgodnie z ustaleniami Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta budynki A i B zlokalizowane są na terenach zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i usług rangi ogólnie miejskiej. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 2012, poz. 1109) tereny te należy zakwalifikować do grupy 3a terenów objętych ochroną akustyczną.



Rys. 10.3 Lokalizacja budynków mieszkalnych A i B

Wartości dopuszczalnego poziomu hałasu wyrażone równoważnym poziomem dźwięku A odniesionym do szesnastu godzin pory dnia (6:00-22:00) oraz ośmiu godzin pory nocy (22:00-6:00) w analizowanym przypadku wynoszą odpowiednio: dla pory dnia – 65 dB i dla pory nocy– 56 dB.

a) b)



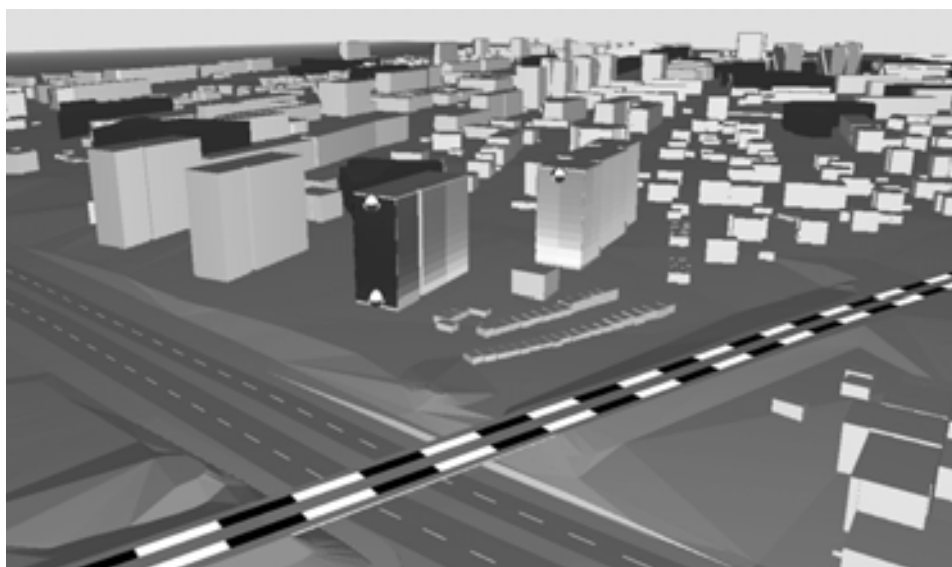
Rys. 10.4 Budynki A i B (a), usytuowanie budynku względem drogi DK-46 (b)

10.4 OPRACOWANIE MODELU SYMULACYJNEGO

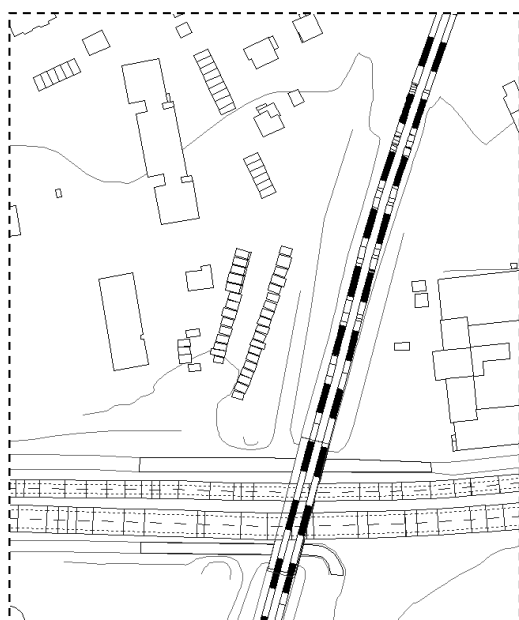
W celu przeprowadzenia obliczeń propagacji hałasu do środowiska wykonano z wykorzystaniem oprogramowania CadnaA przestrzenny model geometryczny obszaru objętego badaniami, a więc model źródeł hałasu wraz z przyległymi terenami podlegającymi ochronie akustycznej.

Model geometryczny opracowano na podstawie ortofotomapy wykonanej w skali 1:5000 oraz mapy zasadniczej w skali 1:1000. Model geometryczny zawiera elementy

mające wpływ na propagację fali akustycznej w środowisku, jak np.: budynki mieszkalne, przemysłowe, socjalne i gospodarcze oraz ukształtowanie terenu z Numerycznego Modelu Terenu odwzorowujące skarpy, nasypy i wzniesienia terenu. W modelu uwzględniono zjawisko ekranowania hałasu emitowanego od analizowanych źródeł liniowych przez obiekty budowlane zlokalizowane na badanym obszarze, jak również naturalne ekranowanie związane z ukształtowaniem terenu. Komputerowy model geometryczny obszaru z analizowanymi budynkami przedstawiono na rys. 10.5.



Rys. 10.5 Model analizowanego obszaru miasta



Drogi (NMPB)	
Nazwa: Jana Pawła II	OK
<input checked="" type="checkbox"/> ID: 45	Prędkość dopuszczalna (km/h): DEN
Przekrój: RQ 12	osob.: 70 <input checked="" type="checkbox"/> cięż.: 50
Emisja:	Nawierzchnia: EC: Asfalt gładki
<input type="checkbox"/> Ilość poj./24h (DTV): 0	Potok ruchu: równomierny
Podzaj drogi: droga krajowa	Nachylenie drogi: Wejście 0,0
<input checked="" type="checkbox"/> Dokładne dane/h	
Trafic horaire Q:	
D: 1447.0 E: 255.00 N: 265.00	
Udział sam. ciężar. p [%]:	
D: 10.0 E: 8.3 N: 17.5	
<input type="checkbox"/> Emisja: L _{Aw} ' dB(A)	
D: 87.8 E: 80.0 N: 81.6	
Dzień	Wieczór
Noc	

Rys. 10.6 Przypisanie parametrów źródłom hałasu w programie CadnaA

Zastosowano modele emisji źródeł i propagacji dźwięku zgodnie z założeniami określonymi w metodyce badań. W przypadku źródeł liniowych parametrem charakteryzującym źródło jest całkowita moc akustyczna L_{WA} lub moc akustyczna jednostkowa

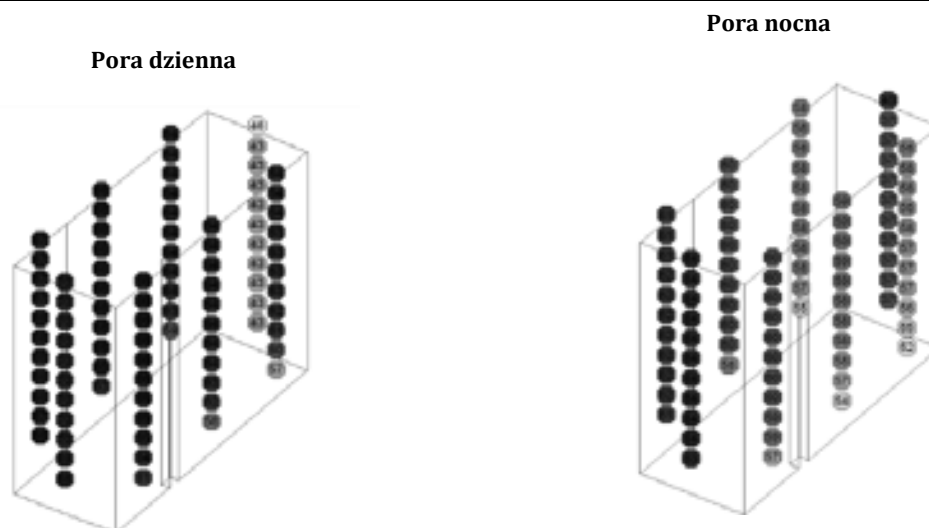
LWAI w dB/m, a więc moc przypadająca na jednostkę długości. Moc akustyczna źródeł liniowych została wyznaczona automatycznie przez oprogramowanie CadnaA, na podstawie podanych parametrów natężenia i struktury ruchu na danej trasie (rys. 10.6).

10.5 PRZEBIEG OBLICZEŃ AKUSTYCZNYCH

Po wprowadzeniu do modelu geometrycznego danych akustycznych charakteryzujących emisję głównych źródeł hałasu wykonano wstępne obliczenia poziomu dźwięku A w wybranych punktach obserwacji zlokalizowanych na różnych wysokościach najbardziej narażonej elewacji budynków. Następnie przeprowadzono walidację modelu akustycznego, mając na uwadze uzyskanie jak najmniejszych błędów zdefiniowanych jako różnica pomiędzy wartościami uzyskanymi na drodze obliczeniowej (z modelu) i wartościami uzyskanymi w wyniku pomiarów. Procedury realizacji pomiarów nie przedstawiono w niniejszym referacie. Wyniki walidacji zestawiono w tabeli 10.1.

Tabela 10.1 Zestawienie wyników walidacji modelu

Punkt pomiar.	Budynek	Równoważny poziom dźwięku A w dB					
		Pora dnia			Pora nocy		
		Pomiar LAeq	Obliczenia	Błąd modelu	Pomiar LAeq	Obliczenia	Błąd modelu
P1	A	69,5	69,2	0,3	63,4	63,2	0,2
P2	B	62,1	63,0	-0,9	56,2	57,2	-1,0

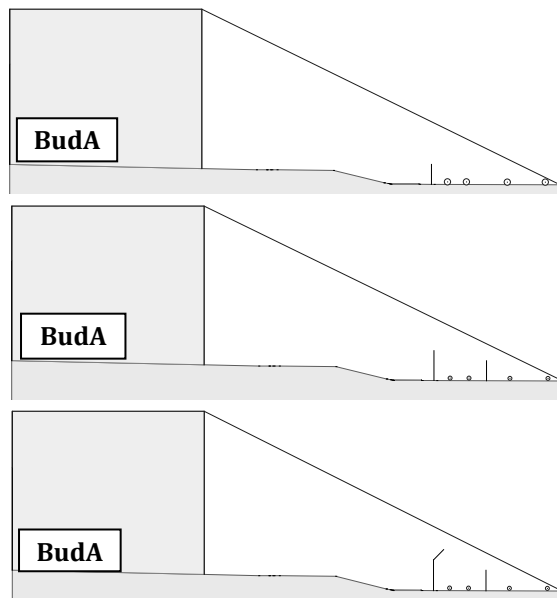


Rys. 10.7 Rozkład poziomu dźwięku A w [dB] na elewacji budynku A dla sytuacji wejściowej

W wyniku walidacji modelu uzyskano zgodność na poziomie nie przekraczającym $\pm 1,0$ dB co pozwala stwierdzić, że opracowany model charakteryzuje się wystarczającą dokładnością. Następnie przeprowadzono obliczenia rozkładu poziomu dźwięku na elewacjach budynków A i B (rys. 10.7).

10.6 ANALIZA MOŻLIWOŚCI REDUKCJI HAŁASU DROGOWEGO

Na podstawie przygotowanego modelu geometryczno akustycznego przeprowadzono badania symulacyjne w zakresie możliwości ograniczenia ponadnormatywnej emisji dźwięku ze źródeł hałasu drogowego.



Rys. 10.8 Przykłady geometrycznych rozwiązań usytuowania ekranów akustycznych



Rys. 10.9 Lokalizacja ekranów akustycznych wzdłuż źródła

W celu ograniczenia wpływu uciążliwego oddziaływania hałasu drogowego emitowanego z drogi DK-46 na budynki mieszkalne A i B przeprowadzono wariantową analizę możliwości zastosowania drogowych ekranów akustycznych w różnych konfiguracjach (lokalizacji, wysokości, izolacyjności akustycznej) oraz oceniono ich

skuteczność [1, 2]. Analizie poddano rozwiązania usytuowania i doboru geometrii ekranów akustycznych w różnych konfiguracjach geometrycznych (E1, E2, E3, E4) przedstawionych graficznie na rys. 10.8 i rys. 10.9.

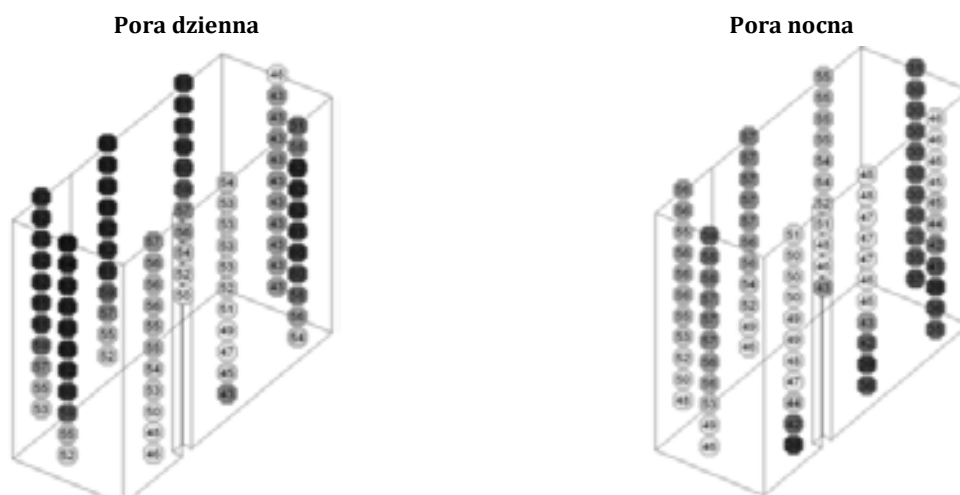
Szczegółowy opis analizowanych wariantów dla redukcji hałasu drogowego zestawiono w tabeli 10.2.

Tabela 10.2 Opis i charakterystyka wybranych wariantów zabezpieczeń akustycznych dla hałasu drogowego

Nr wariantu	Opis wariantu	Nr ekranu	Wymiary [m]	Powierz. [m ²]	Lokalizacja
W1	Ekran akustyczny zlokalizowany od wiaduktu w stronę al. Armii Krajowej	E1	H = 4,0 L = 165,0	660,0	1 metr od krawędzi jezdni
W4	Ekran akustyczny zlokalizowany od wiaduktu w stronę al. Armii Krajowej	E1	H = 6,0 L = 165,0	990,0	1 metr od krawędzi jezdni
	Ekran akustyczny zlokalizowany pod wiaduktem kolejowym	E2	H = 5,0 L = 12,0	60,0	1 metr od krawędzi jezdni
	Ekran akustyczny zlokalizowany od wiaduktu w kierunku ul. Warszawskiej	E3	H = 6,0 L = 45,0	270,0	1 metr od krawędzi jezdni
	Ekran akustyczny zlokalizowany w pasie środkowym DK-46	E4	H = 4,0 L=222,0	888,0	po między jezdniami
W7	Ekran akustyczny z pochyleniem 2,0x2,0m. zlokalizowany od wiaduktu w stronę al. Armii Krajowej	E1	H = 8,0 L = 165,0	1 320,0	1 metr od krawędzi jezdni
	Ekran akustyczny zlokalizowany pod wiaduktem kolejowym	E2	H = 5,0 L = 12,0	60,0	1 metr od krawędzi jezdni
	Ekran akustyczny z pochyleniem 2,0x2,0m. zlokalizowany od wiaduktu w kierunku ul. Warszawskiej	E3	H = 8,0 L = 45,0	360,0	1 metr od krawędzi jezdni
	Ekran akustyczny zlokalizowany w pasie środkowym DK-46	E4	H = 4,0 L=222,0	888,0	po między jezdniami

Dla każdego z podanych wariantów wykonano obliczenia rozkładu poziomu dźwięku A na elewacji budynków odrębnie dla pory dnia i nocy. Przykłady wyników obliczeń przedstawiono na rys. 10.10.

Oszacowanie skuteczności redukcji hałasu na kolejnych piętrach budynku A dla zaproponowanych wariantów zabezpieczeń przeciwhałasowych zestawiono w tabeli 10.3. W tabelach przedstawiono uśrednioną wartość równoważnego poziomu dźwięku A na elewacji najbardziej narażonej na oddziaływanie hałasu drogowego.



Rys. 10.10 Przykład uzyskanych wyników symulacji

Tabela 10.3 Zestawienie wyników obliczeń poziomu dźwięku na najbardziej narażonej na hałas elewacji budynku A

Pora doby	piętro	Poziom dźwięku A w dB na najbardziej narażonej elewacji budynku A (od strony DK-46)							
		Stan aktualny	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3	Wariant 4	Wariant 5	Wariant 6	Wariant 7
Pora dzienna	Parter	68	61	61	59	58	58	58	58
	piętro 1	69	63	63	61	60	60	60	60
	piętro 2	70	65	65	62	61	61	61	61
	piętro 3	70	66	66	63	62	61	61	61
	piętro 4	70	67	67	64	63	62	62	62
	piętro 5	70	68	68	66	64	63	63	62
	piętro 6	70	68	68	66	65	64	64	63
	piętro 7	70	68	68	67	66	65	65	64
	piętro 8	70	68	68	67	66	66	66	65
	piętro 9	70	68	68	67	66	66	66	65
	piętro 10	70	69	68	67	66	67	66	66
Średni poziom dźwięku A		69,7	66,5	66,4	64,5	63,4	63,2	62,9	62,5
Średnia redukcja			3,2	3,3	5,2	6,3	6,5	6,8	7,2
Pora nocna	Parter	56	56	54	54	54	54	54	54
	piętro 1	58	58	56	55	55	55	55	55
	piętro 2	60	60	57	56	56	56	56	56
	piętro 3	61	61	58	57	56	56	56	56
	piętro 4	61	61	59	58	57	57	56	56
	piętro 5	62	62	60	59	58	58	57	57
	piętro 6	62	62	61	59	59	59	58	58
	piętro 7	62	62	61	60	60	60	59	59
	piętro 8	62	62	61	60	60	60	59	59
	piętro 9	62	62	61	60	61	60	60	60
	piętro 10	63	63	61	60	61	60	60	60
Średni poziom dźwięku A		63,9	60,8	60,8	59,0	58,0	58,9	57,7	57,3
Średnia redukcja			3,1	3,1	4,9	5,9	5,0	6,2	6,6

10.7 ANALIZA UZYSKANYCH WYNIKÓW

Z przeprowadzonej symulacji wynika, że oddziaływania hałasu drogowego emitowanego z drogi DK-46 na budynki mieszkalne A i B można ograniczyć przez zastosowanie drogowych ekranów akustycznych, przy czym ze względu na wysokość zabudowy mieszkalnej skuteczność ekranów akustycznych dla najwyższych kondygnacji budynków będzie minimalna. Skutecznie można zabezpieczyć jedynie niższe kondygnacje budynków.

Doprowadzenie do dopuszczalnych wartości poziomu hałasu na najbardziej narażonej elewacji, szczególnie w porze nocnej, w przypadku źródła hałasu drogowego jest przy analizowanych przypadkach rozwiązań niemożliwe.

Biorąc pod uwagę udział nakładów finansowych związanych z wdrożeniem poszczególnych rozwiązań w odniesieniu do uzyskanych wyników redukcji hałasu na poszczególnych kondygnacjach analizowanych budynków najbardziej uzasadnionym rozwiązaniem dla redukcji hałasu drogowego jest Wariant 4, dla którego średnia wartość redukcji hałasu dla najbardziej narażonej elewacji budynku A wynosi odpowiednio 6,3 dB – dla pory dziennej i 5,9 dB dla pory nocnej.

PODSUMOWANIE

W niniejszej artykule przedstawiono sposób wykorzystania narzędzi symulacyjnych dla potrzeb analizy i oceny narażenia na hałas budynków wielopiętrowych w obszarach zurbanizowanych.

Zastosowanie narzędzi symulacyjnych daje możliwość wstępnej oceny technicznych rozwiązań redukcji hałasu z uwzględnieniem różnych kryteriów np. kryterium maksymalnej skuteczności, czy też kryterium ekonomicznego.

Współcześnie stosowanie narzędzi symulacyjnych powinno stanowić rutynową praktykę przy wspomaganiu działań w zakresie analizy i oceny rozwiązań redukcji hałasu budynków wielopiętrowych. Szczególnie analizy takie powinny stanowić obligatoryjny element przy ocenie wariantów ograniczania hałasu proponowanych w programach ochrony środowiska przed hałasem.

LITERATURA

- 1 Engel Z.: Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem. PWN, Warszawa 2001.
- 2 Engel Z., Sadowski J. i inni: Ekran akustyczny, Wydawnictwo AGH, Kraków 1990.
- 3 French standard "XPS 31-133". Acoustique, - Bruit des infrastructures de transports terrestres - Calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques, Paris afnor, 2001.
- 4 Instrukcja oprogramowania CadnaA ver. 4.0 firmy DataKustik.
- 5 Kaźmierczak J. (red.): Wspomaganie konstruowania układów redukcji drgań i hałasu maszyn. WT, Seria CAD/CAM, Warszawa 2001.
- 6 PN-ISO-9613-2:2002. Akustyka. Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczania.

- 7 Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 2012, poz. 1109).

SPOSÓB WYKORZYSTANIA NARZĘDZI SYMULACJI KOMPUTEROWEJ W OGRANICZANIU HAŁASU W BUDYNKACH WIELOPIĘTROWYCH

Streszczenie: W artykule przedstawiono sposób przeprowadzenia symulacji komputerowej dla potrzeb oceny narażenia na hałas budynków wielopiętrowych. Założono, że analiza pola akustycznego m.in. rozkładu poziomu dźwięku A na zewnętrznych elewacjach budynków wielopiętrowych stanowi podstawę do wspomagania procesu wyboru optymalnego rozwiązania redukcji hałasu, uwzględniającego takie elementy jak wysokość budynku, jego położenie względem źródła/źródeł hałasu czy wpływ otoczenia.

Na podstawie studium przypadku zaprezentowano poszczególne etapy badań poczynwszy od identyfikacji obiektu i źródeł hałasu, poprzez tworzenie modelu geometrycznego, dobór metod obliczeniowych, do wygenerowania wariantów (koncepcji) rozwiązań redukujących hałas na elewacji/elewacjach budynku, ich oceny i wyboru najlepszego rozwiązania.

Słowa kluczowe: ograniczenia hałasu, symulacja komputerowa, budynki wielokondygnacyjne, studium przypadku

WAY OF USING OF COMPUTER SIMULATION SOFTWARE FOR NOISE ABATEMENT IN MULTI STOREY BUILDINGS

Abstract: This article presents way of using of computer simulation software for needs of noise exposure assessment of multi storey buildings. It was assumed that the analysis of the acoustic field at the external facades of multi-storey buildings is the basis for supporting the process of selecting the optimal noise control solutions.

Based on the case study various stages of research from identifying the object and the noise sources, by creating a geometric model, selection of computational methods to generate variants solutions for noise abatement at the facades of buildings are presented.

Key word: noise abatement, computer simulation, multi-storey buildings, case study

dr inż. Marek KOMONIEWSKI
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: Marek.Komoniewski@polsl.pl

11

WPŁYW TERMICZNEGO UTLENIANIA NA WŁAŚCIWOŚCI WYTRZYMAŁOŚCIWE STOPU TI-6AL-7NB

11.1 WPROWADZENIE

Tytan występuje w skorupie ziemskiej w ilościach rzędu 0,61%, a jego postaciach mineralne – anataz, brukit, ilmenit, perowskit, rutyl, tytanit – są szeroko rozpowszechnione na świecie. Zazwyczaj obecny jest w rudach innych pierwiastków, głównie w rudach żelaza.

Stopy tytanu są wykorzystywane w przemyśle lotniczym (silniki odrzutowe, promy kosmiczne), okrętowym, chemicznym, militarnym, motoryzacyjnym, a zwłaszcza medycznym (protezy dentystyczne, ortopedyczne) [2]. Obecnie opracowanych i mających zastosowanie przemysłowe jest wiele stopów bazujących na tytanie.

Z punktu widzenia zapewnienia odpowiednich właściwości mechanicznych elementów wykonanych z danego materiału istotne wydaje się być dobranie najwłaściwszej obróbki powierzchniowej.

Ziemska atmosfera charakteryzuje się działaniem utleniającym, dlatego wszystkie metale za wyjątkiem złota ulegają utlenianiu w wyniku kontaktu z powietrzem. Tytan natomiast cechuje się wysoką reaktywnością i już krótki kontakt ze środowiskiem skutkuje powstaniem szczelnej warstwy tlenkowej, zwanej również warstwą pasywną, o grubości rzędu kilku nanometrów. Najistotniejszą zaletą tejże warstwy jest ograniczenie niepożądanego zjawiska korozji.

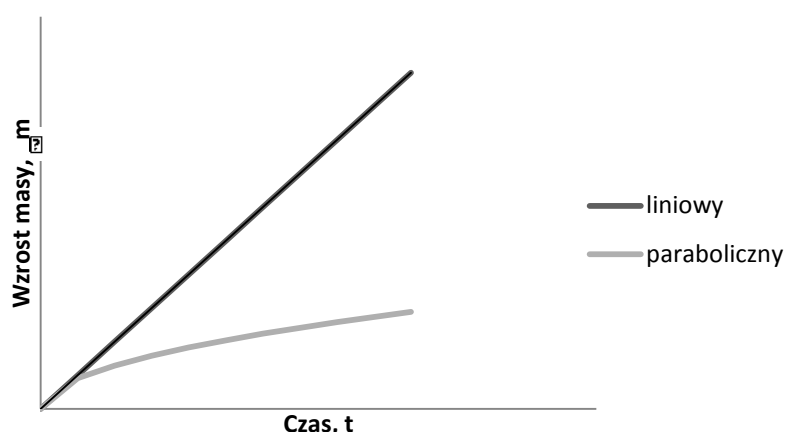
Samorzutnie powstająca warstwa pasywna na omawianych tu tworzywach jest zwarta, morfologicznie jednorodna i ma dobrą adhezję do podłoża. Jej grubość jest jednak bardzo mała i mieści się w zakresie od 1,8 do 10 nm. Jedną z metod, które pozwalają na modyfikację tej grubości jest proces utleniania izotermicznego, dzięki któremu uzyskuje się warstwy tlenkowe o grubości ponad 1 μm .

Tytan nie utlenia się do temperatury 2000°C. Dopiero w wyższych temperaturach pochłaniania gazy i jego własności plastyczne ulegają obniżeniu [7]. Inne źródło z kolei podaje, iż tytan do 5000°C nie ulega wpływowi powietrza [4]. Dopiero powyżej tej temperatury na powierzchni metalu wytwarza się dobrze przylegająca warstwa tlenków oraz azotków.

Powstawanie tlenku na podłożu metalowym w atmosferze powietrza jest procesem dłuższym aniżeli w przypadku środowiska wilgotnego, niemniej jednak czas

ten mierzony jest w milisekundach [5]. Utlenianie przebiega w taki sposób, że atomy tlenu są przyłączane do powierzchni materiału, a masa materiału zwiększa się proporcjonalnie do ilości utlenionego materiału [1]. Przyrost masy, Δm , można rejestrować w sposób ciągły zależny od czasu t . Wyróżnia się tutaj dwa typy takiej zależności – liniowy i paraboliczny (rys. 11.1).

W wyniku tego, iż atomy tlenu wchodzą w luki międzywęzłowe sieci tytanu, następuje sprężysta jej deformacja, a w konsekwencji umocnienie materiału [6]. Skład oraz struktura warstwy tlenkowej zarówno na samym tytanie jak i na stopach tytanu odpowiada rutyłowi lub połączeniu rutyłu z anatazem [3].



Rys. 11.1 Pomiar szybkości utleniania

Źródło: [1]

11.2 MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

W badaniach eksperymentalnych wykorzystano stop tytanu Ti-6Al-7Nb. Zgodnie z atestem dostarczone pręty z wyżej podanego stopu mają średnicę 12.0 mm i są w stanie po wyżarzaniu w temperaturze 7040°C w czasie 2h. Materiał jest stopem dwufazowym $\alpha+\beta$, co oznacza, iż zawiera określone pierwiastki stabilizujące fazę α – głównie aluminium - oraz pierwiastki stabilizujące fazę β – w tym przypadku jest to niob. Z atestu wynika specyfika materiału w stanie dostawy przedstawiona w tabeli 11.1.

Tabela 11.1 Skład chemiczny i właściwości mechaniczne materiału do badań wg atestu

Skład chemiczny [%]												
Oznaczenie	Al	V	O	Fe	C	N	H	Cu	Ni	Nb	Ta	Ti (reszta)
Wymagania	5,60-6,40	max 0,03	0,14-0,20	max 0,25	max 0,03	max 0,02	max 0,005	max 0,1	max 0,03	6,70-7,30	max 0,5	≥85,135
Wynik	6,24-6,25	0,0036	0,17	0,2	0,014-0,017	0,003-0,005	0,003	0,001	0,013	6,78-6,83	0,0024-0,0027	86,5047
Właściwości mechaniczne												
Oznaczenie	Rm [MPa]		Rp 0,2 [MPa]		A [%]		Z [%]					
Wartość	1030-1031 MPa		937 MPa		17-18%		45%					

Badania kinetyki utleniania

Utlenianie próbek przeprowadzono w oporowym piecu komorowym typu FCF22HM. Do badań przyjęto warianty temperaturowe: 5000°C, 6000°C, 7000°C i 8000°C, a do każdego z nich następujące warianty czasowe: 40 min, 2h, 6h, 24h, 48h, 72h. Kinetykę utleniania badano za pomocą pomiaru zmiany masy próbek w trakcie utleniania. Po określonym czasie utleniania w danej temperaturze próbki wyciągano kolejno z pieca i chłodzono na powietrzu.

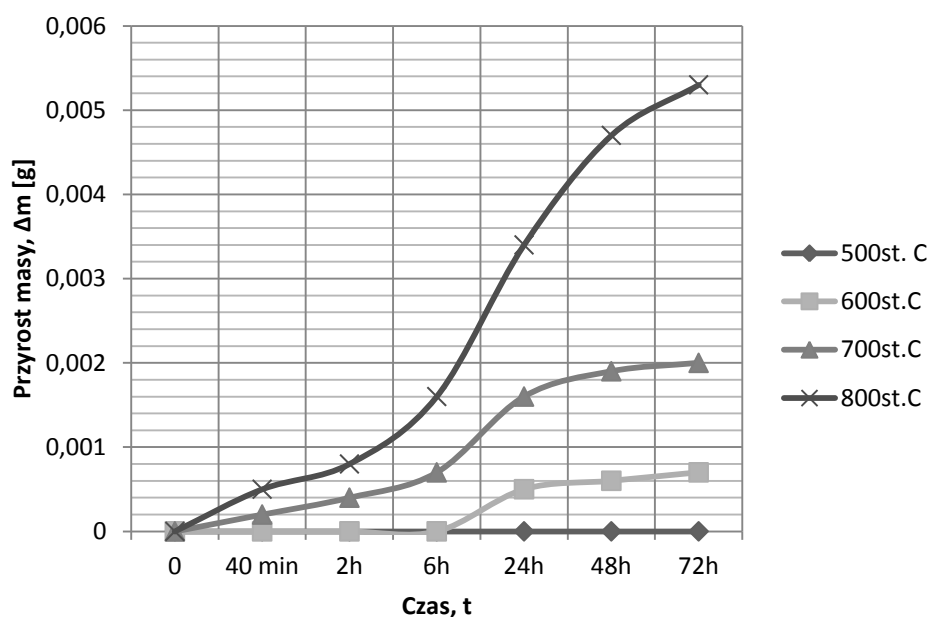
Statyczna próba rozciągania

Statyczną próbę rozciągania przeprowadzono zarówno dla próbek w stanie dostawy jak i po utlenianiu w najdłuższym wariantcie czasowym, czyli 72h w każdej z temperatur: 6000°C, 7000°C i 8000°C. Badania wykonano na maszynie wytrzymałościowej INSTRON 5982 sterowanej komputerowo przez oprogramowanie BLUEHILL. Maksymalny zakres siły wynosił 100 kN. W badaniach wykorzystano videoekstensometr w celu precyzyjnego pomiaru odkształcenia. Prędkość przesuwu trawersy maszyny wynosiła 1 mm/min. Próbki do rozciągania przygotowano zgodnie z normą PN-EN ISO 6892-1.

11.3 WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań kinetyki utleniania

Przeprowadzone badania kinetyki utleniania izotermicznego umożliwiły wyznaczenie wpływu temperatury oraz czasu na proces tworzenia się warstwy tlenkowej na podłożu Ti-6Al-7Nb. Krzywe kinetyczne dla próbek ze stopu Ti-6Al-7Nb utlenionych w temperaturach: 5000°C, 6000°C, 7000°C i 8000°C przedstawiono na rys. 11.2.



Rys. 11.2 Kinetyka utleniania próbek ze stopu Ti-6Al-7Nb w zależności od czasu i temperatury utleniania

Analizując rys. 11.2 można zauważyć, że początkowo następował liniowy przyrost masy próbek utlenionych w temperaturach zarówno 7000°C jak i 8000°C przechodząc następnie w przebieg paraboliczny przy dużych czasach utleniania. W temperaturze 5000°C nie nastąpił przyrost masy próbek, dlatego ten wariant temperaturowy został odrzucony w dalszych badaniach. W temperaturze 6000°C dopiero dłuższy czas utleniania (powyżej 6h) spowodował pojawienie się przyrostu masy. W temperaturach wyższych, tj. 7000°C i 8000°C przyrost masy zaobserwowano już przy krótkich czasach utleniania próbek w piecu. Największy przyrost masy zaobserwowano w temperaturze 8000°C – ponad dwukrotnie większy aniżeli w przypadku utleniania w temperaturze 7000°C dla tego samego wariantu czasowego. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji powierzchni stwierdzono, że warstwy te były wyjątkowo kruche. Najlepszą adhezję wykazywały te wytworzone w temperaturze 6000°C. Zauważono, że ze wzrostem temperatury zwiększała się tendencja do odpryskiwania otrzymanych warstw.

Wyniki statycznej próby rozciągania

Przeprowadzone badania statycznej próby rozciągania z wykorzystaniem video-ekstensometru pozwoliły określić właściwości mechaniczne materiału w stanie dostawy. Zestawienie tych właściwości umieszczono w tabeli 11.2.

Tabela 11.2 Właściwości mechaniczne stopu Ti-6Al-7Nb w stanie dostawy

Nr próbki	R _m [MPa]	R _{0,2} [MPa]	Z [%]	Odkształcenie względne, A [%]
1	1051	963	45,9	17,7
2	1057	968	41,4	18,1
3	1057	965	44,8	17,0
4	1042	952	42,8	18,4
Wartości średnie	1052 ± 0,5%	962 ± 0,5%	43,8 ± 3,7%	17,8 ± 2,5%

Stop Ti-6Al-7Nb w stanie dostawy odznacza się wysoką wartością wytrzymałości na rozciąganie oraz wysoką umowną granicą plastyczności. Stosunek tych wartości do siebie jest bliski jedności. Wartości poszczególnych parametrów wyznaczonych w statycznej próbie rozciągania były zbliżone z danymi zamieszczonymi w tabeli 11.1).

Podobnie jak przy materiale w stanie dostawy, również w przypadku próbek utlenionych przeprowadzono badania statycznej próby rozciągania z użyciem video-ekstensometru. Określone w ten sposób właściwości mechaniczne zestawiono w tabeli 11.3.

Do badań wybrano próbki o najdłuższych czasach utleniania. Jak widać, parametry wytrzymałościowe próbek utlenionych – wytrzymałość na rozciąganie, umowna granica plastyczności – maleją wraz ze wzrostem temperatury utleniania. Wyniki otrzymane dla temperatury 6000°C są najbardziej zbliżone do wyników materiału w stanie dostawy. Zauważono, iż rozrzut wartości właściwości wytrzymałościowych ulegał

zmniejszeniu wraz ze wzrostem temperatury utleniania. Można więc stwierdzić, iż w wyższej temperaturze utleniania badany stop był dodatkowo ujednorodniony pod względem składu chemicznego i właściwości.

Tabela 11.3 Średnie wartości właściwości mechanicznych stopu Ti-6Al-7Nb po utlenianiu w temperaturach 6000°C, 7000°C i 8000°C

Temperatur a utleniania	Rm [MPa]	R0,2 [MPa]	Z [%]	Odkształcenie względne, A [%]
6000C	1043 ± 0,1%	957 ± 0,07%	42,0 ± 1,7%	15,4 ± 0,6%
7000C	932 ± 0,6%	831 ± 0,1%	40,5 ± 1,2%	15,3 ± 0,3%
8000C	906 ± 0,3%	790 ± 0,8%	40,3 ± 1,5%	14,5 ± 0,01%

PODSUMOWANIE

Na podstawie analizy kinetyki utleniania można stwierdzić początkowo liniowy, a następnie paraboliczny typ przyrostu masy. Przyrost ten widoczny był dopiero w temperaturze utleniania powyżej 6000°C i miał tendencję wzrostową wraz ze wzrostem temperatury.

Dla temperatury 6000°C przyrost masy odnotowano dopiero po upływie 6h wygrzewania. W tym wariacie temperaturowym powstała warstwa miała najlepszą adhezję, lecz nie wykazywała ciągłości na całej powierzchni próbki. Przy wyższych temperaturach tworzące się warstwy cechowała z kolei zwiększona kruchość i skłonność do łuszczenia się.

Badania parametrów wytrzymałościowych materiału po utlenianiu wykazały, że ulegają one pogorszeniu wraz ze wzrostem temperatury utleniania, jednak rozrzut właściwości ulegał równocześnie ujednorodnieniu. W temperaturze 6000°C parametry te były niemal porównywalne z właściwościami materiału w stanie wyjściowym. W wyższych wariantach temperaturowych stwierdzono spadek zarówno wytrzymałości na rozciąganie jak i umownej granicy plastyczności o około 10%.

Podsumowując uzyskane wyniki badań należy stwierdzić, że wpływ utleniania na właściwości mechaniczne stopu Ti-6Al-7Nb był niekorzystny, ale warto zaznaczyć, iż warstwy tlenkowe poprawiają właściwości korozyjne czy biokompatybilność materiałów implantacyjnych. Proces izotermicznego utleniania korzystnie wpływa na ujednorodnienie struktury, a dzięki temu na jednorodny rozkład właściwości mechanicznych. Poprzez sterowanie parametrami procesu utleniania, czyli czasem i temperaturą, można kształtować właściwości użytkowe stopów tytanu, obniżać moduł sprężystości, podnosić odporność korozyjną.

LITERATURA

- 1 Ashby M. F., Jones D. R. H.: Materiały inżynierskie. 1. Właściwości i zastosowania. Rozdział 21. Utlenianie materiałów. Wyd. Naukowo-Techniczne, 1995.
- 2 Dobrzański L. A.: Metalowe materiały inżynierskie. Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2004.

- 3 Güleriyüz H., Çimenoglu H.: Effect of thermal oxidation on corrosion and corrosion-wear behaviour of a Ti-6Al-4V alloy. [w:] ELSEVIER. Biomaterials 25 (2004) 3325-3333.
- 4 Kaczyński J.: Tytan. Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1961.
- 5 Lełątko J., Goryczka T.: Modyfikacja powierzchni stopów NiTi wykazujących pamięć kształtu. Rozdział 3.1. Warstwy tlenkowe. Wyd. Oficyna Wydawnicza Waclaw Walasek. Katowice, 2013.
- 6 Mierzwa M.: Versatile applications of titanium including the medical aspects. Management Systems in Production Engineering. Scientific and Technical Quarterly. ISSN 2299-0461. Nr 4(12) 2013. Wyd. PA NOVA S.A., Gliwice, 2013.
- 7 Przybyłowicz K.: Metaloznawstwo. Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1992.

WPŁYW TERMICZNEGO UTLENIANIA NA WŁAŚCIWOŚCI WYTRZYMAŁOŚCIWE STOPU Ti-6Al-7Nb

Streszczenie: W niniejszej publikacji poddano analizie jedną z możliwych metod modyfikacji powierzchni stopu Ti-6Al-7Nb. Poruszono zagadnienia utleniania izotermicznego i jego wpływu na właściwości wytrzymałościowe. Dla określenia tego wpływu zbadano właściwości wytrzymałościowe samego materiału przed procesem utleniania oraz właściwości wytworzonej warstwy bezpośrednio po przeprowadzeniu utleniania.

Słowa kluczowe: Stopy tytanu, izotermiczne utlenianie, warstwy tlenkowe, właściwości wytrzymałościowe

EFFECT OF THE ISOTHERMAL OXIDATION ON MECHANICAL PROPERTIES OF THE ALLOY Ti-6Al-7Nb

Abstract: In this publication, one of the possible methods of modifying the surface of the alloy Ti-6Al-7Nb was analyzed. The issues of the isothermal oxidation and its effect on mechanical properties were mentioned here. The mechanical properties before oxidation and the properties of the oxide layer were examined to determine the influence mentioned above.

Keywords: titanium alloys, isothermal oxidation, the oxide layers, mechanical properties

mgr inż. Marta ŁUCZUK

mgr inż. Marzena SZCZEPKOWSKA

Silesian University in Katowice

Department of The Computer Science And Theory About Materials

ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice

e-mail: marta.luczuk@gmail.com, szczepkowska.marzena@gmail.com

12

PLANOWANIE PRODUKCJI OPARTE NA PROGNOZOWANIU – METODA ATP

12.1 PLANOWANIE ZDETERMINOWANE PROGNOZOWANIEM

Ugruntowane metody planowania podporządkowane są celowi harmonizacji zasobów przedsiębiorstwa z potrzebami i możliwościami otoczenia. Przedsiębiorstwa potrzebują długookresowego planowania, aby utrzymać zdolność do dynamicznej odpowiedzi na potrzeby otoczenia. Jednakże utrzymywanie dynamiki odpowiedzi jest kosztowne. Wiąże się bowiem z utrzymywaniem wysokiego poziomu zasobów do produkcji. Prognozowanie trendów otoczenia naraża przedsiębiorstwo na gromadzenie niepotrzebnych zasobów. Odpowiedzią na ten problem jest metoda ATP planowania i przeplanowania produkcji, opracowana ze względu na następujące zmiany w uwarunkowaniach działalności przedsiębiorstwa:

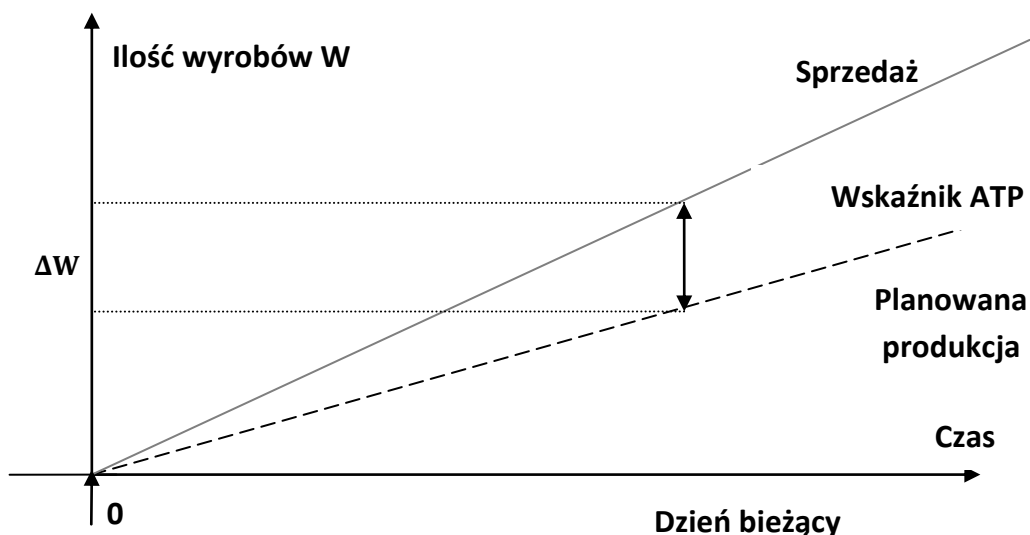
- przedsiębiorstwa są bardziej konkurencyjne, oferując różnorodne produkty oraz skracając czas odpowiedzi na zamówienia. Tradycyjne planowanie dostarczało produkty według zamówienia, natomiast w przypadku, gdy zamawiający zwiększył liczbę wymaganych produktów po uruchomieniu produkcji, czas realizacji się wydłużał. Metoda ATP umożliwia realokację wyrobów gotowych według geograficznego obrazu zapotrzebowania.
- klienci są wymagający. Istnieje powiązanie pomiędzy klientem i dostawcą należącym do łańcucha dostaw. W proces zarządzania zamówieniami wprowadzanych jest więcej ograniczeń i niepewności. Przedsiębiorstwa należące do łańcucha dostaw są w stanie sprostać w lepszy sposób wymaganiom klienta, niż pojedyncze przedsiębiorstwo realizujące zamówienie.

12.2 DEFINICJA METODY ATP

Metoda ATP (Available to Promise) [7], została opracowana przez APISC (American Production and Inventory Control Society). Przeznaczona jest do implementacji w systemach klasy ERP. W strukturze systemu ERP służy do tego moduł MPS (Schedule Production Master). Decyzje planistyczne, generowane w tym module, służą minimalizacji różnic między prognozą na wyroby, a realizowanymi i wpływającymi zamówieniami. MPS usprawnia zarządzanie łańcuchem dostaw poprzez obliczenie potrzebnych zasobów w celu realizacji głównego harmonogramu produkcji i kontrolowanie daty dostawy wyrobu.

Metoda ATP dopasowuje realizację planu produkcji do wpływających zamówień. Natomiast plan produkcji na poszczególne wyroby tworzony jest na podstawie prognozy, która określana jest w oparciu o dane historyczne dotyczące sprzedaży. Ponieważ prognoza zazwyczaj nie jest zgodna z rzeczywistym zapotrzebowaniem, różnice pomiędzy planem produkcji a rzeczywistym zapotrzebowaniem odzwierciedla wskaźnik ATP. Dotyczy on przyszłego okresu, automatycznie reaguje na zmianę popytu. Na podstawie wpływających zamówień, następuje ciągłe obliczanie wskaźnika ATP.

Wskaźnik ATP jest zatem regulatorem produkcji w metodzie ATP. Jest to różnica pomiędzy planem produkcji powstałym na podstawie planu sprzedaży a rzeczywistym zapotrzebowaniem na wyroby, co ilustruje wykres na rys. 12.1. Do obliczenia wskaźnika wymagany jest dokładnie utworzony plan sprzedaży oraz suma zamówień klientów, które wpłynęły do chwili obliczenia wskaźnika. Wskaźnik stanowi informację, o ile jednostek wyrobów należy przeplanować plan produkcji, aby ilość wyprodukowana była zgodna z zapotrzebowaniem. Obliczany jest on z kilkutygodniowym wyprzedzeniem. Zaletą tego jest możliwość szybkiej korekcji planu produkcyjnego (rys. 12.1).



Rys. 12.1 Różnica pomiędzy planowaną produkcją a rzeczywistą sprzedażą

12.3 OBLICZANIE WSKAŹNIKA ATP – PRZYKŁADY

Dane do obliczeń wskaźnika ATP [5] przedstawione zostały w tabeli 12.1.

Tabela 12.1 Dane do obliczeń wskaźnika ATP

Okres planowania	1	2	3	4
Początkowy stan zasobów	10	0	0	0
Plan MPS	0	150	0	0
Zamówienia na wyroby	0	50	3	4
1. Dyskretny wskaźnik ATP	10	93	0	0
2. Skumulowany wskaźnik ATP bez prognozy	10	110	107	103
3. Skumulowany wskaźnik ATP z prognozą	10	103	0	0

Dyskretny wskaźnik ATP. W pierwszym etapie wskaźnik ATP jest różnicą stanu posiadanych zasobów i ilości produktów potrzebnych do zrealizowania przyjętych zamówień. Gdy nie ma planu MPS na ten okres to ATP jest równy stanowi zasobów. W obliczeniach nie uwzględnia się dyskretnego wskaźnika z poprzedniego okresu. Do obliczenia wskaźnika ATP na dany miesiąc brane są pod uwagę zamówienia z miesięcy poprzedzających okres powstania następnego planu produkcji. Na podstawie danych z tabeli 12.1, planista nie utworzył planu produkcji na pierwszy okres, zatem wskaźnik ATP jest równy zasobom. W drugim okresie wskaźnik ATP jest różnicą między planowaną produkcją, a sumą przyjętych zamówień. W trzecim i czwartym okresie planowana ilość produkcji wyrobu jest równa 0, należy więc uwzględnić w drugim okresie zamówienia z okresu 3 i 4. Zatem w okresie drugim $ATP = 150 - (50 + 3 + 4) = 93$. W trzecim i czwartym $ATP = 0$, ponieważ $MPS = 0$. Metoda ta nie uwzględnia wskaźnika ATP z poprzednich okresów.

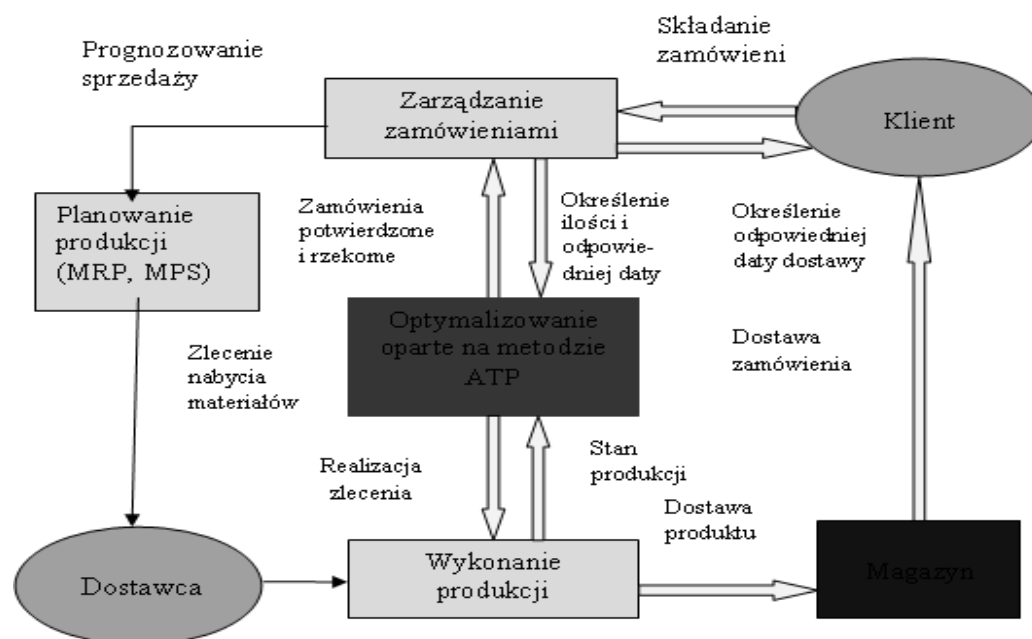
Skumulowany wskaźnik ATP bez prognozy. Jeżeli nie zostało złożone żadne zamówienie, to w pierwszym okresie skumulowany wskaźnik ATP jest sumą posiadanych zasobów i planowanych ilości wyrobów. W przypadku gdy zamówienie zostało złożone to od tej sumy należy odjąć ilość, na jaką jest zapotrzebowanie. W następnym okresie, gdy zapotrzebowanie równe jest zero to wskaźnik ATP równy jest sumie skumulowanego wskaźnika ATP z poprzedniego okresu i planowanej ilości wytworzonej na podstawie głównego planu produkcji. W przypadku, gdy zamówienie w rozliczeniowym okresie jest różne od zera to od wyliczonej sumy należy odjąć ilość wyrobów, na jaką wpłynęło zamówienie.

Obliczając skumulowany wskaźnik ATP, bez uwzględnienia prognozy dla danych z tabeli 12.1, to w pierwszym okresie równy jest posiadanemu inwentarzowi, a więc 10 jednostek wyrobu. W drugim okresie równy jest ilości wyliczonej przez proces ATP z okresu pierwszego plus ilości planowanej przez MPS dla drugiego okresu minus żądana przez klienta ilość wyrobów w tym okresie. Zatem ATP w drugim okresie równe jest 110. Podobnie kształtują się obliczenia w następnych okresach. Metoda ta nie uwzględnia zamówień klienta, które mogą zostać złożone w przyszłości. Wskaźnik ATP nie powinien być obliczany, gdy $MPS=0$, ponieważ jego głównym zadaniem jest wyznaczenie różnicy między MPS na dany okres, a rzeczywistym zapotrzebowaniem. Zatem wskaźnik ATP należy obliczać w okresie, gdy MPS jest różny od zera.

Skumulowany wskaźnik ATP z uwzględnieniem prognozy. Dla uwzględnienia zamówień, które wpłyną w następnych okresach obliczamy skumulowany wskaźnik ATP. Skumulowany wskaźnik ATP, który uwzględnia prognozę w pierwszym okresie, jest równy jedynie początkowemu stanowi zasobów, ponieważ zarówno planowana produkcja wyrobu, jak i zapotrzebowanie na ten wyrób jest równe 0. W drugim okresie $ATP = 103$, gdyż uwzględnia ATP z poprzedniego okresu, planowaną produkcję wyrobów oraz zapotrzebowanie na kolejne okresy do momentu, gdy zostanie utworzony następny plan produkcji. Ponieważ w okresie trzecim i czwartym przedsiębiorstwo nie planuje produkcji ($MPS = 0$), więc ATP również jest równe zero.

12.4 PLANOWANIE I OPTIMALIZACJA PRODUKCJI Z ZASTOSOWANIEM PROCESU ATP

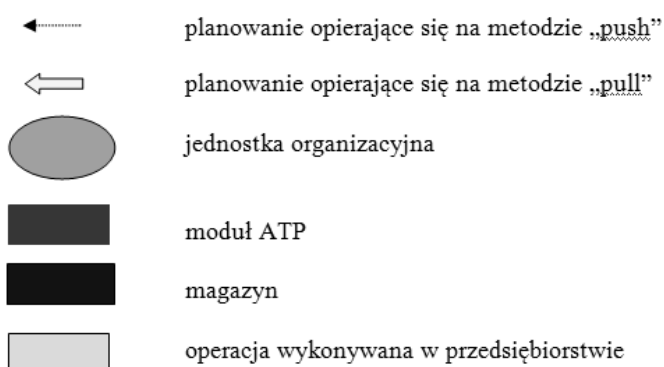
Optimalizacja planu produkcji polega na dostosowaniu planu produkcji do potrzeb rynkowych. Tworzony plan dotyczy całego przyszłego roku, dlatego nie może on opierać się jedynie na pozyskanych zamówieniach klientów, ale musi kierować się prognozą. Celem optymalizacji jest zrównanie planu produkcji z rzeczywistą sprzedażą tak, aby uniknąć zbędnych zapasów lub niedoborów.



Rys. 12.2 Schemat optymalizacji planu produkcji przy zastosowaniu metody ATP

Źródło: [2]

Definicja symboli występujących na rys. 12.2.



Zastosowanie procesu ATP w planowaniu i optymalizacji produkcji [8] polega na kontrolowaniu wpływających zamówień, sprawdzeniu zgodności planowanej produkcji z zapotrzebowaniem na wyroby. W przypadku odchylenia, oblicza się wskaźnik ATP, który jest równy nadwyżce lub niedoborowi produktów. Gdy wskaźnik ATP wyznaczy nadwyżkę produktów, wysyłany jest komunikat o konieczności zmniejszenia produkcji. Plan produkcji dotyczy przyszłości, dlatego możliwa jest taka korekta. Dzięki zastosowaniu wskaźnika ATP można uniknąć produkcji wyrobów,

na które nie byłoby zbytu i wymagałyby one dodatkowego magazynowania. Strukturę i podstawowe przepływy danych systemu wspomagającego planowanie z zastosowaniem wskaźnika ATP przedstawia rys. 12.2.

12.5 OPIS SYSTEMU OPTIMALIZACJI PLANU PRODUKCJI PRZY ZASTOSOWANIU WSKAŹNIKA ATP

Najlepszym rozwiązaniem w planowaniu produkcji jest połączenie „metody pull” z „metodą push”. Do „metody pull” należy przyjmowanie zamówień klientów i odpowiedź w jakim terminie ich żądania mogą zostać zrealizowane. Dział sprzedaży przyjmując zamówienia przesyła je do modułu ATP, gdzie zostaje sprawdzona dostępność wymaganego produktu na wyznaczony okres. Jeżeli przedsiębiorstwo nie będzie posiadało produktów na wyznaczony przez klienta termin, proces ATP wyśle komunikat o utworzeniu dodatkowego zlecenia. Obliczając zapotrzebowanie na podstawie dostarczonych i przewidywanych zamówień tworzona jest prognoza sprzedaży, dla której planowana jest produkcja. Dla głównego planu produkcji, utworzonego na podstawie „metody push”, obliczane są zasoby przy użyciu MRP. Po sprawdzeniu dostępności materiałów generowane są zamówienia zakupu na indeksy materiałów, których przedsiębiorstwo nie posiada, a są wymagane podczas produkcji. Dostawcy po otrzymaniu zamówienia dostarczają materiały na ustalony termin. W przypadku, gdy przedsiębiorstwo posiada wymagane zasoby, może rozpocząć produkcję. Proces planowania produkcji kontrolowany jest przez ATP, opierając się na „metodzie pull”. Kontrola planu produkcyjnego następuje przez porównanie planowanego zapotrzebowania z rzeczywistym, obliczonym na podstawie wpływających zamówień. Proces ATP kontroluje planowaną produkcję w sposób ciągły z wyprzedzeniem do kilku tygodni tak, aby w chwili zaistnienia potrzeby było możliwe przeplanowanie MPS lub przynajmniej jego skorygowanie. Proces ATP kontrolując produkcję wysyła sygnały o konieczności zmniejszenia produkcji, gdy obliczy, iż produkowane wyroby nie będą miały zbytu z powodu różnicy między planowaną sprzedażą a sprzedażą określoną na podstawie ciągle wpływających zamówień. W przypadku, gdy prognoza nie objęła tak dużego zapotrzebowania, proces ATP oblicza na ile produktów należy utworzyć dodatkowe zlecenie. Kontrola ta jest procesem ciągłym w czasie, ponieważ uwzględnia wpływające zamówienia. Proces ATP dąży do zminimalizowania zapasów wyrobów lub do uniknięcia braków, co spowodowałoby opóźnienie dostarczenia klientowi zamówionych wyrobów. Wyprodukowane produkty zostaną przesłane na magazyn, a stamtąd zgodnie z zamówieniami do klientów.

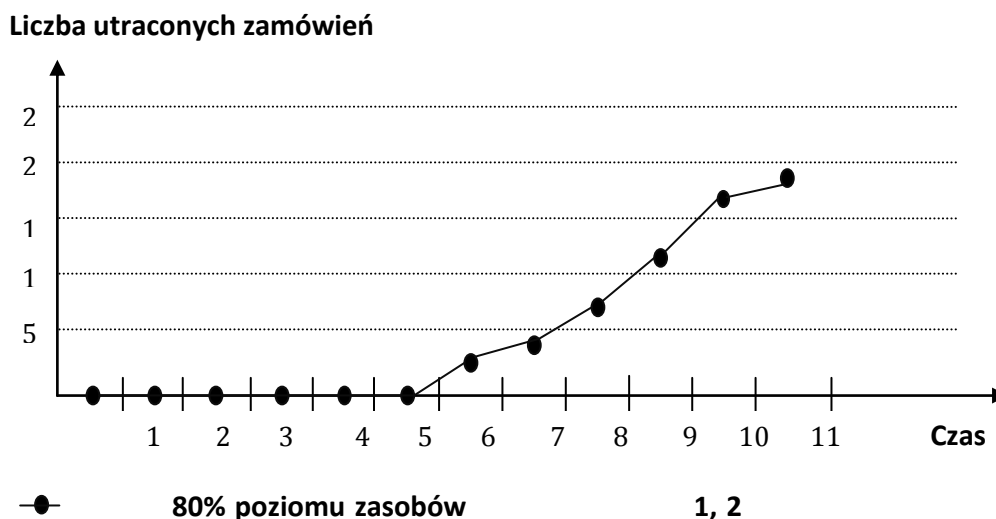
Metoda push – organizacja produkcji, w której na podstawie prognozy sprzedaży tworzony jest główny plan produkcji. Wykorzystywany jest w sytuacji, gdy popyt na dany wyrób jest stały, ponieważ wytworzone produkty przesyłane są na rynek. W sytuacji, gdy popyt jest zmienny, metoda ta jako sama nie jest stosowana w przedsiębiorstwach, gdyż wyprodukowane dobra, na które nie ma już zapotrzebowania, przechodzą na magazyn. Ma ona zastosowanie w produkcji masowej, gdzie jest małe zróżnicowanie produktów.

Metoda pull – organizacja wytwarzania, w której plan produkcji tworzony jest na podstawie wpływających zamówień klientów. Wykorzystywana jest w przedsiębiorstwach produkujących zróżnicowane wyroby, przez co posiadanie zapasów jest zbyt kosztowne. Produkty gotowe przeznaczane są bezpośrednio na rynek.

12.6 IMPLEMENTACJA METODY ATP

W obliczeniach wskaźnika ATP ważna jest długość przedziału zbierania zamówień, po których nastąpi obliczenie wskaźnika ATP i proces planowania. Przedział ten nazywany jest „batching interval” i jest to okres, w którym są zbierane zamówienia. Po upływie interwału obliczana jest różnica między planowaną sprzedażą a rzeczywistym zapotrzebowaniem. Znając różnicę proces ATP wskazuje, czy należy zmniejszyć produkcję w celu uniknięcia nadprodukcji lub utworzyć dodatkowe zlecenia, aby pokryć zapotrzebowanie. W zależności od stosowanej polityki przedsiębiorstwa „batching interval” może trwać od kilku godzin do kilku dni. Długość interwału musi być optymalna, ponieważ zbyt krótki czas zbierania zamówień nie daje pełnego obrazu na rzeczywiste zapotrzebowanie, natomiast zbyt długi przedział, w którym te zamówienia są zbierane, uniemożliwia zmianę produkcji.

Długość „batching interval” wpływa również na zadowolenie klienta, ponieważ po obliczeniu wskaźnika ATP, dział zaopatrzenia posiada informację, czy może zrealizować zlecenie, czy jednak wyrób gotowy zostanie dostarczony do klienta w okresie późniejszym. Im „batching interval” jest dłuższy, tym dłuższy jest okres odpowiedzi klientowi. Na rys. 12.3, zostały zamieszczone przykłady wpływu długości „batching interval” na działalność przedsiębiorstwa.



Rys. 12.3 Wpływ „batching interval” na liczbę utraconych zamówień przez klienta

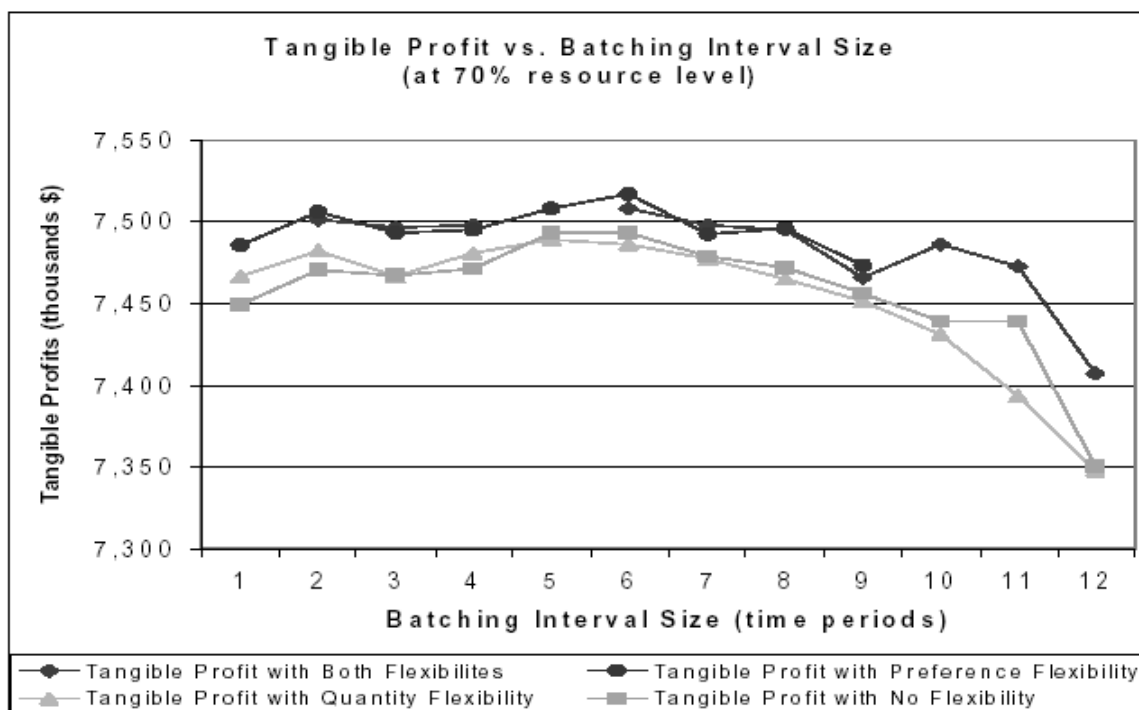
Źródło: [6]

Przy założeniu stałego poziomu dostępnych zasobów, liczba utraconych zamówień wzrasta po przekroczeniu „batching interval” trwającego 6 dni, co widzimy na rys. 12.3. Wy tłumaczyć można to zniecierpliwieniem klienta, który zbyt długo czeka na odpowiedź.

12.7 WPŁYW ELASTYCZNOŚCI KLIENTA NA POZIOM ZYSKU PRZEDSIĘBIORSTWA

Szybkość realizacji zamówień zależy również od elastyczności klienta. W przypadku, gdy klient składając zamówienie, zgadza się na zastąpienie komponentu substytutem, istnieje większe prawdopodobieństwo, że producent spełni zamówienie w oczekiwany przez klienta czasie. W chwili, gdy firma nie jest w stanie wyprodukować zamówionej ilości produktów na wyznaczony termin, „elastyczna ilość” oznacza zgodę klienta na dostarczenie mniejszej ilości w wymaganym terminie, a pozostałej ilości w terminie późniejszym. Stosunek klienta jest bardzo ważny dla przedsiębiorcy i znacząco wpływa na zysk firmy. Spowodowane jest to zmniejszeniem kosztów utraconej sprzedaży oraz kar za opóźnienie dostawy. Zależność zysku przedsiębiorstwa od elastyczności klienta i „batching interval” przedstawia rys. 12.4.

Jak możemy zauważyć, firma osiągnie większy zysk, jeśli ma do czynienia z klientem, którego preferencje są elastyczne. Na poziom zysku osiąganego przez przedsiębiorstwo wpływa również czas zbierania zamówień, dla których następnie jest tworzony plan produkcji. Wiąże się to z szybkością odpowiedzi klientowi oraz polityki firmy. W przypadku, gdy czas reakcji na zamówienia klienta jest zbyt długi, klient rezygnuje z usług tej firmy i udaje się do konkurencji. Biorąc powyższe pod uwagę najlepszym okresem gromadzenia zamówień jest 6 dni, po czym następuje odpowiedź i realizacja produkcji.



Rys. 12.4 Wpływ elastyczności klienta na zysk przedsiębiorstwa uwzględniając rozmiar „batching interval”

Źródło: [6]

Dłuższy niż 6 dni rozmiar „batching interval” powoduje spadek zysku przedsiębiorstwa.

12.8 ZADANIA WSPOMAGANE METODĄ ATP

Wyznaczanie ilości zamówień możliwych do realizacji – klient składając zamówienie określa ilość wyrobów i termin, w którym oczekuje ich dostawy. Metoda ATP po analizie głównego planu produkcji określa, czy w danym okresie będzie dostępna wymagana ilość wyrobów. W przypadku ich braku na stanach magazynowych, sprawdza dostępne zasoby do utworzenia dodatkowego zlecenia dla tego zamówienia. Określa dodatkowo elastyczność zamówienia klienta, a więc czy wyrób gotowy może składać się z substytutów w przypadku braku komponentów. Tolerancję wykorzystania substytutów naznacza klient.

Wyznaczanie terminu realizacji zamówienia – klient określa termin, w którym chce odebrać produkt. System sprawdza możliwość spełnienia oczekiwania kupującego. W przypadku zbyt złożonego zamówienia stara się termin realizacji rozłożyć w czasie. Zależy to głównie od elastyczności klienta oraz od upustów, jakie firma udzieli za współpracę. Jeśli mamy do czynienia z mało elastycznym klientem metoda ATP wykorzystuje politykę motywacji w celu przyspieszenia realizacji zamówienia.

Wyznaczanie ilości możliwej do realizacji w określonym przez klienta terminie – klient składa zamówienie, w którym zawarta jest informacja o wymaganej ilości produktów i dacie dostawy. Proces ATP sprawdza stan zapasów, zdolności produkcyjne i na podstawie tych danych potwierdza przyjęcie zamówienia lub je odrzuca.

Korygowanie planowanej produkcji pod wpływem zmiany prognozowanego popytu. Przedsiębiorstwo z początkiem roku, na podstawie prognoz popytu oraz analizy zeszłorocznej sprzedaży, tworzy Główny Plan Produkcji na cały rok. Metoda ATP na podstawie wpływających zamówień oblicza różnicę pomiędzy prognozowaną sprzedażą a rzeczywistym zapotrzebowaniem. Jeśli wskaźnik ATP nie jest równy zeru, zgłasza sygnały potrzeby przeplanowania produkcji. Na tej podstawie następuje przeplanowanie produkcji.

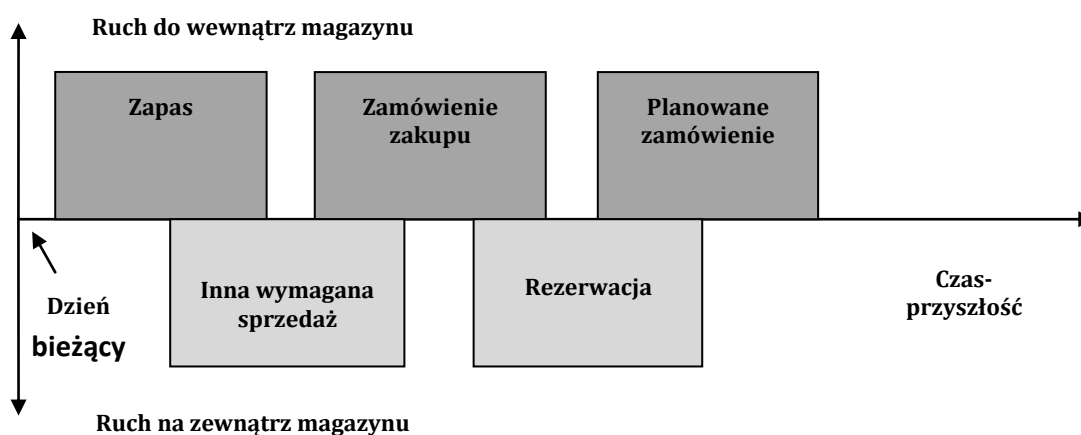
Określanie miejsca, gdzie jest zapotrzebowanie na dane wyroby gotowe i w jakich ilościach – przyjmuje prognozy sprzedaży od sprzedawców poszczególnych regionów i dostarcza wyroby gotowe zgodnie z wymaganiami.

Wyznaczanie alternatywnych miejsc alokacji wyrobów gotowych – w przypadku zmiany zapotrzebowania przez sprzedawcę na dany wyrób, szuka alternatywnego sprzedawcy, który zgłosi zainteresowanie zwiększenia dostawy na ten wyrób. Planowanie łańcucha dostaw – poprzez rozdysponowanie poszczególnym przedsiębiorstwom, należącym do łańcucha, zadań w celu realizacji zlecenia produkcyjnego.

12.9 METODA ATP W KONTROLI MAGAZYNU PRZEDSIĘBIORSTWA

Metoda ATP może być wykorzystywana przez przedsiębiorstwa w celu zapewnienia wymaganych zasobów w magazynie. Polityka magazynowa uwzględnia ruchy materiałów do magazynu oraz z niego. Metoda ATP planując zlecenia zakupu zapewnia likwidację niedoboru materiałów potrzebnych do planowanej produkcji. Na podstawie planowanej sprzedaży tworzony jest główny plan produkcji MPS, który określa ilość potrzebnych materiałów do produkcji. Metoda ATP opierając się na tym planie

sprawdza zapasy, jakie są na magazynie oraz ilość materiałów już zamówionych. Pełni on więc funkcję kontrolującą dostępność, co przedstawia rys. 12.5.



Rys. 12.5 Analiza dostępności materiałów uwzględniając ruchy magazynowe

Ruch do wewnątrz – oznacza ruch związany przyjęciem materiału na magazyn

Ruch na zewnątrz – oznacza ruch materiału przez wydanie go z magazynu

Zapas – ilość dostępnych materiałów znajdująca się na magazynie

Zlecenie zakupu – dokument PZ

Planowane zamówienie – dokument PZ o statusie ATP

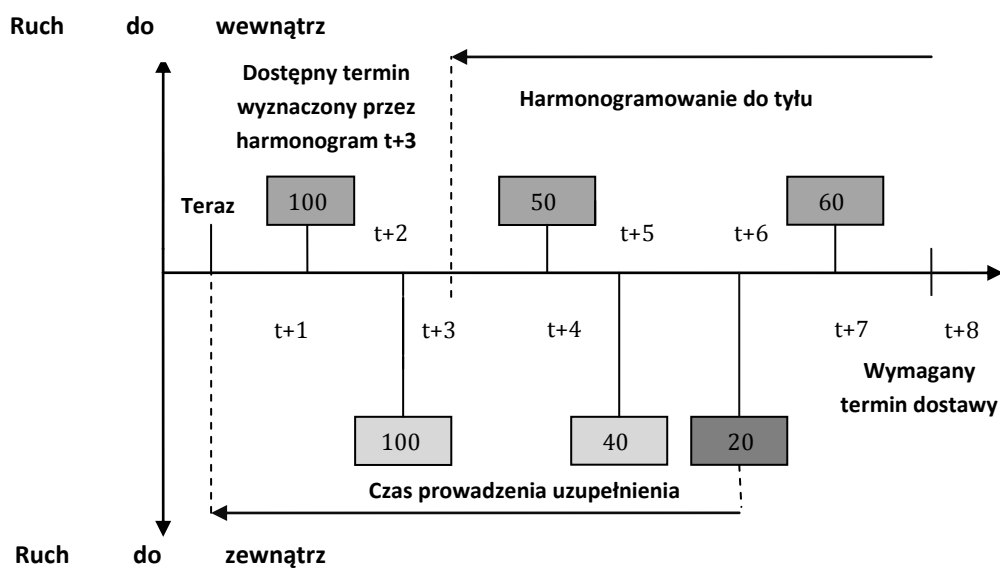
Inna wymagana sprzedaż – ilość materiału sprzedanego innemu podmiotowi

Rezerwacja – ilość materiału zarezerwowana

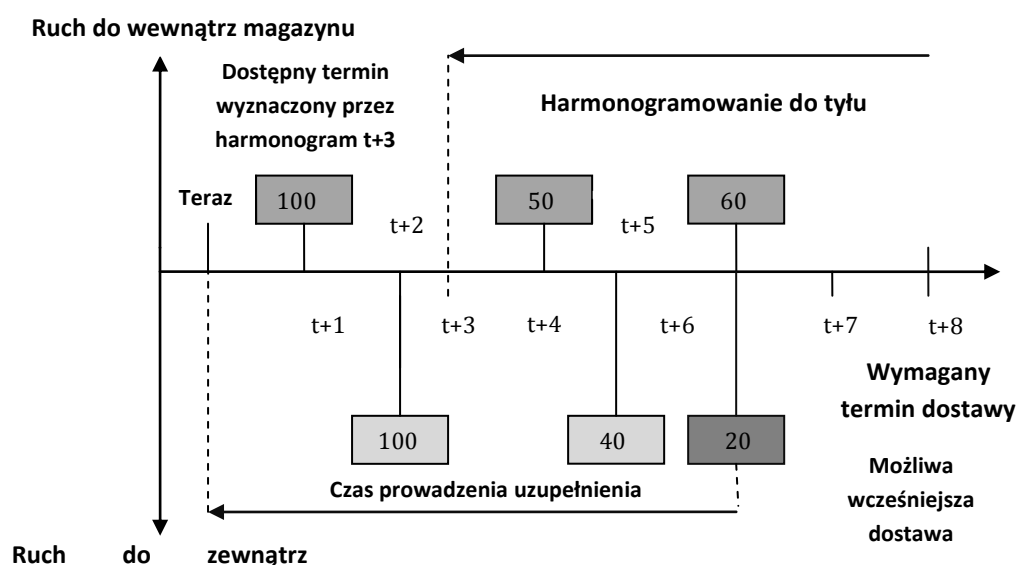
Metoda ATP kontroluje dostępność materiału na magazynie, co przedstawia rys. 12.6. W przypadku jego braku lub niedostatecznej ilości generuje planowane zamówienie. Przedsiębiorstwo posiadające zapas materiału może je sprzedać innemu podmiotowi. W każdym przedsiębiorstwie istnieje polityka minimalnego poziomu zapasu materiału, dlatego w celu jego uzupełnienia zostało wygenerowane zamówienie zakupu. Materiały, które zostaną dostarczone na dany okres, tylko w części pokryją rezerwację, która zostanie dokonana w celu realizacji planowanego zlecenia produkcyjnego. W tym celu zostało utworzone przez metodę ATP zamówienie zakupu, które pokryje zarezerwowany materiał. Metoda ATP uwzględnia RLT (ang. Replenishment Lead Time), który jest czasem uzupełnienia w materiały.

Załóżmy, że 100 jednostek materiału znajduje się na magazynie w chwili $t+1$, jak na rys. 12.6. Przedsiębiorstwo na podstawie prognozy sprzedaży, planuje zlecenie produkcyjne, do którego realizacji potrzebne jest 100 jednostek materiału. Na wykresie zostało to zaznaczone przez słupek znaczący rezerwację 100 jednostek materiału na termin $t+2$, przez co w chwili $t+3$ na magazynie pozostanie 0 dostępnych jednostek. W związku z tym metoda ATP planuje zlecenie zakupu 50 jednostek materiału w chwili $t+4$ tak, więc na magazynie dostępnych będzie 50 jednostek. Przedsiębiorstwo zarezerwowało 40 jednostek materiału na $t+5$, co spowodowało, że dostępnych będzie 10 jednostek. Plan produkcji wymaga 20 jednostek w czasie $t+6$, co jest niemożliwe do realizacji, ponieważ następna planowana dostawa materiału będzie w czasie $t+7$. W tym momencie metoda ATP musi zaplanować zamówienie zakupu wcześniej, a więc w czasie $t+6$, co przedstawia rys. 12.7. Metoda ATP zapewnia przyszły dostęp do mate-

riałów potrzebnych przedsiębiorstwu do planowanych produkcji.



Rys. 12.6 Kontrola zasobów w magazynie

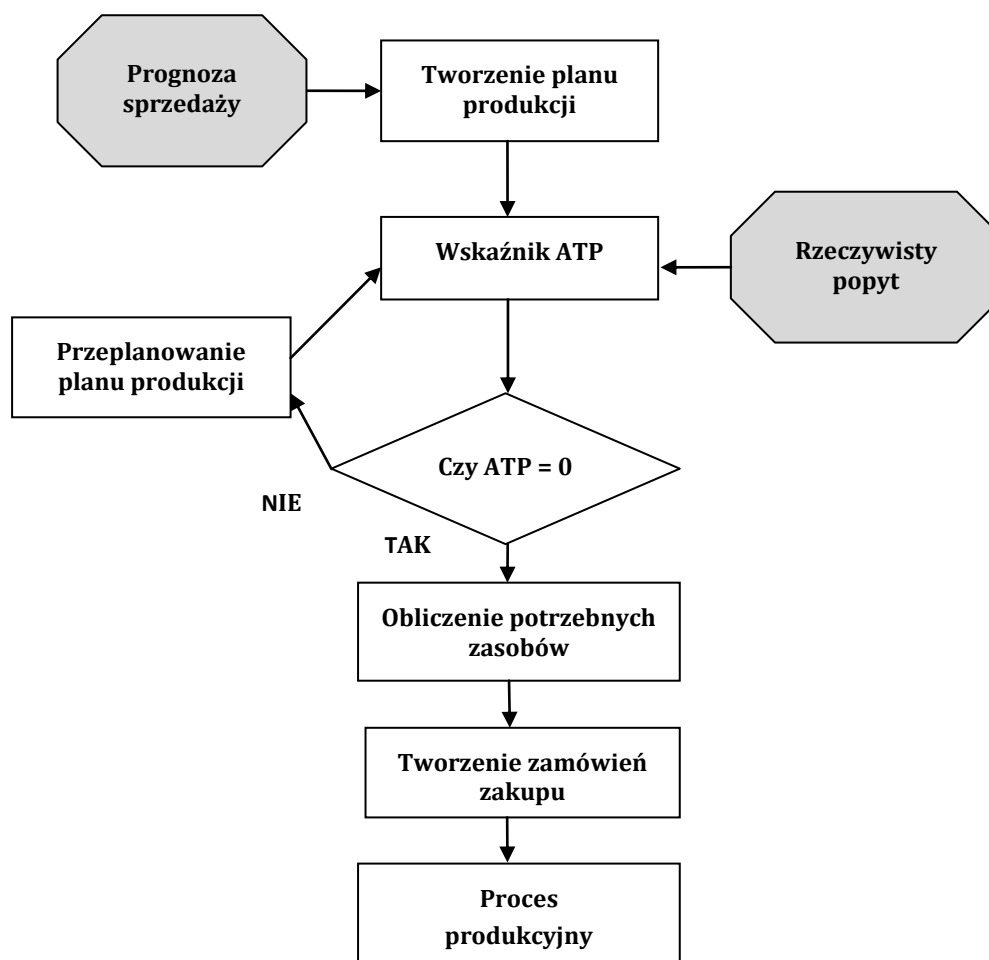


Rys. 12.7 Przesunięcie planowanego zamówienia zakupu

12.10 METODA ATP W KONTROLOWANIU PRODUKCJI

Kontrolowanie, czy planowana produkcja jest w stanie zaspokoić rzeczywiste zapotrzebowanie, może odbyć się za pomocą metody ATP. Polega to na obliczeniu różnicy pomiędzy planowaną sprzedażą a rzeczywistym zapotrzebowaniem. Prognozowana sprzedaż określana jest na podstawie analiz poprzednich sprzedaży, zamówień klientów, które zostały zgromadzone oraz prawdopodobieństwa wystąpienia zapotrzebowania na rozważany wyrób. Rzeczywista sprzedaż jest obliczana na podstawie wpływających zamówień klientów lub zgłoszeń sprzedawców z poszczególnych regionów o zapotrzebowaniu na ten wyrób. Niezgodność pomiędzy wyszczególnionymi

wielkościami wynika z różnicy czasów, w którym są rozpatrywane. Prognozowana sprzedaż dotyczy zapotrzebowania na dany wyrób z rocznym wyprzedzeniem, natomiast rzeczywisty odzwierciedla faktyczny stan. Metoda ATP na podstawie wpływających zamówień oblicza różnicę między planowaną ilością wyrobów wynikających z MPS a ilością, na które jest zapotrzebowanie. W przypadku, gdy wskaźnik ATP jest różny od zera należy dokonać przeplanowania planu produkcji. Gdy rzeczywisty popyt jest większy, należy zwiększyć planowaną ilość produkowanych wyrobów, natomiast gdy rzeczywista sprzedaż jest mniejsza od prognozowanej, plan produkcji należy zmniejszyć.



Rys. 12.8 Kontrolowanie produkcji metodą ATP

Dzięki zastosowaniu metody ATP przedsiębiorstwo unika zbędnych zapasów produktów gotowych lub utraty klienta wywołanej przez niedostarczenie wymaganej ilości produktów lub opóźnienie ich dostawy. Stosowanie metody ATP zwiększa konkurencyjność przedsiębiorstw oraz ułatwia spełnienie wysokich oczekiwań klienta, zmniejszając równocześnie koszty przedsiębiorstwa związane z procesem produkcyjnym (rys. 12.8).

PODSUMOWANIE

Systemy informatyczne typu ERP są ugruntowanymi narzędziami w zarządzaniu przedsiębiorstwami. Metoda ATP włącza do planowania informację prognostyczną. W publikacji przedstawiono podstawowe algorytmy obliczania wskaźnika ATP i jego wykorzystanie w przeplanowaniu przepływów surowców przez magazyny przedsiębiorstwa. Możliwość implementacji tych algorytmów w ramach struktur systemu ERP daje przedsiębiorstwu nowe narzędzie planowania. Istotne jest rozwiązanie polegające na wykorzystaniu informacji o trendach potrzeb otoczenia w ramach istniejącego systemu wspomaganie zarządzania. W ten sposób rozszerzane są funkcje planowania w przedsiębiorstwach przy możliwie małych kosztach zmian systemowych, w szczególności w obszarze informatycznych narzędzi wspomaganie.

LITERATURA

- 1 Annals of Operations Research, Nr1/marzec 2005
- 2 Landvater D.V., Gray Ch.D.: MRP II Standard System. Addison-Wesley Publishing Company 1998.
- 3 Lech P.: Zintegrowane systemy zarządzania ERP / ERP II. Wykorzystanie w biznesie, wdrażanie; Wydawnictwo Difin, Warszawa 2003.
- 4 Michael Ball, Chien-Yu, Zhenying Zhao, Robert H Smith: Optimization Based Available to Promise. School of Business and Institute for System Research University of Maryland, College Park.
- 5 <http://csdl2.computer.org/comp/proceedings/hicss/2002/1435/07/14350167b.pdf#search=%22XML-based%20Available-to-Promise%20Logic%20for%22>, [dostęp: 28.03.2014].
- 6 http://www.acm.org/sigs/sigecom/exchanges/volume_6/6.1-Benisch.pdf#search=%22Quantity%20and%20Due%20Date%20Quoting%20Available%20to%20Promise%22, [dostęp: 28.03.2014].
- 7 http://www.sap-press.de/download/dateien/2606/sappress_global_available_to_promise_with_sap.pdf, [dostęp: 28.03.2014].
- 8 <http://www.springerlink.com/content/m38112166v415pv3/fulltext.pdf>, [dostęp: 28.03.2014].

PLANOWANIE PRODUKCJI OPARTE NA PROGNOZOWANIU – METODA ATP

Streszczenie: Ugruntowanymi narzędziami wspomagania zarządzania przedsiębiorstwa są systemy informatyczne ERP. Konieczność utrzymywania wysokiej dynamiki odpowiedzi przedsiębiorstwa na potrzeby otoczenia stawia nowe wymagania wobec narzędzi wspomagających. Informacje o trendach zmian w potrzebach otoczenia mogą poprawić planowanie w dłuższym okresie. W efekcie, przedsiębiorstwo przy minimalnych zapasach własnych, może utrzymać wysoką dynamikę odpowiedzi. Ze względu na pragmatykę wspomagania zarządzania przedstawiamy rozwiązanie w kontekście funkcji systemu ERP. W publikacji prezentujemy metodę ATP, włączającą prognozowanie potrzeb otoczenia do planowania produkcji w przedsiębiorstwie. Pozwala to usprawnić zarządzanie przy możliwie małych kosztach reorganizacji i wdrażania nowych technologii informatycznych.

Słowa kluczowe: Przedsiębiorstwo, planowanie produkcji, prognozowanie

PRODUCTION PLANNING BASED ON FORESIGHT - ATP METHOD

Abstract: Well-established tools supporting business management are ERP systems. The need to maintain a high growth company response to the needs of the environment puts new demands on the tools supporting. Information about the trends of changes in the needs of the environment can improve planning in the long term. As a result, the enterprise with minimal inventories of their own, can maintain high dynamic response. Due to the pragmatics of management support to present a solution in the context of the ERP system functionality. In the publication we present a method of ATP, enabling forecasting environment to production planning in the company. This allows you to streamline the management at the smallest possible cost of the reorganization and implementation of new technologies.

Key words: Company, production planning, forecasting

mgr inż. Marcin MICHNA
dr inż. Stefan SENCZYNA
APOGEUM Marcin Michna
oś. Korfantego 4a/14, 44-240 Żory
e-mail: mmichna@gmail.com, biuro.apogeum@gmail.com

13

ASPEKTY TECHNICZNE I ORGANIZACYJNE WDROŻENIA SYSTEMU INFORMATYCZNEGO WSPOMAGAJĄCEGO PLANOWANIE PRODUKCJI

13.1 WPROWADZENIE

Planowanie to proces podejmowania decyzji obejmujący przewidywanie przyszłych warunków funkcjonowania układu, analizę dostępności posiadanych zasobów oraz formułowanie celów działania przy uwzględnieniu cech badanego układu. Planowanie odgrywa szczególnie ważną rolę w organizowaniu działalności wytwórczej przedsiębiorstw produkcyjnych [6]. Pomimo niepowtarzalnego charakteru każdej z firm, w niniejszym procesie decyzyjnym wyróżnia się trzy podstawowe etapy działań:

- gromadzenie i przetwarzanie danych,
- zdefiniowanie algorytmu szeregowania zadań uwzględniającego kierunek planowania, reguły wyznaczania rozwiązań oraz ograniczenia w prowadzeniu prac wytwórczych;
- utworzenie wachlarza możliwych rozwiązań oraz wybór scenariusza podlegającego wdrożeniu.

Należy zauważyć, że planowanie wyprzedza podjęcie działań [1]. W odniesieniu do działalności wytwórczej obejmuje ono całokształt przedsięwzięć organizacyjnych związanych z alokacją zasobów produkcyjnych czyli przydzieleniem pracownika do stanowiska roboczego w celu realizacji w wyznaczonym czasie określonej operacji technologicznej z wykorzystaniem wybranego materiału. Planowanie produkcji stosowane jest w celu zoptymalizowania wydajności pracy posiadanych zasobów, których charakterystyka jest niejednokrotnie bardzo zróżnicowana. Alokacja powinna uwzględniać zarówno kwestię czasowej dostępności ludzkich, maszynowych i surowcowych zasobów produkcyjnych, niezbędnych w celu realizacji zadań, zachowania norm jakościowych wytwarzanych produktów, jak również występowania ograniczeń w przebiegu prac wytwórczych, do których zalicza się między innymi:

- przezbroyenia,
- żądanie natychmiastowego rozpoczęcia kolejnego zadania np. ze względu na zmiany fizykochemiczne półproduktów lub specyfikę przeprowadzania operacji technologicznej,
- ograniczoną przestrzeń składowania półproduktów lub wielkość wsadu pieców,

- cykliczność przestoi maszyn związaną z konserwacją parku maszynowego.

Plan powinien charakteryzować się następującymi cechami:

- celowością bazującą na obiektywnym rozpoznaniu uwarunkowań prowadzenia działalności wytwórczej przedsiębiorstwa,
- czytelnością prezentowanej treści;
- jednoznacznością stosowanych oznaczeń;
- spójnością realizacji celu na różnych szczeblach decyzyjnych organizacji;
- kompletności tworzonej dokumentacji stanowiącej wytyczne realizacji prac dla wszystkich zasobów produkcyjnych objętych zintegrowanym planowaniem;
- elastycznością rozwiązania umożliwiającą odwzorowanie w systemie zachowań przedsiębiorstwa z uwzględnieniem dynamiki zmian własności elementów układu;
- wiarygodnością danych oznaczającą między innymi możliwość dotrzymania zadeklarowanych terminów wykonalności prac;
- wymiernością oceny osiąganego rezultatu, który jest wynikiem postępowania zgodnego z wdrożonym planem.

Fundamentem regulacji przepływu materiałowego i informacyjnego w przedsiębiorstwie produkcyjnym oraz podstawowym warunkiem integracji działań gospodarczych związanych z realizacją procesu produkcji jest wykorzystanie systemów informatycznych wspomagających pozyskiwanie, przetwarzanie danych oraz przekazywanie informacji. Informatyzacja procesów pozwala sprostać narastającej konkurencyjności i stanowi jeden ze sposobów rozwoju przedsiębiorstwa. Narzędziem wspomagającym planowanie procesów produkcyjnych są systemy klasy APS (ang. Advanced Planning Scheduling). Stanowią one wciąż nowe i mało popularne rozwiązanie wykorzystywane w podejmowaniu decyzji dotyczących czasowego organizowania działań wytwórczych i dystrybucyjnych [7]. Uposażane są one w zaawansowane algorytmy szeregowania zadań oraz funkcje wielokryterialnej optymalizacji umożliwiając tworzenie scenariuszy przebiegu prac uwzględniających specyfikę procesów biznesowych przedsiębiorstwa. W ciągu ostatnich kilku lat, producenci systemów klasy ERP (ang. Enterprise Resource Planning) rozpoczęli opracowywanie komponentów systemów klasy APS. Szczególnie zainteresowanie przyszłych klientów dotyczy funkcjonalności oprogramowania w zakresie tworzenia planów produkcji na poziomie strategicznym i taktycznym. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie standardowych komponentów funkcjonalnych narzędzi informatycznych klasy APS. Materiałem badawczym, którym autor posłużył się w celu napisania niniejszego artykułu, było oprogramowanie: i2, Manugistics, Oracle, SAP/APO, AspenTech, Asprova i IPOsystem.

13.2 KLASYFIKACJA I MODELOWANIE PROCESÓW DECYZYJNYCH

Biorąc pod uwagę złożoność uwarunkowań gospodarczych, w których funkcjonuje przedsiębiorstwo produkcyjne, większość wykorzystywanych systemów wspomagających podejmowanie decyzji posiada budowę hierarchiczną. Owa klasyfikacja procesów decyzyjnych uwzględnia nie tylko strukturę organizacyjną firmy, ale również przedział

czasu, których podlega planowaniu. Decyzje strategiczne podejmowane na szczeblu zarządczym opierają się na analizie zagregowanych danych reprezentujących niejednokrotnie grupy asortymentowe produktów oraz pionową strukturę organizacyjną przedsiębiorstwa. Tworzą one tło procesów decyzyjnych niższego szczebla, które odwołując się do krótszych czasookresów zawierają bardziej precyzyjne informacje. Decyzje taktyczne, dedykowane kadrze kierowniczej, charakteryzują się średnim horyzontem czasowym działania i zawierają informacje o dotyczące między innymi: produktów, jednostek organizacyjnych i kontrahentów. Najniższy poziom w owej hierarchii stanowią decyzje operacyjne. Są one wyznaczane w krótkich odstępach czasu. Cechuje je wysoki poziom szczegółowości stanowiący często dyspozycję operatorską. Zawiera ona wskazanie konkretnego pracownika jako wykonawcy wybranej operacji technologicznej, czas realizacji zadania, stanowisko robocze jako miejsce wykonania pracy oraz materiał lub surowiec, który podlega przetwarzaniu. Decyzje podlegają zatem hierarchicznej dekompozycji względem struktury wykonawczej planowanych prac i mają w zdecydowanej większości przypadków charakter ciągły.

Istotnym elementem działania systemów klasy APS jest wyznaczanie planów przebiegu działań wytwórczych i dystrybucyjnych jako rozwiązań pozyskiwanych z zachowaniem kompromisu pomiędzy szczegółowością tworzonego planu a czasem trwania obliczeń [2].

Stopień skomplikowania problemu szeregowania silnie zależy od liczby zasobów, struktury zadań oraz od charakteru dodatkowych ograniczeń. Ze względu na specyfikę procesów produkcyjnych w większości przypadków budowa algorytmu jest zorientowana problemowo. Wachlarz uniwersalnych narzędzi informatycznych wspomagających proces obliczeniowy jest mocno ograniczony. Implementacja algorytmu wymaga bowiem dużego doświadczenia programistycznego a jego stosowanie - wiarygodności i kompletności danych wejściowych.

Pomimo, że systemy klasy ERP są rozwiązaniem kompleksowym, posiadającym strukturę modułową, która umożliwia między innymi odwzorowanie procesu planowania działalności wytwórczej i dystrybucyjnej przedsiębiorstwa, to niestety w zdecydowanej większości charakteryzują się one wąskim zakresem funkcjonalnym uniemożliwiającym zamodelowanie ograniczeń występujących w przebiegu prac. Algorytmy szeregowania zadań, zaimplementowane w systemy klasy APS, bazują nie tylko na regułach czasu realizacji, do których zalicza się:

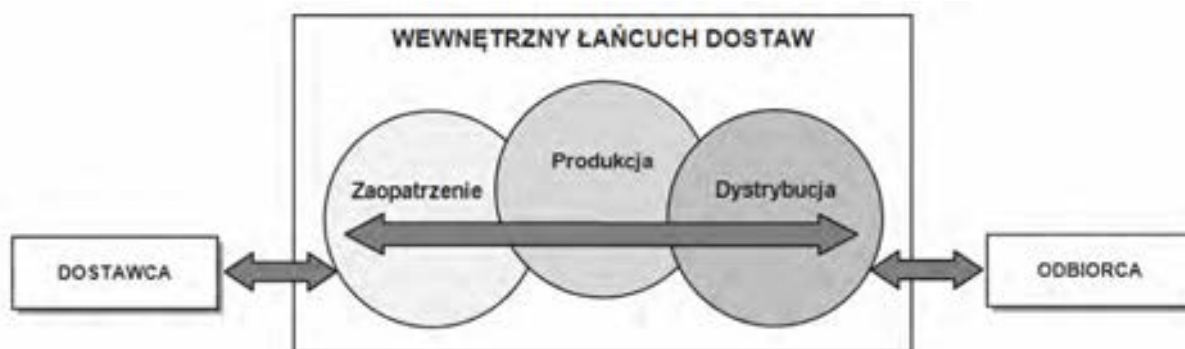
- najdłuższy czas wykonania (ang. Longest Processing Time – LPT),
- najkrótszy czas wykonania (ang. Shortest Processing Time – SPT),
- pierwszy przybył – pierwszy obsłużony (ang. First In – First Out – FIFO),
- ostatni przybył – pierwszy obsłużony (ang. Last In – First Out – LIFO),
- kolejność wykonania operacji według wymaganego terminu zakończenia prac (ang. Earliest Due Time – EDD),
- najdłuższy czas pozostały do zakończenia zlecenia (ang. Least Work Remaining – LWR),
- największa pozostała pracochłonność (ang. Most Work Remaining – MWR).

Również na statycznych i dynamicznych regułach priorytetowych (ang. Dispatching Rules – DR), generujących permutację zadań na podstawie wartości parametrów opisujących zasoby odnawialne i nieodnawialne przedsiębiorstwa. Reguły statyczne mogą posiadać odwołanie do rangi kontrahenta składającego zamówienie lub wartości materiału wykorzystywanego w produkcji, natomiast priorytety dynamiczne wykorzystywane są ocenie doboru kwalifikacji pracownika bezpośrednio produkcyjnego do wymagań stanowiskowych realizowanej operacji technologicznej lub dyspozycyjności czasowej zasobów. Są powszechnie stosowaną techniką szybkiego wyznaczania rozwiązań. Ze względu na obciążenie stosunkowo dużym błędem obliczeniowym, traktuje się je jako punkt wyjścia dla algorytmów poszukiwania rozwiązań lokalnych.

Systemy klasy APS umożliwiają nie tylko precyzyjne zamodelowanie specyfiki prowadzenia działalności wytwórczej i dystrybucyjnej, ale również zautomatyzowane tworzenie planów przedsiębiorstwa z uwzględnieniem wybranego poziomu szczebla decyzyjności. Mogą zatem stanowić doskonałe uzupełnienie funkcjonalności systemów klasy ERP.

13.3 ZARZĄDZANIE ŁAŃCUCHEM DOSTAW

Planowanie stosowane jest nie tylko w odniesieniu do działalności wytwórczej. Może ono również obejmować koordynację procesów pomocniczych i ubocznych produkcji, do których zalicza się między innymi operację transportu, magazynowania, kontroli czy kooperacji. Powiązane są one bowiem strumieniem przepływu materiałowego oraz informacyjnego determinując sprawność przedsiębiorstwa rozumianego jako układ sterowania. Definiując wewnętrzny łańcuch dostaw można wyodrębnić proces zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji (rys. 13.1). Niniejsza klasyfikacja może posłużyć wyróżnieniu obszarów działalności przedsiębiorstwa wymagających podjęcia czynności planistycznych z uwagi na złożoność procesów decyzyjnych w nich zachodzących.

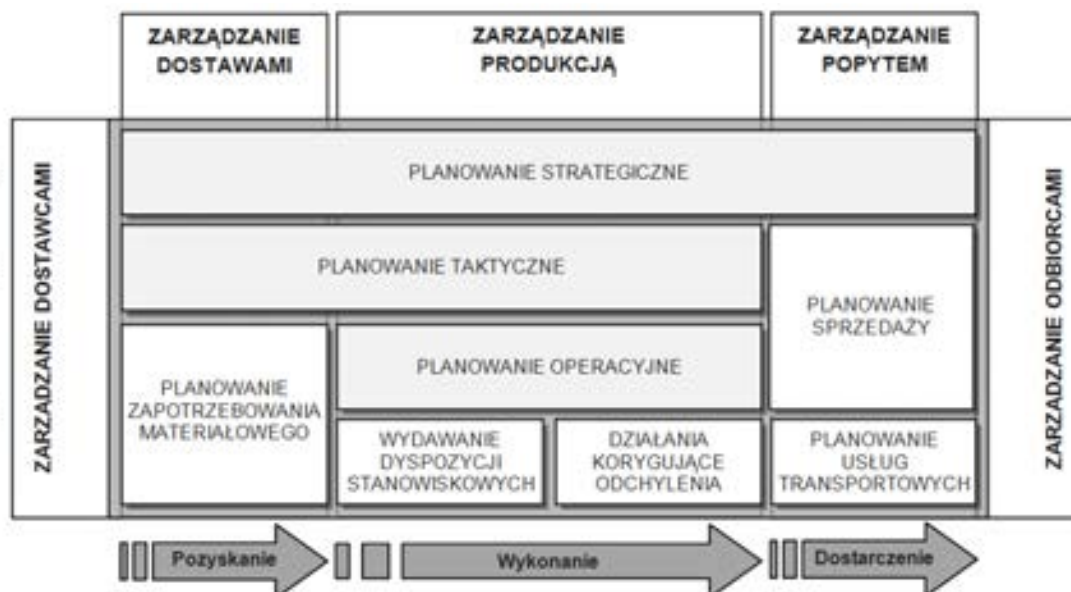


Rys. 13.1 Łańcuch logistyczny

13.4 OBSZARY FUNKCJONALNOŚCI KOMPONENTÓW SYSTEMU KLASY APS

Biorąc pod uwagę dwa, wymienione wcześniej aspekty, a mianowicie: horyzont planowania oraz proces łańcucha dostaw, utworzona została dwuwymiarowa matryca reprezentująca obszary funkcjonalności zidentyfikowanych komponentów systemu klasy APS (rys. 13.1). Zgodnie ze spostrzeżeniami autora artykułu przedstawiona

segmentacja jest spójna z klasyfikacją funkcjonalności stosowaną przez producentów niniejszej klasy oprogramowania.



Rys. 13.2 Komponenty funkcjonalne narzędzi informatycznych klasy APS

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

Planowanie strategiczne

Planowanie strategiczne (rys. 13.2) obejmuje wszystkie trzy procesy łańcucha dostaw uwzględniając zarówno lokalizację usytuowania zakładu produkcyjnego, z uwagi na dostępność zasobów materiałowych i ludzkich, zakres kooperacji, jak i strukturę sieci dystrybucyjnej. Działa w perspektywie planowania długoterminowego. Stwarza warunki dla konsekwentnego ukierunkowania działalności podmiotu gospodarczego i przyszłego rozwoju organizacji opierając się między innymi na danych ilościowo wartościowych sprzedaży z okresów wcześniejszych, wielkości złożonych zamówień oraz uzyskanych przychodach. Umożliwia osiągnięcie oczekiwanych korzyści poprzez zrozumienie i kreowanie relacji z otoczeniem, prognozowanie kierunków zmian rynku i możliwości dostosowywania się do nich, rozwijanie własnego potencjału oraz mierzenie skuteczności zrealizowanych działań wynikających z opracowanej strategii firmy.

Planowanie taktyczne

W perspektywie umiarkowanego horyzontu czasowego planowanie przedsiębiorstwa produkcyjnego obejmuje dwa obszary: działalność taktyczną oraz działalność sprzedażową.

Planowanie taktyczne wynika z potrzeby skoordynowania działań w ramach struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa w perspektywie średniookresowej (rys. 13.2). Związane jest z zapewnieniem sprawnego przepływu informacji i ilościowo rodzajowego strumienia materiałów oraz dostosowywaniem działalności wytwórczej do zapotrzebowania rynku na ilość, wersję asortymentu i jakość oferowanych produktów. Plany taktyczne tworzone są w celu weryfikacji: wykonalności zapytań ofertowych,

terminowości wykonania przyjętych od klientów zamówień oraz realizowalności planów produkcyjnych zdeterminowanych dostępnością ludzkich, maszynowych i surowcowych zasobów przedsiębiorstwa. Niniejsza weryfikacja prowadzona jest w oparciu o wyznaczenie zdolności produkcyjnych. Definiują one możliwość wytworzenia wyrobów lub świadczenia usług o wartości zaakceptowanej przez klienta, w określonym czasie i ilości wynikającej z dostępności oraz możliwości produkcyjnych zasobów firmy, na podstawie norm technologicznych i wskaźników ekonomicznych określających realne i maksymalne wykorzystanie maszyn oraz powierzchni produkcyjnych, przy uwzględnieniu najlepszych warunków prowadzenia procesu produkcyjnego i organizacyjnego pracy.

Planowanie sprzedaży

Planowanie sprzedaży jest integralną częścią wdrożonej w firmie strategii marketingowej. Realizowane jest z zachowaniem średniego i krótkiego przedziału czasowego (rys. 13.2). Plany sprzedażowe budowane są między innymi w oparciu o:

- cechy oferowanego produktu,
- zidentyfikowane grupy docelowych konsumentów,
- strukturę cenową wyrobu,
- środki upowszechniania reklam,
- kampanie reklamowe,
- kanały dystrybucji,
- fazy cyklu życia produktu,
- inne.

Niniejsze czynniki pozwalają zidentyfikować trendy i sezonowość sprzedaży, znaleźć zależność wpływu poszczególnych zmiennych na wielkość sprzedaży, wykonać ocenę potencjału sprzedażowego oraz przeprowadzić analizę rentowności.

W perspektywie krótkiego horyzontu czasowego, planowaniem obejmuje się, oprócz działalności sprzedażowej również, zapotrzebowanie materiałowe, aktywność operacyjną i usługi transportowe (rys. 13.2).

Planowanie zapotrzebowania materiałowego

Planowanie zapotrzebowania materiałowego to ciąg czynności służących wyznaczeniu terminarza dostaw zawierającego datę i miejsce dostarczenia oraz ilość i jakość potrzebnych materiałów. W określeniu popytu surowcowego wykorzystywane są informacje dotyczące:

- norm zużycia materiałowego elementów struktury wyrobów zleczanych do produkcji,
- przewidywanego zużycia materiałów pomocniczych stosowanych w działalności produkcyjnej firmy,
- zewnętrznych potrzeb na materiały handlowe,
- wysokości stanów magazynowych poszczególnych surowców,
- charakteru przewidywanych dostaw opisywanych między innymi przez: wielkość

minimalnej partii, cykliczność czy koszty transportu.

Dodatkową informacją wykorzystywaną niejednokrotnie podczas tworzenia planów dostaw jest: prognozowana struktura przyszłych zamówień składanych przez klientów oraz wielkość zapasów surowcowych zabezpieczających ciągłość produkcji tzw. minimalne stany magazynowe. Głównym celem planowania potrzeb materiałowych jest obniżenie wartości zamrożonego kapitału finansowego firmy poprzez zmniejszenie zapasów magazynowych.

Planowanie usług transportowych

Planowanie usług transportowych (rys. 13.2) jest składową działalnością spedycyjnej. Polega ono na opracowaniu koncepcji zorganizowania przestrzennego i czasowego przemieszczenia ładunków przy użyciu środków technicznych dostosowanych do własności i właściwości przesyłki. W obszarze zarządzania popytem, planowanie przepływu strumienia materiałowego dotyczy działalności zewnętrznej przedsiębiorstwa i oznacza pomost pomiędzy producentem a nabywcą. Czynnikiem determinującymi wybór rodzaju środka przewozowego, trasy przejazdu oraz terminu dostawy są między innymi:

- szybkość przemieszczenia,
- czas trwania i sposób realizacji załadunku,
- konieczność występowania przeładunku w trakcie przewozu,
- gabaryty przesyłki,
- niezawodność zachowania rygorystycznych wymogów dostawy np. terminowości lub warunków chłodniczych,
- dostępność wykorzystywanej floty
- oraz koszt usługi.

Często rozwiązanie dostosowywane jest do specyficznych potrzeb klienta.

Planowanie operacyjne

Planowanie operacyjne (rys. 13.2) obejmuje wybór i wyznaczenie celów krótkookresowych oraz środków i warunków realizacji zadań łącznie z motywacją podejmowania czynności. Jest podsystemem wykonawczym stanowiącym narzędzie sterowania realizacją przyjętych założeń i wytycznych zawartych w planach wyższego szczebla. Jego przedmiotem są decyzje, które w obszarze procesów produkcji muszą być podejmowane na bieżąco, aby terminowo i skutecznie realizować strategię przedsiębiorstwa. Plany operacyjne uwzględniają środki niezbędne w realizacji podstawowego celu, bez których wykonanie zleconej operacji technologicznej byłoby utrudnione lub wręcz niemożliwe [3]. Zalicza się do nich zasoby ludzkie, maszynowe i materiałowe. Planowanie operacyjne polega na:

- przydzieleniu pracownikowi zadania,
- dostarczeniu wyposażenia narzędziowego,
- wydaniu materiałów bezpośrednio produkcyjnych i instrukcji wykonawczych zapewniających obsługę wskazanego stanowiska roboczego,

- ustaleniu kolejności wykonywania zabiegów w ramach zleconego zadania,
- określeniu początkowego i końcowego terminu wykonania operacji technologicznej,
- aktualizacji stanu zaawansowania prac,
- badaniu jakości wykonania oraz korygowaniu odchyłeń w odniesieniu do wzorca lub normy jakościowej,
- badaniu poziomów wykorzystania zasobów materiałowych i korygowaniu odchyłeń w odniesieniu do wzorca lub tzw. normatywu zużycia.

Elastyczne podejście do procesów planowania operacyjnego wymusza na przedsiębiorstwach prowadzenie nieustannej kontroli przebiegu procesów [8] w celu weryfikacji poprawności ich przebiegu oraz alternatywnego wdrożenia adekwatnych działań korygujących odchylenia wynikające z zakłóceń występujących w toku produkcji. Z uwagi na powyższe, zadania planu operacyjnego muszą posiadać mierzalne wskaźniki wykonalności umożliwiające przeprowadzanie procesu oceny zgodności zaplanowanych działań z uzyskiwanymi efektami prac. Plan operacyjny występuje zatem w dwóch podstawowych formach (rys. 13.2):

- dyspozycji stanowiskowych,
- działań dostosowawczych, które korygują lub niwelują zakłócenia występujące w toku produkcji.

Wydawanie dyspozycji stanowiskowych

Dyspozycje stanowiskowe są alokacją zasobów produkcyjnych czyli przydzieleniem pracownika do stanowiska roboczego w celu realizacji w wyznaczonym czasie określonej operacji technologicznej z zastosowaniem wybranego materiału. Im bardziej precyzyjne informacje wykorzystywane są w systemie informatycznym do opisu układu sterowania przepływem materiałowym i informacyjnym firmy, tym spodziewana jest lepsza dokładność opisu zleczonych pracownikowi zadań, wyższy stopień zapobiegania brakom dyspozycyjności zasobów produkcyjnych, większa sprawność systemu monitorowania przebiegiem prac i tym samym większa skuteczność prognozowania przyszłych działań na podstawie zarchiwizowanych danych. Adekwatność odwzorowania w systemie informatycznym stanu przebiegu prac kształtowana jest bowiem zarówno przez czas wynikający z opóźnienia w ewidencji zdarzeń jak i przez stopień dokładności danych opisujących zdarzenia wytwórcze.

Działania korygujące odchylenia

Elastyczność planów operacyjnych powinna wynikać z dynamiki zmian zachodzących w układzie oraz konieczności ciągłego przystosowywania się organizacji do zmieniających się warunków prowadzenia działalności gospodarczej. Owe swoiste dostosowanie, stymulowane zmianami zachodzącymi w otoczeniu, powinno mieć nie tylko nadążać, ale wręcz wyprzedzać występowanie pewnych zdarzeń.

Za skuteczne przygotowanie czynności korygujących (rys. 13.2) odpowiedzialna jest zarówno prawidłowa interpretacja sygnałów docierających z otoczenia, rzetelna analiza informacji obrazujących przebieg prac wytwórczych jak i umiejętność prognozo-

wania zdarzeń. Przyczyną odchyień są między innymi: awarie, braki, nieterminowe dostawy materiałów, jak również nieterminowy odbiór wyrobów, priorytet zamówień i inne.

Przygotowanie działań korygujących obejmuje realizację następujących prac:

- zidentyfikowanie zdarzeń nieoczekiwanych oraz skutków ich wystąpienia,
- określenie korelacji występujących pomiędzy poszczególnymi zakłóceniami oraz ustalenie priorytetów i kolejności usuwania zaburzeń toku produkcji,
- zbudowanie scenariuszy poszczególnych działań korygujących oraz ustalenie obowiązujących procedur organizacyjnych.

Trzeba jednak zaznaczyć, że planowanie realizowane w warunkach dużej niepewności i wysokiej zmienności działania czynników zakłócających przebieg prac wytwórczych nigdy nie będzie zgodne z założonymi celami. Kluczem do osiągnięcia sukcesu i efektywności procesu jest bieżąca kontrola stanu zaawansowania prac, jakości wyrobów i zużycia materiałowego oraz nadążne sterowanie układem.

Aby skutecznie proces kontroli, normy i metody pomiaru efektywności muszą być określone w sposób zrozumiały i akceptowany przez wszystkie z zainteresowanych stron. Kontrola powinna być trwałym i powtarzalnym procesem, którego częstotliwość uzależniona jest od rodzaju działań i mierzonej wielkości.

Pomiar parametrów obrazujących realizację procesu produkcji jest podstawą decyzji koordynujących przepływ materiałowy firmy. Likwidacja odchyień może być realizowana poprzez dyspozycje stanowiskowe, materiałowe lub parametry technologiczne operacji, bez zmiany wielkości planu. Innym wariantem działań regulującym przepływ i zmierzającym do wyrównania wielkości oczekiwanej z uzyskiwaną jest ilościowa korekta przyjętych norm. Korygowanie warunków realizacji procesu produkcji jest najbardziej radykalnym działaniem zmierzającym do zmiany algorytmu operacyjnego planowania produkcji [5].

PODSUMOWANIE

Działania w zakresie modyfikacji całego procesu produkcyjnego dotyczą integracji podstawowych procesów wytwórczych z procesami pomocniczymi jak i powiązań procesem dystrybucji produktów, obsługi sprzedażowej i serwisowej klientów oraz z procesem badań rynku i przygotowania produkcji. Planowanie, bieżąca ewidencja postępu prac i zużycia materiałowego, analiza przebiegu produkcji oraz regulacja procesu poprzez działania koordynujące i likwidujące odchylenia składają się na pojęcie systemu sterowania produkcją. Sprawne sterowanie wymaga nie tylko aktualnych informacji o postępie przebiegu prac i stanie zasobów produkcyjnych, ale również odpowiednio dobranych metod przetwarzania danych. Różnorodność typów i form zorganizowania produkcji jak również wpływ oczekiwań klienta na zróżnicowanie asortymentowe decyduje o wyborze właściwej dla przedsiębiorstwa metody sterowania produkcją i zakresie funkcjonalności narzędzia umożliwiającego wspomagającego czynności planistycznych.

PODZIĘKOWANIA

Niniejszy artykuł powstał w ramach pracy statutowej BK218/ROZ3/2014 pt. Zarządzanie innowacjami w przemyśle i usługach. Techniczne i pozatechniczne aspekty wdrażania innowacji w produkcji i w usługach, realizowanej w Instytucie Inżynierii Produkcji Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej.

LITERATURA

- 1 Ackoff R.: Zasady planowania w korporacjach, PWE, Warszawa 1973.
- 2 Chopra S., Meindl P.: Supply Chain Management - Strategy, Planning and Operation. Prentice Hall, New Jersey 2004.
- 3 Durlik I.: Inżynieria Zarządzania. Strategia i Projektowanie Systemów Produkcyjnych, Placet, Warszawa 1995.
- 4 Jonsson P., Kjellsdotter L., Rudberg M.: Applying advanced planning systems for supply chain planning: Three Case Studies. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 37, No. 10 2007.
- 5 Milewska E.: Wykorzystanie narzędzi informatycznych w procesie sterowania strumieniem przepływu materiałowego. Miesięcznik Naukowo-Techniczny Mechanik nr 7/2011, R. 84; CD s. 575-582.
- 6 Pinedo, M., Chao, X.: Operations Scheduling. McGraw-Hill 1999.
- 7 Stadtler H., Kilger C. (red.): Supply Chain Management and Advanced Planning – Concepts, Models, Software and Case Studies. Springer, Berlin 2005.
- 8 Strużycki M. (red.): Zarządzanie przedsiębiorstwem. Difin, Warszawa 2004.

ASPEKTY TECHNICZNE I ORGANIZACYJNE WDROŻENIA SYSTEMU INFORMATYCZNEGO WSPOMAGAJĄCEGO PLANOWANIE PRODUKCJI

Streszczenie: W referacie omówione zostały komponenty funkcjonalne narzędzi informatycznych klasy APS wspierające zarządzanie strumieniem przepływu materiałowego i informacyjnego firmy. Przedstawione również zostało zagadnienie adekwatności odwzorowania w systemie informatycznym działań wytwórczych przedsiębiorstwa oraz problem dostosowania działalności organizacyjnej firmy do wymagań wdrażanych narzędzi. Jako warunek umożliwiający zwiększenie elastyczności procesów produkcyjnych firmy oraz poprawy jakości wytwarzanych wyrobów, autor artykułu wskazał automatyzację przepływu informacji warunkowaną integracją użytkowanych systemów informatycznych.

Słowa kluczowe: Planowanie produkcji, APS, zarządzanie łańcuchem dostaw

TECHNICAL AND ORGANIZATIONAL ASPECTS OF THE IMPLEMENTATION OF THE INFORMATION SYSTEMS SUPPORTING PRODUCTION PLANNING

Abstract: The paper discusses the functional components of APS system supporting the management flows material and information in the company. The issue has also been the representation adequacy of generating activities in the information system and the problem of adapting the company's organizational activities to the requirements of the implemented tools. As a prerequisite for increasing the flexibility of manufacturing processes and improve the quality of products, the author of the article pointed to automate the flow of information, which is conditioned by the integration of information systems in use.

Keywords: Production planning, APS, supply chain management

dr inż. Elżbieta MILEWSKA
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: Elzbieta.Milewska@polsl.pl

14

PRZENOSINY, RELOKACJA I ZAMIANA ZAKŁADÓW PRODUKCYJNYCH – OMÓWIENIE ZAŁOŻEŃ, DZIAŁAŃ I WYNIKÓW

14.1 WPROWADZENIE

W artykule omówiono działania relokacji zasobów zakładów produkcyjnych firmy produkcyjnej związane z rozwojem i koniecznością zwiększenia zdolności produkcyjnych w branży budowlanej przy produkcji stolarki budowlanej z PCV i ALU ZPSB. Przedmiotem analizy była firma:

- mająca kilka zakładów produkcyjnych, w których wytwarzane są różne produkty, umiejscowione w różnych miejscowościach i lokalizacjach,
- w której zaszła konieczność zamiany rozmieszczenia zasobów na halach produkcyjnych pomiędzy poszczególnymi zakładami oraz relokacji niektórych zakładów produkcyjnych do innych hal i pomieszczeń produkcyjnych,
- która to wybudowała kolejną nową halę produkcyjną z przeznaczeniem na zautomatyzowaną produkcję,
- oraz w której powstaje nowy produkt umożliwiający poszerzenie oferty handlowej i produkcyjnej firmy.

14.2 STAN PRZED ZMIANAMI RELOKACYJNYMI

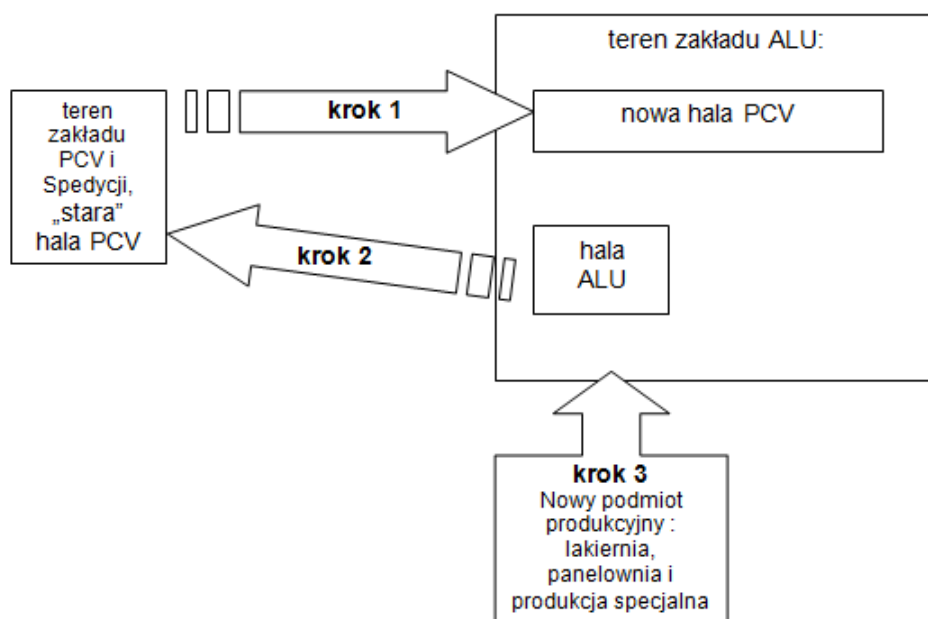
Przed 2012r. firma ZPSB posiadała cztery zakłady produkcyjne:

- zakład produkcji stolarki budowlanej PCV (wraz z Dz. Spedycji) w miejscowości X,
- zakład produkcji stolarki budowlanej ALU w miejscowości X (oba zakłady pod innymi adresami, w innych lokalizacjach oddalonych od siebie o ok. 500m i rozdzielone drogą publiczną – dość ruchliwą),
- zakład produkcji rolet w miejscowości Y (oddalony o ok. 7 km od zakładów z poz. 1 i 2),
- zakład produkcji stolarki budowlanej PCV w miejscowości Z (oddalony o ok. 50 km od zakładów z poz. 1 i 2).

Produkty wszystkich zakładów stanowią podzespoły lub komponenty produktów, na które składane są zamówienia klientów. Ważną rolę w ich obsłudze stanowi Dział Spedycji. Siedziba firmy ZPSB mieści się w miejscowości X. Wielkość firmy – oceniając zatrudnieniem – to ok.: 240-250 pracowników.

W związku z potrzebą zapewnienia większego zbytu produktów, poprawianiem wydajności produkcji oraz zwiększonym oczekiwaniom jakościowym odbiorców zarząd firmy ZPSB podjęła działania umożliwiające: poprawię efektywności ekonomicznej, wprowadzenie automatyzacji procesu produkcji na nowej hali PCV oraz objęcie zinformowanym planowaniem produkcji i gospodarki magazynowej nowo budowanej hali produkcyjnej PCV o pow. rzędu 4100 m².

Po otrzymaniu stosownych zezwoleń budowlanych w II poł. 2011r.– budowa nowej hali PCV, rusza ok. XI' 2011r. Ze względu na posiadane tereny inwestycyjne w sąsiedztwie zakładu ALU – tam właśnie zlokalizowano nową halę PCV (rys. 14.1).



Rys. 14.1 Schemat blokowy relokacji zakładów produkcyjnych

14.3 RELOKACJA

Scenariusz zmian lokalizacyjno produkcyjnych zachowujący kolejność realizacji zadań w czasie przedstawia rys. 14.1. W przedstawianym scenariuszu zastosowano dwa zasadniczo różne sposoby dokonywania przeniesienia zasobów produkcyjnych dla każdego z zakładów PCV i ALU.

Pierwszy sposób zastosowano przy przenosinach produkcji PCV ze starej do nowej hali produkcyjnej; tj.: przy zatrzymaniu bieżącej produkcji zakładu PCV, z okresem przerwy w produkcji tego zakładu na czas przenosin i uruchomienia produkcji w nowej i większej hali produkcyjnej (mowa tutaj o zakładzie produkcyjnym, o zatrudnieniu rzędu: 60-70 osób).

Drugi sposób, to relokacja drugiego z zakładów produkcyjnych (zakład ALU), przy utrzymaniu ciągłości procesu produkcyjnego tego zakładu, podczas przenosin do większej hali produkcyjnej (starej hali PCV; po jej opuszczeniu przez poprzedni zakład produkcji stolarki budowlanej PCV). Relokacja odbywała się bez przerw w realizacji zamówień i w bieżącej produkcji ALU (mowa tutaj o zakładzie produkcyjnym, o zatrudnieniu rzędu 30-35 osób).

Przenosiny obu zakładów produkcyjnych były dla kierownictwa firmy wyzwaniem organizacyjnym. Wcześniejsze doświadczenia firmy związane z jej rozwojem (także z przenosinami) miały miejsce przy znacznie mniejszych rozmiarach firmy określanych liczebnością i wielkością produkcji firmy ZPSB - ok. 16 lat wcześniej.

O ile jednak sposób pierwszy nie stanowił nadzwyczajnego wyzwania organizacyjnego, czy nowatorskiego rozwiązania w zarządzaniu zmianą – to sposób drugi był ciekawym pomysłem, rzetelnie zaplanowanym i przeprowadzonym płynnie w sposób niezauważalny (tj.: bez stwarzania problemów) dla wewnętrznego i zewnętrznego otoczenia. Dlatego też sposób pierwszy został przedstawiony w celu umiejscowienia operacji relokacji, natomiast sposób drugi został opisany szczegółowo z uwzględnieniem metod planowania działań w czasie oraz przedstawienia uwarunkowań przenosin produkcji czyli zależności komórek organizacyjnych zakładu produkcji konstrukcji Aluminiowych, magazynów, działu planowania produkcji oraz księgowości.

14.4 SPOSÓB PIERWSZY – PRZY ZATRZYMANIU BIEŻĄCEJ PRODUKCJI

Zakończenie budowy nowej hali PCV i oddanie jej w stanie nadającym się do jej wyposażania w zasoby produkcji stolarki PCV, miało miejsce na przełomie 2012 i 2013r., czyli po ok. roku od rozpoczęcia inwestycji. Najpierw przez pierwsze 4-5 miesięcy 2013r. podjęto się czynności instalacyjnych nowej zautomatyzowanej linii produkcyjnej, na której rozmieszczono: maszyny, oprzyrządowanie technologiczne i oprogramowanie. Następnie rozpoczęto szkolenie pojedynczych pracowników produkcji zakładu PCV z obsługi nowych technologii stosowanych na nowej hali przy równoczesnym prowadzeniu zasadniczej produkcji PCV w starej hali. Wcześniej zaczęto kierować dostawy półproduktów do magazynów zlokalizowanego na nowej hali.

Przenosiny ze starej hali PCV (o pow. ok. 2300 m²) do nowej hali produkcji PCV (o pow. ok. 4100 m² – rys. 14.2) zaplanowano na długi weekend majowy w 2013r. Owe działania dotyczyły zarówno przenosin samych pracowników, zaplecza socjalnego i logistycznego magazynierów jak i stanów magazynowych i zasobów produkcyjnych – tj. maszyn i urządzeń technicznych umieszczonych wcześniej w starej hali.



Rys. 14.2 Nowa hala PCV

Co ważne, na ok. tygodnia trwało zatrzymanie produkcji w zakładzie PCV w miejscowości X. Ciężar działań wytwórczych stolarki budowlanej PCV opierał się na realizacji prac zakładu PCV zlokalizowanego w miejscowości Y. Stara hala produkcji PCV opróżniona została w czerwcu 2013r. Pomimo przenosin podstawowych zasobów produkcyjnych, pozostałości urządzeń PCV, składowane poza halą, do których zaliczano: zapasy magazynowe, braki produkcyjne i odpady usuwano jeszcze przez kilka następnych miesięcy.

14.5 SPOSÓB DRUGI – PRZY UTRZYMANIU BIEŻĄCEJ PRODUKCJI

Początkiem zmian organizacyjnych i przemieszczeń zasobów wykonywanych z poszczególnych zakładów do „nowych” hal produkcyjnych był moment, w którym zakończona została budowa nowej hali produkcji stolarki PCV. Stan techniczny nowej hali musiał umożliwiać zainstalowanie w niej nowej linii technologicznej dla produkcji PCV. Dopiero wówczas – zwalniając dotychczasową halę produkcyjną przez zakład PCV – powstały warunki do podjęcia działań realokacji zakładu ALU.



Rys. 14.3 Zdjęcie większej hali produkcyjnej ALU (po PCV)

Doraźna produkcja dużych gabarytowo konstrukcji ALU (posiadających kilkanaście metrów długości) realizowana w hali PCV podjęta została już w VI 2013r. Proces był realizowany równolegle z produkcją bieżącą odbywającą się w starej hali ALU. Zakład produkcji stolarki ALU otrzymał znacząco większą przestrzeń, która miała znaczenie zarówno dla produkcji dużych gabarytowo konstrukcji (większych niż na PCV), jak i dla komfortu warunków pracy pracowników ALU (rys. 14.3 i 14.4).



Rys. 14.4 Zdjęcie starej i ciasnej hali produkcyjnej ALU

Dyrekcja zakładu postanowiła przeprowadzić przenosiny zakładu produkcji stolarki ALU równolegle wraz z utrzymaniem bieżącej produkcji, prowadzeniem wysyłek gotowych konstrukcji, przyjmowaniem dostaw półproduktów i komponentów oraz realizowaniem obsługi magazynowej. Działania dotyczące przenosin zakładu produkcji ALU na większą halę [1] realizowano zgodnie z harmonogramem zaplanowanym na okres ok. III-V '2013r. Plan przenosin uzgodniono w trakcie rozmów pomiędzy dyrekcją zakładu ALU a szefem produkcji ALU. Przenosiny rozpatrywano jako proces rozłożony na etapy. Pierwszy etap (sondażowy) przenosin zaplanowany na VI 2013r. to zmiana lokalizacji dużych gabarytowo konstrukcji ALU oraz przygotowanie, naprawa i diagnoza pozyskanej piły „Pertici”.

W dn. 18.06.2013r. zorganizowano spotkanie dyrekcji zakładu ALU z planistą produkcji ALU, szefem magazynu ALU i szefem produkcji. Efektem rozmów było:

- nakreślenie przez dyrekcję potencjalnych komplikacji przenosin poszczególnych komórek zakładu ALU,
- poproszenie o przygotowanie scenariusza przenosin, przez osobę planującą produkcję ALU, aby scenariusz przenosin był „wpleciony” w bieżącą realizację planu produkcji, bez jej zatrzymywania.
- zaproponowanie podziału magazynów na założenie „nowego” – w większej hali i pozostawienie funkcjonowania „starego” magazynu w ciasnej starej hali ALU – na okres przenosin. Przy równoczesnym przekierowywaniu nowych dostaw komponentów do produkcji ALU, do nowego magazynu. Przyjęcie nowych standardów działań nowego magazynu w zakresie wydawania na produkcję komponentów „pod” konkretne realizowane zamówienie.

W dn. 03.07.2013r. polecono szefowi magazynów ALU uporządkowanie, zinwentaryzowanie i wyczyszczenie regału dla podzespołów systemodawców: Heroal

i z Schuco w celu przeniesienia zawartości na nową halę i „nowy magazyn”. Niniejsze działania pozwoliły na jednoczesne utrzymanie porządku w sposobie opisania i ułożenia w kartonach i na paletach podzespołów dla Heroal i Schuco. W wykonaniu brały udział osoby zatrudnione na umowę-zlecenie: uczennicę liceum i studentów - w ramach praktyk.

W dn. 5. 04.07.2013r. odbyło się spotkanie dyirekcji, szefa produkcji, planisty i magazyniera ALU. W trakcie rozmów dokonano:

- wyboru wariantu terminowego rozpoczęcia przenosin produkcji ALU pomiędzy wersją (1), tj.: przed urlopami osób decyzyjnych i kluczowych (od 15.07.2013r.), a wersją (2), tj.: po urlopiach wakacyjnych kluczowych osób (od 26.08.2013r.). Wybrano wersję od 15.07.2013r.
- poprawki w planie przenosin,
- poprawki w wykresie Gantta przenosin,
- przekazano informacje dyirekcji ALU załodze.

W dn. 05.07.2013r. (piątek) wywieszono na tablicy ogłoszeń Planu przenosin i wykres Gantta prac. W sobotę 06.07.2013r. szef produkcji zlecił pracownikowi stanowiska produkcyjnego „listwy” rozpoczęcie prac nad przenosinami materiałów na nowe regały hali, zabudową wyciągarki wiórów.

W dn. 06.07.2013r. (sobota) przygotowano stojak do listew do przenosin oraz w dn. 08.07.2013r. (poniedziałek) zainstalowano stojak do listew na nowej hali, natomiast w dn. 15-16.07.2013r. (poniedziałek-wtorek) realizowano przenosiny piły Haffner, przenosiny CNC centrum obróbczego, ustawienie maszyn pod ścianą z zachowaniem kolejności od bramy: piła Haffner, CNC centrum obróbcze – piła Pertichi.

W dn. 16.07.2013r. (wtorek) przeprowadzono pierwsze cięcia na „nowej” hali na pile Haffner. Odbywało się również cięcie konstrukcji wielkogabarytowych tj. świetlików i fasad.

W dn. 20.07.2013r. (sobota) przeprowadzono przeniesienie składaczy, stołów składaczy, zagniaterek, niektórych pił pojedynczych i frezarek. Podczas przenosin utrzymywano ciągłość produkcji.

W dn. 22.07.2013r. (poniedziałek) odbywał się tygodniowy urlop magazyniera „nowej” hali. Ze starego magazynu przeniesiono jedynie podzespoły, które potrzebne były do realizacji bieżących zamówień. Po wykonaniu niniejszych czynności rozpoczęto inwentaryzację rzeczy pozostawionych w starym magazynie (niepotrzebnych). Została ona zakończona wskazaniem przedmiotów do sprzedaży oraz asortymentu złomowanego i recyklingowanego. Praca w magazynie starej hali miała docelowo odbywać się tylko do czasu zakończenia inwentaryzacji (tj. do ok. końca 2013r.). Dyirekcja zakładu ALU wskazała następujące priorytety w realizacji działań realokacji zasobów i reorganizacji struktury „nowej” hali:

- pozostawienie starej mentalności na starej hali. Starej mentalności nie przenosimy na nową halę – taki komunikat oznajmiono załodze,
- ustawienie maszyn, stanowisk pracy wg litery „U” – tak, aby w środku tj.: pomiędzy ramionami litery „U” było miejsce na montaż i składowanie (na okres

- technologicznej produkcji) wielkogabarytowych konstrukcji,
- przyjęcie i zachowanie ciągów komunikacyjnych,
 - uwzględnienie miejsca na ekrany akustyczne i na ekrany ochronne (np. przeciw wiórom) wokół stanowisk pracy, maszyn,
 - stojaki, regały i kosze (palety 6-7 metrowe) mają być albo z kółkami, albo stawiane na wózki z kółkami dla operacyjnego przemieszczania do maszyn, do miejsc składowania, do kolejnych stanowisk pracy, do kolejnych stanowisk operacyjnych na produkcji w ciągu technologicznym produkcji, a także dla sprawnego funkcjonowania zakładu przy ewentualnym dwubrygadowym, równoległym procesie produkcyjnym w sytuacji wymogu realizacji ddzp (dużego dodatkowego zadania produkcyjnego) [2],
 - ustawienie maszyn i organizacja produkcji dla możliwości i zdolności zakładu produkcji konstrukcji aluminiowych do produkcji ddzp jednocześnie w dwóch równoległych brygadach produkcyjno-zadaniowych, produkcyjnych czy zadaniowych,
 - magazynowanie profili ma być pod suwnicą, w koszach, z podziałami profili w koszach na poszczególne systemy (systemodawców: Aluprof, Yawal), kolory std. (biały, brąz, grafit), najbardziej „chodliwe” profile, profile przeznaczone do przelakierowania, profile przeznaczone do bieżącej produkcji, profile „w karencji”, tj. resztki profili po wyprodukowaniu danego zamówienia – np. przetrzymywane przez trzy tygodnie, a potem do złomowania, aby nie narastały zbędne zapasy profili ALU,
 - pracownicy sezonowi, młodzież, inwentaryzują zalegające podzespoły, oznaczając i pakując je, a jednocześnie opróżniają potrzebny na „nowej” hali regał wysokiego składowania, który ma być przeniesiony do „nowej” hali,
 - pracownicy sezonowi, praktykanci pomagają w przenosinach podzespołów pomiędzy magazynami, pomagają w szykowaniu (spawanie, przeróbki, malowanie) stojaków, regałów, itp.

14.6 PLAN PRZEPROWADZKI ZAKŁADU ALUMINIUM

Z większych ilościowo i pilnych zleceń składających się na plan produkcji przewidziano realizację fasady na zamówienie firmy „ABC” do dn. 05.07.2013, natomiast szkoły w Czechach dla firmy BCD do dn. 10.07.2013. Dostawa realizowana była do dn. 18.07.2013. Zamówienie 6002-174-13 dla firmy „CDE” na okna i drzwi wraz z dostawą materiału na dn. 17.07.2013. Ilość zleceń na produkcji została zminimalizowana do minimum w 29 tygodniu roboczym; tj. w tygodniu kulminacji przenosin.

Profile potrzebne do produkcji ostatni raz zostały dostarczone na adres starego magazynu w dn. 15.07.2013 (poniedziałek), natomiast wszystkie późniejsze dostawy były dostarczane na nową halę i na nowy magazyn.

Po dostawach odbywających się w poniedziałek tj. 15.07.2013, wszystkie zlecenia zostały zrealizowane w dn. 15.07.2013, niejednokrotnie w nadgodzinach pilarzy. Od poniedziałku tj. 15.07.2013r. przeniesienie piły na nową halę realizowane było wraz ze standardowymi profilami (białe, brąz), profilami uszkodzonymi lub nieprzydatnymi.

W prace zaangażowanych było 4-5 osób. Pozostała produkcja odbywała się na starej hali bez zmian. W przypadku braku stojaków (jednostek transportowych), prace rozdzielane były na typy i kolory profili w paletach metalowych lub drewnianych pod suwnicą. Rozpoczęcie cięcia na nowej hali realizowano w dn. 17-18.07.2013.

Frezowanie wszystkich możliwych zleceń odbywało się na starej hali w dniach 15-16.07.2013 z ewentualnymi nadgodzinami. W dn. 17.07.2013 odbyło się przeniesienie frezarki na nową halę. W owe czynności zaangażowanych było 2-3 osób. Pozostała produkcja odbywała się na starej hali bez zmian. Rozpoczęcie frezowania na nowej hali uruchomione zostało w dn. 18.07.2013.

Skompletowanie zleceń realizowane na starej hali odbywało się w dniach 15-17.07.2013 z ewentualnymi nadgodzinami (oprócz jednego składacza; wszyscy składacze). W dn. 18-19.07.2013 odbyło się przeniesienie stołów montażowych na nową halę wraz z podlegającymi zagniatarkami i praskami oraz wolnymi stojakami podręcznymi na profile z frezarki. Zapewniona została pomoc magazynierom w przeniesieniu materiałów/podzespołów do składania (kornerzy, itp.). Jeden magazynier wydawał, drugi układał materiał na nowym magazynie. W prace zaangażowanych było 6-8 osób. Produkcja na starej hali odbywała się bez zmian. Rozpoczęcie prac wytwórczych na nowej hali uruchomiono w dn. 22.07.2013 (poniedziałek).

Okucie możliwych detali dla zleceń realizowanych na starej hali odbywało się w dniach 15-19.07.2013 z ewentualnymi nadgodzinami. W dn. 22-23.07.2013 miało miejsce przeniesienie stołów na nową halę wraz z profilami nadprogowymi (konieczność wykonania stojaka na profile nadprogowe tylko te, co są potrzebne do bieżącej produkcji), oraz warsztatem i frezarką. Zapewniona była pomoc magazynierom w przeniesieniu materiałów do okuwania (zawiasy; samozamykacze, klamki, uszczelki dla okuwaczy itp. tylko te, co są potrzebne do bieżącej produkcji). Jeden magazynier zajęty był wydawaniem, natomiast drugi układaniem materiałów na nowym magazynie PCV. W prace zaangażowanych było 6-8 osób. Produkcja na starej hali odbywała się bez zmian. Rozpoczęcie okuwania na nowej hali zaplanowano na dn. 24-25.07.2013 (środa-czwartek).

W tygodniu 08-13.07.2013 zaplanowano wykonanie obudowy wyciągu, regału na listwy przyszybowe i nadprogowe na nowej hali. Zalistwowanie, zaszklenie i przygotowanie do wysyłki wszystkich możliwych zleceń odbywało się na starej hali do dn. 15-23.07.2013. Przeniesienie piły, stołów, stojaków, uszczelki montażowych (konieczność wykonania stojaków na listwy przyszybowe oraz uszczelki montażowe) odbyło się w dniach 24-25.07.2013. W prace zaangażowanych było 4-6 osób. Produkcja na nowej hali uruchomiona została wraz z szkleniami w dn. 26.07.2013 (piątek).

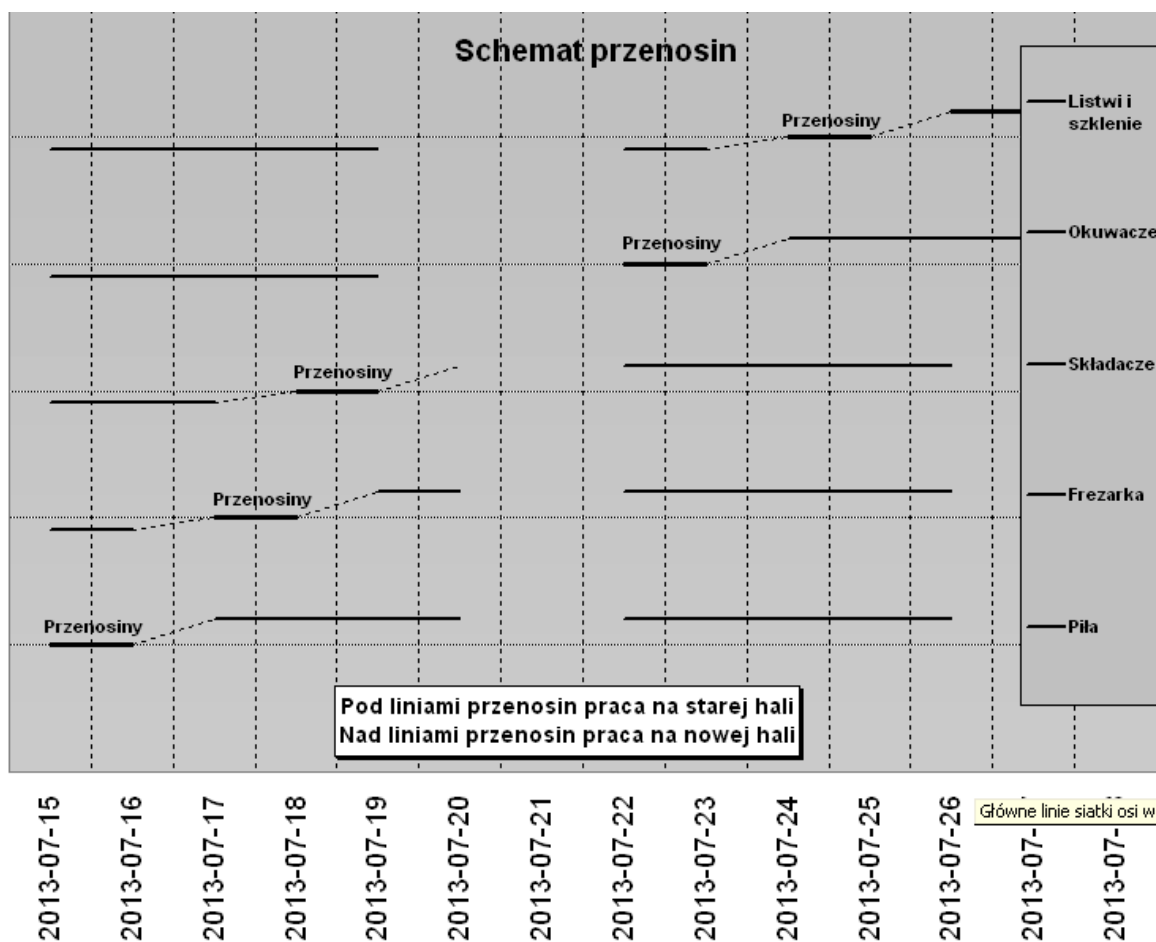
Uzupełnianie zapasów odbywało się na bieżąco, wydania do produkcji realizowane były najpierw ze stanów starego magazynu.

Przeniesienie szatni pracowniczej oraz udostępnienie miejsca i przestrzeni pomieszczeń biurowych, do których zaliczyć można toalety, stołówkę, zostały na terenie starego zakładu produkcji stolarki PCV do dn. 29.07.2013.

Od dn. 15.07.2013 uruchomiono nowy, dwupoziomowy magazyn na nowej hali

wraz z udostępnieniem infrastruktury sprzętowej i podłączeniem do sieci. Wykonano dokumentację materiałowo-księgową zamknięcia starego magazynu poprzez ze złomowanie (utyлізуje, recyklinguje) pozostałości.

Przeniesienie pracowników biurowych do nowych wyremontowanych pomieszczeń nastąpiło w okresie I-V 2014r. Szef produkcji otrzymał nowe Biuro w dn. 15.07.2013r. Harmonogram przenosin prezentuje poniższy wykres Gantta (rys. 14.5).



Rys. 14.5 wykres Gantta; przenosin i produkcji pomiędzy „starym” a „nowym” zakładem produkcji konstrukcji ALU

Źródło: [3]

PODSUMOWANIE

Przyjęte przez firmę ZPSB i zakład ALU procesy decyzyjne oraz opracowane założenia, a także procedury postępowania w sprawie sposobu relokacji zasobów zakładu produkcji konstrukcji ALU, obejmowały:

- sposób przenosin bez zatrzymania bieżącej produkcji,
- organizację produkcji bieżącej (magazynów i dostaw) w starej i nowej hali,
- plan i monitoring realizacji produkcji i przenosin; spotkania instruktażowe, rozliczeniowe i podsumowujące z pracownikami i kierownictwem (szefowie produkcji, magazynów, planista, dyrekcja, księgowość) w trakcie działań,
- stały nadzór nad produkcją, dostawami i przenosinami,

- miały zapewnić firmie ZPSB i zakładowi ALU płynną realizację bieżącej produkcji i relokację. Dodatkowo – co ważne – kulminacja działań miała miejsce w miesiącach letnich – czyli urlopowych w których wcześniej zaplanowane urlopy – wykorzystywały osoby kluczowe w zakładzie ALU, tj.: szef produkcji, główny planista produkcji, nowy szef nowego magazynu, główna księgowa.

Dodać także należy, że:

- przez cały 2012r. – rok budowy nowej hali PCV – zakład produkcji ALU cierpliwie znosił wszelkie niedogodności (m.in.: kurz, błoto, hałas, tłok maszyn budowlanych, uszczuplenie dyspozycyjnej przestrzeni dookoła swojej hali produkcyjnej, natłok obcych pracowników, utrudnienie logistyki dostaw, komunikacji, „porywanie” pracowników zakładu i „usług” ALU na rzecz budowy, itp.), związane z budową w bezpośrednim sąsiedztwie nowej hali,
- zakończenie funkcjonowania „starego” magazynu ALU miało miejsce na przełomie 2013 i 2014r. – fizycznymi przenosinami resztek zapasów magazynowych (półproduktów i komponentów), oraz inwentaryzacją końca 2013r.,
- przenosiny pracowników biurowych to 05.2014r. po wyremontowaniu pomieszczeń biurowych, odziedziczonych po zakładzie produkcyjnym PCV,
- „stara” hala ALU została zagospodarowana nowym tworem organizacyjnym, tj.: podmiotem produkcyjno-usługowym (świadczącym na rzecz zakładów PCV i ALU), złożonym z nowopowstałej lakierni, istniejącej wcześniej panelowi i z działu produkcji specjalnej.

Przyjęte rozwiązania i założenia omówione powyżej, potwierdziły trafność wyboru metod, zapewniając bieżącą realizację produkcji i relokację zakładu produkcji stolarki ALU, bez zatrzymania produkcji. Dobrze opracowany system organizacji produkcji i relokacji produkcji i magazynów „w biegu”, czytelne i jasne informowanie pracowników i kierowanie nimi – przesądziły o pomyślnym dokonaniu zmian, które może napotkać na drodze swojego rozwoju wiele firm produkcyjnych.

LITERATURA

- 2 Dereń R.: Wykres Gantta – produkcja i przenosiny poszczególnych stanowisk produkcyjnych w zakładzie produkcyjnym stolarki budowlanej ALU, oraz „Plan przeprowadzki” – opracowania własne, oraz zespołowe; 2013r.
- 3 Okrzesa J.: Dokumentacja zmian, Opracowanie własne autora; 2013r.
- 1 Okrzesa J.: Organizacja produkcji przy dodatkowo przyjętym dużym zadaniu produkcyjnym, *Ekonomika i organizacja Przedsiębiorstwa*, nr 4(723), JOiZwP „Orgmasz”, Warszawa 2010r., str.: 443 do 454.

PRZENOSINY, RELOKACJA I ZAMIANA ZAKŁADÓW PRODUKCYJNYCH - OMÓWIENIE ZAŁOŻEŃ, DZIAŁAŃ I WYNIKÓW

Streszczenie: W artykule zaprezentowano przykład zmian rozmieszczenia zasobów w strukturze zakładów firmy produkcyjnej branży stolarki budowlanej wytwarzającej produkty na indywidualne zamówienie klienta. Przedmiotem badań była firma charakteryzująca się produkcją niepowtarzalną, jednostkową, o wysokiej zmienności cech wytwarzanych produktów. Opisywane zmiany polegały na zwiększeniu ilości hal produkcyjnych, powiększaniu powierzchni użytkowej, zautomatyzowaniu procesów produkcji oraz alokacji zasobów maszynowych i ludzkich. Zmiany realizowane były na dwa sposoby.

Autor przedstawił sposób realizacji zmian przy zatrzymaniu bieżącej produkcji zakładu z okresem przerwy na czas przenosin linii technologicznej oraz sposób relokacji zasobów zakładu produkcyjnego przy utrzymaniu ciągłości procesu wytwórczego. Ten drugi sposób odbywał się bez dokonywania przerw w obsłudze bieżących zamówień. Artykuł opisuje scenariusz dokonanych zmian wraz ze wskazaniem parku maszynowego, technologii oraz przedstawieniem zmian organizacyjnych dokonujących się w firmie. Opisywane zmiany są jednym z przykładów zastosowania elastyczności działań wytwórczych w turbulentnym (niepewnym) otoczeniu gospodarczym.

Słowa kluczowe: zarządzanie produkcją, elastyczność produkcji, relokacja zasobów produkcyjnych

RELOCATION OF PRODUCTION'S PLANTS; PRESENTATION OF PRINCIPLES, ACTIONS AND RESULTS

Abstract: In this article we are presenting an examples of relocation of two production's plants in one company. One way is on example of PCV windows production plant with stop of current production process and second is on example of ALU constructions production plant without stop of current production process; with normal and current production in this plant.

Here presented organizational solutions of relocation and changes of production plants and production's process together with surroundings in situation of full currently production and with "screen" plan and time table - placed in reality.

Key words: production management, production flexibility, relocation of production plants

mgr inż. Jerzy OKRZESA
PPUH Rada
ul. Prusa 16, 49-100 Niemodlin
tel. +48 692 750 129, e-mail: jerzy.rada@vp.pl

15

WYKORZYSTANIE KRAJOBRAZÓW DŹWIĘKOWYCH W JAKOŚCIOWEJ OCENIE ŚRODOWISKA AKUSTYCZNEGO MIAST – PROPOZYCJA BADAŃ

15.1 OPIS PROBLEMU

W stosowanych metodykach oceny i prognozy zagrożenia hałasem mieszkańców w środowisku miejskim wykorzystywane są mapy akustyczne. Na ich podstawie wyznaczone są parametry charakteryzujące emisję akustyczną poszczególnych źródeł hałasu oraz propagacja dźwięku w środowisku. W wyniku tych działań uzyskuje się równoważny poziom dźwięku dla ustalonego czasu odniesienia oraz wyznaczane na jego podstawie długookresowe wskaźniki oceny hałasu.

W przedsięwzięciach zmierzających do kształtowania klimatu akustycznego w środowisku miejskim jako punkt wyjścia do identyfikacji stanu zagrożenia hałasem wykorzystuje się wskaźnik odnoszący się do liczby mieszkańców narażonych na ponadnormatywny hałas (wskaźnik M) oraz zmienne wartości długookresowych dopuszczalnych poziomów dźwięku przyporządkowane do terenu związanego z jego przeznaczeniem (wskaźnik LDWN, LN).

W kolejnym kroku wyznaczane są miejsca tzw. konfliktów akustycznych. Procedura ta uwzględnia bardzo prosty podział hałasu ze względu na jego źródła oraz podział terenów podlegających ochronie przed hałasem ze względu na funkcję (np. tereny mieszkalne, usługowe, przemysłowe, itp.). W stosowanym podejściu oceny hałasu nie uwzględnia się znaczenia odbioru wrażeń akustycznych mieszkańców wywołanych źródłami dźwięku, w szczególności uwzględnienia m.in. parametrów czasowych i częstotliwościowych sygnałów akustycznych, rodzaju hałasu tła akustycznego, specyfiki miejsc działania źródeł oraz oczekiwań społeczności lokalnej. Ocena stanu akustycznego środowiska miejskiego na podstawie mapy akustycznej nie jest wystarczająca, ogranicza się ona tylko do wyznaczenia wskaźników opisujących poziomy dźwięków. W celu uwzględnienia zobiektywizowanych wrażeń akustycznych mieszkańców oraz uwzględnienie wpływu środowiska, badania w zakresie oceny akustycznej środowiska powinny być uzupełnione o dodatkowe informacje dotyczące np. struktury widmowej dźwięków, rodzaju hałasu, charakter źródeł, itd. Ze względu na multisensoryczny aspekt odbioru bodźców przez człowieka jednym z kluczowych

elementów jest rozpoznanie znaczenia czynników jakościowych w odbiorze dźwięków. Uwzględniając powyższe, istnieje uzasadniona potrzeba podjęcia rozszerzonych i pogłębionych badań nad opracowaniem efektywnego sposobu oceny i prognozy akustycznej środowiska miejskiego. Idea krajobrazów dźwiękowych orientuje badania na poszukiwanie w zamodelowanym układzie elementów ilościowej i jakościowej odpowiedzi sygnałów dźwiękowych pochodzących od źródeł. W tym kontekście, akustyczna ocena środowiska miejskiego polegać będzie na bezpośrednim włączeniu wrażeń psychoakustycznych odbioru dźwięków w badanie oceny i prognozowania zagrożenia hałasem społeczeństwa. Powiązanie wyników badań teoretycznych i eksperymentalnych w zakresie zastosowania krajobrazów dźwiękowych w ocenie środowiska miejskiego będzie podstawą opracowania nowego sposobu do realizowanych dotychczasowo badań.

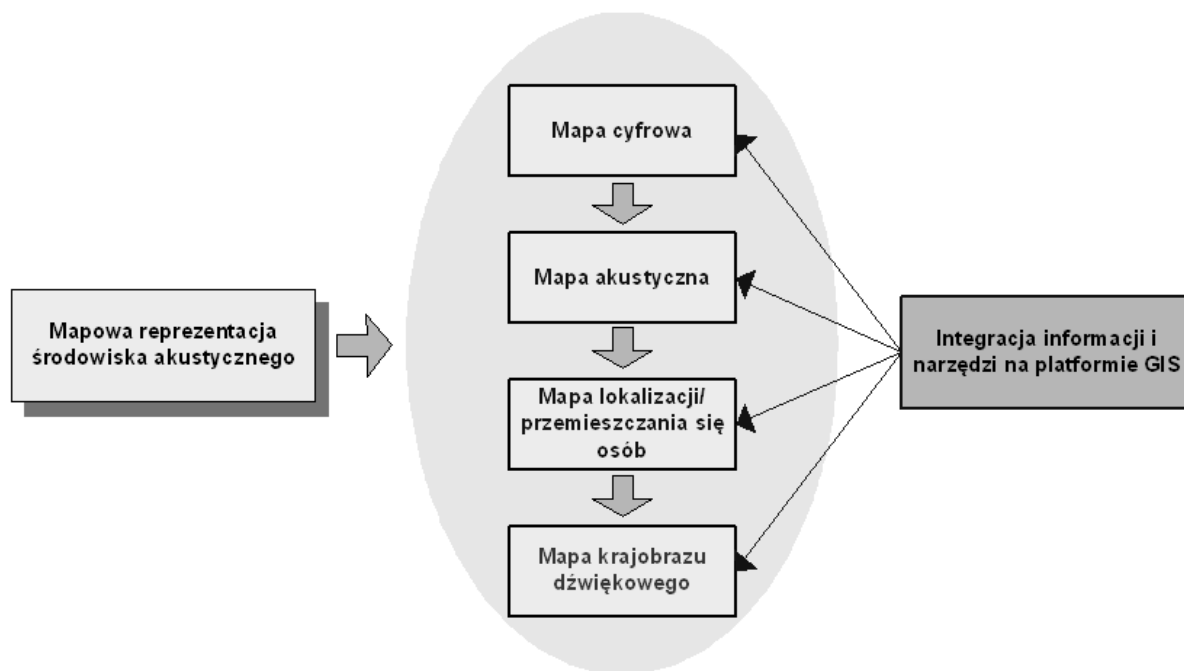
15.2 PROPOZYCJA BADAŃ ŚRODOWISKA AKUSTYCZNEGO MIAST

Oryginalność rozwiązania badawczego polega na przyjęciu jakościowego podejścia do oceny i prognozowania stanu akustycznego środowiska miejskiego. Istota tego podejścia polega na uwzględnieniu i bezpośrednim powiązaniu elementów odwzorowujących środowisko miejskie z psychoakustycznym stanem odbioru wrażeń akustycznych mieszkańców.

Rozpoznanie psychoakustycznych informacji odbioru wrażeń akustycznych od różnych źródeł stanowi kluczowy aspekt poznawczy w opracowaniu sposobu jakościowej oceny stanu akustycznego środowiska miejskiego [7].

Podjęcie badań w zakresie wykorzystania koncepcji krajobrazów dźwiękowych odnosić się będzie do poszukiwania relacji i zależności pomiędzy: elementami środowiska miejskiego – cechami źródeł dźwięku – mieszkańcami. Wspomaganie zadań w obszarze wykorzystania krajobrazów dźwiękowych orientuje badania na poszukiwanie w reprezentacji elementów środowiska ilościowej i jakościowej odpowiedzi sygnałów dźwiękowych pochodzących od źródeł. W proponowanym podejściu do oceny akustycznej środowiska zakłada się wykorzystanie koncepcji krajobrazów dźwiękowych w uzupełnieniu z informacjami pochodzącymi z mapy akustycznej dla potrzeb oceny i prognozowania środowiska akustycznego miast. W tym kontekście, akustyczna ocena środowiska miejskiego polegać będzie na bezpośrednim włączeniu wrażeń psychoakustycznych odbioru dźwięków w badanie oceny zagrożenia hałasem mieszkańców. Nowe, proponowane podejście do oceny akustycznej środowiska zakłada wykorzystanie koncepcji krajobrazów dźwiękowych w powiązaniu z informacjami pochodzącymi z mapy akustycznej (rys. 15.1) dla potrzeb oceny akustycznej środowiska miejskiego [5].

Wspomaganie zadań w proponowanej koncepcji ukierunkowane jest na mapowanie informacji opisujących środowisku akustycznym. Uwzględniając dotychczasowe rozwiązania w tym zakresie, mapa akustyczna odwzorowująca symulowany rozkład poziomu dźwięku w powiązaniu ze wskaźnikową oceną jakości akustycznej środowiska stanowić będzie punkt wyjścia do podjęcia badań nad oceną krajobrazów dźwiękowych.



Rys. 15.1 Sposób wspomagania zadań środowiska akustycznego z wykorzystaniem koncepcji krajobrazu dźwiękowego

Zaproponowane podejście wspomagania zadań w zakresie modelowego odwzorowania krajobrazu dźwiękowego pozwoli w zintegrowany sposób realizować również zadania wspomagania planowania przestrzennego na terenach zurbanizowanych. W związku z powyższym, za istotny element badań przyjmuje się opracowanie psychoakustycznego modelu narażenia na hałas, który stanowić będzie uproszczoną reprezentację reakcji akustycznych na oddziaływanie różnych źródeł dźwięku. Zaproponowana koncepcja zastosowania krajobrazów dźwiękowych stanowi obszar zrównoważonego rozwoju miast poprzez poszukiwanie zależności pomiędzy aspektami środowiskowymi, ekonomicznymi i społecznymi.

Znane wyniki badań w zakresie poznania percepcji słuchowej wskazują, że dla słuchaczy istotne jest rozpoznanie cech i właściwości źródeł generowania dźwięków, a nie ocena cech dźwięków środowiskowych [1]. Zgodnie z przeprowadzonymi badaniami w zakresie percepcji słuchowej dźwięki pochodzące od źródeł mają zawartość informacyjną i semantyczną, których rozpoznanie przez ośrodek narządu słuchu kojarzone jest z rodzajem źródła, w odniesieniu do jakości odczuwanych wrażeń akustycznych.

Ze względu na multisensoryczny aspekt odbioru bodźców przez człowieka jednym z kluczowych elementów badań będzie opracowanie zbioru sygnałów informacji docierających do odbiorców. W szczególności, informacje w postaci sygnałów akustycznych występować będą w różnych konfiguracjach i relacjach z informacjami postrzeganymi przez inne zmysły. Zgodnie z proponowaną koncepcją istotne będzie w podejmowaniu zadań redukcji hałasu zidentyfikowanie jakościowych cech dźwięku w powiązaniu z ilościowym poziomem zagrożenia hałasem. W tym względzie, zidentyfikowane nieprzyjemne i niepożądane dźwięki oraz zakłócające zjawiska dźwiękowe w środowisku podlegać powinny eliminacji.

W wielu przypadkach, na funkcjonujących terenach zurbanizowanych występują dominujące i niepożądane źródła dźwięku, których redukcja spowodować może zmniejszenie uciążliwości hałasowej, jednak nie zapewni pożądanych wrażeń akustycznych. Rozpoznanie specyfiki źródeł występujących w środowisku miejskim ze względu na ich cechy, parametry działania, zmienność przemieszczania się i emisji w czasie stanowi jeden z podejmowanych problemów badawczych. Rozpoznanie natury i specyfiki działania źródeł, w zależności od występującej sytuacji akustycznej pozwala na wprowadzenie do analizowanego środowiska dodatkowych (przyjaznych) źródeł dźwięku, których działanie w zależności od funkcji użytkowych i sposobu zagospodarowania przestrzeni wywoła pozytywne wrażenia psychoakustyczne.

Zakłada się w pierwszym przybliżeniu wykorzystanie metod jakościowych w ocenie akustycznej środowiska na podstawie opracowanej metodyki. Zróżnicowane zasoby informacyjne o charakterze jakościowym pozyskane z badanego środowiska wymagać będą oszacowania. Zastosowana metodyka badań uwzględniać powinna również prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzeń akustycznych typowych źródeł dźwięku w środowisku dla potrzeb wyznaczenia oceny krajobrazu dźwiękowego. Ze względu na charakter zróżnicowania występowania źródeł dźwięku oraz specyfiki krajobrazów dźwiękowych na różnych terenach zurbanizowanych zasadne będzie w dalszej kolejności dokonanie klasyfikacji informacji wywołujących emocje pozytywne i negatywne.

Różnice pomiędzy wartościami ocen o zabarwieniu pozytywnym i negatywnym wskazywać będzie na stopień atrakcyjności krajobrazu dźwiękowego. Możliwe w tym względzie staje się w konsekwencji wyznaczenie wskaźnika uciążliwości krajobrazu jako stosunku informacji negatywnej do informacji pozytywnej. Należy zaznaczyć, że informacja określać może wartość i rodzaj emocji jakie krajobraz dźwiękowy wywołuje u mieszkańców. Interdyscyplinarność proponowanego podejścia do badań wykazuje na istotne powiązanie koncepcji krajobrazów dźwiękowych z procesem planowania przestrzennego terenów zurbanizowanych. Kształtowanie środowiska akustycznego terenów zurbanizowanych rozpatrywać można w kategorii przyporządkowanych funkcji użytkowych terenom, które podlegać będą zagospodarowaniu. W tym procesie mamy do czynienia z zapewnieniem odpowiedniej funkcjonalności terenu, przy założonych ograniczeniach i wymaganiach parametrów akustycznych. Funkcja użytkowa terenu determinuje jego przeznaczenie związane z ustaleniem na nim odpowiednich obiektów infrastruktury (m.in. budynki mieszkalne, obiekty przemysłowe, drogi), które odpowiadają zróżnicowanym aktywnościom społeczeństwa. W ogólnym podejściu włączenie do procesu planowania przestrzennego zagadnienia krajobrazu dźwiękowego skutkuje w ogólności dwoma przypadkami [2]:

- planowanie przestrzenne obejmujące tereny niezagospodarowane – wówczas kształtowanie środowiska akustycznego na danym terenie nie jest zależne od: ustalonych struktur przestrzenno-funkcjonalnych, lokalizacji źródeł dźwięku, przebiegu ciągów komunikacyjnych, czy też przebiegiem granic funkcjonalności terenu,
- planowanie przestrzenne obejmujące tereny już zagospodarowane – kształtowanie

środowiska akustycznego uwarunkowane jest wieloma zmiennymi zależnymi m.in. lokalizacją obiektów, rodzajem i charakterem źródeł dźwięku, infrastrukturą, rodzajem prowadzonej aktywności przez społeczeństwo. W tym przypadku, ze względu występowanie licznych uwarunkowań w środowisku wdrażanie idei krajobrazów dźwiękowych staje się często ograniczone.

Kształtowanie pożądanych wrażeń akustycznych istotnie jest związane z procesem planowania przestrzennego, w którym uwzględnienie zadań ustalania przebiegu granic terenów użytkowych ze względu na charakter oddziaływania źródeł dźwięku jest możliwe przez przyjęcie następującego sposobu postępowania:

- kształtowanie krajobrazu dźwiękowego ze względu na specyfikę miejsc przebywania społeczeństwa (np. miejsca zamieszkania, miejsca sportu i rozrywki, parki, centra handlowe),
- kształtowanie krajobrazu dźwiękowego pod kątem pożądanych wrażeń akustycznych podczas prowadzenia tzw. spacerów dźwiękowych przy przemieszczaniu się najczęściej mieszkańców przez tereny zurbanizowane o różnym przeznaczeniu.

Różnym funkcjom użytkowym odpowiadać powinno ustalenie przebiegu granic oddzielających graniczące ze sobą tereny funkcjonalne. W tym względzie przedmiotem badań będzie również uwzględnienie przebiegu granic terenów zurbanizowanych w zgodności ze zmiennością przestrzenną krajobrazu dźwiękowego. Optymalnym rozwiązaniem w kształtowaniu środowiska akustycznego będzie przyporządkowanie przestrzenne zmienności krajobrazu dźwiękowego funkcjom użytkowym terenów, z uwzględnieniem sposobu zagospodarowania. Tego typu podejście często zestawione powinno być z ograniczeniami przestrzenno-funkcjonalnymi, np. układem budynków, siecią dróg, terenami rekreacyjnymi, terenami przemysłowymi [6].

15.3 PLANOWANY SPOSÓB REALIZACJI BADAŃ

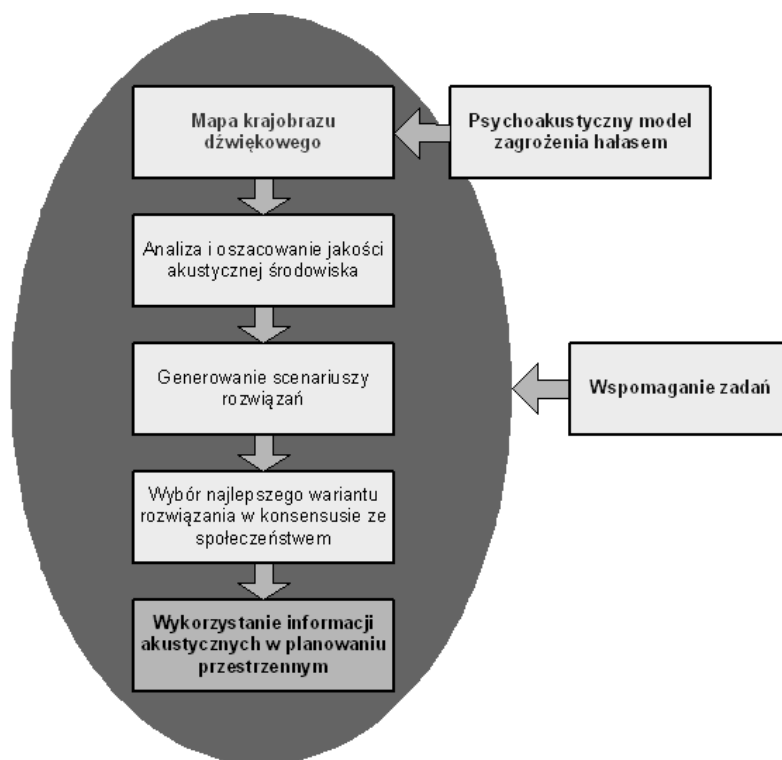
Przedstawiona koncepcja wykorzystania krajobrazów dźwiękowych w badaniach środowiska akustycznego miast zakłada w szerszym zakresie wykorzystanie rozproszonych zasobów informacyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem psychoakustycznego aspektu zagrożenia hałasem. Pozyskiwane zasoby informacyjne ze środowiska o charakterze akustycznym i nie akustycznym powinny zostać sklasyfikowane i uporządkowane. W ramach proponowanej koncepcji badań krajobrazów dźwiękowych poszukiwane będą poza ankietowe sposoby pozyskiwania informacji ze społeczeństwa w zakresie przeprowadzenia oceny i prognozy stanu akustycznego środowiska miejskiego. Złożoność i skomplikowany charakter podjętego problemu wymaga opracowania metodyk postępowania wykorzystujących opis środowiska akustycznego dla potrzeb jego oceny jakościowej. W tym celu zakłada się przeprowadzenie badań teoretycznych i eksperymentalnych.

Propozycja zastosowania idei krajobrazów dźwiękowych orientuje badania na poszukiwanie dla reprezentowanego układu elementów środowiska ilościowej i jakościowej odpowiedzi sygnałów dźwiękowych pochodzących ze źródeł. Zgodnie z powyższym, badania teoretyczne w pierwszej fazie ukierunkowane będą na rozpo-

nanie istoty zasobów informacyjnych w zakresie psychoakustycznej identyfikacji środowiska miejskiego zagrożonego hałasem oraz na usystematyzowaniu i klasyfikacji zbiorów opisujących stan jakościowy środowiska akustycznego.

W kolejnej fazie badania teoretyczne koncentrować się będą na opracowaniu metodyki zintegrowanego sposobu wspomagania zadań oceny i prognozowania zagrożenia środowiska hałasem z wykorzystaniem koncepcji krajobrazów dźwiękowych.

Badania o charakterze eksperymentalnym polegać będą w ogólności na opracowaniu metodyki postępowania dla potrzeb pozyskiwania odpowiednich informacji akustycznych ze środowiska miejskiego za pomocą stosowanej aparatury pomiarowej. Istnieje w tym względzie potrzeba przeprowadzenia wielopunktowych pomiarów czasowych w celu pozyskania zbiorów danych/informacji w relacjach: źródła-odbiornik. Badania w tym zakresie wymagać będą również opracowania sposobu identyfikacji i selekcji cech dźwięków. Dodatkowo, zakłada się, że badania eksperymentalne będą prowadzone w warunkach laboratoryjnych dla wybranych grup mieszkańców przy zastosowaniu symulowanej generacji źródeł dźwięku.



Rys. 15.2 Wspomaganie zadań planowania przestrzennego z wykorzystaniem mapy krajobrazu dźwiękowego

Otrzymane wyniki z badań eksperymentalnych będą podstawą klasyfikacji i waloryzacji krajobrazów dźwiękowych zorientowanych na występowanie w środowisku miejskim typowych źródeł dźwięku. Zweryfikowane eksperymentalnie wyniki badań krajobrazów dźwiękowych stanowić będą punkt wyjścia do opracowania propozycji wskaźnikowej oceny środowiska akustycznego. Wskaźnikowa ocena środowiska miejskiego w ujęciu kryteriów akustycznych uwzględniać powinna obiektywizowany aspekt zagrożenia hałasem mieszkańców.

Zadania wspomagania kształtowania środowiska akustycznego dla potrzeb planowania przestrzennego mogą być wspomagane narzędziowo, dla których istotne znaczenie stanowią będą informacje zapisane na mapie krajobrazu dźwiękowego (rys. 15.2). Wygenerowana mapa krajobrazu dźwiękowego umożliwi wspomaganie m.in. zadań w obszarze:

- analizy i oszacowania jakości akustycznej środowiska,
- generowania scenariuszy rozwiązań zagospodarowania terenów ze względu na występujące kryteria,
- wyboru najlepszego rozwiązania w zakresie sposobu kształtowania środowiska akustycznego terenów zurbanizowanych w porozumieniu z mieszkańcami.

15.4 ZAKŁADANE EFEKTY BADAŃ I ZNACZENIE WDROŻENIA PROPONOWANEGO ROZWIĄZANIA

Włączenie koncepcji krajobrazów dźwiękowych do oceny środowiska akustycznego miast spowoduje w istotny sposób zasilenie danych/informacji środowiskowych o dodatkowe jakościowe zasoby informacyjne. Wymiernym efektem podjętych badań będzie opracowanie sposobu oceny środowiska akustycznego z wykorzystaniem psychoakustycznego modelu narażenia mieszkańców na hałas dla zmiennych uwarunkowań środowiska miejskiego. Powiązanie wyników badań teoretycznych i eksperymentalnych w zakresie zastosowania krajobrazów dźwiękowych w ocenie jakościowej środowiska miejskiego będzie następnie podstawą opracowania nowego sposobu w realizowanych dotychczasowo badaniach oceny środowiska akustycznego.

Ważnym osiągnięciem proponowanych badań będzie opracowanie wskaźnikowej oceny akustycznej społeczeństwa w środowisku miejskim uwzględniająca psychoakustyczny model mieszkańców narażenia na hałas. Planowanie przestrzenne realizowane na terenach zurbanizowanych i uwzględniające ideę krajobrazów dźwiękowych w poszczególnych obszarach zagospodarowania wpisuje się w zasadę zrównoważonego rozwoju miast. Skorygowanie dotychczasowo stosowanej oceny zagrożenia hałasem miast przyczynić się może do wprowadzenia modyfikacji zapisów w procesie planowania przestrzennego, ze względu na wprowadzenie „jakościowych” parametrów funkcji użytkowych terenów.

Zagadnienie kształtowania środowiska miejskiego zagrożonego hałasem źródeł dźwięku stanowi ważny i aktualny problem badawczy. Podjęta problematyka charakteryzuje się interdyscyplinarnym znaczeniem, ponieważ zastosowanie proponowanej koncepcji badań może powodować skutki w obszarach:

- środowiska,
- społecznym,
- rozwiązań technicznych,
- ekonomicznym.

W szczególności, podjęcie zakładanych badań obejmuje w sposób zintegrowany relacje pomiędzy następującymi obszarami środowiska [3]:

- społecznym – zadania identyfikacji krajobrazów dźwiękowych orientowane będą na zobiektywizowane wrażenia akustyczne społeczeństwa,
- rozwiązań technicznych – rozwiązania kształtowania środowiska i redukcji hałasu wynikać powinny z oceny akustycznej społeczeństwa,
- ekonomicznym – tworzenie zadań w programach ochrony środowiska wynikać powinny z oceny i prognozy akustycznej,
- funkcjonalno- użytkowym – bezpośrednie połączenie zadań zastosowania krajobrazów dźwiękowych z zadaniami planowania przestrzennego w środowisku.

Proponowane podejście do oceny zagrożenia akustycznego w środowisku racjonalnie uzasadnia tworzenie zadań programu ochrony środowiska przed hałasem, w konsensusie z wrażeniami odbioru dźwięków przez społeczeństwo. Prognozowanie stanu akustycznego środowiska z wykorzystaniem krajobrazów dźwiękowych daje możliwość skutecznego wspomaganie kształtowania środowiska akustycznego przy założonych technicznych i finansowych środkach redukcji hałasu. Uwzględnienie interdyscyplinarnego podejścia w badaniu środowiska akustycznego terenów zurbanizowanych z wykorzystaniem specyfiki oddziaływania źródeł dźwięku orientuje zadania redukcji hałasu nie tylko na obniżenie ponadnormatywnego hałasu do wartości dopuszczalnych, ale również na uwzględnienie w działaniach „wyciszeniowych” aspektów związanych z charakterem klimatu akustycznego danego miejsca oraz ocen obiektywnych mieszkańców.

Nowe podejście w tym obszarze badań wymaga określenia na nowo sposobu identyfikacji zagrożenia hałasem, czy też oszacowania oceny uciążliwości akustycznej. Podjęcie badań w obszarze włączenia wrażeń dźwiękowych do oceny jakości akustycznej rozszerzają istotnie podejście do problemu zagrożenia hałasem w środowisku miejskim. Weryfikacja praktyczna zastosowania proponowanego rozwiązania stanie się przesłanką do podjęcia zaawansowanych badań nad opracowaniem wskaźników charakteryzujących stan jakości akustycznej środowiska. Ocena akustyczna środowiska miejskiego z uwzględnieniem modelu psychoakustycznego zagrożenia hałasem będzie podstawą jego waloryzacji. Waloryzacja terenów zurbanizowanych staje się ważnym zagadnieniem w przeprowadzeniu systematyki i klasyfikacji krajobrazów dźwiękowych, ze względu na podobieństwo występowania wrażeń dźwiękowych dla typowych miejsc miast.

Wdrażanie koncepcji krajobrazów dźwiękowych na terenach zurbanizowanych w powiązaniu z zadaniami planowania przestrzennego stanowi efekt synergii w kształtowaniu zrównoważonego rozwoju miast. Głównym zadaniem planowania przestrzennego jest wskazywanie optymalnego wykorzystania przestrzennie zróżnicowanych cech obszaru dla osiągnięcia celów rozwojowych, ustalenie rozmieszczenia w przestrzeni i koordynacja w czasie działań rozwojowych, pozwalające na uzyskanie efektu synergii tych działań i jednoczesne zachowanie tych cech terytorium, które wymagają ochrony i gwarantują tworzenie podstaw trwałego i zrównoważonego rozwoju [3].

Najbardziej efektywne działania w zakresie minimalizacji hałasu powinny być realizowane na możliwie wczesnym etapie podjęcia prac planistycznych, gdyż tylko

wówczas występują największe możliwości wpływu kształtowania klimatu akustycznego w środowisku. W tym kontekście samorządy gmin sporządzając studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego oraz plany obszarów funkcjonalnych powinny w sposób ciągły monitorować wytyczne i zmienne akustyczne. Uwzględnienie oceny zagrożenia hałasem w wykorzystaniu modelu psychoakustycznego w procesie planowania przestrzennego pozwoli na wygenerowanie prognozy zagrożenia hałasem populacji ludności, co istotnie związane będzie z oszacowaniem skutków finansowych związanych z wymaganą redukcją hałasu.

PODSUMOWANIE

Podjęta problematyka oceny narażenia na hałas mieszkańców na terenach zurbanizowanych ukierunkowuje prowadzenie badań na identyfikację i ocenę czynników/ cech jakościowych środowiska. Przedstawiona propozycja badań zakłada wykorzystanie idei krajobrazów dźwiękowych dla potrzeb poszukiwania równowagi akustycznej pomiędzy wrażeniami percepcji dźwięku mieszkańców i parametrami/cechami akustycznymi źródeł.

W proponowanym podejściu przyjęto, że opracowany sposób oceny jakości akustycznej środowiska koncentrować się będzie na odbiorze wrażeń akustycznych odbiorców – mieszkańców. Jednym z podstawowych elementów opracowanego sposobu będzie uwzględnienie czynników i relacji pomiędzy źródłami dźwięku oraz odbiorcami w środowisku. W tym celu zakłada się opracowanie modelu psychoakustycznego mieszkańców, który wykorzystany zostanie do obiektywnej oceny jakości wrażeń akustycznych w środowisku. W ramach przedstawionej propozycji badań zakłada się wspomaganie zadań oceny jakości akustycznej mieszkańców w środowisku z wykorzystaniem mapowania informacji środowiskowych i mieszkańców narzędziami klasy GIS. Przyjmuje się w ramach realizowanych zadań opracowanie wskaźnika oceny jakości akustycznej środowiska dla potrzeb waloryzacji krajobrazów dźwiękowych na Obszarach zurbanizowanych.

LITERATURA

- 1 Klawiter A., Preis A.: Hearing perception of objects. Sketch of the theory along with test. Psychological tests, issue 14. Institute of Psychology SAP, (2006).
- 2 Paszkowski W.: Aspects of relation of spatial planning with the acoustic map. Zimowa Szkoła Zwalczania Zagrożeń Wibroakustycznych, Szczyrk 2011.
- 3 Paszkowski W.: Element of spatial planning in designing of acoustic environment on urban areas. Management systems in production engineering, scientific and technical quarterly Nr 3 (3), 2011.
- 4 Paszkowski W.: Shaping of soundscapes in designing of acoustic environment of cities. XL Zimowa Szkoła Zwalczania Zagrożeń, Szczyrk 2012.
- 5 Paszkowski W.: Supporting the design of acoustic environment in spatial planning in urban areas, Proceedings of the Acoustics 2012 Nantes Conference, (2012).

- 6 Paszkowski W.: Psychoacoustic aspects of shaping city soundscapes. Internoise Congress USA, bibliogr. 8 poz., 1-8 (2012).
- 7 Paszkowski W.: Próba identyfikacji jakości akustycznej w środowisku miejskim. 59 Otwarte Seminarium Akustyczne (OSA), Poznań-Boszkowo, 191-194 (2012).

WYKORZYSTANIE KRAJOBRAZÓW DŹWIĘKOWYCH W JAKOŚCIOWEJ OCENIE ŚRODOWISKA AKUSTYCZNEGO MIAST – PROPOZYCJA BADAŃ

Streszczenie: Stosowana ilościowa ocena narażenia na hałas mieszkańców nie uwzględnia wpływu jakościowych czynników na percepcję dźwięku. Stosowane badania nad uwzględnieniem znaczenia i wpływu zróżnicowanych czynników jakościowych na percepcję dźwięku opierają się z reguły na metodach ankietowych. Nowe podejście kształtowania środowiska akustycznego zakłada uwzględnienie zobiektywizowanych cech percepcji dźwięku w połączeniu z ilościową oceną narażenia na hałas. Ważnym aspektem w nowym podejściu staje się reprezentacja subiektywnej oceny odbioru wrażeń akustycznych przez mieszkańców w sposób obiektywny. Punktem wyjścia do opracowania nowego podejścia będzie wykorzystanie idei krajobrazów dźwiękowych dla potrzeb kształtowania jakości akustycznej środowiska.

Słowa kluczowe: Percepcja dźwięku, krajobraz dźwiękowy, środowisko akustyczne, jakościowa ocena środowiska

USING OF SOUNDSCAPES IN ACOUSTIC ENVIRONMENT QUALITY OF TOWNS – PROPOSAL OF RESEARCH

Abstract: Quantitative assessment of the exposure of the inhabitants to noise does not comprise the influence of qualitative factors of perception of sound. Basically, the research on qualitative aspects of noise is conducted with the use of questionnaires. New approach to designing acoustic environment assumes taking into account objectivised features of noise perception combined with quantitative assessment of exposure. The key aspect in the new approach is representation of subjective assessment of reception of acoustic impressions by the inhabitants in the objective way. The starting point for development of the new approach is the use of idea of sound landscapes for the needs of shaping the quality of acoustic environment.

Key words: Perception of sound, soundscape, acoustic environment, quality of acoustic environment

dr inż. Waldemar PASZKOWSKI
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: Waldemar.Paszkowski@polsl.pl

16

ANALIZA WPŁYWU UMIEJSCOWIENIA STANOWISKA PRACY W REJONIE SKRZYŻOWAŃ PRZENOŚNIKÓW TAŚMOWYCH W CIĄGU ODSTAWY GŁÓWNEJ-POZIOMOWEJ W KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO NA POZIOM EKSPOZYCJI NA HAŁAS – STUDIUM PRZYPADKU

16.1 WPROWADZENIE

W kopalniach węgla kamiennego głównym zadaniem transportu poziomego jest przenoszenie urobku od maszyn urabiających lub ładujących do zbiorników, które pozwalają na przemieszczanie urobku do urządzeń transportu pionowego. Aktualnie najczęściej w kopalniach węgla kamiennego do tego procesu stosuje się przenośniki taśmowe w zależności od potrzeb o różnej szerokości taśmy oraz długości [1, 2, 4, 5].

Przenośniki taśmowe o ruchu ciągłym, są to mechaniczne, pneumatyczne lub hydrauliczne środki transportu, w których materiał transportowany na ściśle określonej drodze jest przemieszczany w sposób ciągły ze stałą lub zmienną prędkością. Przenośnik taśmowy składa się z wielu zespołów i elementów. Zespoły główne przenośnika to: stacja czołowa napędowa wyposażona w bęben zrzutowy lub wysięgnik, stacja zwrotna wyposażona w podzespoły tworzące końcową część przenośnika, stacja napinania taśmy, taśma, trasa, która stanowi konstrukcję nośną dla zestawów krążnikowych, zestaw krążników, służące do podtrzymywania i prowadzenia taśmy, stacja załadownicza oraz stacja rozładownicza. Zespoły dodatkowe przenośnika obejmują: wodny zraszacz urobku, nadtaśmowy separator magnetyczny, wagę elektryczną, skrobak, zgarniacz, urządzenia ułatwiające zmianę kształtu płaskiego taśmy na nieckowaty i odwrotnie, grawitacyjne urządzenie napinające taśmę, bęben odchyłający oraz bęben napinający [4]. Przykładowe fragmenty z elementami i zespołami przenośnika taśmowego w warunkach dołowych przedstawia rys. 16.1.

Zaletą transportu taśmowego jest łatwość dostosowania trasy do terenu o zmiennym nachyleniu, gdzie dopuszczalne nachylenie wynosi w zależności od modelu od 15° do 17°, lekka konstrukcja nośna uzyskana dzięki równomiernemu rozłożeniu obciąże-

nia, możliwość zastosowania w wyrobiskach o małych przekrojach poprzecznych, bardzo duża wydajność, ciągły charakter pracy, mała pracochłonność obsługi, co jest szczególnie ważne w warunkach dołowych. Wadą natomiast stosowania transportu taśmowego jest mała elastyczność eksploatacyjna szeregowych ciągów przenośników oraz wrażliwość na występowanie brył o dużych wymiarach i ostrych krawędziach, a także stosunkowo mała trwałość taśmy będącej najdroższym elementem przenośnika oraz występujący hałas.



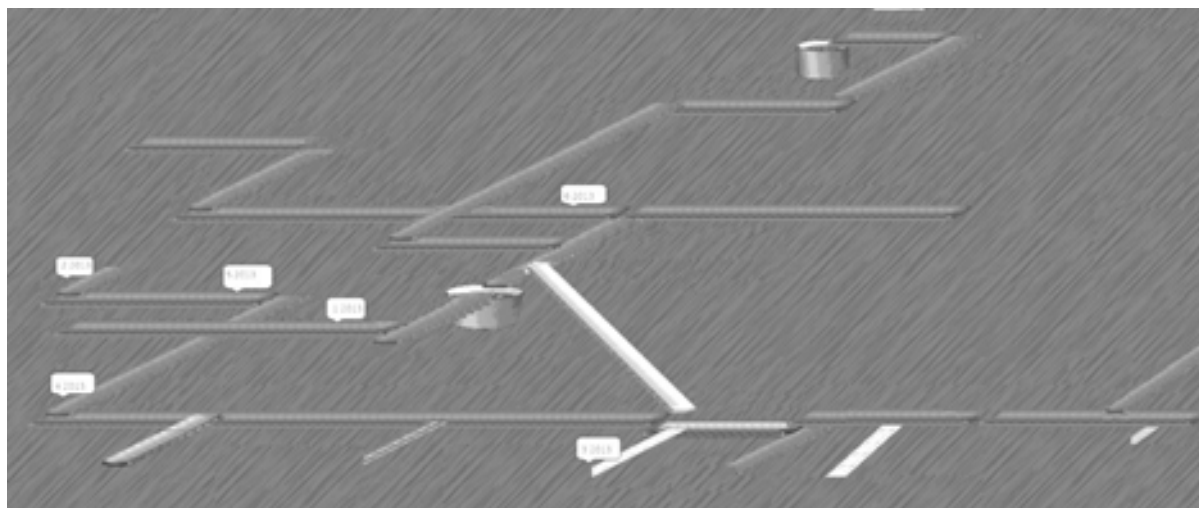
Rys. 16.1 Widok fragmentów przenośnika taśmowego w warunkach dołowych

Praca przy procesie technologicznym emitującym nadmierny hałas utrudnia komunikowanie się pracowników, obniża ich produktywność, wzmacnia m.in. drażliwość, często powoduje uczucie otępienia i prowadzi do poważnych zaburzeń słuchu. Mając na uwadze powyższe, podejmuje się prace ze względu na potrzebę zmian tego stanu polegające w pierwszym etapie na zidentyfikowaniu obszarów, gdzie ekspozycja na hałas przekracza wartości dopuszczalne. Taka identyfikacja pozwoli, w dalszym etapie na określenie miejsc, w których ta ekspozycja jest najmniejsza, a to umiejscowienie pozwoli również na pełną realizację zadań na stanowisku pracy. Jednocześnie takie badania pozwalają również na podjęcie działań w aspekcie poszukiwania metod minimalizowania emisji hałasu.

16.2 CHARAKTERYSTYKA CZĘŚCI ODSTAWY GŁÓWNEJ POZIOMOWEJ W ANALIZOWANEJ KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO WRAZ Z MIEJSCAMI POMIARU

Poniżej przedstawiono charakterystykę przenośników zabudowanych w układzie transportu odstawy głównej poziomej w przekopach oraz wyrobiskach pod ziemią, gdzie przeprowadzono pomiary hałasu. Wyrobiska, w których zabudowane są przenośniki układu transportu urobku stanowią również drogę przejścia dla ludzi. Przejście znajduje się wzdłuż trasy przenośnika [3]. Odstawa główna pozioma jest rozbudowana, a uproszczony schemat przedstawiający wszystkie przenośniki przedstawia rys. 16.2. W skład odstawy głównej poziomej wchodzi również trzy analizowane przenośniki taśmowe, w których odnotowano największe przekroczenia wartości dopuszczalnych równoważnego poziomu dźwięku, a są to:

- Gwarek 1200 o długości 900m,
- Intermet 1200 I o długości 600m,
- Intermet 1200 II o długości 400m.



Rys. 16. 2 Uproszczony schemat odstawy głównej poziomej w kopalni węgla kamiennego

W tabeli 16.1 przedstawiono zestawienie najważniejszych parametrów analizowanych przenośników odstawy głównej.

Tabela 16.1 Zestawienie najważniejszych parametrów przenośników odstawy głównej poziomej

Nr przenośnika		GWAREK I	INTERMET I	INTERMET II
Szerokość taśmy	[mm]	1200	1200	1200
Prędkość taśmy	[m/s]	2,97	2,50	2,50
Sumaryczna moc jednostek	[kW]	2x132	2x160	2x160
Dop. max. nachylenie trasy - dla taśmy gumowej i chloroprenowej, - dla taśm PCV.	[°]	+16/-14 +14/-12	+18/-18	+18/-18
Nachylenie przenośnika	[°]	0	0	0
Wydajność	[t/h]	1340	1500	1500
Napięcie zasilania	[V]	1000	1000	1000
Długość przenośnika	[m]	900	600	400

16.3 BADANIA EMISJI HAŁASU NA DRODZE ODSTAWY GŁÓWNEJ

Wstępne pomiary hałasu wskazały, że w większości przypadków na stanowiskach pracy w ciągu odstawy głównej poziomej ekspozycja na hałas dla ośmiogodzinnego dobowego wymiaru czasu pracy przekracza wartości normowe. Dlatego do dalszej analizy zostały wybrane trzy rejony, w których to przekroczenie było największe.

Badania szczegółowe zostały przeprowadzone w trzech wybranych miejscach na drodze odstawy głównej wybranego poziomu kopalni węgla kamiennego w marcu 2013 roku. Poziom hałasu zmierzony został wg krzywej korekcyjnej A,C oraz Leq urządzeniem SVAN 948 spełniającym wymagania PN-IEC EN 61672 oraz PN-EN IEC 61252. Pomiary wykonywane były metodą pośrednią i obejmowały:

- rejon obsługi i kontroli pracy urządzeń napędu przenośnika Gwarek 1200,

- rejon obsługi i kontroli pracy urządzeń napędu przenośnika Internet 1200 I,
- rejon obsługi i kontroli pracy urządzeń napędu przenośnika Internet 1200 II.

W tab.16.2 przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych w wytypowanych rejonach.

Tabela 16.2 Wyniki pomiarów hałasu na stanowiskach pracy

Rejony pomiarów	Czas ekspozycji [min]	Maksymalny poziom dźwięku A L _{Amax}			Szczytowy poziom dźwięku C LC _{peak}			Poziom ekspozycji na hałas dla 8 godz. dobowego wymiaru czasu pracy L(EX,8h)			Ocena
		[dB]			[dB]			[dB]			
		Zmierzony	Norma	Przekroczenie	Zmierzony	Norma	Przekroczenie	Równoważny poziom dźwięku A	Norma	Przekroczenie	
Obsługa i kontrola pracy urządzeń przenośnika Gwarek	300	97,2	115	-	112,6	135	-	92,6 (0,9;1,3)	85	7,6 (0,9;1,3)	Nie spełnia normy
Obsługa i kontrola pracy urządzeń przenośnika Internet I	300	93,4	115	-	105,8	135	-	86,8 (0,8;1,4)	85	2,8 (0,8;1,4)	Nie spełnia normy
Obsługa i kontrola pracy urządzeń przenośnika Internet II	300	91,8	115	-	107,5	135	-	87,5 (0,8;1,3)	85	2,5 (0,8;1,3)	Nie spełnia normy

16.4 POMIARY SZCZEGÓŁOWE W WYBRANYCH REJONACH

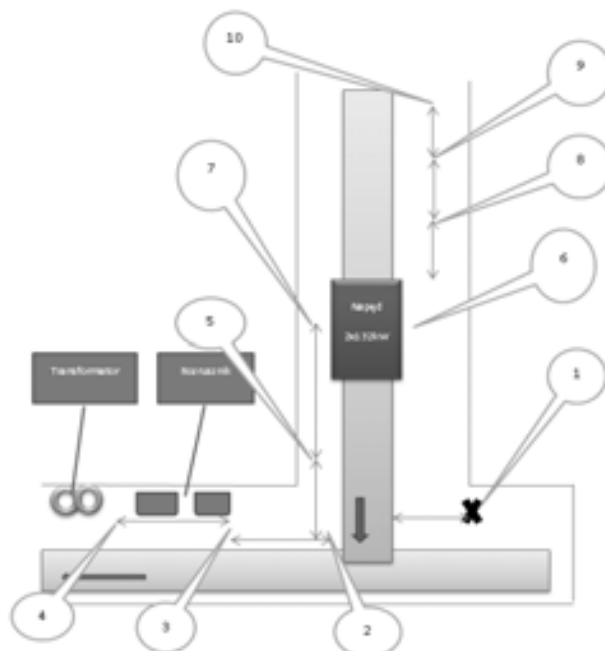
Napęd i okolice przenośnika Gwarek 1200 o długości 900m

W rejonie obsługi i kontroli przenośnika Gwarek 1200 pracuje zawsze co najmniej dwóch pracowników, których zadaniem jest kontrola poprawnej pracy przenośnika, kontrola stanu połączeń taśmowych, stanu rolkotrzymaczy, krążników, stanu łańcuchów podtrzymujących konstrukcje przenośnika, kontrola osłon siatkowych zasobników pętlicowych, jego obsługa oraz dbanie o czystość i konserwację zarówno przenośnika jak i miejsca pracy, dodatkowym obowiązkiem jest kontrola węzła przesypowego. Średni czas pracy pracowników w rejonie narażenia, to 300 [min]. Pracownicy, którzy przebywają w obrębie przenośnika w pozostałych niż wyżej wymienionych miejscach są również narażeni na hałas przez całą swoją zmianę roboczą.

Pomiary szczegółowe zostały przeprowadzone metodą pośrednią. Polega ona na pomiarze tych samych parametrów co w metodzie bezpośredniej, lecz w krótszym czasie niż trwa ekspozycja pracownika na hałas. Pomiar wykonany został podczas Pierwszej zmiany roboczej. Metoda pomiaru wielkości charakteryzujących środowisko pracy jest określona w normie oraz PN-N 01307:1994.

Tabela 16.3 Wyniki badań hałasu w rejonie obsługi i kontroli pracy urządzeń przenośnika Gwarek I

Punkt pomiarowy	Czas ekspozycji [min]	Maksymalny poziom dźwięku A L _{Amax}			Szczytowy poziom dźwięku C LC _{peak}			Poziom ekspozycji na hałas dla 8 godz. dobowego wymiaru czasu pracy; L(EX,8h)		
		[dB]			[dB]			[dB]		
		Zmierzony	Norma	Przekr.	Zmierzony	Norma	Przekr.	Równoważny poziom dźwięku A	Norma	Przekr.
1	300	97,2	115	-	111,6	135	-	92,6 (0,9;1,3)	85	7,6 (0,9;1,3)
2	300	98,2	115	-	115,6	135	-	93,0 (0,8;1,8)	85	8,0 (0,8;1,8)
3	300	97,5	115	-	113,9	135	-	92,2 (0,9;1,4)	85	7,2 (0,9;1,4)
4	300	69,8	115	-	112,4	135	-	91,8 (0,8;1,3)	85	6,8 (0,8;1,3)
5	300	96,8	115	-	109,6	135	-	91,1 (0,9;1,3)	85	6,1 (0,9;1,3)
6	300	99,6	115	-	111,0	135	-	96,3 (0,8;1,3)	85	11,3 (0,8;1,3)
7	300	98,3	115	-	110,0	135	-	95,2 (0,8;1,3)	85	10,2 (0,8;1,3)
8	300	98,9	115	-	100,4	135	-	93,1 (0,9;1,3)	85	8,1 (0,9;1,3)
9	300	96,5	115	-	99,9	135	-	92,0 (0,8;1,3)	85	7,0 (0,8;1,3)
10	300	94,6	115	-	98,2	135	-	90,9 (0,8;1,3)	85	5,9 (0,8;1,3)



Rys. 16. 3 Rozmieszczenie punktów pomiarowych w rejonie obsługi i kontroli przenośnika Gwarek 1200

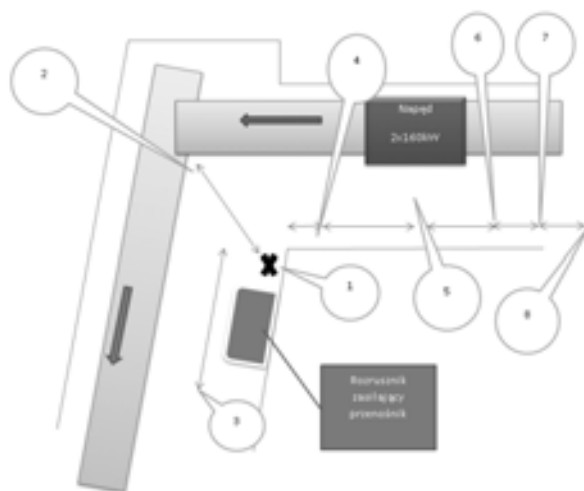
Punkty pomiarowe umiejscowiono następująco:

1. zdefiniowane miejsce pracy obsługi znajdujące się 4 m od przesypu,
2. w pobliżu przesypu,

3. 5m od przesypu w kierunku przenośnika odbierającego,
4. 10 m od przesypu w kierunku przenośnika odbierającego,
5. napęd (strona nieprzechodnia) 10 m od przesypu,
6. w miejscu zainstalowania napędu (strona przechodnia),
7. w miejscu zainstalowania stacji zwrotnej przenośnika odbierającego,
8. 5m od napędu (15m od wysypu),
9. 10 m od napędu (20 m od przesypu),
10. 15 m od napędu.

Napęd i okolice przenośnika Intermet 1200 I o długości 600 m

W rejonie obsługi i kontroli napędu przenośnika Intermet 1200 I pracuje zawsze co najmniej dwóch pracowników, których zadania i obowiązki są takie same jak w przypadku obsługi poprzedniego przenośnika. Czas pracy oraz przerw jest taki sam jak w przypadku całej odstawy głównej, z tego względu czas ekspozycji na hałas w danym rejonie wynosi również 300 [min].



Rys. 16.4 Rozmieszczenie punktów pomiarowych w rejonie obsługi i kontroli przenośnika INTERMET 1200 I

Pomiary szczegółowe zostały przeprowadzone metodą pośrednią. Punkty pomiarowe umiejscowiono:

1. stanowisko obsługi umiejscowione 5 m od przesypu,
2. rejon przesypu,
3. 10 m w kierunku przenośnika odbierającego,
4. w kierunku napędu 2 m od naroża skrzyżowania,
5. rejon napędu, 15 m od przesypu,
6. 5 m za napędem czyli ok. 20 m od przesypu,
7. 10 m za napędem, przy roli pętlicy,
8. 20 m od napędu (czyli 30 od przesypu).

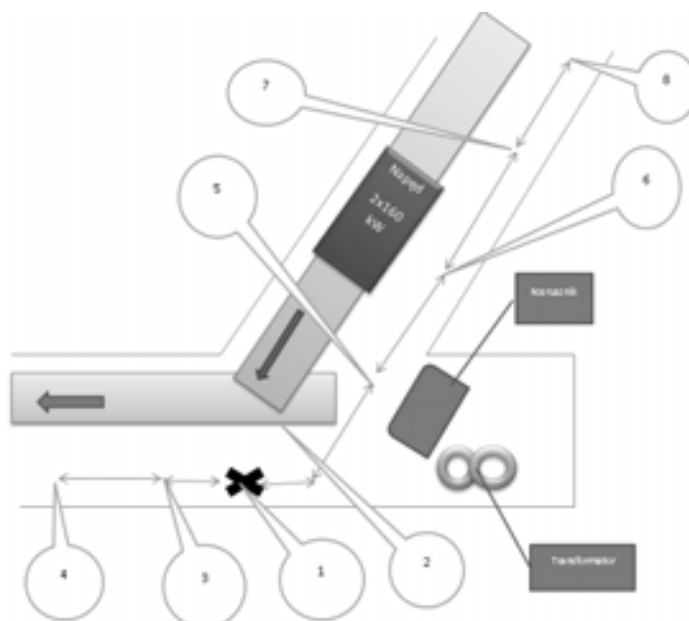
Wymienione punkty pomiarowe zostały przedstawione na rys. 16.3. W tabeli 16.4 przedstawiono wyniki szczegółowych pomiarów rejonu skrzyżowania przenośnika Intermet 1200 I.

Tabela 16.4 Wyniki badań hałasu w rejonie obsługi i kontroli pracy urządzeń przenośnika INTERMET 1200 I

Punkt pomiarowy	Czas ekspozycji [min]	Maksymalny poziom dźwięku A L _{Amax}			Szczytowy poziom dźwięku C LC _{peak}			Poziom ekspozycji na hałas dla 8 godz. dobowego wymiaru czasu pracy; L(EX,8h)		
		[dB]			[dB]			[dB]		
		Zmierzony	Norma	Przekr.	Zmierzony	Norma	Przekr.	Równoważny poziom dźwięku A	Norma	Przekr.
1	300	93,4	115	-	105,8	135	-	86,8 (0,9;1,4)	85	2,8 (0,9;1,4)
2	300	97,3	115	-	106,7	135	-	89,3 (0,8;1,5)	85	4,3 (0,8;1,5)
3	300	93,5	115	-	102,1	135	-	86,9 (0,8;1,3)	85	1,9 (0,8;1,3)
4	300	87,5	115	-	101,8	135	-	86,3 (0,8;1,3)	85	1,3 (0,8;1,3)
5	300	88,1	115	-	104,7	135	-	87,8 (0,8;1,4)	85	2,8 (0,8;1,4)
6	300	97,2	115	-	102,6	135	-	86,9 (0,9;1,4)	85	1,9 (0,9;1,4)
7	300	86,9	115	-	101,7	135	-	86,0 (0,8;1,3)	85	1,0 (0,8;1,3)
8	300	86,2	115	-	99,2	135	-	85,5 (0,8;1,3)	85	0,5 (0,8;1,3)

Napęd i okolice przenośnika Intermet 1200 II o długości 400 m

W rejonie obsługi i kontroli napędu przenośnika Intermet 1200 II pracuje zawsze co najmniej jeden pracownik, którego zadania i obowiązki są takie same jak w przypadku obsługi przenośnika Gwarek I. Czas pracy oraz przerw jest taki sam jak w przypadku całej odstawy głównej. Czas ekspozycji na hałas w danym rejonie wynosi 300 [min]. Pomiary szczegółowe zostały przeprowadzone metodą pośrednią.



Rys. 16.5 Rozmieszczenie punktów pomiarowych w rejonie obsługi i kontroli przenośnika INTERMET 1200 II

Punkty pomiarowe umiejscowione zostały następująco:

1. stanowisko obsługi umiejscowione 2 m od przesypu,
2. okolica przesypu,
3. 5 m od przesypu w kierunku przenośnika odbierającego,
4. 10 m od przesypu w stronę przenośnika odbierającego,
5. napęd umiejscowiony 16 m od przesypu,
6. 10 m za napędem przenośnika,
7. 20 m za napędem w okolicy roli pętlicy,
8. 5 m za pętlą a jednocześnie ok. 35 m za napędem przenośnika.

Wymienione punkty pomiarowe zostały przedstawione na rys. 16.5. W tabeli 16.5 przedstawiono wyniki szczegółowych pomiarów w okolicy obsługi przenośnika Internet 1200 II.

**Tabela 16.5 Wyniki badań hałasu w rejonie obsługi
i kontroli pracy urządzeń przenośnika INTERMET 1200 II**

Punkt pomiarowy	Czas ekspozycji [min]	Maksymalny poziom dźwięku A LAmax			Szczytowy poziom dźwięku C LCpeak			Poziom ekspozycji na hałas dla 8 godz. dobowego wymiaru czasu pracy; L(EX,8h)		
		[dB]			[dB]			[dB]		
		Zmierzony	Norma	Przekr.	Zmierzony	Norma	Przekr.	Równoważny poziom dźwięku A	Norma	Przekr.
1	300	91,8	115	-	104,1	135	-	87,5 (0,8;1,4)	85	2,5 (0,8;1,4)
2	300	95,5	115	-	109,7	135	-	88,8 (0,8;1,5)	85	3,8 (0,8;1,5)
3	300	91,4	115	-	102,1	135	-	86,4 (0,8;1,3)	85	2,4 (0,8;1,3)
4	300	90,6	115	-	101,8	135	-	86,9 (0,8;1,3)	85	1,9 (0,8;1,3)
5	300	96,9	115	-	106,6	135	-	88,9 (0,8;1,3)	85	3,9 (0,8;1,3)
6	300	99,1	115	-	112,7	135	-	90,8 (0,8;1,3)	85	5,8 (0,8;1,3)
7	300	95,7	115	-	108,5	135	-	88,2 (0,8;1,3)	85	3,2 (0,8;1,3)
8	300	92,7	115	-	104,9	135	-	86,4 (0,8;1,3)	85	1,4 (0,8;1,3)

16.5 ANALIZA POMIARÓW SZCZEGÓŁOWYCH

Napęd i okolice przenośnika Gwarek 1200

Wykonanie szczegółowych pomiarów pozwoliło określić poziom ekspozycji na hałas w jakim muszą przebywać pracownicy obsługujący przenośnika Gwarek 1200 (wyniki przedstawiono w tabeli 3). Czas ekspozycji użyty do obliczeń w każdym punkcie był taki sam, aby można było porównać wartości ekspozycji na hałas w poszczególnych punktach pomiarowych. Pomiary wykonano uwzględniając wszystkie miejsca i czynności obsługi. W miejscu pracy obsługi znajdują się urządzenia sterujące całym przenośnikiem oraz telefon. Zagęszczenie punktów pomiarowych było proporcjonalnie rozmieszczone rozpoczynając od stanowiska pracy obsługi. Na stanowisku pracy

wartość ekspozycji na hałas dla ośmiu godzin dobowego wymiaru czasu pracy została przekroczona o 7,6 dB. Największe przekroczenie wartości równoważnego poziomu dźwięku zanotowano w okolicy napędu, w szczególności po jego dwu stronach i wynosiło odpowiednio 95,2 dB i 96,3 dB co jednocześnie przekracza wartości normowe odpowiednio o 10,2 dB oraz 11,3 dB. Najmniejszą wartość przekroczenia równoważnego poziomu dźwięku odnotowano w punkcie 10 znajdującym się w odległości 15 metrów od napędu przenośnika taśmowego Gwarek 1200. Badania wykazały jednocześnie, że poziom hałasu maksymalnego badany wg krzywej korekcyjnej A i szczytowego badany wg krzywej korekcyjnej C nie został przekroczony w ani jednym punkcie pomiarowym, natomiast poziom ekspozycji na hałas został przekroczony we wszystkich punktach pomiarowych. Podczas pomiarów urobek transportowany przenośnikiem był różnej granulacji, z tego względu wartość poziomu dźwięku zmieniła się również w pewnym zakresie. Wyniki wyraźnie wskazują, że strefa narażenia na hałas występuje we wszystkich punktach pomiarowych. Przemieszczenie stanowiska pracy obsługi przenośnika taśmowego do miejsca punktu pomiarowego nr 5 pozwoliłoby na zmniejszenie ekspozycji na hałas o 1,5 dB przy równoczesnym spełnieniu wszystkich wymogów jego funkcjonalności

Napęd i okolice przenośnika INTERMET 1200 I o długości 600m

Wykonanie szczegółowych pomiarów pozwoliło określić poziom ekspozycji na hałas w jakim muszą przebywać pracownicy obsługujący przenośnika Intermet 1200 I (wyniki przedstawiono w tabeli 3). Czas ekspozycji użyty do obliczeń w każdym punkcie był taki sam aby można było porównać wartości ekspozycji na hałas w poszczególnych punktach pomiarowych. Pomiarów wykonano uwzględniając wszystkie miejsca i czynności obsługi. W miejscu pracy obsługi również znajdują się urządzenia sterujące oraz łączności. Na stanowisku pracy wartość ekspozycji na hałas dla ośmiu godzin dobowego wymiaru czasu pracy została przekroczona o 2,8 dB. Największe przekroczenia wartości równoważnego poziomu dźwięku zanotowano w miejscu przesypu gdzie wynosiło 4,3 dB oraz w okolicy napędu, gdzie wynosiło 2,8 dB. Najmniejszą wartość przekroczenia równoważnego poziomu dźwięku odnotowano w punkcie 8 znajdującym się w odległości 15 metrów od napędu przenośnika taśmowego Intermet 1200 I i jednocześnie 25 m od przesypu. Badania wykazały jednocześnie, że poziom hałasu maksymalnego badany wg krzywej korekcyjnej A i szczytowego badany wg krzywej korekcyjnej C nie został przekroczony w żadnym punkcie pomiarowym, natomiast poziom ekspozycji na hałas został przekroczony we wszystkich punktach pomiarowych. Podczas pomiarów urobek transportowany przenośnikiem był różnej granulacji, z tego względu wartość poziomu dźwięku oscylował się również w pewnym zakresie. Wyniki wyraźnie wskazują, że strefa narażenia na hałas również występuje we wszystkich punktach pomiarowych jak w poprzednim przypadku. W analizowanym przypadku przemieszczenie stanowiska pracy obsługi przenośnika taśmowego do miejsca w punkcie pomiarowym nr 4 pozwoliłoby na zmniejszenie ekspozycji na hałas o 0,9 dB przy równoczesnym spełnieniu wszystkich wymogów jego funkcjonalności.

Napęd i okolice przenośnika Internet 1200 II o długości 400m

Wyniki pomiarów szczegółowych poziomu hałasu w jakim muszą przebywać pracownicy obsługujący przenośnik Internet 1200 II przedstawiono w tabeli 3. Czas ekspozycji użyty do obliczeń w każdym punkcie był taki sam jak w poprzednich dwu przypadkach. Na stanowisku pracy wartość równoważnego dźwięku została przekroczona o 2,5 dB. Największe przekroczenie wartości równoważnego poziomu dźwięku zanotowano również w okolicy napędu, w gdzie odnotowano wartość 90,8 dB, co jednocześnie przekracza wartości normowe odpowiednio o 5,8 dB. Najmniejszą wartość przekroczenia ekspozycji na hałas odnotowano w punkcie 4 znajdującym się 10m od przesypu w stronę przenośnika odbierającego i 8 znajdującym się w odległości 15 metrów od napędu przenośnika taśmowego Internet 1200 II i jednocześnie 20 m od przesypu. W tych punktach poziom ekspozycji na hałas został przekroczony odpowiednio o 1,2 dB i 1,4 dB. Badania wykazały jednocześnie, tak jak w poprzednich przypadkach, że poziom hałasu maksymalnego badany wg krzywej korekcyjnej A i szczytowego badany wg krzywej korekcyjnej C nie został przekroczony w żadnym punkcie pomiarowym, natomiast poziomu ekspozycji na hałas został przekroczony we wszystkich punktach pomiarowych. Podczas pomiarów urobek transportowany przenośnikiem był różnej granulacji, z tego względu wartość poziomu dźwięku oscylował się również w pewnym zakresie. Wyniki wyraźnie wskazują, że strefa narażenia na hałas również występuje we wszystkich punktach pomiarowych jak w poprzednim przypadku. W analizowanym przypadku przemieszczenie stanowiska pracy obsługi przenośnika taśmowego do miejsca w punkcie pomiarowym nr 3 nie spowoduje zmniejszenie ekspozycji na hałas (różnica tylko 0,1 dB). Natomiast przemieszczenie stanowiska pracy do punktu 5 spowoduje pogorszenie ekspozycji na hałas o 1,4 dB na to również związek z umiejscowieniem rozrusznika przenośnika taśmowego i napędu (rys. 16.5).

PODSUMOWANIE

Wykonano pomiary wstępne określając wartość ekspozycji na hałas w miejscach pracy obsługi przenośników taśmowych odstawy głównej poziomowej kopalni węgla kamiennego, gdzie odnotowano przekroczenia w prawie wszystkich przypadkach. Do dalszych badań wytypowano trzy skrzyżowania w których wartość przekroczenia ekspozycji na hałas był największy. Badania szczegółowe objęły w pierwszym przypadku 10 punktów pomiarowych przenośnika taśmowego Gwarek 1200 oraz po 8 punktów pomiarowych przenośników Internet 1200 I i Internet 1200 II.

Badania wykazały, że poziom ekspozycji na hałas został przekroczony we wszystkich punktach pomiarowych, lecz jednocześnie poziom hałasu maksymalnego badany wg krzywej korekcyjnej A i szczytowego badany wg krzywej korekcyjnej C nie został przekroczony w ani jednym punkcie pomiarowym.

Największa emisja hałasu, a tym samym wartość ekspozycji na hałas obejmuje miejsca zainstalowania napędu oraz miejsca przesypu pomiędzy przenośnikami taśmowymi. Analiza badań pozwoliła określić, że:

- przemieszczenie stanowiska pracy obsługi przenośnika taśmowego Gwarek 1200 do miejsca punktu pomiarowego nr 5 pozwoliłoby na zmniejszenie ekspozycji na hałas o 1,5 dB przy równoczesnym spełnieniu wszystkich wymogów jego funkcjonalności,
- przemieszczenie stanowiska pracy obsługi przenośnika taśmowego Internet 1200 I do miejsca w punkcie pomiarowym nr 4 pozwoliłoby na zmniejszenie ekspozycji na hałas o 0,9 dB przy równoczesnym spełnieniu wszystkich wymogów jego funkcjonalności,
- umieszczenie stanowiska pracy w punkcie pomiarowym nr 1 jest optymalne.

Mając na uwadze powyższe, przy określaniu umiejscowienia stanowiska pracy obsługi przenośników taśmowych w ciągu odstawy głównej poziomowej kopalni węgla kamiennego należałoby oprócz uwarunkowań technicznych analizować rozkład hałasu w rejonie skrzyżowań aby szukać optymalnych rozwiązań. Oczywiście należy dalej prowadzić prace w obszarze rozwiązań technicznych mające na celu minimalizowania emisji hałasu z przesypu oraz napędu przenośników taśmowych.

LITERATURA

- 1 Antoniak J.: Przenośniki taśmowe w górnictwie podziemnym i odkrywkowym. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007.
- 2 Augustyńska D., Pleban D., Mikulski W., Tardzik P.: Ocena emisji hałasu maszyn. CIOP, Warszawa 2000.
- 3 Dokumentacja techniczno-ruchowa odstawy głównej Kopalni Węgla Kamiennego.
- 4 Engel Z.: Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem. PWN, Warszawa 2001.
- 5 Gładysiewicz L.; Przenośniki taśmowe – teoria i obliczenia, Oficyna wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2003r

**ANALIZA WPŁYWU UMIEJSCOWIENIA STANOWISKA PRACY
W REJONIE SKRZYŻOWAŃ PRZENOŚNIKÓW TAŚMOWYCH
W CIĄGU ODSTAWY GŁÓWNEJ POZIOMOWEJ W KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO
NA POZIOM EKSPOZYCJI NA HAŁAS – STUDIUM PRZYPADKU**

Streszczenie: Publikacja odnosi się do negatywnego oddziaływania hałasu na stanowiskach pracy, w rejonie skrzyżowań przenośników taśmowych z odstawy głównej-poziomowej kopalni węgla kamiennego. W pracy zaprezentowano i omówiono wyniki pomiarów natężenia hałasu wybranych stanowisk obsługi przenośników taśmowych w miejscu pracy załogi w rejonie skrzyżowań oraz wyniki odnoszące się do pozostałych punktów pomiarowych w tym rejonie. Na podstawie przeanalizowanych badań określono wpływ wyboru miejsca pracy na poziom ekspozycji odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy. Określono również strefy największej emisji hałasu dla analizowanych przykładów.

Słowa kluczowe: Hałas, przenośnik taśmowy, odstawa główna-poziomowa

**AN ANALYSIS OF THE INFLUENCE EXERTED BY A WORKSTATION LOCATED
NEAR THE BELT CONVEYORS' JUNCTIONS
IN THE MAIN VERTICAL TRANSPORT SYSTEM IN A HARD COAL MINE
ON THE LEVEL OF EXPOSURE TO NOISE – CASE STUDY**

Abstract: The publication regards a negative influence of noise at workstations located near the conveyor belts' junctions in the main vertical transport system of a hard coal mine. In the work the results of measurements of noise intensity at selected belt conveyor service stations in the vicinity of junctions as well as the results referring to the remaining measurement points in this area have been presented and discussed. On the basis of the analyzed investigations, an influence of a workplace selection on the level of exposure during an 8-hour work-time has been determined. Also zones characterized by the highest noise emission have been identified for the analyzed cases.

Key words: Noise, belt conveyor, main vertical transport system

dr inż. Marek PROFASKA
Politechnika Śląska
Wydział Górnictwa i Geologii
Instytut Mechanizacji Górnictwa
ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice
e-mail: Marek.Profaska@polsl.pl

17

ANALIZA WPŁYWU ZMIAN WYBRANYCH PARAMETRÓW SKRAWANIA NA POZIOM SYGNAŁU WIBROAKUSTYCZNEGO – STUDIUM PRZYPADKU

17.1 WPROWADZENIE

W nowoczesnych procesach produkcyjnych kluczowe znaczenie ma zachowanie wysokiej jakości wytwarzanych wyrobów przy jednoczesnej optymalizacji ogólnie pojętych kosztów. Tendencja do minimalizowania kosztów coraz mocniej dotyka polską branżę górniczą, która w obliczu zagrożenia konkurencyjnego, stara się utrzymać rentowność. Zakłady górnicze redukując koszty produkcji, poszukują urządzeń spełniających aktualne podstawowe wymagania bezpieczeństwa, wydajności i niezawodności przy jednocześnie niskiej cenie. Zjawisko to przekłada się bezpośrednio na producentów urządzeń i ich dostawców. Wobec aktualnych tendencji do minimalizowania kosztów, a więc również kosztów po stronie środków produkcji, pojawia się konieczność prowadzenia analizy stosowanych dotychczas procesów produkcyjnych celem ich optymalizacji pod kątem zwiększenia wydajności, przy zachowaniu dotychczasowej wysokiej jakości wyrobów.

W każdej dziedzinie produkcji, również w obróbce mechanicznej, dąży się do zwiększenia wydajności i efektywności produkcji. Ten wskaźnik jest kluczowy w utrzymaniu konkurencyjności działania firmy na rynku. Wymagania dotyczące wydajności produkcji są realizowane przez rozwiązania konstrukcyjne maszyn, wyposażenie w dodatkowe urządzenia dla zwiększenia ich niezawodności i trwałości, maksymalizację parametrów obróbki (duża prędkość skrawania i duża wydajność ubytkowa) i skracanie czasów pomocniczych (krótki czas wymiany narzędzi). Obniżenie kosztów narzędzi daje nieznaczne obniżenie jednostkowego kosztu wyrobu, natomiast zwiększenie parametrów skrawania o 20% skutkuje spadkiem kosztów wykonania jednego przedmiotu i uzyskanie oszczędności rzędu 10% [6, 8, 9]. Zwiększenie parametrów skrawania może się odbyć tylko pod warunkiem zachowania dotychczasowej jakości obróbki, a więc musi być zbadane pod kątem występowania nieskorzystnego wpływu na obrabiany materiał lub cały proces. Niekontrolowane zwiększenie parametrów skrawania oprócz zwiększenia wydajności może skutkować pojawieniem się nieoczekiwanych wad, takich jak: utrata jakości obrobionej powierzchni (zwię-

kszenie chropowatości), szybsze zużywanie się narzędzi, szybsze zużywanie się elementów obrabiarki lub jej przeciążenie, wzrost temperatury w miejscu skrawania i spowodowane tym wyłuszczenie się narzędzia skrawającego [6]. Każda z wymienionych wad ma wpływ na emitowany poziom drgań i hałasu. Z tego wynika, że do wyznaczenia korzystnych parametrów skrawania może być pomocne zbadanie drgań i hałasu emitowanego podczas obróbki. Badanie takie można wykonać metodami wibroakustycznymi [1, 2, 4, 5, 7] mierząc i analizując zmiany emisji drgań lub hałasu w zależności od ustawionych parametrów skrawania.

17.2 WYBÓR I OPIS METODY BADAWCZEJ

Przedmiotem badań jest poziom drgań generowany przez tarcie noża tokarskiego (płytki z węglika spiekanego) o element obrabiany podczas operacji toczenia i planowania przy zadanych parametrach skrawania. Dodatkowym celem badania jest określenie takich parametrów skrawania, przy których poziom drgań jest najmniejszy.

Poszczególne operacje obróbki będą powtarzane ze zmiennymi parametrami skrawania. Badanie zostanie przeprowadzone na wcześniej przygotowanych próbkach. Do badania wyselekcjonowano próbki wykazujące największą podatność na generowanie drgań. Zaobserwowano, że pomimo stosowania identycznych parametrów skrawania kształt niektórych elementów znacząco wpływa na generowanie drgań. Najprostszym przykładem jest stalowy pręt i rura cienkościenna o takiej samej średnicy toczenia. Rura wykazuje dużo większą tendencję do generowania drgań niż pręt. Ze względu na generowanie drgań i hałasu dobór parametrów skrawania powinien uwzględniać także kształt (formę) obrabianego elementu. Z wieloletnich doświadczeń wynika, że największą podatność na generowanie drgań posiadają obrabiane:

- odcinki rur okrągłych lub tulei, których długość jest około dwa razy większa od średnicy oraz o grubości ścianki między 5 a 15 mm,
- „flansze” stalowe do produkcji kołnierzy przyłączeniowych podczas obrabiania z dużym zabiorem,
- dławice cylindrów zaworów redukcyjnych podczas wytaczania rowków pod uszczelnienia.

Wyniki badań powinny pomóc przy doborze optymalnych parametrów skrawania metali podczas toczenia, wytaczania i planowania. Wyniki badań zostaną również wzięte pod uwagę w aspekcie poprawy warunków pracy tokarzy, którzy znajdują się najbliżej źródła emisji drgań i hałasu.

Wybrane operacje te zostaną przeprowadzone na tokarce uniwersalnej TUR 710 z uchwytem samocentrującym. Tokarka TUR 710 jest tokarką uniwersalną, przeznaczoną do wykonywania różnorodnych robót tokarskich, zarówno w produkcji seryjnej jak i jednostkowej (rys. 17.1).

Sztywna budowa, duża moc silnika i szeroki zakres obrotów wrzeciona pozwala obrabiać zgrubnie i wykańczająco wszelkie gatunki stali, żeliwa, metali kolorowych i tworzyw. Na tokarce można nacinać wszystkie ważniejsze gwinty metryczne, calowe, modułowe, i Diametral-Pitch, prawo i lewo-zwojone. Tokarka wyposażona jest w przy-

rzęd do toczenia stożków, pozwala na toczenie stożków do 10 oraz nacinanie gwintów stożkowych. Stożki małej zbieżności można toczyć przy przesunięciu poprzecznym konika. Stożki krótkie o dowolnej zbieżności można toczyć przy obrocie o odpowiedni kąt suportu górnego. Wrzeciono tokarki otrzymuje napęd od silnika umieszczonego z tyłu lewej nogi za pośrednictwem klinowej przekładni paskowej i przekładni zębatych umieszczonych we wrzecienniku. Tokarka posiada szybki posuw suportu wzdłużnego i poprzecznego, co wpływa na sprawniejsze i ekonomiczniejsze wykorzystanie tokarki. Prowadnice łoża mogą być powierzchniowo hartowane lub nie w zależności od zamówienia.



Rys. 17.1 Obiekt badań – Tokarka TUR 710

17.3 PARAMETRY SKRAWANIA

Dobór parametrów skrawania dla określonej operacji uzależniony jest głównie od rodzaju obrabianego materiału, rodzaju obróbki, narzędzia, typowymiaru płytki oraz rodzaju i stanu obrabiarki. Znajomość materiału obrabianego i jego własności, ma duże znaczenie w doborze optymalnych parametrów skrawania i gatunku węgla spiekane. Przy występującej olbrzymiej ilości materiałów obrabianych podanie dokładnych parametrów skrawania dla każdego z nich jest niemożliwe. W związku z tym wszelkiego rodzaju zalecenia obejmujące parametry skrawania mogą mieć jedynie charakter wstępnych informacji, które wymagają każdorazowo dopasowania do konkretnej operacji.

Należy pamiętać, że w celu uzyskania najkorzystniejszego okresu trwałości ostrza, zachowując zadaną wydajność skrawania, dokonuje się doboru parametrów skrawania w kolejności odwrotnej do ich wpływu na intensywność zużycia ostrza. Tak więc ustala się możliwie dużą głębokość skrawania (ap), dobiera się możliwie duży posuw (fn) i do tych parametrów dobiera się odpowiednią prędkość skrawania (vc), (najczęściej odpowiadającą ekonomicznemu okresowi trwałości ostrza).

17.4 APARATURA POMIAROWA

Do pomiarów wykorzystano cyfrowy czterokanałowy miernik poziomu wibracji i dźwięku SVAN 948 produkcji firmy SVANTEK. Przyrząd ten umożliwia również szerokopasmową i wąskopasmową analizę sygnałów pomiarowych. Doskonale nadaje

się do monitorowania stanu maszyn, do wykonywania pomiarów drgań wpływających na człowieka, do wielopunktowego pomiaru hałasu itp. Przyrząd posiada wiele wbudowanych filtrów cyfrowych umożliwiających wykonywanie powyższych zadań oraz może być dostarczany z różnymi przetwornikami drgań, zarówno jednoosiowymi, jaki i trójosiowymi.

17.5 PRÓBKA DO BADAŃ

Przy doborze próbek do badań kierowano się głównie intensywnością drgań jakie te próbki mogą generować i przenosić. Z nabytego doświadczenia wynika, że szczególnie intensywne drgania występują podczas obrabiania elementów długich cienkościennych. Takimi elementami są odcinki rur. Dlatego próbka została wykonana z rury ze stali węglowej konstrukcyjnej w gatunku S235JR metodą walcowania na gorąco bez szwu o wymiarach $\varnothing 121,0 \times 12,5$ o długości całkowitej 300 mm.

17.6 METODA BADAWCZA

Badanie wykonano metodą pomiaru drgań za pomocą czterokanałowego elektronicznego miernika drgań SVAN948 wyposażonego w trójosiowy czujnik drgań. Pomiar drgań został wykonany na elementach tokarki TUR 710 podczas procesu toczenia, a dokładniej, planowania próbki za pomocą noża tokarskiego, składanego z płytką z węgla spiekane przy zadanych parametrach skrawania. Wykonano 18 pomiarów dla różnych parametrów skrawania i dwu różnych miejsc mocowania czujnika.

Badanie przeprowadzone zostało maju 2013 w siedzibie firmy SUPRA S.C. w Wodzisławiu Śląskim przy ul. Brzozowej 20. Obiektem badań była tokarka TUR 710, która stanowi wyposażenie tokarni nr 1 w firmie SUPRA. Próbka została umieszczona w uchwycie trójszczękowym samocentrującym tokarki TUR 710. W celu oddania rzeczywistych warunków obróbki wysunięcie rury z uchwytu wynosi 206 mm. Ze względu na możliwość występowania drgań i rezonansu rura powinna być chwycona uchwytem najbliżej miejsca obróbki. Jednak wsunięcie rury głębiej do wrzeciona nie jest możliwe. Średnica wewnętrzna wrzeciona tokarki wynosi $\varnothing 90$, więc jest mniejsza od średnicy rury. Z kolei stosowanie podtrzymki do obrabiania elementów długich też nie jest możliwe, gdyż wystający odcinek rury jest za krótki. Dlatego jedynym racjonalnym sposobem redukcji drgań podczas obróbki jest odpowiedni dobór narzędzi skrawających i parametrów skrawania. Badanie było prowadzone cyklicznie dla kolejnych kombinacji trzech podstawowych parametrów skrawania, którymi są:

- prędkość obrotowa wrzeciona n ,
- posuw fn ,
- głębokość skrawania ap .

Mając na względzie literaturę fachową [3, 10] oraz doświadczenie w produkcji armatury ze stali konstrukcyjnej, zaproponowano parametry skrawania, które powinny jasno zobrazować różnice w generowaniu drgań podczas obróbki skrawaniem. Zbiorcze zestawienie parametrów skrawania dla poszczególnych pomiarów przedstawia

tabela 17.1.

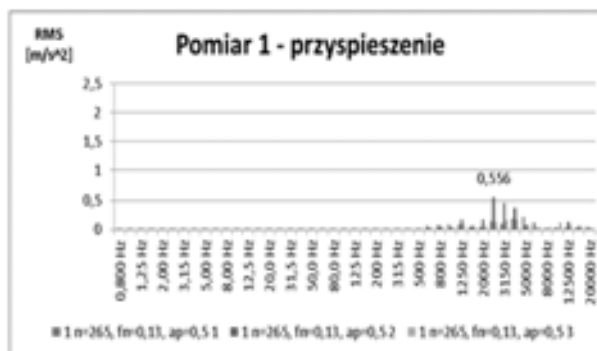
Tabela 17.1 Parametry skrawania dla poszczególnych pomiarów

Lp.	Miejsce czujnika	Obroty wrzecion n [1/min]	Posuw fn [mm/obr]	Głębokość skrawania ap [mm]
1.	Na wrzecienniku	265	0,13	0,5
2.		265	0,19	0,5
3.		265	0,20	0,5
4.		265	0,21	0,5
5.		335	0,19	0,5
6.		335	0,20	0,5
7.		335	0,21	0,5
8.		335	0,24	0,5
9.	Na imaku	425	0,13	0,5
10.		425	0,13	1,0
11.		425	0,20	0,5
12.		425	0,24	0,5
13.		335	0,13	1,0
14.		335	0,19	1,0
15.		335	0,24	1,0
16.		265	0,13	1,0
17.		265	0,19	1,0
18.		265	0,24	1,0

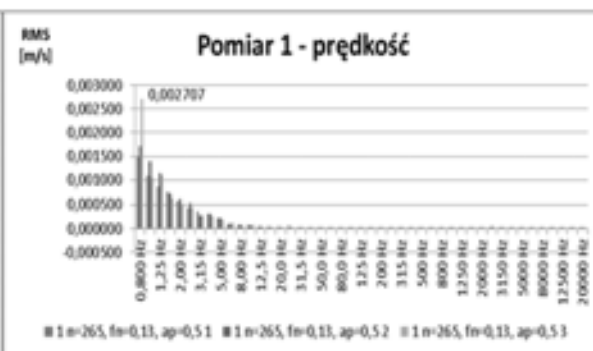
17.7 ZESTAWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Wyniki pomiarów przedstawiono na rysunkach od 17.1 do 17.36 w formie wykresów kolumnowych. Każdy z wykresów zawiera trzy serie danych rozróżnionych kolorami. Serie danych nazwano wg schematu: pierwsza cyfra – nr pomiaru, n , f_n , a_p – parametry skrawania, ostatnia cyfra – numer serii (osi czujnika drgań).

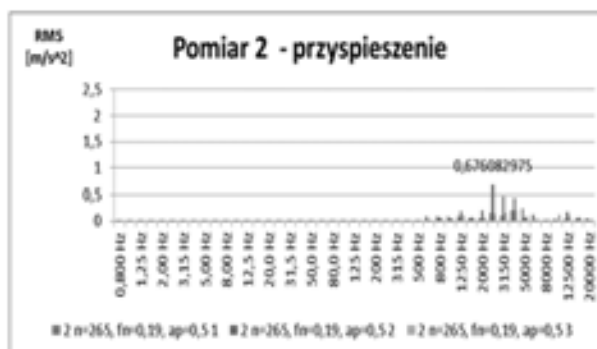
Dla każdego pomiaru kolejne wykresy przedstawiają skorygowane w dziedzinie częstotliwości maksymalne wartości skuteczne (RMS) przyspieszenia drgań lub inaczej są to maksymalne skorygowane przyspieszenia drgań wyrażone w m/s^2 oraz skorygowane w dziedzinie częstotliwości maksymalne wartości skuteczne (RMS) prędkości drgań lub inaczej są to maksymalne skorygowane prędkości drgań wyrażone w m/s .



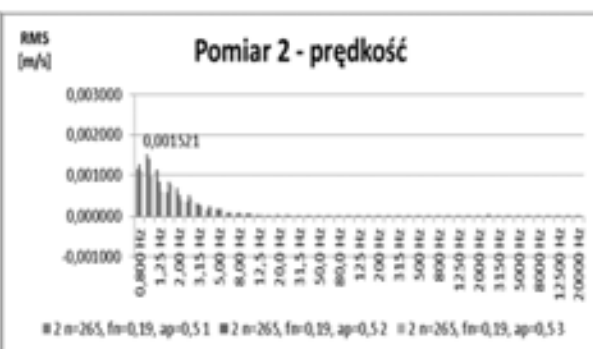
Rys. 17.1 Pomiar nr 1 - przyspieszenie



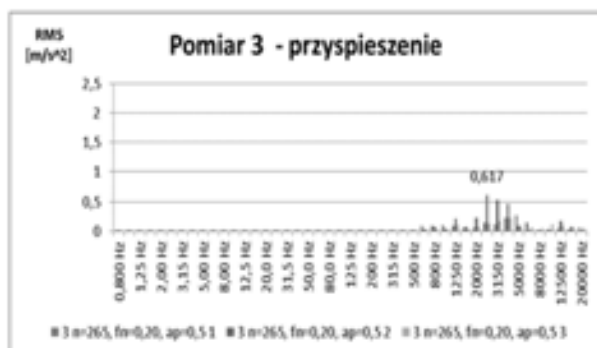
Rys. 17.2 Pomiar nr 1 - prędkość drgań



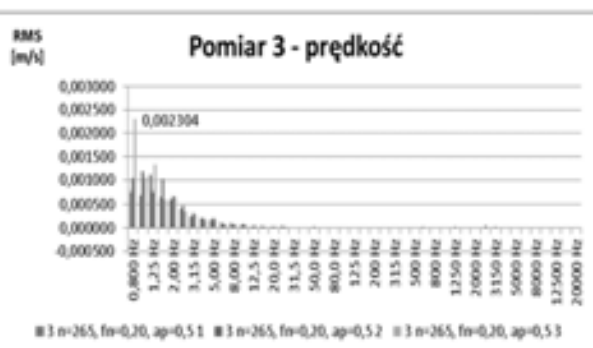
Rys. 17.3 Pomiar nr 2 - przyspieszenie



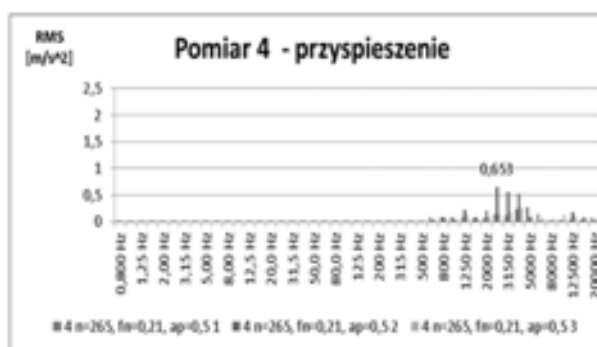
Rys. 17.4 Pomiar nr 2 - prędkość drgań



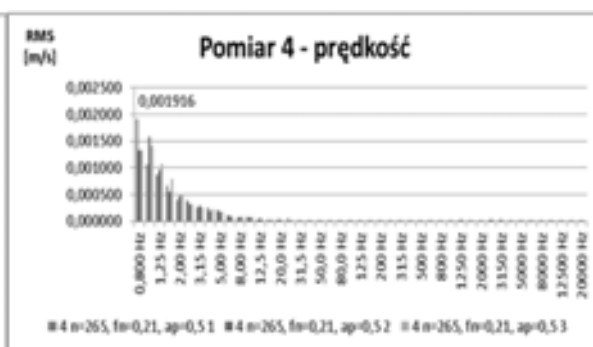
Rys. 17.5 Pomiar nr 3 - przyspieszenie



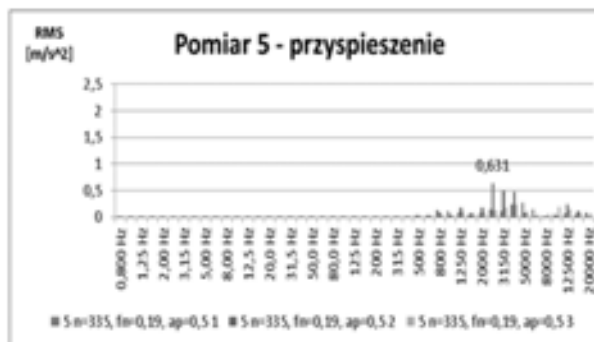
Rys. 17.6 Pomiar nr 3 - prędkość drgań



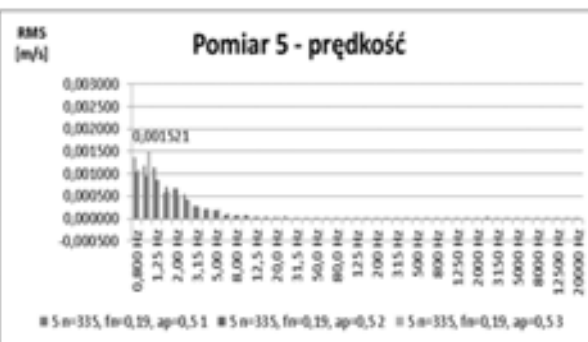
Rys. 17.7 Pomiar nr 4 - przyspieszenie



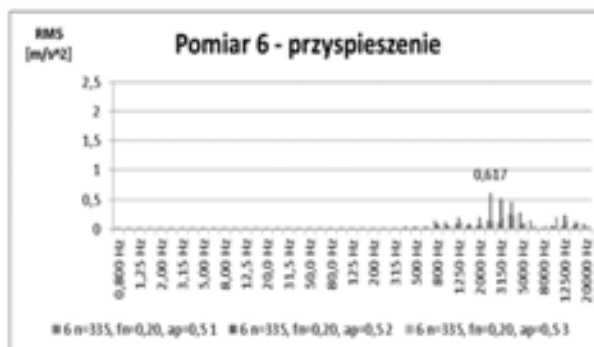
Rys. 17.8 Pomiar nr 4 - prędkość drgań



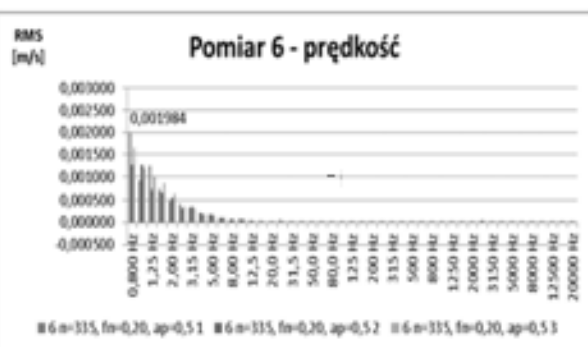
Rys. 17.9 Pomiar nr 5 - przyspieszenie



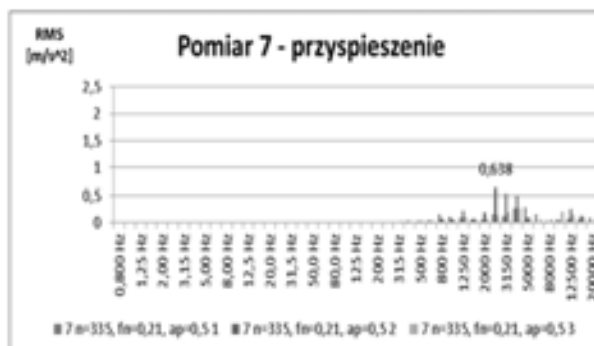
Rys. 17.10 Pomiar nr 5 - prędkość drgań



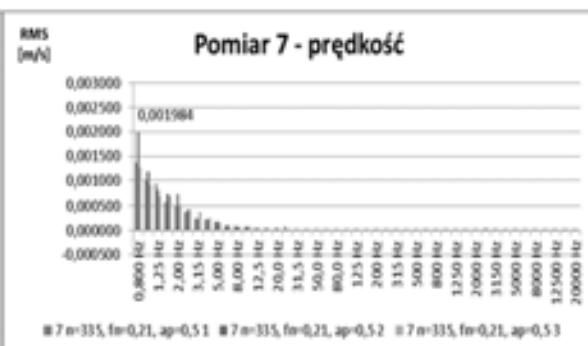
Rys. 17.11 Pomiar nr 6 - przyspieszenie



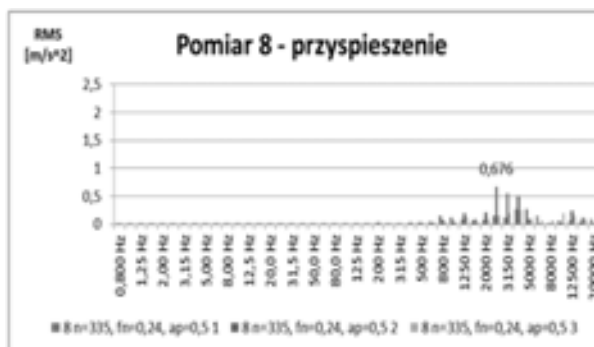
Rys. 17.12 Pomiar nr 6 - prędkość drgań



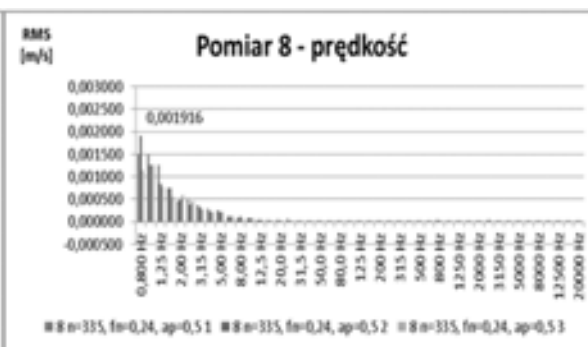
Rys. 17.13 Pomiar nr 7 - przyspieszenie



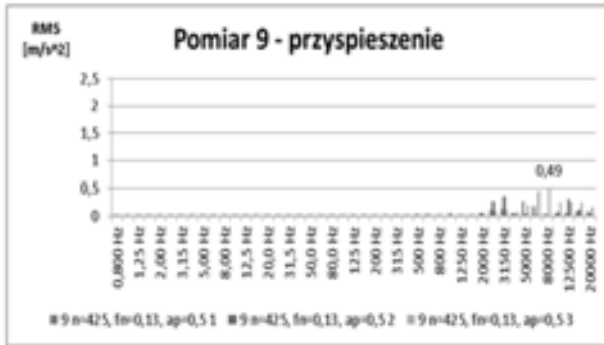
Rys. 17.14 Pomiar nr 7 - prędkość drgań



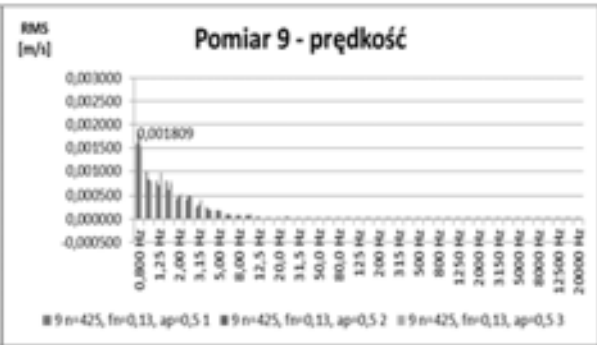
Rys. 17.15 Pomiar nr 8 - przyspieszenie



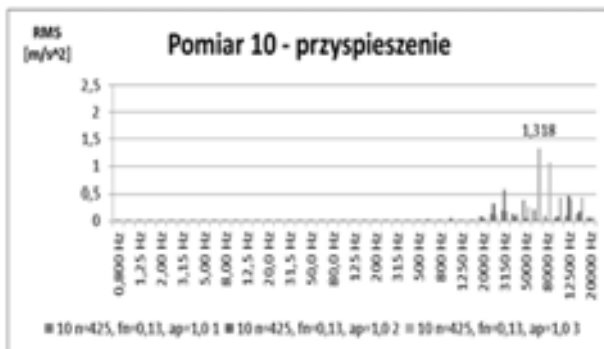
Rys. 17.16 Pomiar nr 8 - prędkość drgań



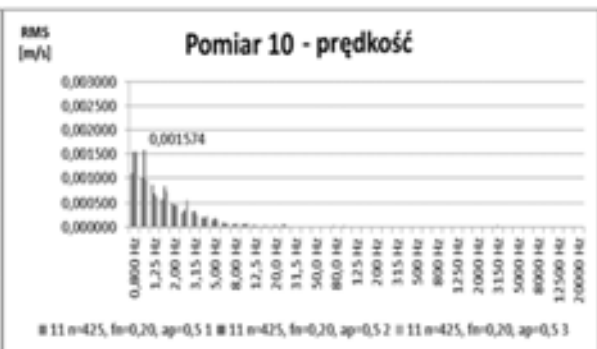
Rys. 17.17 Pomiar nr 9 – przyspieszenie



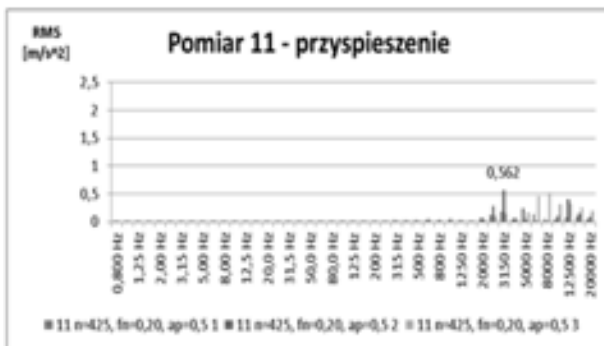
Rys. 17.18 Pomiar nr 9 – prędkość drgań



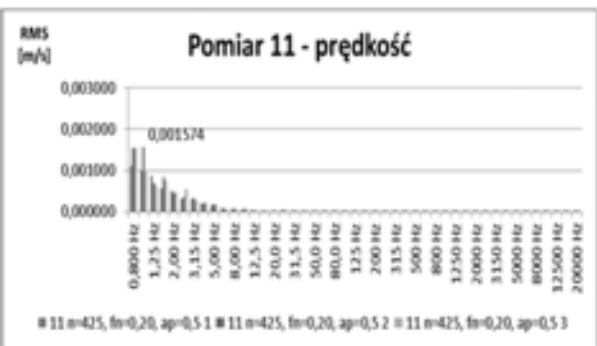
Rys. 17.19 Pomiar nr 10 – przyspieszenie



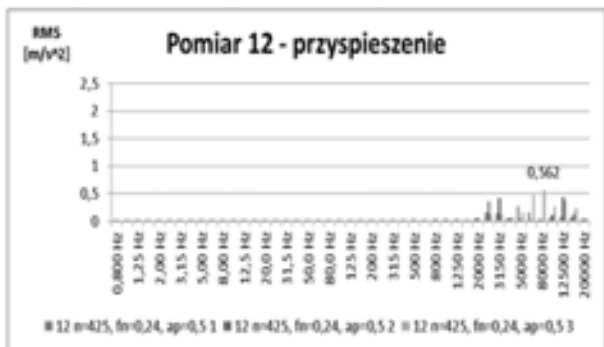
Rys. 17.20 Pomiar nr 10 – prędkość drgań



Rys. 17.21 Pomiar nr 11 – przyspieszenie



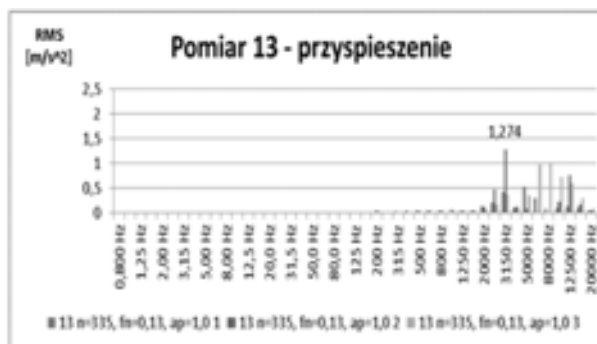
Rys. 17.22 Pomiar nr 11 – prędkość drgań



Rys. 17.23 Pomiar nr 12 – przyspieszenie



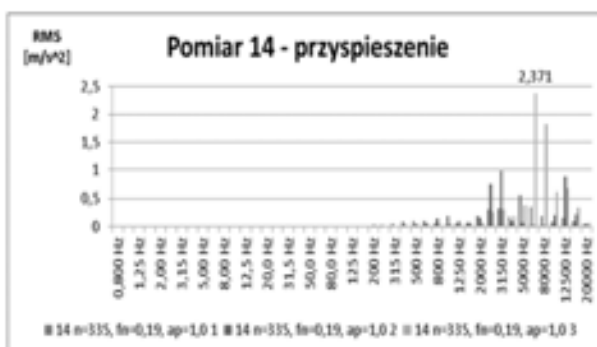
Rys. 17.24 Pomiar nr 12 – prędkość drgań



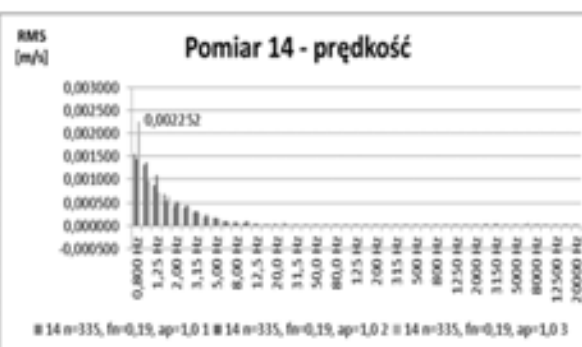
Rys. 17.25 Pomiar nr 13 - przyspieszenie



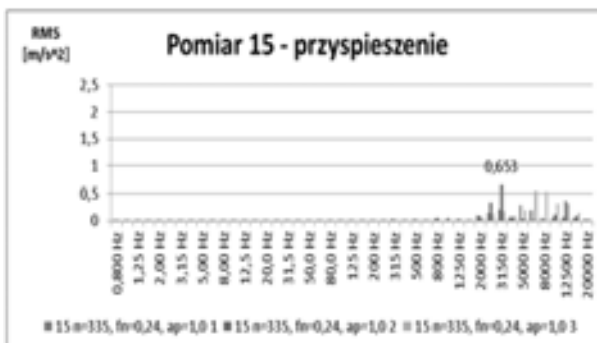
Rys. 17.26 Pomiar nr 13 - prędkość drgań



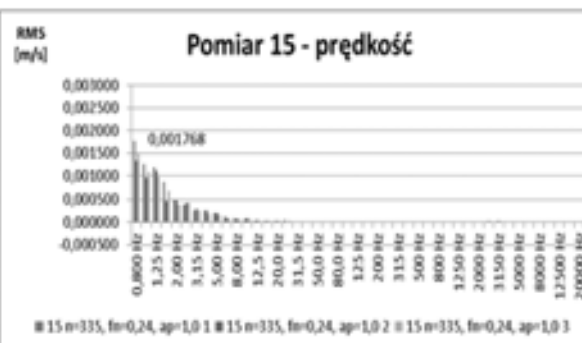
Rys. 17.27 Pomiar nr 14 - przyspieszenie



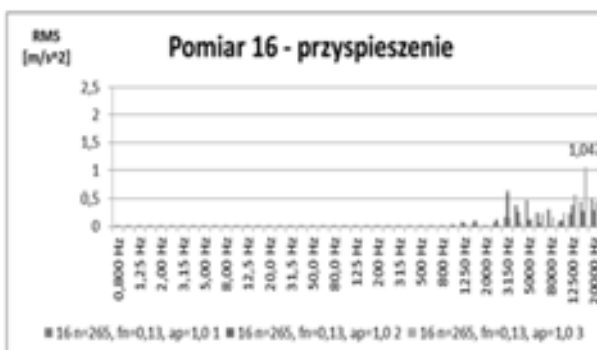
Rys. 17.28 Pomiar nr 14 - prędkość drgań



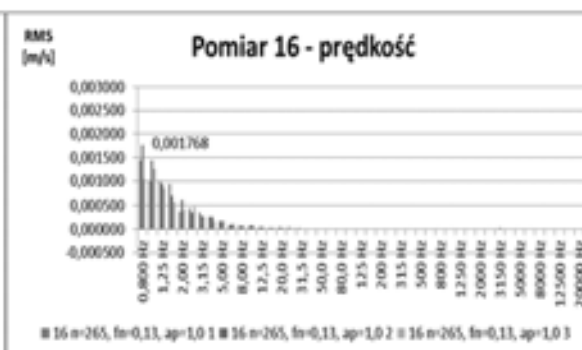
Rys. 17.29 Pomiar nr 15 - przyspieszenie



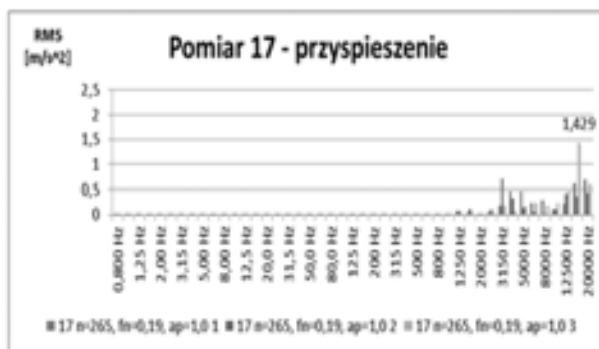
Rys. 17.30 Pomiar nr 15 - prędkość drgań



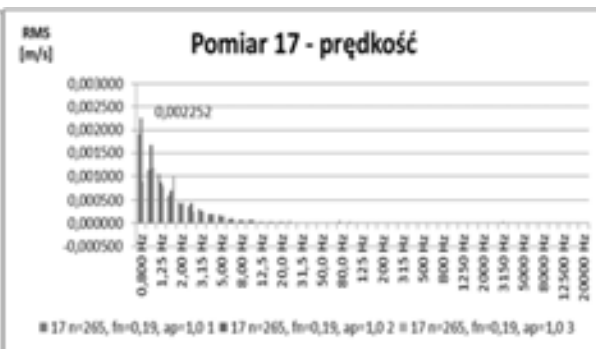
Rys. 17.31 Pomiar nr 16 - przyspieszenie



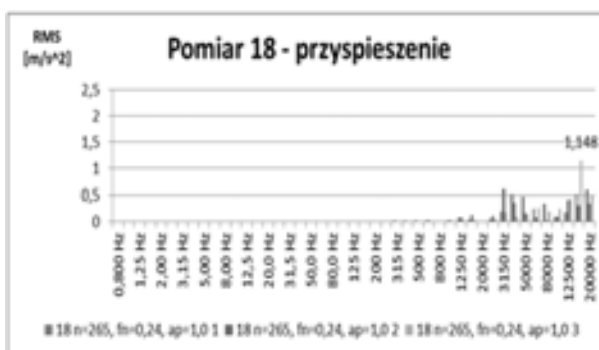
Rys. 17.32 Pomiar nr 16 - prędkość drgań



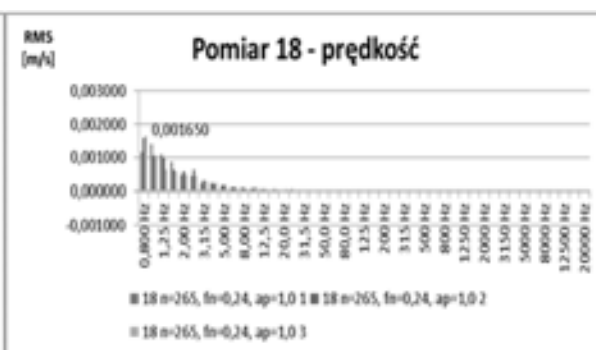
Rys. 17.33 Pomiar nr 17 - przyspieszenie



Rys. 17.34 Pomiar nr 17 - prędkość drgań



Rys. 17.35 Pomiar nr 18 - przyspieszenie



Rys. 17.36 Pomiar nr 18 - prędkość drgań

17.8 ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Po przeanalizowaniu powyższych wykresów można stwierdzić, że wartości skuteczne przyspieszeń drgań w rozpatrywanym przypadku są zmieniają wartości w zakresie częstotliwości od 800 Hz do 20000 Hz. W pozostałej części widma częstotliwości wartości skuteczne przyspieszeń drgań mieszają się w przedziale od 0 do 0,01 m/s².

Wykresy przedstawiają również wyraźne różnice między wartościami skutecznymi przyspieszeń drgań w poszczególnych osiach pomiarowych czujnika drgań. W przypadku pomiarów o numerach od 1 do 8 charakterystyczne są relatywnie małe wartości skuteczne przyspieszeń drgań w kanale numer 3. Kanał ten obrazuje wartości skuteczne przyspieszeń drgań w osi numer 3 czujnika drgań. Jak wynika z rys. 17.25, oś numer 3 jest osią pionową. Świadczy to o występowaniu niewielkich drgań w tej osi, co jest spowodowane mocnym bezpośrednim utwierdzeniem obudowy tokarki do jej fundamentu betonowego.

Mimo różnic w parametrach posuwu, wartości skuteczne przyspieszeń drgań w pomiarach numer 1 do 8 (rys. 17.1-17.16) są porównywalne i osiągają maksymalną wartość około 0,6 m/s². Wartości te osiągane są w osi numer 2 równoległej do osi wrzeciona tokarki. Można przypuszczać, że drgania zarejestrowane przez czujnik w tym kierunku generowane są w miejscu planowania końcówki rury. Jedynymi bliskimi elementami mogącymi generować drgania są koła zębate w skrzynce prędkości obrotowej wrzeciona. Jednak osie obrotu wszystkich kół tej przekładni są równoległe do osi numer 2 czujnika, więc ich wpływ na generowanie drgań w tej osi można uznać

za znikomy. Pozostałe przyczyny powstania tych drgań można wykluczyć.

Pomiary numer 1 do 8 (rys. 17.1-17.16) wykazały znaczące wartości skuteczne drgań w widmie częstotliwości 500 Hz do 20000 Hz, co stanowi szersze spektrum niż zaobserwowano w kolejnych pomiarach. Następne pomiary z czujnikiem przymocowanym do imaka ujawniły występowanie przyspieszeń drgań w zakresie 1000 Hz do 20000 Hz. Traktując zakresy częstotliwości jako zbiory liczbowe i odejmując je od siebie otrzymamy zbiór częstotliwości w zakresie 500 Hz do 1000 Hz, w którym drgania generowane są jedynie przez przekładnię tokarki.

W pomiarach numer 9 do 18 (rys. 17.17 - 17.36) na widać dużo wyraźniej zależności drgań od parametrów skrawania. Wpływ na to miało umieszczenie czujnika drgań na imaku, a więc bardzo blisko noża tokarskiego, który generuje i przenosi drgania.

Ciekawym zjawiskiem jest uaktywnienie się w tym przypadku drgań w osi nr 3. Drgania w osi numer 3 (pionowej) mogły wystąpić ze względu na bliskość noża tokarskiego drgającego w płaszczyźnie, w której leży oś 3, a jednocześnie prostopadłej do osi wrzeciona tokarki. Duża liczba par kinematycznych dzieląca imak od stabilnego betonowego fundamentu powoduje mniejsze tłumienie drgań.

Interesującym przypadkiem jest porównanie pomiaru numer 9 i 10 (rys. 17.17-17.20). Zmiana parametrów skrawania polegała tu na zwiększeniu głębokości skrawania z 0,5 mm do 1,0 mm. Na wykresie zmiana ta spowodowała znaczny wzrost wartości skutecznej drgań w osi nr 3 z wartości 0,49 m/s² do wartości 1,318 m/s² w paśmie częstotliwości 8000 Hz.

Porównanie pomiaru numer 9 (rys. 17.17-17.18) z pomiarem nr 11 (rys. 17.21-17.22) pokazuje, że zwiększenie posuwu z 0,13 mm/obr do 0,20 mm/obr skutkowało utrzymaniem wartości skutecznej drgań ok. 0,5 m/s² w osi numer 3 w zakresie częstotliwości 8000 Hz oraz wzrostem wartości skutecznej drgań z 0,4 m/s² do 0,56 m/s² w osi numer 2 w paśmie częstotliwości 3150 Hz.

Porównanie pomiaru numer 10 (rys. 17.19) z pomiarem nr 13 (rys. 17.25) pokazuje, że zmniejszenie prędkości obrotowej wrzeciona z 425 do 335 obr/min skutkowało obniżeniem wartości skutecznej drgań z 1,3 m/s² do 1,0 m/s² w osi numer 3 w paśmie częstotliwości 8000 Hz oraz wzrostem wartości skutecznej drgań z 0,6 m/s² do 1,27 m/s² w osi numer 2 w paśmie częstotliwości 3150 Hz.

Warto zwrócić uwagę na pomiar numer 14 (rys. 17.27), podczas którego wartość skuteczna drgań osiągnęła 2,371 m/s² w osi numer 3 w paśmie częstotliwości 8000 Hz. Wynik ten stanowi pewną anomalię na tle pozostałych gdyż jest o ok 1,0 m/s² większy od drugiego najwyższej wartości skutecznej drgań 1,3 m/s² w pomiarze numer 10 (rys. 17.19) w tym samym paśmie częstotliwości. Anomalia może wynikać z wystąpienia wad materiałowych podczas obróbki lub niewłaściwego załamania się wióra.

Porównanie pomiaru numer 14 (rys. 17.27) z pomiarem nr 16 (rys. 17.31) pokazuje, że prawie dwukrotne zwiększenie posuwu z 0,13 mm/obr do 0,24 mm/obr skutkowało niewielkim wzrostem wartości skutecznej drgań z 1,0 m/s² do 1,14 m/s² w osi numer 3 w paśmie częstotliwości 16000 Hz.

Porównanie pomiaru numer 15 (rys. 17.29) z pomiarem nr 16 (rys. 17.31) pokazuje, że zmniejszenie prędkości obrotowej wrzeciona z 335 do 265 obr/min oraz obniżenie wartości posuwu z 0,24 do 0,13 mm/obr skutkowało wzrostem wartości skutecznej drgań z $0,3 \text{ m/s}^2$ do $1,0 \text{ m/s}^2$ w osi numer 3 w paśmie częstotliwości 16000 Hz oraz ogólnym wzrostem wartości skutecznej drgań z $0,5 \text{ m/s}^2$ do $1,1 \text{ m/s}^2$ w osi numer 1, 2, 3 w paśmie częstotliwości 20000 Hz.

Analizując wartości skuteczne prędkości drgań należy zauważyć, że występują one w zakresie częstotliwości od 0,8 Hz do 12 Hz osiągając maksymalną wartość $0,0027 \text{ m/s}$. W pozostałej części widma częstotliwości wartości skuteczne przyspieszeń drgań mieszają się poniżej $0,0001 \text{ m/s}$.

PODSUMOWANIE

Po przeprowadzonej analizie wyników badań można stwierdzić, że dobór odpowiednich parametrów skrawania ma istotny wpływ na procesy wibroakustyczne zachodzące podczas obróbki skrawaniem. Różnice w poszczególnych pomiarach wskazują na nieproporcjonalny stosunek zmian emisji drgań w do zmian parametrów obróbki. Ze względu na wzrost wydajności obróbki można stwierdzić, że w jednym przypadku zmiana głębokości skrawania skutkowałą znaczącym wzrostem drgań, co jest zjawiskiem bardzo niekorzystnym. Z drugiej strony znaczące zwiększenie prędkości obrotowej wrzeciona, posuwu lub głębokości skrawania nie wpływało istotnie na zmianę poziomu emisji drgań. Uwzględniając fakt, że zwiększenie tych parametrów ma znaczący wpływ na wydajność i jakość procesu produkcyjnego, taką nieproporcjonalność można uważać za bardzo korzystną i oczekiwaną.

W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono, że:

- dla obrotów wrzeciona $n=335$ obr/min, głębokości skrawania $a_p=1,0$ mm zwiększenie posuwu z $0,13$ mm/obr do $0,24$ mm/obr skutkowało nieznacznym wzrostem wartości skutecznej drgań z $1,0 \text{ m/s}^2$ do $1,14 \text{ m/s}^2$ w osi numer 3 w paśmie częstotliwości 16000 Hz. Osiągnięto więc wzrost wydajności skrawania o 80% przy wzroście drgań o 14%.
- dla obrotów wrzeciona $n=425$ obr/min, głębokości skrawania $a_p=0,5$ mm zwiększenie posuwu z $0,13$ mm/obr do $0,20$ mm/obr skutkowało niewielkim wzrostem wartości skutecznej drgań z $0,4 \text{ m/s}^2$ do $0,50 \text{ m/s}^2$ w osi numer 2 w paśmie częstotliwości 3150 Hz. Osiągnięto więc wzrost wydajności skrawania o 51% przy 20% wzroście drgań.

Na podstawie powyższych wyników można stwierdzić, że wzrost wydajności obróbki bez wzrostu emisji drgań można realizować poprzez wzrost posuwu f_n . Z przeprowadzonej analizy wynika również, że zwiększenie parametrów skrawania można stosować w celu obniżenia emisji drgań i zmniejszenia chropowatości powierzchni obrobionej. Obniżenie poziomu drgań można osiągać przez zwiększenie parametrów skrawania co do tej pory wydawało się „nienaturalne”. Z kolei w innych pomiarach zwiększenie parametrów skrawania zgodnie z oczekiwaniami powodowało znaczny wzrost wartości skutecznej drgań. Jednak z osiemnastu wykonanych pomiarów

trudno jest wykazać jednoznaczne zależności jakie decydują o wartości generowanych drgań podczas toczenia. W badaniu jako zmienne przyjęto jedynie trzy podstawowe parametry skrawania. Pamiętać należy, że zmiennych parametrów obróbki skrawaniem jest co najmniej kilkanaście a dodatkowo wpływ na jej przebieg ma też między innymi kształt ostrza płytki, promień zaokrąglenia ostrza noża, wysunięcie noża, rodzaj obrabianego materiału, kształt obrabianego materiału, sposób chłodzenia i smarowania ostrza noża, sposób mocowania noża, sposób mocowania materiału w uchwycie.

LITERATURA

- 1 Cempel C.: Wibroakustyka stosowana. PWN, Warszawa 1989.
- 2 Cempel C., Tomaszewski F.: Diagnostyka maszyn. Zasady ogólne. Przykłady zastosowań., MCNEMT, Radom 1992.
- 3 Dudik K., Górski E.: Poradnik tokarza. Wydanie XII., WNT, Warszawa 2008.
- 4 Engel Z.: Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem. PWN, Warszawa 2001.
- 5 Engel Z.: Wibroakustyka – jedna z dziedzin nauki XXI wieku, *Bezpieczeństwo Pracy* 4/2003, 10-12.
- 6 Engel Z.: Wibroakustyka – polska specjalność naukowa, <http://www.wibroakustyka.agh.edu.pl/wibroakustyka.php>, [dostęp: 28.03.2014].
- 7 Engel Z. (red.): Wibroakustyka maszyn i środowiska – tom XXVII. Wydawnictwo Wiedza i Życie, Warszawa 1995.
- 8 Katalog Baildonit 2013. Płytki wieloostrzowe i narzędzia składane do toczenia i frezowania, Sandvik Polska Sp. z o.o., 2013.
- 9 Magazyn Przemysłowy, październik 2013, str. 38-41.
- 10 Rejmer B. i inni.: Mały poradnik mechanika. Tom I i II. Wydanie XVIII, Warszawa 1994.

ANALIZA WPŁYWU ZMIAN WYBRANYCH PARAMETRÓW SKRAWANIA NA POZIOM SYGNAŁU WIBROAKUSTYCZNEGO – STUDIUM PRZYPADKU

Streszczenie: W każdej dziedzinie produkcji, również w obróbce mechanicznej, dąży się do zwiększenia jej wydajności i efektywności. Do wyznaczenia optymalnych parametrów skrawania, może być pomocne określenie poziomu sygnału wibroakustycznego emitowanego podczas obróbki. W publikacji przedstawiono badania wpływu wybranych parametrów skrawania na poziom sygnału wibroakustycznego, przy obróbce odcinka rury bezszwowej, ze stali węglowej konstrukcyjnej w gatunku S235JR na tokarce uniwersalnej.

Słowa kluczowe: Diagnostyka, obróbka skarawaniem, parametry skarawania

AN ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF CHANGES IN SELECTED MACHINING PARAMETERS ON THE LEVEL OF VIBROACOUSTIC SIGNAL – CASE STUDY

Abstract: In each area of production, including machining, one strives to increase efficiency and effectiveness. Determining the level of a vibroacoustic signal emitted in the machining process could help to establish optimal machining parameters. The publication presents investigations into the influence of selected machining parameters on the level of vibroacoustic signal in the process of machining a seamless pipe made of structural carbon steel – grade S235JR, using a universal lathe.

Key words: Vibroacoustics, machining, machining parameters

dr inż. Marek PROFASKA
Politechnika Śląska
Wydział Górnictwa i Geologii
Instytut Mechanizacji Górnictwa
ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice
e-mail: marek.profaska@polsl.pl

mgr inż. Łukasz DOMAGAŁA
Firma „SUPRA” S.C.
ul. Brzozowa 20, 44-300 Wodzisław Śląski

18

TECHNOLOGIE UTYLIZACJI ŻUŻLI METALURGICZNYCH – STUDIUM LITERATUROWE

18.1 WPROWADZENIE

Żużle są produktami ubocznymi procesów hutniczych i w zależności od rodzaju procesu, składu chemicznego, rodzaju materiału ogniotrwałego używanego do budowy pieca różnią się składem chemicznym mineralogicznym. Żużle metalurgiczne są coraz częściej obiektem zainteresowania pod kątem możliwości ich utylizacji, zwłaszcza jako materiałów do produkcji różnego rodzaju kruszyw [2, 3, 10]. Prowadzone są prace badawcze dotyczące zagospodarowania żużli zarówno z bieżącej produkcji hutniczej jak i żużli zdeponowanych na składowiskach. Liczne są badania mineralogiczno-chemicznego składu żużli.

18.2 ŻUŻLE Z HUTNICTWA ŻELAZA

W hutnictwie żelaza najszerzej rozpowszechnione są dwa typy żużli:

- żużle wielkopieczowe powstałe przy produkcji surówki
- żużle konwertorowe (stalownicze) powstałe w trakcie wytapiania stali.

Żużel wielkopieczowy

Dawniej, po zakończeniu wytopu surówki w wielkim piecu, żużel w stanie ciekłym, był spuszcany do kadzi i wywożony na hałdy, gdzie po wylaniu spływał po zboczach i podlegał studzeniu w warunkach powietrznych. W trakcie chłodzenia dochodzi do krystalizacji szeregu minerałów, głównie takich jak:

- krzemiany magnezu i wapnia
- glinokrzemiany magnezu i wapnia
- tlenki żelaza, manganu i magnezu.

Żużel wielkopieczowy może też być szybko chłodzony wodą; wówczas ulega granulacji i tworzy się porowata struktura zastygłego materiału.

Podczas procesu szybkiego kontrolowanego chłodzenia można wytwarzać żużel spieniony, który tworzy gąbczasty materiał stosowany do produkcji kruszywa lekkiego.

Żużel jest zespołem mineralnym o bardzo skomplikowanym składzie. W praktyce, 95% składu mineralnego stanowią dwa typy krzemianów wapniowo-magnezowych:

1. Pirokrzemiany:

- Akermanit – $\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{Si}_2\text{O}_7)$
- Galenit – $\text{Ca}_2\text{Al}(\text{AlSi}_2\text{O}_7)$

2. Ortokrzemiany:

- Merwinit – $\text{Ca}_3\text{Mg}(\text{SiO}_4)$
- Menticelit – $\text{CaMg}(\text{SiO}_4)$

W trakcie powolnego stygnięcia w powietrzu, ortokrzemiany wapniowe podlegają przemianom fazowym przechodząc z niestabilnej fazy α (alfa) do fazy β (beta) i γ (gama), która w warunkach naturalnych jest stabilna.

Żużel konwertorowy

Żużel konwertorowy-stalowniczy jest produktem wytapiania stali. Ciekły żużel z konwertora jest granulowany w celu powolnego zestalania, w trakcie którego w gorącej masie żużlowej krystalizują krzemiany dwu i trzy wapniowe, ferryt wapniowy, wustyt i zanieczyszczenia pochodzące z wsadu.

Możliwości wykorzystania żużli:

- odzysk żelaza z żużli,
- zastosowanie żużli do produkcji materiałów drogowych,
- zastosowanie żużli do produkcji materiałów wiążących.

W pierwszym etapie przerobu żużli stalowniczych odzyskuje się zawarte w nich żelazo, które może występować w formie wolnej jako krople metalu zatrzymane w stygnącym żużlu, bądź jako powstałe w procesie stalowniczym związki chemiczne. Technologia obejmuje dwie zasadnicze operacje: kruszenie żużla i separację magnetyczną. Kruszenie żużla jest prowadzone kilkustopniowo, przy użyciu kruszarek różnego typu i jest operacją wysoko energochłonną i powodującą szybkie zużycie urządzeń [10].

Frakcja niemagnetyczna jest segregowana na przesiewaczach na różne frakcje ziarnowe w zależności od wymagań odbiorców i stosowana w budownictwie drogowym, mieszkaniowym i innym [10]. Możliwość utylizacji żużli związana jest z właściwościami związków chemicznych wchodzących w ich skład, dzięki którym po zmieszaniu z wodą powstają hydraty o dużej wytrzymałości mechanicznej. Związki takie po zmieszaniu z piaskiem lub innym wypełniaczem oraz z wodą tworzą masę lejną, która po pewnym czasie twardnieje i przybiera kształt formy. Dla żużli wielkopieczowych opracowano technologię polegającą na mieszaniu z określonymi ilościami klinkieru, cementu portlandzkiego i gipsu. Otrzymuje się tzw. cement hutniczy, który po stwardnieniu jest odporny na wysokie temperatury i działanie wody. Cementy te stosuje się najczęściej do budowy dużych konstrukcji betonowych [10].

Jednym z głównych składników żużli hutniczych – obok tlenków i krzemianów metali – jest szkliwo [2, 3, 8]. Na podstawie badań przeprowadzonych na próbkach żużli pochodzących z hutnictwa stali oraz cynku i ołowiu pobranych ze składowisk na terenie Górnego Śląska ustalono przebieg kolejnych etapów procesu dewitryfikacji szkliwa; od jego zwartej postaci o gładkiej powierzchni do szkliwa przeobrażonego, silnie spękanego o brązowo-czerwonym zabarwieniu. Badając żużle zdeponowane na składowiskach stwierdzono, że szkliwo jest składnikiem najbardziej podatnym na procesy wietrzenia. Na podstawie analizy żużli w mikroobszarach ustalono skład chemiczny szkliwa, który jest zmienny i zależy od rodzaju żużla. Dominują w nich: Si, Al, Fe oraz Ca i Mg. Szkliwo w żużlach stalowniczych zawiera ponadto Mn, P i S, natomiast szkliwo w żużlach po hutnictwie cynku i ołowiu zawiera wiele składników: As, Cd, Cu, Mn, Ni, Pb, Tl, Zn, a także alkalia oraz siarkę.

W tabeli 18.1 podano skład chemiczny szkliwa z żużli po hutniczych stali i Zn-Pb.

Tabela 18.1 Skład chemiczny szkliwa z żużli hutniczych

Pierwiastek	Zawartość pierwiastków w szkliwie, % mas			
	Żuźle z hutnictwa stali		Żuźle z hutnictwa Zn-Pb	
	Zakres	Średnio	Zakres	Średnio
Al	0,36-8,37	2,92	6,12-8,12	6,82
As	-	-	0,20-0,79	-
Bi	-	-	0,01-0,02	-
Br	-	-	0,01	-
C	-	-	0,16-17,25	-
Ca	0,89-13,30	6,34	4,19	-
Cd	-	-	0,03-0,22	-
Cu	-	-	0,01-0,03	0,02
Fe	5,98-23,33	16,01	2,26-3,01	2,60
K	-	-	2,30-7,27	3,73
Mg	0,23-5,79	2,90	0,15	-
Mn	2,40	-	0,75-2,03	1,30
Na	-	-	2,74-5,28	3,72
Ni	-	-	0,01-0,04	0,02
O	54,04-69,99	64,79	41,56-46,60	44,47
P	1,16	-	1,20-3,01	1,93
Pb	-	-	0,03-0,22	0,10
S	0,20-0,65	0,42	2,45-4,68	3,67
Se	-	-	0,53	-
Si	3,05-9,65	5,68	21,84-28,00	25,18
Te	-	-	0,04-0,05	0,04
Ti	-	-	0,10-0,20	0,11
Zn	-	-	0,06-0,08	0,07

Konstanciak A. i Sabela W. w opracowaniu pt.: „Odpady w hutnictwie żelaza i ich wykorzystanie” omawiają nw. główne grupy odpadów powstających w hutnictwie żelaza:

- żużel wielkopiecowy i stalowniczy,
- zgorzelina,
- złom metalowy z walcowni, ze stalowni i z wydziału wielkopiecowego,
- pyły i szlamy.

Największa jest masa żużli. Obecnie, w świecie masa żużla w hutnictwie wynosi około 300 kg na tonę surówki, a w poszczególnych hutach waha się od około 180 kg/t

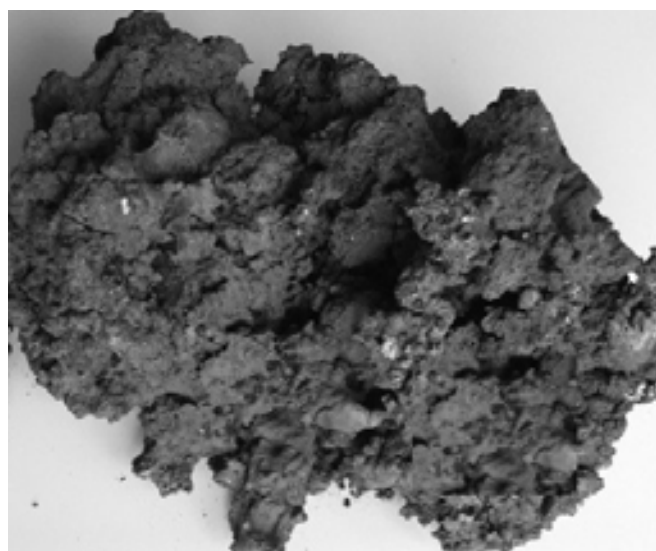
do ponad 400 kg/t. W Polsce jeszcze do 1980r. udział ten wynosił około 700 kg/t, a obecnie waha się między 300 a 400 kg/t surówki. Żużel wielkopiecowy jest stopem (w kolejności zmniejszającej się) CaO, SiO₂, MgO i Al₂O₃ – proporcja tych ostatnich dwu składników zmienia się w poszczególnych hutach, zawartość MgO może być większa lub mniejsza od zawartości Al₂O₃. Te cztery składniki stanowią około 95% masy żużła.

Obecnie cała masa produkowanego żużła wielkopiecowego jest używana w postaci:

- żużła kawałkowego,
- żużła granulowanego,
- pumeksu hutniczego,
- wełny żużlowej.

W Polsce wzrost ilości żużła deponowanego na zwałach trwał do lat sześćdziesiątych XX w. W latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych rozebrano większość zwałów żużła wielkopiecowego, używając ten materiał do budowy dróg jako tłuć. Przy hutach powstały urządzenia do granulacji ciekłego żużła, a cementownie przyzwyczajały się do zastępowania części klinkieru tym granulem. Przy Hucie Sendzimira w Krakowie powstało urządzenie do produkcji lekkiego kruszywa do betonu, tzw. pumeksu hutniczego. W tej hucie zainstalowano także młyn do mielenia żużła do celów rolniczych jako nawozowe wapno żużłowe.

Żużel kawałkowy (rys. 18.1), jest to żużel wolno chłodzony, który po skrzepnięciu kruszy się i klasyfikuje na różne frakcje ziarnowe. Materiał ten stosuje się zamiast naturalnego kamienia budowlanego głównie do budowy dróg. Żużel kawałkowy pozyskuje się ze starych zwałów, na które wylewano z kadzi ciekły żużel. Żużel ten spływał po zboczu zwału i był chłodzony powietrzem.



Rys. 18.1 Żużel kawałkowy-makrostruktura

Żużel wielkopiecowy o podwyższonej zasadowości – CaO : SiO₂ powyżej 1,25÷1,30 może zawierać w swojej strukturze ortokrzemian wapnia 2CaO · SiO₂. Obecność tego związku wpływa na właściwości żużła. Ortokrzemian wapnia zmienia sieć krystaliczną

w czasie chłodzenia przechodząc z fazy α (alfa) w β (beta) przy temperaturze 1415°C i z fazy β (beta) w γ (gama) przy 675°C. Przemiana β w γ jest połączona z około 10% wzrostem objętości co powoduje rozsadzanie żużla na drobne ziarna. Odporne na ten rozpad, zwany rozpadem wapiennym lub chorobą wapienną a czasem rozpadem krzemianowym, są żużle raczej kwaśne o zasadowości $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ poniżej 1,2. Ponieważ przemiana $\beta \rightarrow \gamma$ ulega łatwo przechłodzeniu, rozpad żużla może nastąpić z opóźnieniem. W praktyce stwierdzono, że jeżeli od odlania żużla upłynął 1 miesiąc i żużel nie uległ rozpadowi, to można taki żużel uznać jako trwały.

Obecnie, żużle o zasadowości $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ większej niż 1,20 produkuje się rzadko, a ponadto żużel przed zastosowaniem pozostaje na zwałach. Po wydobyciu ewentualnie rozpadowego żużla ze zwał jest on „zdeklarowany” tzn. jeżeli zawierał ortokrzemian wapnia, to już się rozpadł i podczas klasyfikacji na sitach przejdzie do najdrobniejszej frakcji.



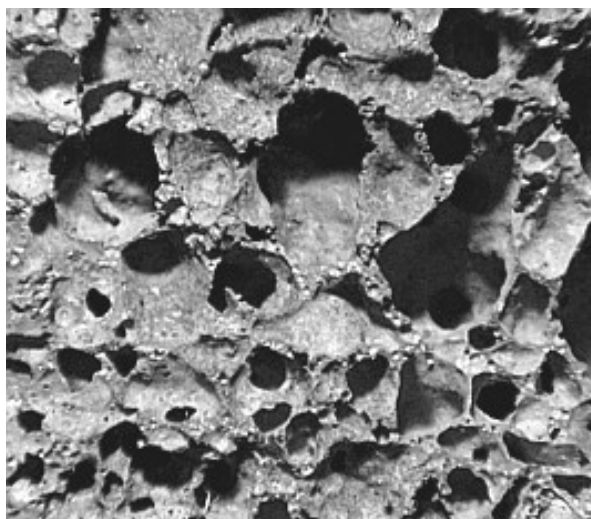
Rys. 18.2 Żużel granulowany – zwałowisko

Żużel granulowany (rys. 18.2), posiada strukturę szklaną i po zmieleniu oraz po dodaniu wody wykazuje własności hydrauliczne, to znaczy zachowuje się podobnie do ceramiki. Im bardziej zmielony jest żużel, tym prędzej przebiega wiązanie wody. Z tego powodu wielkopieczowy żużel granulowany zastępuje w produkcji cementu część klinkieru. Jak wiadomo klinkier produkuje się z zasadowych minerałów, które są spiekane w piecu obrotowym. Zastąpienie części klinkieru żużlem pozwala na ograniczenie zużycia surowców kopalnych oraz pozwala na zmniejszenie kosztów spiekania klinkieru (paliwo, zużycie pieca). Zmniejszenie zużycia surowców kopalnych i ograniczenie emisji spalin i pyłu posiada znaczenie ekologiczne.

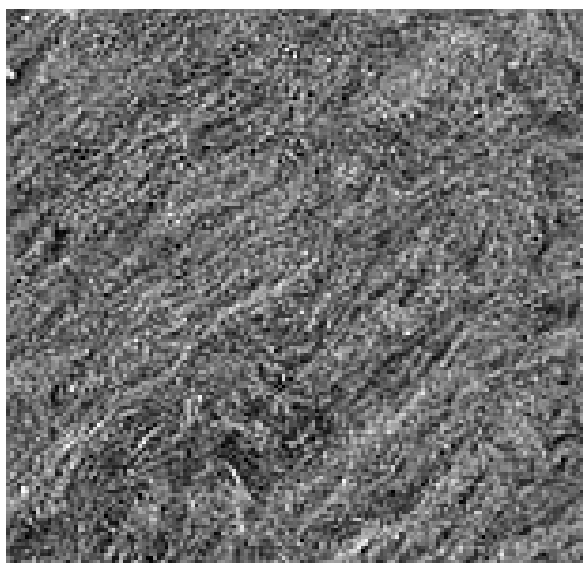
Żużel do produkcji cementu powinien posiadać: zasadowość $(\text{CaO} + \text{MgO}) : \text{SiO}_2$ większą niż 1,0; zawartość fazy szklistej co najmniej dwie trzecie. Ponadto cement musi zawierać co najmniej 5% MgO .

Pumeks hutniczy (rys. 18.3). Podobnie jak naturalny pumeks powstający wskutek spłynięcia ciekłej lawy wulkanicznej na podmokły teren, pumeks hutniczy jest produktem oddziaływania małej ilości wody na ciekły żużel. Mała ilość wody, na którą

wylewa się żużel zamienia się w parę wodą i wnika od spodu w warstwę żużla. Powoduje to wydymanie żużla, tworzenie porowatej masy.



Rys. 18.3 Pumeks hutniczy- makrostruktura



Rys. 18.4 Wełna żużlowa - makrostruktura

Wełna żużlowa (rys. 18.4). Produkcja wełny żużlowej polega na wydmuchiwaniu parą wodną nitek lub na mechanicznym przekształcaniu ciekłego żużla w nitki. Nitki te są poplątane i tworzą makrostrukturę podobną do waty. Produkt ten, przeważnie uformowany w płyty lub inne kształtki, stanowi materiał izolacyjny w budownictwie, chłodnictwie i do izolowania instalacji (rur) wodnych oraz gazowych [9]. Tworzenie nitek z żużla wymaga odpowiednio kwaśnych żużli (o niskim stosunku $\text{CaO} : \text{SiO}_2$) – są to tzw. żużle długie.

Odpady, które powstają w czasie procesów technologicznych powinny awansować do kwalifikacji „surowce wtórne”. Powinno to znajdować odbicie w mentalności producentów surowki żelaza, producentów stali, walcowników – powinni oni dążyć

do jak najlepszej jakości podstawowych produktów. Nie mogą jednak zapominać o tym, że odpady muszą znaleźć uznanie i odbiór ich użytkowników. Dlatego, np. wielkopiecznik powinien uzgodnić żądania producentów cementu dotyczące zasadowości żużła, jego zeszklenia, brak śmieci w granulacie; stalownik powinien dopilnować czystości żużła stalowniczego, nie zanieczyszczać go np. materiałami ogniotrwałymi; walcownik powinien starać się oddzielić zgorzelinę zaolejoną od czystej itp.

Rzeszowski M., Zieliński R i inni w artykule pt.: „Metody odzysku żelaza z żużli hutniczych i możliwości ich wykorzystania” [7] omawiają odzyskiwanie złomu z żużli hutniczych stosowane w przedsiębiorstwach Slag Recycling Sp. z o.o. i Madrohut Sp. z o.o. oraz możliwości wykorzystania odzyskanego złomu w stalowni i spiekalni Huty im. T. Sendzimira, a także w odlewniach.

Żelazo zawarte w żużlu może występować albo w postaci wolnej jako skrzepy metalu zatrzymane w stygnącym żużlu, albo w postaci związków chemicznych. Najbardziej wartościowym składnikiem żużli stalowniczych jest żelazo metaliczne (jego zawartość kształtuje się na poziomie 5÷15%). Odzyskuje się żelazo przeważnie stosując kilkustopniowe rozdrobnienie i separację magnetyczną. Celem pierwszej separacji jest odzysk żelaza metalicznego. Stopień odzysku zależy przede wszystkim od uziarnienia podawanego na separator materiału. Stwierdzono, że zmniejszenie uziarnienia żużła z 1 do 0,25 mm prowadzi do zwiększenia ilości żelaza w koncentracie z 25 do 90%, przy czym pełne oddzielenie metalicznego żelaza od fazy żużlowej jest możliwe dopiero przy rozdrobnieniu żużła do uziarnienia 0,1 mm. Odzyskiwanie złomu z żużli hutniczych przynosi podwójną korzyść. Z jednej strony otrzymuje się kruszywa hutnicze oczyszczone w większości z wtrąceń magnetycznych, co znacznie poprawia ich jakość; z drugiej złom, którego deficyt odczuwalny jest przez huty.

Wcisło Z., Stachura i inni w referacie pt.: „Wykorzystanie wybranych odpadów metalurgicznych na komponenty wsadowe do procesów hutniczych i produkcji cementu” [11] przedstawili możliwości wykorzystania wybranych odpadów zawierających w składzie znaczne udziały tlenków żelaza, takie jak zendra powalcownicza, żużel z odsiarczania surówki żelaza, szlam i osad pofiltracyjny, frakcja magnetyczna z żużła, pył wielkopieczowy. Na podstawie analizy ich składu chemicznego i uziarnienia ocenili ich przydatność do redukcji i do produkcji cementu.

Przy zastosowaniu własnego programu komputerowego, wykorzystywanego do zestawienia wsadu na taśmę spiekalniczą ArcelorMittal Steel Oddział Kraków, przeprowadzono obliczenia namiaru wsadu spiekalni, uwzględniając wykorzystanie szlamu i osadu pofiltracyjnego, frakcji magnetycznej ze składowiska żużła. Obliczenia wykazały, że możliwe jest zagospodarowanie szlamu i osadu pofiltracyjnego w ilości 15 kg na tonę spieku, frakcji magnetycznej – 14 kg na tonę spieku oraz żużła z odsiarczania surówki w ilości 8 kg na tonę spieku (zawartość alkaliów 1,5 kg/t spieku, zawartość cynku – 0,21 kg/t spieku). Ww. masy materiałów odpadowych nie wpływają na obniżenie jakości spieku oraz nie przyczyniają się do pogorszenia pracy wielkich pieców i jakości surówki.

Wykorzystanie hutniczych odpadów żelazonośnych do produkcji klinkieru

powinno być poprzedzone analizą spełniania przez nie kryteriów zapewniających uzyskanie w klinkierze wymaganych udziałów składników mineralnych, decydujących o hydraulicznych właściwościach gotowego produktu oraz w właściwych parametrach użytkowych cementu, takich jak: określony poziom wytrzymałości, właściwy czas wiązania, czy stałość objętości. Składniki stosowane do produkcji cementu ocenia się przede wszystkim pod kątem ich składu chemicznego.

Zakres stosowania hutniczych odpadów żelazonośnych ograniczony jest obecnością w nich szkodliwych dla cementu domieszek. W cementowej mieszance surowców zawartość MgO ograniczona jest do 2,5% mas. Zawartość alkaliów, jak i siarki nie powinna być większa niż 1% mas., a ilość fosforu w klinkierze nie może przekraczać 2% mas., co odpowiada około 1,3% mas. P₂O₅ w mieszaninie surowców.

Kozlov P.A. w monografii pt.: „Velc Process” [5] opisuje sposób utylizacji żużli z pieców przewałowych rosyjskich hut cynku. Żużle te w postaci sypkiego granulatu, o zawartości, %: 0,5-5 Cu; 0,1-1,0 Pb; 15-25 C (koks); 0,5-6,5 g/t Au; 100-450 g/t Ag, o następującym składzie ziarnowym kierowano do hut miedzi, gdzie przetapiane były w piecach szybowych wraz zsurowcami miedziozymi:

Frakcja	mm	+10	-10 ÷ +5	-5 ÷ +3	-3
Zawartość	%	15-20	45-50	8-10	40-50

W celu udoskonalenia przerobu żużli z pieców przewałowych, charakteryzujących się stosunkowo niską zawartością miedzi i metali szlachetnych opracowano i sprawdzono w instalacji pilotowej, nową technologię polegającą na fluidyzacyjnym chlorującym prażeniu żużli z kolejnym hydrometalurgicznym przerobem produktu prażenia. Technologia obejmuje nw. operacje:

- prażenie chlorujące - rozdrobniony żużel (o ziarnistości <4mm) zmieszany z roztworem chlorku wapnia i koksikiem poddawany jest prażeniu w celu oddestylowania lotnych chlorków metali,
- absorpcja chlorków metali w kwaśnych roztworach chlorkowych.

Na Międzynarodowej Konferencji – European Metallurgical Conference-EMC'2013, Veimar, Germany 2013, R. Prajsnar i J. Czernecki przedstawili referat pt.: „Transformation of environmentally hazardous slags into mineral resources” [4]. Referat obejmuje wyniki badań nad przekształceniem odpadowych żużli z przemysłu metali nieżelaznych: KGHM, HCM, BOLESŁAW-REC. w surowce mineralne z odzyskiem wartościowych metali (tabela 18.2). Badania prowadzono w instalacjach pilotowych przy zastosowaniu technologii pieca elektrycznego i TSL (Top Submerged Lancing). W badanych technologiach osiągnięto zakładane cele, to jest:

- odzysk wartościowych metali w produktach użytecznych takich jak ołów surowy, miedź surowa, kamień miedziowy, pyły Zn-Pb.
- przekształcenie nie zredukowanej pozostałości w surowiec mineralny – niewymywalny w wodzie i żużel krzemianowy o niskiej zawartości metali ciężkich.

Przy stosowaniu pieca elektrycznego jest możliwość odzysku Pb i Fe w postaci metalicznej oraz zachowanie siarki w kamieniu miedziowym. Reduktor TSL pozwala na otrzymanie żużli końcowych o niskiej zawartości cynku, bezpośrednie otrzymanie

metalicznej miedzi i przeprowadzenie siarki do gazów technologicznych kierowanych do odsiarczania. Specjalistyczne badania potwierdziły możliwość wykorzystania żużli krzemianowych w budownictwie jako kruszywo, wypełniacz mas bitumicznych i do wytwarzania betonu. Podstawowe kierunki wykorzystania żużla są następujące:

- jako składnik podsadzki hydraulicznej do wypełnienia pustek,
- produkcja ścierniwa do prac strumieniowo-ciernych,
- prace rekultywacyjne.

Tabela 18.2 Skład chemiczny badanych żużli

Rodzaj żużla	Skład chemiczny											
	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Sn	S	Corg	Fe	Na	CaO	SiO ₂
KGHM	5,62	10,6	1,54	0,011	0,39	0,48	8,52	1,3	31,8	0,88	9,75	12,2
HCM	17,7	14,2	6,32	0,037	0,14	1,13	3,80	0,0	24,4	2,74	3,25	5,66
BOLESŁAW-REC.	0,54	0,46	0,26	0,014	0,07	0,03	0,65	8,7	35,1	0,94	13,4	9,32

Największe zużycie żużla granulowanego (ok. 50%) wiąże się z pracami podsadzowymi. Materiał ten spełnia wymagania normy jako składnik podsadzki górniczej, stanowiąc alternatywę naturalnych piasków podsadzkowych.

KGHM Ecoren S.A. opanował również innowacyjną technologię zagospodarowania żużla pomiedziowego do produkcji kruszyw drogowych. W 2009r. w wyniku prób przemysłowych wyprodukowano 5 tys. ton kruszywa. Odmiedziowany, zgranulowany żużel został przekazany do Instytutu Odlewnictwa w Krakowie gdzie uległ przetopieniu i odlaniu w bloki do badań w zakresie pochłaniania promieniowania jonizującego. Szczegółowe badania wykazały, że żużel z pieca elektrycznego Huty miedzi „GŁOGÓW” pochłania promieniowanie γ (gama) skuteczniej niż beton barytowy o gęstości 3,2 g/cm³. Beton barytowy jest specjalnym rodzajem betonu zawierającym domieszki barytu (BaSO₄) wykorzystywanym przede wszystkim w konstrukcji budowli, których przeznaczeniem jest ochrona otoczenia przed silnymi źródłami promieniowania, takimi jak np. akceleratory medyczne lub przemysłowe, reaktory jądrowe itp.

Na XII Międzynarodowej Konferencji Naukowej Teoretyczne I Praktyczne Problemy Zagospodarowania Odpadów Hutniczych I Przemysłowych, Zakopane 2010, pracownicy KGHM ECOREN S.A. przedstawili referat pt.: „Technologie przerobu odpadów w KGHM ECOREN S.A.” [11], w którym omówili m.in. działalność Kombinatu w zakresie utylizacji żużli z pieców szybowych i elektrycznych. Uruchomiony Oddział Produkcji Kruszyw o zdolności produkcyjnej dostosowanej do warunków Huty dostarcza kruszywo nadające się do budownictwa drogowego.

Huta Miedzi „GŁOGÓW” produkuje rocznie około 350000 ton żużla z pieca elektrycznego przydatnego do zagospodarowania za pomocą technologii opracowanej przez pracowników KGHM i Instytutu Odlewnictwa w Krakowie do produkcji kruszyw oraz galanterii budowlano-drogowej (krawężniki, kostka brukowa, płytki przemysłowa podłogowa).

PODSUMOWANIE

Niniejszy artykuł ma charakter przeglądu najnowszych osiągnięć w zakresie utylizacji żużli metalurgicznych, stanowiących znaczną część produktów w procesie produkcyjnym. Przedstawiony w artykule rodzaj, zakres występowania i najważniejsze właściwości oraz skład żużli metalurgicznych stanowi podstawę do dalszych analiz, mających na celu dobór najskuteczniejszych metod utylizacji.

LITERATURA

- 1 Gambal P., Żurek A.: Technologie przerobu odpadów w KGHM ECOREN S.A., XII Międzynarodowa Konferencja Naukowa – Teoretyczne i praktyczne problemy zagospodarowania odpadów hutniczych i przemysłowych, Zakopane, 2010, s.65.
- 2 Jonczy I.: Charakterystyka mineralogiczno-chemiczna szkliw z żużli hutniczych, *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, 2011, tom 27, nr 1, s.155.
- 3 Jonczy I.: Oznaczanie składu mineralnego żużli stalowniczych na przykładzie żużli ze zwałowiska w Gliwicach-Łabędach, *Hutnik-Wiomości Hutnicze*, 2011, nr 12.
- 4 Konstanciak A., Sabela W.: Odpady w hutnictwie żelaza i ich wykorzystanie, *Hutnik-Wiomości Hutnicze*, 1999, nr 12, s.572.
- 5 Kozlov P.A.: *Vel'c Process*, FGUP Izd. Dom „Ruda i Metally”, Moskwa 2002.
- 6 Prajsnar R., Czernecki J.: Transformation of Environmentally Hazardous Slags into Mineral Resources, *Proceedings of European Metallurgical Conference – EMC '2003*, Weimar, Germany, s.1223.
- 7 Rzeszowski M., Zieliński K. i inni: Metody odzysku żelaza z żużli hutniczych i możliwości jego wykorzystania, *Hutnik-Wiomości Hutnicze*, 2004, nr 1, s.15.
- 8 Sitko J.: Problems of materials management in the casting industry. *Arch. Foundry Eng.* 2008 vol. 8 iss. 3, s. 217-220.
- 9 Sitko J.: The problem of quality thermoinsulation products in selected company. *Zesz. Nauk. AM Szczecin* 2010 nr 24, s. 100-104.
- 10 Tajchman Z., Tora B.: Technologia przerobu odpadów z huty T. Sendzimir i możliwości ich wykorzystania, VI Międzynarodowa Konferencja Naukowa – Teoretyczne i praktyczne problemy zagospodarowania odpadów hutniczych, Kraków, maj, 2004, s.70.
- 11 Wcisło Z., Stachura R. i inni: Wykorzystanie wybranych odpadów metalurgicznych na komponenty wsadowe do procesów hutniczych i produkcji cementu, *Hutnik-Wiomości Hutnicze*, 2010, nr 9, s.476.

TECHNOLOGIE UTYLIZACJI ŻUŻLI METALURGICZNYCH – STUDIUM LITERATUROWE

Streszczenie: Artykuł prezentuje analizę możliwości i problemy przerobu oraz wykorzystania żużli metalurgicznych z hutnictwa stali oraz hutnictwa Zn-Pb. Zróżnicowany skład chemiczny oraz struktura stwarza dla technologii utylizacji szereg trudności, które należy pokonać aby umożliwić szerokie wykorzystanie żużli w przemyśle.

Słowa kluczowe: Żużel, utylizacja, technologia

TECHNOLOGIES OF RECYCLING THE METALLURGICAL SLAG – STUDY BY REFERENCE

Abstract: The article is introducing analysis of possibility and problems processing and using metallurgical cinders from metallurgy steel and Zn-Pb metallurgies. Diversified chemical composition and the structure is creating row of problems which one should defeat for technology of recycling in order to enable wide using cinders in the industry.

Key words: Slag, recycling, technology

dr inż. Jacek SITKO
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: JSitko@polsl.pl

ROLA PRZEDSIĘBIORSTW PRODUKCYJNYCH W FINANSOWANIU OCHRONY ŚRODOWISKA

19.1 WSTĘP

Praktycznie każda forma ludzkiej działalności a szczególnie gospodarcza stanowi poważne zagrożenie dla środowiska naturalnego oraz przez „sprzężenie zwrotne” dla samego człowieka. Dynamiczny rozwój gospodarczy obserwowany w Unii Europejskiej wiąże się nierozzerwalnie z niebezpieczeństwem pogłębiającej się degradacji środowiska przyrodniczego. Coraz częściej obserwować możemy nieefektywne wykorzystanie surowców, pogłębiające się zanieczyszczenie wód, gleby i powietrza oraz wzrost powstawania odpadów produkcyjnych. Zmiany zachodzące w świadomości ekologicznej społeczeństwa, wzrost konkurencji oraz liczne regulacje prawne stosowane przez organy państwa w zakresie ochrony środowiska, skłaniają przedsiębiorstwa produkcyjne do podejmowania działań, które mają na celu ograniczenie ich negatywnego oddziaływania na środowisko. Jednym ze sposobów motywowania przedsiębiorstw do poszukiwania skutecznych sposobów ograniczania emisji zanieczyszczeń, właściwego użytkowania środowiska przyrodniczego oraz zmniejszenia szkód działalności człowieka w środowisku są podatki i opłaty ekologiczne. Skłaniające przedsiębiorstwa do internalizacji negatywnych, ekologicznych efektów swojej działalności. Dlatego celem niniejszego artykułu jest zbadanie obecnie funkcjonującego systemu opłat i podatków ekologicznych oraz roli przedsiębiorstw w finansowaniu ochrony środowiska w Polsce.

19.2 PODATKI I OPŁATY EKOLOGICZNE JAKO EKONOMICZNY INSTRUMENT OCHRONY ŚRODOWISKA

Podatki i opłaty ekologiczne stanowią jeden z ekonomicznych instrumentów ochrony środowiska przyrodniczego. Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD ang. Organization for Economic Co-operation and Development) definiuje podatek ekologiczny jako bezzwrotną płatność na rzecz państwa, który nakładany jest na przedmiot opodatkowania [22]. Komisja Europejska podkreśla, iż podatek ekologiczny może zostać nałożony na jednostkę fizyczną (lub jej przybliżenie), której udowodniono negatywny wpływ na środowisko naturalne [3]. Opłaty i podatki ekologiczne rozumiane są jako obciążenia finansowe nakładane na producentów lub doliczane do ceny produktu, wynikające z dużej uciążliwości dla środowiska, zarówno samego produktu jak i jego procesu produkcji. Opłaty stanowią cenę za korzystanie ze środo-

wiska. Płatności dokonuje się za każdą jednostkę wprowadzonych do środowiska naturalnego zanieczyszczeń lub jednostkę zanieczyszczenia środowiska.

Opłaty ekologiczne ściśle wiążą się z emisją zanieczyszczeń do środowiska, gospodarczym korzystaniem ze środowiska, degradacją środowiska czy zużywaniem zasobów naturalnych np. czystej wody. Podatki ekologiczne mogą dotyczyć gotowych produktów, które stanowią zagrożenie dla środowiska przyrodniczego na poszczególnych etapach cyklu życia lub surowców niezbędnych do jego produkcji [2]. Obciążenia finansowe nakładane na producentów skłaniają do ograniczania użycia produktów obciążających środowisko przyrodnicze i zastępowania ich produktami przyjaznymi dla środowiska. Co w efekcie wpływa na rozwój innowacji, zarówno w procesach technologicznych, jak i organizacyjnych [11].

Zgodnie z przyjętymi definicjami podatki ekologiczne zasilają budżet państwa, a kwota podatku nakładana jest na ostatecznego użytkownika, czyli konsumenta. Natomiast opłaty ekologiczne zasilają Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (FOŚiGW) oraz inne fundusze ekologiczne, które zajmują się ochroną środowiska. W tym przypadku stosowana jest zasada „zanieczyszczający płaci”, w związku z czym to producenci zobowiązani są do uiszczenia opłaty za negatywne oddziaływanie na środowisko przyrodnicze. Podatki i opłaty ekologiczne w naturalny sposób łączą konsumentów oraz producentów w poszukiwaniu coraz to bardziej przyjaznych dla środowiska rozwiązań.

19.3 PODSTAWY PRAWNE

Ochrona środowiska przyrodniczego stanowi ważne zadanie zarówno dla społeczeństwa jak i państwa. Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej określa, iż jedną z głównych funkcji państwa jest ochrona środowiska oraz działanie zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju. Działania państwa powinny prowadzić do wspierania działań obywateli na rzecz poprawy środowiska oraz prowadzenia polityki, która zapewni bezpieczeństwo ekologiczne współczesnemu oraz przyszłemu pokoleniu. Dodatkowo Konstytucja zobowiązuje każdego do ponoszenia odpowiedzialności za działania, które spowodują pogorszenie oraz straty w środowisku przyrodniczym [6].

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska wyraźnie wskazuje środki finansowo-prawne ochrony środowiska. Zakłada ona ponoszenie opłat ekologicznych za korzystanie ze środowiska, a w szczególności za wprowadzanie gazów i pyłów do powietrza oraz wprowadzanie ścieków do wód lub do ziemi. Opłata dotyczy również składowania odpadów oraz poboru wody. Przekroczenie dopuszczalnego limitu zanieczyszczeń lub naruszenie zasad skutkuje nałożeniem kar pieniężnych. Wielkość opłat ekologicznych i kar zależy od ilości i rodzaju zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska, ilości i rodzaju składowanych odpadów, ilości i składu ścieków czy poziomu hałasu. Wszystkie środki pieniężne z tytułu opłat ekologicznych i kar zasilają Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej [10]. Ustawa ma bardzo szeroki charakter dlatego powstał szereg regulacji prawnych określających stawki opłat ekologicznych. Możemy wyróżnić tutaj ustawy o: odpadach, opakowaniach i odpadach

opakowaniowych, recyklingu pojazdów wycofywanych z eksploatacji, zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie czy systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji [20].

Szczegółowe wytyczne dotyczące opłat produktowych ustala Ustawa z dnia 11 maja 2001 roku o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytowej. W dokumencie określone zostają maksymalne stawki opłat dla poszczególnych opakowań oraz produktów, których dotyczy ustawa. Od 1 stycznia 2013 r. podmiot, który korzysta ze środowiska wnosi odpłatę po każdym półroczu, natomiast opłatę produktową należy uiścić za dany rok kalendarzowy do dnia 31 marca następnego roku. Opłaty dokonuje się na konto Marszałka Województwa, który następnie przekazuje je FOŚiGW [19].

Podatki ekologiczne stanowią istotny instrument Zintegrowanej Polityki Produktowej. Głównym celem ZPP jest pełniejsze zaspokojenie potrzeb konsumenta, przy jednoczesnym ograniczaniu negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne. W celu ochrony środowiska przyrodniczego Komisja Europejska zachęca do wprowadzania na szczeblu regionalnym i wspólnotowym obciążeń finansowych. Mają one prowadzić do zmiany modelu produkcji i konsumpcji, które będą sprzyjały realizacji zasad zrównoważonego rozwoju [17].

19.4 TYPOLOGIA PODATKÓW I OPŁAT EKOLOGICZNYCH

Podatki i opłaty ekologiczne mogą przybierać następujące formy:

- opłaty (podatki) produktowe – (product charges) dotyczą przede wszystkim produktów, które są szkodliwe dla środowiska w poszczególnych fazach: produkcji, konsumpcji oraz użytkowej. Opłaty te znajdują zastosowanie w odniesieniu do produktów używanych na masową skalę [5];
- opłaty (podatki) emisyjne – (emission charges) są to płatności za każdą jednostkę zanieczyszczeń wprowadzonych do środowiska. Wysokość opłat zależy w głównej mierze od ilości i jakości emitowanych substancji do środowiska [4];
- opłat administracyjnych – (administrative charges) to płatności ponoszone za czynności urzędowe, do których możemy zaliczyć: wydawanie pozwoleń lub koncesji czy wyszukiwanie informacji ekologicznej przez organ administracji. Opłaty te zwykle pokrywają koszty związane z funkcjonowaniem instytucji administrujących ochronę środowiska [1];
- opłat za użytkowanie – (user charge) opłaty ponoszone są za usługi służące ochronie środowiska oraz za korzystanie z zasobów naturalnych. Obejmują opłaty pokrywające koszty zbiorowego unieszkodliwiania zanieczyszczeń czy dostawy wody;
- zbywalne pozwolenia – dotyczą zarówno pozwoleń na korzystanie ze środowiska, wprowadzania zanieczyszczeń do środowiska czy działań wpływających na stan środowiska przyrodniczego [18].

Podatki emisyjne związane z wprowadzaniem zanieczyszczeń do środowiska obejmują emisję pyłów i gazów do powietrza, składowanie odpadów, odprowadzanie

ścieków oraz emisję hałasu. Opłaty te obejmują spalanie paliwa w silnikach spalinowych (np.: w samochodach służbowych, maszynach roboczych, pojazdach szynowych, ciągnikach rolniczych, wózkach widłowych), spalanie energetyczne (np.: kotłownie, agregaty prądotwórcze), przeładunek paliw (np.: stacje paliw za napełnianie zbiorników pojazdów), chów lub hodowlę zwierząt oraz źródła technologiczne (np.: spawanie, lakierowanie samochodów, itp.) [12]. Opłaty produktowe nakładane na produktu szkodliwe dla środowiska dotyczą najczęściej benzyny, oleju napędowego, gazu oraz energii. Opłaty nakładane są również na baterie, środki ochrony roślin oraz akumulatory samochodowe.

Obok podatków i opłat ekologicznych możemy wyróżnić również inne obciążenia finansowe, które związane są z korzystaniem ze środowiska. Należą do nich przede wszystkim opłaty związane z nieprzestrzeganiem przepisów dotyczących ochrony środowiska [7].

19.5 STAWKI OPŁAT PRODUKTOWYCH I OPŁAT EKOLOGICZNYCH

Zgodnie z wcześniej wspomnianymi aktami prawnymi wysokość opłat i podatków ekologicznych są szczegółowo określone. Opłata naliczana jest według stawek obowiązujących w dniu korzystania ze środowiska.

W przypadku opłat produktowych możemy wyróżnić opłaty za produkt oraz opakowanie. Tabela 19.1 przedstawia szczegółowe stawki opłat produktowych dla poszczególnych opakowań. Przykładowo za 1 kg opakowania z tworzywa sztucznego należy uiścić opłatę w wysokości 2,73 zł. Za 1 kg opakowania z aluminium 1,37 zł, a za opakowanie ze szkła gospodarczego 0,26 zł [13].

Tabela 19.1 Szczegółowe stawki opłat produktowych dla poszczególnych opakowań

Lp.	Rodzaj opakowań (jednostkowych, transportowych, zbiorczych)	Stawka za 1kg [zł]
1.	Opakowania z tworzyw sztucznych	2,73
2.	Opakowania z aluminium	1,37
3.	Opakowania ze stali, w tym blachy stalowej	0,82
4.	Opakowania z papieru i tektury	0,65
5.	Opakowania ze szkła gospodarczego	0,26
6.	Opakowania z drewna	0,33

Źródło: opracowanie własne na podstawie [13]

Tabela 19.2 ukazuje szczegółowe stawki opłat produktowych dla produktów: olejów smarowych oraz opon. Za 1 kg olejów smarowych przedsiębiorstwo musi uiścić opłatę w wysokości 2.07 zł. Natomiast w przypadku opon, poszczególne stawki wahają się pomiędzy 0,40 zł do 2,18 zł. Co roku Minister Środowiska wydaje obwieszczenie o maksymalnych stawkach opłat produktowych obowiązujących w następnym okresie kalendarzowym. W 2014 roku maksymalna stawka opłat produktowych dla opakowań wynosi 4,69 zł, natomiast w przypadku opłaty produktowej dla olejów i nowych opon wynosi 3,14 zł, a dla opon używanych 12,55 zł [9].

Tabela 19.2 Szczegółowe stawki opłat produktowych dla produktów

Lp.	Rodzaj	Stawka za 1kg [zł]
1.	Oleje smarowe	2,07
2.	- opony nowe pneumatyczne z gumy, stosowane w samochodach osobowych,	2,18
	- opony nowe pneumatyczne z gumy, stosowane w autobusach i samochodach ciężarowych,	2,18
	- opony nowe pneumatyczne z gumy, stosowane w pojazdach i maszynach rolniczych i leśnych,	0,40
	- opony bieżnikowane z gumy, stosowane w samochodach osobowych,	1,12
	- opony bieżnikowane z gumy, stosowane w autobusach samochodach ciężarowych.	0,56

Źródło: opracowanie własne na podstawie [13]

Minister Środowiska w obwieszczeniu wyznacza również jednostkowe stawki opłat za korzystanie ze środowiska. Tabela 19.3 obrazuje górne jednostkowe stawki za korzystanie ze środowiska w 2014 roku. W przypadku gazów i pyłów wprowadzanych do środowiska najwyższa opłata wynosi 377,96 zł/kg i dotyczy arsenu, azbestu i niklu. Najniższa opłata obejmuje tlenek węgla i wynosi 0,11 zł/kg. Opłacie podlega ponad 1000 różnych gazów i pyłów wprowadzanych do powietrza. Za zużyte urządzenia elektryczne i elektroniczne zawierające niebezpieczne składniki należy uiszczyć opłatę w wysokości 233,08 zł/kg, natomiast za odpady zawierające fenole, rtęć i siarczyny kwotę w wysokości 164,06 zł/kg [8].

Tabela 19.3 Górne jednostkowe stawki za korzystanie ze środowiska w 2014 roku

Lp.	Przedmiot opłat	Górna jednostkowa stawka opłaty
1.	Gazy lub pyły wprowadzane do powietrza	385,17 zł/kg
2.	Substancje wprowadzane ze ściekami do wód lub ziemi	246,95 zł/kg
3.	Wody chłodnicze wprowadzanie do wód lub do ziemi	28,21 zł/dam ³
4.	Umieszczenie odpadów na składowisku	282,17 zł/Mg
5.	Pobór wody podziemnej	4,19 zł/m ³
6.	Pobór wody powierzchniowej śródlądowej	2,18 zł/m ³

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8]

W przypadku braku odpowiednich pozwoleń na emisję zanieczyszczeń, pobór wody oraz wprowadzania ścieków przedsiębiorstwa są zmuszone uiszczyć opłatę podwyższoną o 500%.

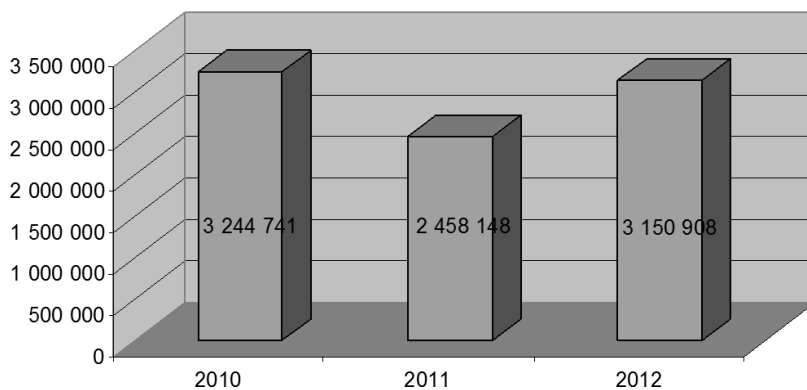
19.6 WPŁYWY I WYDATKI NARODOWEGO FUNDUSZU OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ

Od 1989 roku głównym ogniwem systemu finansowania ochrony środowiska jest Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. W 1993 roku do systemu

włączono wojewódzkie fundusze ochrony środowiska. Na podstawie ustawy o ochronie środowiska NFOŚiGW prowadzi samodzielną gospodarkę finansową, realizując zasadę „zanieczyszczający płaci”. Jego budżet zasilany jest głównie z opłat i kar za korzystanie ze środowiska, wydawanych pozwoleń na dopuszczalną emisję gazów cieplarnianych oraz opłat wynikających z recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji. NFOŚiGW na swoją działalność pozyskuje również zagraniczne środki m.in. z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego oraz Funduszu Spójności. Do głównych obowiązków NFOŚiGW należy finansowanie ochrony powietrza i klimatu, powierzchni ziemi, wód, przyrody i krajobrazu. Środki finansowe przekazywane są również na działania mające zapobiegać klęskom żywiołowym, edukację ekologiczną, odnawialne źródła energii oraz recykling odpadów. W ramach tych zadań Fundusz ze swoich środków udziela pożyczek, przyznaje dotacje inwestycyjne oraz udziela dopłat do kredytów [21].

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej co roku w kwietniu przedstawia sprawozdanie ze swojej działalności za poprzedni rok, w której zawiera szczegółowe dane dotyczące przychodów oraz wydatków ponoszonych na ochronę środowiska. Analizie poddano dane zamieszczone w trzech ostatnich, dostępnych sprawozdaniach funduszu.

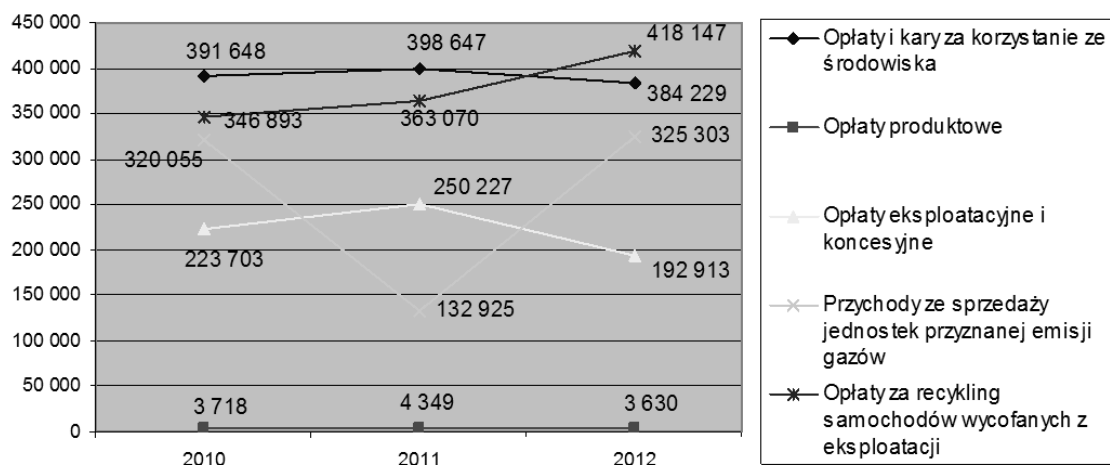
Rys. 19.1 przedstawia przychody Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w latach 2010-2013. W 2010 roku można zaobserwować największe przychody z działalności funduszu, które wynosiły 3 225 mln zł. Natomiast w roku 2011 nastąpił spadek przychodów o prawie 25% w porównaniu do roku poprzedniego (spadek o blisko 787 mln zł). W roku 2012 możemy zauważyć wzrost przychodów Funduszu, które wynosiły 3151 mln zł.



Rys. 19. 1 Przychody z działalności NFOŚiGW w latach 2010, 2011 i 2012 tys. zł

Źródło: opracowanie własne na podstawie [14, 15, 16]

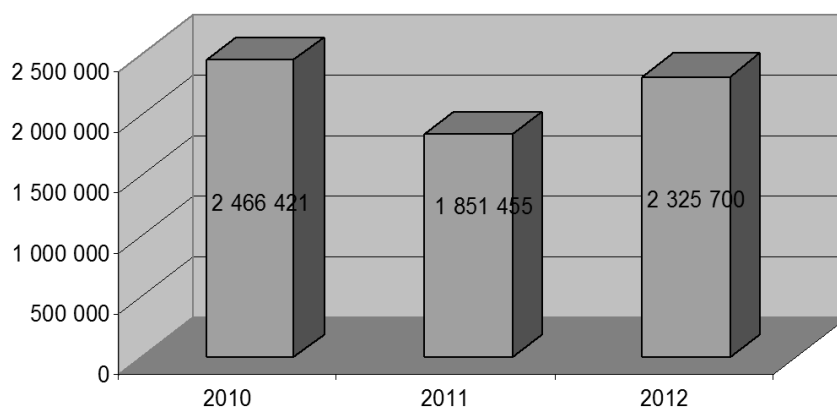
Szczegółowy podział przychodów z tytułu opłat i kar przedstawia rys. 19.2. Przychody te stanowią odpowiednio w 2010 roku 60%, w 2011 roku 53% oraz 2012 roku 57% całkowitych przychodów NFOŚiGW. Pozostałe wpływy wynikają z dotacji budżetu państwa, z tytułu zwrotu pożyczek, zwrotu rat pożyczek i kredytów, środków pochodzących z Unii Europejskiej oraz kar wynikających z ustawy o biopaliwach i ustawy o prawie energetycznym.



Rys. 19.2 Przychody NFOŚiGW z tytułu opłat i kar w latach 2010, 2011 i 2012 tys. zł

Źródło: opracowanie własne na podstawie [14, 15, 16]

Jak można zauważyć na rysunku 2 w 2010 i 2011 roku największe przychody wpłynęły do budżetu Narodowego Funduszu z tytułu opłat i kar za korzystanie ze środowiska (odpowiednio 391 mln zł, 398 mln zł), natomiast w 2012 roku najwięcej środków wpłynęło z tytułu opłaty za recykling samochodów wycofanych z eksploatacji (418 mln zł). W latach 2010-2012 największe wpływy osiągnięto w związku z opłatami i karami za korzystanie ze środowiska, które stanowią prawie 15% całkowitych środków uzyskanych przez Fundusz w tych latach (7519 mln zł). Drugie największe wpływy osiągnięto z tytułu opłat za recykling samochodów wycofanych z eksploatacji, które wynosiły 1128 mln zł, stanowiące 13% całkowitych przychodów. Kolejne miejsca zajmują opłaty eksploatacyjne (667 mln zł) oraz przychody ze sprzedaży jednostek przyznanej emisji gazów (778 mln zł). W poszczególnych latach najmniejsze wpływy osiągnięto z tytułu opłaty produktowej. Łącznie była to kwota w wysokości 11 mln zł.



Rys. 19.3 Wydatki NFOŚiGW w latach 2010, 2011 i 2012 tys. zł

Źródło: opracowanie własne na podstawie [14, 15, 16]

Wydatki Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej przedstawia rys. 19.3. W ciągu trzech lat na działalność NFOŚiGW przeznaczono 6644 mln zł. Największa kwota została przekazana w roku 2010 i wynosiła 22466 mln zł. Następnie nastąpił spadek wydatkowania związany ze spadkiem przychodów do budżetu

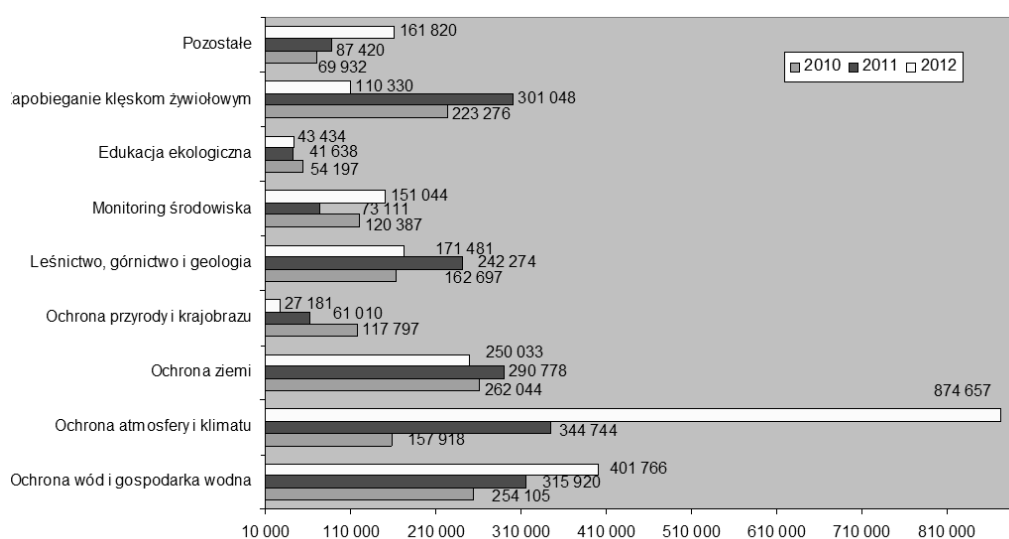
tu Funduszu (1851 mln zł). W 2012 roku nastąpił wzrost wydatków poniesionych przez Fundusz w kwocie 2326 mln zł. To o 1/4 więcej niż w roku poprzednim.

Porównując przychody i wydatki NFOŚiGW można zauważyć, iż wydatki stanowią odpowiednio 76%, 75% oraz 73% całkowitych przychodów Funduszu.

Środki finansowe NFOŚiGW w większości przeznaczane są na działania związane z ochroną środowiska. Część wydatków obejmuje m.in. koszty bieżącej działalności, zakupy i inwestycje własne oraz środki przekazane do budżetu na dofinansowanie zadań państwowych. Oznacza to, iż 80% całkowitych wydatków zostało przekazanych na finansowanie ochrony środowiska. W 2010 roku wydano 1422 mln zł, w następnym roku 1758 mln zł, a w kolejnym 2192 mln zł.

Rys. 19.4 przedstawia podział środków przekazanych przez NFOŚiGW na ochronę środowiska. W 2010 roku najwięcej środków przekazano na rzecz ochrony ziemi (262 mln zł), a w następnych latach na ochronę atmosfery i klimatu (odpowiednio 345 mln zł i 875 mln zł). Około 3% nakładów pieniężnych w 2010 i 2011 roku przeznaczono na działalność związaną z edukacją ekologiczną. Natomiast w 2012 roku na ochronę przyrody i krajobrazu przeznaczono tylko 27 mln zł. W przeciągu trzech lat najwięcej środków przekazano na ochronę atmosfery i klimatu. Na ten cel przekazano 1/5 całkowitych wydatków (1377 mln zł).

Ochrona wód i gospodarka wodna oraz ochrona ziemi to kolejne działania, na które w latach 2010-2012 wydawano najwięcej pieniędzy (odpowiednio 15% i 12%). Kolejne miejsca zajmuje zapobieganie klęskom żywiołowym, na które przekazywana jest co dziesiąta złotówka. Następnie środki przekazywane są na działania związane z leśnictwem, górnictwem i geologią (576 mln zł). W następnej kolejności finansowaniu poddano monitoring środowiska, tylko 5% środków wydatkowanych przez NFOŚiGW. Z kolei na finansowanie pozostałych działań związanych z ochroną środowiska w ciągu trzech lat wydano 319 mln.



Rys. 19.4 Podział środków wydatkowanych przez NFOŚiGW na ochronę środowiska w latach 2010, 2011 i 2012 tys. zł

Źródło: opracowanie własne na podstawie [14, 15, 16]

Pozostałe działania obejmują: pracę naukowo-badawczą, efektywne wykorzystanie energii w przedsiębiorstwach oraz umarzanie pożyczek. Najmniej środków przekazano na ochronę przyrody i krajobrazu oraz edukację ekologiczną.

PODSUMOWANIE

Podatki i opłaty ekologiczne to istotny bodziec do podejmowania działań, które mają sprzyjać ochronie środowiska. Motywują producentów oraz konsumentów do proekologicznych form zachowań m.in. segregacji odpadów, ponownego ich wykorzystania w procesie recyklingu oraz ograniczania emisji zanieczyszczeń do środowiska. Właściwie zaprojektowany system podatków i opłat ekologicznych pozwala państwu w skuteczny sposób realizować zadania z zakresu ochrony środowiska. Istotną rolę w systemie finansowania ochrony środowiska pełnią jednak przedsiębiorstwa, ponieważ to w większości ich środki przekazywane w postaci opłat i podatków ekologicznych umożliwiają podjęcie działań ograniczenia negatywnych skutków działalności człowieka. Wynika to przede wszystkim z filozofii funkcjonowania tego systemu, w którym zgodnie z zasadą „zanieczyszczający płaci” to właśnie przedsiębiorstwa, jak podmioty odpowiedzialne w głównej mierze za degradację ekosystemów naturalnych, ponoszą największy ciężar akumulacji środków finansowych w jego obrębie, przeznaczonych później na finansowanie przyszłych zadań wynikających z polityki ekologicznej państwa.

LITERATURA

- 1 Bartnicza B., Ptak M.: Opłaty i podatki ekologiczne. Teoria i praktyka, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2011, s. 57.
- 2 Dobrzańska B., Dobrzański G., Kiełczowski D.: Ochrona środowiska przyrodniczego, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2008, s.319.
- 3 Environmental taxes a statistical guide, European Commission, Luxembourg, 2001.
- 4 Famielec J.: Instrumenty polityki ekologicznej w krajach OECD, Biblioteka Ekonomia i Środowisko, 2000, nr 1, s. 69.
- 5 Fiodor B.: Opłaty produktowe jako ekonomiczny instrument internalizacji środowiskowych niekorzyści zewnętrznych – istota, funkcje, cele, [w:] S. Czaja (red.), Instrumenty rynkowe w ochronie środowiska, Biblioteka Ekonomia i środowisko nr 29, Jugowice-Wrocław 2002, s. 79.
- 6 Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 roku.
- 7 Małecki P.: Opłaty ekologiczne o charakterze sankcji w polskim prawie ochrony środowiska [w:] E. Sidorczyk-Pietraszko (red.), Funkcjonowanie przedsiębiorstw w warunkach zrównoważonego rozwoju i gospodarki opartej na wiedzy, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok, 2009, s.240.
- 8 Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 13 sierpnia 2013 r. w sprawie wysokości stawek za korzystanie ze środowiska w 2014 roku.
- 9 Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 3 września 2013 r. w sprawie maksymal-

- nych stawek opłat produktowych na rok 2014.
- 10 Opłaty samorządowe w Polsce- problemy praktyczne, [red.] G. Liszewski, Białystok 2010, s.264-266.
 - 11 Polityka ekologiczna państwa w latach 2009-2012. Z perspektywą do roku 2016, Ministerstwo Ochrony Środowiska, Warszawa 2008.
 - 12 Ptak M, Podatki ekologiczne a system handlu uprawnieniami do emisji – zagadnienia teoretyczne, [w:] Czasopismo Europejskiego Stowarzyszenia Środowiska i Zasobów Naturalnych (2012), nr 1(41) s. 25.
 - 13 Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 grudnia 2010 r. w sprawie szczegółowych stawek opłat produktowych.
 - 14 Sprawozdanie z działalności Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w 2010 roku, Warszawa, 2011.
 - 15 Sprawozdanie z działalności Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w 2011 roku, Warszawa, 2012.
 - 16 Sprawozdanie z działalności Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w 2012 roku, Warszawa, 2013.
 - 17 Strategia wdrażania w Polsce Zintegrowanej Polityki Produktowej, Ministerstwo Środowiska, 2005.
 - 18 Śleszyński J., Ekonomiczne problemy ochrony środowiska, Agencja Wydawnicza ARIES, Warszawa 2000, s. 25.
 - 19 Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytowej.
 - 20 Podstawy prawne ochrony środowiska w Polsce, www.ekoportal.gov.pl/, [dostęp: 28.03.2014].
 - 21 O Narodowym Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, <http://www.nfosigw.gov.pl/o-nfosigw/>, [dostęp: 28.03.2014].
 - 22 Environmental Taxes, www.oecd.org, [dostęp: 28.03.2014].

ROLA PRZEDSIĘBIORSTW PRODUKCYJNYCH W FINANSOWANIU OCHRONY ŚRODOWISKA

Streszczenie: Artykuł przedstawia system finansowania ochrony środowiska za pomocą środków pochodzących z podatków i opłat ekologicznych, uiszczanych przez przedsiębiorstwa produkcyjne. Analizuje obowiązujące przepisy oraz rodzaje opłat ekologicznych. Ukazując jednocześnie wysokość stawek za korzystanie ze środowiska przyrodniczego. Ponadto analizuje, także szczegółowy podział wpływów i wydatków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w związku z finansowaniem zadań z zakresu ochrony środowiska.

Słowa kluczowe: Opłaty ekologiczne, podatki ekologiczne, opłata produktowa, finansowanie ochrony środowiska, Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

THE ROLE MANUFACTURING COMPANIES FINANCING ENVIRONMENTAL PROTECTION

Abstract: This article presents a system of financing environmental protection using funds from taxes and environmental fees, paid by manufacturing companies. Analyzes existing provisions and the types of environmental charges. Appearing at the same time the amount of rates for the use of the natural environment. In addition, analyzes, including a detailed breakdown of revenue and expenditure of the National Fund for Environmental Protection and Water Management in connection with the financing of the tasks of environmental protection.

Key words: Ecological fees, ecotaxes, product fees, financing of environment protection, Fund of Environment Protection and Water Management

Justyna SŁONIMIEC, Katarzyna MARCINIAK
Anna KOWALEWICZ, Paulina SZATKOWSKA
Uniwersytet Zielonogórski
Koło Naukowe Eko-Zarządzania
ul. Podgórna 50, 65-246 Zielona Góra
e-mail: j.slonimiec@gmail.com; p.szatkowska@wez.uz.zgora.pl

20

NOWOCZESNE METODY REGENERACJI ZUŻYTYCH ELEMENTÓW MASZYN

20.1 WPROWADZENIE

Ciągły wzrost wymagań stawianych elementom maszyn zmusza konstruktorów i technologów do szukania nowych tworzyw o odpowiednich właściwościach mechanicznych, fizyko-chemicznych, a także technologicznych (zwłaszcza tribologicznych), które można zastosować do regeneracji zużytych elementów maszyn. Do takich tworzyw należą kompozyty o osnowie polimerowej. Wykazują się one dobrymi parametrami mechanicznymi, a technologia nanoszenia powłoki na regenerowane powierzchnie nie wymaga stosowania specjalistycznych narzędzi czy urządzeń. Nie są również wymagane kosztowne obróbki wykańczające, przywracające naprawianym powierzchniom odpowiednią chropowatość. Z tego względu metody napraw z użyciem kompozytów polimerowych są wydajniejsze i tańsze w porównaniu z tradycyjnymi. Technologie te są wciąż rozwijane i znajdują zastosowanie w coraz szerszym zakresie.

20.2 PROCESY ZUŻYWANIA SIĘ I STARZENIA ELEMENTÓW MASZYN

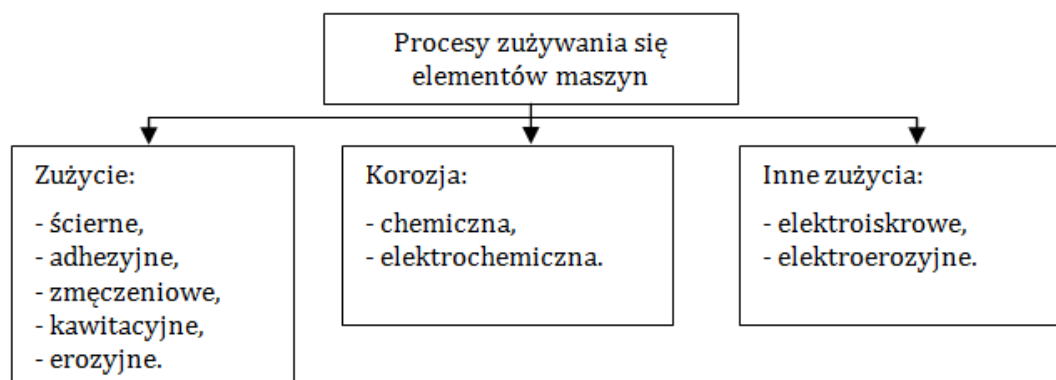
Zużywanie to niepożądany, ale niemożliwy do uniknięcia proces zmiany stanu części, węzła kinematycznego, zespołu lub całej maszyny, powodujący utratę ich właściwości użytkowych. Zarówno „starzenie” jak i „zużycie” odnosi się przede wszystkim do warstwy wierzchniej, którą definiuje się jako zewnętrzną warstwę elementu, powstałą w wyniku oddziaływania procesów fizycznych lub chemicznych, jakościowo różniącą się od reszty materiału (rdzenia).

Starzeniem fizycznym nazywa się procesy fizyczne zachodzące w materiałach części maszyn na skutek wymuszeń wewnętrznych (mechanicznych, chemicznych) i/lub zewnętrznych (atmosfera, podłoże, środowisko), powodujących nieodwracalne zmiany własności użytkowych części. Procesy starzenia rozpoczynają się z chwilą wytworzenia (zakończenia produkcji) części i trwają aż do jej likwidacji – nawet wówczas, gdy obiekt nie wykonuje swojej funkcji, np. w czasie przechowywania.

Zużycie to proces stopniowego niszczenia części pod wpływem czynników fizyko-chemicznych, obciążenia i czasu pracy w całym okresie eksploatacji. Procesy zużywania się zachodzą tylko podczas wykonywania procesów roboczych (funkcjonowania) obiektu. Procesy zużyciowe obiektów mechanicznych związane są głównie z przetwarzaniem energii w pracę mechaniczną i towarzyszącymi im siłami, którymi oddziałują na siebie jej elementy.

Bez względu na to, czy mamy do czynienia z procesem starzenia się, czy też zużycia elementów maszyn (nie wnikając w jego istotę), rezultatem obu jest pogorszenie stanu maszyny, co wymaga podjęcia działań regeneracyjnych bądź naprawczych, o ile chcemy maszynę nadal wykorzystywać. Obydwa procesy powodowane są różnymi czynnikami. Do głównych należą (rys. 20.1):

- mechaniczne:
 - ścierne
 - adhezyjne,
 - zmęczeniowe,
 - kawitacyjne,
 - erozyjne
- korozyjne:
 - chemiczna,
 - elektrochemiczna.
- inne:
 - zużycie elektroiskrowe,
 - zużycie elektroerozyjne.



Rys. 20.1 Rodzaje zużycia elementów maszyn

Źródło: [5]

Na intensywność procesu zużycia wpływa wiele czynników, do których zaliczamy [1]:

- rodzaj współpracujących materiałów,
- dokładność wykonania współpracujących powierzchni,
- twardość materiału,
- wartość i sposób działania nacisku jednostkowego,
- porowatość warstwy wierzchniej i jej struktura,
- skłonność do korozji,
- dyfuzyjność warstwy wierzchniej,
- prędkość względna ruchu wzajemnego,
- czas trwania styku suchego,
- parametry docierania.

W węzłach kinematycznych, w których elementy współpracują w skojarzeniach ruchowych najczęściej mamy do czynienia z tzw. zużyciem tribologicznym, wywołanym tarcieniem. Ma ono charakter mechaniczno-fizyczno-chemiczny. Towarzyszy zawsze tarcniu suchemu i mieszanemu, w których występuje:

- zużycie mechaniczne, polegające na oddzielaniu cząstek ze współpracujących powierzchni przez mikroskrawanie występami mikronierówności lub luźnymi cząstkami ściernymi,
- zużycie fizyczne, które związane jest z adhezją trących się ciał, (szczepianie, zrastanie, dyfuzja), wywoływane przez oddzielenie cząstek z jednego ciała i nanoszenie ich na ciało współpracujące,
- zużycie chemiczne, gdy reakcja zachodzi pomiędzy trącymi się materiałami i ośrodkiem, w którym przebiega proces tribologiczny [2].

Zjawiska opisane wyżej zachodzą w łożyskach, przekładniach zębatych, prowadnicach, cylindrach hydraulicznych itp. Ponieważ nieodwracalnie prowadzą one do pogorszenia się ich stanu technicznego, istnieje konieczność dokonania ich wymiany lub naprawy. Czynnikiem decydującym o podjęciu właściwej decyzji jest przeważnie koszt zakupu elementu nowego w odniesieniu do kosztu naprawy elementu zużytego. Poniżej zajmiemy się opisem metod regeneracji, pomijając kryteria dokonywania wyboru.

20.3 SPOSOBY REGENERACJI ELEMENTÓW ZUŻYTYCH

Przy wyborze odpowiedniego sposobu regeneracji należy kierować się kryteriami:

- konstrukcyjno-technologicznymi,
- trwałościowymi,
- jakościowymi,
- ekonomicznymi.

Kryterium konstrukcyjno-technologiczne uwzględnia cechy wytrzymałościowe takie jak:

- przenoszone obciążenia i odkształcenia elementów,
- możliwość uzyskania wymaganych wymiarów i jakości powierzchni,
- sposób wykonania i ewentualną obróbkę mechaniczną, cieplną lub cieplno-chemiczną regenerowanej powierzchni.

Kryterium trwałości określa przydatność sposobu regeneracji w zależności od wymaganego okresu użytkowania. Trwałość po regeneracji powinna zapewniać prawidłowe działanie w założonym okresie czasu w zadanych warunkach eksploatacyjnych.

Kryterium jakości wyznacza maksymalny poziom zakłóceń, jaki może wywoływać regenerowany element w pracy całej maszyny. Kryterium to związane jest z kryteriami trwałości i nakładami finansowymi na wykonanie procesu regeneracji.

Kryterium ekonomiczne określa dopuszczalny koszt regeneracji w odniesieniu do kosztów zakupu elementu nowego. Kryterium to jest mniej istotne w przypadku wystąpienia długotrwałego przestoju, spowodowanego niedostępnością części zamiennej lub zbyt długim czasem oczekiwania na jej dostawę.

Tradycyjne technologie regeneracji zużytych elementów polegają na zastosowaniu metod nanoszenia powłok metodą napawania, a następnie wykonania obróbki mechanicznej, ewentualnie cieplnej, która przywraca elementom wymagany kształt, wymiary i inne parametry niezbędne do dalszej pracy.

Czasami korzysta się z tzw. tulejowania. Polega ono na obrobeniu czopa na mniejszy wymiar i zastosowaniu dodatkowej tulei, która zapewnia uzyskanie poprzedniego wymiaru i pasowania wymaganego w danym połączeniu. Można wykonać również tulejowanie otworu. W tym przypadku roztacza się otwór, w którym dodatkowa tuleja swoim wymiarem wewnętrznym będzie zapewniała odpowiednie pasowanie czopa.

Wymienione wyżej „klasyczne” technologie regeneracji wymagają zastosowania obróbki mechanicznej naprawianych części. Zwłaszcza w przypadku elementów wielkogabarytowych wymagają demontażu naprawianego elementu z maszyny oraz posiadania odpowiedniego parku maszynowego, który umożliwi dokonanie odpowiedniej obróbki.

Technologia napraw i regeneracji kompozytami polimerowymi polega na nakładaniu na uszkodzone miejsce tworzywa, który uzupełni rodzimy materiał danego elementu, wypełni braki, zastąpi materiał zużyty oraz umożliwi nałożenie warstwy „regenerującej”. Zazwyczaj ma ona niewielką grubość, lecz skutecznie zabezpiecza wewnętrzne warstwy materiału przed dalszym zużyciem.

W porównaniu z tradycyjnymi metodami napraw technologia regeneracji z zastosowaniem kompozytów polimerowych ma wiele zalet. Możemy do nich zaliczyć:

- małe koszty w stosunku do innych porównywalnych sposobów naprawy,
- możliwość przeprowadzenia naprawy bez demontażu lub tylko przy częściowym demontażu naprawianego urządzenia,
- możliwość uniknięcia naprężeń powstających przy stosowaniu innych metod np. napawania,
- możliwość przeprowadzenia naprawy na miejscu wystąpienia awarii,
- prosta technologia, zazwyczaj nie wymagająca stosowania specjalistycznego oprzyrządowania,
- bardzo dobra szczelność połączeń i wypełnień,
- bardzo dobra odporność na erozję i korozję, często większa niż materiału rodzimego.

20.4 CHARAKTERYSTYKA KOMPOZYTÓW POLIMEROWYCH

Kompozyty to materiały uzyskiwane przez połączenie z sobą co najmniej dwu różnych materiałów o różnym charakterze i postaci. W rezultacie materiału końcowego są „wypadkową” właściwości składników i ich udziałów objętościowych [4].

Osnową materiałów kompozytowych mogą być zarówno materiały metaliczne, jak i ceramika oraz tworzywa sztuczne. Polimerowe kompozyty tworzy się przez połączenie polimerowej osnowy z włóknami bardzo sztywnymi i wytrzymałymi, w przeważającej większości nieorganicznymi, które wykazującymi cechy niemal idealnej

sprężystości. Do zalet kompozytów polimerowych możemy zaliczyć:

- mniejszą masę w stosunku do masy materiału podstawowego,
- zwiększenie sztywności i/lub wytrzymałości,
- podniesienie odporności korozyjnej,
- zwiększenie odporności na pękanie,
- zwiększenie odporności na ścieranie,
- zwiększenie stabilności rozmiarów.

Postęp techniczny oraz konkurencyjność w wytwarzaniu, budownictwie i eksploatacji obiektów oraz urządzeń technicznych sprawiły, że koniecznym stało się zwiększenie ich trwałości i niezawodności.

Poprawa trwałości związana jest ze wzrostem wymagań stawianych materiałom w zakresie właściwości mechanicznych, w tym odporności na zmęczenie, odporności na oddziaływanie cieplne oraz właściwości fizyko-chemiczne uodparniające na korozyjny „atak” środowiska. W celu zwiększenia trwałości eksploatacyjnej, a także w aby umożliwić regenerację części maszyn i urządzeń wytwarza się na ich powierzchniach specjalne warstwy o z góry założonych powtarzalnych własnościach. Technologie regeneracji oraz modernizacji powierzchni kompozytami polimerowymi muszą zapewnić spełnienie powyższych wymagań. Poniżej pokazano kilka zastosowań tych kompozytów w procesach regeneracji i naprawy różnych urządzeń technicznych [3].

20.5 PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA REGENERACJI CZĘŚCI MASZYN KOMPOZYTAMI POLIMEROWYMI

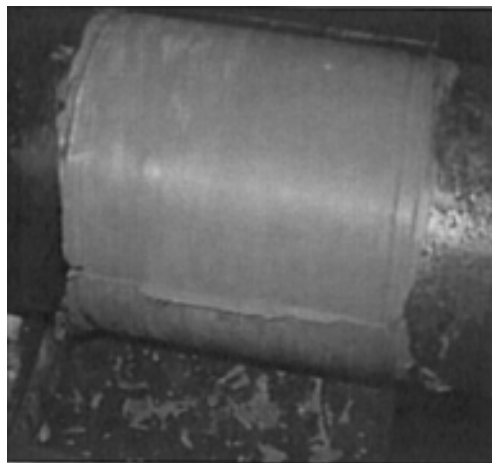
Jednym z wielu zastosowań jest np. regeneracja czopów wałów. Do tego stosuje się specjalny rodzaj kompozytu polimerowego zawierającego w osnowie kryształy stali krzemowej, przez co osiąga dużą wytrzymałość (statyczną i zmęczeniową). Pozwala to skutecznie regenerować takie elementy maszyn jak: czopy wałów, oprawy łożyskowe, pęknięte korpusy, ale także poprawia znacząco trwałość i obciążalność różnych węzłów konstrukcyjnych: łożyskowych, połączeń wciskowych i ślizgowych, itp. Przykładami takich kompozytów są Belzona (1111) Super Metal firmy BELZONA® [6] lub Chester Metal Super firmy Chester Molecular LTD® [7].

Na rys. 20.2 pokazano zużyty czop wału. Uszkodzenie powstało na skutek wytarcia w miejscu jego osadzenia w łożysku ślizgowym. Regeneracja poprzez napawanie wymagałaby demontażu wału oraz wykonania skomplikowanych czynności naprawczych (napawanie i obróbka mechaniczna). W przypadku regeneracji z zastosowaniem kompozytów możliwe jest to przy częściowym demontażu (w tym przypadku rozebrano tylko łożysko). Po naniesieniu powłoki (rys. 20.3), jeżeli robione to jest starannie przez doświadczonego pracownika, często nie trzeba wykonywać żadnej obróbki, ewentualnie niewielkie poprawki można wykonać za pomocą narzędzi ręcznych [3].



**Rys. 20.2 Wygląd czopa wału
po demontażu łożyska**

Źródło: [3]



**Rys. 20.3 Wygląd czopa wału
po regeneracji**

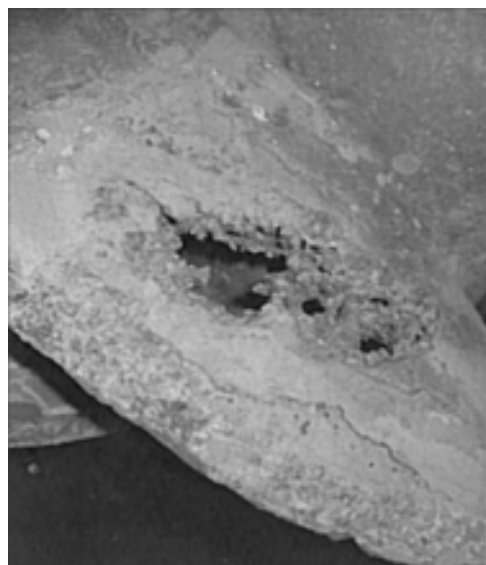
Źródło: [3]

Innym przykładem może być regeneracja wirnika pompy diagonalnej, w którym powstało wiele ubytków na skutek działania kawitacji. Praktycznie wirnik był tak zużyty, że wymagał wymiany na nowy (rys. 20.4). Ze względu na brak dostępności w/w elementu jako części zamiennej zdecydowano o jego naprawie. Podczas regeneracji nie tylko uzupełniono ubytki, ale również odtworzono kształt wirnika.

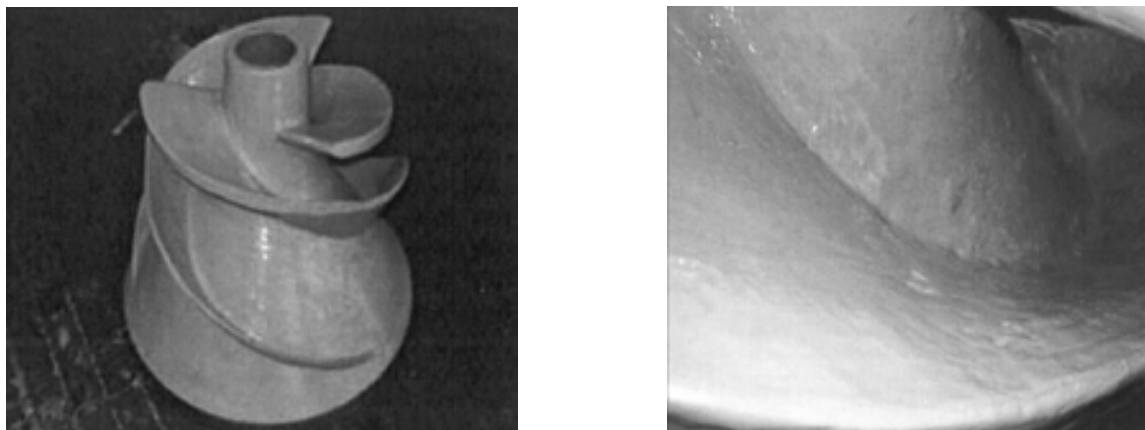


Rys. 20.4 Wirnik pompy przed regeneracją

Źródło: [3]



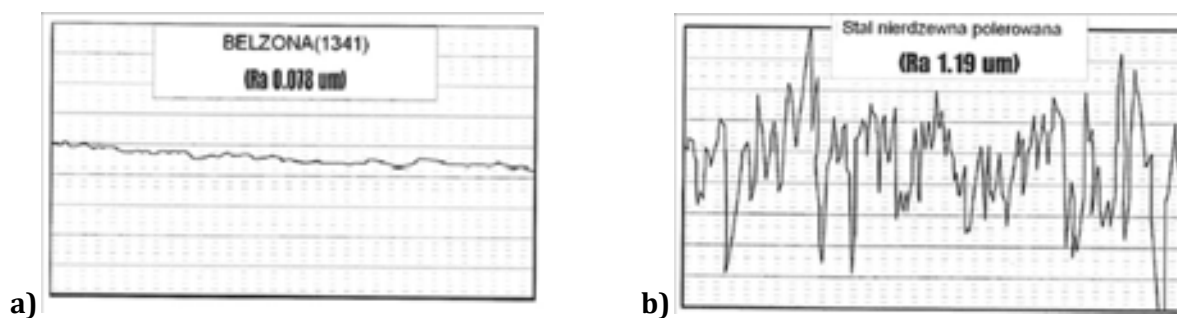
Jak widać na rys. 20.5, po regeneracji cały wirnik został pokryty kompozytem polimerowym. Zabezpieczy to powierzchnię przed działaniem agresywnego środowiska w którym wirnik pracuje [3].



Rys. 20.5 Wirnik pompy po regeneracji

Źródło: [3]

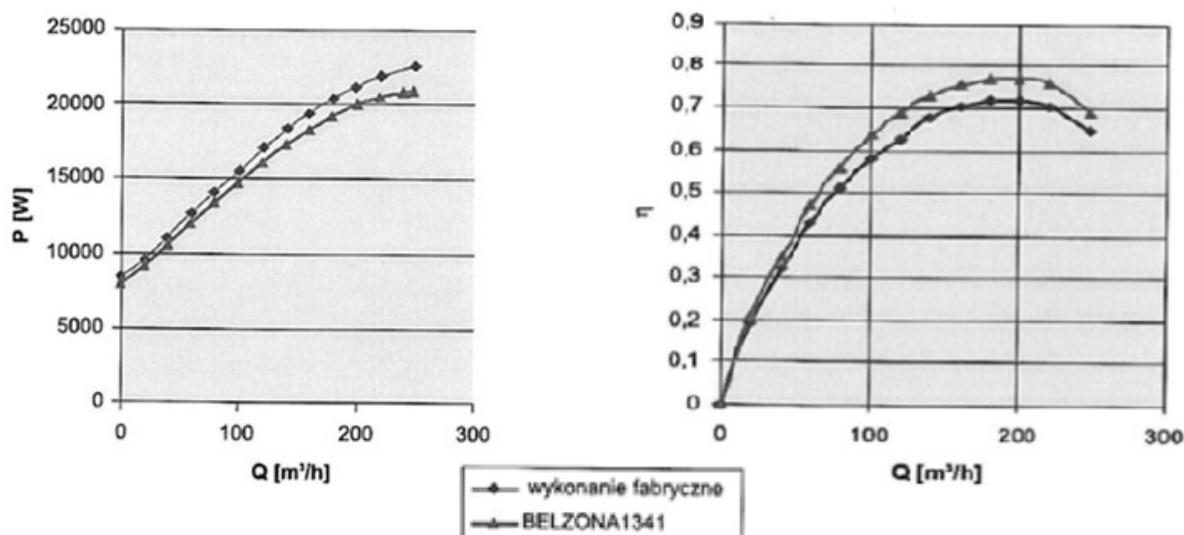
Wirnik zregenerowano kompozytem BENZONA 1341 Supermetal Glide firmy BELSE. Jest on przeznaczony do ochrony i modyfikacji metalowych powierzchni głównie pomp i innych maszyn przepływowych. Składniki kompozytu zestawiono tak, że osiąga on po zestaleniu wyjątkowo niską energię swobodną powierzchni. Hydrofobowa i bardzo gładka powierzchnia kompozytu pozwala stosować go jako powłokę radykalnie obniżającą straty hydrauliczne w przepływie. Dzięki zastosowaniu go w pompach wirowych, można zwiększyć sprawność oraz trwałość elementów. Materiał może również kontaktować się z wodą pitną [8]. Po wykonaniu regeneracji wykonano pomiary chropowatości powierzchni wirnika. Jest ona znacznie mniejsza niż np. stalowa powierzchnia polerowana (rys. 20.6).



Rys. 20.6 Porównanie chropowatości powierzchni
a) kompozytu polimerowego, b) polerowana stal nierdzewna

Źródło: [3]

Następnie całą pompę poddano badaniom. Wykonano porównawcze charakterystyki wysokości podnoszenia w stosunku do pobieranej mocy pompy zregenerowanej oraz w wykonaniu fabrycznym. Jak widać pompa po regeneracji ma lepsze parametry. Ma to związek z tym, że gładsza powierzchnia polimerowa obniża straty hydrauliczne przepływu. Drugie badanie związane było z określeniem sprawności zespołu pompowego w zależności od obciążenia. Sprawność pompy po regeneracji była większa, a różnica ta dochodziła do 5%. Zastosowanie powłok polimerowych można więc traktować nie tylko jako remont, ale również jako modernizację sprawnościową. Wyniki badań pokazano na rys. 20.7.



Rys. 20.7 Porównanie charakterystyk zużycia energii elektrycznej i sprawnościowej dla pompy fabrycznej i po regeneracji

Źródło: [3]

PODSUMOWANIE

Jak widać z przedstawionych wyżej przykładów regeneracja elementów maszyn za pomocą kompozytów polimerowych z różnymi wypełniaczami znajduje coraz szersze zastosowanie w różnych dziedzinach przemysłu. Szeroki asortyment oferowanych materiałów umożliwia precyzyjny dobór właściwego kompozytu do wymaganego zastosowania. Kompozyty zapewniają lepsze parametry chropowatości powierzchni. Przez to poprawiają się parametry eksploatacyjne maszyn przepływowych. Dzięki temu, po regeneracji można również osiągnąć wymierne korzyści związane z obniżeniem kosztów eksploatacji.

W niektórych przypadkach (brak możliwości dostępu do odpowiedniej części zamiennej, brak dokumentacji technicznej czy też zakończenie działalności przez producenta), wręcz wymusza korzystanie z tej formy naprawy. Postęp w dziedzinie jakości produkowanych materiałów kompozytowych wskazuje, że metody regeneracji części maszyn z ich użyciem będą się dalej dynamicznie rozwijały.

LITERATURA

- 1 Biały W.: Podstawy maszynoznawstwa. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
- 2 Gierek A.: Zużycie tribologiczne. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.
- 3 Famulski A.: Efekty zastosowania kompozytów polimerowych do regeneracji elementów urządzeń energetycznych. Projekt inżynierski napisany pod kierunkiem dr inż. A Stawinogi, Politechnika Śląska, Gliwice 2013.
- 4 Królikowski W.: Polimerowe kompozyty konstrukcyjne. PWN, Warszawa 2012.
- 5 Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń. WSiP, Warszawa 2010.
- 6 http://www.belse.com.pl/service_249.html, [dostęp: 28.03.2014].

- 7 <http://www.chester.com.pl/>, [dostęp: 28.03.2014].
- 8 <http://olx.pl/oferta/belzona-1341-supermetal-glide-0-75-kg-CID628-ID4XZMW.html>, [dostęp: 28.03.2014].

NOWOCZESNE METODY REGENERACJI ZUŻYTYCH ELEMENTÓW MASZYN

Streszczenie: W artykule przedstawiono nowoczesne metody regeneracji zużytych elementów maszyn. Wykorzystuje się w nich kompozyty, które posiadają nie gorsze, a w wielu przypadkach lepsze właściwości mechaniczne w porównaniu z dotychczas stosowanymi tworzywami i metodami tradycyjnymi. Również technologie regeneracji z wykorzystaniem tych tworzyw pozwalają na szybsze wykonanie naprawy z zachowaniem odpowiednich parametrów użytkowych regenerowanych elementów. Technologia stosowania kompozytów nie powoduje zmian właściwości warstwy wierzchniej tworzywa, na który jest nakładana, tak jak to się dzieje np. przy napawaniu. Również koszt wykonania regeneracji jest niższy w porównaniu z metodami tradycyjnymi. Z tego względu taki sposób regeneracji jest coraz częściej stosowany w różnych dziedzinach przemysłu.

Słowa kluczowe: Starzenie i zużycie części maszyn, technologie i metody regeneracji, kompozyty polimerowe

MODERN METHODS OF REGENERATION OF USED PARTS OF MACHINES

Abstract: The article presents modern methods of regeneration of worn machine parts. Using in theme composites, which have not inferior mechanical properties, and in many cases better, improved compared to the previously used conventional methods. Regeneration technologies, using these materials, allow to recover faster the appropriate performance characteristics of regenerated parts of machines. Technology use of composites does not change the properties of the surface layer of material to which it is applied, as it happens, for example, during welding. Also, the cost of regeneration is lower in comparison with traditional methods. For this reason, the method of regeneration is increasingly being used in various industries.

Key words: Aging and wear of machines, technologies and methods of recovery, polymer composites

dr inż. Alojzy STAWINOĞA
dr inż. Jerzy MIZGAŁA
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: Alojzy.Stawinoga@polsl.pl, Jerzy.Mizgala@polsl.pl

21

**MATERIAŁY POROWATE
DO ZASTOSOWAŃ MEDYCZNYCH****21.1 WPROWADZENIE**

Rozwój współczesnej medycyny pociąga za sobą konieczność wprowadzania na rynek coraz nowszych biomateriałów oraz udoskonalania właściwość już istniejących. Zastosowanie materiału porowatego umożliwia mechaniczne połączenie go z żywą tkanką poprzez jej wrastanie w pory materiału. Odpowiedni rozmiar porów i połączeń między porami decydują o przenikaniu i mineralizacji tkanki, dając dobre i trwałe połączenie implantu z kością [1]. Materiały bioceramiczne (rys. 21.1) charakteryzują się dobrą biokompatybilnością, nie wywołują reakcji toksycznych, alergicznych, mutagennych oraz kancerogennych. Produkty degradacji bioceramiki są całkowicie inertne dla organizmu człowieka. Z tych właśnie względów materiały te znalazły zastosowanie na ubytki kostne.



Rys. 21.1 Materiały bioceramiczne stosowane na ubytki kostne

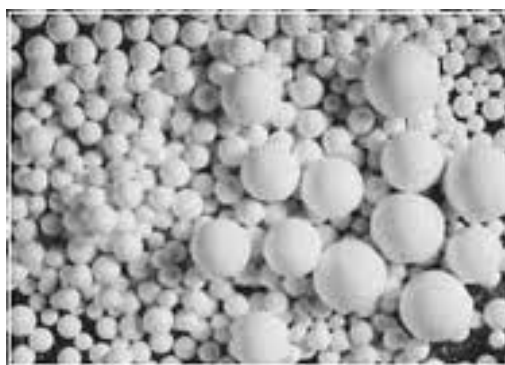
Źródło: [12]

Najlepiej poznana, najbardziej kompleksowo zbadana grupa materiałów – bioceramiczne materiały korundowe – weszła już na stałe do operacyjnej praktyki ortopedycznej i stomatologicznej. Stosuje się tu zarówno materiały w formie prawie bezporowatego spieku, jak też materiały porowate – o różnym stopniu porowatości – przeznaczone do różnych zastosowań. Wynika to z jednej strony z bardzo dobrych własności mechanicznych tego typu tworzyw, a z drugiej z potwierdzonej licznymi badaniami, dobrej ich biozgodności. Porowate materiały metaliczne ze względu na wysokie parametry wytrzymałościowe również stosowane są na ubytki kostne.

W celu poprawy biokompatybilności oraz lepszej osteointegracji stopy te pokrywa się warstwami bioaktywnymi. Ich celem jest również ograniczenie dyfuzji szkodliwego dla organizmu niklu oraz szkodliwych produktów degradacji.

21.2 BIOMATERIAŁY CERAMICZNE

Początki rozwoju bioceramiki sięgają XIX wieku, kiedy do regeneracji kości próbowano stosować fosforan sodu. Do tego celu zastosowano CaSO_4 – próby nie były w pełni udane. Następne doświadczenia robiono już z porowatym Al_2O_3 (rys. 21.2) nasyconym żywicą epoksydową – próby były pomyślne. Równolegle zaczęto badać wpływ wielkości porów na wrastanie kości do bioceramiki i na ich własności mechaniczne. W badaniach tych chodziło głównie o rozpoznanie przydatności biologicznej gładkich lub porowatych implantów ceramicznych. Doświadczenia te zakończone zostały w pełni udokumentowanymi wynikami wskazującymi na obojętne oddziaływanie Al_2O_3 na środowiska tkankowe [7].



Rys. 21.2 Obraz mikroskopowy Al_2O_3

Źródło: [11]

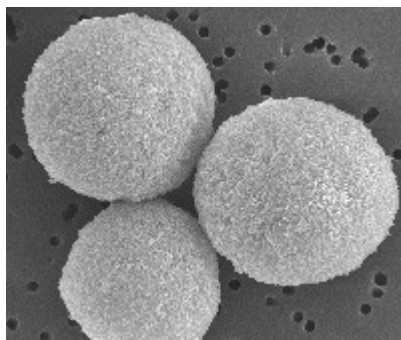
Biomateriały ceramiczne w porównaniu z pozostałymi biomateriałami charakteryzują się [7]:

- porowatością umożliwiającą wrastanie tkanek oraz zabezpieczającą trwałe połączenie pomiędzy tkankami a implantem,
- wysoką bioinertnością w środowisku tkankowym,
- dużą wytrzymałością na ściskanie oraz odpornością na ścieranie,
- wysoką odpornością na korozję w środowisku tkankowym,
- możliwością sterylizacji bez zmiany właściwości materiału,
- kruchością.

Biomateriały ceramiczne resorbowalne w organizmie

Cechą charakterystyczną tej grupy jest taki sam skład chemiczny i fazowy, jak w przypadku tkanki kostnej. Kość jest kompozytem nieorganicznego hydroksyapatytu osadzonego w matrycy organicznej. Do fosforanów tworzących tkankę kostną zalicza się: fosforan trójwapniowy, ośmiowapniowy, fosforany amorficzne oraz węglany. W zależności od pH środowiska i składu płynów ustrojowych fosforany znajdujące się w organizmie ulegają ciągłym przemianom z udziałem rozpuszczania,

krystalizacji, rekrytalizacji, hydrolizy i wymiany jonowej. Zauważono również wpływ fosforanów (syntetycznych oraz organicznych) na przebieg wymienionych zjawisk [3]. Hydroksyapatyt (HAp, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) (rys. 21.3), jest to materiał biologicznie aktywny, którego skład chemiczny i fazowy jest podobny do składu kości ludzkiej, dzięki czemu odznacza się największą biotolerancją. Poprzez udział w różnych procesach metabolicznych przywraca utracone funkcje kości.



Rys. 21.3 Obraz mikroskopowy hydroksyapatytu

Źródło: [9]

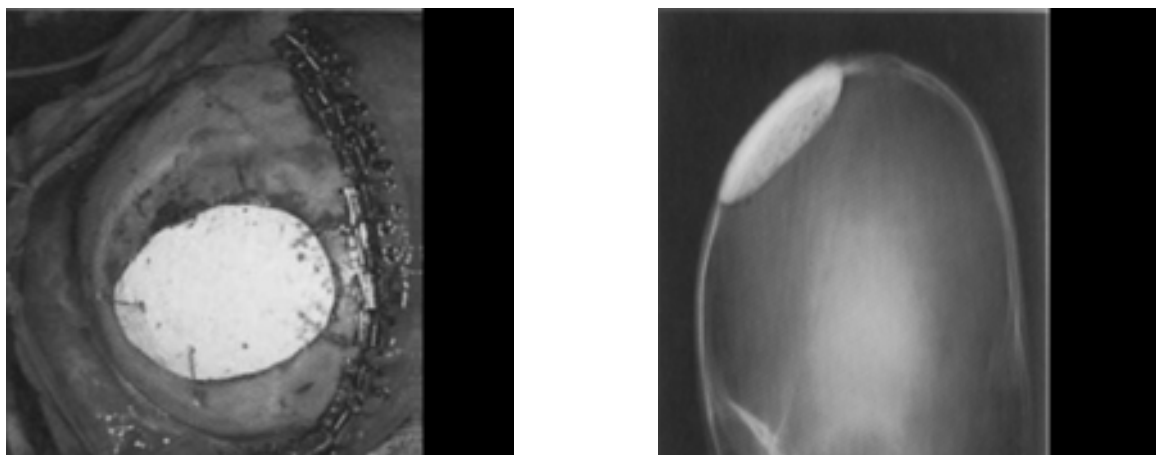
Hydroksyapatyt stosowany jest jako materiał uzupełniający ubytki kostne lub jako powłoka na metalowe tworzywa do produkcji implantów długo terminowych. Ceramika hydroksyapatytowa charakteryzuje się najlepszą wśród ceramicznych materiałów implantacyjnych bioaktywnością i biozgodnością. Słabe właściwości mechaniczne tworzyw hydroksyapatytowych ograniczają ich medyczne zastosowania do obszarów ciała człowieka, nieprzenoszących znacznych obciążeń, np. młoteczek ucha środkowego. Aby poszerzyć obszary zastosowań HAp, wielu badaczy próbowało polepszyć jego wytrzymałość mechaniczną i odporność na pękanie poprzez wprowadzenie do osnowy hydroksyapatytowej wtrąceń różnych tlenków, a wśród nich również dwutlenku cyrkonu częściowo stabilizowanego Y_2O_3 lub CaO . W cytowanych pracach materiały kompozytowe zawierające tetragonalne lub regularne wtrącenia ZrO_2 wytwarzano drogą spiekania proszkowych mieszanin hydroksyapatytu i dwutlenku cyrkonu o z góry zadanej ilości tlenku stabilizującego. Syntetyczny hydroksyapatyt wytwarza się w celach medycznych. Z uwagi na nienajlepsze własności mechaniczne nie stosuje się go na całe implanty, lecz dzięki dobrej biozgodności znalazł zastosowanie do stymulowania rozwoju kości w niewielkich ubytkach kostnych oraz jako pokrycia na wszczepy (np. endoproteza biodra). Dzieje się tak, gdyż stosunek zawartości wapnia do fosforu w hydroksyapatycie jest prawie taki sam jak w kościach. Tytanowe implanty, które pokrywa się hydroksyapatytem, posiadają wiele zalet [3]:

- najwyższą, spośród wszystkich znanych obecnie biomateriałów, biotolerancję w środowisku tkankowym;
- kontrolowaną resorpcję w środowisku tkankowym;
- możliwość tworzenia trwałego i silnego połączenia z otaczającą tkanką kostną;
- kość w kontakcie z takim implantem zaczyna obrastać go tkanką kostną, eliminując jednocześnie negatywne skutki korozji;

- obrastający tkanką kostną implant nie wymaga użycia tzw. cementu kostnego, który z biegiem lat może się luzować, powodując bóle u pacjentów;
- niskie właściwości mechaniczne [3, 4].

Bioaktywne materiały porowate

W chirurgii naprawczej kości ważnym problemem jest uzyskanie trwałego i stabilnego zespolenia wszczepu lub wypełnienia z żywą tkanką kostną przez wrośnięcie jej w pory materiału. Odpowiedni rozmiar porów i połączeń między porami decyduje o przenikaniu i mineralizacji tkanki, dając dobre i trwałe połączenie implantu z kością. Można je otrzymać przez spiekanie proszków szkieł fosforanowych o odpowiedniej zdolności krystalizacyjnej z substancjami rozkładającymi się w temperaturach ich spiekania z wydzieleniem składników gazowych, które działają spieniająco. Stosowane jest też spienianie z wymywanym wypełniaczem nieorganicznym, z wykorzystaniem podłoża organicznego, oraz inne techniki stosowane w produkcji porowatej ceramiki. Wszczepy kostne z tych tworzyw łatwo zrastają się z tkanką kostną. Warstwa przejściowa między obu materiałami ma szerokość 250 μm . Najlepszym rozwiązaniem są kompozyty z porowatą warstwą na powierzchni i zwartym wysokowytrzymałym rdzeniem szklano-ceramicznym. Przykładem zastosowań są m.in. materiały zastępujące ubytki czaszki (rys. 21.4) [3].



Rys. 21.4 Uzupelnianie ubytków czaszki biomateriałem ceramicznym

Źródło: [10]

Biomateriały ceramiczne obojętne

Materiały te nie ulegają w ogóle, lub tylko w niewielkim stopniu zmianom podczas długotrwałego kontaktu ze środowiskiem biologicznym. Biomateriały te nie uwalniają do otaczającej tkanki żadnych jonów, nie oddziałują toksycznie na organizm, ale organizmy żywe reagują na ich obecność. Reakcja tkanek na bioceramikę obojętną wyraża się przez wytworzenie w bezpośrednim sąsiedztwie cienkiej, włóknistej tkanki otaczającej wszczep, o grubości mniejszej od 10 μm . Ponieważ tkanki włókniste nie łączą się chemicznie z bioceramiką obojętną, ich umiejscowienie w środowisku tkankowym odbywa się za pomocą perforacji w implancie, w który wrasta tkanka. Z tego względu stosowana jest powierzchnia o wielkości porów w zakresie od 20 do 200 μm . Typowymi

biomateriałami ceramicznymi obojętnymi są ceramika korundowa Al_2O_3 oraz cyrkonowa ZrO_2 [3].

Bioceramikę obojętną możemy podzielić, w zależności od porowatości, na:

- bioceramikę obojętną konstrukcyjną (o niskiej porowatości);
- bioceramikę obojętną porowatą.

Bioceramika obojętna konstrukcyjna znalazła zastosowanie w stomatologii i ortopedii na głowy endoprotez metalicznych. Ceramikę korundową stosuje się głównie w endoprotezoplastyce stawów (rys. 21.5), szczególnie biodrowego i kolanowego. Ceramika korundowa ma znakomitą biogodność i odporność na ścieranie, jednak wykazuje umiarkowaną – jak na nowoczesny, ceramiczny materiał konstrukcyjny – wytrzymałość mechaniczną na zginanie i odporność na pękanie. Z tego powodu średnice większości korundowych głów endoprotez stawu biodrowego są ograniczone do 32 mm. Tlenek cyrkonu jest równie trwały w środowisku fizjologicznym i ma w porównaniu z ceramiką korundową wyższą odporność na kruche pękanie i wytrzymałość mechaniczną na zginanie oraz niższy moduł Younga. Ceramika cyrkonowa różni się od korundu, który jest trwały od temperatury pokojowej aż do wysokich temperatur – w tlenku cyrkonu, w zależności od temperatury, zachodzą różne przemiany fazowe. W ceramice cyrkonowej, przeznaczonej do zastosowań medycznych, zaobserwowano aktywność promieni α . Ze względu na swoją wysoką zdolność do jonizacji, promienie te niszczą zarówno komórki tkanek miękkich, jak i kości. Ze względu na małą zawartość zanieczyszczeń radioaktywnych – ok. 0,5 ppm – aktywność promieniowania α nie jest wysoka, ale nie do końca znany jest długotrwały wpływ promieniowania alfa ceramiki cyrkonowej na fizjologię organizmów żywych [3].



Rys. 21.5 Endoprotezy stawu biodrowego

Źródło: [8]

21.3 POROWATE STOPY Z PAMIĘCIĄ KSZTAŁTU

Porowate stopy NiTi zostały w ostatnim czasie uznane za ważny biomateriał do produkcji implantów ortopedycznych, dzięki własnościom mechanicznym zbliżonym do własności kości, dobrej odporności korozyjnej, wysokiej przyswajalności biologicznej oraz efektem pamięci kształtu i nadspężystości. W porowatą mikrostrukturę łatwo wrasta nowa tkanka. Aby uzyskać stopy o różnym stopniu porowatości należy odpo-

wiednio dobrać procesy wytwarzania. Najkorzystniejszym rozwiązaniem jest otrzymanie materiału z modułem sprężystości o wartości zbliżonej do modułu ludzkiej kości (< 3 GPa). Dzięki temu możliwe jest wytworzenie sztucznej kości lub zastąpienie jej fragmentu przenoszącego obciążenia. Przykładem są implanty stosowane w chirurgii kręgosłupa (osteocondroza lędźwiowa), implanty dentystyczne i endoprotezy czaszkowo-twarzowe. Efekt pamięci kształtu porowatych stopów NiTi ułatwia ustabilizowanie założonego implantu [5]. Stopień porowatości można zdefiniować jako:

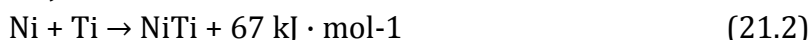
$$P = \left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right) \cdot 100 \quad (21.1)$$

gdzie:

ρ i ρ_0 odpowiadają mierzonej gęstości próbki i jej teoretycznej wartości.

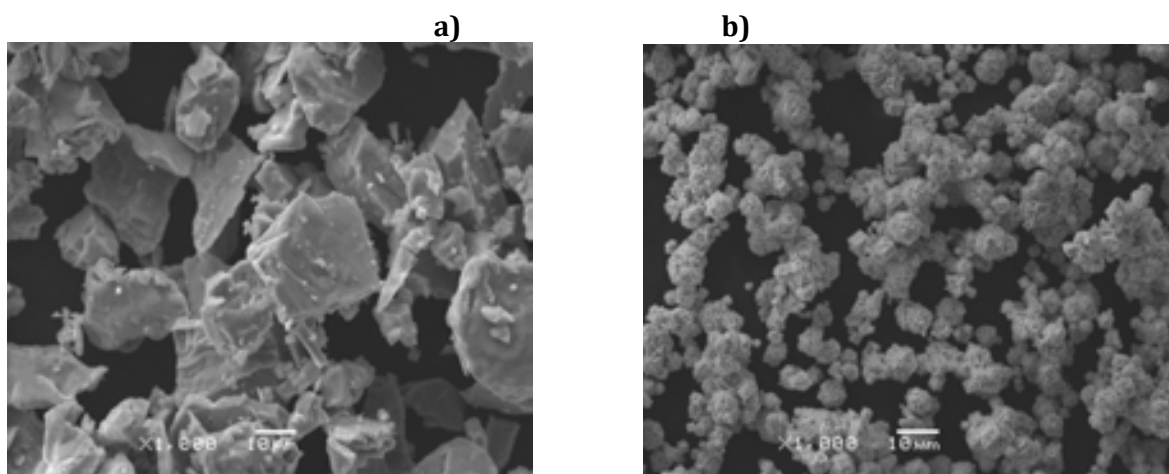
Dla stopu NiTi, $\rho = 6,44 \text{ g/cm}^3$ [3].

Jedną z metod wytwarzania porowatych stopów NiTi jest pozyskiwanie energii potrzebnej do wzajemnej dyfuzji pierwiastków stopowych w reakcji spalania. Stanem wyjściowym dla samorozprzestrzeniającej się syntezy są proszki niklu i tytanu, o określonej wielkości cząstek, prasowane na zimno w postaci walców pod ciśnieniem 75 MPa. Walce umieszczone w komorze reakcyjnej poddane są zapłonowi przez nagrzanie do początkowej temperatury $T_w = 200\text{-}500^\circ\text{C}$, która podobnie jak wyjściowa wielkość ziaren, w istotny sposób decyduje o porowatości i finalnych właściwościach stopu. W czasie spalania zachodzi reakcja:

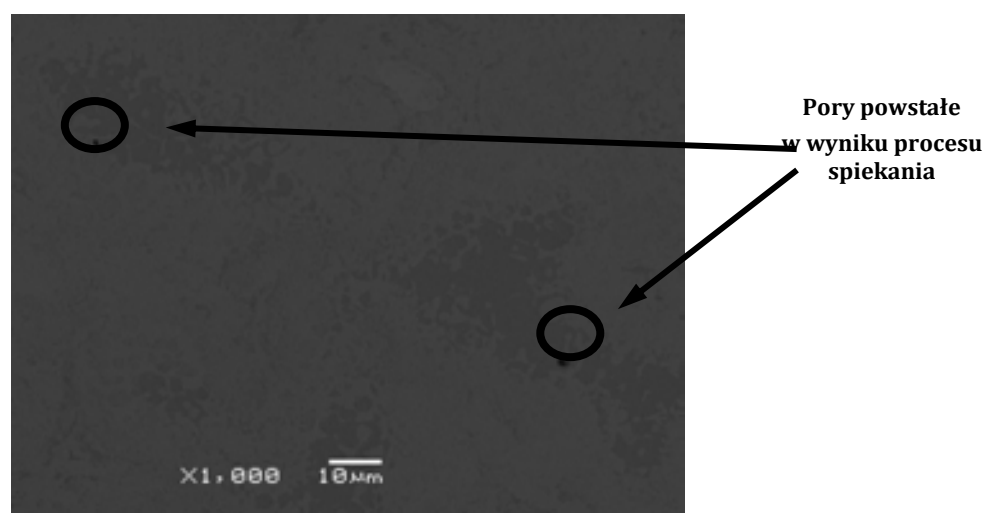


W wyniku reakcji powstaje stop NiTi, a wydzielane ciepło reakcji jest przekazywane wzdłuż wsadu od początku do jego końca. Czynniki wpływającymi na porowatość, obok wielkości wyjściowej proszku i kształtu cząstek, są ciśnienie prasowania i wielkość wsadu oraz jego kształt. Istotne są również warunki prowadzenia procesu syntezy, temperatura wstępnego nagrzewania, technika zapłonu, atmosfera i ciśnienie gazu. Ciekły stan strefy przejściowej wsadu i ulatniania się zanieczyszczeń oraz zaadsorbowanych gazów pozostawiają liczne pory. Entalpia procesu tworzenia fazy NiTi jest relatywnie niska w stosunku do tworzenia innych faz międzymetalicznych, a zatem temperatura syntezy NiTi z proszku NiTi jest również niska, co sprawia, że synteza ta nie jest kompletna i tworzą się równocześnie takie fazy jak NiTi₂ oraz Ni₃Ti. Proces samorozprzestrzeniającej się wysokotemperaturowej syntezy pozwala na uzyskanie porowatości w zakresie 10-70%. Powstałe pory dzieli się na otwarte i zamknięte. Ze względu na kierunkową propagację syntezy pory łączą się kierunkowo, tworząc kanaliki. Kierunkowa mikrostruktura wywołuje anizotropię własności, co stwarza możliwości inżynierskiego kształtowania anizotropii porowatych stopów na wzór naturalnych materiałów, np. kości [5]. Istnieje kilka metod wytwarzania porowatych stopów NiTi. Autorzy artykułów [2, 6] zastosowali metodę HIP (Hot Isostatic Pressing) czyli spiekanie pod obciążeniem izostatycznym oraz metodą MIM (Metal Injection Moulding) polegającą na wtryskiwaniu sproszkowanego metalu do plastikowych form wtryskowych. Proces w spiekaniu metodą HIP prowadzi się w podwyższonej temperaturze oraz pod stałym ciśnieniem gazu. Najczęściej stosowa-

nym gazem jest argon. Wyniki badań DSC prezentowane przez autorów pracy [6] wskazują na obecność jednostopniowej przemiany martenzytycznej. Ponadto rentgenowska analiza fazowa przeprowadzona przez autorów pracy wykazała obecność faz: głównie fazy macierzystej – NiTi oraz fazy NiTi₂. Aby wykonać materiał na drodze metodą spiekania pod ciśnieniem, niezbędne jest posiadanie odpowiednich proszków metalicznych. W przypadku stopów z pamięcią kształtu należy poddać spiekaniu proszek niklu, którego zdjęcie wykonane przy użyciu elektronowego mikroskopu skaningowego (SEM) przedstawiono na rys. 216a. Proszek tytanu przedstawiono na rys. 216b. Mikrostrukturę stopu NiTi wytworzoną metodą spiekania pod ciśnieniem przedstawiono na rys. 21.7. Zaznaczone miejsca wskazują na pory zawarte w materiale.



Rys. 21.6 Obrazy mikroskopowe proszku: a) Ni, b) Ti



Rys. 21.7 Obraz mikroskopowy przekroju poprzecznego stopu wytworzonego w temp. 1000°C

PODSUMOWANIE

Istotny postęp w dziedzinie inżynierii biomateriałów nastąpił w wyniku wprowadzenia na rynek materiałów porowatych. Niewątpliwą przewagą tej grupy materiałów jest silna osteointegracja oraz możliwość wytworzenia naczyń krwionośnych w miejscu implantacji. Ważne jest aby materiały porowate posiadały odpowiednią wielkość porów pomiędzy 20 a 200 μm . Tylko taka wielkość porów zapewnia przerost tkanki. Materiały porowate posiadają lepiej rozwiniętą powierzchnię styku implant-tkanka, charakteryzując się dobrymi właściwościami mechanicznymi (materiały metaliczne) a w przypadku biomateriałów ceramicznych brakiem toksyczności oraz dobrą biotolerancją. Ze względu na kruchość oraz niską wytrzymałość materiałów ceramicznych dąży się do poprawy tych właściwości poprzez różnego rodzaju dodatki, np. Y_2O_3 . Również z tego względu materiały bioceramiczne stosuje się na elementy nie przenoszące dużych obciążeń, np. implant dna oczodołu oraz fragmenty czaszki. Ceramikę hydroksyapatytową stosuje się z powodzeniem jako warstwy wierzchnie (bioaktywne) m.in. na różnego rodzaju endoprotezach. Również chętnie stosowane przez stomatologów implanty tytanowe powinny mieć coraz lepiej wykonane powłoki, tak żeby kontakt z tkanką kostną był realizowany poprzez warstwę bioaktywną. Porowate stopy NiTi posiadają lepszą odporność korozyjną niż stopy lite przy zachowaniu tych samych właściwości wytrzymałościowych. Aby uniknąć dyfuzji szkodliwego niklu do organizmu stosuje się warstwy poprawiające jego biokompatybilność tworząc w ten sposób kompozyty.

LITERATURA

- 1 Bieniek J.: Porowate Implanty Korundowe, Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych.
- 2 Krone L., Schüller E., Bram M., Hamed O., Buchkremer H. P., Stöver D.: Mechanical behavior of NiTi parts prepared by powder metallurgical methods. *Materials Science and Engineering A* 378, 2004, p. 185–190.
- 3 Świeczko-Żurek B.: Biomateriały, Wyd. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2009.
- 4 Marciniak J.: Biomateriały, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
- 5 Morawiec H., Lekston Z.: Implanty Medyczne w Pamięć Kształtu, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.
- 6 Shüller E., Bram M., Buchkremer H. P., Stöver D.: Phase transformation temperatures for NiTi alloys prepared by powder metallurgical processes. *Materials Science and Engineering A* 378, 2004, p. 165-169.
- 7 Sobczak A., Kowalski Z.: Materiały hydroksyapatytowe stosowane w implantologii, *Czasopismo Techniczne*, Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków 2007.
- 8 <http://en.rscrt.com/20/>, [dostęp: 28.03.2014].
- 9 http://www.bone.pentax.jp/cht_e.php, [dostęp: 28.03.2014].
- 10 <http://www.exploreplasticsurgery.com/category/temporal-augmentation/>, [dostęp: 28.03.2014].

11 <http://www.go2balls.com/products.asp?id=121>, [dostęp: 28.03.2014].

12 <http://www.ngkntk.co.jp/english/product/medical/bio.html>, [dostęp: 28.03.2014].

MATERIAŁY POROWATE DO ZASTOSOWAŃ MEDYCZNYCH

Streszczenie: W artykule poruszono zagadnienia związane z zastosowaniem materiałów porowatych w medycynie wraz z technologią ich wytwarzania oraz właściwościami. Zaprezentowano przegląd literaturowy dotyczący materiałów ceramicznych oraz metalicznych, a także część wyników własnych badań naukowych porowatych stopów z pamięcią kształtu.

Słowa kluczowe: Materiały porowate, bioceramika, stopy z pamięcią kształtu, biomateriały

POROUS MATERIALS FOR THE MEDICAL APPLICATIONS

Abstract: The paper addresses the issues associated with the application of porous materials in medicine, properties and technology for their preparation. The review of literature of ceramic and metallic materials and also some results of my own research porous shape memory alloys has been presented.

Key words: Porous materials, bioceramics, shape memory alloys, biomaterials

mgr inż. Marzena SZCZEPKOWSKA

mgr inż. Marta ŁUCZUK

Uniwersytet Śląski w Katowicach

Wydział Informatyki i Nauki o Materiałach

ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice

e-mail: Szczepkowska.Marzena@gmail.com, Marta.Luczuk@gmail.com

22

CZŁOWIEK JAKO EKSPLOATATOR ŚRODKÓW TECHNICZNYCH – AKTUALNY STAN WIEDZY ORAZ PERSPEKTYWY BADAWCZE

22.1 WPROWADZENIE

Prawidłowe eksploataowanie środków technicznych, wykorzystywanych w różnych obszarach życia człowieka, w tym jako elementów systemów produkcyjnych oraz usługowych jest uwarunkowane istnieniem szeregu czynników. Do ważnych determinant właściwego funkcjonowania systemów antropotechnicznych należy człowiek jako użytkownik oraz obsługujący środki techniczne. Coraz częściej temat człowieka pojawia się w odpowiedzi na występujące problemy społeczne. Jednym z nich jest problem starzenia się społeczeństwa. W rozwiązywaniu problemów odnoszących się do człowieka bardzo często uczestniczą środki techniczne, których użytkownikiem lub obsługującym jest człowiek.

Z tego względu celowe staje się dokonywanie przeglądu wiedzy inżynierskiej i podjęcie rozważań nad możliwościami wykorzystania odpowiednich środków i sposobów kształtowania cyklu życia środków i systemów technicznych, które stanowią odpowiedź na istniejące problemy ludzkości. Przykładem antidotum na problemy osób starszych może być gerontotechnologia, która jest interdyscyplinarnym obszarem akademickim oraz zawodowym, łączącym w sobie gerontologię (jako dyscyplinę naukową, koncentrującą się na biologicznych, psychologicznych oraz socjologicznych zjawiskach, związanych z wiekiem podeszłym oraz starzeniem się) oraz technologię. Dziedzina ta rozwija się w świecie, niestety w Polsce nikt się nią nie zajmuje.

Ze względu na potrzeby ludzkości, w tym problemy osób starszych w publikacji skoncentrowano się na znaczeniu aspektu człowieka w eksploatacji jako etapie cyklu życia środków technicznych. Artykuł stanowi próbę dokonania przeglądu aktualnego stanu wiedzy o człowieku, jako użytkowniku oraz obsługującym środki techniczne. Przedstawia on ponadto perspektywy badawcze, które należałoby podjąć w ramach dyscyplin: budowa i eksploatacja maszyn oraz inżynieria produkcji, ze względu na aktualne i ważne problemy dotyczące człowieka funkcjonującego w systemie antropotechnicznym. Szczególną uwagę w artykule zwrócono na eksploataowanie środków technicznych przez osoby starsze.

22.2 CZŁOWIEK W EKSPLOATACJI ŚRODKÓW TECHNICZNYCH – AKTUALNY STAN WIEDZY

Badania nad człowiekiem w eksploatacji systemów technicznych powinny polegać na rozpoznaniu naukowych osiągnięć, będących wynikiem prac, prowadzonych w ramach nauk szczegółowych o eksploatacji, wśród których można wyróżnić [31, 54]:

- teorię eksploatacji urządzeń mechanicznych/elektronicznych (eksploatykę),
- teorię użytkowania urządzeń,
- teorię obsługi urządzeń,
- teorię sterowania eksploatacją urządzeń,
- teorię trwałości i niezawodności,
- diagnostykę techniczną,
- teorię odnowy i regeneracji,
- teorię bezpieczeństwa,
- teorię sterowania zapasami,
- teorię podejmowania decyzji,
- zarządzanie eksploatacją środków technicznych.

Dlatego też w dalszej części artykułu zaprezentowano wyniki badań prowadzonych w Polsce oraz świecie w w/w dziedzinach wiedzy, w których pojawia się aspekt człowieka jako eksploatora środków technicznych. Ponieważ szereg problemów badawczych, w których ten aspekt się pojawia wchodzi stanowi przedmiot zainteresowania więcej niż jednej w/w nauki szczegółowej, dlatego wskazano tylko wybrane najbardziej istotne spośród tych nauk (z punktu widzenia człowieka), tj.: teorię eksploatacji urządzeń, teorię trwałości i niezawodności, teorię bezpieczeństwa, diagnostykę techniczną oraz zarządzanie eksploatacją środków technicznych.

Teoria eksploatacji urządzeń mechanicznych/elektronicznych

Według [31] za [13] teoria eksploatacji (eksploatyka):

- zajmuje się działaniami organizacyjno-technicznymi i ekonomicznymi oraz ich wzajemnymi związkami, dotyczącymi urządzeń w relacji z ludźmi,
- zajmuje się syntezą i analizą użyteczności, niezawodności i trwałości ze względu na optymalny efekt,
- zajmuje się współdziałaniem człowieka i urządzenia z uwzględnieniem optymalnego zaspokajania potrzeb oraz wymogów środowiskowych,
- jest nauką o optymalnym użytkowaniu urządzeń i utrzymaniu ich w ruchu,
- jest nauką o rozpoznawaniu, wartościowaniu i przewidywaniu stanów fizykalnych i funkcjonalnych obiektów w cyklu ich rozwoju i istnienia.

Mając na uwadze aspekt człowieka w eksploatacji, według [28] przedmiotem badań teorii eksploatacji nie może być cel działania człowieka (na przykład nie jest ważne, dlaczego wiezie się samochodem ładunek do miejscowości A, nie zaś do B; ważny jest problem, jak to zadanie wykonać przy najmniejszym zużyciu potencjału eksploatacyjnego samochodu).

Wśród problemów, które stanowią przedmiot zainteresowania nauki, jaką jest eksploatyka i których analizy uwzględniają aspekt partycypacji człowieka, powołując się na [28] można wymienić takie, które są reprezentowane przez następujące pytania:

- jaka powinna być struktura systemu eksploatacji urządzenia ?
- jaka jest wielkość jednostek zabezpieczających eksploatację ?
- jaka powinna być struktura terytorialna systemu eksploatacji ?
- jak organizować przechowywanie i transport urządzeń w systemie eksploatacji ?
- jakie powinno być wyposażenie techniczne jednostek obsługi ?
- jak dobierać moc przerobową warsztatów naprawczych do danej intensywności użytkowania urządzeń.

Tematykę eksploatyki podejmują: [4, 8, 12, 13, 18, 26, 28, 29, 30, 31, 41, 43, 44, 45, 68].

Teoria trwałości, niezawodności i bezpieczeństwa

Przez niezawodność człowieka – operatora rozumie się jego zdolność do bezbłędnego wykonywania powierzonych mu funkcji w określonych warunkach i w określonym odcinku czasu [3]. Zgodnie z [35] istnieje szereg definicji niezawodności człowieka, a każda jest konsekwencją spojrzenia na człowieka z punktu widzenia specyficznej perspektywy (np. dziedziny wiedzy, która wykorzystuje to pojęcie). Niezawodność, rozumiana jako funkcja prawdopodobieństwa powstawania uchybień w działalności operatorskiej zakłada, że błąd człowieka może przyczynić się do powstania dużych zagrożeń w pracy obiektu technicznego. Wprowadzenie terminu „niezawodność” i jego definicji w takim ujęciu ma na celu określenie prawdopodobieństwa popełnienia błędu przez operatora, dominujących czynników ryzyka oraz okoliczności i uwarunkowań, sprzyjających podjęciu błędnej decyzji.

Wśród pięciu grup czynników, mających wpływ na niezawodność, ale i również na jakość pracy operatorów można wyróżnić [38]:

- jakościowe i ilościowe cechy wyposażenia technicznego stanowiska pracy, warunki techniczne i organizacyjne procesu pracy,
- kwalifikacje operatora i jego zdolności umożliwiające wyuczenie się powierzonych mu zadań,
- cechy temperamentu i cechy emocjonalne związane z typem układu nerwowego,
- cechy procesów poznawczych i cechy charakterologiczne.

Ze względu na możliwy scenariusz powstawania wypadku wyróżnia się dwa typy błędów człowieka, które powinny być rozpatrywane w ramach analiz niezawodności człowieka [47]:

- błędy aktywne, których skutki są odczuwalne praktycznie natychmiast,
- błędy utajone, których oddziaływanie na system może wystąpić nawet po długim czasie, na przykład, gdy wystąpi sprzyjająca temu odpowiednia kombinacja innych negatywnych czynników.

Według [47] w analizie niezawodności człowieka wyróżnia się trzy typy błędów ludzkich:

- błąd pominięcia – niewykonanie zadania,
- błąd popełnienia – niewłaściwe wykonanie zadania lub wykonanie zadania w niewłaściwym czasie,
- błąd wykonania niepotrzebnego działania – wykonanie zadania, mimo, iż nie było takiej dyspozycji.

Wśród przyczyn popełnienia błędu przez człowieka, według [57] można wyróżnić: czynniki zewnętrzne (warunki środowiskowe, wyposażenie struktury organizacyjnej), czynniki wewnętrzne (przygotowanie zawodowe, stan emocjonalny, kondycję fizyczną, cechy osobowe), a także fizjologiczne i psychologiczne czynniki stresu (zmęczenia, bólu i dyskomfortu, uczucia głodu i pragnienia, pilności i wielkości zadania oraz długości czasu podwyższonej czujności oraz poziomu ryzyka).

Ocena ukierunkowana na poprawę niezawodności człowieka wymaga zastosowania metod ilościowych i jakościowych. Wśród ilościowych metod oceny niezawodności człowieka można wyróżnić [47, 58]:

- metody THERP (ang. Technique for Human Error Rate Prediction),
- procedury SHARP (ang. Systematic Human Action Reliability Procedure),
- metody HRC (ang. Human Cognitive Reliability – Kognitywna Niezawodność Człowieka),
- metody TESEO (włoski – Technica Empirica Stima Erriori Operatori),
- metody HEART.

Tematykę niezawodności i bezpieczeństwa człowieka w szerokim zakresie przedstawiono w [5, 14, 22, 36, 46, 47, 48, 50, 58, 67].

Diagnostyka techniczna

Do podstawowych zadań diagnostyki technicznej należy zaliczyć [69]:

- badanie, identyfikacja i klasyfikacja rozwijających się uszkodzeń oraz ich symptomów, dyskryminant i syndromów,
- opracowanie metod i środków do badania i selekcji symptomów, dyskryminant i syndromów diagnostycznych,
- wypracowanie decyzji diagnostycznych o stanie obiektu (na podstawie symptomów) i wynikających z niego możliwości wykorzystywania lub rodzaju i zakresie koniecznych
- czynności profilaktycznych.

W zadaniu diagnozowania uczestniczy człowiek. Zagadnienie diagnozowania układów antropotechnicznych opisano w [9, 10].

Zarządzanie eksploatacją środków technicznych

Przeprowadzone badania literaturowe nad aspektem człowieka w zarządzaniu eksploatacją środków technicznych objęły szereg pozycji literaturowych, w tym: [12, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 30, 31, 33, 34, 37, 39, 40, 41, 53, 62, 63]. Pozwoliły na ustalenie szeregu problemów badawczych, jakie stanowią przedmiot zainteresowań tej nauki szczegółowej, w których istotną rolę pełni lub też pełnić powinien człowiek jako

użytkownik lub/i obsługujący środki techniczne. Są to:

- formułowanie/realizacja strategii/filozofii eksploatacji środków technicznych – istnieją pozycje literaturowe, które obejmują aspekt człowieka w realizacji strategii/filozofii eksploatacyjnych. Można do nich zaliczyć: [37, 51].
- wybór odpowiednich systemów eksploatacji środków technicznych, które stanowią struktury: organizacyjne, informacyjne i decyzyjne; rozwiązania, które wspomagają ten wybór opisano w [15, 52, 53],
- wybór odpowiednich działań – zarówno zadań odnoszących się do środka technicznego, jak: naprawa (przez wymianę), regeneracja, konserwacja, regulacja, przegląd, jak i działań zarządczych, związanych z realizacją podstawowych funkcji zarządzania. Istnieją pozycje literaturowe, które proponują metody/modele wspomagające działania w zarządzaniu eksploatacją środków technicznych. Wśród publikacji opisujących tą tematykę można wyróżnić: [25],
- kreowanie kultury – kultura jako problem człowieka jako użytkownika lub/i obsługującego środki techniczne jest przedmiotem wielu publikacji, w tym: [33, 63].
- rozwiązania wspomagające racjonalizację eksploatacji (w tym: benchmarking, outsourcing, controlling, budżetowanie, analiza cyklu życia, zarządzanie jakością, zarządzanie wiedzą, zarządzanie informacją). Przykład publikacji obejmującej wiedzę na temat tych rozwiązań przedstawia [33].

22.3 PERSPEKTYWY BADAŃ NAD CZŁOWIEKIEM JAKO UŻYTKOWNIKIEM ORAZ OBSŁUGUJĄCYM ŚRODKI TECHNICZNE

Przeprowadzone studia literaturowe, a także przemyślenia, będące efektem konfrontacji z literaturą pochodzącą z innych, aniżeli eksploatacja środków i systemów technicznych dziedzin wiedzy skłoniły autora artykułu do refleksji nad przyszłością omawianej dziedziny wiedzy oraz rolą człowieka jako eksploatatora środków technicznych. Rozważania zostały podjęte w kontekście osobistych naukowych zainteresowań koncentrujących się na powiązaniu inżynierii oraz organizacji i zarządzania z zagadnieniami problemów osób starszych (gerontologią); w przypadku kojarzenia inżynierii z gerontologią używa się pojęcia gerontotechnologia. Pewną próbę sformułowania wybranych nowych problemów badawczych, dotyczących osób starszych, które powinny być przedmiotem zainteresowania dyscypliny budowa i eksploatacja maszyn, które należałoby podjąć, zaprezentowano w [65]. Na podstawie przeprowadzonych dalszych przeprowadzonych badań stwierdzono, że w obszarze poszczególnych nauk szczegółowych pojawiają się nowe perspektywy badawcze, tj. w:

- teorii eksploatacji,
- diagnostyce technicznej,
- niezawodności układu człowiek – środek techniczny,
- teorii bezpieczeństwa,
- zarządzaniu eksploatacją.

Teoria eksploatacji jako nauka szczegółowa zajmuje się współdziałaniem człowieka z maszyną, jednym z problemów, który wart jest refleksji na gruncie tej, ale także innych nauk szczegółowych (np. zarządzania eksploatacją) jest szczęście człowieka jako użytkownika oraz obsługującego środki techniczne. Istnieje wiele definicji szczęścia. Jedna z nich mówi, że szczęście jest to dobry stan, o który warto zabiegać [64]. Motywacją do podjęcia tematu jest specyficzna sytuacja, w której człowiek starszy o schyłku swojego życia posługuje się różnymi środkami technicznymi i rodzi się pytanie: czy ich użytkowanie (a może i obsługiwanie) przyczynia się do jego szczęścia? Podjęta refleksja na tym zagadnieniu powinna prowadzić do wskazania cech układu: człowiek – środek techniczny – otoczenie, które przyczyniają się do szczęścia użytkownika/obsługującego środki techniczne i którym należy nadawać odpowiednie wartości już na etapie projektowania i konstruowania środków technicznych, ale również na etapie ich eksploatacji. Prowadzenie badań w tym obszarze wymaga wykorzystania, oprócz wiedzy z zakresu eksploatacji środków technicznych, również wiedzy z zakresu ergonomii, psychologii szczęścia oraz filozofii szczęścia, a także psychologii środowiskowej oraz psychologii pracy.

W diagnostyce technicznej pojawia się problem diagnozowania środków technicznych przez osoby starsze, u których w wyniku procesu starzenia się organizmu pojawiają się m. in. defekty słuchu oraz wzroku, co przyczynia się do ograniczonej zdolności takich osób do identyfikacji stanu technicznego środków technicznych, których są one użytkownikami lub/i obsługującymi. Dlatego też należy dokonać przeglądu metod i technik diagnostycznych ze względu na możliwości ich wykorzystania przez takie osoby. Należałoby w tym obszarze wykorzystać wiedzę nie tylko z zakresu eksploatacji, ale również np. z zakresu kognitywistyki,

Niezawodność układu człowiek – środek techniczny to nowy punkt widzenia niezawodności rozpatrywanego układu biorący pod uwagę możliwość jej oceny na podstawie opinii wielu użytkowników lub/i obsługujących środki techniczne. Taka możliwość istnieje dzięki filozofii Technology Assessment, która polega na wykorzystaniu wiedzy na temat sposobów oceny opinii uczestników procesów produkcji/usługowych oraz eksploatacji środków technicznych (zapropozowanych na podstawie studiów wiedzy socjologicznej oraz psychologicznej) w poprawie niezawodności omawianych układów. Inna proponowana nowatorska koncepcja oceny niezawodności układu: człowiek – środek techniczny – otoczenie jest oparta o system „hybrydowy” oceny eksploatacji (w tym oceny niezawodności) środków technicznych w układzie antropotechnicznym, wykorzystujący skojarzenie „klasycznych” wskaźników i miar eksploatacji (w tym miar niezawodnościowych) oraz modeli 3D.

W ramach teorii bezpieczeństwa przewiduje się podjęcie badań ukierunkowanych na uwzględnienie w modelu cech układu: człowiek – środek techniczny – otoczenie aspektów związanych z lękiem człowieka. Potrzeba taka jest wynikiem występowania u osób starszych specyficznych lęków, które występują jako następstwo poczucia niepewności wywołanej z kontaktem z otoczeniem (w tym ze środkami technicznymi, których są użytkownikami). Badania będą prowadzone w oparciu m.in. o wiedzę z za-

kresu psychologii emocji, psychologii środowiskowej oraz psychologii pracy. W obszarze zarządzania eksploatacją przedmiotem zainteresowania autora artykułu będą:

- badania efektywności pracy człowieka starszego – człowiek starszy wykonuje kończynami wolniejsze ruchy, ale jednocześnie posiada większą wiedzę (np. z zakresu diagnozowania środków technicznych), która może pozwolić na wykonywanie przez takie osoby w krótszym czasie napraw/obsług),
- badania nad filozofiami eksploatacji środków technicznych przez osoby starsze – ze względu na specyficzne problemy osób – użytkowników oraz obsługujących środki techniczne (w tym osoby starsze) niezbędne jest poszukiwanie właściwej strategii/filozofii eksploatacji środków technicznych,
- badania nad zastosowaniem benchmarkingu w zarządzaniu eksploatacją środków technicznych przez osoby starsze (w tym obszarze przewiduje się rozszerzenie zbioru miar eksploatacyjnych dotyczących człowieka o te, które są związane z funkcjonowaniem człowieka starszego w układzie antro- i socjotechnicznym),
- badania nad sposobami modelowania oraz obliczania, symulacji, prognozowania itd. wartości cech układu: człowiek – środek techniczny – otoczenie (w tym: identyfikacją cech układu, poszukiwanie miar – wskaźników, modeli),
- badania nad środkami i sposobami twórczego rozwiązywania problemów, jakie występują w układzie: człowiek – środek techniczny – otoczenie (w tym nad ich wykorzystaniem w kształtowaniu strategii eksploatacji, struktur, działań oraz kultury); przewiduje się wykorzystanie w tym celu wiedzy o bionice, w szczególności zastosowanie w tym obszarze wiedzy o stadach (mrówkach, pszczołach, termitach itd.).

PODSUMOWANIE

W rozwiązywaniu problemów w różnych sferach swojego życia człowiek posługuje się środkami technicznymi. Działalność naukowa zgodna z dyscypliną budowa i eksploatacja maszyn/mechanical engineering skupia się na ich eksploatacji. Wśród publikacji pojawiają się jednak takie, które dotyczą eksploatacji układów antro- i socjotechnicznych. Pojawiające się problemy, jakich człowiek doświadcza w swoim życiu, ale również odkrycia dokonywane przez ludzi nauki, reprezentujących różne dziedziny wiedzy o człowieku skłaniają do poszukiwania rozwiązań ważnych problemów człowieka.

W artykule w punkcie 3 pokazano perspektywy badawcze, przez co poczyniono krok w kierunku opracowania nowatorskich rozwiązań problemów osób starszych o charakterze inżynierskim, koncentrując się w pierwszej kolejności na eksploatacji środków technicznych jako etapie cyklu ich życia. Publikacja stanowi przez to podstawę do bardziej szczegółowego zdefiniowania wskazanych problemów oraz zaproponowania ich rozwiązań.

LITERATURA

- 1 Bee H.: Psychologia rozwoju człowieka. Zysk i S – ka Wydawnictwo, Poznań 2004.
- 2 Błaszak M., Przybylski Ł.: Rzeczy są dla ludzi. Niepełnosprawność i idea uniwersalnego projektowania. Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR, Warszawa 2010.
- 3 Boniewa M.: Problem niezawodności człowieka. [w:] Psychologia inżynierska w ZSRR i USA. KiW, Warszawa 1969.
- 4 Brzeziński M., Chylak E.: Eksploatacja w logistyce wojskowej. Wydawnictwo Bellona, Warszawa 2005.
- 5 Bucior J.: Podstawy teorii i inżynierii niezawodności. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2004.
- 6 Bujacz A., Skrzypska N., Zielińska A.M.: Publiczna przestrzeń miejska wobec potrzeb seniorów. Przykład Poznania. „Gerontologia Polska”, t. 20, nr 2/2012, s. 73 – 80.
- 7 Campbell J. D., Jardine A. K. S., McGlynn J.: Asset management excellence. Optimizing Equipment Life – Cycle Decisions. CRC Press – Taylor & Francis Group, Boca Raton – London – New York 2011.
- 8 Chaciński J., Jędrzejewski Z.: Zaplecze techniczne transportu samochodowego. WKiŁ, Warszawa 1972.
- 9 Dąbrowski T. M.: Diagnostyczne wnioskowanie użytkowe w oparciu o charakterystyki potencjałowo-efektowe. Zagadnienia Eksploatacji Maszyn. 2002, Vol. 37, nr 1, s. 183 – 195.
- 10 Dąbrowski T. M.: Efekt i potencjał jako funkcje właściwości systemu antropotechnicznego. Część 2. 2001, Vol. 36, nr 1, 211-234.
- 11 Dietrych J.: System i konstrukcja. WNT, Warszawa 1978.
- 12 Downarowicz O.: System eksploatacji. Zarządzanie zasobami techniki. Biblioteka Problemów Techniki. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Gdańsk – Radom 2000.
- 13 Gasiński L.: Przewidywany rozwój nauki o eksploatacji. Instytut Maszyn Roboczych Politechniki Poznańskiej, Poznań 1990 (maszynopis).
- 14 Gołąbek A.: Niezawodność autobusów. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1993.
- 15 Gołąbek A.: Metoda określania struktury systemu obsługi pojazdu samochodowego. „Zagadnienia Eksploatacji Maszyn”, 1982, z. 3 – 4, vol. 59 – 60, s. 501 – 515.
- 16 Hempel L.: Człowiek i maszyna. Model techniczny współdziałania. WKiŁ, Warszawa 1984.
- 17 Horst W. M., Horst N.: Ergonomia z elementami bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracy. T. 1 – 4. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011.
- 17 Janecki J., Kott K.: Organizacja eksploatacji pojazdów samochodowych. WKiŁ, Warszawa 1986.
- 18 Jaźwiński J.: Metoda oceny czasu przebywania obiektu w podsystemie napraw.

- Zagadnienia Eksploatacji Maszyn 1980, z. 3(43), s. 327 – 333.
- 19 Legutko S. Eksploatacja maszyn. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007.
 - 20 Levitt J.: The handbook of maintenance management. Industrial Press Inc., New York 1997.
 - 21 Lewitowicz J. i inni: Podstawy eksploatacji statków powietrznych. Tom: 1 – 6. Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, Warszawa.
 - 22 Lidley R., Higgins P. E.: Maintenance Engineering Handbook. McGraw – Hill Book Company, New – York.
 - 23 Kaźmierczak J.: Eksploatacja systemów technicznych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.
 - 24 Knapp G. M., Mahajan M.: Optimization of maintenance organization and manpower in process industries. "Journal of Quality in Maintenance Engineering", vol. 4, nr 3/1998, s. 168 – 183.
 - 25 Konieczny J., Olearczuk E., Żelazowski W.: Elementy nauki o eksploatacji. WNT, Warszawa 1969.
 - 26 Konieczny J.: Sterowanie eksploatacją urządzeń. PWN, Warszawa 1975.
 - 27 Konieczny J.: Wstęp do teorii eksploatacji urządzeń. WNT, Warszawa 1971.
 - 28 Konieczny J.: Podstawy eksploatacji urządzeń. Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 1975.
 - 29 Kramarenko G. W. i inni: Techniczna eksploatacja samochodów. WKiŁ, Warszawa 1989.
 - 30 Legutko S.: Eksploatacja maszyn. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007.
 - 31 Leszczyńska – Rejchert A.: Człowiek starszy i jego wspomaganie – w stronę pedagogiki starości. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko – Mazurskiego, Olsztyn 2010.
 - 32 Loska A.: Wybrane aspekty komputerowego wspomaganie zarządzaniem eksploatacją i utrzymaniem ruchu. Monografia. Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2012.
 - 33 McLean S.: Manpower planning models and their estimation. "European Journal of Operational Research", nr 51/1991, s. 179 – 187.
 - 34 Migdalski J. i inni: Inżynieria niezawodności. Poradnik. Wydawnictwo Akademii Techniczno – Rolniczej – ZETOM Bydgoszcz – Warszawa
 - 35 Monieta J., Kołodziejcki Ł.: O potrzebie uwzględniania niezawodności człowieka w okrętowych systemach antropotechnicznych. Materiały XXXIII Zimowej Szkoły Niezawodności: „Metody badań przyczyn i skutków uszkodzeń”, Szczyrk 2005, s. 358 – 366
 - 36 Moubrey J.: RCM II. Elsevier, Oxford 2007.

- 37 Niebylicyn T.: Psychologia inżynierska w ZSRR i USA. KiW, Warszawa 1969.
- 38 Niziński S., Michalski R.: Utrzymanie pojazdów i maszyn. Wydawnictwo Instytutu Technologii i Eksploatacji – PIB, Radom 2007.
- 39 Nyman D., Levitt J.: Maintenance Planning & Scheduling Coordination. Industrial Press, Inc., New York 2001.
- 40 Okręglicki W., Łopuszyński B.: Użytkowanie urządzeń mechanicznych. Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa 1980.
- 41 Orłowski C., Lipski J., Loska A.: Informatyka i komputerowe wspomaganie prac inżynierskich. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2012.
- 42 Oziemski S.: Efektywność eksploatacji maszyn. Podstawy techniczno – ekonomiczne. Instytut Technologii Eksploatacji, Radom 1999.
- 43 Piasecki S.: Optymalizacja systemów obsługi technicznej. WNT, Warszawa 1982.
- 44 Piasecki S.: Zagadnienia użytkowania maszyn i środków transportowych. Polskie Naukowo – Techniczne Towarzystwo Eksploatacyjne – Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Warszawa – Lublin 1995.
- 45 Pihowicz W.: Inżynieria bezpieczeństwa technicznego – problematyka podstawowa. WNT, Warszawa 2008.
- 46 Radkowski S.: Podstawy bezpiecznej techniki. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.
- 47 Ratajczak Z.: Niezawodność człowieka. Niezawodność człowieka w pracy. PWN, Warszawa 1988.
- 48 Rozmus M.: Doskonalenie łańcucha logistycznego w naprawach serwisowanych realizowanych w rozproszonym środowisku użytkowników maszyn. Praca doktorska. Politechnika Śląska, Zabrze 2008.
- 49 Rusin A.: Awaryjność, niezawodność i ryzyko techniczne w energetyce cieplnej. Monografia. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008.
- 50 Schonberger R. J.: World Class Manufacturing. The Lessons of Simplicity Applied. The Free Press – Collier Macmillan Publishers, New York – London 1986.
- 51 Sienkiewicz P.: Charakterystyki probabilistyczne zjawiska oczekiwania w systemie obsługi technicznej. „Zagadnienia Eksploatacji Maszyn” 1976, z. 1 (25), s. 88 – 99.
- 52 Sienkiewicz P.: Wybór optymalnej struktury systemu obsługi technicznej i jego specjalizacji. „Zagadnienia Eksploatacji Maszyn” 1977, z. 4 (32), s. 439 – 450.
- 53 Słowiński B.: Inżynieria eksploatacji maszyn. Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2011.
- 54 Stabryła A.: Doskonalenie struktury organizacyjnej. Technika przygotowania ekspertyzy i projektu. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 1992.
- 55 Steuden S.: Psychologia starzenia się i starości. PWN, Warszawa 2012.
- 56 Swain A. D., Guttman H. E.: Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis

- on Nuclear Power Plant Application. US–NRC–NUREG/CR–128, 1983.
- 57 Szopa T., *Niezawodność i bezpieczeństwo*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
- 58 Szumpich S.: *Ergonomiczne aspekty zatrudnienia ludzi starszych w przemyśle*. Książka i Wiedza, Warszawa 1984.
- 59 Szumpich S.: *Warunki pracy ludzi starszych w przemyśle*. Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, Warszawa 1984.
- 60 Szymalla I., Zdziarski M.: *Czwarte przykazanie.pl*. Instytut Łukaszczyka, Opole – Kraków 2013.
- 61 The Productivity Press Development Team: *TPM dla każdego operatora*. Prod Publishing.com, Wrocław 2012.
- 62 Thomas S. J.: *Improving Maintenance & Reliability Through Cultural Change*. Industrial Press, New York 2005.
- 63 White N.: *Filozofia szczęścia od Platona do Skinnera*. Wydawnictwo WAM, Kraków 2008.
- 64 Wieczorek A.: *Rola inżynierii produkcji w rozwiązywaniu problemów starzenia się społeczeństwa – studium literatury*. Materiały Konferencji „Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji” (monografia), s. 148-163.
- 65 Winkler T.: *Komputerowo wspomagane projektowanie systemów antropotechnicznych*. WNT, Warszawa 2005.
- 66 Zamojski W., Caban D.: *Wpływ błędów użytkownika na niezawodność systemu komputer – człowiek*. Materiały XXXIII Zimowej Szkoły Niezawodności: „Metody badań przyczyn i skutków uszkodzeń”, Szczyrk 2005, s. 573-585
- 67 Żółtowski B., Landowski B., Przybyliński B.: *Projektowanie eksploatacji maszyn*. Instytut Technologii Eksploatacji – PIB w Radomiu, Radom – Bydgoszcz 2012.
- 68 Żółtowski B.: *Podstawy diagnostyki maszyn*. Wydawnictwo Akademii Techniczno-Rolniczej, Bydgoszcz 1996.

CZŁOWIEK JAKO EKSPLOATATOR ŚRODKÓW TECHNICZNYCH – AKTUALNY STAN WIEDZY ORAZ PERSPEKTYWY BADAWCZE

Streszczenie: Artykuł stanowi próbę dokonania przeglądu aktualnego stanu wiedzy o człowieku, jako użytkowniku oraz obsługującym środki techniczne. Przedstawia ponadto perspektywy badawcze, które należałoby podjąć w ramach dyscyplin: budowa i eksploatacja maszyn oraz inżynieria produkcji, ze względu na aktualne i ważne problemy dotyczące człowieka, funkcjonującego w systemie antropotechnicznym. Szczególną uwagę zwrócono na eksploataowanie środków technicznych przez osoby starsze.

Słowa kluczowe: Środki techniczne, człowiek, budowa i eksploatacja maszyn

THE HUMAN AS EXPLOITER OF TECHNICAL MEANS – STATE OF ART AND RESEARCH PERSPECTIVES

Abstract: The article is an attempt to review actual state of art on human as user and maintainer of technical means. Moreover it presents research perspectives, which should be undertake within building-and-exploitation-of-machines (mechanical-engineering) and production-engineering disciplines for the sake of actual and important problems concerning human functioning in human engineering system. A particular attention should be paid to exploiting technical means by older persons.

Key words: Technical measures, human, construction and operation of machinery

dr inż. Andrzej WIECZOREK
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: Andrzej.Wieczorek@polsl.pl

23

ANALIZA EFEKTYWNOŚCI EKSPLOATACYJNEJ TABORU PASAŻERSKIEGO

23.1 WPROWADZENIE

Największym przewoźnikiem kolejowym pasażerskim w relacjach dalekobieżnych w Polsce jest spółka PKP Intercity (stan na rok 2014). Spośród wszystkich połączeń kolejowych pasażerskich uruchamianych przez PKP Intercity, największą grupę stanowią pociągi Twoich Linii Kolejowych (TLK). Pociągi tej marki, kursujące zarówno w porze dziennej jak i nocnej stanowią trzon krajowych połączeń kolejowych przewoźnika. Sieć pociągów tej kategorii obejmuje największe miasta w Polsce oraz miejscowości słynące z wypoczynku, położone zarówno w pasie nadmorskim, jak i na południu kraju. Pociągi kategorii TLK objęte są całkowitą rezerwacją miejsc, co umożliwia stałe monitorowanie zajętości miejsc w danym pociągu.

Na dzień dzisiejszy PKP Intercity uruchamia 296 pociągów TLK (także sezonowych), komunikując ze sobą 350 stacji w Polsce. Wykorzystywanych jest w tym celu około 1700 wagonów oraz drużyny konduktorskie liczące 1300 osób. Wagony pasażerskie różnią się od siebie w zależności od funkcji jakie spełniają w składzie pociągu. Obecnie spółka PKP Intercity eksploatuje wagony ponad 30 typów.

W procesie sprawnego przewozu osób transportem kolejowym, istotną rolę odgrywa racjonalne gospodarowanie wagonami kolejowymi, które przekłada się na całokształt pracy firm transportowych [2]. Zarządzanie flotą wagonów pasażerskich powinno się odbywać w taki sposób, aby proces przewozu przebiegał bez zakłóceń przy jednoczesnym zadowoleniu klienta. Wagony natomiast powinny być wykorzystywane oszczędnie, zgodnie z przeznaczeniem oraz posiadać pełną sprawność eksploatacyjną [8]. Bieżąca analiza procesu eksploatacji wagonów pasażerskich jest podstawą do podejmowania racjonalnych decyzji gospodarczych, zarówno o charakterze doraźnym jak i strategicznym. W szczególności odnosi się to do decyzji inwestycyjnych oraz organizacji pracy przewozowej. Spółkę PKP Intercity cechuje duża kosztochłonność działalności eksploatacyjnej wynikająca z wielkości zaangażowanego kapitału inwestycyjnego i skali bieżących przepływów finansowych. Bezpośredni wpływ wynik finansowy spółki ma właściwa eksploatacja wagonów postrzegana zarówno ze strony przewoźnika jak i pasażera.

Poniższą analizę efektywności eksploatacyjnej taboru pasażerskiego została oparta na pracy pociągów TLK przewoźnika PKP Intercity. Badane wskaźniki eksploatacyjne mają charakter uproszczony i możliwie uniwersalny. Mierniki eksploatacyjne opisują

jakość usług przewozowych i bazują na wielokryterialnych parametrach nie technicznych. W badaniach zastosowano analizę porównawczą przy wykorzystaniu metod statystycznych i obserwacyjnych, a głównym źródłem informacji były obserwacje studyjne potoków pasażerskich oraz ruch pociągów. Ponadto, wykorzystana została także metoda ankietowa oraz studium przypadku.

23.2 EKSPLOATACJA POCIĄGÓW PASAŻERSKICH – ZAŁOŻENIA DO ANALIZY

Pojęcie eksploatacji pojazdów szynowych obejmuje zagadnienia techniczno-organizacyjne, ekonomiczne i organizacyjno-prawne, odnoszące się do współpracy między człowiekiem a pojazdem szynowym, poczynając od momentu wyprodukowania aż do jego fizycznej likwidacji. Istotą współpracy między człowiekiem a kolejowym środkiem transportu są ich wzajemne relacje, rozpatrywane na dwóch płaszczyznach. Po pierwsze, człowiek wykorzystuje pojazdy szynowe do transportu osób i ładunków. Po drugie, monitoruje i odtwarza możliwość wykorzystywania tych pojazdów zgodnie z ich przeznaczeniem [14]. Wagony pasażerskie opisuje się za pomocą parametrów eksploatacyjnych, uszeregowanych wedle ściśle określonych kryteriów [15]:

- parametry techniczno–eksploatacyjne (szerokość toru, prędkość konstrukcyjna wagonu, prędkość eksploatacyjna).
- parametry masy (masa własna wagonu, masa na jedną oś wagonu, masa na 1m długości wagonu),
- parametry wymiarowe (rozstaw osi, długość wagonu wraz ze zderzakami, szerokość wagonu, wysokość wagonu od główki szyny),
- pozostałe parametry, np. liczba miejsc do siedzenia.

Głównym miernikiem charakteryzującym kolejowe przewozy pasażerskie każdego typu jest praca przewozowa, określana jako iloczyn liczby pasażerów pociągu i odległości ich przejazdu. Jednostką pracy przewozowej jest pasażerokilometr. Złożoność ruchu pasażerskiego sprawia jednak, iż miernik ten uznaje się za miernik syntetyczny, nie odzwierciedlający faktycznej złożoności ruchu pociągów. Dlatego też, przy obliczaniu pracy przewozowej pod uwagę należy wziąć szereg czynników, takich jak odległości przejazdu, klasę wagonu czy też rodzaj ruchu pasażerskiego. Jakość usług kolejowych, świadczonych przez przewoźnika oceniana jest na podstawie czterech głównych elementów [8]:

- czas trwania podróży,
- częstotliwość kursowania pociągów,
- wygoda podróżowania,
- standard wygody podróżowania.

Przeprowadzenie analizy opierać się będzie na wyznaczeniu mierników eksploatacyjnych wybranych składów pociągów pasażerskich. W tym celu zastosowane zostaną określone metody badawcze, dzięki którym możliwe będzie pozyskanie wszystkich niezbędnych informacji i danych.

Proces badawczy podzielony zostanie na trzy części:

- analiza zdolności przewozowej wagonów,
- analiza mierników jakości przewozów pasażerskich,
- analiza efektywnego czasu pracy wagonów.

Przedmiotem badań będą wyłącznie pociągi marki TLK uruchamiane przez PKP Intercity, kursujące po linii kolejowej nr 351 (Szczecin Główny-Poznań Główny). Na chwilę obecną, według kolejowego rozkładu jazdy 2013/2014 po linii nr 351 kursuje 18 par pociągów marki TLK, uruchamianych przez spółkę PKP Intercity. Ich zestawienie prezentuje tabela 23.1.

Tabela 23.1 Wykaz pociągów TLK kursujących po linii nr 351

Lp.	Numer pociągu	Pokonywany odcinek linii nr 351	Wagony	
			1kl	2kl
1	84100	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	3
2	85102	Szczecin Główny – Stargard Szczeciński (37km)	1	5
3	38204	Szczecin Główny – Szczecin Dąbie (12km)	2	7
4	83100	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	2	4
5	81100	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	7
6	86110	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	4
7	81104	Szczecin Główny – Stargard Szczeciński (37km)	2	6
8	82100	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	8
9	83106	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	5
10	85100	Szczecin Główny – Stargard Szczeciński (37km)	1	5
11	86100	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	2	4
12	87100	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	4
13	85104	Szczecin Główny – Stargard Szczeciński (37km)	1	5
14	83200	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	4
15	83250	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	4
16	83204	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	4
17	81200	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	3
18	81200	Krzyż Wlkp. – Poznań Główny (84km)	0,5	1,5
Suma		2764km	21,5	83,5

Źródło: Materiały firmy PKP Intercity S.A.

23.3 WYZNACZANIE ZDOLNOŚCI PRZEWOZOWEJ WAGONÓW PASAŻERSKICH

Pojęcie zdolności przewozowej w kolejowym ruchu pasażerskim, zdefiniować można jako liczbę pasażerów, która jest możliwa do przemieszczenia w danym okresie czasowym z uwzględnieniem wygody podróżowania. Ustalanie zdolności przewozowej wagonów pasażerskich może dotyczyć całej sieci kolejowej, bądź wyłącznie linii lub odcinka, który jest przedmiotem analizy. W celu obliczenia zdolności przewozowej można posłużyć się następującym wzorem [6]:

$$Z_{ol} = N_p \cdot n_w \cdot n_m \cdot W_p \cdot \frac{l_s}{l_p} \text{ [pasażerów/dobę]} \quad (23.1)$$

gdzie:

- N_p – liczba pociągów kursujących na danej linii,
- n_w – liczba wagonów w jednym pociągu,
- n_m – liczba miejsc do siedzenia w jednym wagonie,
- W_p – współczynnik wykorzystania pojemności wagonu,
- l_s – przeciętna odległość jazdy pociągu na danej linii,
- l_p – przeciętna odległość przejazdu jednego pasażera.

Dla przewoźnika TLK można określić następujące parametry eksploatacyjne dla analizowanej linii kolejowej nr 351:

- liczba pociągów kursujących na linii: $N_p = 36$ pociągów/dobę,
- średnia liczba wagonów 1 klasy w jednym pociągu: $n_w = 1,19$ wagonów,
- średnia liczba wagonów 2 klasy w jednym pociągu: $n_w = 4,64$ wagonów,
- liczba miejsc do siedzenia w wagonie 1 klasy:
- $n_m = 9$ przedziałów $\cdot 6$ miejsc = 54 miejsca,
- liczba miejsc do siedzenia w jednym wagonie 2 klasy:
- $n_m = 10$ przedziałów $\cdot 8$ miejsc = 80 miejsc,
- przeciętna odległość jazdy pociągu na danej linii:

$$l_s = \frac{2764}{18} = 153,56 \text{ km} \quad (23.2)$$

Współczynnik wykorzystania pojemności wagonu jest ilorazem liczby pasażerów znajdujących się w wagonie, do jego liczby miejsc siedzących. Przy wyznaczaniu maksymalnej zdolności przewozowej taboru przyjmuje się, iż wszystkie miejsca siedzące w pociągu są zajęte, tym samym wartość współczynnika wynosi $W_p = 1$. Przy wyznaczaniu stopnia wykorzystania zdolności przewozowej taboru, konieczne jest natomiast wyznaczenie współczynnika na podstawie aktualnej frekwencji panującej w pociągach i obliczenie jego wartości średniej [8].

Na potrzeby analizy ustalono, że zgodnie z danymi Głównego Urzędu Statystycznego w 2012 roku średnia odległość przejazdu jednego pasażera w komunikacji krajowej wyniosła $l_p = 63$ km.

Na podstawie powyższych danych można obliczyć maksymalną zdolność przewozową wagonów 1 i 2 klasy oraz sumaryczną zdolność przewozową dla obu klas wagonów.

$$\begin{aligned} Z_{ol1} &= 36 \cdot 4,64 \cdot 80 \cdot 1 \cdot \frac{153,56}{63} = 32606 \text{ pasażerów 1 klasy/dobę} \\ Z_{ol2} &= 36 \cdot 1,19 \cdot 54 \cdot 1 \cdot \frac{153,56}{63} = 5644 \text{ pasażerów 2 klasy/dobę} \\ Z_{ol} &= Z_{ol1} + Z_{ol2} = 32606 + 5644 = 38250 \text{ pasażerów/dobę} \end{aligned} \quad (23.3)$$

Otrzymana wielkość zdolności przewozowej dla badanej linii kolejowej i przewoźnika wynosi $Z_{ol} = 38250$ pasażerów/dobę.

23.4 WYKORZYSTANIE ZDOLNOŚCI PRZEWOZOWEJ WAGONÓW PASAŻERSKICH

Średni współczynnik wykorzystania pojemności wagonu wyznaczony został na podstawie badania frekwencji w czterech pociągach na linii nr 351 Szczecin Główny - Poznań Główny:

- TLK Kossak (Szczecin Główny-Poznań Główny-Przemyśl),
- TLK Gałczyński (Lublin-Poznań Główny-Szczecin Główny),
- TLK Podhalanin (Szczecin Główny-Poznań Główny-Zakopane),
- TLK Szczecinianin (Warszawa Wschodnia-Poznań Główny-Szczecin Główny).

Badanie odbyło się w dniach 06-07.02.2014r i polegało na zliczeniu potoków pasażerskich w każdym wagonie. Średnią liczbę pasażerów wagonu podzielono przez liczbę miejsc w wagonie otrzymując współczynnik wykorzystania pojemności. Kryterium wyboru pociągów stanowiły relacja oraz pora kursowania (szczyt poranny, popołudnie, pora wieczorna oraz pora nocna). Analiza dotyczyła tylko i wyłącznie wagonów z miejscami do siedzenia. Wyniki badania znajdują się w tabeli 23.2. Kolor jasnoszary oznacza wagon pierwszej klasy, zaś ciemnoszary-drugiej.

Tabela 23.2 Współczynniki wykorzystania pojemności wagonów w wybranych pociągach marki TLK

Pociąg TLK	Współczynnik wykorzystania pojemności w kolejnym wagonie									Wartość średnia
Kossak	0,20	0,31	0,51	0,67	0,24	0,72				0,44
Gałczyński	0,52	0,64	0,41	0,58	0,78	0,55	0,74	0,51	0,70	0,60
Podhalanin	0,41	0,33	0,24	0,45	0,29					0,34
Szczecinianin	0,61	0,76	0,85	0,91						0,78

Średni współczynnik dla 1 klasy W_p 0,41

Średni współczynnik dla 2 klasy W_p 0,57

Średni współczynnik dla pociągów W_p 0,54

Na podstawie powyższych obliczeń można średni współczynnik wykorzystania wagonów na badanej linii równy $W_p = 0,54$. Oznacza to w praktyce, że zdolność przewozowa pociągów marki TLK kursujących po linii kolejowej nr 351 linii jest wykorzystana w 54%. W ciągu doby średnio korzysta z usług przewoźnika na badanej linii korzysta 20657 pasażerów:

$$Z_{ol} \cdot 0,54 = 38250 \cdot 0,54 = 20655 \text{ pasażerów/dobę} \quad (23.4)$$

Otrzymana wartość stopnia wykorzystania zdolności przewozowej dla linii Szczecin-Poznań ma charakter szacunkowy, wynikający z obserwacji jedynie czterech pociągów w wybranym dniu. W dłuższym okresie obserwuje się znaczną nierównomierność przewozów. Współczynnik wykorzystania miejsc w wagonie, może kształtować się bardzo różnie, zależnie od okresów doby i okresów roku. Pociągi kursujące w okresie

ferii zimowych lub wakacji letnich charakteryzują się dużym obłożeniem, co automatycznie przekłada się na zwiększenie wykorzystywana zdolność przewozowej wagonów.

Różnice w wartości współczynnika wykorzystania miejsc w pociągach „Podhalanin” i „Szczecinianin” są dość znaczne, mimo iż pociągi kursują w podobnej porze. Mała frekwencja w pociągu TLK Podhalanin może wynikać z faktu, iż jest to typowy pociąg nocny skierowany do pasażerów podróżujących na duże odległości w kierunku górskich miejscowości. Jego frekwencja znacząco wzrasta w okresie weekendów, ferii czy wakacji. Niewykluczone też, że frekwencja w pociągu wzrosła na stacjach węzłowych, gdzie podróżni przesiadali się by dojechać do stacji docelowej. Wysoki współczynnik wykorzystania miejsc w pociągu TLK Szczecinianin może wynikać z faktu, iż część jego wagonów po przyjeździe do Szczecina jedzie dalej do Świnoujścia, gdzie znajdują się przeprawy promowe. Nierównomierność przewozów dalekobieżnych jest jednak tak duża, iż otrzymanego wyniku nie można traktować jako decydującego dla całej linii.

23.5 BADANIE ZADOWOLENIA KLIENTA PRZEWOZÓW PASAŻERSKICH

W procesie badania jakości kolejowych przewozów pasażerskich kluczową rolę odgrywają opinie pasażerów. Istnieje wiele czynników opiniotwórczych, do których pasażerowie przywiązują wagę podczas podróży.

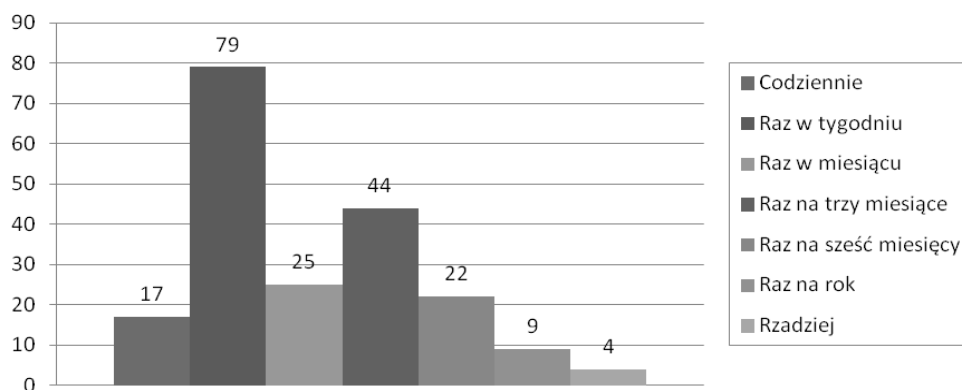
W celu dokonania oceny jakości przewozu w wagonach kursujących w składach pociągów marki TLK, sporządzono ankietę w czterech pociągach tej kategorii. Ankieta przeprowadzona została w dniach 04-05.02.2014r. na odcinku linii nr 351 Szczecin Główny – Poznań Główny, na reprezentatywnej grupie 200 pasażerów 1 i 2 klasy w następujących pociągach:

- TLK Wiking (Szczecin Główny-Poznań Główny-Katowice),
- TLK Szkuner (Wrocław Główny-Poznań Główny-Szczecin Główny),
- TLK Orkan (Szczecin Główny-Poznań Główny),
- TLK Wiking (Katowice-Poznań Główny-Szczecin Główny).

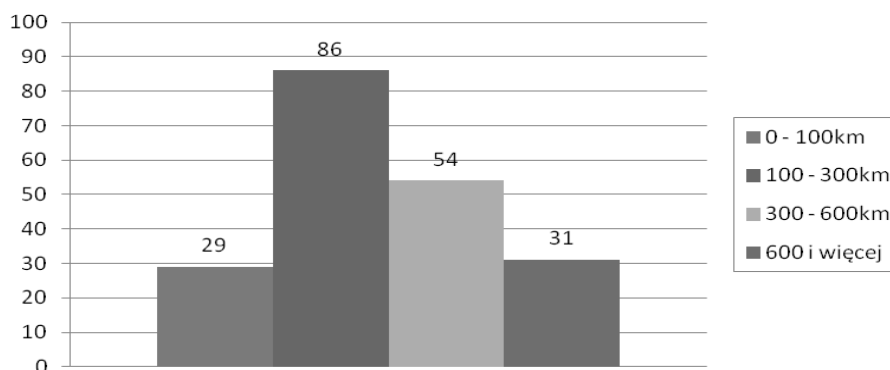
W każdym z pociągów rozdano 50 ankiet pasażerom zarówno pierwszej jak i drugiej klasy. Pośród wielu możliwych kryteriów ważności [3], ocena działania systemu transportowego oparła się na badaniu ankietowym przeprowadzonym w trzech częściach. Pierwsza dotyczyła częstości podróżowania pociągami marki TLK wraz z podaniem odległości i klasy, w której podróżują pasażerowie. Druga dotyczyła oceny, w skali od 1 do 5, czynników mających decydujący wpływ na komfort podróży z punktu widzenia pasażera. W trzeciej części pasażerowie zostali poproszeni o podsumowanie swojej opinii na temat jakości w wagonach kursujących w składach pociągów marki TLK. Wyniki ankiet zaprezentowane są na rys. 23.1, rys.23.2 i rys. 23.3.

Analizując pierwszą część ankiety stwierdzić można, iż największą grupę wśród badanych stanowią pasażerowie, którzy przynajmniej raz w tygodniu korzystają z pociągów marki TLK. Pod względem odległościowym, najwięcej pasażerów podróżuje na odległości do 300km. Dalej można zauważyć tendencję spadkową – im większa odległość podróży, tym mniej ankietowanych wskazało daną odpowiedź. Zdecydowana większość pasażerów (87%) preferuje podróż drugą klasą. W drugiej części ankiety

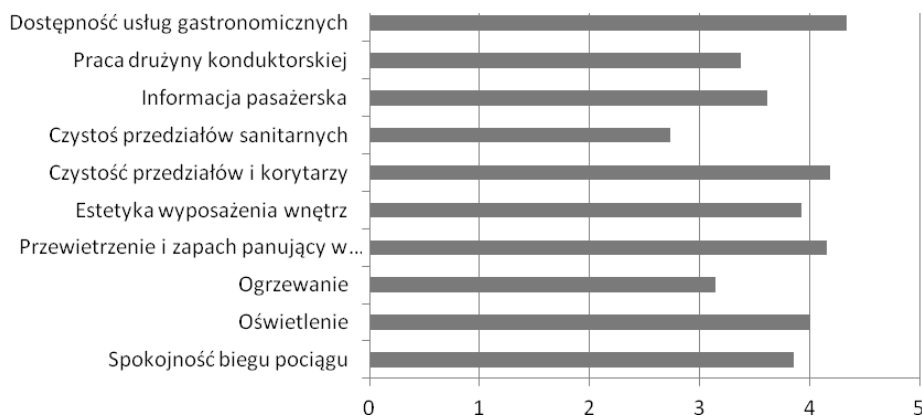
najwyżej ocenione zostały następujące mierniki, jakości: oświetlenie, przewietrzenie i zapach w wagonie, czystość przedziałów i korytarzy oraz dostępność usług gastronomicznych. Wartości mierników przyporządkowane przez badanych wyniosły powyżej 4,00. Najgorszą opinią wśród pasażerów cieszy się za to ogrzewanie (3,14) oraz czystość przedziałów sanitarnych (2,73).



Rys. 23.1 Częstotliwość podróżowania przez pasażerów pociągami marki TLK

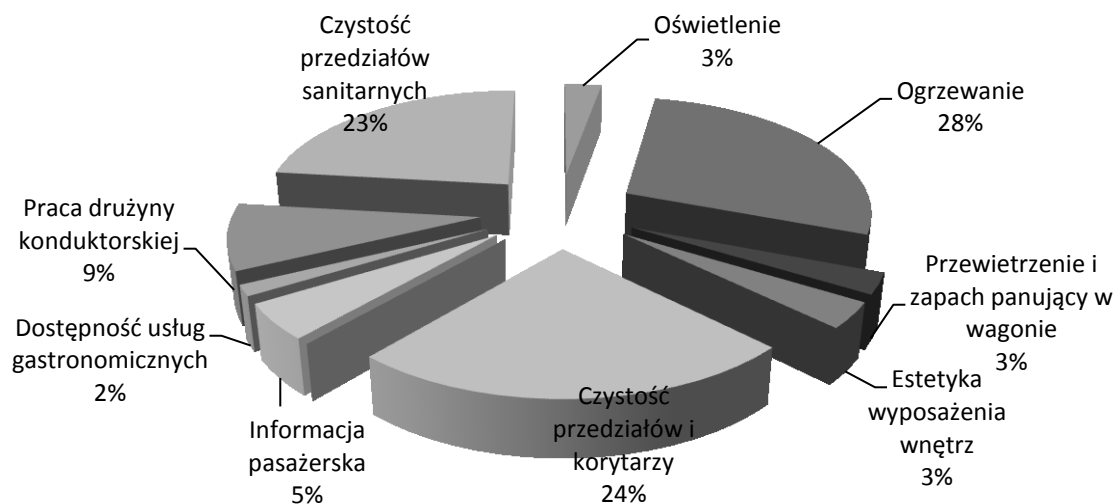


Rys. 23.2 Odległości na jakie podróżują pasażerowie



Rys. 23.3 Analizowane mierniki jakości usług przewozowych

W części trzeciej pasażerowie zostali poproszeni o podanie trzech mierników jakości, spośród tych ocenianych w drugiej części, do których przywiązują największą wagę. W ten sposób przyporządkowano współczynniki procentowe ważności poszczególnych mierników jakości (rys. 23.4).



Rys. 23.4 Ważność mierników jakości wskazywana przez pasażerów

Badanie pokazuje, iż pasażerowie podróżujący pociągami dalekobieżnymi marki TLK przywiązują największą wagę do czystości panującej w wagonie. Czystość i higiena przedziałów, korytarzy oraz przedziałów sanitarnych jest czynnikiem jakości, wobec którego pasażerowie mają największe oczekiwania. Innym istotnym czynnikiem wskazywanym przez badanych jest ogrzewanie, którego sprawne działanie jest podstawowym miernikiem jakości wagonów w okresie jesienno-zimowym.

W ostatnim pytaniu, ankietowani zostali poproszeni o podsumowanie swojej opinii na temat standardu podróżowania w pociągach marki TLK. Aż 82 pasażerów (41%) stwierdziło, iż standard wygody podróżowania polepsza się. Innego zdania było tylko 31 badanych (15,5%). 87 pasażerów (43,5%) wyraziło zdanie, iż poziom standardu podróżowania plasuje się na stałym poziomie.

23.6 EFEKTYWNY CZAS PRACY WAGONÓW PASAŻERSKICH

Celem wyznaczenia efektywnego czasu pracy wagonów, dokonano analizy obrotów trzech pociągów marki TLK:

- TLK Szczecinianin (Szczecin Główny-Warszawa Wschodnia),
- TLK Szkuner (Szczecin Główny-Wrocław Główny),
- TLK Żuławy (Szczecin Główny-Gdynia Główna).

Dane o czasie przejazdu pociągów między stacjami oraz o długości trasy zostały zaczerpnięte z kolejowego rozkładu jazdy 2013/2014. Na ich podstawie wyliczono także prędkość handlową-wielkość niezbędną do obliczenia efektywnego czasu pracy wagonów.

Efektywny czas pracy wagonu można obliczyć korzystając z poniższego wzoru:

$$t_{pw} = \frac{2 \cdot l}{V_h} \cdot \frac{24}{T_w} \quad [\text{wagonogodzin/dobę}] \quad (23.5)$$

gdzie:

l – odległość między stacją początkową a końcową,

V_h – prędkość handlowa pociągu,

T_w – czas obrotu składu wagonów (rys. 23.5),

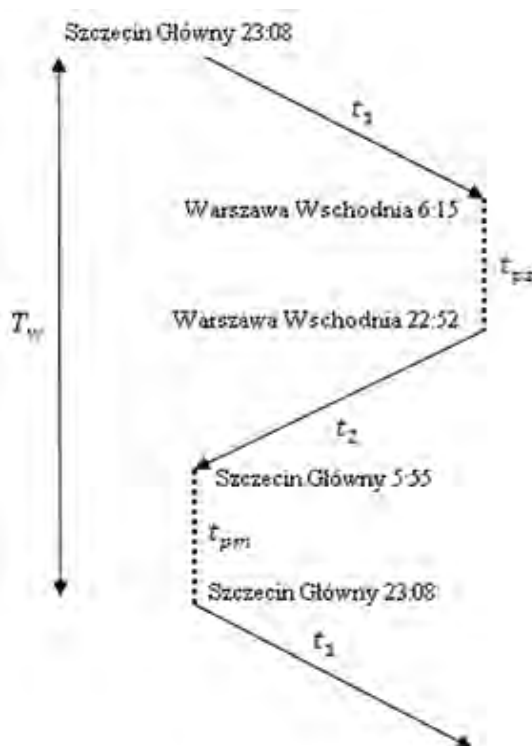
$$T_w = t_1 + t_{pz} + t_2 + t_{pm} \quad [\text{h}] \quad (23.6)$$

t_1 – czas jazdy pociągu od stacji macierzystej do stacji zwrotnej,

t_{pz} – czas przebywania składu na stacji zwrotnej,

t_2 – czas jazdy pociągu ze stacji zwrotnej do stacji macierzystej,

t_{pm} – czas przebywania składu na stacji macierzystej.



Rys. 23.5 Schemat obrotu składu wagonów pociągu TLK Szczecinianin

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8]

Po podstawieniu odpowiednich danych otrzymano następujące wyniki:

$$\text{TLK Szczecinianin} \quad t_{pw_1} = \frac{514}{72,55} \cdot \frac{24}{48} = 7,09 \quad [\text{wagonogodzin/dobę}] \quad (23.7)$$

$$\text{TLK Szkuner} \quad t_{pw_2} = \frac{364}{72,41} \cdot \frac{24}{24} = 11,86 \quad [\text{wagonogodzin/dobę}] \quad (23.8)$$

$$\text{TLK Albatros} \quad t_{pw_3} = \frac{350}{779,41} \cdot \frac{24}{20} = 10,63 \quad [\text{wagonogodzin/dobę}] \quad (23.9)$$

Spośród trzech pociągów najdłuższy obrót składu ma pociąg TLK Szczecinianin (rys. 23.5), kursujący w porze nocnej do Warszawy Wschodniej. Jest to głównie spowodowane długim czasem postoju składu na stacjach postojowych i zakresem

czynności manipulacyjnych, jakie muszą być wykonane aby skład mógł wyruszyć w drogę powrotną. Czasy t_{pz} i t_{pm} uwzględniają nie tylko czas potrzebny na przygotowanie składu do drogi, ale też oczekiwanie na rozkładowy odjazd pociągu, który zależy przeważnie od potrzeb transportowych ośrodków, w obrębie których funkcjonują stacje postojowe.

Największym efektywnym czasem pracy wagonu charakteryzuje się pociąg TLK Szkuner, kursujący pomiędzy Szczecinem a Wrocławiem. Duże znaczenie odgrywa w tym wypadku stosunek pomiędzy dystansem i czasem jaki pokonuje wagon a czasem obrotu składu w ciągu doby. Czas obrotu jest tym krótszy im większa prędkość handlowa pociągu i mniejszy dystans który ma do pokonania.

PODSUMOWANIE

W celu zwiększenia efektywności pracy dalekobieżnych przewozów pasażerskich należy analizować pracę przewozową wagonów korzystając z wielu dostępnych metod i technik badawczych. Wyniki i spostrzeżenia tej analizy, mogą mieć znaczący wpływ na opracowanie strategii rozwoju przewozów pasażerskich w spółce kolejowej. Zaprezentowany w pracy zestaw mierników eksploatacyjnych ma charakter uniwersalny, wielokryterialny i nietechniczny. Odnosi się do łatwych do zebrania i interpretacji cech jakościowych przewozów, obserwowanych zarówno od strony pasażera jak o przewoźnika. Na przykładzie działalności przewoźnika PKP Intercity i połączenia Szczecin-Poznań pokazano metodę zabrania i interpretacji poszczególnych wskaźników eksploatacyjnych. Ich analiza pozwoliła na sformułowanie po niższych wniosków o charakterze ogólnym i szczegółowym.

Stopień wykorzystania zdolności przewozowej wagonów pasażerskich, kursujących po określonej linii kolejowej zależy przede wszystkim od współczynnika wykorzystania pojemności wagonów. W kolejowym ruchu dalekobieżnym przyjęta jest zasada, iż każdy pasażer powinien mieć zapewnione miejsce siedzące w przeciwieństwie do ruchu lokalnego, gdzie w przypadku przejazdów na mniejsze odległości dopuszcza się istnienie miejsc stojących. W dalekobieżnych przewozach pasażerskich powinna panować równowaga pomiędzy ekonomicznym interesem kolei (zyski z biletów) a interesem pasażerów (komfort i wygoda). Stopień wykorzystania zdolności przewozowej kształtujący się na poziomie powyżej 100% oznaczałby liczbę pasażerów przewyższającą liczbę miejsc, co pociąga za sobą niski komfort podróży, ale też większe zyski dla przewoźnika przy wykorzystaniu mniejszej liczby wagonów i zmniejszeniu kosztów. W odwrotnej sytuacji, pasażerowie cieszyć się będą większym komfortem podróży, zaś przewoźnik – ponosić straty z powodu niewykorzystanych miejsc w wagonach. Dlatego też, spółka PKP Intercity wprowadziła w 2013 roku obowiązkowe miejscówki w pociągach marki TLK, prowadząc jednocześnie monitoring frekwencji w pociągach, co pozwala na bieżąco śledzić potoki pasażerskie. Dzięki temu w okresie wzmożonych przewozów, takich jak wakacje, ferie zimowe, długie weekendy, czy nawet okresy szczytu przewozowego do składów dołączane są dodatkowe wagony, adekwatne do liczby pasażerów.

Wyniki badań dotyczących jakości przewozu w pociągach TLK wypadły nadzwyczaj pozytywnie, co jest zasługą wielu inwestycji spółki w tabor wagonowy. Spośród wszystkich czynników wpływających na jakość podróżowania, najniżej ocenione zostało tylko działanie ogrzewania i czystość przedziałów sanitarnych. Niedogodności związane z działaniem ogrzewania dają się we znaki pasażerom głównie w okresie jesienno-zimowym, gdy przestarzałe konstrukcyjnie wagony mają niesprawny system ogrzewania. Z roku na rok wagonów tego typu systematycznie ubywa, bądź są modernizowane do wysokich standardów. Czystość przedziałów sanitarnych zależy w głównej mierze od samych pasażerów, dlatego bardzo ważny jest wkład podróżnych w utrzymanie czystości w pociągowych toaletach, co przełoży się na postrzeganie i ocenę przedziałów sanitarnych przez innych współpasażerów. Pozostałe czynniki zostały przez pasażerów ocenione na poziomie co najmniej zadowolającym. Spośród czynników, do których pasażerowie przykładają największą wagę podczas podróży, znajdują się te, których ocena okazała się najniższa. Dla pasażerów największe znaczenie ma ogrzewanie oraz ogólna czystość w wagonie, włączając w to przedziały i toalety.

Podsumowując badania jakościowe wagonów można stwierdzić, że pasażerowie są zadowoleni z jakości usług przewozowych w pociągach TLK. 41% badanych stwierdziło, iż standard wygody podróżowania polepsza się, natomiast 43,5% twierdzi, iż plasuje się on na stałym poziomie. Przyczyną takiego stanu rzeczy są zakrojone na szeroką skalę programy modernizacji taboru kolejowego, nierzadko przy udziale funduszy europejskich. Ponadto, PKP Intercity inwestuje w nowe fabrycznie wagony o nowych rozwiązaniach technologicznych, zapewniających jeszcze większy komfort podróżowania.

Analiza efektywnego czasu pracy wagonów pasażerskich udowodniła, iż największy przebieg dobowy wagonów posiadają pociągi, których czas obrotu składu jest najmniejszy. Pokazuje to przykład pociągu TLK Albatros, którego czas obrotu składu wynosi 20h. Jest to spowodowane tym, że skład po wykonaniu obrotu jest wykorzystywany do obsługi kolejnego pociągu. Taki ekonomiczny sposób gospodarowania wagonami pozwala osiągnąć wysoką wartość przebiegu dobowego wagonów. Z kolei skład TLK Szczecinianina, którego obrót składu wagonów wynosi 48h, wykonuje mniejszy przebieg dobowy. Wynika to z faktu, że jest to pociąg kursujący w porze nocnej, posiadający w składzie wagony sypialne i kuszetkowe. Wagony tego typu wymagają więcej czynności manipulacyjnych na stacji zwrotnej niż zwykłe wagony do siedzenia, co pochłania więcej czasu. W celu zwiększenia przebiegu dobowego wagonów oczekujących na stacji postojowej Warszawa Grochów na powrót do Szczecina, można byłoby wykorzystać je do obsługi dodatkowej pary pociągów lub jako wzmocnienie innych składów, kursujących w porze szczytu przewozowego na bardziej obciążonych liniach kolejowych.

LITERATURA

- 1 Bogdaniuk B.: Massel A.: Podstawy transportu kolejowego, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1999.

- 2 Chybowski L.: Development Strategy of the Small Company Worked in Marine Engineering Branch. *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa* Nr 4 (723) / 2010.
- 3 Chybowski L.: Example of Comprehensive Qualitative-Quantitative Reliability Importance Analysis of Complex Technical Systems on a Marine Propulsion Plant. IARS 2012, Symposium Proceedings, Reliasoft Corporation, Warszawa 2012, book session 7/track 2 + CD ROM.
- 4 Czarnecki G., Gryka T., Zadrożny Z.: *Metodyka badań eksploatacyjnych pojazdów szynowych*, XV Konferencja Naukowo – Techniczna Pojazdy Szynowe; Nowe Wyzwania i Technologie Dla Logistyki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002.
- 5 Dąbrowska – Bajon M.: *Podstawy sterowania ruchem kolejowym*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007.
- 6 Engelhardt J., Wardacki W., Zalewski P.: *Transport kolejowy*, Kolejowa oficyna Wydawnicza, Warszawa 1995.
- 7 Gąsowski W.: *Wagony kolejowe – konstrukcja i badania*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1998.
- 8 Gruszczyński J.: *Eksploatacja taboru kolejowego*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1987.
- 9 Instrukcja BW-62 o ogrzewaniu, wentylacji, i klimatyzacji wagonów pasażerskich oraz elektrycznych zespołów trakcyjnych, PKP Intercity S.A., Warszawa 2011.
- 10 Instrukcja R – 1 o prowadzeniu ruchu pociągów na PKP, PKP Polskie Linie Kolejowe, Warszawa 2011.
- 11 Intercity sprzedaje tabor, *Kurier kolejowy*, 2013, nr 15.
- 12 Kalinkowski A.: *Wagony kolejowe i hamulce*. Wydanie II, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1985.
- 13 Kosacki J.M., Baranowski J.: *Kolej na Pomorzu Zachodnim 1945 – 2001*, Wydawnictwo INES, Szczecin 2001.
- 14 Sowa A.: *Ocena stanu technicznego pojazdów szynowych na podstawie cech zdeterminowanych*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2013
- 15 Stajniak M.: *Transport i spedycja: podręcznik do kształcenia w zawodzie technik logistyk*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008.
- 16 Wagon pierwsza klasa, „*Kurier Kolejowy*”, 2013, nr 21.
- 17 Wawrzyniak A.: *Elektryczne pociągi zespołowe ETR610 serii ED250 dla PKP Intercity S.A.*, „*Technika Transportu Szynowego*”, 2013, nr 9.
- 18 Wawrzyniak A.: *Nowoczesne, elektryczne składy zespołowe typu ETR610 dla PKP Intercity S.A.*, Konferencja Naukowo – Techniczna INFRASZYN 2013, PKP Polskie Linie Kolejowe, 2013.

ANALIZA EFEKTYWNOŚCI EKSPLOATACYJNEJ TABORU PASAŻERSKIEGO

Streszczenie: Przedmiotem badań jest proces eksploatacji wagonów pasażerskich. Analizy dokonano w oparciu o działalność przewoźnika kolejowego pasażerskiego na wybranej linii kolejowej. Zdefiniowane zostały główne parametry eksploatacyjne taboru a następnie wyznaczono szereg mierników o wielokryterialnym charakterze. Proces badawczy podzielony zostanie na trzy części: analiza zdolności przewozowej wagonów, analiza mierników jakości przewozów pasażerskich, analiza efektywnego czasu pracy wagonów. Każda z części jak i cała praca kończy się wnioskami o charakterze szczegółowym i ogólnym.

Słowa kluczowe: Eksploatacja taboru, jakość usług przewozowych, praca przewozowa

ANALYSIS OF OPERATING EFFICIENCY OF THE PASSENGER ROLLING STOCK

Abstract: The research is devoted to the process of exploitation of rolling stock. The analysis is based on the performance of the leading rail operator on the selected passenger railway line. The major operating parameters of rolling stock exploitation are defined and then some multicriterial parameters were calculated. The research process is divided into three parts: an analysis of the carrying capacity of rail wagons, the analysis of the quality measures of passenger transport services, the analysis of the effective working time of wagons. Each of the parts and the whole paper ends with conclusions of the general and particular nature.

Key words: Rolling stock utilization, quality of transport services, transport performance

dr inż. Bogusz WIŚNICKI
Akademia Morska w Szczecinie
Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu
Instytut Inżynierii Transportu,
ul. Henryka Pobożnego 11, 70-506 Szczecin

dr inż. Leszek CHYBOWSKI
Akademia Morska w Szczecinie
Wydział Mechaniczny
Instytut Eksploatacji Siłowni Okrętowych
ul. Wały Chrobrego 1-2, 70-500 Szczecin

mgr inż. Dariusz KRUKOWSKI
Akademia Morska w Szczecinie
Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu
Instytut Inżynierii Transportu
ul. Henryka Pobożnego 11, 70-506 Szczecin