



**Od naukowej inspiracji
do innowacji w przedsiębiorstwie.
Praktyczna aplikacja wiedzy
Asystentów Innowacji.**

Opole 2013

**Od naukowej inspiracji do innowacji w przedsiębiorstwie.
Praktyczna aplikacja wiedzy Asystentów Innowacji.**

pod redakcją

Marzeny Szewczuk-Stępień i Małgorzaty Adamskiej

Recenzja naukowa

Joachim Foltys

© Copyright by Instytut Trwałego Rozwoju, Opole 2013

Wszystkie prawa zastrzeżone.

Instytut Trwałego Rozwoju

Pl. Kopernika 1,

45-040 Opole

ISBN: 978-83-63023-03-4

Wydanie 1

Egzemplarz bezpłatny

Nakład: 200 egz.

Korekta: Anna Alochno - Janas

Skład i łamanie: Łukasz Lubecki

Druk: EXPOL, P. Rybiński, J. Dąbek Spółka Jawna

Projekt okładki: Studio reklamy Emblematic.com



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



„Od inspiracji do innowacji – kontynuacja programu Asystent Innowacji w województwie opolskim”.
Projekt współfinansowany jest z Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki – Priorytet VIII Regionalne kadry gospodarki, Działanie 8.2. Transfer wiedzy, Poddziałanie 8.2.1 Wsparcie dla współpracy sfery nauki i przedsiębiorstw.

Spis treści

Słowo wstępne (od redaktorów)	5
Magdalena Kwiatkowska, Michalina Mlynek, Maciej Gruszecki Założenia i przebieg realizacji projektu	7
Marzena Szewczuk-Stępień Innowacje, kierunek rozwoju i wzrostu konkurencyjności przedsiębiorstw	15
Małgorzata Adamska Diagnoza czynników warunkujących rozwój małych i średnich przedsiębiorstw	33
Iwona Pisz, Damian Bednarz Innowacyjność jako istotny czynnik konkurencyjności przedsiębiorstw w transporcie ładunków ponadgabarytowych	51
Aleksandra Zygmunt Rozpoznanie potencjału innowacyjnego Ofama Sp. z o.o. oraz prezentacja wybranych propozycji rozwiązań innowacyjnych	67
Sławomir Stemplewski Innowacja w przedsiębiorstwie - prezentacja map w Internecie	73
Anna Duczkowska-Kądział Propozycja wdrożenia innowacji w PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna SA	79
Rafał Stanisławski, Łukasz Ciura Modelowanie zmian temperatury i strat ciepłych budynków z zastosowaniem modeli uproszczonych	91
Mariusz Tańczuk Techniczno-ekonomiczne aspekty eksploatacji małego układu CHP na biogaz w oczyszczalni ścieków w aspekcie systemów wsparcia operacyjnego	99

Grzegorz Królczyk, Jolanta Królczyk Proces wdrażania nowych produktów w firmach produkcyjnych w oparciu o techniczne przygotowanie produkcji	127
Patrycja Polaczek Optymalizacja kosztów pracy	137
Joanna Guziałowska-Tic, Mariusz Szczęsny Analiza surowców do produkcji świec i zniczy oraz charakterystyka produktów spalania	149
Marcin Pietrzak Wybrane aspekty wdrożenia oprogramowania zarządzającego produkcją na przykładzie firmy Brökelmann Polska	173
Ewelina Piotrowska Zastosowanie eksploracji danych w systemach analitycznych	185
Mariusz Kupina O możliwości praktycznego wykorzystania słupów zespolonych typu CFST jako elementów konstrukcyjnych przy wznoszeniu obiektów budowlanych w technologii prefabrykowanej	191
Krzysztof Żak Miejsce form kokilowych w światowej produkcji oraz sposoby ich wytwarzania	209
Sławomir Pochwała Analiza badań wpływu elementu zaburzającego przepływ na współczynnik przepływu wybranych konstrukcji przepływomierzy piętrzących	215

Słowo wstępne

Nauka nie osiągnie sukcesu, jeśli proponowane przez nią rozwiązania pozostaną jedynie na papierze lub będą zamknięte w laboratoriach badawczych. Popularyzacja dokonań nauki odbywa się poprzez aplikację w sferę praktyki. Biznes musi chcieć i umieć to wykorzystać, bowiem teoria wzbogaca praktykę, zaś praktyka weryfikuje teorię. Dotychczasowe doświadczenia pokazują, że inspiracji i interesujących opracowań nie trzeba daleko szukać, bo specjaliści z rodzimych jednostek B+R w ramach swojej pracy naukowo-badawczej również kreują rozwiązania przydatne dla gospodarki, a wdrożenie ich propozycji wcale nie generuje wysokich nakładów finansowych.

Przystępując do realizacji projektu „Od inspiracji do innowacji – kontynuacja programu Asystent Innowacji w województwie opolskim”, postanowiliśmy zadbać o rozszerzenie i wzmocnienie współpracy pomiędzy sferą nauki i biznesu, tak aby opolska gospodarka, przeżywająca liczne trudności, mogła czerpać korzyści ze ścisłych powiązań z nauką.

W uzasadnieniu potrzeby realizacji projektu¹ wskazano wyraźnie, iż największym kapitałem Opolszczyzny są jej ludzie, bogaci w tradycję i uwarunkowani historycznie do zrównoważonego rozwoju. Za tradycyjne cechy mieszkańców uznaje się rzetelny stosunek do pracy, dobrą organizację i przedsiębiorczość oraz dążenie do szybkiego rozwoju – są to wartości stanowiące doskonały fundament do wprowadzania innowacyjnych zmian. Niestety, jak pokazują dotychczasowe doświadczenia oraz analiza dostępnych danych statystycznych, w dalszym ciągu pozostaje PROBLEM W BUDOWANIU REGIONALNEGO SYSTEMU INNOWACJI, CZYLI WSPÓŁPRACY POMIĘDZY INSTYTUCJAMI NAUKI I FIRMAMI ORAZ POTRZEBA WZMACNIANIA TRANSFERU WIEDZY I TECHNOLOGII DO FIRM.

Koncepcja programu „Asystent Innowacji” zaadaptowana została przez Opolskie Centrum Rozwoju Gospodarki od zagranicznego partnera Departamentu Gospodarki, Turystyki i Technologii Rządu Dolnej Austrii. Obecnie program ten

¹ „Od inspiracji do innowacji – kontynuacja programu Asystent Innowacji w województwie opolskim”, nr umowy: POKL.08.02.01-16-029/11-00 z dnia 22.03.2012 r.

jest kontynuowany w województwie opolskim przez instytucje otoczenia biznesu i można traktować go jako odpowiedź na zidentyfikowane problemy.

Opis doświadczeń oraz opracowanie propozycji nowych rozwiązań, mających na celu podniesienie poziomu innowacyjności firm na Opolszczyźnie, stanowią główną treść sprawozdań przygotowanych przez Asystentów Innowacji po odbyciu 3-miesięcznych pobyków w przedsiębiorstwach. Postanowiliśmy jednak zadbać nie tylko o wywiązanie się z obowiązków sprawozdawczych, ale także o aktywność na polu naukowym. W ten sposób zebrane zostały artykuły tematycznie związane z badanymi problemami czy zagadnieniami, będącymi przedmiotem analiz podczas pobytu w firmie. Artykuły te można zatem traktować jako wartość dodaną przedsięwzięcia, którego głównym celem było zachęcenie przedsiębiorstw do podejmowania działań innowacyjnych oraz planowanie rozwoju firmy. Przemyslenia obudowane podstawą teoretyczną opublikowane zostały w przedmiotowej książce.

Głównym efektem realizacji projektu jest tytułowa inspiracja innowacji dla firmy, nie można jednak zapominać, iż wartością dodaną jest wiedza, którą można zaimplementować w opracowaniu naukowym; wszak doświadczenie zdobyte podczas 3-miesięcznego pobytu w przedsiębiorstwie jest nieocenionym zasobem, którego nie można zdobyć tylko dzięki studiom literaturowym. Zatem opracowania te są tym bardziej cenne, iż u ich podłoża znajdują się realne problemy i potrzeby gospodarcze. Na uwagę zasługuje również fakt, iż część opracowań została przygotowana nie tylko przez Asystentów Innowacji, ale ich współautorami są również przedstawiciele firm biorących udział w przedsięwzięciu. Ta aktywność pozytywnie nas zaskoczyła. Dziękujemy.

Oddajemy Czytelnikom opracowanie *Od naukowej inspiracji do innowacji w przedsiębiorstwie*. Praktyczna aplikacja wiedzy Asystentów Innowacji. Prezentowana publikacja składa się z kilkunastu artykułów, w których przedstawiono założenia realizacji projektu oraz scharakteryzowano **teoretyczne i praktyczne aspekty regionalnego transferu wiedzy**. Na szczególną uwagę zasługują artykuły opracowane przez uczestników projektu - Asystentów Innowacji. Zachęcamy do zapoznania się z opracowaniem.

Redaktorzy

Wszystkie opracowania, które zostały zaprezentowane w niniejszej monografii, można znaleźć na stronie: www.asystent.innowacje.opole.pl.

Założenia i przebieg realizacji projektu

Najprostsza definicja innowacji mówi, że jest to każda zmiana, której efektem końcowym jest nowy produkt, usługa czy jakość. Wprowadzenie innowacji do przedsiębiorstwa nie jest proste, ponieważ nie wystarczy być twórczym. Trzeba jeszcze nauczyć się wykorzystywać innowacje w praktyce. Warto jednak podjąć trud i skorzystać z rady, jaką daje przedsiębiorcom założyciel Ford Motor Company Henry Ford: „Firmy, które rosną dzięki rozwojowi i ulepszeniom, nie zginą. Ale kiedy firma przestaje być twórcza, kiedy uważa, że osiągnęła doskonałość i teraz musi tylko produkować – już po niej.”

Wizytówka projektu

Projekt pt. „Od inspiracji do innowacji – kontynuacja programu Asystent Innowacji w województwie opolskim” realizowany był od 1.04.2012 r. do 31.01.2013 r. na terenie województwa opolskiego. W ciągu tych dziesięciu miesięcy zespół projektowy dołożył wszelkich starań, aby założone w projekcie cele i wskaźniki zostały osiągnięte. Jako cel główny projektu wybrano: Wzmocnienie współpracy pomiędzy sferą nauki i biznesu na Opolszczyźnie. Jednocześnie wyartykułowano kilka celów szczegółowych, wśród których znalazły się:

- zachęcanie małych i średnich przedsiębiorstw do podejmowania działań innowacyjnych i planowania rozwoju firmy,
- zdobywanie przez naukowców praktycznej wiedzy i umiejętności w zakresie wdrażania innowacji w przedsiębiorstwach,
- opracowywanie nowych rozwiązań, mających na celu podniesienie poziomu innowacyjności firm na Opolszczyźnie.

Zrealizowanie zadań projektu i osiągnięcie wyżej wskazanych celów jest efektem dużego zaangażowania przedstawicieli uczelni wyższych oraz przedsiębiorstw Opolszczyzny. Już teraz na podstawie uzyskanych informacji zwrotnych wywnioskować można, że projekt spełnił oczekiwania zarówno jednej, jak i drugiej strony. Dodatkowo realizacja projektu po raz kolejny pokazała, że mieszkańcy regionu są przedsiębiorczy, sumienni i pracowici.

Geneza projektu

Projekt „Od inspiracji do innowacji – kontynuacja programu Asystent Innowacji w województwie opolskim” powstał na podstawie zapisów przewodnika Adaptacja programu „Asystent Innowacji” w województwie opolskim. W przewodniku tym można przeczytać m.in. o tym, jak rodziła się idea Asystenta Innowacji w Dolnej Austrii oraz o tym, jak Opolskie Centrum Rozwoju Gospodarki (OCRG) przenosiło tę dobrą praktykę na Opolszczyznę. Idea programu spotkała się z wielkim zainteresowaniem ze strony Opolskiego Centrum Demokracji Lokalnej FRDL i Instytutu Trwałego Rozwoju, które to jednostki postanowiły, że chcą kontynuować to przedsięwzięcie we wspólnie realizowanym projekcie.

Przygotowując zakres merytoryczny przedsięwzięcia, założono, że weźmie w nim udział 15 skojarzonych par „Asystent Innowacji – przedsiębiorstwo”. Asystenci Innowacji to ogniwo łączące środowisko uczelni wyższych z przedsiębiorcami. Współpraca takiego przedsiębiorcy z Asystentem Innowacji gwarantowała wsparcie oraz rozwój w zakresie innowacji i transferu technologii. Dlatego też Asystentami Innowacji w projekcie mogli zostać:

- doktorant/doktorantka z terenu Opolszczyzny – uczestnik/uczestniczka stacjonarnych i niestacjonarnych studiów doktoranckich (studiów trzeciego stopnia) oraz osoby zatrudnione na stanowisku naukowym lub naukowo-dydaktycznym, których przewód doktorski został wszczęty (do dnia podjęcia uchwały o nadaniu stopnia doktora),
- Pan/Pani doktor opolskiej uczelni zatrudniony/zatrudniona na stanowisku naukowym lub naukowo- dydaktycznym.

Drugą stronę skojarzonej pary stanowili opolscy przedsiębiorcy (firmy prowadzące działalność gospodarczą na Opolszczyźnie lub firmy zarejestrowane na terenie województwa - z wyłączeniem mikroprzedsiębiorstw).

Wybór Asystentów Innowacji i przedsiębiorstw do udziału w projekcie

Działanie związane z przeprowadzeniem rekrutacji uczestników, w szczególności wybór pracowników naukowych i doktorantów, którzy zamierzali uczestniczyć w projekcie oraz przedsiębiorstw zainteresowanych ideą Asystenta Innowacji, było zadaniem Instytutu Trwałego Rozwoju. Prace te koordynował Asystent ds. promocji, rekrutacji i warsztatów, a rolę ciała dokonującego faktycznego wyboru pełniła specjalnie do tych celów powołana Komisja Rekrutacyjna.

Promocja projektu

Aby dotrzeć do jak najszerszej grupy potencjalnych beneficjentów, zdecydowano się zamieścić ogłoszenia w „Nowej Trybunie Opolskiej”, ponadto wykorzystano szereg działań, takich jak mailing do doktorantów i doktorów opolskich uczelni, publikacja informacji na stronie Samorządu Doktorantów Politechniki Opolskiej, czy też rozesłanie informacji do firm i uczelni Opolszczyzny. Wszystkie te działania przyczyniły się do wysokiej frekwencji uczestników podczas spotkania informacyjno-promocyjnego, na którym przybliżono idee, cele i założenia projektu „Od inspiracji do innowacji – kontynuacja programu Asystent Innowacji w województwie opolskim”.

Inicjatywą, która przyczyniła się do promocji projektu, był również artykuł opublikowany w „Gazecie Akademickiej” (dodatku do „Nowej Trybuny Opolskiej”). W artykule odniesiono się zarówno bezpośrednio do projektu, jak i do dwóch bliźniaczych projektów realizowanych w tym samym czasie przez Uniwersytet Opolski oraz Politechnikę Opolską. Ponadto projekt promowany był artykułem, który ukazał się w opolskim dodatku do Gazety Wyborczej.

Duża liczba połączeń telefonicznych, dystrybucja plakatów czy ulotek wpłynęły na pojawienie się i zakorzenienie w województwie informacji na temat genezy, idei oraz celów projektu „Od inspiracji do innowacji – kontynuacja programu Asystent Innowacji w województwie opolskim”.

Rekrutacja Asystentów Innowacji

Rekrutacja do projektu prowadzona była na przełomie maja i czerwca 2012 r. Przygotowując się do tego procesu, jednocześnie pozostając w zgodzie z zapisami porozumienia pomiędzy realizatorami projektu a Opolskim Centrum Rozwoju Gospodarki, opracowane zostały wszelkie niezbędne dokumenty, w tym regulamin i wzory formularzy aplikacyjnych.

Dokumenty rozróżniono na:

- aplikację pojedynczą (kandydat składał ofertę udziału w projekcie samodzielnie, przesyłając drogą mailową: ankietę osobową lub deklarację udziału Asystenta Innowacji w projekcie – w przypadku doktoranta bądź doktora lub deklarację udziału przedsiębiorstwa w projekcie – w przypadku firmy).
- aplikację wspólną (dostarczenie przez potencjalnego Asystenta Innowacji deklaracji udziału Asystenta Innowacji w projekcie, ankietę osobową oraz deklarację uczestnictwa przedsiębiorcy w projekcie wraz z deklaracją współpracy Asystenta Innowacji z przedsiębiorstwem).

Informacje o rekrutacji rozpowszechnione zostały również na stronie internetowej projektu, a ponadto:

- na stronie internetowej Biura Karier PWSZ w Nysie,
- w serwisie opolskich organizacji pozarządowych: opolskie.ngo.pl,
- w witrynie Akademickiego Inkubatora Przedsiębiorczości Politechniki Opolskiej,
- na stronie Kluczborskiego Inkubatora Przedsiębiorczości.

Informację rozesłano do starostw powiatowych na Opolszczyźnie oraz uczelni wyższych.

W rezultacie wyżej wymienionych działań udało się zebrać 30 kompletnych aplikacji kandydatów do projektu. Po zebraniu i uporządkowaniu wszystkich aplikacji pracę rozpoczęła Komisja Rekrutacyjna, której zadaniem była ocena formalna i merytoryczna oraz sporządzenie listy zakwalifikowanych uczestników.

Obrady Komisji Rekrutacyjnej

W skład Komisji Rekrutacyjnej wchodziły 3 osoby ściśle związane ze środowiskiem opolskich uczelni wyższych oraz jednostek wspierających rozwój przedsiębiorczości w regionie. Jednym z pierwszych zadań Komisji było ustalenie kryteriów weryfikacji aplikacji oraz kryteriów wyboru Asystentów Innowacji, jak również przedsiębiorstw, które zostaną zakwalifikowane do Projektu.

W pierwszym etapie Komisja dokładnie przyjrzała się wszystkim 30 aplikacjom.

W części formalnej kierowano się kryteriami oceny, takimi jak:

1. Czy aplikant spełnia warunki określone dla grupy docelowej i może zostać uczestnikiem projektu?
2. Czy aplikant złożył pełną, podpisaną dokumentację rekrutacyjną?
3. Czy aplikacja spełnia kryteria formalne?

Po pozytywnym ocenieniu części formalnej aplikacji, Komisja przeszła do oceny merytorycznej.

W części merytorycznej kierowano się natomiast kryteriami, takimi jak:

1. Zgodność/zbieżność prowadzonych badań z profilem przedsiębiorstwa wskazanym w aplikacji.
2. Oczekiwany rezultat udziału w projekcie, w tym zwrócenie uwagi na cel przedsięwzięcia.
3. Inicjatywa, zaangażowanie i determinacja aplikanta do udziału w Projekcie.
4. Informacje dodatkowe, takie jak ukończone szkolenia, kursy, studia podyplomowe itp.

Wszyscy aplikanci w oparciu o powyższe kryteria otrzymali odpowiednią ilość punktów. Każdy maksymalnie mógł uzyskać ich aż 100.

Członkowie Komisji Rekrutacyjnej niezależnie przyjrzeni się aplikacjom i indywidualnie ocenili każdą z osób, która ubiegała się o stanowisko Asystenta

Innowacji. Następnie z pojedynczych wartości punktowych, przyznanych oddzielnie przez 3 członków Komisji, została określona średnia ilość punktów, którą udało się uzyskać każdemu z aplikantów.

W pierwszym etapie prac Komisji stworzono listę 23 osób pozytywnie ocenionych (otrzymali więcej niż 50% możliwych do uzyskania punktów) i rekomendowano ich do wzięcia udziału w programie „Asystent Innowacji”.

Ostatecznie, zgodnie z zapisami projektu, 15 osób zostało zakwalifikowanych do projektu, natomiast 8 osób zostało umieszczonych na tzw. liście rezerwowej.

Po poinformowaniu aplikantów o zakwalifikowaniu do programu okazało się, że trzy osoby, spośród 15 potencjalnych Asystentów Innowacji, zrezygnowały z udziału w Programie, decyzję taką podjęło również jedno z przedsiębiorstw. Miejsce osób, które zrezygnowały z udziału w projekcie, zajęły osoby z listy rezerwowej. Do udziału w projekcie zaproszono również nowe przedsiębiorstwo.

W drugim etapie prac Komisji Rekrutacyjnej podjęto decyzję o ostatecznym składzie skojarzonych par Asystent Innowacji – przedsiębiorstwo.

W trakcie procesu rekrutacji spotkano się z kilkoma przeszkodami i wieloma zapytaniem. Pytania dotyczyły najczęściej możliwości uczestnictwa konkretnego przedsiębiorcy w projekcie (wątpliwości odnośnie statusu przedsiębiorstwa – mikro czy małe), samego faktu niedopuszczenia do udziału w projekcie mikroprzedsiębiorstw. Przedstawiciele przedsiębiorstw nurtowała kwestia, czy ponoszą jakieśkolwiek koszty związane z pobytem Asystenta Innowacji w firmie. Ostatecznie, mimo kilku utrudnień, proces rekrutacji do projektu przebiegł sprawnie i bez większych zakłóceń.

Szkolenia/warsztaty dla Asystentów Innowacji

W celu przygotowania Asystentów Innowacji do pobytu w przedsiębiorstwach w lipcu 2012 r. przeprowadzone zostały cztery szkolenia/warsztaty w ramach następujących modułów:

- Moduł I zapoznanie się z profesjonalnym narzędziem wykorzystywanym m.in. przez przedstawicieli Izby Handlowej z Dolnej Austrii do sporządzania raportów na temat innowacyjnego potencjału opolskich przedsiębiorstw.
- Moduł II przedstawienie metody optymalnego wykorzystania zasobów pracy z omówieniem możliwości zastosowania tego podejścia w przedsiębiorstwach.
- Moduł III omówienie metodologii opracowywania projektu, poznanie odpowiednich technik i narzędzi wykorzystywanych przy opracowywaniu projektów.
- Moduł IV nauka nawiązywania efektywnej komunikacji.

Trzymiesięczny pobyt Asystenta Innowacji w przedsiębiorstwie

W celu określenia potencjału innowacyjnego i zdefiniowania koncepcji innowacyjnego rozwiązania dopasowanego do potrzeb przedsiębiorstwa zorganizowano **3 miesięczne (po 80 h/m-c) pobyty Asystentów Innowacji w przedsiębiorstwach**. Na początku każdy Asystent opracowywał indywidualny program pobytu określający zakres i obszar współpracy. Umowa trójstronna podpisana pomiędzy Liderem Projektu, przedsiębiorstwem i Asystentem Innowacji zobowiązywała każdego Asystenta Innowacji do sporządzenia po każdym miesiącu sprawozdania miesięcznego. Do miesiąca od zakończeniu pobytu w przedsiębiorstwie Asystent Innowacji przedstawiał raport końcowy zawierający propozycję innowacyjnego rozwiązania i wypełnione specjalne narzędzie SPIN TOOL. W ramach projektu zapewniono wynagrodzenie dla Asystenta, które traktowane było jako *pomoc de minimis* dla przedsiębiorstw oraz każdy przedsiębiorca zobowiązany został, na podstawie podpisanej umowy trójstronnej, do wyznaczenia opiekuna, który czuwał nad przebiegiem pobytu Asystenta w firmie.

Upowszechnianie rezultatów projektu

Najważniejszym nośnikiem informacji i instrumentem, ułatwiającym nawiązanie kontaktu pomiędzy Asystentem, przedsiębiorcą i realizatorami projektu, była strona internetowa projektu. Dla uczestników projektu utworzono również forum internetowe w celu zapewnienia możliwości konfrontacji własnych przemyśleń i spostrzeżeń dokonanych podczas pobytu w przedsiębiorstwie, a także dla zwiększenia integracji środowiska Asystentów Innowacji. Dla 3 najaktywniejszych forumowiczów przewidziano nagrody rzeczowe. Dla zaprezentowania efektów, wypracowanych w trakcie pobytu Asystentów Innowacji w przedsiębiorstwach, zorganizowano konferencję podsumowującą realizację projektu.

Podsumowanie

Otoczenie innowacyjnego biznesu przechodzi w Polsce dynamiczne zmiany. Przez lata niedofinansowane w ostatnim czasie aktywnie korzysta ze wsparcia, jakie Polska otrzymuje w ramach Funduszy Europejskich. Realizatorzy projektu „Od inspiracji do innowacji – kontynuacja programu Asystent Innowacji w województwie opolskim” mają poczucie, że swoim działaniem przyczynili się do budowania potencjału innowacyjnego na Opolszczyźnie. Niemniej istnieje potrzeba ciągłej pracy nad budowaniem mechanizmów, które ulepszą komunikację i adaptację regionalnych podmiotów do zmieniającej się rzeczywistości. Ponadto realizatorzy projektu liczą, że część skojarzonych par „Asystent Innowacji - przedsiębiorstwo”

nadal będzie generować wspólne przedsięwzięcia. Jak pokazują dotychczasowe doświadczenia, występuje ogromne zainteresowanie ze strony przedstawicieli środowiska akademickiego oraz przedsiębiorców wszelkimi formami wspierającymi transfer wiedzy pomiędzy tymi środowiskami.

Innowacje, kierunek rozwoju i wzrostu konkurencyjności przedsiębiorstw

Wprowadzenie

Rozwój gospodarki opartej na wiedzy, intensyfikacja nakładów na badania i rozwój oraz kształcenie odpowiednich kwalifikacji i umiejętności pracowników to tylko niektóre zalecenia dla polityki gospodarczej krajów Unii Europejskiej. Z punktu widzenia rozwoju innowacyjnej gospodarki - innowacyjność jako cel rozwoju gospodarczego Unii Europejskiej - kluczową sprawą jest współpraca sektora biznesowego z nauką i obustronny transfer wiedzy.

W opracowaniu zwrócono uwagę na znaczenie innowacji w rozwoju i podnoszeniu konkurencyjności przedsiębiorstwa. Scharakteryzowano istotę wprowadzania zmian, opisano pojęcia innowacji i konkurencyjności. Tłem rozważań stał się również paradygmat gospodarki opartej na wiedzy, czyli przypisanie szczególnej roli jednostkom B+R w tworzeniu przewag konkurencyjnych. Spostrzeżenia opisane w ostatnim rozdziale wynikają z praktycznych doświadczeń nabytych dzięki zaangażowaniu w inicjatywy regionalnego transferu wiedzy.

1. Zmiany motorem rozwoju przedsiębiorstwa

Zmiany towarzyszą nieodłącznie funkcjonowaniu i rozwojowi każdej gospodarki. Dodatkowo, jeśli popatrzymy na ostatnie 15-20 lat, zauważymy, że zmiany te uległy jeszcze większemu nasileniu ze względu na postępujące procesy globalizacyjne. Zmiany dotyczą działalności każdego przedsiębiorstwa. Przedsiębiorstwo musi się zmieniać, gdyż zmienia się otoczenie w którym ono funkcjonuje. Przedsiębiorstwo, które nie potrafi się zmieniać i komunikować tych zmian swojemu otoczeniu, przestaje liczyć się w nowoczesnej gospodarce [Garski 2010].

Wprowadzanie zmian w przedsiębiorstwie jest zazwyczaj procesem świadomym, organizowanym i kontrolowanym przez zarządzającego. Ma to miejsce przede wszystkim wtedy, gdy zmiana jest wymuszona (np. przez zmianę przepisów prawa) lub gdy zmiana jest potrzebna (np. udoskonalenie procesu dystrybucji towarów). Zdarza się jednak, że zmiany w przedsiębiorstwie zachodzą bezwiednie

(np. poprzez oddziaływanie klientów czy poprzez zachowania nowo zatrudnianych pracowników). Należy mieć na uwadze, że przyczyny zmiany muszą być dobrze rozpoznane, aby działania korygujące przyniosły pożądany efekt. Często okazuje się, że przedsiębiorstwo błędnie zdiagnozowało przyczynę, np. uznano, że przedsiębiorstwo zatrudnia niewykwalifikowanych pracowników, ponieważ ma źle opracowane testy sprawdzające dla kandydatów (przyczyna wewnętrzna), podczas gdy w rzeczywistości prawdziwą przyczyną niemożności zatrudnienia odpowiednio wykwalifikowanych pracowników jest ich brak na rynku spowodowany emigracją zarobkową (przyczyna zewnętrzna).

Sukces we wprowadzaniu zmian w przedsiębiorstwie zależy przede wszystkim od odpowiedniego zdiagnozowania potrzeb oraz przygotowania i przeprowadzenia projektu zmian. Należy jednak mieć na uwadze szereg czynników, wśród których wymienia się za [Garski 2010]: głębokość i zakres zmian, metody wdrażania zmian, akceptację zmian przez pracowników, prawidłowość projektu zmian, zabezpieczenie środków, cierpliwość zarządzających oraz utrzymanie rezultatów zmian.

Tab. 1.

Czynniki determinujące sukces wprowadzania zmian w przedsiębiorstwie

Lp.	Nazwa czynnika	Opis czynnika
1.	Głębokość i zakres zmian	Czym głębsze zmiany oraz szerszy ich zakres, tym więcej pracy, zaangażowania i wydatków jest konieczne do prawidłowego przeprowadzenia projektu zmian.
2.	Metoda wdrażania zmian	Zmiany w przedsiębiorstwie mogą być wdrażane z udziałem wybranych metod kompleksowych (np. reengineering, Case Method, TQM itp.). Sprawdzone metody są gwarancją sukcesu projektu, może się jednak okazać, że taka metoda będzie zbyt „trudna” dla przedsiębiorstwa, zbyt rozbudowana w stosunku do potrzeb, a wówczas przysporzy więcej problemów niż korzyści.
3.	Akceptacja zmian przez pracowników	Wskazana akceptacja pracowników jest niezbędna, bez tej akceptacji cały wysiłek projektu zmian może zostać zmarnowany, akceptacja pracowników powinna dotyczyć każdego etapu projektu zmian (od planowania do działań korygujących po wdrożeniu). Prawdziwa akceptacja zmian przez pracowników jest możliwa tylko wówczas, gdy otrzymają szczegółowe informacje o tym, czego dotyczą zmiany oraz jakie korzyści przyniosą im oraz przedsiębiorstwu.
4.	Prawidłowość projektu	Prawidłowe muszą być założenia (przyczyny) projektu zmian oraz jego realizacja (czyli zgodne z przyjętym zakresem i harmonogramem rzeczowo-finansowym oraz wybraną metodą). Wymagana jest ponadto konsekwencja w realizacji projektu i nie poddawanie się chwilowym przeszkodom.

5.	Zabezpieczenie środków	Częstą przyczyną niepowodzenia projektów zmian jest brak środków finansowych. Poważnym zagrożeniem jest także odstępowanie od przyjętego harmonogramu (jedno nieuzasadnione odstępowanie stwarza kolejne możliwości i doprowadza do nieuzasadnionego wydłużenia projektu i wzrostu jego kosztów).
6.	Cierpliwość zarządzających	Brak cierpliwości zarządzających i naciskanie na szybsze wdrażanie rozwiązań często niedokończonych poważnie zagraża sukcesowi projektu zmian, najczęściej bowiem takie szybko wdrożone i niekompletne rozwiązania nie funkcjonują prawidłowo i nie przynoszą oczekiwanych rezultatów, a to prowadzi zarządzających do stwierdzenia, że projekt się nie powiódł i szukania winnych.
7.	Utrzymanie rezultatów zmian	Zmiana ma charakter ciągły, raz wprowadzone rozwiązanie nie zapewni prawidłowego funkcjonowania przedsiębiorstwa na zawsze, każda zmiana wymaga monitorowania i wprowadzania usprawnień.

Źródło: opracowano na podstawie Garski 2010

U podstaw wprowadzania zmian w przedsiębiorstwach leży przede wszystkim upływ czasu, a co za tym idzie starzenie się potencjału technicznego, w tym zarówno stosowane technologie jak i posiadane zaplecze infrastrukturalne. Kolejnym impulsem jest zdobywanie nowych doświadczeń zarówno przez zarządzających jak i pracowników, a także wprowadzanie do dotychczasowych procesów usprawnień i pomysłów wynikających z wzorowania się na tzw. dobrych praktykach.

Idąc za [Świtalski 2005] przedstawiono poniżej próbę identyfikacji motywów i uzasadnień głównych przesłanek zmian w przedsiębiorstwie.

1. Zmiany mające na celu utrzymanie lub poprawę pozycji rynkowej (mierzonej wielkością sprzedaży lub udziałem w rynku):
 - obniżenie kosztów i cen dotychczas sprzedawanych produktów lub usług;
 - intensyfikacja stopnia nasycenia rynku własnymi produktami;
 - podwyższenie technicznej lub użytkowej jakości produktów;
 - bardziej intensywna reklama i promocja;
 - rozpoczęcie sprzedaży na nowych rynkach;
 - zwiększenie zakresu lub podwyższenie sprawności obsługi posprzedażnej;
 - wprowadzenie na rynek nowego produktu lub usługi.
2. Zmiany mające na celu utrzymanie lub podwyższenie rentowności produktu:
 - a) redukcja kosztów bezpośrednich wytwarzania produktu przy utrzymaniu osiągniętego poziomu jakości:
 - lepsze wykorzystanie surowców i materiałów przez zmniejszenie odpadów;
 - uzyskanie dostępu do tańszych źródeł surowców i materiałów;
 - zastępowanie drogich materiałów ich tańszymi substytutami;
 - mechanizacja i automatyzacja pracochłonnych operacji technologicznych;

- eliminowanie zbędnych lub integrowanie podobnych operacji wytwórczych;
 - redukcja stanów zapasów materiałów i wyrobów gotowych;
 - skracanie cyklu produkcyjnego;
 - ograniczanie liczby braków w produkcji części i montażu produktów finalnych;
 - zmniejszenie zużycia energii na potrzeby technologiczne;
 - wykorzystanie możliwości podwyższenia cen zbytu, o ile nie spowoduje to spadku przychodów ze sprzedaży;
- b) redukcja narzutu kosztów pośrednich na wytwarzane produkty lub usługi:
- zwiększenie sprzedaży przy utrzymaniu kosztów stałych na niezmiennym poziomie;
 - obniżenie kosztów stałych przez racjonalizację wydatków;
 - pozbycie się zbędnych składników majątku i obniżenie dzięki temu kosztów amortyzacji środków trwałych;
 - wprowadzenie systemów, metod i procedur umożliwiających redukcję zatrudnienia i wydatków w jednostkach operacyjnych bez obniżenia sprawności całej organizacji.
3. Zmiany mające na celu utrzymanie lub poprawę pozycji finansowej przedsiębiorstwa (wzrost kwoty zysku, podwyższenie płynności finansowej oraz wzrost rentowności sprzedaży, majątku czy kapitałów własnych):
- zmiany w systemach naliczania odpisów amortyzacyjnych;
 - skrócenie cyklu spływu należności od odbiorców;
 - wydłużenie cyklu płatności zobowiązań wobec dostawców;
 - racjonalizacja stanu zadłużenia krótko- i długoterminowego z uwzględnieniem korzyści z istnienia efektu tarczy podatkowej.
4. Zmiany mające na celu poprawę wizerunku przedsiębiorstwa w otoczeniu:
- zapewnienie zatrudnionym wysokiego poziomu bezpieczeństwa i higieny pracy;
 - ograniczanie szkodliwości wpływu procesów technologicznych na środowisko;
 - zapewnienie recyklingu odpadów produkcyjnych i pozostałości po zużytych produktach;
 - dbałość o podwyższanie kwalifikacji pracowników i rozbudowę intelektualnego majątku przedsiębiorstwa;
 - pomoc w znajdowaniu nowego miejsca pracy osobom zwalnianym z przedsiębiorstwa;
 - uzyskanie pozycji przedsiębiorstwa spełniającego oczekiwania klientów.

Zmiany w organizacji są podejmowane zazwyczaj w określonym celu. Najczęściej mają podnieść skuteczność i/lub efektywność działania. Stwarzają więc szansę osiągnięcia korzyści, pozytywnego efektu, ale ich konsekwencją jest zwykle naruszenie stanu równowagi wewnętrznej, zaburzenie ładu. Zmuszają do zmiany procedur czy reguł dotychczasowego postępowania. Wiążą się z dodatkowymi nakładami. Jednocześnie zwykle towarzyszy im ryzyko, niepewność co do osiągnięcia założonych celów. Z tego powodu wdrożenie zmian może wywołać opór. Za proces wprowadzania zmian w organizacji odpowiada kadra kierownicza. Ona opracowuje koncepcje i przygotowuje projekty zmian oraz wypracowuje strategię ich wprowadzania. Od niej zależy przebieg działań w tym procesie. Kadra kierownicza decyduje więc o tym jakie należy podjąć działania w procesie zmian, kto i w jaki sposób ma je wykonać. Ona tworzy warunki do przeprowadzania zmian [Jasiński 2011, str. 150]. Kadra kierownicza ma duży wpływ na przeprowadzenie zmian, jednak nie ostateczny. O ich powodzeniu decydują wszyscy pracownicy organizacji, których zmiany dotyczą, a więc również kadra wykonawcza. Odpowiedni poziom kwalifikacji, wiedzy, umiejętności oraz motywacja tych pracowników są także ważne dla skutecznego wprowadzania zmian.

Do wprowadzania zmian w przedsiębiorstwie można podejść w różny sposób, niezależnie jednak od zakresu zmian należy pamiętać o kilku zasadach, które wyznaczają prawidłowy sposób postępowania. Wprowadzanie zmian powinno się poprzedzić jasnym sformułowaniem celów oraz strategii przedsiębiorstwa. Satysfakcję klienta należy brać pod uwagę jako najważniejszy czynnik wpływający na cele i strategię. Działania wymagają koncentrowania się na procesach, a nie funkcjach i cały czas należy mieć na celu dopasowanie procesów do celów przedsiębiorstwa. Wymagane jest zidentyfikowanie procesów tworzących wartość dodaną z punktu widzenia klienta oraz procesów wspomagających, które również mogą przyczynić się do wzrostu wartości. Należy stosować zasadę „nie wywarzaj otwartych drzwi” – powinno się wykorzystywać odpowiednie, sprawdzone metody oraz techniki organizatorskie w celu zapewnienia wysokiej jakości wykorzystywanych informacji. Spojrzeć szeroko na analizę sytuacji przedsiębiorstwa oraz identyfikować procesy nie tworzące wartości. Nie ograniczać - dawać możliwość powstawania przełomowych wizji, które pozwolą na radykalną, a nie częściową zmianę oraz prowokować do krytycznej analizy możliwości ich realizacji. Patrzeć systemowo tj. brać pod uwagę przede wszystkim te rozwiązania, w których podstawą zmiany jest zastosowanie technologii. Być otwartym na współpracę, słuchać krytycznych uwag, dawać większe możliwości działania pracownikom, obdarzać ich zaufaniem. Dawać możliwość przygotowania informacji oraz argumentów pozwalających decydującym na podjęcie decyzji o realizacji projektu. Pozwalać na stworzenie realistycznego planu wprowadzenia w życie rozwiązań, z wyróżnieniem szczegółowych zadań, niezbędnych zasobów oraz harmonogramu działań [Garski 2010].

Aby firma pozostawała konkurencyjna musi zarządzać zmianami, uznać innowacyjność jako swój niezmienny cel, do którego dążenie pozwoli jej zachować pozycję rynkową. Przedsiębiorstwo musi rozwijać się wraz z postępem informatyzacji, procesami globalizacyjnymi. W tym celu należy ciągle niwelować słabe strony w firmie, zagrożenia przekształcać w szanse, zmieniać, nawet restrukturyzować profil działalności przedsiębiorstwa w celu utrzymania jego przewagi konkurencyjnej.

2. Podstawowe determinanty rozwoju współczesnej gospodarki: konkurencyjność i innowacyjność

We współczesnej, bardzo szybko zmieniającej się gospodarce, dostęp do finansowania zewnętrznego oraz wszechstronnego wsparcia w opracowywaniu oraz udoskonalaniu nowych technologii i produktów, staje się czynnikiem kluczowym dla rozwoju i konkurencyjności gospodarki. Wszystkie państwa Unii Europejskiej, postawiły sobie za cel tworzenie ku temu odpowiednio sprzyjającego środowiska instytucjonalnego i prawnego.

Innowacyjność przedsiębiorstw i gospodarki powinna być traktowana jako narzędzie kształtowania potencjału konkurencyjności. Istotne jest uświadomienie sobie, iż innowacje – niezależnie czy będą dotyczyły produktu, procesu czy organizacji - stanowią główny instrument uzyskiwania wysokiego i trwałego poziomu konkurencyjności. Wreszcie sama konkurencyjność też nie jest postrzegana jako ostateczny cel, lecz z jednej strony, jako środek do umacniania pozycji w udziale w rynku, przywództwie, rentowności przedsiębiorstw, a z drugiej – w wymiarze makroekonomicznym – do podnoszenia poziomu życia obywateli, zwiększenia konsumpcji, lepszego zagospodarowania geograficznej przestrzeni państw i ich ugrupowań [Świtalski 2005].

Wzrost konkurencyjności gospodarki zależy od: poziomu przedsiębiorczości, aktywności, inwestycji, postępu technologicznego, jakości zarządzania, skuteczności wykorzystywania czynników produkcji, jakości kapitału ludzkiego [Bossak 2006, str. 81-83]. Konkurencyjność przedsiębiorstwa, to jego gwarancja trwania na rynku. Jest to proces, w którym zewnętrzne i wewnętrzne czynniki firma musi jak najlepiej wykorzystywać. Jednym z zewnętrznych czynników są preferencje nabywców obecnych i potencjalnych (to dla nich firma tworzy swoje produkty). Jeżeli klienci są stali, to są oni źródłem konkurencyjności dla firmy. Jeśli cieszą się autorytetem, to mogą przyciągnąć nowych nabywców. Jako kolejny czynnik zewnętrzny zalicza się dostawców. Muszą oni być solidni, terminowi i dostarczać wysokiej jakości towar po jak najniższej cenie. Jeśli przedsiębiorca, jego dostawcy i klienci współpracują ze sobą uzyskują ogromną przewagę konkurencyjną w sektorze i na całym rynku: mogą na szerszą skalę wprowadzać innowacje, podnosić

jakość produktów, czy dzielić ryzyko. Innym zagrożeniem spoza firmy jest pojawienie się na rynku substytutów i nowych produktów. Jeżeli będą one lepsze lub tańsze, mogą odebrać część klientów przedsiębiorstwu. Inne niebezpieczeństwo zewnętrzne to konkurencja wewnątrzsektorowa. Jest ona tym mniejsza, im mniejszy i gorzej zorganizowany jest sektor [Wiatrak 2007, str. 77-79].

Biorąc pod uwagę czynniki wymienione w powyższych rozważaniach Porter skonstruował tzw. romb przewagi konkurencyjnej, który pokazuje, że „strategia, struktura i rywalizacja przedsiębiorstw”, „popyt”, „sektory powiązane” oraz „czynniki produkcji” oddziałują na siebie nawzajem wpływając na konkurencyjność firmy. Muszą one być zrównoważone, gdyż niski potencjał jednego hamuje pozostałe. Współcześnie konkurencyjność nie ma już tylko charakteru kosztowego. Bazuje ona bardziej na innowacyjności, specjalizacji i wysokich technologiach. Trwała konkurencyjność zależy od poziomu innowacyjności [Kowalak 2006, str. 27].

M.J. Stankiewicz, uważa, że konkurencyjność przedsiębiorstw należy rozpatrywać jako system tworzony przez cztery elementy, wśród których wymienia:

- potencjał konkurencyjności, rozumiany jako ogół materialnych i niematerialnych zasobów przedsiębiorstwa, kluczowych kompetencji i zdolności, umożliwiających zdobycie trwałej oraz trudnej do podważenia przewagi konkurencyjnej nad rywalami;
- przewagę konkurencyjną, którą można rozumieć jako efekt skutecznego wykorzystywania układu składników potencjału konkurencyjności umożliwiających przedsiębiorstwu tworzenie atrakcyjnej oferty rynkowej i skutecznych instrumentów konkurowania;
- instrumenty konkurowania, które można określić jako świadomie i celowo wykorzystywane narzędzia i metody budowania kapitału klientów oraz kreowania wartości firmy;
- pozycję konkurencyjną, rozumianą jako osiągnięty przez przedsiębiorstwo wynik konkurowania w danym sektorze, rozpatrywany na tle wyników osiąganych przez konkurentów [Stankiewicz 2002].

Innowacyjność jest pojęciem trudnym do zdefiniowania, gdyż aby nazwać działanie innowacyjnym konieczne jest wprowadzenie jakiegoś novum. Nie zostało jednak określone jaki powinien być stopień tej nowości i kto powinien go mierzyć. Na pewno innowacja występuje, gdy z nowego pomysłu powstaje coś całkowicie nowego. Nie można jednak mówić o innowacji w momencie zakładania nowego przedsiębiorstwa, gdyż nowa firma jest powieleniem pewnej struktury organizacyjnej, a dopiero oryginalne działania podejmowane przez nią mogą zyskać miano innowacyjnych. Celem innowacji jest szeroko rozumiana zmiana na płaszczyźnie technologicznej, społecznej, produktowej czy organizacyjnej [Stawasz 2005, str.12].

Szukanie nowych rozwiązań, elastyczne dostosowywanie się do zmian rynkowych, przedsiębiorczość, wykorzystywanie badań naukowych, wynalazków, pomysłów to podstawowe atrybuty działań innowacyjnych. Innowacje to zmiany, nowości i możliwość ich wprowadzania w życie. Współcześnie to jeden z głównych elementów rozwoju. Ich potrzebę dostrzegają wszyscy: od najmniejszych uczestników gry rynkowej przedsiębiorców, przez władze regionów i państw po analityków badających rozwój globalnej gospodarki. Innowacje podnoszą konkurencyjność, są ważnym atrybutem przedsiębiorczości, jednym słowem są kluczem do sukcesu firm w dzisiejszym świecie, są ich zasobem strategicznym.

Źródła innowacji można podzielić na zewnętrzne, wewnętrzne i mieszane. Wewnętrzne to pomysły pracowników, nowości wytworzone wewnątrz firmy. Korzystanie z własnych zasobów daje największą gwarancję oryginalności. Źródła obce to zaabsorbowane przez firmę z zewnątrz: patenty, zakupione licencje, przejęcie wiedzy od nowych partnerów. Jest to bardzo bezpieczna forma innowacji, ale też łatwa do powielenia przez innych uczestników gry rynkowej. Transfer wiedzy i technologii między firmami to specyficzna forma komunikacji między nimi, mogąca doprowadzić do utraty samodzielności, uzależnienia się od dostawcy bądź klienta. [Stawasz 2005, str.17]. Wśród źródeł, z których firmy mogą czerpać innowacje znajdują się:

- wymiana pracowników,
- zatrudnianie absolwentów wyższych uczelni,
- zakup nowych maszyn,
- zamawianie badań,
- współpraca i łączenie się przedsiębiorstw,
- zakup licencji, patentów,
- dokształcanie na konferencjach naukowych, seminariach, warsztatach,
- uczestnictwo w misjach handlowych i targach,
- naśladownictwo tzw. benchmarking,
- korzystanie z porad technologicznych,
- tworzenie sieci współpracy,
- wspieranie przedsiębiorczości pracowników.

Niezależnie jednak od źródła inspiracji i posiadanych informacji podstawowym warunkiem utworzenia innowacji przez osobę bądź zespół ludzi jest posiadanie informacji oraz chęć zaspokojenia zidentyfikowanych potrzeb, niezależnie jednak wyróżnić można różne motywacje pomysłodawców.

Tab.2.

Podstawowe źródła informacji i motywacji pomysłodawców dla potrzeb procesów innowacyjnych

Źródła pomysłów/inspiracji	Motywacja pomysłodawcy
Przedsiębiorstwo	Wykorzystanie własnego potencjału, potrzeba rozwoju, potrzeba osiągnąć, potrzeba eksploracji
Klienci i odbiorcy	Zaspokojenie własnych potrzeb przez producenta
Dostawcy	Stymulowanie zbytu
Sieć sprzedaży	Utrzymanie pozycji na rynku lub jej poprawa
Targi, wystawy, misje gospodarcze	Pośrednictwo w informacji
Literatura fachowa, prospekty, katalogi	Inspirowanie rozwiązań, informowanie o nowych rozwiązaniach
Prognozy i studia rynku	Ocena i prezentacja szans i zagrożeń
Jednostki B+R	Propagowanie i rozpowszechnianie rozwiązań
Badania rynku	Informacja o rynku i powodzeniu wyrobu, potrzebach i oczekiwaniach klientów

Źródło: Baj, Pietucha, 2005

Warunkiem pojawienia się innowacji w firmie jest zapewnienie nowej idei należytej uwagi oraz tworzenie ogólnej atmosfery kreatywności i przedsiębiorczości. Najpierw pojawia się pomysł, który następnie musi zostać wprowadzony w życie. Dokonuje tego specjalnie stworzony zespół, który „opiekuje się” ideą od wstępnych ustaleń do jej upowszechnienia. Wszystko to musi dziać się przy odpowiednich nakładach finansowych i ludzkich. Głównymi osobami odpowiedzialnymi za innowacyjność w firmach są jednak menadżerowie, którzy powinni szukać nowych możliwości i podejmować ryzykowne czasem decyzje, dające uzyskanie przewagi konkurencyjnej [Penc 2002, str. 35].

Innowacyjność może być postrzegana jako rezultat, czyli wytworzone nowe dobro czy usługa, bądź też jako proces. W tym drugim przypadku liczy się nie tylko efekt, ale wszystkie czynności, które do niego doprowadziły. Potrzebne są badania, odpowiedni proces produkcyjny, upowszechnianie nowego produktu. Do powstania innowacji potrzebne są kontakty i współpraca. Obserwacja rynku i jego potrzeb, dostosowanie się do specyfiki regionu. Innowacje są zjawiskiem regionalnym, charakterystycznym dla danego obszaru i wynikającym z jego uwarunkowań. Wynikają zazwyczaj ze współpracy grupy przedsiębiorstw, której obserwacje pozwalają na ulepszenie procesów wytwarzania dóbr i usług.

Wśród czynników stymulujących powstanie innowacji znajdują się zarówno te dotyczące samego przedsiębiorstwa jak i otoczenia, w którym to przedsiębiorstwo funkcjonuje. Tabela 3 przedstawia uporządkowany układ czynników wewnętrznych i zewnętrznych.

Tab.3.

Czynniki stymulujące powstanie innowacji

Rodzaj czynnika	Opis czynnika
Czynniki wewnętrzne - przedsiębiorstwo	
Czynniki społeczne	czynniki osobowościowe pracowników przedsiębiorstwa: wykształcenie i umiejętności, kreatywność, zaangażowanie, ambicja, utożsamianie się z firmą, poczucie wspólnoty interesów, umiejętność pracy zespołowej, właściwa organizacja pracy własnej
	czynniki osobowościowe przedsiębiorców: wykształcenie i umiejętności, kreatywność, otwartość na innowacje, doświadczenia, ambicje i zdolności organizacyjne
	stosunki międzyludzkie: atmosfera i warunki panujące w miejscu pracy, kultura organizacyjna, komunikacja wewnętrzna, relacje, lojalność
Czynniki materialne	fizyczne warunki pracy: dostępna infrastruktura, park maszynowy, środki finansowe, zaplecze techniczne i laboratoryjne
	materialne wartości wyników pracy: materialne i niematerialne wynagrodzenie czyli wartość okresowego wynagrodzenia, premii oraz ilość przyznanych pochwał i wyróżnień
Czynniki prawno-organizacyjne	forma prawna działalności gospodarczej, struktura organizacyjna, kategoria przedsiębiorstwa: niezależne, partnerskie, związane
Czynniki strategiczne	przyjęta strategia rozwoju, umiejętność realizacji strategii, wartość marki, reputacja, relacje z interesariuszami, społeczna odpowiedzialność, metody zarządzania, powiązania biznesowe
Czynniki zewnętrzne - społeczeństwo	
Czynniki społeczne	otwartość na zmiany, dobra organizacja, odpowiedzialność pracowników za własną karierę zawodową i pozycję społeczną, uznanie i szacunek dla osób kreatywnych, dynamika rozwoju sfery B+R i rozwoju szkolnictwa, w tym jakości kształcenia, inicjatywy społeczne, które mogą stymulować przedsiębiorstwa do praktyk innowacyjnych np. targi, wystawy, seminaria czy wreszcie konferencje naukowe
Czynniki kulturowe	warunki do rozwoju indywidualnych postaw w tym przedsiębiorczości, zagwarantowanie wolności i niezależności, wpływ religii
Czynniki zewnętrzne – polityka gospodarcza	
Czynniki ekonomiczne	nakłady na sferę B+R, nakłady na działalność innowacyjną przedsiębiorstw, bezpośrednie inwestycje zagraniczne, wskaźniki finansowe państwa, poziom rozwoju gospodarczego kraju, bilans płatniczy w dziedzinie techniki
Czynniki polityczne	polityka gospodarcza w szczególności polityka innowacyjna związana przede wszystkim z polityką podatkową kraju i wsparciem rządu dla działań innowacyjnych oraz zaangażowaniem polityków w działania promujące i sprzyjające zwiększaniu innowacyjności przedsiębiorstw
Czynniki prawne	system prawny i normy prawne sprzyjające innowacyjności, w tym: zmiany w prawie podatkowym, zmiany w prawie handlowym, utworzenie prawa własności intelektualnej, jednostki doradcze prawa gospodarczego
Czynniki ekologiczne	prawo dotyczące ochrony środowiska, konieczność spełniania norm ekologicznych w działalności gospodarczej przedsiębiorstw

Czynniki zewnętrzne – rynek	
Czynniki bezpośredniego otoczenia rynku	oczekiwania ze strony klientów, współpraca przedsiębiorstw z otoczeniem, w tym odbiorcami i dostawcami, poziom innowacyjności konkurencji
Czynniki lokalizacyjne	umiejscowienie działalności przedsiębiorstwa w konkretnym miejscu i otoczeniu, współpraca z władzami samorządu terytorialnego, możliwość współpracy z lokalnymi placówkami sfery B+R oraz szkołami wyższymi, ukształtowanie lokalnej infrastruktury
Czynniki ekonomiczne	nakłady na działalność B+R rynku lokalnego oraz wewnętrzne nakłady na B+R konkurencji, wyniki finansowe konkurencji, przychody gospodarstw domowych zdolnych do nabywania produktów oferowanych przez przedsiębiorstwa, korzystne warunki zaciągania i spłaty kredytów

Zródło: opracowano na podstawie Baj, Pietucha, 2005

Ciągle „uczenie się” przedsiębiorstw, wykorzystywanie wiedzy zewnętrznej (współpraca i podwykonawstwo, sieci współpracy, charakter i wielkość wsparcia instytucjonalnego) i wewnętrznej (zdolności menadżerów, prowadzenie badań, wewnętrzna przedsiębiorczość) pozwalają na powstawanie nowych idei.

Środowisko zasługuje na miano innowacyjnego, gdy jest otwarte na zmiany zachodzące w jego otoczeniu. Wtedy łatwiej przyswaja informacje i nowe zasoby, które musi wykorzystywać przy pomocy mechanizmów rynkowych, w sposób charakterystyczny dla środowiska, w którym działa. To daje solidne podwaliny pod aktywność innowacyjną.

Na innowacje składają się trzy elementy: nauka, technika i produkcja. Innowacyjności musi sprzyjać polityka państwa. Inwestycje w sektor B+R podnoszą konkurencyjność przedsiębiorstw. Innowacje powinien kreować rynek, ale działania władz mogą wspierać te procesy. Inwestycje w sektor B+R nie przyniosą jednak efektów, jeśli małe i średnie firmy nie zaczną z nim współpracować. Przedsiębiorcy nie mają dostatecznej wiedzy o możliwościach korzystania z badań, a ośrodki naukowe nie znają realiów rynku, więc ich odkrycia pozostają czysto teoretyczne. W konsekwencji nikt nie odnosi pełnych korzyści.

Dla klienta najbardziej widoczne są innowacje wprowadzone w produktach, dlatego są one podstawą wzrostu konkurencyjności. To finalne efekty działalności przedsiębiorców do nich docierają i mogą oni docenić ich jakość, niezawodność, łatwość obsługi czy oszczędność. W Polsce dominuje wprowadzanie innowacji w produktach: osiąganie ich niższej ceny dzięki redukcji kosztów produkcji. Nie pomaga to jednak podnosić konkurencyjności rynkowej przedsiębiorstw, działania te podejmowane są rzadziej, ale jeśli już zostaną podjęte gwarantują konkurencyjność podmiotu. Wprowadzanie nowinek technicznych wiąże się z dużym ryzykiem wymaga znacznie większych nakładów finansowych. [Sokół 2007, str. 144].

Ciągle tworzenie innowacji daje duże gwarancje przetrwania przedsiębiorstwa na rynku. Poprzez wprowadzanie innowacji firma poprawia procesy produkcyjne

i polepsza wydajność, bezpieczeństwo i jakość pracy oraz wyrobów. Poza tym ma większe szanse dostosowania się do środowiska w jakim funkcjonuje. Działania innowacyjne pomagają w wykorzystaniu nie spożytkowanych do tej pory zasobów przedsiębiorstwa zwiększając efektywność jego działania. Niosą one za sobą usprawnienie pracy. Dzięki innowacyjności, kosztownych pracowników można zastąpić lepszą organizacją zadań i nowocześniejszym parkiem maszynowym. Innowacje pozwalają na poszerzenie profilów produkcji i dotarcie do nowych rynków zbytu. Innowacyjność to nie tylko wprowadzenie nowego produktu, ale udoskonalenie procesu produkcji, metod zarządzania, organizację pracy i inne płaszczyzny, na których firma może wprowadzić cokolwiek nowego.

W Polsce możliwości wynikające z innowacji ciągle nie są doceniane. Potwierdzają to wyniki badań. Małe i średnie przedsiębiorstwa w Polsce konkurują przede wszystkim poprzez niskie ceny spowodowane niskimi płacami. Decydują one w 51% o konkurencyjności firm, dalej jest to jakość produktów i usług – 21%, następnie jakość obsługi klienta i trwałość relacji z klientami, ale tu wskaźnik wynosi już zaledwie 5,8%, innowacyjność znajduje się na ostatnim miejscu, z poziomem 1,8%. Tymczasem innowacyjność MŚP uważana jest za siłę napędową współczesnych gospodarek i należy podnieść jej poziom w celu poprawy konkurencyjności kraju na wspólnotowym i światowym rynku. W Polsce, podobnie jak w krajach „nowej” Unii działania innowacyjne są domeną dużych przedsiębiorstw, jednak w Europie Zachodniej to właśnie małe przedsiębiorstwa są liderami innowacyjności.

Polityka państwa polskiego nie wspiera innowacyjności przedsiębiorstw tak jak by sobie tego życzyli sami przedsiębiorcy. Istnieje ryzyko, że jeżeli ta sytuacja się diametralnie nie zmieni, kraj zaleją konkurencyjne firmy zagraniczne, wprowadzające nowości, a pozycja Polski na zjednoczonym rynku europejskim będzie coraz słabsza. Oczywiście nie sposób pominąć szeregu barier, które ograniczają chęć i możliwość wprowadzania zmian i obok niesprzyjającej polityki państwa są skutecznym hamulcem rozwoju innowacji, są to:

- niskie nakłady na sektor B+R na poziomie przedsiębiorstw, regionów i państwa,
- brak współpracy praktyków przy projektach badawczych – „laboratoryjność” osiągnięć,
- brak ulg podatkowych dla przedsiębiorstw innowacyjnych,
- wysokie ceny nadania patentów,
- brak sieci pozwalającej na sprawny przekaz wyników badań i odkryć do MŚP,
- obawa przed niepowodzeniem przedsięwzięć innowacyjnych.

Innowacyjność niesie za sobą ryzyko niepowodzenia, a co za tym idzie utarty zainwestowanych środków. Inwestycje w nowości na rynku zwracają się niestety w długim okresie czasu. Nie każde przedsiębiorstwo na to stać, jednak doświad-

czenia wielu firm pokazują, że warto ryzykować. Najbardziej obciążony ryzykiem jest etap badań: im bardziej oryginalny pomysł, tym większe prawdopodobieństwo niepowodzenia. Tu jednak innowacje powinien zabezpieczać sprawny system instytucjonalny: państwowy i prywatny np. ubezpieczenia [Stawasz 2005, str. 16].

Zarówno działania przedsiębiorców jak i rządu, zapewniające „opiekę” innowacjom, mogą poruszyć rezerwowe siły rynku, wpłynąć na rozwój gospodarczy, a co za tym idzie na poziom życia społeczeństwa. Z drugiej strony na rynku właśnie innowacyjność i serwis powinny być głównym czynnikiem konkurencyjności, a nie aspekty finansowe (po stronie przedsiębiorcy i klienta).

Poziom konkurencyjności i innowacyjności, ich jakość i skuteczne wykorzystywanie mają ogromny wpływ na sprawność, równowagę i dynamikę systemu gospodarczego, a zatem na wzrost gospodarczy.

3. Podnoszenie konkurencyjności i innowacyjności przedsiębiorstw działających w regionie – programy „Asystent Innowacji” i „Partner Innowacji”

Konkurencyjność jest podstawowym czynnikiem prowadzącym do sukcesu na współczesnym rynku. Aby firma stała się konkurencyjna musi tworzyć innowacje, wykorzystywać postęp techniczny. Firmy muszą współpracować z jednostkami B+R. Warunkiem dla tworzenia atmosfery innowacyjności jest przede wszystkim stworzenie przyjaznej atmosfery w przedsiębiorstwie oraz współpraca z centrami innowacji czy jednostkami sektora badawczo-rozwojowego. W tle tak prowadzonych działań powinna funkcjonować przyjazna polityka państwa i wsparcie władz regionalnych.

Wzrost konkurencyjności opolskich przedsiębiorstw dokonuje się przede wszystkim poprzez bezpośrednie finansowanie nowych inwestycji, inicjowanie i rozwój działalności własnych komórek czy działów badawczych oraz wdrażanie wyników prac prowadzonych w jednostkach B+R. W zdecydowanej większości działania te finansowane są ze środków własnych przedsiębiorstw, chociaż rozmiar i skala tego finansowania są na poziomie dalece niesatysfakcjonującym. Niskie nakłady na działalność B+R to ciągle główny powód niskiej innowacyjności polskiej gospodarki. Wsparciem finansowym są oczywiście środki europejskie – dotacje możliwe do uzyskania w procedurach konkursowych. Jednak ze względu na fakt, iż jest to system bezzwrotny to pozyskanie i realizacja projektów w ramach programów operacyjnych obwarowana jest licznymi ograniczeniami (kategorie interwencji, kwalifikowalność, trwałość), stąd nie wszyscy zainteresowani mogą z nich skorzystać.

Niezależnie jednak od realizacji dużych przedsięwzięć inwestycyjnych, istotne jest aby przedsiębiorstwa, szczególnie te mikro, małe i średnie nie pozostawały

same w polu walki konkurencyjnej i podejmowały i/lub uczestniczyły w różnych przedsięwzięciach mających na celu podniesienie konkurencyjności i innowacyjności podmiotów gospodarczych. W każdym regionie funkcjonują podmioty powołane do wspierania rozwoju gospodarki tj. agencje rozwoju regionalnego, instytucje otoczenia biznesu, w szczególności parki naukowo-technologiczne i inkubatory. Instytucje te oferują szereg usług dla przedsiębiorstw znajdujących się na różnym etapie rozwoju, ważne jest aby biznes był zainteresowany tymi usługami i współtworzył ich wartość. Szczególnie cenne są te usługi, które jak przysłowiowa „wędka”, nie „załatwiają sprawy” tylko inspirują do dalszych działań.

Ludzie są twórcami i odbiorcami innowacji, dlatego właśnie czynnik ludzki jest kluczowy w procesie powstawania innowacji w przedsiębiorstwie. Osoba tworząca innowacje może należeć do środowiska związanego bezpośrednio z przedsiębiorstwem (np. pracownik, właściciel lub współwłaściciel, inwestor, udziałowiec, poręczyciel, wierzyciel) lub do otoczenia przedsiębiorstwa (np. pracownik jednostki B+R, konsultant, ekspert, pracownik konkurencyjnego przedsiębiorstwa). W dalszych rozważaniach scharakteryzowano rolę osób pochodzących z otoczenia przedsiębiorstwa, których zadaniem jest wesprzeć firmę w identyfikowaniu potencjału innowacyjnego oraz dążeniu do wzrostu konkurencyjności.

Od kilku lat Opolszczyzna korzysta z dobrych praktyk wspierania rozwoju innowacyjnego wdrażanych w Regionie Dolnej Austrii, są to programy „Asystent Innowacji” i „Partner Innowacji”. Oczywiście zarówno jedna jak i druga inicjatywa wymagały przeprowadzenia adaptacji zgodnie z uwarunkowaniami regionu. Prace dotyczące przystosowania programów do warunków Opolszczyzny prowadziło Opolskie Centrum Rozwoju Gospodarki. Obecnie programy te na dobre wpisały się działalność zarówno OCRG jak i innych instytucji otoczenia biznesu.

Sukces we wprowadzaniu zmian w przedsiębiorstwie zależy przede wszystkim od odpowiedniego zdiagnozowania potrzeb oraz przygotowania i przeprowadzenia projektu zmian. Coraz częściej podejmowaną inicjatywą mającą zaowocować wdrożeniem zmian w przedsiębiorstwie jest współpraca nauki z biznesem. Taką właśnie formę posiada program „Asystent Innowacji”. Przedstawiciel środowiska akademickiego (doktorant lub doktor), prowadzący działalność naukowo-dydaktyczną w konkretnym obszarze/dziedzinie decyduje się na 3 miesięczny pobyt w przedsiębiorstwie celem zidentyfikowania potencjału innowacyjnego i zaproponowania przynajmniej jednego innowacyjnego rozwiązania mogącego wpłynąć na wzrost konkurencyjności przedsiębiorstwa. Oczywiście możliwość obcowania przedstawicieli środowiska akademickiego z praktyką gospodarczą staje się przyczynkiem do zastanowienia nad sensem i kierunkiem rozwoju pracy naukowo-badawczej, jednak co najważniejsze w tym przedsięwzięciu zewnętrzne, czasem czysto teoretyczne spojrzenie na mechanizm funkcjonowania firmy inspiruje właścicieli lub zarządzających do przełomowych zmian. Oczywiście realizacja etapu

wdrożenia wymaga środków finansowych, których program „Asystent Innowacji” niestety nie zapewnia. Nie oznacza to jednak, iż Asystent nie jest w stanie zidentyfikować potencjalnego źródła finansowania tej inwestycji, co więcej może wskazać kilka źródeł celem dokonania montażu finansowego i zminimalizowania ryzyka niepowodzenia.

W literaturze dotyczącej zarządzania można znaleźć wiele metod wprowadzania zmian w przedsiębiorstwie, jeszcze więcej modyfikacji tych metod znajduje się w ofercie rozmaitych firm doradczych. Jednak najbardziej pożądanym sposobem przekonania się, która droga wprowadzania zmian jest najlepsza, jest możliwość uczestnictwa w procesie identyfikowania a następnie przeprowadzania zmian. Taką możliwość daje skorzystanie z usługi „Partnera Innowacji”. Partner Innowacji (pracownik OCRG) to konsultant, którego zadaniem jest opracować obraz innowacyjności firmy. Staje się to możliwe dzięki tzw. działaniom proaktywnym tj. wizytach w przedsiębiorstwie, zastosowaniu odpowiedniej metodyki SPIN (profil innowacyjny) i przeprowadzeniu rozmów (bezpośrednich i telefonicznych) z przedstawicielami tego przedsiębiorstwa. Tym samym zbierane są w sposób usystematyzowany informacje o firmie i na tej podstawie podejmowana jest decyzja, czy Partner Innowacji sam wesprze działania firmy, czy problematyka wymaga wsparcia zewnętrznego konsultanta (eksperta np. naukowca, rzecznika patentowego itp.).

Wymienione wyżej inicjatywy zarówno „Asystent Innowacji” jak i „Partner Innowacji” to programy współfinansowane z funduszy europejskich, zatem ich istnienie na rynku usług dla biznesu związane jest ze specyfiką projektową i zewnętrznym finansowaniem. Niestety oznacza to pewną aktywność, co nie jest sytuacją pożądaną dla biznesu. Przedsiębiorcy chcą mieć dostęp do usług instytucji otoczenia biznesu w tzw. trybie ciągłym. Nie interesują ich formalizmy i procedury związane z konkursami, szczególnie tymi, którym towarzyszą skomplikowane procedury. Brak stabilnego źródła finansowania działalności wsparcia biznesu powoduje duże niezadowolenie wśród przedsiębiorców, a tym samym może przyczyniać się do częściowego zaniechania podejmowania działań proinnowacyjnych.

Podsumowanie

Jednym z elementów wzmocnienia potencjału innowacyjnego przedsiębiorstw jest rozwój własnej infrastruktury B+R oraz wsparcie dla działalności badawczo-rozwojowej prowadzonej w oparciu o tę infrastrukturę. Działalność ta ma ogromne znaczenie dla procesów kreowania innowacji, jednak wiąże się z nią duże ryzyko, przekładające się na poważne obciążenia finansowe, zwłaszcza dla małych i średnich przedsiębiorstw, które oprócz rozwoju własnego potencjału B+R powinny korzystać także z możliwości realizacji badań w oparciu o zaplecze uczelni wyższych i jednostek badawczych.

W procesie inspirowania do innowacji, ważne jest aby nie ograniczać, dawać możliwość powstawania przełomowych wizji, które pozwolą na radykalną, a nie częściową zmianę oraz prowokować do krytycznej analizy możliwości ich realizacji.

Wszystko te działania mają za zadanie usprawnić procesy kreowania i dyfuzji innowacji, doprowadzić do tego, aby projekty innowacyjne były wdrażane z sukcesem, a realizujące je przedsiębiorstwa uzyskiwały przewagę konkurencyjną nie tylko na rynku lokalnym, ale przede wszystkim ogólnopolskim, a nawet zagranicznym.

Tylko aktywność innowacyjna przedsiębiorstw oparta na technologiach i rozwiązaniach wypracowanych we współpracy z jednostkami B+R stanowi podwaliny konkurencyjnej gospodarki.

Bibliografia:

1. Baj W., Pietucha I., *Charakterystyka czynników stymulujących powstawanie innowacji w przedsiębiorstwie*, [w:] Innowacje Nr 26/2005.
2. Bossak J.W., *Systemy gospodarcze, a globalna konkurencja*, Wydawnictwo SGH w Warszawie, Warszawa 2006.
3. Garski K., *Wprowadzanie zmian organizacyjnych w firmie* – artykuł zamieszczony 02-09-2010 w zakładce Artykuły analityczne na Portalu Innowacji, http://www.pi.gov.pl/chapter_86196.asp dostęp: [03-11-2012].
4. Jasiński Z., *Sposoby pokonywania oporu pracowników wobec zmian w organizacji*, [w:] S. Lachiewicz, M. Matejun, (red.), *Zarządzanie rozwojem małych i średnich przedsiębiorstw*, Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa 2011.
5. Kowalak B., *Konkurencyjna gospodarka. Innowacje – infrastruktura – mechanizmy rozwoju*. Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy w Radomiu, Warszawa - Radom 2006.
6. Nowacki R., *Innowacyjność w zarządzaniu a konkurencyjność przedsiębiorstwa*, Difin, Warszawa 2010.
7. Penc J., *Przedsiębiorczość firm*, [w:] *Ekonomika i organizacja przedsiębiorstwa*, nr 1/2002.
8. Sokół B., *Aktywność innowacyjna małych i średnich przedsiębiorstw jako czynnik ich konkurencyjności*, [w:] A. Strychalska–Radzewicz (red.), *Innowacje i Jakość jako czynnik konkurencyjności przedsiębiorstw*, Olsztyn 2007.
9. Stankiewicz M.J., *Konkurencyjność przedsiębiorstw. Budowanie konkurencyjności przedsiębiorstwa w warunkach globalizacji*, Wydawnictwo TNOiK „Dom Organizatora”, Toruń 2002.
10. Stawasz E., *Innowacje i regionalne systemy innowacji*, [w:] E. Stawasz, J. Merela (red.), *Instrumenty transferu technologii i pobudzania innowacyjności małych i średnich przedsiębiorstw*, Łódź 2005.
11. Świtalski W., *Innowacje i konkurencyjność*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2005.

12. Walczak W., *Niematerialne determinanty konkurencyjności współczesnych przedsiębiorstw*, [w:] S. Lachiewicz, M. Matejun, (red.), *Konkurencyjność jako determinanta rozwoju przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2009.
13. Wiatrak A. P., *Zewnętrzne uwarunkowania konkurencyjności przedsiębiorstw*, [w:] A. Strychalska– Radzewicz (red.), *Innowacje i Jakość jako czynnik konkurencyjności przedsiębiorstw*, Olsztyn 2007.

Diagnoza czynników warunkujących rozwój małych i średnich przedsiębiorstw

Wprowadzenie

W artykule zaprezentowane zostały doświadczenia zawodowe nabyte w wyniku współpracy z małymi przedsiębiorstwami produkcyjno-usługowymi, poparte gruntowną analizą literaturową w zakresie zidentyfikowanych czynników rynkowych. Wybrane czynniki w istotny sposób wywierają wpływ na kształtowanie się i skuteczny rozwój przedsiębiorczości w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw. Należą do nich: konkurencyjność, globalizacja, konsumpcjonizm oraz przestrzeń wirtualna. Czynniki te zostały zdiagnozowane jako istotne dla funkcjonowania MŚP na nowoczesnym rynku. Rozważania dotyczą kreowania pozycji konkurencyjnej i jej skutecznych narzędzi marketingowych. Zaprezentowano również zagadnienie globalizacji, stanowiącej zjawisko kreujące zarówno szanse, jak i zagrożenia, w aspekcie globalizacji rynków zbytu i rozwoju e-biznesu. Omówione zostały praktyczne aspekty zarządzania e-wizerunkiem w kontekście przestrzeni wirtualnej, która otworzyła nowe możliwości w zakresie rozwoju MŚP w formie e-biznesu i funkcjonowania przedsiębiorstw na rynkach tradycyjnych i elektronicznych.

Współczesny rynek i gospodarka to nie tylko systemy, struktury oraz najnowsze metody, techniki i instrumenty, ale przede wszystkim zespoły ludzkie złożone z kreatywnych pracowników, które podejmują decyzje warunkujące sukces rynkowy organizacji. „Niegdyś decydującym czynnikiem produkcji była ziemia, a później kapitał, rozumiany jako wyposażenie w maszyny i dobra służące jako narzędzie, dziś zaś czynnikiem decydującym w coraz większym stopniu jest sam człowiek, to jest jego zdolności poznawcze, wyrażające się w przygotowaniu naukowym, zdolności do uczestniczenia w solidarnej organizacji, umiejętność wyczuwania i zaspokajania potrzeb innych ludzi” [Jan Paweł II, dostęp: 25.07.2012].

Globalna gospodarka wkroczyła w nową generację i jakość procesów zarządzanych, w których szczególną uwagę zwraca się na kluczowe czynniki warunkujące zdolność do budowania przewagi rynkowej i konkurencyjności przedsiębiorstwa.

Zmieniające się w sposób ciągły otoczenie gospodarcze powoduje, iż współczesne przedsiębiorstwa stają się organizacjami w ciągłym ruchu wobec nowych

wyzwań i elastycznie zmieniających się warunków rynkowych. Charakterystyczne dla tych organizacji jest [Maslyk-Musiał 2003, s. 15-16]:

- duże wyczucie w stosunku do rynku oraz zdolność do przeprowadzania sprawnej i skutecznej diagnozy zdarzeń na rynku, co znacząco usprawnia planowanie reakcji na zachowania i oczekiwania jego uczestników, zapewniając ciągłość procesu zmian;
- umiejętność niwelowania niepewności i ryzyka w codzienności gospodarczej, co wpływa korzystanie na zarządzanie zaufaniem¹;
- zdolność do korzystnego stymulowania cyklu życia organizacji.

Organizacja stanowi otwarty system, zbiór elementów i zachodzących między nimi relacji. W aspekcie ekonomicznym stanowi grupę społeczną, powołaną do życia w celu osiągania konkretnych efektów gospodarczych. Funkcjonuje ona według usystematyzowanych reguł i zasad, zaś jej członkowie współpracują ze sobą w sposób dobrowolny, by osiągnąć określone cele na poziomie indywidualnym, jak i zbiorowym. Istotą organizacji jest świadomość i przestrzeganie określonych: zasad, reguł, misji, celów oraz wypracowywanie efektu synergii. W literaturze przedmiotu znaleźć można wiele komplementarnych definicji organizacji o wspólnym mianowniku: współdziałanie dla celów całościowych. Jedną z bardziej rozpoznawanych definicji jest ta zaproponowana przez profesora Bienioka, który jako strukturę organizacyjną jakiejś całości, rozumie całokształt stosunków między elementami tej całości lub między elementami a całością, rozpatrywany ze względu na wspólne przyczynianie się elementów do powodzenia całości [Bieniok 1999, s.16-18].

Amerykański ekonomista, specjalista w zakresie zarządzania, Ricky W. Griffin w swojej definicji wskazuje, iż organizacja to „grupa ludzi, którzy współpracują ze sobą w sposób uporządkowany i skoordynowany, aby osiągnąć pewien zestaw celów” [Griffin 2010, s. 34].

Aktualnie dokonując charakterystyki nowoczesnych organizacji, w aspekcie ich funkcjonowania w zmiennym otoczeniu rynkowym opartym na wiedzy, najczęściej mówimy o organizacji uczącej się, inteligentnej lub samodoskonalącej się (LO ang. *Learning Organization*), będącej jednym z pierwszych innowacyjnych modeli organizacji wynikających m.in. z popularyzacji koncepcji kapitału intelektualnego. Twórcą i popularyzatorem koncepcji organizacji uczącej się jest Peter M. Senge, którego książka zajmująca się zagadnieniami organizacji inteligentnej pt.: *Piąta dyscyplina*, uznawana jest za jedno z najbardziej istotnych dzieł z zakresu zarządzania w XX wieku [Senge, dostęp: 18.03.2012].

Według Senge’a organizacja ucząca się to taka, której pracownicy w sposób ciągle rozwijają swoje umiejętności i poszerzają kompetencje w celu kreowania po-

¹ Zob. Grudzewski W., Hejduk I., Sankowska A., Wańtuchowicz M.: *Zarządzanie zaufaniem w przedsiębiorstwie: koncepcja, narzędzie, zastosowania*, Oficyna Wolters Kluwer, Kraków 2009, s. 13-20.

żądanych przez nich celów, będących jednocześnie celami organizacji. Organizacja ucząca się zachęca swoich pracowników do poszukiwania nowych, innowacyjnych rozwiązań poprzez swobodę działania, pielęgnuje twórcze techniki myślenia i - dając swobodę w działaniu - kształtuje spojrzenie na organizację jako spójną całość. „Zadaniem menedżera szukającego sposobów na zwiększenie zaangażowania pracowników w doskonalenie organizacji jest stworzenie klimatu sprzyjającego rozwojowi kreatywności oraz zastosowanie narzędzi usprawniających takie działania” [Kucińska 2010, s. 105]. W przypadku sektora MŚP, w przeważającej większości przypadków, osoba menedżera jest równocześnie właścicielem firmy i niestety bierze ona na siebie obszar kompetencji zbyt szeroki, co uniemożliwia jej podejmowanie właściwych działań w odniesieniu do kreowania pożądanych zachowań organizacyjnych i wewnętrznych relacji pomiędzy źródłami pomysłów, czyli pracownikami.

Twórcze myślenie w kontekście całej organizacji wymaga osiągnięcia zarówno „mistrzostwa indywidualnego”, jak i „perfekcji zespołowej”. Stworzenie organizacji uczącej się uwarunkowane jest odpowiednią strukturą organizacyjną, która wspiera kreatywność, daje elastyczność działania oraz rozpowszechnia klimat proinnowacyjny wewnątrz całej organizacji [Maslyk-Musiał 2003, s. 245].

Obserwując rzeczywistość gospodarczą, w charakterystyce organizacji należy wskazać na jej współzależność z otoczeniem, z którym prowadzi ona ciągłą wymianę: przede wszystkim produktów i usług (aby osiągnąć cele ekonomiczne o charakterze skwantyfikowanym i wyrażonym przez wielkości ekonomiczne: sprzedaż, koszty, zysk) oraz wiedzy, kapitału (aby osiągnąć cele społeczne, które mają charakter jakościowy: wizerunek organizacji, relacje z klientami, rozpoznawalność marki, przywiązanie do produktu).

Organizacja związana jest z otoczeniem m.in. z uwagi na konieczność czerpania z niego zasobów, bądź ich przetwarzania. Każda organizacja funkcjonuje w pewnym otoczeniu rynkowym, którego uwarunkowania wywierają wpływ na podejmowane przez nie decyzje. Chcąc opisać sposób oddziaływania otoczenia na organizację, należy użyć trzech podstawowych charakterystyk: zmienności i złożoności otoczenia, zakłóceń otoczenia (wynikających z sił mikro- i makrootoczenia) oraz sił konkurencyjnych [Griffin 2010, s. 118-120]. Aby zapewnić sobie prawidłowe funkcjonowanie i „biznesowe poruszanie się” w otoczeniu, organizacja musi znać i rozumieć jego podstawowe elementy.

Organizację tworzą przede wszystkim ludzie, ponieważ dostęp do zasobów finansowych, technologicznych, surowców i energii kształtuje się na podobnym poziomie. Co zatem decyduje o sukcesie rynkowym jednego przedsiębiorstwa i porażce drugiego? W artykule zaprezentowane i omówione zostaną wybrane zagadnienia związane z funkcjonowaniem organizacji, ze szczególnym uwzględnieniem ich wpływu na małe przedsiębiorstwa w oparciu o nabyte doświadczenia.

Wskazane zagadnienia to: konkurencyjność, globalizacja, konsumpcjonizm i konsumeryzm, przestrzeń wirtualna oraz rola przedsiębiorstwa na rynku. Zostaną one omówione w kontekście ich znaczenia dla rozwoju przedsiębiorczości w warunkach ograniczonego dostępu do zasobów wiedzy.

1. Konkurencyjność

*Gdzieś tam jest pocisk z nazwą Twojego przedsiębiorstwa.
Gdzieś tam jest Twój konkurent, nienarodzony i nieznany, który sprawi,
iż Twój model biznesu stanie się przestarzały.
Nie unikniesz strzału będziesz musiał strzelać pierwszy.*

[Hamel, dostęp: 02.06.2012, tłumaczenie własne]

Zjawisko konkurencyjności stanowi kluczowy czynnik zmian w organizacji, który powinien służyć jej rozwojowi, a jednocześnie stanowi stymulator wzrostu i innowacji na rynku. Analizując funkcjonowanie organizacji, zauważalnym staje się fakt, iż coraz mniejszą rolę odgrywa sam produkt, ponieważ jego cechy dzięki nowoczesnym technologiom są łatwe do skopiowania i to w krótkim okresie czasu. W aspekcie marketingowym można także stwierdzić, iż konkurencja przeniosła się z poziomu produktu na poziom procesów go tworzących, ponieważ to one kreują cechy produktu istotne dla klienta. Zatem wartości materialne w coraz mniejszym stopniu stanowią trwale źródło przewag konkurencyjnych. Dlatego też w procesie ich budowania najistotniejszy staje się kapitał intelektualny, którego zadaniem jest identyfikowanie oraz kreowanie możliwości i szans rynkowych [por. Kotler 2003, s. 73]. Osiągnięcie przewagi konkurencyjnej jest możliwe, gdy przedsiębiorstwo nie tylko posiada siłę konkurowania, czyli jego zasoby są odpowiednie do wymagań stawianych przez otoczenie rynkowe, ale gdy ta siła konkurowania jest znacząco wyższa od siły konkurentów, bowiem jedynie wtedy firma jest w stanie zdobyć pozycję lidera na rynku.

W przypadku małych przedsiębiorstw nie zawsze ta „siła konkurowania” jest na poziomie nie tyle dającym znaczącą pozycję na rynku, ale nawet na poziomie zapewniającym jako taką pozycję konkurencyjną.

Konkurencyjność to zdolność do określonych zachowań rynkowych w sposób efektywniejszy niż inni uczestnicy otoczenia rynkowego. Według Stonera konkurencyjność „to względna pozycja danego konkurenta względem pozostałych” [Stoner 2011, s. 14].

W zachowaniach małych przedsiębiorstw zauważalne jest spychanie tej, jakże ważnej, zdolności na szary koniec codziennych obowiązków do wykonania. Mimo iż firmy zarządzane są przez osoby posiadające wiedzę na temat funkcjonowania rynku i zagadnień związanych z kształtowaniem przewagi konkurencyjnej, to nie

podejmują one wystarczającego wysiłku w celu osiągnięcia pozycji konkurencyjnej. W sposób książkowy nie wykorzystują narzędzi marketingowych oraz tych z obszaru *public relations*.

Konkurencją nazywamy proces „współzawodnictwa” pomiędzy podmiotami rynkowymi, które w trakcie wymiany oferują wartość (dobro lub usługę) na warunkach korzystniejszych niż pozostali oferenci, aby osiągnąć korzyść z prowadzonej działalności gospodarczej. Konkurencja może mieć charakter cenowy lub jakościowy, ale odnosi się również do liczby podmiotów gospodarczych na rynku, mówimy wtedy o rodzajach konkurencji, np. monopol, duopol, oligopol, konkurencja doskonała, hiperkonkurencja.

Przewaga konkurencyjna wg definicji słownika innowacji i transferu technologii to „dystans dzielący przedsiębiorstwo od innych podmiotów rynkowych (konkurentów) powstały w wyniku rywalizacji, współzawodnictwa przedsiębiorstwa oraz oddziaływania rynkowych procesów konkurencji. [...] W powszechnym rozumieniu przewagę konkurencyjną stanowią atuty przedsiębiorstwa doceniane przez rynek (a w rozumieniu marketingowym rynek stanowią klienci), dzięki którym przedsiębiorstwo posiada zdolność utrzymania się na nim lub poprawienia swojej efektywności i zapewnienia sobie harmonijnego rozwoju. [...] Zdobyć trwałą przewagę konkurencyjną przez firmę możliwe jest wówczas, gdy w dziedzinie, w której działa, zdobędzie kluczowe kompetencje, czyli zestaw wiedzy i umiejętności w określonych dziedzinach techniki i technologii, które poziomem nowoczesności wyróżniają ją w porównaniu z konkurencją” [Gołębiowski 2005, s. 157].

Pojęcie „innowacja” wprowadzone przez Josepha A. Schumpetera w odniesieniu do działalności gospodarczej w szerokim znaczeniu polega na [Sulejewicz 2006, s. 3]:

- wprowadzeniu do produkcji i na rynek wyrobów nowych lub też udoskonalenie dotychczas istniejących w celu poprawy satysfakcji klienta,
- otwarciu nowego rynku – kreowanie potrzeby,
- wprowadzeniu nowej lub udoskonalonej metody produkcji,
- wprowadzeniu nowej organizacji produkcji,
- zastosowaniu nowego sposobu sprzedaży lub zakupów – innowacyjna logistyka,
- zastosowaniu nowych surowców lub półfabrykatów.

W rozumieniu ekonomicznym pojęcie innowacji należy rozumieć jako sprawne wdrożenie i skuteczne wykorzystanie w praktyce nowych rozwiązań, pamiętając iż, pojęcie innowacji w odniesieniu do przedsiębiorstwa obejmuje zdarzenia o różnym charakterze. Mogą to być zarówno zdarzenia techniczne, jak i organizacyjne oraz finansowo-ekonomiczne.

Definicja innowacyjności gospodarki, określa ją jako: „zdolność i chęć podmiotów gospodarczych do ciągłego poszukiwania i wykorzystywania w praktyce

gospodarczej wyników badań naukowych i prac badawczo-rozwojowych, nowych koncepcji, pomysłów, wynalazków, doskonalenia i rozwoju wykorzystywanych technologii produkcji materialnej i niematerialnej (usługi), wprowadzania nowych metod i technik w organizacji i zarządzaniu, doskonalenia i rozwijania infrastruktury oraz zasobów wiedzy” [Sulejewicz 2006, s. 4].

Innowacyjność przedsiębiorstw stanowi ich zdolność do kreowania i wprowadzania na globalny rynek nowatorskich rozwiązań zarówno technicznych, jak i organizacyjnych, a także społecznych. Tak rozumiana innowacyjność stanowi współczesny syntetyczny wyznacznik konkurencyjności [Sosnowska 2003, s. 12].

W swoich rozważaniach o innowacyjności Peter Drucker [Drucker 1992] proponuje traktowanie innowacji na równi z przedsiębiorczością, popierając ich istotną rolę dla rozwoju i przyszłości organizacji. Jednocześnie wskazuje, iż podnoszenie innowacyjności jest możliwe dzięki umiejętności właściwego rozpoznawania i dostosowywania się do aktualnych uwarunkowań i mechanizmów rynkowych. Istotne są kwalifikacje pracowników, o wysokim potencjale intelektualnym, którzy muszą efektywnie zarządzać procesami projektowania i wdrażania innowacji.

Kapitał innowacji wskazuje również na przedsiębiorczość i kreatywność kapitału ludzkiego organizacji poprzez osiągniętą kulturę innowacyjną [zob.: Pisz 2007, s. 207-214; Widera, Szewczyk 2011, s. 41-48].

Definicja konkurencyjności w kontekście kreowania innowacji wskazuje na złożoność procesu budowania przewagi konkurencyjnej, i w tym względzie warto rozważyć model budowania pozycji konkurencyjnej tworzony przez cztery elementy, zaproponowany przez profesora Marka Stankiewicza. Konkurencyjność przedsiębiorstw, jako system, tworzona jest przez [Walczak 2010, dostęp: 16.01.2011]:

- potencjał konkurencyjności,
- przewagę konkurencyjną,
- instrumenty konkurowania,
- pozycję konkurencyjną.

Potencjał konkurencyjności składa się z materialnych oraz niematerialnych zasobów organizacji, będących kluczowymi elementami szeroko pojmowanego kapitału intelektualnego [zob.: Adamska 2011, s. 43-54]: są to kluczowe kompetencje i umiejętności kapitału ludzkiego, wszystkie cechy przedsiębiorstwa wynikające z jego otoczenia wewnętrznego, jak i uwarunkowań otoczenia zewnętrznego, które przyczyniają się do zdobywania przewagi konkurencyjnej. Istotnym jest, iż potencjał konkurencyjności wychodzi z poziomu jednostki i budowany jest poprzez wszystkie szczeble w strukturze organizacyjnej. Konkurencyjność realizowana jest nie tylko w obszarze komunikacji z rynkiem, ale kreowana jest w trakcie realizacji podstawowych procesów w przedsiębiorstwie, przyczyniając się do osiągania strategicznych celów marketingowych.

Przewaga konkurencyjna stanowi o posiadaniu umiejętności właściwego, sprawnego i skutecznego wykorzystywania przez przedsiębiorstwa posiadanych składników potencjału konkurencyjności. Jest to zdolność do opracowania oferty trafiającej w oczekiwania konsumentów, lepiej niż oferty innych podmiotów na rynku, poprzez efektywnie dobrane instrumenty konkurowania.

Instrumenty konkurowania, będące zbiorem świadomie dobranych i celowo wykorzystywanych narzędzi i metod budowania kapitału rynkowego organizacji oraz kreowania jej wartości rynkowej. Do najważniejszych należy zaliczyć zintegrowany marketing-mix w układzie 7P (produkt, cena, promocja, dystrybucja, personel, proces i świadectwo materialne).

Pozycja konkurencyjna jest wynikiem działań podejmowanych w zakresie konkurowania na rynku w danym segmencie. Możliwa do identyfikacji poprzez porównanie poziomu osiągnięcia celów ekonomicznych i społecznych osiąganych przez wszystkich uczestników rynku. Model budowania pozycji konkurencyjnej wyraźnie wskazuje na znaczenie potencjału konkurencyjności jako koła zamachowego do dalszych działań i kluczowego czynnika, niejako gwarantującego osiągnięcie oczekiwanej pozycji konkurencyjnej. Należy jednak pamiętać, iż rzeczywistość gospodarcza i uwarunkowania rynkowe są niezwykle dynamicznym otoczeniem i funkcjonują zgodnie ze starym porzekadłem – „konkurencja nie śpi”.

Konkurencyjność należy zatem rozumieć jako zarówno zdolność, jak i chęć do podejmowania działań gwarantujących przyszłe funkcjonowanie organizacji oraz jej zrównoważony rozwój przyczyniający się do stabilnego i systematycznego budowania rzeczywistej wartości rynkowej.

W przypadku sektora MŚP często w tym obszarze zauważalna jest wyjątkowa stagnacja w działaniach, wynikająca nie tylko z braku chęci, co z braku wiedzy na temat trendów rynkowych, najnowszych instrumentów konkurowania. Działalność marketingowa powinna stać się w ich przypadku kolejnym procesem, który realizują na zasadach działań outsourcingowych (ang. *outsourcing – outside-resource-using* – wykorzystanie zasobów zewnętrznych. Jest to rodzaj przedsięwzięcia polegający na wydzieleniu wybranej funkcji ze struktury organizacyjnej i przekazanie do realizacji innym podmiotom zewnętrznym [Grudzewski, Hejduk 2004, s. 210-214]). Często skupienie uwagi na podstawowych procesach związanych z procesem produkcyjnym lub usługowym powoduje, iż przedsiębiorcy zapominają, że to co wyprodukują należy jeszcze skutecznie wypromować, czego rezultatem będzie realizacja procesu sprzedaży i zamknięcie cyklu kosztowo-przychodowego.

2. Globalizacja

Marshall McLuhan, znany amerykański specjalista z zakresu komunikacji masowej i przekazów medialnych, w swojej książce z 1961 roku *The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man* przewidywał nadchodzące lata rozwoju globalizacji w różnych sferach życia. „Nowo powstała elektroniczna współzależność kształtuje świat na podobieństwo globalnej wioski” [Soules, dostęp: 18.05.2012] pisał McLuhan w kontekście rozwoju technologii informatycznych.

Definicja encyklopedyczna mówi, iż globalizacja to „charakterystyczne i dominujące w końcu XX i na początku XXI wieku tendencje w światowej ekonomii, polityce, demografii, życiu społecznym i kulturze, polegające na rozprzestrzenianiu się analogicznych zjawisk, niezależnie od kontekstu geograficznego i stopnia gospodarczego zaawansowania danego regionu” [encyklopedia.pwn.pl, dostęp: 19.07.2012].

Globalizacja, jako proces w gospodarce, jest niezwykle złożona, trudno również wskazać jej realne początki. W literaturze przedmiotu można spotkać się z rozbieżnymi teoriami, że globalizacja postępowała od zawsze – od momentu powstania cywilizacji. Inna teoria wskazuje, iż początek procesu globalizacji to dopiero XIX wiek i rozwój środków transportu, a jeszcze inna, że globalizacja to dopiero druga połowa XX wieku i rozwój technologii informatycznych. Według profesora Flejterskiego „globalizacja jest wykrystalizowaną pod koniec XX wieku i ciągle będącą w fazie transformacji jakościowo nową strukturą społeczno-ekonomiczną, dominującą we współczesnym świecie, a wynikającą z kompleksu podobnych procesów zachodzących jednocześnie w skali całego globu ziemskiego” [Flejterski, Wahl 2010, s. 10].

Ślusznym jest z pewnością twierdzenie, iż globalizacja obejmuje nas wszystkich w różnych sferach naszego codziennego życia, jesteśmy jej twórcami jako klienci oraz jej odbiorcami jako konsumenci otwarci na globalne rynki (nie zawsze klient jest równoznaczny z konsumentem – klient nabywa dobro, jednakże nie musi go wykorzystywać, konsument jest osobą która dobro „spożywa”, por. role w procesie zakupowym) [Kotler 2003, s.175].

Do najistotniejszych czynników napędzających globalizację, ale również będących jednocześnie jej efektem, zalicza się: szybki przepływ dóbr i usług oraz kapitału. Procesy globalizacyjne napędzane są również migracją ludności oraz od wielu lat zauważaną, silną ekspansją korporacji międzynarodowych. Chcąc wskazać inne przesłanki procesu globalizacji, należałoby wymienić następujące, zdefiniowane w konsekwencji studiów literaturowych:

- zmiany w strukturze własności prowadzące do hiperkoncentracji praw własności i kapitału, powstawanie grup kapitałowych i złożonych międzynarodowych struktur organizacyjnych;

- rosnąca rola partnerów międzynarodowej wymiany gospodarczej;
- osiągnięta dzięki rozwojowi instrumentów marketingu mix globalna konkurencja;
- usytuowanie wiedzy, a tym samym kapitału intelektualnego, w roli strategicznego zasobu organizacji;
- intensywna polityka proinnowacyjna w skali światowej;
- konieczność połączenia sił i współpracy w celu wypracowywania nowych rozwiązań;
- ekspansywny rozwój technologii informatycznych, sieci komunikacji i przestrzeni wirtualnej.

Z całą pewnością kamieniem milowym dla szybkiego postępu globalizacji jest wskazany wcześniej ekspansywny rozwój technologii informatycznych, zarówno w zakresie technologii sprzętowej, ale przede wszystkim w zakresie oprogramowania wspierającego kompleksowe zarządzanie przedsiębiorstwem oraz sieci umożliwiającej elektroniczną wymianę danych. Informatyzacja wyposażyla świat w narzędzia usprawniające zarządzanie procesami w dobie globalizacji światowej.

Na temat globalizacji można dyskutować, rozpatrując ją z perspektywy różnorodnych obszarów życia społeczno-gospodarczego, w których dokonują się procesy globalizacji [por. Fabiańska, Szaflarski 1996, s. 48]:

- globalizacja finansów i kapitału (znacząca liberalizacja w obszarach: inwestycji zagranicznych, przepływu kapitałów oraz funkcjonowania rynków finansowych);
- globalizacja procesów rządzenia i regulacji prawnych;
- globalizacja rynków i strategii, a w szczególności konkurencji;
- globalizacja procesów marketingowych;
- globalizacja technologii, badań i rozwoju oraz wiedzy;
- globalizacja edukacji;
- globalizacja kultury;
- globalizacja stylów życia i modeli konsumpcji;
- globalizacja opinii, poglądów, świadomości społecznej;
- globalizacja zakładająca polityczne ujednolicenie świata.

W bardzo szerokim rozumieniu globalizacja oznacza, że zjawiska regionalne, pozostające nadal w realnym oddaleniu geograficznym, mają swoje odpowiedniki w innej części świata, następuje ich umiędzynarodowienie. Oczywiście świat w swojej formalnej strukturze nadal dzieli się na znane nam terytoria narodowe i odrębne suwerenne państwa. Jednakże charakter procesów ekonomicznych, prawnych, technologicznych, kulturowych i społecznych stał się ogólnosiwiatowy. Zmienia się również stopień przenikalności granic i zjawiska społeczne, ekonomiczne, kulturowe i demograficzne przekraczają granice państwowe w coraz większym stopniu [por. Koperek 2010, s. 24-28, dostęp: 18.02.2012].

W swojej książce pt. *Zarządzanie w XXI wieku* Peter Drucker wskazuje na globalny charakter ekonomii światowej i konieczność sprawnego poruszania się

przedsiębiorstw zarówno w rzeczywistości ekonomicznej, jak i politycznej, między którymi pojawia się często niezgodność, wynikająca z relacji międzynarodowych na szczeblu państwowym. „W rzeczywistości mamy do czynienia z pokrywającymi się sferami aktywności gospodarczo-politycznej. Pierwszą jest gospodarka globalna zajmująca się zjawiskiem pieniądza i informacji. Drugą sferę stanowią gospodarki regionalne, gdzie dobra podlegają swobodnej cyrkulacji i gdzie wszelkie przeszkody w przemieszczaniu się usług i ludzi są eliminowane. Do trzeciej sfery należy lokalna i narodowa rzeczywistość, zarówno ekonomiczna, jak i polityczna. Wszystkie wymienione sfery podlegają szybkiemu rozwojowi. Przedsiębiorstwa oraz inne instytucje [...] nie mają żadnego wyboru, muszą działać we wszystkich trzech sferach jednocześnie. To jest właśnie okoliczność, na której musi opierać się współczesna strategia działania, choć nie do końca wiadomo, co ta nowa rzeczywistość oznacza dla danej organizacji i jej strategii” [Drucker 2000, s. 64-65].

Globalizacja, jak każde zjawisko natury społeczno-gospodarczej, tworzy zarówno szanse, jak i zagrożenia, a słowa Druckera świadczą o potrzebie umiejętnego dopasowywania się do sytuacji rynkowej, działania przedsiębiorczego, czasem ryzykownego, a jednocześnie dzięki posiadanej wiedzy i zasobom kapitału intelektualnego – roztropnego i przemyślanego, które skutkować będzie wykorzystaniem swoich mocnych i słabych stron.

Do najistotniejszych zalet należą:

- internacjonalizacja i rozszerzenie rynku pracy i swobodny przepływ kapitału ludzkiego, a co za tym idzie, wiedzy;
- większy zakres oraz różnorodność dostępnych dóbr i usług po bardzo konkurencyjnych cenach dla konsumentów;
- działanie efektu skali w codziennej działalności gospodarczej poprzez dostęp do większych rynków, dzięki czemu następuje ograniczenie kosztów;
- likwidacja barier technologicznych oraz popularyzacja nowych technologii i upowszechnianie wiedzy – zwłaszcza w krajach słabiej rozwiniętych;
- aktywizacja gospodarcza regionów, w których bezpośrednio realizowane są inwestycje, zachęta do bycia regionem atrakcyjnym inwestycyjnie;
- nadawanie konkurencji roli czynnika proinnowacyjnego, co zmusza organizacje do ciągłego poszukiwania lepszych rozwiązań, często prowadzących do racjonalizacji kosztów, a tym samym może prowadzić do spadku cen produktów i usług;
- promowanie zasad demokracji, wielokulturowości i jedności cywilizacyjnej.

W literaturze przedmiotu można spotkać różne stanowiska wobec globalizacji, wskazujące jej zalety i korzyści, jakie przynoszą gospodarce, oraz jej wady stanowiące niezaprzeczalnie duże ryzyko dla wszystkich uczestników rynku.

Najczęściej wymieniane wady procesu globalizacji to:

- koncentracja kapitału i zasobów w rękach „machiny korporacyjnej” prowadzi do monopolizacji rynku, wielkimi wygranymi globalizacji są giganci rynku, sek-

tor małych i średnich przedsiębiorstw często nie posiada wystarczających środków na konkutowanie na rynkach globalnych;

- koncentracja inwestycji w regionach rozwiniętych prowadzi do marginalizacji krajów słabo rozwiniętych;
- rozwój technologii i postępująca automatyzacja oraz przenoszenie produkcji do krajów o niskich kosztach pracy – prowadzą one do wzrostu bezrobocia (produkcja w tzw. krajach azjatyckich);
- spekulacje i manipulacje poprzez informację i dezinformację (inwestorzy na Gieldzie Papierów Wartościowych w Warszawie natychmiast zareagowali na wieści ze Stanów Zjednoczonych we wrześniu 2008 roku Lehman Brothers, czwarty, co do wielkości, bank inwestycyjny ogłosił upadłość);
- globalizacja tworzy zależności gospodarcze między krajami o podobnej kondycji gospodarczej - zła sytuacja ekonomiczna w jednym kraju może przysłówowo „odbić się czkawką” w drugim (współzależność krajów Unii Europejskiej);
- globalizacja tworzy zależności gospodarcze między krajami mocno i słabo rozwiniętymi (zależność wielu państw afrykańskich od państw regionów rozwiniętych gospodarczo);
- globalizacja prowadzi do zatracenia tożsamości kulturowej i zmian zachowań;
- globalizacja ma znaczące skutki społeczne w aspekcie ochrony zdrowia.

Zapewne zalety i wady globalizacji można mnożyć w zależności od aspektu, w jakim się o niej dyskutuje i każdy uczestnik tej dyskusji może globalizację rozumieć na swój sposób. Jest ona zagadnieniem ewoluującym, tak jak ewoluuje cywilizacja i dotyczy wszystkich uczestników rynku. MŚP nie mogą nie zauważać zmian wynikających z rozwoju globalnych rynków, które wpływają na model prowadzenia biznesu, stale rozszerzanie się rynków, konieczność dostosowywania oferty do zmieniających się zachowań konsumentów.

3. Konsumpcjonizm

Głównych przyczyn rozprzestrzeniającego się konsumpcjonizmu należy szukać właśnie w globalizacji, która otworzyła przed konsumentami nowe rynki (zarówno w ujęciu tradycyjnym, jak i rewolucyjnym, tzn. rynki wirtualne).

Słownikowa definicja konsumpcjonizmu (konsumizmu) w prostych słowach oddaje charakter tego zjawiska. Jest to „nadmierne przywiązywanie wagi do zdobywania dóbr materialnych” [sjp.pwn.pl, dostęp: 14.06.2012]. Na przełomie XX i XXI wieku skala konsumpcjonizmu przybrała olbrzymie rozmiary, przekraczając nie tylko granice międzynarodowe w wyniku postępującej globalizacji, ale przede wszystkim rozpowszechniając się na wszystkie klasy społeczne bez względu na siłę nabywczą i zasobność ich portfela; z uwagi na rosnące potrzeby będące efektem rozwoju naszej cywilizacji. Marc Gobe pisał „Konsumenci to żywi ludzie.

Ich życie nie polega na samym kupowaniu” [Gobe, dostęp: 16.07.2012], a jednak konsumpcjonizm jest efektem istotnych zmian gospodarczych i społeczno-kulturowych oraz będącego ich wynikiem „nienasycenia” w posiadaniu dóbr.

„Dążenie do coraz lepszych i bardziej zadowalających warunków życia i coraz większej zamożności jest samo w sobie uzasadnione, trudno jednak nie podkreślić związanych z tym etapem rozwoju nowych obowiązków i niebezpieczeństw. W sposobie powstawania i określania nowych potrzeb zawsze się wyraża, mniej lub bardziej, słuszna koncepcja człowieka i jego prawdziwego dobra. Poprzez decyzje dotyczące produkcji i konsumpcji ujawnia się określona kultura jako ogólna koncepcja życia. To właśnie tutaj powstaje **zjawisko konsumizmu**” [Jan Paweł II, dostęp: 25.07.2012].

Inne z przyczyn rozprzestrzeniającego się zjawiska konsumpcjonizmu to:

- zmiany społeczno-kulturowe, które wpłynęły na zmiany w światopoglądzie i potrzebach, definiując na nowo popyt konsumencki;
- zmiany w podejściu do realizacji procesów produkcyjnych (masowość produkcji) oraz do procesów logistycznych (masowa „wszechdostępność”);
- powszechne innowacje;
- ewolucja marketingu i rozwój działań mających na celu efektywne stymulowanie oraz kreowanie popytu;
- kreowanie kultury konsumpcyjnej przez twórców podaży.

Ostatnia ze wskazanych przyczyn ma swoje korzenie w psychologii reklamy i stała się, w odniesieniu do działań ukierunkowanych na klienta, najważniejszym orężem nowoczesnych organizacji. Promocja, jako zbiór narzędzi wspomagających oddziaływanie i komunikację z klientem, skupia się nie tylko na uświadamianiu i zachęcaniu do dokonywania zakupu (nie zawsze przemyślanego, częściej impulsywnego i popartego emocjami zawartymi w przekazie reklamowym). Propagowanie konsumpcjonizmu przez dostawców dóbr i usług jest zjawiskiem absolutnie naturalnym, ponieważ to konsument biorący udział w procesie wymiany, generuje przychód i warunkuje tym samym wysokość zysku przedsiębiorstwa.

Istotną przyczyną rozwoju konsumpcjonizmu były również zmiany w podejściu do realizacji procesów produkcyjnych. Po pierwsze globalizacja przyczyniła się do zmian w strukturach organizacyjnych, prym na rynku wiodą głównie duże korporacje międzynarodowe, które stawiają na masowość produkcji i uzyskiwany dzięki temu efekt skali ekonomicznej. Skoro produkujemy masowo, to również konsumpcja musi być masowa, a żeby tak się stało, niezbędnym jest stworzenie odpowiednich trendów. Kolejny, ważny czynnik to popularyzacja innowacji, czego przedsiębiorstwa często nadużywają, wmawiając konsumentom konieczność zakupu „nowego, ulepszanego, innowacyjnego” produktu. Doprowadzono również praktycznie do zaniku sektora usług naprawczych, podnosząc koszty części zamiennych do poziomu bynajmniej niezachęcającego do naprawy, a do zakupu nowego produktu.

Inne oblicze zostało również nadane procesom dystrybucyjnym. Powstanie, akceptacja, a co za tym idzie, rozwój nowej przestrzeni gospodarczej spowodował ekspansję zbytu na wirtualne rynki. Stały się one nowym obszarem pracy specjalistów od segmentacji rynku i zarządzania relacjami klientem. Z jednej strony zapanowała masowa „wszechdostępność” produktów – klient ma do wyboru czy będzie ich poszukiwał na tradycyjnym rynku, czy na rynku elektronicznym. Tym samym jeszcze skuteczniej realizowany jest postulat Roberta Lauterborn’a, by proces dystrybucji wyposażać w jak największy komfort zakupu po stronie klienta. Rynek elektroniczny otwiera przed potencjalnym klientem szerokie możliwości w zakresie: pozyskiwania i wymiany informacji, a także opinii o producencie, produkcie, porównywania produktów homogenicznych, sprawdzania cen i komfortu zakupu. Z drugiej strony zapanowała masowa konkurencja, która dla konsumenta stanowi zjawisko pozytywne, ponieważ to on korzysta najbardziej na „bitwach” pomiędzy konkurentami, które odbywają się na przede wszystkim na polu: cenowym, jakościowym czy usług dodatkowych związanych np. z procesem obsługi klienta czy serwisem. Współcześni konsumenci są bardziej wyedukowani na temat działań marketingowych, jednocześnie nadal pozostają podatni na „gierki” rynkowe i czasami w swojej potrzebie nabywania dóbr nieświadomi tego, jak bardzo ich zachowania są stymulowane i sterowane.

Prowadzi to do negatywnego zjawiska nadmiernej konsumpcji, które jest efektem braku świadomości ekonomicznej i wspomnianej już nadmiernej podatności na działania marketingowe dostawców. Racjonalne decyzje zakupowe stają się tłem dla emocjonalnego zaspokajania potrzeb krótkookresowych, bez analizy ich wpływu na aktualne i przyszłe możliwości zakupowe. Zjawisko nadmiernej konsumpcji wywołuje brak równowagi między możliwościami finansowymi konsumenta a zakupami dóbr i usług, jakie realizuje. W tym przypadku również od wielu lat zaobserwować można rozwój szerokiego wachlarza usług kredytowych przez dostawców dóbr, który zachęca i motywuje klientów do dokonywania zakupów, wykraczających poza ich możliwości, zdolności nabywcze i realne potrzeby.

Warunkiem koniecznym rozwoju przedsiębiorczości jest oczywiście wysoki poziom popytu na dobra i usługi, który wywiera stymulujący wpływ na zwiększenie podaży². Kreowanie konsumpcjonizmu poprzez efektywne działania marketingowe wpisuje się w strategię działania praktycznie każdego przedsiębiorstwa, bowiem jedynie realizacja zysków jest podstawą dla modernizacji, rozwoju i możliwości ekspansji. Specjaliści ds. marketingu muszą mieć powody zakupowe swoich klientów przyswojone niczym dziesięć przykazań i zrobić wszystko, aby zachęcić ich do dokonywania procesu zakupowego coraz częściej. Ważnym źródłem wiedzy stają się badania marketingowe, które dostarczają informacji na każdym etapie komuni-

² Zob. Ł. Mach *Statystyczno-matematyczne modele decyzyjne podstawą prognozowania popytu*, [w:] *Jubileuszowa X międzynarodowa konferencja naukowa – Zarządzanie przedsiębiorstwem. Teoria i praktyka*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2007, s. 165-171.

kacji produktu z rynkiem. MŚP powinny, przy braku umiejętności wygenerowania tej wiedzy, pozyskać ją z rynku za pośrednictwem podmiotów specjalizujących się w tego rodzaju działalności. Innym sposobem jest umożliwienie studentom kierunków ekonomicznych, związanych z zarządzaniem i marketingiem, realizację praktyk studenckich i przeprowadzanie badań w ramach przygotowywanej pracy dyplomowej.

4. Przestrzeń wirtualna

Internet spowodował poszerzenie tradycyjnej przestrzeni rynkowej. Powstały nowe obszary, w których podmioty gospodarcze mogą poszukiwać informacji, udostępniać i wymieniać informacje, komunikować się i zawierać transakcje. Nastąpiła era przestrzeni wirtualnej. Tym samym organizacje poszerzyły przestrzeń, w której funkcjonują i same ewoluowały do organizacji wirtualnych.

Przestrzeń wirtualną można rozpatrywać w różnych aspektach. Jest ona przestrzenią równoległą do przestrzeni tradycyjnej. Wielu przedsiębiorców skłania się ku takiemu rozumieniu przestrzeni wirtualnej, pozostając jednocześnie wiernym tradycyjnemu pojęciu prowadzenia działalności gospodarczej, z drugiej strony otwierając się na wirtualizację otoczenia rynkowego.

Przestrzeń wirtualna może również w pełni zastąpić tradycyjne pojęcie biznesu, przenosząc go w sferę technologii informacyjnej i komunikacji wspieranej systemami informatycznymi. Również w tym rozumieniu przestrzeni wirtualnej wiele organizacji zdecydowało się na prowadzenie działalności jedynie w jej wymiarze [por. Warner, Witzel 2005, s. 32-33].

Niewątpliwie warunkiem koniecznym do funkcjonowania w przestrzeni wirtualnej jest zdolność wyobrażenia jej sobie przez strony wymiany na rynku elektronicznym oraz umiejętność kreatywnego zastosowania narzędzi, jakie zostały stworzone na potrzeby nowej przestrzeni gospodarczej. Wirtualna przestrzeń nie oznacza wirtualnych uczestników rynku, czy też oferowania wirtualnych dóbr. Oznacza przez wszystkim pośrednie kontakty odbywające się w przestrzeni, którą należy sobie wyobrazić, poznać sposób poruszania się i zrozumieć jej uwarunkowania. Stąd niezwykle troska o stworzenie sprzyjającego zawieraniu transakcji klimatu poprzez: tworzenie dedykowanych profili klienckich, e-prezenty i programy lojalnościowe, kreowanie tzw. „pokoi” tematycznych oraz wirtualnych społeczności, które będą w świecie wirtualnym realizować zadania przeniesione ze świata wirtualnego, np. marketing szeptany, public relations; oczywiście w wymiarze i za pośrednictwem technologii informatycznych.

Małe i średnie przedsiębiorstwa powinny próbować iść tą drogą współpracy „ponad granicami”, zapewniając sobie tym samym dostęp do nowych rynków poprzez realizację podstawowych działań marketingowych, m.in.: szerokie rozpo-

wszechnianie informacji o produktach i ich cenach on-line w czasie rzeczywistym, szybką aktualizację oferty handlowej, usprawnienie sposobu realizacji zamówień poprzez np. skrócenie czasu realizacji oraz obsługę dokumentów w trybie obiegu elektronicznego. Istotnym atutem funkcjonowania w przestrzeni wirtualnej, który powinien być również wykorzystywany, jest łatwiejsze i szybsze pozyskiwanie informacji o potrzebach i preferencjach klientów oraz lepsze zarządzanie relacjami z klientem, niezależnie od etapu realizacji zamówienia. Ostatnim już ważnym atutem funkcjonowania na rynkach wirtualnych jest możliwość wykorzystania nowych sposobów reklamy i promocji, które nie są tak kosztochłonne, jak te funkcjonujące na rynku tradycyjnym.

Podsumowanie

Wskazane zagadnienia: konkurencyjność, globalizacja, konsumpcjonizm oraz przestrzeń wirtualna - należą do najbardziej aktualnych czynników warunkujących rozwój przedsiębiorczości małych i średnich przedsiębiorstw. Uwarunkowania te należy rozpatrywać przede wszystkim w kontekście tworzenia szans, które w miarę możliwości trzeba wykorzystywać dla rozwoju. Kreatywny i przygotowany na wyzwania przedsiębiorca skutecznie wykorzysta każdą sytuację rynkową, jeżeli tylko przyczynia się ona do powodzenia jego biznesu. Omówione czynniki stanowią również zagrożenie, któremu należy przeciwdziałać lub znajdować innowacyjne rozwiązania wspierające funkcjonowanie w rzeczywistości gospodarczej.

Bibliografia:

1. Adamska M., *Analiza kapitału rynkowego i jego wpływ na funkcjonowanie organizacji*, [w:] *Kształtowanie konkurencyjności i przewagi konkurencyjnej małych i średnich przedsiębiorstw*, red. A. Adamik, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2011, s. 43-54.
2. Bieniok H., *Podstawy zarządzania przedsiębiorstwem pojęcia, funkcje, zasady, zasoby*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 1999.
3. Drucker P.F., *Innowacje i przedsiębiorczość. Praktyka i zasady*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1992.
4. Drucker P. F., *Zarządzanie w XXI wieku*, Wydawnictwo Muza S.A., Warszawa 2000.
5. Encyklopedia PWN, <http://encyklopedia.pwn.pl/haslo.php?id=3905881>, dostęp: 19.07.2012.
6. Fabiańska K., Szaflarski K., *Firma na rynku globalnym*, Górnośląska Wyższa Szkoła Handlowa, Katowice 1999.
7. Flejterski S., Wahl P., *Globalizacja – stare i nowe dylematy u progu drugiej dekady XXI wieku*, „Współczesne Problemy Ekonomiczne” 2010, nr 2, *Globalizacja*.

- Liberalizacja. Etyka*, Zeszyt Naukowy nr 607, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2010.
8. Gołębiowski M., *Innowacje i transfer technologii. Słownik pojęć*, red. K. B. Matusiak. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2005.
 9. Griffin R. W., *Podstawy zarządzania organizacjami*, Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2010.
 10. Grudzewski W., Hejduk I., *Przedsiębiorstwo wirtualne*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2002.
 11. Grudzewski W. M., Hejduk I. K., *Metody projektowania systemów zarządzania*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2004.
 12. Grupa Lizbońska, *Granice konkurencji*, Polska Fundacja Promocji Kadr, Poltext, Warszawa 1996.
 13. Jan Paweł II, *Centesimus annus*, http://www.vatican.va/holy_father/john_paul_ii/encyclicals/documents/hf_jp-ii_enc_01051991_centesimus-annus_pl.html, dostęp: 25.07.2012.
 14. Koperek J., *Ekonomiczne przesłanki globalizacji we współczesnym świecie – sytuacja Polski. Polska w obliczu globalizacji. Materiały z seminarium popularnonaukowego zorganizowanego w Łodzi 9 marca 2002 roku*, red. L. Kercher, Łódź 2002, s. 24-28. <http://www.kulturaswiecka.pl/node/75>, dostęp: 18.02.2012.
 15. Kotler P., *Marketing. Analiza, planowanie, wdrażanie i kontrola*, Gebethner & S-ka, Warszawa 2003.
 16. Kucińska A., *System zarządzania jakością jako źródło "klimatu kreatywności"*, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2010.
 17. Mach Ł., *Statystyczno-matematyczne modele decyzyjne podstawą prognozowania popytu*, [w:] *Jubileuszowa X międzynarodowa konferencja naukowa – Zarządzanie przedsiębiorstwem. Teoria i praktyka*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH w Krakowie, Kraków 2007.
 18. Maslyk-Musiał E., *Organizacje w ruchu. Strategie zarządzania zmianami*, Wydawnictwo Oficyna Ekonom, Kraków 2003.
 19. Modern Marketing, <http://modernmarketing.pl/index.php?pg=cyt>, dostęp: 16.07.2012.
 20. Pisz I., *Innowacyjność jako wyznacznik konkurencyjności przedsiębiorstw*, [w:] *Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie*, T. II, red. R. Knosala, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Opole 2007.
 21. Słownik języka polskiego PWN, <http://sjp.pwn.pl/slownik/2473455/konsumpcjonizm> dostęp: 14.06.2012.
 22. Smith M. K., *Peter Senge and the learning organization*, [w:] Infed, <http://infed.org/thinkers/senge.htm>, dostęp: 18.03.2012.
 23. Sosnowska A., Poznańska K., Łobejko S., Brdulak J., Chinowska K., *Systemy wspierania innowacji i transferu technologii w krajach Unii Europejskiej i w Polsce*.

- Poradnik przedsiębiorcy, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2003. http://www.stim.org.pl/materialy_fachowe, dostęp: 18.02.2011.
24. Soules M., *Resonance and the Global Village*, <http://www.media-studies.ca/articles/echoland.htm>, dostęp: 18.05.2012.
25. Stoner J.A.F., Freeman R.E., Gilbert D. R., *Kierowanie*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2011.
26. Sulejewicz A., Włosiński W., Dominik W., Woźnicki J., *Określenie istoty pojęć: innowacji i innowacyjności, ze wskazaniem aktualnych uwarunkowań i odniesień do polityki proinnowacyjnej – podejście interdyscyplinarne*, Krajowa Izba Gospodarcza, 2006. <http://www.kig.pl/assets/upload/Opracowania%20i%20analizy%20/Innowacyjnosc.pdf>, dostęp: 21.05.2011.
27. Walczak W., *Analiza czynników wpływających na konkurencyjność przedsiębiorstw*, „E-mentor” 2010, nr 5. <http://www.e-mentor.edu.pl/arttykul/index/numer/37/id/784>, dostęp: 16.01.2011.
28. Warner M., Witzel M., *Zarządzanie organizacją wirtualną*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2005.
29. Widera K., Szewczyk M., *Innowacyjność przedsiębiorstw warunkiem rozwoju*, „Ekonomika i organizacja przedsiębiorstwa” 2011, nr 12.

Innowacyjność jako istotny czynnik konkurencyjności przedsiębiorstw w transporcie ładunków ponadgabarytowych

Wprowadzenie

Współczesne przedsiębiorstwo, celem przetrwania, utrzymania, a w szczególności rozwoju, powinno stale poszukiwać nowych rozwiązań oraz ulepszeń [Malara 2006; Pawłowska, Witkowska 2010]. Wydaje się, że szansą dla przedsiębiorstw jest wprowadzenie innowacji, które stanowiąc będą istotny atrybut danego przedsiębiorstwa [Landwójtowicz, Knosala 2012, s. 61-70]. Innowacja jest narzędziem w rękach przedsiębiorcy innowatora, który nadaje otaczającym go zasobom nowe znaczenie i wartość ekonomiczną. Innowacja umożliwia wdrożenie nowych zmian, interesów i usług [Drucker 2004].

Jednym z najczęściej stosowanych wskaźników do oceny innowacyjności przedsiębiorstw jest odsetek podmiotów wdrażających innowacje. Porównując poszczególne kraje, można zauważyć, że Polska znajduje się na jednym z ostatnich miejsc w rankingu krajów UE-27 pod względem udziału przedsiębiorstw prowadzących działalność innowacyjną w ogólnej liczbie firm w przemyśle. Ogromna przepaść dzieli Polskę w stosunku do czołówki UE. Dla przykładu najlepszy pod tym względem kraj w UE – Niemcy – zanotował odsetek przedsiębiorstw innowacyjnych w populacji firm na poziomie 72%. Największa różnica na niekorzyść polskich firm, w zakresie odsetka firm innowacyjnych, dzieli małe przedsiębiorstwa europejskie i polskie. Polskie małe firmy znalazły się na ostatnim miejscu w rankingu badanych krajów z wynikiem 15%. Nieco lepiej wypadły firmy średnie, które uplasowały się na czwartym miejscu od końca z wynikiem 34% wyprzedzając Łotwę, Węgry i Rumunię. Niewiele lepiej jest również w przypadku dużych firm, które osiągnęły wynik piąty od końca (62%). Polskie firmy, zatrudniające powyżej 249 osób, wyprzedziły jedynie swoich odpowiedników z takich krajów, jak: Słowacja, Bułgaria, Węgry i Rumunia [Zadura-Lichota 2010].

W pracy przedstawiony zostanie przykład innowacyjnego przedsiębiorstwa jako przedstawiciela sektora małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP). Analizowane przedsiębiorstwo poprzez konsekwentnie prowadzoną politykę, ukierunkowaną strategię, stały rozwój, innowacyjność - ma silną pozycję na rynku usług transpor-

towych w zakresie przewozu ładunków nienormatywnych. Niniejsza praca wpisuje się w badania nad stanem innowacyjności województwa opolskiego.

W pracy [Adamska 2012, s. 44-61] można zapoznać się z wynikami dokonanej oceny aktualnego stanu kapitału innowacji przedsiębiorstw należących do sektora małych i średnich przedsiębiorstw województwa opolskiego. Ocena ta została przeprowadzona poprzez porównanie rezultatów badań uzyskanych w roku 2007 na zlecenie Akademickiego Inkubatora Przedsiębiorczości Politechniki Opolskiej i w roku 2009 na zlecenie Opolskiego Centrum Rozwoju Gospodarki, na porównywalnej próbie badawczej. Kapitał innowacji zaprezentowany został jako istotny element kapitału intelektualnego nowoczesnych przedsiębiorstw.

Innowacja z dnia na dzień staje się istotnym czynnikiem rozwoju przedsiębiorstw. Proces zarządzania innowacjami powinien być traktowany przez przedsiębiorstwa jako istotny proces wpływający na konkurencyjność danego przedsiębiorstwa. Konieczne staje się włączenie procesu innowacji w wizję oraz system wartości przedsiębiorstw. Wymaga to określenia aspiracji innowacyjnych oraz ich ustalenia w formie celów [Brilman 2002]. Standardem rozwoju współczesnych przedsiębiorstw jest model innowacyjny polegający na dostarczaniu na rynek coraz bardziej atrakcyjnej oferty przy wykorzystaniu jakościowych czynników rozwoju. Rozwój przedsiębiorstw oparty jest na intelektualnych zasobach, jako że w gospodarce opartej na wiedzy wszystkie procesy są coraz bardziej wiedzochłonne [Białoń 2010; Motyka 2012, s. 78-88].

Proces innowacji jest systematycznym, celowym i zorganizowanym poszukiwaniem zmian oraz możliwości, jakie te zmiany mogą powodować. Innowacja jest procesem odkrywania zmian i sposobów tworzenia nadzwyczajnej wydajności, wartości i zadowolenia uzyskiwanego z zasobów przez klientów. Innowacja jest celowym poszukiwaniem rozwiązań. Głównymi źródłami innowacyjności są źródła wewnętrzne, które tkwią wewnątrz danego przedsiębiorstwa oraz źródła zewnętrzne, które wynikają z otoczenia zewnętrznego przedsiębiorstwa. Należą do nich: 1) to, co niespodziewane (sukces, porażka, wydarzenie zewnętrzne), 2) niezgodność (realia ekonomiczne, założenia, co do przyszłości, postrzegane a rzeczywiste wartości i oczekiwania klienta, w rytmie lub logice procesu), 3) potrzeba procesu, 4) struktura branży i rynku (produkty i usługi, procesy), 5) demografia (zmiana w populacji, strukturze wieku, wykształceniu, zatrudnieniu, nastrojach i wiedzy), 6) postrzeganie, 7) nową wiedza [Pyszka 2012, s. 108-118].

Innowacja jest procesem tworzenia zmian zarówno małych, jak i dużych, radykalnych czy przyrostowych w wyrobach, procesach i usługach. Rezultatem wprowadzenia czegoś nowego dla organizacji jest podniesienie wartości dla klienta i przyczynienie się do wzrostu wiedzy w organizacji [O'Sullivan, Dooley 2009].

Ta prezentacja pojęcia odpowiada wielu różnym interpretacjom uwypuklającym poszczególne cechy innowacji. Przede wszystkim wskazuje na jej procesowe

i twórcze aspekty, a także na różnorodność wprowadzanych zmian. Podkreśla też to, co stanowi o powiązaniu innowacyjności z konkurencyjnością, czyli tworzenie wartości dla klienta. Oprócz wartości ekonomicznych wskazuje także na podniesienie poziomu wiedzy osiągniętego dzięki realizacji procesu innowacji. Proces innowacji powinien być traktowany jako ciąg działań ukierunkowanych na osiągnięcie zamierzonego celu [Jurczyk 2010, s. 14-25].

1. Zarządzanie flotą pojazdów w przedsiębiorstwie transportowo-spedycyjnym BEDMET Logistic sp. k.

Działalność transportowa, jako element systemu logistycznego, spełnia istotne zadania mające na celu ustalenie fizycznego kontaktu dostawców surowców i producentów, producentów i dystrybutorów (hurtowników i detalistów), dystrybutorów i klientów. Z logistycznego punktu widzenia transport charakteryzuje się następującymi cechami: zintegrowaniem techniczno-technologicznym i organizacyjnym, koordynacją wewnętrzną, terminowością, pewnością, bezpieczeństwem, krótkim czasem trwania, elastycznością. Transport uczestniczy w całym logistycznym łańcuchu dostaw, począwszy od procesu zaopatrzenia w surowce, materiały i półfabrykaty do produkcji, a kończąc na dystrybuowaniu gotowych wyrobów. Pełni on w gospodarce następujące trzy funkcje [*Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 22 Czerwca 2012 r. w sprawie zezwoleń na przejazd pojazdów nienormatywnych* (Dz. U. z 2012 r., poz. 764)]:

- konsumpcyjną – zaspokojenie zapotrzebowania na transport dzięki realizowaniu zadań przewozowych;
- produkcyjną – zaspokojenie zapotrzebowania na usługi produkcyjne dzięki realizowaniu zadań przewozowych;
- integracyjną – łączenie podmiotów gospodarczych i ludzi na określonym terenie dzięki realizowanym usługom transportowym.

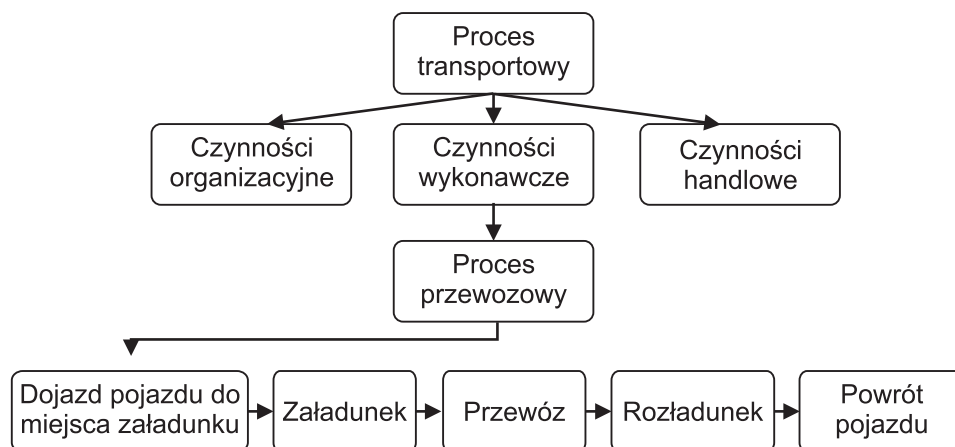
Gospodarka rynkowa wymusza stały rozwój logistyki [Michłowicz 2010, s. 7-22]. Realizacja procesu transportowego jest możliwa przy współdziałaniu zbioru elementów tworzących system transportowy składający się z: środków transportowych, infrastruktury transportowej, osób odpowiedzialnych za funkcjonowanie systemu oraz zasad i reguł opisujących działanie systemu. Podstawowymi czynnościami procesu transportowego są czynności organizacyjne związane z przygotowaniem dokumentacji transportowej, zaplanowaniem trasy itp.; czynności wykonawcze będące zasadniczą częścią procesu transportu (nazywane procesem przewozowym) oraz czynności handlowe związane z opłatami za przewóz, wystawianiem faktur itp. Rysunek 1 przedstawia strukturę procesu transportowego.

Konkurencja na rynku oraz wzrastające wymagania klientów, a w szczególności minimalizacja czasu dostawy, kompleksowa obsługa, różnorodność ilościowa i ga-

barytowa ładunku, jak również niezawodność, zmusza przedsiębiorstwa do dużej elastyczności i efektywności oraz innowacyjności. Realizacja nowych projektów inwestycyjnych w kraju i za granicą, w zakresie budowy elektrowni, autostrad, nowych zakładów produkcyjnych wymaga przewozu różnorodnych elementów, takich jak kominy, silniki, przęsła mostów, zbiorniki, itp. Nowe, nietypowe elementy niezbędne w realizacji danych projektów inwestycyjnych generują zapotrzebowanie na transport szczególnych ładunków.

Rys. 1.

Struktura procesu transportowego



Źródło: Drucker 2004

Transport elementów o nietypowych cechach, kształtach, gabarytach wymusza na przedsiębiorstwach świadczących usługi transportowe realizację usług specjalistycznych w zakresie przewozu niestandardowymi środkami transportu według innych procedur i przepisów. Elementy konieczne do realizacji projektów inwestycyjnych są niestandardowymi ładunkami, które posiadają masę i/lub wymiary odbiegające od parametrów ładowności i/lub przestrzeni ładunkowej standardowych środków transportowych oraz uwarunkowań infrastruktury drogowej. Przewozy specjalne, zwane ponadnormatywnymi, nienormatywnymi, ponadgabarytowymi, są szczególnym typem transportu stanowiącym kompleksową obsługę transportowo-logistyczną wymagającą skomplikowanego oraz wartościowego sprzętu przeładunkowego, specjalistycznego taboru przewozowego oraz specjalistycznej kadry przygotowującej oraz realizującej tego typu przewozy ładunków. Ze względu na unikalność, niepowtarzalność tego typu przewozów każdy transport ładunków ponadnormatywnych wymaga indywidualnego traktowania, planowania, realizacji. Jest to szczególnie złożony logistycznie, organizacyjnie proces wymagający specjalistycznej wiedzy [Józwiak, Bednarz 2010].

Działalność przedsiębiorstw świadczących usługi w zakresie transportu ładunków ponadnormatywnych regulowana jest odpowiednimi aktami prawnymi, które ustalają zasady przejazdów pojazdów nienormatywnych. Z dniem 19.10.2012 weszły w życie zmiany z tytułu zmiany Ustawy o drogach publicznych. Znowelizowany został art. 64: Prawo o ruchu drogowym. Zgodnie z nowym brzmieniem ww. regulacji ruch pojazdu nienormatywnego jest dozwolony pod warunkiem spełnienia łącznie 4 warunków: uzyskania zezwolenia na przejazd pojazdu nienormatywnego odpowiedniej kategorii, wydanego w drodze decyzji administracyjnej przez właściwy organ; przestrzegania warunków przejazdu określonych w zezwoleniu; pilotowania przejazdu pojazdu nienormatywnego przez pilota w przypadku, gdy pojazd przekracza co najmniej jedną z następujących wielkości: długość – 23 m, szerokość – 3,2 m, wysokość – 4,5 m, rzeczywista masa całkowita – 60 t; zachowania szczególnej ostrożności przez kierującego pojazdem nienormatywnym. Dodatkowo ustawodawca dodał do ustawy art. 64a-64i, które wprowadzają podział zezwoleń na przejazd pojazdem nienormatywnym na siedem kategorii, których rodzaj uzależniony jest od cech technicznych pojazdu, którym wykonywany jest przejazd i rodzaju drogi, po jakiej przejazd będzie wykonywany. Tabela 1 zawiera podstawowe kategorie zezwoleń na przejazd pojazdu nienormatywnego.

Tab. 1.

Tabela kategorii zezwoleń na przejazd pojazdu nienormatywnego wraz z organami je wydającymi

Kategoria	Organ właściwy	Parametry pojazdu nienormatywnego	Drogi, po których można się poruszać
I	Zarządca drogi właściwy dla drogi	a) o wymiarach oraz rzeczywistej masie całkowitej nie większych od dopuszczalnych, b) o naciskach osi nieprzekraczających wielkości przewidzianych dla dróg o dopuszczalnym nacisku pojedynczej osi napędowej do 11,5 t;	Gminne, powiatowe, wojewódzkie wskazane w zezwoleniu
II	Starosta	a) o długości, wysokości oraz rzeczywistej masie całkowitej nie większych od dopuszczalnych, b) o naciskach osi nie większych od dopuszczalnych dla danej drogi, c) o szerokości nieprzekraczającej 3,5 m;	Publiczne z wyjątkiem ekspresowych i autostrad

III	Starosta i Naczelnik Urzędu Celnego	a) o naciskach osi i rzeczywistej masie całkowitej nie większych od dopuszczalnych, b) o szerokości nieprzekraczającej 3,2 m, c) o długości nieprzekraczającej: – 15 m dla pojedynczego pojazdu, – 23 m dla zespołu pojazdów; d) o wysokości nieprzekraczającej 4,3 m;	Publiczne
IV	GDDKiA i Naczelnik Urzędu Celnego	a) o rzeczywistej masie całkowitej nie większej od dopuszczalnej, b) o szerokości nieprzekraczającej 3,4 m, c) o długości nieprzekraczającej: – 15 m dla pojedynczego pojazdu, – 23 m dla zespołu pojazdów, – 30 m dla zespołu pojazdów o skrotnych osiach, d) o wysokości nieprzekraczającej 4,3 m, o naciskach osi nieprzekraczających wielkości przewidzianych dla dróg o dopuszczalnym nacisku pojedynczej osi napędowej do 11,5 t;	Krajowe
V	GDDKiA	a) o naciskach osi nie większych od dopuszczalnych dla danej drogi, b) o szerokości nieprzekraczającej 3,4 m, c) o długości nieprzekraczającej: – 15 m dla pojedynczego pojazdu, – 23 m dla zespołu pojazdów, – 30 m dla zespołu pojazdów o skrotnych osiach, d) o wysokości nieprzekraczającej 4,3 m, e) o rzeczywistej masie całkowitej nieprzekraczającej 60 t;	Publiczne
VI	GDDKiA	a) o szerokości nieprzekraczającej: – 3,4 m dla drogi jednojezdniowej, – 4 m dla drogi dwujezdniowej klasy A, S i GP, b) o długości nieprzekraczającej: – 15 m dla pojedynczego pojazdu, – 23 m dla zespołu pojazdów, – 30 m dla zespołu pojazdów o skrotnych osiach, c) o wysokości nieprzekraczającej 4,3 m, d) o rzeczywistej masie całkowitej nieprzekraczającej 60 t, e) o naciskach osi nieprzekraczających wielkości przewidzianych dla dróg o dopuszczalnym nacisku pojedynczej osi napędowej do 11,5 t;	Krajowe zgodnie z wykazem dróg, o którym mowa w art. 64c ust.8
VII	GDDKiA	a) o wymiarach oraz rzeczywistej masie całkowitej większych od wymienionych w kategoriach I-VI, b) o naciskach osi przekraczających wielkości przewidziane dla dróg o dopuszczalnym nacisku pojedynczej osi napędowej do 11,5 t.	Wyznaczona trasa wskazana w zezwoleniu

Źródło: opracowanie własne na podstawie [www.gddkia.gov.pl, 09.11.2012]

Przykładem firmy realizującej transport ładunków ponadnormatywnych jest firma BEDMET Logistic Damian Bednarz sp. k. Głównym przedmiotem działalności przedsiębiorstwa są międzynarodowe usługi transportu drogowego, rzeczy oraz usługi wspomagające transport m.in. spedycję. Różnorodność posiadanego taboru umożliwia dostosowanie środka przewozu do najbardziej specjalistycznych ładunków. Pojazdy wyposażone są w odpowiednie urządzenia sygnalizujące, telekomunikacyjne oraz nawigację satelitarną. Wszystkie zestawy transportowe posiadają pozytywne opinie nadane przez urzędy krajowe oraz zagraniczne – DEKRA, TÜV, Paragrafy 70, stałe zezwolenia na poszczególne kraje Europy Zachodniej.

Firma współpracuje z wieloma instytucjami oraz firmami zajmującymi się obsługą wspomagającą transport – usługami pilotażu cywilnego BF-2 oraz BF-3, pilotażu policyjnego, firmami przeładunkowymi celem kompleksowego wykonania zleconych przewozów. Firma posiada następujące uprawnienia do świadczenia usług międzynarodowego transportu drogowego:

1. Certyfikat kompetencji zawodowych w międzynarodowym transporcie drogowym rzeczy wydany przez Instytut Transportu Samochodowego.
2. Licencja na wykonywanie międzynarodowego zarobkowego przewozu drogowego rzeczy wydana przez Ministra Infrastruktury.
3. Pozwolenie Dyrektora Izby Celnej w Warszawie na korzystanie z procedur TIR.
4. Świadectwo ukończenia szkolenia z zakresu podstawowych przepisów konwencji TIR, CMR i AETR wydane przez Zrzeszenie Międzynarodowych Przewoźników Drogowych w Polsce.

Kompetencje zawodowe oraz osiągnięcia przedsiębiorstwa zostały potwierdzone certyfikatem Systemu Zarządzania Jakością EN ISO 9001:2009 w zakresie działalności: międzynarodowy transport drogowy i spedycja.

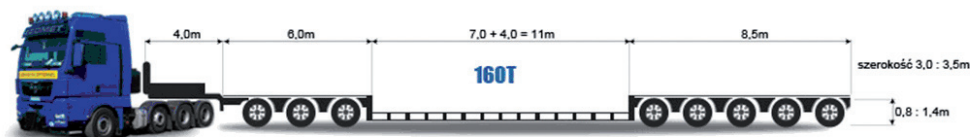
Firma BEMET Logistic sp. k. jako innowacyjna firma oferuje nowoczesne, wysokiej jakości usługi, stale dąży do podniesienia jakości oferowanych usług oraz do osiągnięcia lepszej pozycji na rynku. Firma ma ugruntowaną pozycję na rynku usług transportowych ponadnormatywnych, wypracowała sobie pozycję silnego partnera na rynku usług transportowych i spedycyjnych. Usługi realizowane przez przedsiębiorstwo są traktowane jako pojedyncze projekty logistyczne, mają bardzo często unikalny, jednorazowy charakter, nierzadko innowacyjny. Świadczone przez firmę BEDMET Logistic usługi są specyficzne, bardzo różnorodne, dedykowane szerokiemu gronu potencjalnych zleceniodawców.

Firma realizuje projekty na terenie kraju (10%), a w szczególności poza jej granicami (90%). Analizowane przedsiębiorstwo posiada jednostki transportowe o zróżnicowanych parametrach. Przedsiębiorstwo stale inwestuje w nowoczesny tabor, przykładowo w ostatnim czasie firma powiększyła swoją flotę o kolejne

nowe ciągniki siodłowe marki MAN. Zakupione zostały dodatkowe naczepy specjalistyczne m.in. typu Tiefbett oraz Semi (rys. 2).

Rys. 2.

Przykładowy zestaw z naczepami



Źródło: www.bedmet.pl, 09.10.2012

Przykładowe realizacje projektów obejmują transport generatorów energii elektrycznej, zsyków węglowych, korpusy turbin parowych, elementy wież wiatrowych, kolumny destylacji paliw dla rafinerii. Odbiorcy usług są zlokalizowani w różnych częściach świata. Firma oferuje transport krajowy i międzynarodowy, transport drogowy, transport kolejowy, transport śródlądowy, transport morski. Każdy transport, w zależności od rodzaju ładunku i trasy przejazdu, wymaga indywidualnego przygotowania logistycznego.

Firma dywersyfikuje prowadzoną działalność. Wychodząc naprzeciw potrzebom klientów przedsiębiorstwo BEDMET Logistic przygotowało 2,5 hektara utwardzonego placu składowego pozwalającego na magazynowanie różnego rodzaju ładunków. Kolejna oferta firmy w zakresie usług relokacji obejmuje: demontaż mechaniczny, pneumatyczny, elektryczny, oraz hydrauliczny maszyn, transport wewnętrzny na rolkach bądź specjalnych zestawach poduszkowych, załadunek przy pomocy żurawi hydraulicznych lub siłowników hydraulicznych (suwnica bramowa), transport drogą kołową, rozładunek, posadowienie maszyny, ponowny montaż wszystkich podzespołów i uruchomienie maszyny.

Duża dywersyfikacja usług wymusza na przedsiębiorstwie szybkość, elastyczność działania. Od umiejętności podjętych działań zależy pozycja firmy na rynku usług przewozów ładunków ponadgabarytowych. Firma chce nadal zwiększać obszar działania, jest otwarta na zmiany wynikające z customizacji usług, globalizacji, tendencji mających miejsce na rynku towarów i usług. Firma zamierza w ciągu najbliższych dwóch lat wprowadzić innowacje na polskim rynku w transporcie ładunków bardzo ciężkich SPMT.

2. Inteligentne systemy transportowe w zarządzaniu flotą pojazdów

Planowanie realizacji usługi w firmie przebiega na podstawie zamówień klientów, kontraktów, umów itp. będących następstwem zaakceptowanych przez nich ofert. Całość procesów związanych z określeniem wymagań klienta, przeglądem wymagań klienta odnośnie zakresu usługi oraz komunikacją z klientem, realizowana jest przez Dział Transportu i Spedycji w ścisłym porozumieniu z kierownictwem. Ze względu na świadczony zakres usług transportowych, polegający na transporcie ładunków ponadnormatywnych, każda realizowana usługa podlega ofertowaniu. Sposób działania w tym obszarze opisuje procedura Ofertowanie usług. Jeżeli jest to konieczne ofertę przygotowuje się wspólnie z klientem, który udostępnia wszelkie dane dotyczące ładunku, tj. wygląd, wielkość – długość, szerokość, wysokość, ciężar, termin realizacji, miejsce załadunku, urządzenia załadunkowe, miejsce docelowe dostawy i inne.

W fazie wstępnej ustalane są warunki nie tylko techniczne dotyczące realizacji usługi, ale też cenowe, dotyczące ubezpieczenia ładunku, kosztów ponoszonych w przypadku konieczności realizacji usługi z niezgodnością oraz wymaganych dokumentów. Usługa transportu rzeczy skalkulowana jest w oparciu o rzeczywiste koszty wykonania frachtu, takie jak: koszty własne przewozu (m.in. zużycie paliwa, wynagrodzenie kierowcy), koszty wymaganych zezwoleń krajowych i zagranicznych, koszty pilotażu (jeżeli jest wymagany), koszt ubezpieczenia na czas transportu oraz opłat za autostrady, zwłaszcza zagraniczne. W przypadku świadczenia usług transportu kombinowanego oferta obejmuje również, oprócz kosztów wymienionych powyżej, wynajęcie usług przeładunkowych oraz frach wodny. Rysunek 3 przedstawia przykładową realizację danego projektu przez firmę BEDMET Logistic.

Rys. 3.

Przykładowa realizacja usługi transportu ponadnormatywnego



Źródło: www.bedmet.pl, 09.10.2012

Realizacja usług świadczonych przez firmę obarczona jest dużym ryzykiem. Planowanie realizacji usługi jest procesem unikalnym, złożonym, o dużym stopniu niepewności. Czynniki ryzyka, wpływającymi bezpośrednio na dany proces, są: regulacje prawne, brak możliwości zezwolenia na przejazd, długie terminy oczekiwania na wydanie zezwolenia, kolizje drogowe, choroba kierowcy, opóźnienia załadunku, brak możliwości kontynuowania przejazdu ze względu na istniejącą infrastrukturę, roboty drogowe, niski stan wód itp. Krótkie terminy realizacji zleceń oraz krótki termin wyprzedzający realizację zlecenia oraz zaangażowanie w proces realizacji zlecenia wielu osób skutkuje nierzadko opóźnieniami w realizacji usługi, wypłatą odszkodowań za nieterminowane wykonanie usługi. Osobnym problemem jest dochodzenie odszkodowań od firm za uszkodzenie taboru, ładunku, wypadku komunikacyjnego itp.

Globalny rynek i konkurencja wymuszają szybki przepływ i przetwarzanie informacji, a jest to wykonalne jedynie z wykorzystaniem odpowiednich systemów informatycznych, umożliwiających obieg, przetwarzanie, udostępnianie, magazynowanie i archiwizowanie informacji istotnych dla systemu lub jego użytkownika.

W przedsiębiorstwach produkcyjnych, transportowych i spedycyjnych podstawową rolę odgrywają systemy zarządzania transportem, flotą samochodową, a także systemy nawigacyjne oraz śledzące ładunek i pojazdy. System zarządzania transportem TMS (ang. *Transport Management System*) wspomaga planowanie, monitoring i rozliczanie transportu w dowolnie złożonych strukturach dystrybucyjnych — optymalne planowanie tras, łączenie przewozów, przeładunki, śledzenie partii towarów w łańcuchu dystrybucyjnym itp. Systemy tego typu często są powiązane z innymi systemami, np. WMS. Trudno obecnie wyobrazić sobie realizację usług transportowych w oderwaniu od usług magazynowych. Systemy klasy TMS oferują między innymi następujące funkcjonalności [Pisz, Sęk 2012]:

- zarządzanie zleceniami spedycyjnymi,
- tworzenie i planowanie tras przewozów,
- obsługę nietypowych zdarzeń spedycyjnych,
- możliwość współpracy z urządzeniami mobilnymi różnego typu,
- rozliczanie usług transportowych,
- obsługę umów dotyczących zadań transportowych,
- definiowane przez użytkownika cenniki usług transportowych,
- definiowane przez użytkownika algorytmy rozliczania usług,
- statystyki i analizy.

Firma BEDMET Logistic do zarządzania transportem wykorzystuje oprogramowanie InterLan SPEED. Wszystkie operacje związane z działalnością przedsiębiorstwa są wspomagane przez system informatyczny. Zarządzanie przedsiębiorstwem w zakresie floty pojazdów ułatwione jest poprzez wprowadzenie komputerowego narzędzia. Przykład wykorzystania oprogramowania InterLan SPEED w przedsiębiorstwie przedstawia rysunek 4.

Rys. 4.

Przykładowa charakterystyka zlecenia transportowego

Źródło: www.bedmet.pl, 09.10.2012

Innym przykładem wspomagania informatycznego podsystemu transportowego są programy do zarządzania taborem (zarządzania flotą, ang. *fleet management*). Służą do efektywnego wykorzystania posiadanego parku samochodowego w dwóch aspektach — utrzymania sprawności eksploatacyjnej oraz maksymalnego wykorzystania ładowności pojazdów dzięki odpowiedniej organizacji tras i ładunków. W ogólności zarządzanie taborem odnosi się do całości zagadnień związanych z zarządzaniem środkami transportu, począwszy od ich przydziału do określonych zadań, poprzez nadzór nad serwisem, aż po wybór odpowiedniej polityki paliwowej [Perłowski 2010].

Systemy nawigacyjne i śledzące (m.in. wykorzystujące nawigację GPS oraz tachografy) ułatwiają pracę kierowcom, zapewniają nadzór nad pojazdami będącymi w ruchu, lokalizację położenia, określenie prędkości, kierunku poruszania, przekazywanie informacji o stanie pojazdu lub ładunku oraz sygnalizowanie zagrożeń. Komunikacja odbywa się za pomocą łączności komórkowej lub terminali mobilnych. Możliwość śledzenia ładunku — tracking — jest oferowana głównie przez duże koncerny branży TSL. Dawniej załadowca mógł się dowiedzieć, w którym miejscu znajduje się jego przesyłka, lecz stosowane wcześniej systemy okazywały się zawodne, natomiast otrzymanie informacji o przesyłce wiązało się z koniecznością telefonicznego lub osobistego kontaktu z przewoźnikiem. Obecnie etapy

przemieszczania przesyłki mogą być śledzone na ekranie komputera połączonego z Internetem. Dzięki sieci możliwe jest również wyszukanie wolnego miejsca w środkach transportu danego przewoźnika i zarezerwowanie sobie przewozu ładunku. Korzystanie z tego typu giełd przynosi firmom wiele korzyści, polegających na ograniczeniu pustych przebiegów i wynikającej z tego redukcji kosztów. Dzięki giełdom firmy mogą zoptymalizować drogę transportu i zwiększyć liczbę zleceń [Pisz, Sęk 2012].

Firma Bedmet Logistic wykorzystuje na co dzień urządzenia wspomagające zarządzanie flotą pojazdów. Przykładem może być system FLOTA.framelogic oparty w swej zasadniczej części o odczyty GPS. System FLOTA.framelogic składa się z kilku kluczowych obiektów umożliwiających:

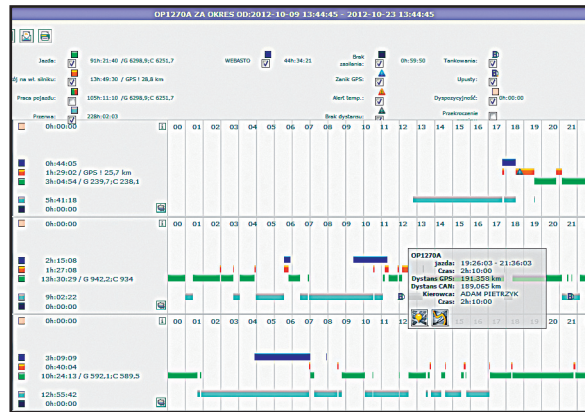
- bieżącą lokalizację pojazdu lub obiekty,
- historię przebytych tras,
- czas pracy pojazdu,
- analizę związaną z zużyciem paliwa.

Wszystkie zdarzenia są rejestrowane i generowane na potrzeby użytkownika oprogramowania przez opomiarowany pojazd w postaci informacji tabelarycznej, informacji graficznej, lokalizacji na mapie, wydruku. Rysunek 5 przedstawia przykładowe informacje dotyczące realizacji przykładowego zlecenia. Prezentowane na rysunku dane dotyczą analizy czasu pracy kierowcy w przykładowym okresie czasu. Wielkości prezentowane na rysunkach 5 i 6 są istotnymi czynnikami wpływającymi na funkcjonowanie przedsiębiorstwa, na efektywność oraz poziom jego konkurencyjności.

Innowacje te umożliwiają przedsiębiorstwu transportowemu, poprzez systemy łączności lądowej i satelitarnej, uzyskiwanie aktualnych danych, np. o miejscu lokalizacji pojazdu/ładunku z dokładnym wskazaniem go na mapie w systemie internetowym (rys. 5, 6). Systemy nawigacji satelitarnej to innowacja w określaniu położenia obiektów w przestrzeni. Użytkowanie tego typu systemów w praktyce gospodarczej sprzyja rozwojowi przedsiębiorstwa i pewności funkcjonowania w złożonym systemie logistycznym [Mijalska-Szewczak, Stoma 2012, s. 489-498; Szymczak 1999, s. 68-70].

Rys. 5.

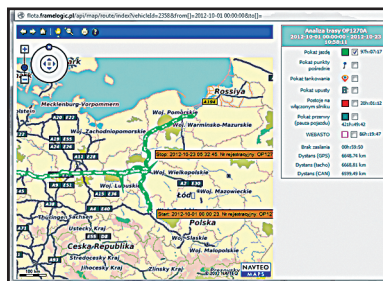
Podgląd czasu pracy kierowcy



Źródło: www.bedmet.pl, 09.10.2012

Rys.6.

Wizualizacja trasy przewozu ładunku



Źródło: www.bedmet.pl, 09.10.2012

Podsumowanie

Sprawne i skuteczne zarządzanie oraz wiedza, *know-how* przedsiębiorstwa BEDMET Logistic Damian Bednarz sp. k. jest intensywnym czynnikiem rozwoju firmy. Wśród wielu cech przedsiębiorstwa innowacyjnego wymienić można aktywność innowacyjną w postaci zbioru postaw oraz działań prowadzących do tworzenia oraz rozwoju potencjału innowacyjnego, dynamizowania procesów innowacyjnych, które prowadzą do poprawy relacji między ponoszonymi nakładami a uzyskiwanymi efektami. Wymiernym efektem działań innowacyjnych prowadzonych przez przedsiębiorstwo jest poprawa relacji z klientami, wzrost poziomu obsługi klienta, a w konsekwencji wzrost zadowolenia klientów firmy. Aktywność innowacyjna przedsiębiorstwa wyraża się między innymi w odniesieniu do procesów innowacyjnych. Wymiernym wskaźnikiem efektów procesów innowacyj-

nych w przedsiębiorstwie może być miernik związany z transferem technologii w postaci publikacji pracowników prezentujących dorobek rozszerzający wiedzę oraz doświadczenie w prowadzeniu procesów innowacyjnych, udział w targach krajowych, jak i międzynarodowych, podczas których prezentowane są innowacje przedsiębiorstwa w zakresie świadczonych usług. Kolejnym wskaźnikiem efektów procesów innowacyjnych jest miernik związany z komercjalizacją w postaci przyrostu klientów w związku z komercjalizacją innowacji, zysków ze sprzedaży innowacji produktowych.

Bibliografia:

1. Adamska M., *Kapitał innowacji w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw województwa opolskiego*. Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach Katedra Badań Strategicznych i Regionalnych, Katowice, 2012, 44-61.
2. Białoń L. (red.): *Zarządzanie działalnością innowacyjną*. Placet, Warszawa, 2010.
3. Brilman J., *Nowoczesne koncepcje i metody zarządzania*. PWE, Warszawa, 2002.
4. Drucker P., *Natchnienie i fart czyli Innowacja i przedsiębiorczość*. Studio Emka, Warszawa, 2004.
5. Jurczyk B., *Metoda planowania procesu innowacji dla małych przedsiębiorstw. Zarządzanie przedsiębiorstwem*. 2010, 1, 14-25.
6. Józwiak Z., Bednarz D., *Logistyczne uwarunkowania w międzynarodowym transporcie ładunków ponadnormatywnych*. Logistyka, 2, 2010.
7. Malara Z., *Przedsiębiorstwo w globalnej gospodarce. Wyzwania współczesności*. PWN, Warszawa, 2006.
8. Michłowicz E., *New challenges in production logistics*. [w] *Innovative and intelligent manufacturing systems*. Fertsch M. (eds.), Publishing House of Poznan University of Technology, Poznan, 2010, 7-22.
9. Mijalska-Szewczak I., Stoma M., *Systemy telematyczne zarządzania flotą pojazdów w przedsiębiorstwie transportowo-spedycyjnym w badaniach własnych*. [w:] *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Knosala R. (red.), Wyd. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2012, 489-498.
10. Motyka S., *Ochrona własności intelektualnej w działalności innowacyjnej przedsiębiorstw*. [w:] *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Knosala R. (red.), Wyd. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2012, 78-88.
11. Landwójtowicz A., Knosala R., *Koncepcja modelu analizy ryzyka finansowego przedsięwzięć innowacyjnych*. [w:] *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Knosala R. (red.), Wyd. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2012, 61-70.
12. O'Sullivan D., Dooley L.: *Applying innovation*. SAGE Publications, 2009.
13. Pawłowska B., Witkowska J., Nieżurawski L., *Nowoczesne koncepcje strategii orientacji na klienta*. PWN, Warszawa, 2010.

14. Perłowski R., *Systemy transportowe. Logistyka w przedsiębiorstwie*. Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, 2010.
15. Pisz I., Sęk T., Zielecki W., *Logistyka w przedsiębiorstwie*. PWE, Warszawa, 2012.
16. Pyszka A., *Spółecznie odpowiedzialne innowacje – konieczność czy moda*. [w:] *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Knosala R. (red.), Wyd. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2012, 108-118.
17. *Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 22 Czerwca 2012 r. w sprawie zezwoleń na przejazd pojazdów nienormatywnych* (Dz. U. z 2012 r., poz. 764).
18. Szymczak M., *Nawigacja satelitarna obiektów transportowych*. Część 1. Logistyka, 1999, nr 2, 68-70.
19. Zadura-Lichota P.(red.): *Innowacyjność 2010*. Wyd. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa, 2010.
20. www.bedmet.pl, 09.10.2012.
21. www.gddkia.gov.pl, 09.11.2012.

Rozpoznanie potencjału innowacyjnego Ofama sp. z o.o. oraz prezentacja wybranych propozycji rozwiązań innowacyjnych

Wprowadzenie

W artykule zaprezentowano wybrane wnioski z pobytu Asystenta Innowacji w przedsiębiorstwie, które prowadzi działalność na terenie Opolszczyzny. W pierwszej kolejności zaakcentowano rolę innowacyjności we wzroście przedsiębiorczości i konkurencyjności podmiotów. Następnie skoncentrowano się na prezentacji przedsiębiorstwa Ofama sp. z o.o., w którym odbywał się trzymiesięczny pobyt Asystenta Innowacji. W pracy szczególny nacisk położono również na przedstawienie wybranych wniosków oraz rozwiązań, które - gdyby zostały wdrożone w przedsiębiorstwie - mogłyby przyczynić się do podniesienia jego poziomu innowacyjności.

Dynamiczne zmiany zachodzące w otoczeniu skutkują koniecznością podejmowania przez przedsiębiorstwa działań, które umożliwią ich dostosowywanie się do występujących zmian. W tym zakresie niezmiernie ważne wydaje się podejmowanie przez podmioty działań o charakterze innowacyjnym. Działania te powinny obejmować swym zakresem kluczowe obszary funkcjonowania przedsiębiorstw, które związane są z produktem/usługą, dostępem do technologii/*know-how* oraz dostępem do rynku.

W artykule zaprezentowano wybrane wnioski i rozwiązania innowacyjne, które stanowią rezultat pobytu Asystenta Innowacji w przedsiębiorstwie Ofama sp. z o.o. w ramach projektu pn. „Od inspiracji do innowacji – kontynuacja programu Asystent Innowacji w województwie opolskim” realizowanego przez Opolskie Centrum Demokracji Lokalnej FRDL oraz Instytut Trwałego Rozwoju w ramach Priorytetu VIII Regionalne kadry gospodarki, Działania 8.2 Transfer wiedzy, Poddziałania 8.2.1 Wsparcie dla współpracy sfery nauki i przedsiębiorstw Programu operacyjnego Kapitał ludzki i współfinansowany przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Społecznego.

1. Istota innowacji

We współczesnych gospodarkach innowacyjność uznawana jest za kluczowy czynnik sukcesu. Pozwala ona nie tylko na podniesienie przedsiębiorczości przedsiębiorstw, ale również umożliwia wzrost ich konkurencyjności.

Należy podkreślić, że nie istnieje jedna definicja innowacyjności [M. Juchniewicz, B. Grzybowska 2010, s. 31]. Zdaniem A. Pomykalskiego innowacja stanowi „rezultat procesów technicznych, społecznych, ekonomicznych, prawnych, kulturowych oraz organizacyjnych, które można kształtować” [A. Pomykański, s. 18]. Jako przedsiębiorstwo innowacyjne traktowany jest zatem podmiot, który wykazuje zainteresowanie nowymi produktami, technologiami lub prowadzi prace badawczo-rozwojowe [A.H. Jasiński 1992, s. 25]. Warto zaznaczyć, że skuteczność innowacji uzależniona jest od podejmowanych przez przedsiębiorstwo działań innowacyjnych. Stąd też istotnego znaczenia nabiera konieczność zidentyfikowania rozwiązań, które - gdyby zostały wdrożone w przedsiębiorstwie - mogłyby przyczynić się do podniesienia jego poziomu innowacyjności.

2. Charakterystyka przedsiębiorstwa Ofama sp. z o.o.

Przedsiębiorstwo Ofama sp. z o.o. prowadzi działalność od 2003 r. Należy zaznaczyć, że tradycje podmiotu sięgają 1886 roku, kiedy powstał zakład mechaniczny produkujący maszyny, urządzenia i konstrukcje stalowe. Działalność podmiotu koncentruje się wokół produkcji podajników oraz przesiewaczy vibracyjnych. Warto podkreślić, że przedsiębiorstwo jest liderem na polskim rynku podajników oraz przesiewaczy vibracyjnych. Do kluczowych produktów Ofama sp. z o.o. zaliczyć można m.in. [<http://www.ofama.eu>, dostęp: 06.11.2012]:

- podajniki vibracyjne,
- przesiewacze vibracyjne,
- przenośniki bezwładnościowe,
- przenośniki śrubowe,
- przenośniki taśmowe,
- przenośniki kubelkowe,
- przenośniki zgrzeblowe,
- dozowniki celkowe,
- zasuwki płaskie,
- stoły vibracyjne,
- kraty vibracyjne,
- torkretnice suche,
- wozy załadownicze.

Ofama sp. z o.o. jest laureatem licznych konkursów, które potwierdzają, że przedsiębiorstwo prowadzi działalność w oparciu o poszanowanie ekologii, praw

konsumenta, a także terminowo reguluje wszelkie zobowiązania. Ofama sp. z o.o. uzyskała wyróżnienie w ramach konkursu „Opolska Marka 2006” pod honorowym patronatem Ministra Gospodarki Piotra Grzegorza Woźniaka w kategorii przedsiębiorstwo: sektor małych i średnich przedsiębiorstw. W latach 2005-2008 otrzymała również nagrodę „Solidna firma” Programu Gospodarczo-Konsumenckiego pod patronatem Przedstawicielstwa Komisji Europejskiej.

Przedsiębiorstwo zaznacza swoją obecność na rynku przez uczestnictwo w licznych wystawach i targach o zasięgu krajowym. Produkty Ofama sp. z o.o. zyskują uznanie i nagrody na sympozjach i spotkaniach branżowych. Spośród uzyskanych nagród do najbardziej znaczących zaliczyć można zajęcie I miejsca na najlepszy produkt/urządzenie za „Przesiewacz wibracyjny elektromagnetyczny PWE” na XII Wiosennym Spotkaniu Cukrowników, które odbyło się w dniach 10-12.03.2004 r. w Pultusku oraz wyróżnienie w kategorii „Klucz do sukcesu” – najlepszy produkt dla branży kruszyw/cementowej za przesiewacz wibracyjny trójkaskadowy podczas XII Sympozjum Naukowo-Technicznego „Cement-Kruszywa”, które odbyło się w dniach 08-10.11.2005 w Bydgoszczy.

3. Potencjał innowacyjny przedsiębiorstwa i propozycje innowacyjnych rozwiązań

Przeprowadzone analizy potrzeb i potencjału przedsiębiorstwa (na podstawie narzędzi SPIN) wskazują, że Ofama sp. z o.o. wyróżnia się wysokim potencjałem innowacyjnym zarówno w obszarze produktu/usługi, technologii/*know-how*, jak i w dostępie do rynku.

Dynamiczne zmiany zachodzące w otoczeniu skutkują koniecznością utrzymania oraz rozwijania potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa. Z tego też względu w trakcie pobytu Asystenta Innowacji w przedsiębiorstwie zdefiniowano szereg potencjalnych działań, rozwiązań innowacyjnych, które - gdyby zostały wdrożone w Ofama sp. z o.o. - mogłyby przyczynić się do podniesienia jej poziomu innowacyjności. Rozwiązania te wypracowano dla trzech obszarów związanych z: produktem/usługą, dostępem do technologii/*know-how* oraz dostępem do rynku.

Do zasadniczych przykładów wypracowanych propozycji innowacyjnych rozwiązań zaliczyć można rozwiązania odnoszące się do obszaru produktu/usługi oraz technologii/*know-how*. Wiążą się one z koniecznością korzystania przez przedsiębiorstwo z zasobów wiedzy jednostek badawczo-rozwojowych, członkostwem w klastrach oraz wprowadzeniem systemu kontroli zarządczej.

Stwierdzono, że korzystanie z wiedzy jednostek badawczo-rozwojowych pozwoliłoby przedsiębiorstwu na wzbogacenie posiadanego zasobu wiedzy o wyniki badań naukowych i prac rozwojowych przygotowanych do wdrożenia w praktyce. Jednocześnie współpraca ta pozwoliłaby przedsiębiorstwu na skorzystanie z moż-

liwości uzyskania specjalistycznych analiz, które mogłoby przyczynić się do ciągłego doskonalenia wytwarzanych obecnie oraz w przyszłości produktów Ofama sp. z o.o. Współpraca z jednostkami badawczo-rozwojowymi przyczynić się powinna do podniesienia poziomu innowacyjności i konkurencyjności podmiotu.

Kolejny przykład zidentyfikowanego rozwiązania innowacyjnego dotyczy członkostwa przedsiębiorstwa w klastrach. Zakłada się, że członkostwo w klastrach umożliwiłoby Ofama sp. z o.o. nasilenie współpracy między przedsiębiorstwami działającymi przede wszystkim w branży maszynowej na terenie województwa opolskiego lub południowo-zachodniej Polski. Współpraca ta skutkować mogłaby przyczynianiem się do stworzenia dobrej kooperacji między przedsiębiorstwami – uczestnikami klastra, co mogłoby prowadzić do ułatwienia im konkurowania na dynamicznie zmieniającym się rynku. Uczestnictwo w klastrze pozwoliłoby również na podjęcie działań zmierzających do tworzenia korzystnych warunków dla rozwoju branży, w której działa Ofama sp. z o.o.

Do zidentyfikowanych potencjalnych rozwiązań innowacyjnych zaliczono również konieczność wprowadzenia systemu kontroli zarządczej w przedsiębiorstwie. Wprowadzenie tego systemu pozwoliłoby kierownictwu Ofama sp. z o.o. na pozyskanie narzędzia, które umożliwiłoby wsparcie w procesie zarządzania i podejmowania decyzji. Działania te przyczynić się powinny do usprawnienia procesu dostosowywania się przedsiębiorstwa do coraz bardziej dynamicznie zmieniającego się otoczenia, a tym samym do podniesienia poziomu innowacyjności i konkurencyjności podmiotu.

Podsumowanie

Kluczowy zakres współpracy Asystenta Innowacji z Ofama sp. z o.o. dotyczył wypracowania propozycji rozwiązań innowacyjnych, które - gdyby zostały wdrożone w przedsiębiorstwie - mogłyby przyczynić się do podniesienia jego poziomu innowacyjności. W trakcie trzymiesięcznego pobytu Asystenta Innowacji w przedsiębiorstwie podjęto szereg szczegółowych działań, które pozwoliły na zidentyfikowanie szeregu potencjalnych działań i rozwiązań innowacyjnych, które w swym założeniu mają charakter przydatny dla przedsiębiorstwa oraz są możliwe do wprowadzenia w Ofama sp. z o.o. Zakłada się, że wprowadzenie w przedsiębiorstwie zidentyfikowanych, potencjalnych działań i rozwiązań innowacyjnych, przyczyniłoby się do podniesienia jego poziomu innowacyjności.

Bibliografia

1. Jasiński A.H., *Przedsiębiorstwo innowacyjne na rynku*, KiW, Warszawa 1992.
2. Juchniewicz M., Grzybowska B., *Innowacyjność przedsiębiorstw w Polsce*, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2010.
3. Ofama, strona firmowa, <http://www.ofama.eu>, dostęp: 06.11.2012.
4. Pomykański A., *Zarządzanie innowacjami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Łódź 2001.

Innowacja w przedsiębiorstwie

- prezentacja map w Internecie

Wprowadzenie

Innowacyjność jest bardzo istotną cechą dla przedsiębiorstw. Pozwala na konkurowanie z innymi firmami oraz na rozwijanie swojej działalności. Jest wiele możliwości na wprowadzenie innowacji, które zazwyczaj wiążą się z dużymi nakładami finansowymi. Dlatego pozwolić sobie na to mogą jedynie większe firmy, a to może prowadzić nawet do bankructwa mniejszych przedsiębiorców, którzy nie są w stanie z nimi rywalizować.

Samo słowo innowacja pochodzi od greckiego *innovatio*, co oznacza po prostu odnowienie, czyli zmianę, nowość, reformę, działalność nowatorską. Za innowację uważa się nowość – nowe fakty, procesy, zjawiska o charakterze technicznym, organizacyjnym, społecznym lub psychologicznym, lecz nie każdą nową rzecz można nazwać innowacją, gdyż ma ona dwa wymiary: kreowanie nowości i kreowanie wartości. Nowość jest tu więc warunkiem niezbędnym, ale również nie wystarczającym do uznania danego zjawiska za innowację, ponieważ musi wynikać z niej konkretna wartość dla odbiorcy. Istnieje kilka rodzajów innowacji:

- innowacje produktowe – dotyczą wyrobów, są to wszelkiego rodzaju zmiany polegające na udoskonaleniu wyrobu już wytwarzanego przez przedsiębiorstwo;
- innowacje procesowe (technologiczne) - to zmiany w stosowanych przez organizację metodach wytwarzania, a także w sposobach docierania z produktem do odbiorców;
- innowacja organizacyjna - jest wprowadzaniem nowej metody organizacji w biznesowych praktykach firmy, organizacji miejsca pracy lub też w relacjach zewnętrznych;
- innowacja marketingowa - jest wprowadzaniem nowej metody marketingu, włączając w to znaczące zmiany w projektowaniu produktu i opakowania, promocji produktu i strategii cenowej tak długo, dopóki jest to pierwsze zastosowanie dla przedsiębiorstwa.

Wdrożenie innowacji to naprawdę duży wysiłek dla przedsiębiorstwa. Innowacje wiążą się bowiem prawie zawsze z nakładami inwestycyjnymi i ryzykiem, że nowy

produkt może nie spełnić rynkowych oczekiwań. Wprowadzając innowację, trzeba mieć zatem jasną perspektywę zwrotu nakładów. Oczywista jest więc zależność, że im większe nakłady, tym dłuższy okres potrzebny do ich zwrotu.

Każda osoba odpowiedzialna, choćby w najmniejszym stopniu, za wspieranie rozwoju innowacyjności gospodarki, musi zdawać sobie sprawę z faktu, że proces wdrażania innowacji na poziomie przedsiębiorstwa ma zarówno plusy, jak i minusy. Samo wdrożenie innowacji nie stanowi dla przedsiębiorcy żadnej wartości. Jest ono ważne z punktu widzenia gospodarki, ale dla przedsiębiorcy jest tylko wydatkiem i problemem. To, co interesuje firmę, to osiągnięcie dzięki innowacji wymiernych korzyści rynkowych i finansowych. Warto więc pamiętać zarówno o plusach, jak i o minusach wdrażania innowacji na poziomie firmy. Jako plusy należy wymienić szybkie reagowanie na zmiany rynkowe, których skala w obecnej gospodarce rośnie oraz możliwość wypracowania przewagi konkurencyjnej w sytuacji stałego wzrostu pozacenowych argumentów rynkowych. Nie należy zapominać o możliwości kreowania wizerunku firmy jako podmiotu nowoczesnego, innowacyjnego, nadążającego za potrzebami klientów, a także o możliwości uzyskania większej ceny sprzedaży w związku z efektem nowości i powszechnym przekonaniem, iż nowoczesne jest droższe, o zmniejszeniu kosztów wytworzenia, w szczególności zaś redukcji szczególnie trudnych dla przedsiębiorstwa kosztów materiałowych i ludzkich, możliwości spełnienia różnorodnych norm, przepisów bezpieczeństwa itd. oraz o możliwości korzystania ze środków pomocowych przeznaczonych na rozwój projektów innowacyjnych. Minusy to natomiast bardzo wysokie koszty połączone z brakiem gwarancji sukcesu, gdyż produkt nie jest sprawdzony rynkowo; utrata znaczenia niektórych przewag przedsiębiorstwa – jeśli np. dotychczas przewagą była wykwalifikowana załoga, to przy wprowadzeniu owej technologii jej kwalifikacje mogą okazać się nieadekwatne; łańcuchowy charakter reakcji firmy na innowację, gdyż wdrożenie jednej innowacji przeważnie pociąga za sobą konieczność wdrażania kolejnych; krótkotrwały okres przewagi rynkowej – nawet jeśli uda się skutecznie zaskoczyć konkurentów, to nie trzeba będzie długo czekać na ich reakcję; skomplikowane i nie zawsze skuteczne sposoby ochrony prawnej nowego rozwiązania. Trzeba też wziąć pod uwagę często konkurencyjny charakter owego produktu wobec produktu starszej generacji, który sprzedawał się dobrze i dawał spore zyski, ponieważ koszty jego wypracowania już się zwróciły.

Program Asystent Innowacji pozwala na współpracę pomiędzy pracownikami polskich uczelni a polskimi firmami, co z pewnością jest korzystne dla obu stron. Asystenci, którzy przebywają w firmach, nie tylko mogą korzystać z wiedzy i doświadczenia pracowników przedsiębiorstw, lecz mogą być również szansą dla nich na wprowadzenie istotnej innowacji dzięki ich wiedzy, na czym z pewnością skorzystają również przedsiębiorcy. W ostatnim czasie pojawiły się możliwości mogące pozwolić również tym mniej zamożnym firmom na wprowadzanie innowacji,

a co za tym idzie, na równorzędną rywalizację. Jedną z takich opcji jest korzystanie z darmowego oprogramowania typu *open-source* i dostosowanie go do swoich własnych potrzeb. Jest to metoda z pewnością o wiele tańsza, lecz również bardziej pracochłonna i czasochłonna.

1. Firma Ecoplan

Powstały w 1993 roku Ecoplan jest firmą, która pomaga rozwiązywać problemy klientów branż przemysłowych, administracji publicznej i osób prywatnych na terenie całego kraju w dziedzinie ochrony środowiska, planowania przestrzennego, oraz systemów informacji geograficznej. Jej klientami są m.in. porty lotnicze (Radom, Wrocław, Lublin), Cementownia GóraŹdŹe, Nordenia ZdŹieszowice, Braas i wiele innych. Firma oferuje m.in. opracowanie map akustycznych, poczynawszy od systemów informacji przestrzennej dla duŹych aglomeracji miejskich, obiektów infrastruktury komunikacyjnej, a skończywszy na opracowaniach dla pojedynczych obiektów przemysłowych, odcinków dróg, linii kolejowych i innych źródeł hałasu. Firmie brakuje natomiast możliwości publikacji wyników swojej pracy (map akustycznych) na serwerach webowych z możliwościami odpowiadającymi profilowi firmy. Profesjonalne narzędzie spełniające wymagania jest zbyt duŹym wydatkiem dla firmy w stosunku do uzyskanych możliwych korzyści. Potencjał przedsiębiorstwa jest dość duŹy. Zaproponowanie nowego asortymentu w sprzedaŹy firmy podniesie konkurencyjność firmy i pozwoli wykorzystać w pełni dostępny w firmie sprzęt oraz pozwoli na zdobycie potencjalnych nowych klientów. Sytuacja ekonomiczna w państwie nie jest najlepsza, co odbija się szczególnie na małych przedsiębiorstwach. MoŹliwość wprowadzenia nowych usług małym kosztem jest mile widzianym rozwiązaniem, które podniesie konkurencyjność firmy.

2. Prezentacja map w Internecie

Realizując pobyt w przedsiębiorstwie Ecoplan w ramach programu Asystent Innowacji, skupiono uwagę na zaprogramowaniu wizualizacji map akustycznych. Przedsiębiorstwo specjalizuje się w rozwiązywaniu problemów klientów branż przemysłowych, administracji publicznej i osób prywatnych na terenie całego kraju w dziedzinie ochrony środowiska, planowania przestrzennego oraz systemów informacji geograficznej. Realizacja zamierzonego celu pozwoli firmie na udoskonalenie komunikacji pomiędzy klientami a przedsiębiorstwem. Nieraz bowiem spotykano się z problemami organizacyjnymi, aby w jednym miejscu umówić na spotkanie wszystkie zainteresowane strony. Stąd też pomysł na realizację oprogramowania mającego na celu umożliwić nanoszenie na mapę obiektów wraz z komentarzami, które będą niezwykle pomocne dla firmy w późniejszym projektowaniu np. ścian akustycznych.

Początki wspólnej pracy upływały na poznaniu funkcjonowania firmy oraz na zaznajomieniu się z owocami jej pracy. Opiekun pobytu przekazał materiały, które posłużyły za przykład przy realizacji zadania oraz dokładnie nadzorował przebieg prac. Wspólne spotkania pozwoliły na ustalenie, w którą stronę podążać z projektem oraz pomagały rozwiązać napotkane problemy.

Dzięki wykorzystaniu darmowego oprogramowania oraz wiedzy Asystenta Innowacji z zakresu programowania udało się zrealizować podstawowe funkcjonalności klienta mapowego, takie jak wybór map, wybór warstw, powiększenie, mierzenie odległości itp. Największy problem pojawił się przy próbie dodania warstwy wektorowej. Warstwa wektorowa mapy może składać się nawet z kilkunastu tysięcy elementów, które posiadają własne atrybuty opisujące dany element. Naszym celem jest możliwość edycji, dodania lub usunięcia elementu wektorowego mapy wraz z edycją jego atrybutów. Wszystkie zmiany powinny zostać zachowane na serwerze. Do tego celu wykorzystana została opensource'owa biblioteka OpenLayers umożliwiająca - za pomocą skryptowego języka programowania Java Script - wizualizację map w przeglądarce internetowej. Same mapy przechowuje Geoserver, do którego wysyłane są zapytania i w odpowiedzi otrzymywane są bądź to mapy typu WMS, bądź też mapy typu WFS (wektorowe). Udało się już zrealizować wyświetlanie warstwy wraz z jej edycją po stronie przeglądarki internetowej. Najważniejszą częścią zadania było zrealizowanie możliwości edycji warstw wektorowych wraz z edycją atrybutów oraz zapisanie wszystkich zmian na serwerze danych. Była to najtrudniejsza i najbardziej czasochłonna część zadania. Wynikało to głównie z braku fachowej literatury, zarówno tej książkowej, jak i tej internetowej. Wspomnianą wcześniej problematyką w świecie informatyki zajmuje się niezbyt wielu ludzi, więc dotarcie do wartościowych przykładów nie było rzeczą prostą. Drugi problem to język skryptowy Java Script, który został wykorzystany do realizacji projektu. Posiada on duże możliwości, lecz nieraz wina leży po stronie przeglądarki internetowej i wówczas programista staje w martwym punkcie. Mimo tych problemów udało się zrealizować cel i tak skonfigurować bibliotekę OpenLayers, że ta pozwalała na dodawanie, usuwanie i modyfikowanie elementów wraz z atrybutami oraz zapisanie ich na serwerze Geoserver. W przyszłości planuje się kontynuowanie współpracy. Przedsiębiorca planuje uruchomić Geoserver na własnym serwerze i wykorzystać stworzone narzędzie, dzięki czemu rozszerzy zakres świadczonych przez siebie usług i stanie się przez to jeszcze bardziej konkurencyjny.

Podsumowanie

Wdrażanie innowacji jest bardzo skomplikowanym procesem, który wymaga zaangażowania specjalistycznej wiedzy, dużej liczby zasobów materialnych oraz środków finansowych. Właściwie przygotowany projekt wdrożenia daje przedsiębior-

stwu podwójne korzyści. Tę najważniejszą, czyli wdrożoną technologię, w oparciu o którą firma wytwarza produkt zaspokajający potrzeby klientów i zwiększający jej bogactwo oraz tę mniej zauważalną, ale równie istotną, czyli doświadczenie i wiedzę, jak skutecznie realizować projekty. Wdrożenie innowacji zwińcza cały proces wdrożeniowy i jest obrazem jakości zadań wykonanych na wcześniejszych etapach. Nie każdy projekt kończy się sukcesem, a przyczyn porażek szukać można zarówno w samej technologii, jak i organizacji jej wdrażania. Porażką dla przedsiębiorstwa jest przede wszystkim przerwanie wdrażania lub niewdrożenie technologii, ale jest nią również wdrożenie technologii, która zamiast oczekiwanych zysków naraża przedsiębiorstwo na niepotrzebne straty finansowe.

Program Asystent Innowacji jest doskonałą okazją dla firm na wprowadzanie nowych i udoskonalanie istniejących rozwiązań funkcjonujących w przedsiębiorstwach. Jest również świetną praktyką dla pracowników uczelni na poznanie praktycznych zastosowań rozwiązań, które na uczelni są znane głównie w teorii. Jak widać w opisanym tutaj przykładzie, innowacja nie zawsze pociąga za sobą duże koszty dla firm. Jest wiele tańszych rozwiązań, które niczym nie ustępują gotowym rozwiązaniom, lecz wymagają one od firm z pewnością większego zaangażowania i poświęconego czasu, a niejednokrotnie okazują się dużo lepsze, gdyż nie są przygotowane pod rozwiązywanie konkretnych problemów.

Bibliografia

1. Drucker P., *Innowacje i przedsiębiorczość*, przeł. A. Ehrlich, PWE, Warszawa 1992.
2. Dworczyk M., Szlasa R., *Zarządzanie Innowacjami. Wpływ innowacji na wzrost konkurencyjności przedsiębiorstw*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001.
3. Hazzard E., *OpenLayers 2.10 Beginner's Guide - create, optimize, and deploy stunning cross-browser web maps with the OpenLayers JavaScript web-mapping library*, Packt Publishing Ltd., 2011.

Propozycja wdrożenia innowacji w PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna SA

Wprowadzenie

Zaawansowana wiekiem i przestarzała technologicznie polska energetyka musi się zmodernizować. Wprowadzenie zatem twórczych i nowatorskich zmian na pewno będzie miało wpływ na krajową energetykę wymagającą głębokiej modernizacji. Około 60% krajowych mocy wytwórczych jest eksploatowanych co najmniej 30 lat i ma niską sprawność wytwarzania energii elektrycznej: rzędu 32-34%. Sprawność ta jest niższa o ok. 10 punktów procentowych od sprawności osiąganych w elektrowniach w krajach „starej piętnastki” Unii Europejskiej. Energetyka, jak każde inne przedsiębiorstwo, aby się mogło rozwijać efektywnie i dynamicznie, potrzebuje nie tylko zmian, potrzebuje również innowacji: nowych produktów, nowych technologii, nowych systemów organizacji i zarządzania itp. Krajowa energetyka charakteryzuje się ponadto dużymi emisjami zanieczyszczeń do środowiska naturalnego, szczególnie dużą emisją dwutlenku węgla CO₂. Unijna polityka klimatyczna to nie tylko ogromne zagrożenie dla polskiej energetyki, ale również dla naszego przemysłu. Ogromne kilkunastomiliardowe roczne koszty, jakie z tytułu wdrożonych działań w ramach pakietu klimatyczno-energetycznego będą musieli ponosić polscy przedsiębiorcy, „przeniosą” się na ceny towarów i usług. Dlatego też należy się zastanowić nad wyszukaniem dobrych pomysłów i ich uwarunkowań, aby podjąć świadomą, funkcjonalną, pozytywną i postępową zmianę, która będzie sprzyjać rozwojowi polskiej energetyki.

1. Ogólna charakterystyka przedsiębiorstwa

PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna SA Oddział Elektrownia Opole zlokalizowana jest w odległości 9 km od Opola. Usytuowanie w tym rejonie zapewnia korzystne warunki zasilania zurbanizowanego i uprzemysłowionego południowo-zachodniego regionu kraju. Podstawowym przedmiotem działalności Spółki jest wytwarzanie energii elektrycznej, dystrybucja energii elektrycznej, produkcja ciepła (pary wodnej i gorącej wody) oraz prowadzenie działalności wykonawczej, usługowej i inwestycyjnej z zakresu budownictwa energetycznego, ciepłego.

Elektrownia Opole jest kondensacyjną elektrownią ciepłą blokową, z zamkniętym układem wody chłodzącej. Eksploatowane są 4 bloki energetyczne o łącznej mocy zainstalowanej 1492 MW. Paliwem podstawowym jest węgiel kamienny. Pracujące 4 bloki energetyczne charakteryzują się wysoką dyspozycyjnością i bardzo niskim współczynnikiem awaryjności. Oddział Elektrownia Opole spełnia wymogi polskie i Unii Europejskiej w zakresie ochrony środowiska naturalnego. Elektrownia Opole realizuje program gospodarczego wykorzystania odpadów. Odpady paleniskowe, takie jak popiół, żużel i mikrosfery, są wykorzystywane w 100% i nie zachodzi potrzeba ich składowania. PGE Elektrownia Opole stanowi przykład nowoczesnej technologicznie inwestycji, która podnosi poziom kultury ekologicznej w Polsce. Misją przedsiębiorstwa jest efektywne wytwarzanie i sprzedaż energii elektrycznej, ciepła i usług na konkurencyjnych warunkach, przy zachowaniu wysokich standardów etycznych, ekologicznych oraz zasad społecznej odpowiedzialności. Zarząd PGE Elektrowni Opole SA podpisał konsorcjum Rafako SA, Polimex-Mostostal SA oraz Mostostal Warszawa SA umowę na budowę dwóch bloków energetycznych na parametry nadkrytyczne o łącznej mocy 1800 MW [PGE Elektrownia Opole SA - informacje własne].

2. Charakterystyka bloku energetycznego o znamionowej mocy elektrycznej 370 MW

Cztery bloki 370-megawatowe zainstalowane są w elektrowni PGE Opole SA, gdzie pracują w układzie blokowym z zamkniętym układem wody chłodzącej. Bloki te uruchomione zostały w latach 1993-1997. Ich łączna zainstalowana moc wynosi 1492 MW.

Paliwem podstawowym jest węgiel kamienny. Wszystkie bloki zostały wyposażone w instalację odsiarczania i odazotowania spalin. Zdolność produkcyjna elektrowni to ok. 10 TWh energii elektrycznej rocznie.

Głównymi urządzeniami bloków energetycznych są:

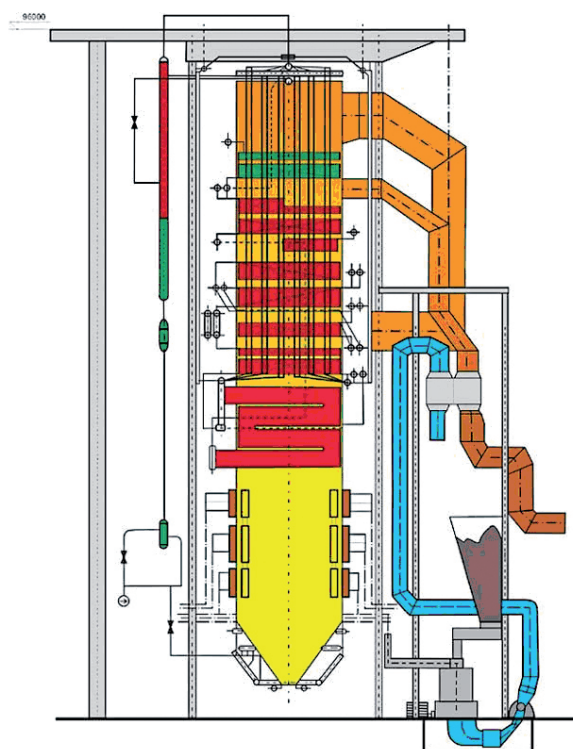
- kocioł parowy BP-1150,
- turbina 18K370,
- generator GTHW-360,
- urządzenia chroniące atmosferę.

2.1. Kocioł parowy BP-1150

Kocioł parowy BP-1150 (rys.1) jest kotłem przepływowym, jednociągowym, bezwalczakowym, z wymuszonym przepływem wody przez parowacz, pracującym z ciśnieniem podkrytycznym. Paliwem podstawowym jest węgiel kamienny, który po zmieleniu w młynach, wdmuchiwany jest do komory paleniskowej.

Rys. 1.

Schemat kotła parowego BP-1150



Źródło: opracowanie własne

2.2. Turbina 18K370

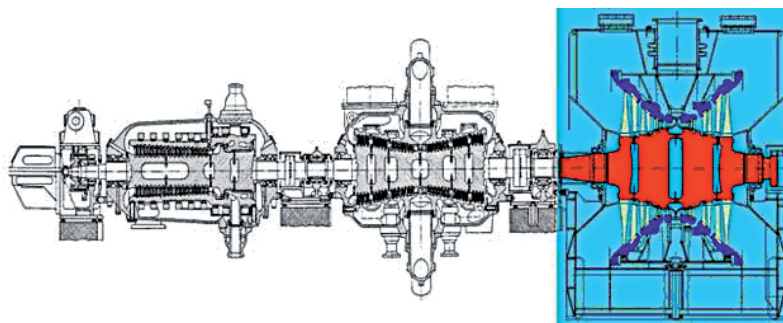
Turbina 18K370 (rys.2) jest turbiną reakcyjną, osiową, trójkadłubową, kondensacyjną, z nieregulowanymi upustami pary, z ilościowo-jakościową regulacją zasilania, z międzystopniowym przegrzewem pary.

Turbina składa się z trzech zasadniczych części:

- wysokoprężnej (WP),
- dwuwylotowej części średnioprężnej (SP),
- dwuwylotowej części niskoprężnej (NP).

Rys. 2.

Schemat turbiny 18K370



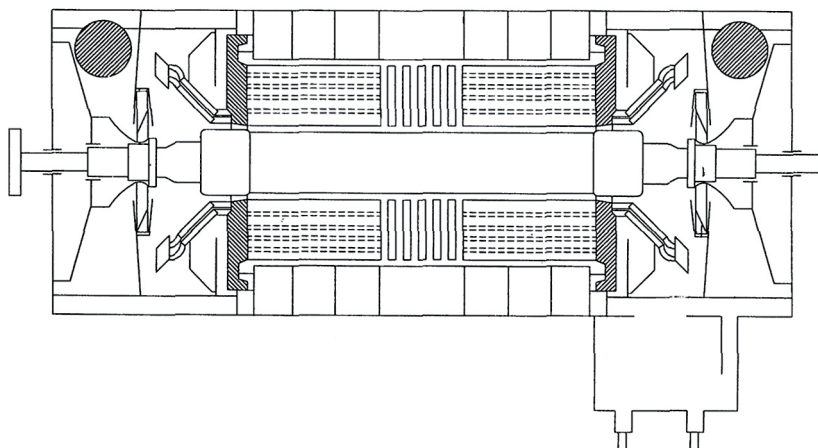
Źródło: opracowanie własne

2.3. Generator GTHW-370

Generator GTHW-370 (rys.3), przeznaczony do wytwarzania energii elektrycznej, przystosowany jest do bezpośredniego sprzężenia z turbiną parową 18K370. Pracuje on w układzie bezpośredniego chłodzenia uzwojenia stojana i wirnika. Uzwojenie stojana chłodzone jest wodą zdemineralizowaną, tzw. destylatem, a uzwojenie wirnika, beczka wirnika i żelazo czynne stojana wodorem, który wypełnia całą wewnętrzną przestrzeń generatora. Obieg wody wewnątrz uzwojenia stojana wymuszony jest przez pompy, znajdujące się poza generatorem. Obieg wodoru chłodzącego wewnątrz generatora zapewniają dwa wentylatory osadzone na wale po obu stronach wirnika. Nagrzany wodór chłodzony jest w chłodnicach wodnych usytuowanych pionowo w komorach końcowych stojana.

Rys. 3.

Przekrój generatora GTHW-370



Źródło: opracowanie własne

3. Istota innowacji

Modernizacyjne zabiegi w elektrowniach wyłącznie doskonalące istniejące już w nich poszczególne instalacje i urządzenia, takie jak modernizacja kotłów zwiększająca ich sprawność, modernizacja układów przepływowych turbin podnosząca ich sprawność wewnętrzną, modernizacja układów chłodzenia, czy zabiegi zmniejszające elektryczne potrzeby własne elektrowni - nie są w stanie znacząco poprawić sprawności wytwarzania w nich energii elektrycznej, nie zmieniają bowiem termicznych parametrów realizowanego obiegu cieplnego Clausiusa-Rankine'a. Można oczekiwać jedynie wówczas poprawy sprawności energetycznej elektrowni o co najwyżej 1, 2 punkty procentowe.

Racjonalną technologicznie i technicznie możliwością modernizacji już istniejących bloków, czyniącą je nowoczesnymi, jest ich konwersja do dwupaliwowych układów gazowo-parowych [Badyda, Lewandowski, Miller, Prokop, Świrski 1995].

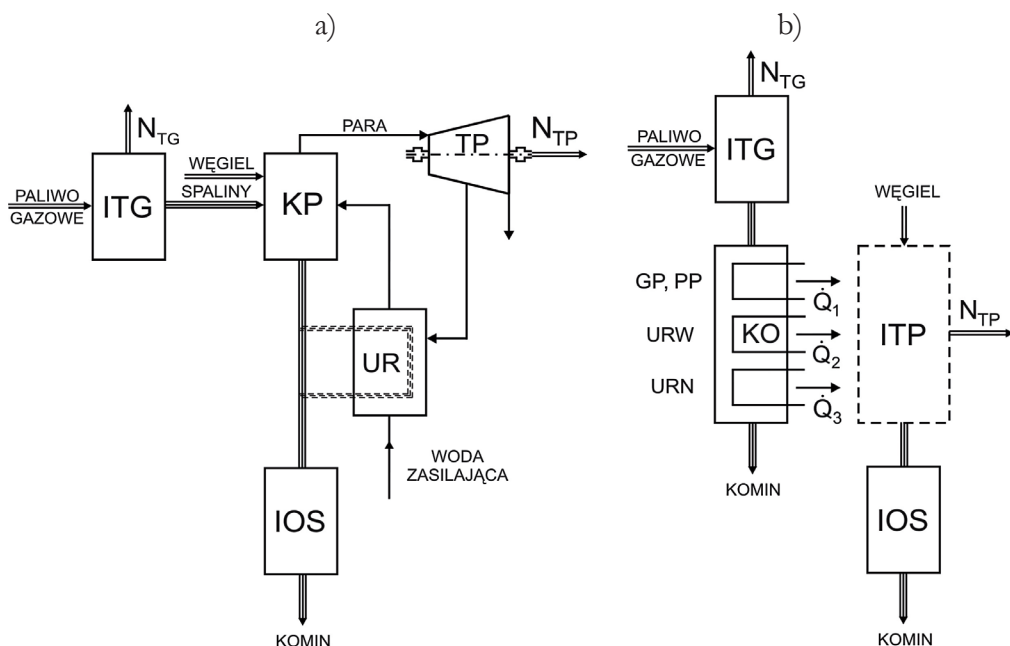
Zasadniczej bowiem zmianie ulegnie wówczas realizowany w nich obieg ciepły. Oprócz dotychczasowego obiegu Clausiusa-Rankine'a turbiny parowej realizowany w nich będzie obieg Joule'a turbiny gazowej, co skutkować będzie bardzo znaczącą poprawą ich sprawności energetycznej. Nastąpi jednocześnie, nawet dwukrotne, zwiększenie mocy elektrycznej zmodernizowanych w ten sposób bloków, co wykluczy konieczność budowy nowych. Bardzo istotnie zmniejszony zostanie także wskaźnik emisji zanieczyszczeń do środowiska naturalnego na jednostkę wyprodukowanej w nich energii elektrycznej w wyniku zmniejszonego zużycia węgla i spalania ekologicznego gazu ziemnego.

4. Innowacja technologiczna

Bardzo ważnym potencjałem modernizacyjnym krajowej energetyki są bazujące na turbinach gazowych tzw. czyste technologie węglowe charakteryzujące się relatywnie wysoką efektywnością energetyczną oraz małą emisją zanieczyszczeń do środowiska naturalnego [Badyda, Lewandowski, Miller, Prokop, Świrski 1995]. Są to m.in. sprzężone technologie gazowo-parowe dwupaliwowe, węglowo-gazowe: układy sprzężone szeregowo i równoległe – rys. 4.

Rys. 4.

a) układ dwupaliwowy szeregowy, b) układ dwupaliwowy równoległy. ITG – instalacja turbiny gazowej, KO – kocioł odzyskowy, KP – kocioł parowy, TP – turbina parowa, UR – układ regeneracji, IOS – instalacja oczyszczania spalin, ITP – instalacja turbiny parowej, GP – generacja pary, PP – przegrzew pary, URN, URW – regeneracja nisko- i wysokociśnieniowa, N_{TG} , N_{TP} – moce instalacji turbiny gazowej i parowej



Źródło: opracowanie własne

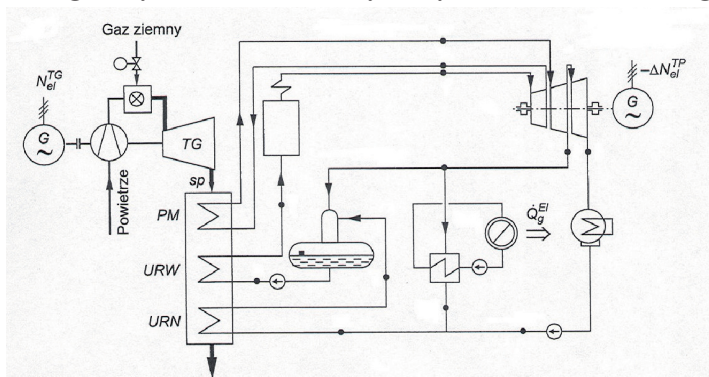
Układy te, co istotne, mogą powstawać w wyniku nadbudowy już istniejących struktur węglowych turbiną gazową. W tak zmodernizowanych elektrowniach nastąpi znaczące zwiększenie sprawności wytwarzania energii elektrycznej. Zmieni się bowiem realizowany w nich obieg cieplny.

W opalanych węglem elektrowniach realizowany jest parowy obieg Clausiusa-Rankine'a [Marecki 1990, Szargut 2000] z małą sprawnością wytwarzania energii elektrycznej, w bloku wynoszącą zaledwie 41% brutto (netto 37%).

Bardzo ważną również możliwością - ze względów energetycznych, ekonomicznych i ekologicznych - jest (jednocześnie z modernizacją bloku 370 MW do dwupaliwowego układu gazowo-parowego) przystosowanie go do pracy w układzie skojarzonym i dostarczania z niego odbiorcom oprócz energii elektrycznej również ciepła grzejnego – rys. 5.

Rys. 5.

Schemat ideowy węglowego bloku przystosowanego do pracy skojarzonej i nadbudowanego turbozespołem gazowym TG i kotłem odzyskowym w układzie równoległym



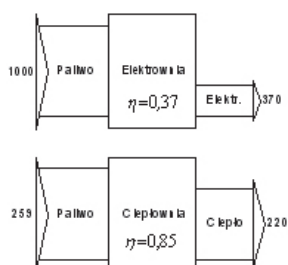
Źródło: opracowanie własne

Przystosowanie bloku do pracy skojarzonej skutkować będzie poprawą całkowitej efektywności energetycznej jego działania. Skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej jest ponadto najskuteczniejszym sposobem zmniejszenia zużycia energii chemicznej paliw, a tym samym zmniejszenia emisji szkodliwych produktów spalania do otoczenia [Głodek 2004]. Promowanie kogeneracji stanowi priorytet Wspólnoty Krajów Europejskich, co zapisano w preambule dyrektywy 2004/8/EC. W preambule tej wprowadzono pojęcie „*wysokosprawna kogeneracja*”, precyzując, że oszczędność względna energii chemicznej paliw pierwotnych PES (*Primary Energy Saving*) powyżej już tylko 10% upoważnia do używania tego terminu do energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w procesie skojarzonym – zob. rys. 6.

Rys. 6.

Porównanie rozdzielonego i skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła

Gospodarka rozdzielona



Gospodarka skojarzona



$$-\Delta E = 1000 + 259 - 983 = 276$$

$$PES = 276 / (1000 + 259) = 0,22$$

Źródło: opracowanie własne

Efektywne wykorzystywanie energii poprzez stosowanie skojarzenia może przyczynić się do bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej. Aktualne bowiem uzależnienie Unii od importu paliw pierwotnych w wysokości 53% może wzrosnąć przy zachowaniu obecnych tendencji do 70% w roku 2030. Należy zatem podjąć odpowiednie działania, aby zapewnić lepsze wykorzystanie możliwości, jakie stwarza kogeneracja w oparciu o zapotrzebowanie na ciepło użytkowe. Państwa członkowskie Unii Europejskiej zostały wręcz zobowiązane do przeprowadzenia analizy potencjału zastosowania skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepła grzeijnego, jak również analizy barier rozwoju kogeneracji.

Modernizacja elektrowni do pracy skojarzonej i jednocześnie układu gazowo-parowego dwupaliwowego może również prowadzić do poprawy efektywności ekonomicznej ich pracy. Zależać to będzie w głównej mierze od relacji cenowych pomiędzy nośnikami energii, tj. od relacji ceny ciepła do cen energii elektrycznej i paliwa, od wysokości jednostkowych (na jednostkę masy) stawek za emisję CO₂, CO, NO_x, SO₂ i pyłu do środowiska naturalnego oraz od wysokości jednostkowych stawek (na megawatogodzinę wyprodukowanej w elektrowni energii elektrycznej) za zrzut ścieków do otoczenia oraz utylizację popiołu i żużla. Zależać to będzie ponadto od wielkości produkcji energii elektrycznej i ciepła w układzie, a więc od mocy turbozespołu gazowego i struktury kotła odzyskowego nadbudowujących blok 370 MW.

Należy wreszcie mocno zaznaczyć, że modernizacja istniejących krajowych węglowych elektrowni do układów gazowo-parowych dwupaliwowych, gazowo-węglowych, obecnie i w perspektywie najbliższych kilkunastu lat, jest jedyną realną możliwością spełnienia do 2020 roku wymagań pakietu klimatyczno-energetycznego, określanego skrótowo mianem 3 × 20%, do którego Polska - jako członek Unii Europejskiej - jest zobowiązana [Bartnik, Duczkowska-Kądział, Kkrzyszewski 2011]. Modernizacja taka pozostawi przy tym węgiel, co istotne, jako podstawowe w nich paliwo. Zasoby węgla w kraju są bowiem duże i będzie zatem on, i słusznie, jeszcze długo głównym paliwem w krajowej energetyce zawodowej.

W czasie analizy efektywności ekonomicznej skojarzonej pracy bloku 370 MW, nadbudowanego jednocześnie turbiną gazową i kotłem odzyskowym (rys. 5), należy znaleźć optymalną wartość mocy turbozespołu gazowego i optymalny typ kotła odzyskowego. Od mocy turbozespołu gazowego i struktury kotła zależy bowiem ilość produkowanej w zmodernizowanym bloku energii elektrycznej, rodzaj i wielkość emisji zanieczyszczeń do środowiska naturalnego, koszty węgla i gazu itd., a zatem zależy od tego efektywność ekonomiczna jego pracy. Na tę efektywność mają ponadto wpływ nakłady inwestycyjne na modernizację. Ich wysokość jest również funkcją mocy turbozespołu gazowego i struktury kotła. Nakłady te rosną ze wzrostem mocy turbozespołu i z liczbą stopni ciśnienia w kotle odzyskowym. Istnieje zatem optimum techniczno-ekonomiczne, które należy znaleźć. W gospodarce rynkowej poszukiwanie

tego optimum, przy danej strukturze cen nośników energii, taryfowych jednostkowych stawkach za zanieczyszczanie środowiska naturalnego itd., należy przeprowadzić za pomocą kryterium ekonomicznego, kryterium minimalnego kosztu produkcji energii elektrycznej i ciepła w zmodernizowanym bloku.

Podjęcie zatem kompleksowej, termodynamicznej i ekonomicznej analizy optymalizacyjnej bloku węglowego, o znamionowej mocy elektrycznej równej 370 MW, do pracy skojarzonej z zastosowaniem nowoczesnej technologii gazowej, jest zarówno ważnym i koniecznym do rozwiązania problemem studialnym, jak i szczególnie ważnym zagadnieniem mającym utylitarne znaczenie.

Podsumowując, konieczna jest analiza termodynamiczna i ekonomiczna, która odpowie na fundamentalne pytania: jaka jest optymalna moc turbozespołu gazowego i struktura kotła odzyskowego nadbudowujących blok 370 MW z jednoczesnym przystosowaniem go do pracy skojarzonej, gwarantujących opłacalność ekonomiczną modernizacji? Jakie powinny być relacje cenowe pomiędzy nośnikami energii, pomiędzy cenami węgla, gazu i energii elektrycznej, jakie powinny być wysokości taryfowych jednostkowych stawek za emisję CO₂, CO, NO_x, SO₂ i pyłu do atmosfery, dzięki którym modernizacja będzie efektywna ekonomicznie?

5. Propozycja przebiegu innowacji

Należy wreszcie mocno zaznaczyć, że modernizacja istniejących krajowych węglowych elektrowni do układów gazowo-parowych dwupaliwowych, gazowo-węglowych, obecnie i w perspektywie najbliższych kilkunastu lat, jest jedyną realną możliwością spełnienia do 2020 roku wymagań pakietu klimatyczno-energetycznego, określanego skrótowo mianem 3 × 20%, do którego Polska - jako członek Unii Europejskiej - jest zobowiązana.

Podjęcie zatem kompleksowej, termodynamicznej i ekonomicznej analizy optymalizacyjnej bloku węglowego, o znamionowej mocy elektrycznej równej 370 MW, do pracy skojarzonej z zastosowaniem nowoczesnej technologii gazowej, tj. z konwersją bloku do układu gazowo-parowego dwupaliwowego z wykorzystaniem gazu ziemnego, jest zarówno ważnym i koniecznym do rozwiązania problemem studialnym, jak i szczególnie ważnym zagadnieniem mającym duże praktyczne znaczenie.

Za podjęciem przedstawionej powyżej propozycji wprowadzenia innowacji badawczej przemawiają przesłanki:

- Konieczność wprowadzania nowoczesnych technologii wytwórczych do Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE);
- Oszczędność energii chemicznej paliw pierwotnych dzięki wprowadzeniu skojarzenia do elektrowni, a tym samym zmniejszenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery w skali kraju;

- Dążenie do wzrostu zużycia gazu ziemnego oraz zmniejszenie zużycia węgla w KSE;
- Zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego kraju przez dywersyfikację rodzaju paliw stosowanych w KSE;
- Konieczność przeanalizowania efektów energetycznych, ekologicznych i ekonomicznych związanych z proponowaną modernizacją istniejących elektrowni węglowych oraz wpływających na wielkość tych efektów takich czynników, jak struktura cen nośników energii i wysokość stawek za emisje zanieczyszczeń do środowiska naturalnego.

Końcowym celem modernizacji bloku 370 MW do pracy skojarzonej i układu gazowo-parowego dwupaliwowego są:

- poprawa całkowitej efektywności energetycznej bloku,
- zwiększenie mocy elektrycznej bloku,
- poprawa efektywności ekonomicznej pracy bloku,
- ograniczenie emisji zanieczyszczeń do środowiska naturalnego na megawatogodzinę wyprodukowanej w bloku energii elektrycznej i dostosowanie ich do wymogów europejskiego pakietu klimatyczno-energetycznego z grudnia 2008 r.

Z uwagi na powyższe należałoby wprowadzić zaproponowaną innowację i wykonać analizę efektywności termodynamicznej i ekonomicznej konwersji bloku węglowego do pracy skojarzonej z jednoczesną jego nadbudową turbiną gazową i kotłem odzyskowym.

Zakres prac, które obejmowałyby zaproponowaną innowację, to:

1. opracowanie modelu matematycznego układu technologicznego bloku węglowego przystosowanego do pracy skojarzonej i nadbudowanego turbozespołem gazowym i kotłem odzyskowym jedno-, dwu- i trójciśnieniowym;
2. wykonanie obliczeń efektywności termodynamicznej pracy zmodernizowanego bloku dla całego typoszeregu mocy produkowanych turbozespołów gazowych oraz różnych typów kotła odzyskowego;
3. przeprowadzenie obliczeń efektywności ekonomicznej pracy zmodernizowanego bloku.

Jako kryterium doboru optymalnej technologii modernizacji należy przyjąć kryterium ekonomiczne, jako nadrzędne dla kryterium technicznego. W gospodarce rynkowej w ostateczności to bowiem opłacalność ekonomiczna decyduje o celowości zastosowania konkretnego rozwiązania technicznego i podjęciu decyzji inwestycyjnej.

Należy jednak pamiętać, że analiza ekonomiczna jest możliwa po uprzedniej analizie termodynamicznej. To jej wyniki są wielkościami wejściowymi do analizy ekonomicznej.

Podsumowanie

Biorąc pod uwagę przedstawioną powyżej propozycję innowacji technologicznej, polegającą na wprowadzeniu nowych metod wytwarzania usprawniających produkcję i czyniących ją lepszą bądź tańszą, jak również innowację ekologiczną zmniejszającą negatywne skutki działania przedsiębiorstwa na środowisko naturalne - nasuwają się wnioski wypływające z rozważonych w artykule poszczególnych zagadnień.

1. Zaproponowana innowacja technologiczno-ekologiczna może udzielić odpowiedzi na bardzo istotne pytania. Jakie będą relacje cenowe pomiędzy nośnikami energii i wysokością jednostkowych stawek opłat środowiskowych, które gwarantowałyby jej opłacalność ekonomiczną? Znajomość odpowiedzi na powyższe pytania jest (powinna być) fundamentem przy podejmowaniu decyzji o sposobach modernizacji krajowych węglowych elektrowni i elektrociepłowni.
2. Zaprezentowana konwersja do pracy skojarzonej w układzie z turbiną gazową i kotłem odzyskowym mają charakter ogólny. Mogą być stosowane do bloków o dowolnych mocach elektrycznych. Wraz ze zmianą mocy bloku zmiany wymagać będą wówczas jedynie niektóre z bilansów energii i masy oraz potrzebne będą empiryczne charakterystyki energetyczne dla urządzeń nowego analizowanego bloku.
3. Przystosowanie bloku do pracy skojarzonej skutkować będzie poprawą całkowitej efektywności energetycznej jego działania. Skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej jest ponadto najskuteczniejszym sposobem zmniejszenia zużycia energii chemicznej paliw, a tym samym zmniejszenia emisji szkodliwych produktów spalania do otoczenia. Promowanie kogeneracji stanowi priorytet Wspólnoty Krajów Europejskich, co zapisano w preambule dyrektywy 2004/8/EC.
4. Efektywne wykorzystywanie energii poprzez stosowanie skojarzenia może przyczynić się do bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej.
5. Modernizacja elektrowni do pracy skojarzonej i jednocześnie układu gazowo-parowego może również prowadzić do poprawy efektywności ekonomicznej ich pracy.
6. Należy wreszcie mocno zaznaczyć, że modernizacja istniejących krajowych węglowych elektrowni do układów gazowo-parowych dwupaliwowych, gazowo-węglowych, obecnie i w perspektywie najbliższych kilkunastu lat, jest jedyną realną możliwością spełnienia do 2020 roku wymagań pakietu klimatyczno-energetycznego, określanego skrótowo mianem $3 \times 20\%$, do którego Polska - jako członek Unii Europejskiej - jest zobowiązana.

Bibliografia:

1. Badyda K., Lewandowski J., Miller A., Prokop A., Świrski K., *Węgiel jako paliwo w układach gazowo-parowych*, [w:] The First International Scientific Symposium Compower'95 Gdańsk, listopad 1995.
2. Bartnik R., Duczkowska-Kądział A., Skrzyszewski M., *Pakiet klimatyczno-energetyczny a dwupalinowe układy gazowo-parowe*, „Energetyka” 2011, nr 1.
3. Głodek E., *Energetyczne i ekologiczne aspekty wprowadzenia skojarzenia w bloku energetycznym*, praca doktorska. Pol. Opolska, Wydz. Mechaniczny, 2004.
4. Marecki J., *Gospodarka skojarzona ciepłno-elektryczna*, WNT, Warszawa 1990.
5. Szargut J., *Termodynamika techniczna*, PWN, Warszawa 2000.
6. PGE Elektrownia Opolo SA - informacje własne.

Modelowanie zmian temperatury i strat ciepłych budynków z zastosowaniem modeli uproszczonych

Wprowadzenie

Badania prowadzone w trakcie ostatnich lat pokazują, że w klimacie umiarkowanym istotna część wyprodukowanej energii jest tracona poprzez straty ciepła budynków mieszkalnych. W sumie w ten sposób tracone jest aż 40% produkcji energii, zarówno elektrycznej, jak i ciepłej. Zjawisko to posiada szereg negatywnych skutków zarówno ekologicznych, jak również ekonomicznych. Obecnie szczególnie istotnym elementem, brany pod uwagę podczas planowania wszelkiego rodzaju przedsięwzięć, jest aspekt ekologiczny, dlatego ogromny nacisk kładziony jest na ograniczenie zanieczyszczeń i tzw. gazów cieplarnianych. Ograniczanie wytwarzania gazów cieplarnianych uzyskiwane może być w dwojaki sposób 1) poprzez stosowanie odnawialnych źródeł energii oraz 2) poprzez ograniczanie obciążeń energetycznych w środowisku. Ostatecznie zmiana technologii produkcji budynków mieszkalnych na rozwiązania energooszczędne i pasywne jest w stanie zaoszczędzić w najbliższych latach ok 15-20% produkowanej energii. W związku z powyższym różnego rodzaju instytucje państwowe kierują do inwestorów budowlanych szczególne inicjatywy (w postaci różnego rodzaju dopłat, odliczeń itp.) zachęcające do budowania budynków energooszczędnych. Z punktu widzenia inwestora najistotniejszym elementem, mającym wpływ na decyzje związane z planowanym stopniem energooszczędności projektowanego budynku, jest opłacalność ekonomiczna danego rozwiązania. Dlatego szczególną uwagę podczas projektowania zwraca się na obliczenia i optymalizacje strat ciepła budynku przy utrzymaniu planowanego budżetu budowy. Zwykle w tym procesie stosuje się technologie komputerową wspartą nowoczesnymi programami obliczeniowymi. Za pomocą tych narzędzi implementowane są modele matematyczne strat ciepła. Modele te z definicji powinny być układami o parametrach rozłożonych (bo tak w istocie powinno być modelowane samo zjawisko wymiany ciepła), jednakże takie modele są zwykle: 1) bardzo złożone obliczeniowo oraz 2) wykorzystanie ich może być zbyt czasochłonne (może wymagać szczegółowego przerysowania całego projektu budynku w programie obliczeniowym). Dlatego w praktyce modelowanie dynamiki

cieplnej budynku często opiera się na uproszczonych modelach o parametrach skupionych. Są one z jednej strony mniej dokładne, ale za to są znacznie prostsze obliczeniowo i implementacyjnie. Jednymi z częściej stosowanych w tym zadaniu są: modele oparte na schematach zastępczych ekwiwalentnych układów elektrycznych [Deng i inni 2010; Gouda i inni 2000], modele oparte na sztucznych sieciach neuronowych [Dawidowicz i Sidorowicz 2010] oraz (najczęściej) modele oparte na równaniach różniczkowych zwyczajnych [Deng i inni 2010]. Celem niniejszego artykułu jest podjęcie próby opracowania uproszczonego modelu zmian temperatury i strat ciepłych budynku z zastosowaniem modeli dynamicznych o parametrach skupionych.

1. Modelowanie matematyczne strat ciepłych budynku

1.1. Przewodność cieplna

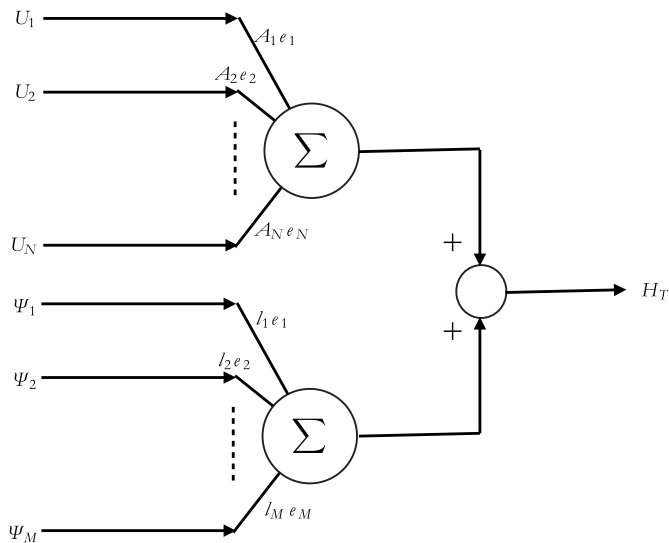
Powszechnie wiadomo, że przewodność cieplna budynku jest sumą przewodności poszczególnych elementów (przegród) łączących budynek z otoczeniem zewnętrznym. Szczególnie istotnymi elementami mogą być tutaj ściany zewnętrzne, dach oraz powierzchnie przeszklone. Jednakże w budynkach zwykle występują również niewielkie powierzchnie o szczególnie wysokim przewodnictwie ciepła tzw. mostki cieplne. Występują one zwykle w okolicach okien, drzwi oraz (czasami) stropów budynków. Zgodnie z Polską Normą (PN-EN 12831:2006) model matematyczny przewodności cieplnej również powinien uwzględniać to zjawisko. Ostatecznie przewodność cieplna budynku opisana jest zależnością [Dawidowicz i Sidorowicz 2010; Strzeszewski i Wereszczynski 2007]:

$$H_T = \sum_{j=1}^N U_i A_i e_i + \sum_{i=1}^M \Psi_j l_j e_j \quad \left[\frac{W}{K} \right] \quad (1)$$

gdzie U_i jest przewodnością cieplną i -tej przegrody budynku wyrażona w $\left[\frac{W}{m^2 K} \right]$, A_i jest powierzchnią i -tej przegrody $[m^2]$, Ψ_j , j to liniowa przewodność cieplna j -tego mostka termicznego $\left[\frac{W}{m K} \right]$, l_j to długość j -tego mostka, e_i oraz e_j to korekcyjne współczynniki kierunkowe i -tej przegrody i j -tego mostka termicznego oraz N i M to odpowiednio liczba przegród oraz liczba mostków termicznych. Współczynnik przewodności U_i może być wyliczany wg. odpowiednich norm ISO (ISO 6946 dla ścian i dachów, ISO 10077-1 dla drzwi i okien) lub europejskich aprobat technicznych [Dawidowicz i Sidorowicz 2010]. Równanie (1) może również zostać przedstawione za pomocą 2 neuronów liniowych, co zostało pokazane na rysunku nr 1.

Rys. 1.

Wyznaczanie sumarycznej przewodności cieplnej budynku H_T



Źródło: opracowanie własne

1.2. Pojemność cieplna

Poza przewodnością cieplną budynku istotnym elementem, branym pod uwagę przy modelowaniu procesu wymiany ciepła budynku z otoczeniem, jest pojemność cieplna budynku. Pojemność cieplna jest zasadniczo zależna od konstrukcji ścian budynku oraz od technologii wykonania stropu, jednakże zależy również od szeregu innych elementów obejmujących m.in. umeblowanie i wyposażenie budynku (aczkolwiek wpływ tych elementów nie jest kluczowy). Dlatego do podstawowych właściwości termicznych materiałów budowlanych zalicza się również ciepło właściwe $c \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$. Ciepło właściwe oznacza energię, jaką należy dostarczyć do 1 kg materiału, aby podnieść jego temperaturę o 1 st. Pojemność cieplna wyznaczona może być na podstawie następującej zależności [Garbalińska i Bochenek 2011]:

$$C = cm \quad \left[\frac{J}{K} \right], \quad (2)$$

która może również zostać odniesiona do objętości i gęstości materiału

$$C = c\varphi V \left[\frac{J}{K} \right], \quad (3)$$

gdzie φ to ciężar właściwy, a V to objętość zastosowanych materiałów. Ostatecznie pojemność cieplna budynku jest wypadkowa wszystkich materiałów zastosowanych w budynku

$$\hat{C} = \sum_{i=1}^N c_i \varphi_i V_i \quad (4)$$

gdzie N to suma zastosowanych materiałów. W tabeli 1 przedstawiono ciepła właściwe i gęstości wybranych materiałów budowlanych.

Tab. 1.

Ciepło właściwe i gęstość wybranych materiałów budowlanych

Material	c	φ
silikaty	0.85-0.92	1400-1800
cegła pełna	0.85-0.92	1800
pustaki ceramiczne	0.85-0.92	750-900
beton komórkowy	0.85-0.92	400-700

Zródło: opracowanie własne

1.3. Model dynamiczny procesu

W rozpatrywanym przypadku nie jest szacowany komfort cieplny wewnątrz budynku, a jedynie modelowane są jego całkowite straty ciepła. W związku z tym nie jest istotny rozkład temperatury na poszczególnych kondygnacjach, w poszczególnych pomieszczeniach budynku, czy na określonych wysokościach. Dlatego do opisu procesu zmian temperatury, idącymi za nią stratami ciepła oraz energii potrzebnej do ogrzania budynku (przy określonej temperaturze zewnętrznej) wystarczy model dynamiczny o parametrach skupionych opisany następującym równaniem różniczkowym

$$\hat{C} \frac{dT}{dt} = Q_{we} - Q_{ny}, \quad (5)$$

gdzie Q_{ny} i Q_{we} oznaczają odpowiednio energię cieplną traconą i dostarczaną do budynku. Biorąc po uwagę, że $Q_{ny} = H_T (T_w - T_z)$, gdzie T_w - temperatura wewnętrzna i T_z - temperatura zewnętrzna, otrzymamy równanie

$$\hat{C} \frac{dT}{dt} = H_T (T_w - T_z) = Q_{we}, \quad (6)$$

gdzie $\hat{C}$ jest wyznaczane z zależności (1), a H_T z zależności (4).

1.4. Parametry modelu

W rozpatrywanym modelu zastosowano 4 podstawowe rodzaje przegród (patrz równanie (1)) oraz 1-liniowy mostek termiczny, opisujący sumarycznie wszystkie straty ciepła w okolicach drzwi i okien. Zestawienie powierzchni przegród wraz z ich przewodnością cieplną zostały przedstawione w tabeli 2. Ponadto w tabeli 2 zestawiono pojemności cieplne zastosowanych (przykładowych) materiałów.

Tab. 2.

Zestawienie przewodności cieplnej przegród i ich powierzchni

Przegroda	U_i [J/m ² K]	A_i [m ²]
Ściany (Pustak MAX 25 + 15 cm styropian)	$U_1 = 0.23$	$A_1 = 120$
Dach (wełna mineralna 18 cm)	$U_2 = 0.31$	$A_2 = 230$
Okna (2 szybowe standard)	$U_3 = 1.0$	$A_3 = 12.5$
Podłoga	$U_4 = 0.29$	$A_4 = 200$
Mostek cieplny	$\Psi_1 = 0.5$	$l_1 = 20$
Ściany razem	$m_1 = 31680$	$c_1 = 0.90$
Stropy	$m_2 = 36500$	$c_2 = 0.90$

Źródło: opracowanie własne

$$\left(\sum_{i=1}^4 c_i \rho_i V_i \right) \frac{dT}{dt} + \left(\sum_{i=1}^4 U_i A_i l_i + \Psi_1 l_1 \right) T_w - \left(\sum_{i=1}^3 U_i A_i l_i + \Psi_1 l_1 \right) T_z - U_4 A_4 T_g = Q_{we} \quad (7)$$

gdzie T_g oznacza temperaturę gruntu. Implementacja programowa równania (7) i badania symulacyjne zostaną przedstawione w następnym rozdziale.

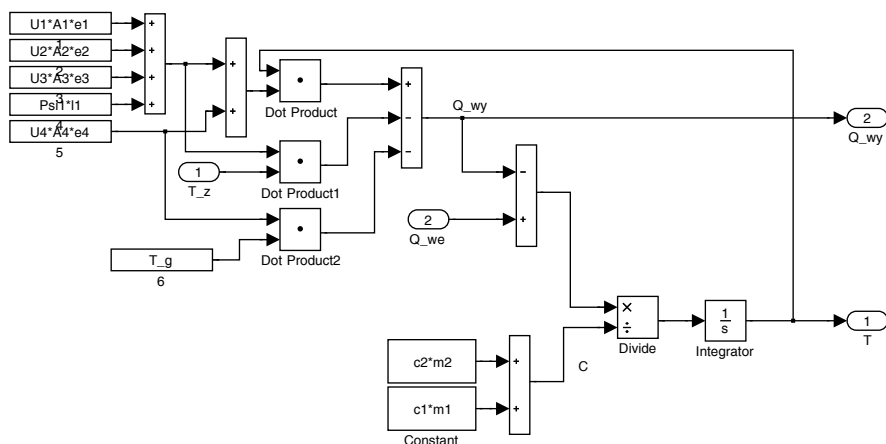
2. Badania symulacyjne

Model (7) został zaimplementowany w środowisku Matlab/Simulink. Schemat blokowy układu we wspomnianym środowisku został przedstawiony na rysunku 2.

Jak pokazuje rysunek 2 model zawiera dwa sygnały wejściowe: Q_{we} oraz T_z oraz dwa sygnały wyjściowe: Q_{wy} oraz T . Na rysunku 3 przedstawiono przykładowe przebiegi czasowe wybranych sygnałów wejściowych i wyjściowych z modelu.

Rys. 2.

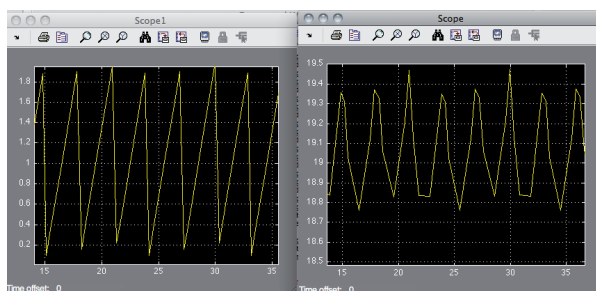
Schemat blokowy modelu w środowisku Matlab/Simulink



Źródło: opracowanie własne

Rys. 3.

Przebiegi czasowe Q_{we} (lewa strona) oraz T (prawa strona)



Źródło: opracowanie własne

Z zastosowaniem prezentowanego modelu można dokonać analizy zmian temperatury i strat ciepłych budynku przy określonych parametrach izolacyjnych przegród. Dzięki temu możliwa jest symulacja wpływu stosowanych materiałów izolacyjnych na straty ciepłe budynku w określonych warunkach zewnętrznych.

3. Posumowanie

Jak pokazuje rysunek 2, model zawiera dwa sygnały wejściowe: Q_{we} oraz T_z oraz dwa sygnały wyjściowe: Q_{wy} oraz T . Na rysunku 3 przedstawiono przykładowe przebiegi czasowe wybranych sygnałów wejściowych i wyjściowych z modelu. W artykule została przedstawiona uproszczona metoda modelowania zmian temperatury i strat ciepłych budynku za pomocą uproszczonego, liniowego modelu

o parametrach skupionych. Dzięki opracowanemu modelowi możliwa jest analiza wpływu stosowanych materiałów izolacyjnych na straty ciepłe budynku w określonych warunkach atmosferycznych.

Bibliografia

1. Dawidowicz J., Sidorowicz W., *Modelowanie neuronowe w obliczaniu współczynnika ciepła oraz wymaganej warstwy izolacji przegrody budowlanej*, Budownictwo i Inżynieria Środowiska, tom 1, Białystok 2010, s. 18-24.
2. Deng K., Barooah P., Mehta P. G., Meyn S. P., *Building thermal model reduction via aggregation of states*, In Proceedings of the 2010 American Control Conference, Atlanta 2010, s. 5118–5123.
3. Garbalińska H., Bochenek M., *Izolacyjność termiczna a akumulacyjność cieplna wybranych materiałów ściennych*, "Czasopismo Techniczne", z. 108, nr 11, Kraków 2011, s. 89-96.
4. Gouda M., Danaher S., Underwood C., *Low-order model for the simulation of a building and its heating system*, Building Services Engineering Research and Technology, tom 21,, nr 3, Newcastle 2000, s. 199–208.
5. Strzeszewski M., Wereszczyński P., Norma PN-EN 12831. *Nowa metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego. Poradnik*, Purmo, Rybnik 2007.

Techniczno-ekonomiczne aspekty eksploatacji małego układu CHP na biogaz w oczyszczalni ścieków w aspekcie systemów wsparcia operacyjnego

Wprowadzenie

W obliczu rosnących potrzeb energetycznych świata i kurczących się zasobów paliw konieczne jest wykorzystywanie źródeł energii w sposób wysokosprawny, efektywny, a przy tym nie wpływający niekorzystnie na stan środowiska naturalnego [Abdelaziz at al. 2011, Skorek 2012]. Oprócz przyswajania i wdrażania technik produkcji energii ze źródeł odnawialnych oraz poszukiwania nowych jej źródeł należy wykorzystywać dostępne wysokoefektywne technologie konwersji energii, np. skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej (kogeneracja), ze szczególnym uwzględnieniem tzw. małych gazowych układów CHP [Skorek 2002, Skorek, Kalina 2005, Skorek, Tańczuk 2005, Peng at al. 2008, Kempegowda at al. 2012].

W porównaniu z produkcją ciepła i energii elektrycznej w układach rozdzielonych (elektrownie i ciepłownie/kotłownie) gospodarka skojarzona pozwala na wytwarzanie tych form energii jednocześnie, co zwiększa efektywność i sprawność całego procesu i zawsze wpływa na obniżenie zużycia energii pierwotnej [Lund at al. 2005, Martens 1998, Badami at al. 2008, Kempegowda at al. 2012]. Oszczędność paliwa powoduje z kolei ograniczenie wielkości emisji szkodliwych związków uwalnianych do atmosfery w procesie spalania oraz zmniejsza ilości odpadów paleniskowych powstających w wyniku spalania paliw stałych [Kalina 2011]. Oprócz efektów termodynamicznych, które wynikają bezpośrednio z zastąpienia procesów rozdzielonych procesami skojarzonymi, kogeneracja wiąże się również z możliwością osiągnięcia konkretnych korzyści ekonomicznych. Sam fakt wprowadzenia gospodarki skojarzonej nie oznacza jednak automatycznego osiągnięcia efektów ekonomicznych w skali danego przedsięwzięcia. Osiągnięcie korzystnych wskaźników opłacalności (krótkich czasów zwrotu nakładów inwestycyjnych, dużej wartości zysku) jest możliwe jedynie w przypadku optymalnie dobranej konfiguracji układu CHP [Skorek, Tańczuk 2005].

Ze względu na wspomniane uwarunkowania stwierdzić można, że jak najbardziej celowe jest wprowadzanie uregulowań prawnych zachęcających do inwestowania w technologie kogeneracyjne. W krajach unii Europejskiej pozytywne

znaczenie kogeneracji znalazło swe uznanie w szeregu działań promujących stosowanie technologii kogeneracyjnych. Ukoronowaniem tych działań było wprowadzenie Dyrektywy 2004/8/UE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 11 lutego 2004 „W sprawie promowania kogeneracji na wewnętrznych rynkach energii w oparciu o zapotrzebowanie na ciepło użytkowe”. Konsekwencją zapisów wspomnianej dyrektywy jest to, że kraje Unii Europejskiej (oraz wiele innych krajów świata) stosuje różnego rodzaju zachęty prawne mające przyczyniać się do rozwoju kogeneracji, zarówno na etapie inwestycyjnym (dotacje, niskooprocentowane pożyczki celowe), jak i na etapie operacyjnym (systemy taryf gwarantowanych czy systemy „kolorowych” certyfikatów).

Przypadkiem szczególnym stosowania małych układów CHP jest ich wykorzystanie do produkcji ciepła i energii elektrycznej w oczyszczalniach ścieków, gdzie zasilane są one biogazem powstającym w procesie fermentacji osadu ściekowego [Skorek, Kalina 2005, Skorek et al. 2003].

W niniejszej pracy dokonano techniczno-ekonomicznej oceny pracy układu kogeneracyjnego zabudowanego przez WiK w Opolu sp. z o.o. w miejskiej oczyszczalni ścieków w Opolu oraz przeanalizowano możliwości ulepszenia wskaźników ekonomicznych poprzez wykorzystanie dostępnego w Polsce wsparcia operacyjnego. Analizie poddano możliwość uzyskania świadectw pochodzenia dla energii elektrycznej wyprodukowanej w tzw. kogeneracji wysokosprawnej. Praca składa się zatem z dwóch części:

1. studium opłacalności (*feasibility study*) inwestycji polegającej na budowie układu skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej w oczyszczalni ścieków w Opolu, z uwzględnieniem rzeczywistych danych operacyjnych z okresu od 2009 (uruchomienie elektrociepłowni) do 2012;
2. analizy możliwości uzyskiwania świadectw pochodzenia z kogeneracji wysokosprawnej dla analizowanych modułów, na podstawie rzeczywistych danych operacyjnych.

1. Opis analizowanego układu

Analizowane przedsięwzięcie zrealizowane zostało na przełomie roku 2008/2009 i polegało na budowie małej elektrociepłowni opartej na wysokosprawnych modułach kogeneracyjnych z silnikami spalinowymi zasilanymi biogazem w miejskiej oczyszczalni ścieków w Opolu. Nowy układ skojarzony zastąpił dwie istniejące wyeksploatowane technicznie i niskosprawne jednostki kogeneracyjne. Uruchomienie nowych jednostek nastąpiło w maju 2009 r.

Podjęcie prac modernizacyjnych nastąpiło ze względu na uwarunkowania techniczne i ekologiczne układu (duża awaryjność i znaczące obniżenie sprawności, a w konsekwencji większe jednostkowe zużycie paliwa i wzrost wielkości emisji),

a także z przesłanek ekonomicznych (wysokie koszty eksploatacji - m.in. koszty remontów oraz zakupu oleju smarowego). Wdrożenie projektu miało na celu osiągnięcie korzyści energetycznych, ekologicznych i ekonomicznych. Na etapie opracowywania wstępnego studium opłacalności zakładano, że w wyniku realizacji inwestycji uzyskane zostaną efekty rzeczowe, ekologiczne i ekonomiczne.

1.1. Opis konfiguracji i zastosowanej technologii

Nowy układ kogeneracyjny zlokalizowany został na terenie części „A” oczyszczalni ścieków w Opolu, w północno-zachodniej części miasta, między rzeką Odrą od strony wschodniej a kanałem Ulgi od strony zachodniej (rys. 1).

Konfiguracja instalacji nie uległa zmianie w stosunku do istniejącego wcześniej rozwiązania - dwa nowe moduły kogeneracyjne zastąpiły jedynie moduły istniejące. Zmieniła się natomiast lokalizacja elektrociepłowni – moduły zabudowane zostały w zaprojektowanym dla tego celu nowym budynku będącym przedmiotem opisywanej inwestycji, zlokalizowanym obok istniejącej i niewykorzystywanej już hali agregatów.

Podobnie, jak w nieistniejącym już rozwiązaniu, składającym się z dwóch silników spalinowych WOLA, napędzających agregaty prądotwórcze oraz zespołu wymienników ciepła, nowa elektrociepłownia składa się z dwóch kompletnych modułów kogeneracyjnych zasilanych gazem fermentacyjnym (biogaz) wytwarzanym podczas przeróbki osadów ściekowych. Nowe jednostki kogeneracyjne, wraz z istniejącym układem niskotemperaturowych kotłów wodnych, pokrywają potrzeby cieplne obiektu w postaci gorącej wody technologicznej do podgrzewania osadu, gorącej wody na cele c.o. (w sezonie grzewczym) oraz c.w.u. (przez cały rok).

Zarówno układ kogeneracyjny, jak i kotły wodne są zasilane biogazem. Biogaz jest wytwarzany w dwóch komorach fermentacyjnych WKF, skąd jest przesyłany do stałociśnieniowego zbiornika gazu. Ze zbiornika biogaz poprzez sieć gazową rozprowadzany jest do kotłowni (gdzie zasila kotły wodne) oraz do budynku elektrociepłowni, w której zasila 2 niezależne moduły kogeneracyjne na bazie silników spalinowych. Moduły kogeneracyjne wytwarzają energię elektryczną dla pokrycia części potrzeb własnych oczyszczalni ścieków. Pozostała część prądu kupowana jest z sieci. W przypadku chwilowych nadwyżek produkcji energii elektrycznej sprzedawana jest ona na zewnątrz do sieci.

Zastosowana technologia wykorzystuje wysokosprawne kogeneracyjne z silnikami spalinowymi tłokowymi napędzanymi paliwem biogazowym, a w przypadku niedoboru biogazu, gazem ziemnym wysokometanowym E (GZ50) - agregaty wyposażono w dodatkową ścieżkę gazową umożliwiającą spalanie gazu ziemnego w przypadku trudności z pozyskaniem biogazu.

Rys. 1.

Lokalizacja układu istniejącego i planowanego



Źródło: opracowanie własne

Nowa elektrociepłownia składać się będzie z agregatów (modułów CHP) o parametrach przedstawionych w tabeli 1.

Tab. 1.

Wybrane parametry znamionowe analizowanych modułów CHP

Agregat	Moc elektryczna	Moc cieplna	Moc wejściowa
-	kW_{el}	kW_{t_h}	kW
1	370	426	955
2	192	214	499

Źródło: opracowanie własne

2. Zakładane i osiągnięte efekty techniczne pracy nowego układu

W celu wykonania analizy ekonomicznej budowy i eksploatacji układu konieczne jest zdefiniowanie i wyznaczenie wskaźników technicznych stanowiących dane wejściowe i podstawę do dalszych obliczeń opłacalności. Kluczowe do przeprowadzenia analizy ekonomicznej są w tym przypadku:

- ilość rocznie wyprodukowanej energii elektrycznej,
- ilość rocznie wyprodukowanego ciepła,
- ilość rocznie zużytego paliwa (biogazu),
- sprawność całkowita średnioroczna pracy układu.

Na etapie planowania inwestycji zakładano, że w wyniku pracy nowego układu kogeneracyjnego wyprodukowane zostanie **4 305 MWh** energii elektrycznej rocznie, z czego **3 182 MWh** zużyte zostanie na potrzeby własne, a **1 123 MWh** stanowić będzie nadwyżkę sprzedawaną na zewnątrz.

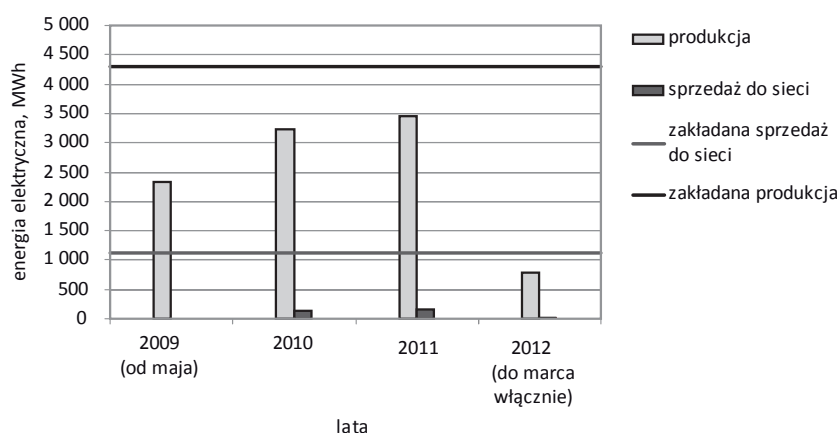
Dla celów niniejszej analizy wykorzystano informacje o rzeczywistych efektach osiągniętych w okresie 3 lat eksploatacji (2009-2012). Rzeczywista produkcja energii elektrycznej z dwóch modułów kogeneracyjnych wyniosła:

- w roku 2009 (od maja): 2 332 MWh, w tym sprzedana nadwyżka: 0 MWh,
- w roku 2010: 3 235 MWh, w tym sprzedana nadwyżka: 143 MWh,
- w roku 2011: 3 445 MWh, w tym sprzedana nadwyżka: 150 MWh,
- w roku 2012 (do marca włącznie): 794 MWh, w tym sprzedana nadwyżka: 12 MWh.

Zestawienie efektów osiągniętych z wielkościami zakładanymi na etapie planowania inwestycji pokazano na rysunku 2.

Rys. 2.

Produkcja i sprzedaż energii elektrycznej do sieci – wielkości rzeczywiste i planowane



Źródło: opracowanie własne

Mniejsza niż zakładana produkcja energii elektrycznej wynika z braku wystarczającej ilości biogazu i wynikającą z tego koniecznością pracy modułów pod zmniejszonym obciążeniem. W dalszej części opracowania wykonano analizę opłacalności przeprowadzonej inwestycji, w której wykorzystano rzeczywiste wielkości produkcyjne.

3. Uwarunkowania prawne eksploatacji układu – wsparcie systemowe

Opłacalność budowy układów kogeneracyjnych zależy od wielu czynników ekonomicznych, głównie od cen energii (elektrycznej i ciepła) oraz nośników energii (paliwa). Przesłanki techniczne i ekonomiczne stosowania kogeneracji, w tym kogeneracji wykorzystującej paliwa odnawialne (np. biogaz), mają jednak duży związek z obowiązującym prawodawstwem.

Bardzo istotne i często kluczowe dla efektywności ekonomicznej projektów jest jednak wsparcie legislacyjno-finansowe, na jakie mogą liczyć inwestorzy. Na poziomie unijnym i krajowym istnieją obecnie mechanizmy wsparcia kogeneracji wysokosprawnej, (mechanizmy legislacyjno-finansowe). Występują one na poziomie inwestycyjnym oraz operacyjnym i zaliczane są do tzw. systemowych instrumentów wsparcia (tabela 2).

Tab. 2.

Instrumenty systemowego wspierania odnawialnych źródeł energii oraz kogeneracji

Finansowe	Administracyjne	Sieciowe
Systemy płatności zakupu energii ze źródeł odnawialnych: – system kształtowania cen energii (<i>price system</i>), – system kształtowania ilości energii (<i>quota system</i>).	Zapewnienie długiego i przewidywalnego horyzontu czasowego działania systemu wsparcia (gwarantowanie i ustalenie określonego czasu działania danego instrumentu wsparcia)	Określenie uzasadnionych kosztów korzystania z sieci przesyłowych Przejrzystość cen dostępu do sieci Dopłaty do koniecznych modernizacji sieci
Dotacje i subwencje do inwestycji	Zapewnienie pierwszeństwa w świadczeniu usług przesyłowych danego rodzaju energii elektrycznej w krajowym systemie elektroenergetycznym	Współfinansowanie wykonania przyłącza do sieci
Preferencyjne i niskooprocentowane kredyty	Nałożenie obowiązku zakupu energii z odnawialnych źródeł	Przejrzyste zasady uzyskania technicznych warunków przyłączenia do sieci

Wsparcie fiskalne: – ulgi podatkowe, – zwolnienia z podatku ekologicznego, – niższe stawki podatku VAT, – zwolnienia z podatku akcyzowego.	Uproszczenie procedur administracyjnych i skracanie okresów uzyskania wymaganych zezwoleń	Przychylne uregulowania rynku bilansującego
--	--	--

Zródło: Tańczuk 2012, Babyda 2008

Jak pokazano w tabeli 2, do operacyjnych instrumentów systemowego wspierania rozwoju technologii, wykorzystujących OZE, kogenerację czy inne korzystne energetycznie i ekologicznie rozwiązania dotyczące produkcji energii, zaliczyć można instrumenty finansowe w postaci systemów płatności/zakupu energii. Instrumenty takie dzielą się na dwie główne grupy: system kształtowania cen energii (*price system*) oraz system kształtowania ilości energii (*quota system*). Obydwa te systemy mają na celu pobudzenie popytu na dany rodzaj energii, wykorzystując mechanizm tzw. popytu wymuszonego.

System kształtowania cen opiera się z reguły na ustawowym wprowadzaniu przez regulatora tzw. taryf gwarantowanych (*feed-in tariff*), a więc zagwarantowaniu na określony czas cen energii, które spółki energetyczne są zobowiązane płacić jej wytwórcom. System kształtowania ilości polega zaś na ustaleniu przez rząd wymaganego wolumenu określonego rodzaju energii (np. energii elektrycznej wytworzonej z OZE lub w procesie kogeneracji z ciepłem), który ma być produkowany w danym kraju, co w konsekwencji prowadzi do wystąpienia popytu na taką energię. Kształtowanie ilości energii opierać się może na systemie przetargów (*tendering system*) lub systemie certyfikatów (*tradable certificate system*). W przypadku systemu przetargów rząd przeprowadza przetargi na dostarczenie do systemu elektroenergetycznego konkretnej ilości energii (np. ze źródeł odnawialnych), na którą daje gwarancję zakupu. System certyfikatów wykorzystuje zaś ustawowy obowiązek polegający na posiadaniu odpowiedniego udziału danego rodzaju energii, nałożony na podmioty wytwarzające energię lub prowadzące jej sprzedaż odbiorcom końcowym. Obowiązek ten może zostać spełniony nie tylko przez wyprodukowanie lub zakup określonego wolumenu, lecz także przez nabycie praw majątkowych do świadectw pochodzenia energii. W odróżnieniu od systemu taryf gwarantowanych cena praw majątkowych, zwanych certyfikatami, kształtowana jest przez mechanizmy rynkowe.

System taryf gwarantowanych i system certyfikatów należą do najczęściej stosowanych mechanizmów wsparcia operacyjnego wytwórców energii elektrycznej z OZE lub w procesie wysokosprawnej kogeneracji. Znalazły one najszerszą implementację w krajach członkowskich UE, których zdecydowana większość do-

konała wyboru systemu taryf gwarantowanych. W tabeli 3 przedstawiono zestawienie systemów wsparcia operacyjnego, dla energii elektrycznej produkowanej z OZE, wykorzystywanych w wybranych krajach europejskich.

Tab. 3.

Systemy wsparcia operacyjnego stosowane w wybranych państwach Europy

Państwo	System wsparcia
Austria, Dania, Francja, Niemcy, Grecja, Luksemburg, Holandia, Portugalia, Hiszpania, Irlandia Czechy, Estonia, Węgry, Litwa, Słowacja, Słowenia, Bułgaria, Francja	Taryfy gwarantowane
Belgia, Włochy, Szwecja, Wielka Brytania, Łotwa, Polska, Rumunia	Certyfikaty

Źródło: Tańczuk 2012

Należy podkreślić, że w wielu przypadkach przyporządkowanie danego kraju do danego systemu nie jest jednoznaczne: niektóre z państw UE modyfikują swoje uregulowania (np. Włochy, które w ostatniej dekadzie kilkakrotnie zmieniały rodzaje stosowanych systemów wsparcia), nierzadko też stosują oba systemy jednocześnie lub dodatkowe instrumenty wsparcia finansowego (np. Francja stosuje obecnie system taryf gwarantowanych i system przetargów).

W Polsce podstawowym aktem prawnym, regulującym kwestie skojarzonej produkcji ciepła i energii elektrycznej, jest ustawa „Prawo Energetyczne z dnia 10 kwietnia 2007 roku” (Dz. U. z 2006 r. nr 89 poz. 625 z późn. zm.) i akty wykonawcze do tej ustawy.

W przypadku opłacalności przedsięwzięć, polegających na budowie układów kogeneracyjnych, kluczowe są dwa rozporządzenia regulujące kwestie handlu świadectwami pochodzenia wyprodukowanej energii elektrycznej:

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 19 grudnia 2005 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej oraz zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2005, nr 261, poz. 2187);
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 26 września 2007 r. w sprawie sposobu obliczania danych podanych we wniosku o wydanie świadectwa pochodzenia z kogeneracji oraz szczegółowego zakresu obowiązku uzyskania i przedstawienia do umorzenia tych świadectw, uiszczenia opłaty zastępczej i obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w wysokosprawnej kogeneracji (Dz. U. 2007, nr 185, poz. 1314).

Obrót świadectwami pochodzenia odbywa się za pośrednictwem Towarowej Giełdy Energii (TGE) i pozwala uzyskiwać wymiennie wysokie przychody mające znaczący wpływ na opłacalność przedsięwzięć kogeneracyjnych.

4. Analiza opłacalności

Analiza opłacalności inwestycji przeprowadzona została w oparciu o metodę dyskontową zgodną z wytycznymi UNIDO [2-3]. Podstawowy jej cel to określenie przepływów pieniężnych (*Cash Flow*), stanowiących bazę dla wyznaczenia wskaźników opłacalności. W celu wykonania analizy konieczne było wyliczenie efektów technicznych pracy układu (ilości produkowanej energii), całkowitych kosztów operacyjnych oraz przychodów. Następnie, z uwzględnieniem informacji o koniecznych do poniesienia nakładach inwestycyjnych oraz strukturze ich finansowania, wyznaczono podstawowe wskaźniki opłacalności [Skorek 2002, Skorek, Kalina 2005, Biezma, San Cristobal 2006, Delivand at al. 2011, Osborne 2010]:

- wartość bieżącą netto inwestycji (NPV),
- wskaźnik wartości bieżącej inwestycji (NPVR),
- wewnętrzną stopę zwrotu (IRR),
- prosty i zdyskontowany okres zwrotu (SPB i DPB).

5.1 Nakłady inwestycyjne

Całkowita wartość poniesionych nakładów inwestycyjnych na budowę elektrociepłowni wyniosła około 3 704 tys. zł. Szczegółowe zestawienie planowanych wydatków przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4.

Całkowite nakłady inwestycyjne J_0 na budowę układu kogeneracyjnego

Lp.	Pozycja	Koszt w tys. zł	Okres budowy	
			Rok -1	Rok 0
1.	Dokumentacja i niezbędne opracowania	147,0	147	-
2.	Roboty budowlane – wykonanie budynku	610,9	-	610,9
3.	Przyłącza, linie kablowe, rozdzielnice	796,0	-	796,0
4.	Dostawa agregatów kogeneracyjnych wraz z wyposażeniem	2 149,9	-	2 149,9
-	Całkowite nakłady inwestycyjne J_0	3 703,8	147	3 556,8

Zródło: opracowanie własne

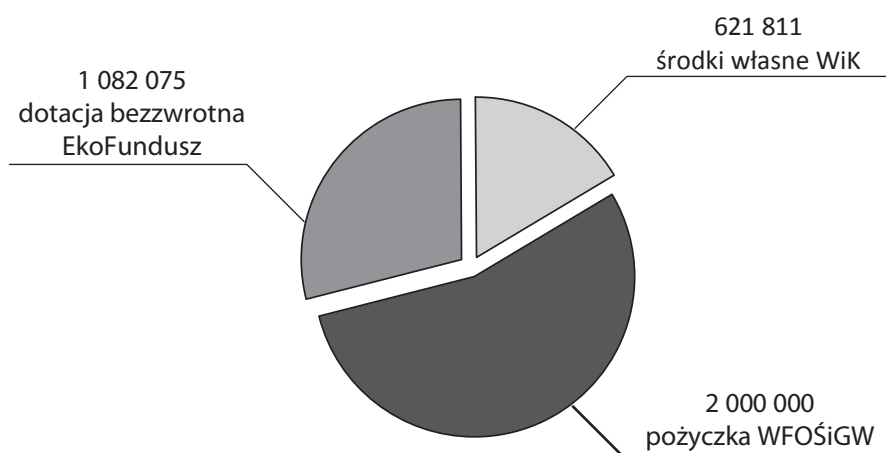
Analizowana inwestycja przeprowadzona została w oparciu o środki własne inwestora (przyjęto finansowanie ze środków własnych na poziomie 15%, pożyczkę preferencyjną z WFOŚiGW (55% wartości inwestycji) oraz bezzwrotną dotację z Fundacji EkoFundusz (30% wartości inwestycji). Szczegółowy podział środków, które przeznaczono na budowę układu kogeneracyjnego, pokazano w tabeli 5 i na rysunku 3.

Tab. 5.
Struktura finansowania inwestycji

Lp.	Źródło finansowania	Kwota
1.	Środki własne	621 811
2.	Pożyczka WFOŚiGW	2 000 000
3.	Dotacja bezzwrotna EkoFundusz	1 082 075
Razem:		3 703 885

Źródło: opracowanie własne

Rys. 3.
Struktura finansowania inwestycji



Źródło: opracowanie własne

Do dalszych obliczeń przyjęto stopę oprocentowania pożyczki preferencyjnej $r_k = 2,4\%$ oraz założono spłatę pożyczki w 10 równych ratach w okresie 10 lat od daty jej zaciągnięcia. Dla tak skonstruowanej struktury źródeł finansowania oraz dla istniejących uwarunkowań makroekonomicznych przyjęto stopę dyskonta $d = 7\%$. Okres objęty analizą to okres inwestycyjny wraz z dziesięcioletnim okresem eksploatacji (1 + 10).

5.2. Strumienie kosztów operacyjnych i przychodów

Bazując na określonych efektach technicznych i energetycznych pracy planowanego układu, wyznaczono strumienie kosztów operacyjnych oraz przychodów w oparciu o założenia ekonomiczne dotyczące cen zakupu i sprzedaży energii elektrycznej oraz cen sprzedaży praw majątkowych do wyprodukowanej energii elektrycznej (wyspecyfikowane w tabeli 7).

W bilansie całkowitych rocznych kosztów eksploatacji przyjęto następujące pozycje:

- koszty przygotowania biogazu, tj.: koszt eksploatacji odsiarczalni biogazu, koszty remontów zbiornika biogazu, koszt pracy sprężarki biogazu, razem: 50 000 zł;
- koszty serwisu i remontów (usługa obca): do analizy przyjęto dane historyczne dla okresu od maja 2009 r. do marca 2012 roku (łącznie 328 433 zł), dla kolejnych lat eksploatacji (do roku 2018 włącznie) przyjęto kwoty wynikające z prognozy opracowanej przez dostawcę układu kogeneracyjnego na etapie wykonywania inwestycji (łącznie od kwietnia 2012 do końca roku 2018: 2 227 336 zł). Średnioroczne koszty serwisowania dla całego 10-letniego okresu eksploatacji wynoszą zatem 255 577 zł;
- pozostałe koszty eksploatacyjne (surowce, materiały, opłaty): do analizy przyjęto dane historyczne dla okresu od maja 2009 r. do marca 2012 roku (łącznie 33 715 zł), dla kolejnych lat eksploatacji (do roku 2018 włącznie) przyjęto prognozę kwoty rocznej: 18 435 zł.

Szczegółowe zestawienie rocznych kosztów eksploatacyjnych pokazano w tabeli 6.

Tab. 6.

Roczne koszty dla analizowanego projektu

Lp.	Roczny przepływ finansowy	Kwota w tys. zł	Uwagi
1.	Koszty przygotowania biogazu	50	-
2.	Koszty serwisu i remontów	255 577	Wartość średnia z 10 analizowanych lat eksploatacji
3.	Pozostałe koszty eksploatacyjne	15	Wartość średnia z 10 analizowanych lat eksploatacji
4.	Razem koszty operacyjne	256	-
5.	Koszty amortyzacji	217	-
6.	Koszty finansowe (odsetki)	24	Wartość średnia z 10 lat, w rachunku opłacalności uwzględniono rzeczywisty harmonogram spłat odsetek (od 37 tys. zł w roku 1 do 813 tys. zł w roku 4).
7.	Razem koszty	497	-

Źródło: opracowanie własne

Strumienie przychodów wyznaczono w oparciu o dane historyczne z okresu od maja 2009 do marca 2012. W bilansie przychodów (tabela 8) uwzględniono obowiązujące w minionym okresie ceny: zakupu i sprzedaży energii oraz ceny praw majątkowych do świadectw pochodzenia. Dla kolejnych lat (2012-2018) dokonano

prognozy przychodów w oparciu o dane z roku 2011 i pierwszego kwartału roku 2012.

Ze względu na uwarunkowania techniczne, przez które do chwili obecnej nie są uzyskiwane dla analizowanego układu „żółte” świadectwa pochodzenia (kogeneracja wysokosprawna), dalszą część analizy przeprowadzono trzywariantowo. W celu wyliczenia przychodów ze sprzedaży praw majątkowych do „żółtych” świadectw pochodzenia przyjęto, w zależności od wariantu obliczeń, odpowiedni wolumen świadectw oraz prognozowane ceny ich zbycia.

Do dalszych obliczeń przyjęto 3 warianty analizy:

- wariant **bazowy „1”**, w którym przychody występują z tytułu:
 - a) uniknięcia zakupu energii elektrycznej,
 - b) sprzedaży nadwyżek energii elektrycznej do sieci,
 - c) sprzedaży praw majątkowych do uzyskanych tzw. zielonych świadectw pochodzenia do całości wyprodukowanej energii elektrycznej,
 - d) sprzedaży praw majątkowych do uzyskanych tzw. żółtych świadectw pochodzenia do części wyprodukowanej energii elektrycznej (założono 30% rocznego wolumenu);
- wariant **„2a”**, w którym przychody występują z tytułu:
 - a) uniknięcia zakupu energii elektrycznej,
 - b) sprzedaży nadwyżek energii elektrycznej do sieci,
 - c) sprzedaży praw majątkowych do uzyskanych tzw. zielonych świadectw pochodzenia do całości wyprodukowanej energii elektrycznej;
- wariant **„2b”**, w którym przychody występują z tytułu:
 - a) uniknięcia zakupu energii elektrycznej,
 - b) sprzedaży nadwyżek energii elektrycznej do sieci,
 - c) sprzedaży praw majątkowych do uzyskanych tzw. zielonych świadectw pochodzenia do całości wyprodukowanej energii elektrycznej,
 - d) sprzedaży praw majątkowych do uzyskanych tzw. żółtych świadectw pochodzenia do całości wyprodukowanej energii elektrycznej.

Zestawienie założeń dla poszczególnych wariantów przedstawiono w tabeli 7.

Tab. 7.

Zestawienie założeń dla poszczególnych wariantów analizy

Lp.	Wariant	Źródło przychodów			
		Uniknięcie zakupu energii elektrycznej	Sprzedaż nadwyżek energii elektrycznej do sieci	Sprzedaż praw majątkowych do „zielonych” świadectw pochodzenia	Sprzedaż praw majątkowych do „żółtych” świadectw pochodzenia
1.	Wariant bazowy „1”	TAK	TAK	TAK	TAK (30% wolumenu produkcji energii elektrycznej)
2a.	Wariant „2a”	TAK	TAK	TAK	NIE
2b.	Wariant „2b”	TAK	TAK	TAK	TAK (100% wolumenu produkcji energii elektrycznej)

Źródło: opracowanie własne

W tabeli 8 przedstawiono szczegółowy bilans przychodów dla wariantu bazowego analizy.

Tab. 8.

Roczne przychody dla analizowanego projektu

Lp.	Roczny przepływ finansowy	Kwota w tys. zł	Uwagi
1.	Przychód z tytułu uniknięcia zakupu wyprodukowanej energii elektrycznej	1 114 667	Wartość średnia z 10 analizowanych lat eksploatacji (koszt zakupu $c_{clu} = 351 \text{ zł/MWh}_{el}$)
2.	Przychód z tytułu sprzedaży nadwyżek energii elektrycznej do sieci	29 381	Wartość średnia z 10 analizowanych lat eksploatacji (cena sprzedaży $c_{el} = 197 \text{ zł/MWh}_{el}$)
3.	Przychód z tytułu sprzedaży praw majątkowych PMOZE („zielonych certyfikatów”)	812 234	Wartość średnia z 10 analizowanych lat eksploatacji (cena sprzedaży $c_{el} = 237 \text{ zł/MWh}_{el}$)
4.	Przychód z tytułu sprzedaży praw majątkowych PMGM („żółtych certyfikatów”)	136 964	Wartość średnia z 7 analizowanych lat eksploatacji (2013-2018) (cena sprzedaży $c_{el} = 127 \text{ zł/MWh}_{el}$)
5.	Razem przychody	2 093 246	-

Źródło: opracowanie własne

5.3. Dyskontowy rachunek opłacalności

Dodatkowe założenia, niezbędne do przeprowadzenia rachunku opłacalności, to:

- roczna stopa amortyzacji środków trwałych $d_t = 10\%$, amortyzacja liniowa;
- roczna stopa podatku dochodowego (podatku CIT) $p = 19\%$.

Wyznaczone przepływy finansowe posłużyły do obliczenia wskaźników dyskontowych opłacalności: wskaźnika zysku bieżącego netto inwestycji NPV, wskaźnika wartości bieżącej inwestycji NPVR, wskaźników zwrotu (prosty i zdyskontowany okres zwrotu: SPB i DPB) oraz wskaźnika wewnętrznej stopy zwrotu IRR.

Zbiornicze zestawienie wyznaczonych wskaźników dla poszczególnych wariantów analizy przedstawiono w tabeli 9. W tabeli 10 przedstawiono wyniki obliczeń uzyskane na etapie planowania inwestycji (*pre-feasibility study*).

Tab. 9.

Zestawienie wyznaczonych wskaźników opłacalności dla analizowanego projektu

Lp.	Wariant	NPV (10) w zł	NPVR, -	SPB w latach	DPB w latach	IRR w %
1.	Wariant bazowy: Świadectwa zielone + żółte dla 1 modułu od 2013 r.	6 752 505	1,90	2,39	2,66	43,2%
2a.	Świadectwa zielone, brak możliwości uzyskania świadectw żółtych	6 349 142	1,79	2,39	2,66	42,4%
2b.	Świadectwa zielone + żółte dla 2 modułów od 2013 r.	7 559 229	2,13	2,39	2,66	44,8%

Źródło: opracowanie własne

Tab. 10.

Zestawienie wskaźników opłacalności wyznaczonych na etapie planowania inwestycji

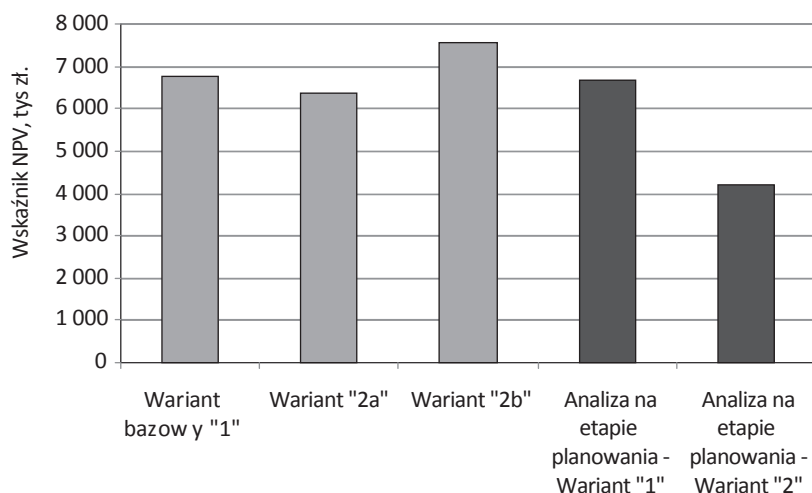
Lp.	Wariant	NPV (10) w zł	NPVR -	SPB w latach	DPB w latach	IRR w %
1.	Świadectwa zielone + żółte dla 2 modułów od 2009 r.	6 665 869	2,72	1,82	2,03	50,8%
2.	Świadectwa zielone	4 186 590	1,71	2,58	3,02	36,2%

Źródło: opracowanie własne

Zestawienie graficzne wybranych wskaźników dla poszczególnych wariantów obliczeń przedstawiono na rysunkach 4 i 5.

Rys. 4.

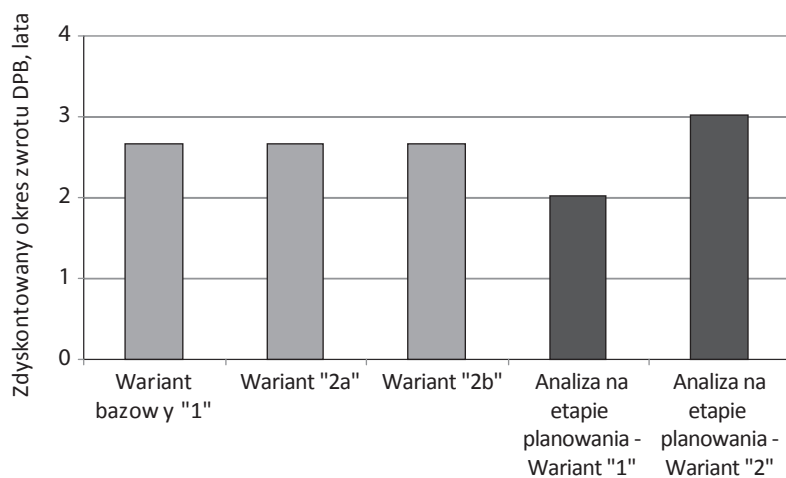
Wartości bieżące netto inwestycji (NPV(10)) wyznaczone dla poszczególnych wariantów



Źródło: opracowanie własne

Rys. 5.

Wartości zdyskontowanego okresu zwrotu (DPB) wyznaczone dla poszczególnych wariantów

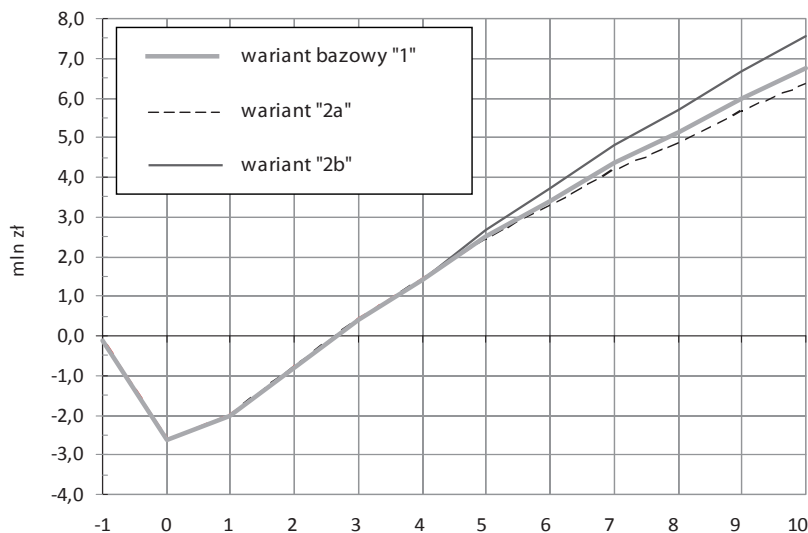


Źródło: opracowanie własne

Na rysunku 6 przedstawiono wartość wskaźnika NPV w funkcji czasu eksploatacji układu kogeneracyjnego dla 3 analizowanych wariantów, a na rysunku 7 wartość wskaźnika NPV wyznaczoną na etapie planowania inwestycji.

Rys. 6.

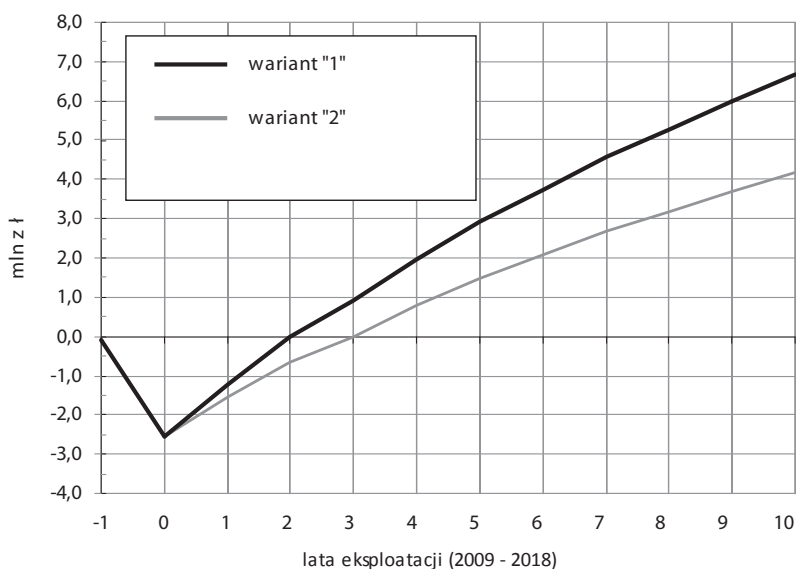
Wskaźnik NPV (wartość bieżąca netto inwestycji) – dla wariantów „1”, „2a” i „2b”



Źródło: opracowanie własne

Rys. 7.

Wskaźnik NPV (wartość bieżąca netto inwestycji) – dla wariantów analizowanych na etapie planowania inwestycji: wariant „1” – świadectwa zielone i żółte, wariant „2” – świadectwa zielone



Źródło: opracowanie własne

5.4. Dyskusja wyników analizy opłacalności

W ramach studium opłacalności wyznaczono wskaźniki ekonomiczne przedsięwzięcia polegającego na budowie i eksploatacji układu skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej w oczyszczalni ścieków w Opolu. Efekty techniczne i ekonomiczne po 3 latach eksploatacji układu i otrzymane na ich podstawie wyniki analizy wskazują jednoznacznie, że budowę małej elektrociepłowni na biogaz należy uznać za przedsięwzięcie opłacalne i przynoszące inwestorowi wymierne korzyści ekonomiczne. Niezależnie od przyjętego wariantu handlu świadectwami pochodzenia wyniki analizy klasyfikują inwestycję jako wysoce opłacalną.

Bardzo krótkie okresy zwrotu (mniej niż 3 lata) oraz wysokie wartości NPV liczone dla 10-letniego okresu pracy (do końca roku 2018) wynikają przede wszystkim z braku kosztów zakupu paliwa zasilającego układ (biogaz) oraz z wysokich przychodów uzyskiwanych z tytułu wykorzystywania wytworzonej energii elektrycznej na potrzeby własne oraz z tytułu handlu świadectwami pochodzenia tej energii.

Reasumując, na podstawie przeprowadzonych obliczeń sformułować można następujące wnioski końcowe:

- budowa przez WiK Opole sp. z o.o. układu kogeneracyjnego zasilanego biogazem z oczyszczalni ścieków jest przedsięwzięciem wysoce opłacalnym;
- obecnie, po 3 latach pracy układu, nakłady poniesione na jego wykonanie zwróciły się (SPB i $DPB < 3$ lat), a oczekiwany, skumulowany zysk prosty z tytułu eksploatacji układu, liczony od roku 2012 do końca roku 2018, wyniesie między 9,5 a 11,5 mln zł, w zależności od przyjętego wariantu uzyskiwania przychodów z handlu certyfikatami;
- roczne przychody, w zależności od analizowanego wariantu, kształtują się na poziomie od 2 do 2,5 mln zł, a wartość bieżąca netto inwestycji NPV po 10 latach eksploatacji wyniesie od 6,7 do 7,5 mln zł;
- w przypadku spełnienia wymogów kogeneracji wysokosprawnej i uzyskiwania z tego tytułu tzw. żółtych certyfikatów analizowana elektrociepłownia generować może dodatkowo od 140 do 410 tys. zł rocznie w zależności od możliwości zagospodarowania ciepła wyprodukowanego w kogeneracji;
- w przypadku zwiększenia podaży biogazu (np. poprzez zabudowę układu do dezintegracji osadów) istnieje możliwość zwiększenia produkcji energii elektrycznej w istniejącej elektrociepłowni dzięki dociążeniu modułów kogeneracyjnych, a tym samym dalszego zwiększenia opłacalności analizowanego przedsięwzięcia.

6. Analiza możliwości uzyskiwania świadectw pochodzenia z kogeneracji wysokosprawnej

6.1. Dane wejściowe do analizy

Analizę możliwości uzyskiwania świadectw pochodzenia z tytułu produkcji energii elektrycznej w procesie kogeneracji wysokosprawnej przeprowadzono na podstawie danych archiwalnych z pracy układu w roku 2011. Dane z pracy każdego z modułów (agregatów) kogeneracyjnych przedstawiono w tabelach 11 i 12.

Tab. 11.

Wybrane dane eksploatacyjne modułu kogeneracyjnego nr 1 - o mocy 370 kW_{el}/426 kW_t

Miesiące w 2011 r.	Liczba godzin pracy w h	Ilość zużytego paliwa w m ³	Wartość opałowa paliwa w MJ/m ³	Ilość wyprodukowanej en. elektrycznej w MWh	Ilość wyprodukowanego ciepła w GJ
Styczeń	737	113878	23,646	243,947	911
Luty	658	101714	23,646	219,591	804
Marzec	733	110791	23,646	238,036	901
Kwiecień	675	105530	23,646	229,342	846
Maj	523	82401	23,646	178,915	655
Czerwiec	525	82479	23,646	176,601	649
Lipiec	589	86576	23,646	184,618	701
Sierpień	723	111395	23,646	237,167	854
Wrzesień	704	112310	23,646	243,513	821
Październik	566	88025	23,646	198,065	667
Listopad	701	107337	23,646	244,559	874
Grudzień	698	102966	23,646	232,043	846

Źródło: opracowanie własne

Tab. 12.

Wybrane dane eksploatacyjne modułu kogeneracyjnego nr 1 - o mocy 370 kW_{el}/426 kW_t

Miesiące w 2011 r.	Liczba godzin pracy w h	Ilość zużytego paliwa w m ³	Wartość opałowa paliwa w MJ/m ³	Ilość wyprodukowanej en. elektrycznej w MWh	Ilość wyprodukowanego ciepła w GJ
Styczeń	539	43301	23,646	98,526	389
Luty	432	35147	23,646	80,835	312
Marzec	435	35711	23,646	81,602	319
Kwiecień	296	25068	23,646	55,717	219
Maj	505	42331	23,646	93,813	370
Czerwiec	409	35896	23,646	76,331	293
Lipiec	363	30451	23,646	65,613	261

Sierpień	238	20433	23,646	43,982	166
Wrzesień	358	30104	23,646	66,390	225
Październik	203	17044	23,646	38,016	141
Listopad	290	23013	23,646	53,261	207
Grudzień	362	28228	23,646	64,867	253

Źródło: opracowanie własne

6.2. Sprawdzenie warunku wytwarzania energii elektrycznej w procesie kogeneracji wysokosprawnej

Zgodnie z ustawą Prawo Energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. wraz z późniejszymi zmianami przedsiębiorstwa wytwarzające energię elektryczną w kogeneracji z ciepłem mogą uzyskiwać świadectwa i sprzedawać ją w formie certyfikatów: **żółtych** (dot. produkcji z paliw gazowych) bądź **czerwonych** (dot. pozostałych paliw).

Warunkiem podstawowym dla uzyskania świadectw z kogeneracji jest spełnienie wymogów tzw. **kogeneracji wysokosprawnej**, zdefiniowanej w art. 3 ust. 38 ustawy Prawo Energetyczne, przy czym czynnikiem decydującym jest tutaj wielkość układu (wyrażona za pomocą mocy elektrycznej zainstalowanej) oraz wartość wskaźnika **PES** (oszczędność energii pierwotnej w odniesieniu do produkcji rozdzielonej). Szczegółowy algorytm wyznaczania tego wskaźnika zawarty jest w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 26 września 2007 r. w sprawie sposobu obliczania danych podanych we wniosku o wydanie świadectwa pochodzenia z kogeneracji oraz szczegółowego zakresu obowiązku uzyskania i przedstawienia do umorzenia tych świadectw, uiszczania opłaty zastępczej i obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w wysokosprawnej kogeneracji (Dz. U. 175 poz. 1314 z dnia 10 października 2007 r.).

W analizowanym przypadku w oczyszczalni ścieków w Opolu zainstalowane są dwie jednostki kogeneracyjne o znamionowych mocach elektrycznych odpowiednio: 370 i 192 kW_e. W myśl definicji zawartej w art. 3 ust. 38 ustawy Prawo Energetyczne jednostki o mocy zainstalowanej elektrycznej poniżej 1 MW powinny zapewniać jakąkolwiek wartość oszczędności energii pierwotnej w porównaniu z wytwarzaniem energii elektrycznej i ciepła w układach rozdzielonych o referencyjnych wartościach sprawności dla wytwarzania rozdzielonego (**PES > 0%**).

Jednocześnie zgodnie z art. 3 ust. 36. lit. a ustawy Prawo Energetyczne energia elektryczna z kogeneracji to energia elektryczna wytwarzana w kogeneracji, wytworzona ze średnioroczną sprawnością przemiany energii chemicznej paliwa w energię elektryczną lub mechaniczną i ciepło użytkowe w kogeneracji [...], co najmniej równą sprawności granicznej **75%** dla jednostki kogeneracji z urządzeniami typu [...] silnik spalinowy [...].

Reasumując, w analizowanym przypadku warunkiem koniecznym do uzyskania świadectwa pochodzenia z kogeneracji realizowanej, w którymkolwiek z zainstalowanych modułów, jest jednocześnie spełnienie następujących wymagań:

- a) sprawność średnioroczna przemiany energii chemicznej paliwa w energię elektryczną lub mechaniczną i ciepło użytkowe (zwana inaczej średnioroczną sprawnością ogólną): **min. 75%**,
- b) wskaźnik **PES > 0%**.

Wniosek o wydanie świadectwa pochodzenia z kogeneracji, który wytwórca prowadzący działalność gospodarczą składa do Prezesa URE za pośrednictwem operatora systemu elektroenergetycznego, może być składany za okres roku lub krótszy (miesięcznie), przy czym w przypadku, gdy jest on składany na okres krótszy niż rok, to sprawność średnioroczną należy przyjąć na podstawie wartości planowanych dla danego roku.

6.3. Wyznaczenie średniorocznej sprawności ogólnej oraz wskaźnika PES dla zainstalowanych modułów

Na podstawie danych wejściowych wyspecyfikowanych w tabelach 11 i 12 wyznaczono sprawność ogólną oraz wskaźnik PES łącznie dla obu modułów oraz dla każdego z modułów oddzielnie.

W pierwszej kolejności wyznaczono sprawność ogólną zgodnie z zależnością (1):

$$\eta = \frac{E_{el} + \dot{Q}}{E_{ch,p}} \quad (1)$$

gdzie:

E_{el} – ilość wyprodukowanej energii elektrycznej,

$\dot{Q}$ – ilość wyprodukowanego ciepła,

$E_{ch,p}$ – ilość zużytej energii chemicznej paliwa wyznaczona ze wzoru (2):

$$E_{ch,p} = P \cdot (MW_d) \quad (2)$$

gdzie:

P – ilość zużywanego paliwa,

(MW_d) – wartość opałowa biogazu, przyjęto 23,646 MJ/m³.

Wyniki obliczeń sprawności ogólnej dla poszczególnych modułów oraz łącznie dla dwóch modułów przedstawiono w tabeli 13.

Tab. 13.

Wyznaczenie sprawności ogólnej modułów

Miesiące w 2011 r.	Ilość zużytego biogazu	Ilość wyprodukowanej en. elektrycznej	Ilość wyprodukowanego ciepła	Energia chemiczna paliwa	Sprawność ogólna
	m ³	MWh	GJ	GJ	-
Moduł nr 1 - o mocy 370 kW _{el} /426 kW _t					
Styczeń	113878	243,947	911	2 692,759	0,66
Luty	101714	219,591	804	2 405,129	0,66
Marzec	110791	238,036	901	2 619,764	0,67
Kwiecień	105530	229,342	846	2 495,362	0,67
Maj	82401	178,915	655	1 948,454	0,67
Czerwiec	82479	176,601	649	1 950,298	0,66
Lipiec	86576	184,618	701	2 047,176	0,67
Sierpień	111395	237,167	854	2 634,046	0,65
Wrzesień	112310	243,513	821	2 655,682	0,64
Październik	88025	198,065	667	2 081,439	0,66
Listopad	107337	244,559	874	2 538,091	0,69
Grudzień	102966	232,043	846	2 434,734	0,69
Cały rok	1205402	2626,397	9529	28 502,936	0,67
Moduł nr 2 - o mocy 370 kW _{el} /426 kW _t					
Styczeń	43301	98,526	389	1 023,895	0,73
Luty	35147	80,835	312	831,086	0,73
Marzec	35711	81,602	319	844,422	0,73
Kwiecień	25068	55,717	219	592,758	0,71
Maj	42331	93,813	370	1 000,959	0,71
Czerwiec	35896	76,331	293	848,797	0,67
Lipiec	30451	65,613	261	720,044	0,69
Sierpień	20433	43,982	166	483,159	0,67
Wrzesień	30104	66,390	225	711,839	0,65
Październik	17044	38,016	141	403,022	0,69
Listopad	23013	53,261	207	544,165	0,73
Grudzień	28228	64,867	253	667,479	0,73
Cały rok	366727	818,953	3155	8 671,627	0,70
Moduł nr 1 + moduł nr 2					
Styczeń	157179	342,473	1300	3 716,655	0,68
Luty	136861	300,426	1116	3 236,215	0,68
Marzec	146502	319,638	1220	3 464,186	0,68
Kwiecień	130598	285,059	1065	3 088,120	0,68
Maj	124732	272,728	1025	2 949,413	0,68
Czerwiec	118375	252,932	942	2 799,095	0,66

Lipiec	117027	250,231	962	2 767,220	0,67
Sierpień	131828	281,149	1020	3 117,205	0,65
Wrzesień	142414	309,903	1046	3 367,521	0,64
Październik	105069	236,081	808	2 484,462	0,67
Listopad	130350	297,820	1081	3 082,256	0,70
Grudzień	131194	296,910	1099	3 102,213	0,70
Cały rok	1572129	3445,350	12684	37 174,562	0,67

Źródło: opracowanie własne

Jak wynika z danych przedstawionych w tabeli 12, zarówno sprawności średnioroczne dla poszczególnych modułów oraz łącznie dla obydwu jednostek, jak i sprawności średniomiesięczne, nie spełniają wymogu minimalnej sprawności 75% wymaganego dla kogeneracji wysokosprawnej. Dla obecnej konfiguracji pracy układów oraz sposobu zagospodarowania wyprodukowanego ciepła, **nie jest zatem możliwe** uzyskanie świadectw pochodzenia energii z kogeneracji dla pełnego wolumenu wyprodukowanej energii.

Należy przy tym pamiętać, że istotne znaczenie dla możliwości osiągnięcia minimalnej sprawności średniorocznej ma stopień wykorzystania ciepła wytwarzanego w kogeneracji, przy czym im większa ilość ciepła rozpraszana jest do otoczenia (np. za pomocą chłodziw wentylatorowych), tym mniejsza sprawność (i jednocześnie mniejszy wskaźnik PES). Z praktycznego (ekonomicznego) punktu widzenia niezwykle ważna jest zatem odpowiednia (optymalna) eksploatacja (pod względem obciążenia) układu kogeneracyjnego – z jednej strony maksymalizacja produkcji energii elektrycznej, z drugiej zaś odpowiednio wysokie wykorzystanie wyprodukowanego ciepła.

W dalszej kolejności wyznaczono również wartość wskaźnika PES dla poszczególnych modułów oraz dla obu modułów łącznie.

Oszczędność zużycia energii chemicznej paliw pierwotnych PES (*Primary Energy Savings*) dzięki stosowaniu kogeneracji wyraża różnicę pomiędzy zużyciem w gospodarce rozdzielonej $E_{ch,r}$ i skojarzonej $E_{ch,CHP}$. Zgodnie z Aneks III Dyrektywy 2004/8/UE oszczędność PES wyznacza się z jako wartość względną w oparciu o zależność:

$$PES = \frac{E_{ch,r} - E_{ch,CHP}}{E_{ch,r}} \cdot 100\% = \frac{\frac{E_{el}}{\eta_{el,ref}} + \frac{Q}{\eta_{Q,ref}} - \frac{Q}{\eta_{Q,CHP}}}{\frac{E_{el}}{\eta_{el,ref}} + \frac{Q}{\eta_{Q,ref}}} \cdot 100\% \quad (3)$$

gdzie: $\eta_{Q,CHP}$ - sprawność wytwarzania ciepła w układzie CHP, $\eta_{Q,ref}$ - sprawność wytwarzania ciepła w referencyjnym układzie produkcji rozdzielonej (np. w cie-

płowni węglowej), $\eta_{el,CHP}$ - sprawność wytwarzania elektryczności w układzie CHP, $\eta_{el,ref}$ - sprawność wytwarzania elektryczności w referencyjnym układzie produkcji rozdzielonej (np. w węglowej elektrowni kondensacyjnej).

Sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{Q,CHP}$ oraz sprawność wytwarzania elektryczności $\eta_{el,CHP}$ w układzie kogeneracyjnym są definiowane następująco:

$$\eta_{Q,CHP} = \frac{Q}{E_{ch,CHP}} ; \quad \eta_{el,CHP} = \frac{E_{el}}{E_{el,CHP}} \quad (4)$$

Wykorzystując zależności (2) można oszczędność energii PES zapisać w postaci:

$$PES = \left(1 - \frac{1}{\frac{\eta_{Q,CHP}}{\eta_{Q,ref}} + \frac{\eta_{el,CHP}}{\eta_{el,ref}}} \right) \cdot 100\% \quad (5)$$

Wykorzystując tzw. sprawność całkowitą układu CHP $\eta_{CHP} = \eta_{Q,CHP} + \eta_{el,CHP}$ otrzymuje się:

$$PES = \left(1 - \frac{1}{\frac{\eta_{CHP} - \eta_{el,CHP}}{\eta_{Q,ref}} + \frac{\eta_{el,CHP}}{\eta_{el,ref}}} \right) \cdot 100\% \quad (6)$$

Zgodnie z Aneks III Dyrektywy 2004/8/UE układy wysokosprawnej kogeneracji powinny przynosić oszczędność PES przynajmniej 10% w stosunku do produkcji rozdzielonej. W odniesieniu do układów CHP produkujących na małą skalę (poniżej 50 kW_{el}) lub dla jednostek mikrokogeneracyjnych (poniżej 1 MW_{el}), wystarczy żeby przynosiły one jakąkolwiek oszczędność energii, aby mogły być traktowane jako układy wysokosprawne.

W analizowanym przypadku wskaźnik PES wyznaczono z zależności (7):

$$PES = 1 - \frac{1}{\frac{\eta_{t,CHP}}{\eta_{t,REF}} + \frac{\eta_{el,CHP}}{\eta_{el,REF}}} \quad (7)$$

gdzie:

$\eta_{t,CHP}$ – sprawność wytwarzania ciepła w module kogeneracyjnym (w elektrociepłowni),

$\eta_{t,REF}$ – referencyjna sprawność wytwarzania ciepła w sposób rozdzielony, $\eta_{t,REF} = 0,62$ (dla biogazu),

η_{el_CHP} – sprawność wytwarzania energii elektrycznej w module kogeneracyjnym (w elektrociepłowni),

η_{el_REF} – referencyjna sprawność wytwarzania energii elektrycznej w sposób rozdzielony, $\eta_{T_REF} = 0,42$ (dla biogazu),

W tabeli 14 przedstawiono wyniki obliczeń wskaźnika PES dla analizowanych modułów. Zarówno moduł nr 1, jak i moduł nr 2 uzyskały za rok 2011 wskaźnik PES między 24,8% a 28,4%, spełniając tym samym warunek $PES > 0\%$.

Tab. 14.

Wyznaczenie wskaźnika PES modułów

Moduł	Średnioroczna sprawność produkcji ciepła	Średnioroczna sprawność produkcji energii elektrycznej	Wskaźnik PES
	-	-	%
Nr 1	0,334	0,332	24,8
Nr 2	0,364	0,339	28,4
Nr 1 + nr 2	0,341	0,334	25,6

Zródło: opracowanie własne

6.4. Możliwości zwiększenia sprawności średniorocznej ogólnej

Zwiększenie ogólnej sprawności średniorocznej modułów do poziomu co najmniej 75% pozwoli na uzyskiwanie „żółtych” świadectw pochodzenia dla 100% wolumenu produkowanej energii elektrycznej. Jak wynika z wykonanego bilansu produkowanej energii, jedyną możliwością osiągnięcia wyższej sprawności ogólnej danego modułu, przy zachowaniu obecnego czasu pracy modułów, jest zwiększenie ilości produkowanego ciepła użytecznego w skojarzeniu z energią elektryczną.

W celu określenia możliwości zwiększenia produkcji ciepła użytecznego wyznaczono brakującą ilość ciepła dla każdego z modułów. W wyniku obliczeń uzyskano następujące informacje:

- brakująca ilość ciepła konieczna do zapewnienia 75% średniorocznej sprawności ogólnej dla modułu 1 to **2 393 GJ** (obecna produkcja to 9 529 GJ),
- brakująca ilość ciepła konieczna do zapewnienia 75% średniorocznej sprawności ogólnej dla modułu 2 to **401 GJ** (obecna produkcja to 3 155 GJ).

Na podstawie wyznaczonego stopnia obciążenia modułów (średniorocznie: 90,6% moduł 1 oraz 96,3% moduł 2) oraz danych o produkowanym cieple użytecznym określono ilości ciepła rozpraszanego przez każdy z modułów do otoczenia:

- moduł 1: 2 250 GJ,
- moduł 2: 248 GJ.

Jak wynika z wykonanych obliczeń, zarówno w przypadku modułu nr 1, jak i modułu nr 2, brakujące ilości ciepła niezbędne do zapewnienia 75% sprawności przekraczają ilości ciepła rozpraszanego obecnie do otoczenia: ($2\,393\text{ GJ} > 2\,250\text{ GJ}$, $401\text{ GJ} > 248\text{ GJ}$). Zapewnienie zapotrzebowania na konsumpcję ciepła rozpraszanego obecnie do otoczenia nie zapewni zatem podniesienia sprawności ogólnej do poziomu 75% w skali roku.

Wobec powyższej sytuacji możliwe są następujące zabiegi prowadzące do zwiększenia średniorocznej sprawności:

- a) wykorzystanie rezerw wynikających z możliwości zwiększenia stopnia obciążenia modułów (do mocy znamionowej),
- b) wykorzystanie rezerw wynikających z możliwości zwiększenia czasu pracy modułów (do 8000 h rocznie),
- c) wykorzystanie rezerw wynikających z możliwości zwiększenia stopnia obciążenia i czasu pracy modułów,

Uwaga: w każdym z przypadków konieczne jest zapewnienie odbioru całego wolumenu wyprodukowanego ciepła.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń symulacyjnych stwierdza się, że

- ad a) Uwzględnienie rezerw wynikających z możliwości zwiększenia stopnia obciążenia modułów umożliwi osiągnięcie sprawności 75% jedynie przez moduł nr 1 (konieczne zwiększenie obciążenia modułu z 90,6% do 96,4% - średniorocznie). **Dodatkowa ilość biogazu konieczna do napędu modułu to 77 tys. m³/rocznie. Dodatkowa ilość ciepła do zagospodarowania to 2 393 GJ.**
- ad b) Uwzględnienie rezerw wynikających z możliwości zwiększenia czasu pracy modułów zwiększy sprawność ogólną jedynie modułu nr 2 (z 70% do 73%), co w dalszym ciągu nie zapewni możliwości uzyskania świadectw pochodzenia. **Dodatkowa ilość biogazu konieczna do napędu modułu to 275 tys. m³/rocznie. Dodatkowa ilość ciepła do zagospodarowania to 2 475 GJ.**
- ad c) Uwzględnienie rezerw wynikających z możliwości zwiększenia stopnia obciążenia i jednocześnie czasu pracy modułów zwiększy sprawność ogólną modułu nr 1 z 67% do 75% oraz sprawność ogólną modułu nr 2 z 70% do 76%. **Dodatkowa ilość biogazu konieczna do napędu modułów to 375 tys. m³/rocznie. Dodatkowa ilość ciepła do zagospodarowania to 5 390 GJ.**

Uwaga: w każdym z przypadków konieczne jest zapewnienie odbioru całego wolumenu wyprodukowanego ciepła.

Podsumowanie

Ostatecznie, na podstawie przeprowadzonej analizy, sformułowano następujące wnioski końcowe:

1. przeprowadzona inwestycja, niezależnie od analizowanego wariantu wsparcia operacyjnego, cechuje się korzystnymi wskaźnikami opłacalności;
2. wykorzystanie wsparcia operacyjnego w zakresie handlu prawami majątkowymi dla kogeneracji wysokosprawnej jest możliwe, jednak nie dla całego wolumenu wyprodukowanej energii elektrycznej. W celu wykorzystania całego wolumenu zdefiniowano następujące możliwości zwiększenia sprawności średniorocznej ogólnej układu kogeneracyjnego:
 - **dla modułu 1** - zwiększenie obciążenia modułu 1 i odbiór całego wolumenu wyprodukowanego ciepła (dodatkowo **2 393 GJ** rocznie). Zwiększenie stopnia obciążenia modułu nr 1 i odbiór całości ciepła użytecznego (bez rozpraszania) możliwe będzie jedynie pod warunkiem zwiększenia wolumenu ciepła rozpraszanego latem w module nr 2 i jednoczesnym pojawieniu się latem dodatkowych potrzeb cieplnych,
 - **dla modułu 1 i 2** - zwiększenia stopnia obciążenia i jednocześnie czasu pracy obydwu modułów i odbiór całego wolumenu wyprodukowanego ciepła (dodatkowo **5 390 GJ** rocznie) – pod warunkiem zapewnienia dodatkowej podaży biogazu na poziomie 375 tys. rocznie;
3. uzyskanie sprawności ogólnej przez moduł nr 1 umożliwi uzyskanie świadectw pochodzenia z tytułu wyprodukowanej w nim energii elektrycznej o wartości ok. 354,8 tys. zł ($2794 \text{ MWh} * 127 \text{ zł/MWh}$);
4. uzyskanie sprawności ogólnej przez moduł nr 1 i 2 umożliwi uzyskanie świadectw pochodzenia z tytułu wyprodukowanej w nim energii elektrycznej o wartości ok. 545,8 tys. zł ($4\,298 \text{ MWh} * 127 \text{ zł/MWh}$).

Bibliografia

1. Abdelaziz E.A., Saidur R., Mekhilef S., *A review on energy savings strategies in industrial sector*, "Renewable and Sustainable Energy Reviews" 2011, nr 15, s. 150-168.
2. Babyda K., *Biomasa jako paliwo w małych elektrociepłowniach*, „Czysta Energia” 2008, nr 1.
3. Badami M., Mura M., Campanile P., Anzioso F., *Design and performance evaluation of an innovative small scale combined cycle cogeneration system*, "Energy" 2008, nr 33, s. 1264-1276.
4. Biezma M.V, San Cristobal J.R., *Investment criteria for the selection of cogeneration plants – a state of the art review*, "Applied Thermal Engineering" 2006, nr 26, s. 583-588.

5. Delivand M.K., Barz M., Gheewala S.H., Sajjakulnukit B., *Economic feasibility assessment of rice straw utilization for electricity generating through combustion in Thailand*, "Applied Energy" 2011, nr 88, s. 3651-3658.
6. Kalina J., *Fossil fuel savings, carbon emission reduction and economic attractiveness of medium-scale integrated biomass gasification combined cycle cogeneration plants. Proceedings of the VIth Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, Paper no. SDWS 2011.0482, Book of abstracts (ISBN 978-953-7738-12-9).
7. Kempegowda R.S., Skreiberg O., Tran K-Q., *Techno-economic evaluations of various biomass CHP technologies and policy measures under Norwegian*, "Energy Procedia" 2012, nr 20, s. 1-10.
8. Lund H., Andersen A.N., *Optimal designs of small CHP plants in a market with fluctuating electricity prices*, "Energy Conversion and Management" 2005, nr 46, s. 893-904.
9. Martens A., *The energetic feasibility of CHP compared to the separate production of heat and power*, "Applied Thermal Engineering" 1998, nr 18, s. 935-46.
10. Osborne M.J., *A resolution to the NPV-IRR debate?*, "The Quarterly Review of Economics and Finance" 2010, nr 50, s. 234-239.
11. Peng T. et al., *Should a small combined heat and power plant (CHP) open to its regional power and heat networks? Integrated economic, energy, and energy evaluation of optimization plans for Jiufa*, Energy" 2008, nr 33, s. 437-445.
12. Skorek J., Kalina J., *Gazowe układy kogeneracyjne*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2005.
13. Skorek J., Tańczuk M., Ulbrich R., *Biogas fuelled co-generation system as a highly beneficial solution. Proceedings of the German-Chinese-Polish Symposium "Environmental Engineering"*, Stuttgart, October 13th-15th, 2003, s. 475-485.
14. Skorek J., Tańczuk M., *Optymalizacja techniczna i ekonomiczna nadbudowy węglowej ciepłowni komunalnej turbiną gazową*, „Inżynieria Chemiczna i Procesowa” 2005, nr 26, s. 889-905.
15. Skorek J., *Ocena efektywności energetycznej i ekonomicznej gazowych układów kogeneracyjnych małej mocy*, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
16. Tańczuk M., *Analiza porównawcza opłacalności budowy układów kogeneracyjnych ORC w warunkach polskich i niemieckich*, „Instal” 2012, nr 2, s. 16-22.

Proces wdrażania nowych produktów w firmach produkcyjnych w oparciu o techniczne przygotowanie produkcji

Wprowadzenie

Koniecznym warunkiem zwiększania konkurencyjności firm sektora małych i średnich przedsiębiorstw jest innowacyjność. Pojęcie innowacyjności oraz potrzeba wprowadzania zmian jest niejednokrotnie niedoceniana i niezrozumiana przez przedsiębiorców i kadre menedżerską. Jednym z głównych wyzwań dla sektora MSP jest obecnie utrzymanie dobrej kondycji gospodarczej i pozycji rynkowej poprzez sukcesywne wprowadzanie innowacji [Sosnowska i in. 2005]. Głównym motywem, który skłania przedsiębiorców do wdrożenia innowacji, jest korzyść ekonomiczna.

Działalność innowacyjna uważana jest obecnie za warunek *sine qua non* wzrostu, rozwoju gospodarczego i społecznego, dlatego znajduje się ona w centrum uwagi rządów i społeczeństw większości państw na świecie. Wyrazem tego w Unii Europejskiej jest tzw. strategia lizbońska, natomiast w skali lokalnej istnieje regionalna strategia innowacji województwa opolskiego [Matusiak 2005, Sejmik Województwa Opolskiego 2004].

Współczesne maszyny i urządzenia są bardzo złożonymi systemami składającymi się z wielu elementów czy układów. Muszą one spełniać wysokie wymagania jakości wykonania, odznaczać się niezawodnością, trwałością oraz - na ile to jest możliwe - uniwersalnością. W dzisiejszych czasach nie można nie zastosować w procesie projektowania i wytwarzania specjalistycznego oprogramowania komputerowego. Oprogramowanie to pomocne jest w eliminacji wielu błędów (zwłaszcza wymiarowych) na etapie tworzenia prototypu cyfrowego. Aby sprostać wysokim wymaganiom klienta i rosnącej konkurencji na rynku, konieczna jest wiedza z szeroko pojętej inżynierii, jak również z zakresu ekonomii, zarządzania i marketingu.

1. Cel pracy

Celem pracy jest przedstawienie procesu wdrażania nowych produktów będących innowacjami w firmach produkcyjnych sektora małych i średnich przedsiębiorstw. W artykule przedstawiono aspekty związane z technicznym przygotowa-

niem nowych wyrobów, prognozowaniem kierunku rozwoju, cyfrowym prototypem, pracami badawczo-rozwojowymi i ochroną własności intelektualnej.

2. Techniczne przygotowanie nowych wyrobów

Uruchomienie w przedsiębiorstwie produkcyjnym nowych wyrobów musi być poprzedzone technicznym i organizacyjnym przygotowaniem produkcji. Całe przedsięwzięcie powinno być dokładnie i rzetelnie skalkulowane. Wprowadzenie nowych produktów w przedsiębiorstwie niesie ze sobą niejednokrotnie znaczne nakłady finansowe.

Wszelkie uchybienia i błędy na etapie technicznego przygotowania produkcji będą miały niewątpliwie swoje odzwierciedlenie w wyższych kosztach wdrożenia czy produkcji, bądź odbiją się na jakości czy niezawodności tych produktów. Wyroby światowego przemysłu cechuje [Karpiński 2004]:

- spełnianie wymaganych funkcji,
- właściwa ekonomika eksploatacji (zużycie możliwie najmniejszej ilości czynników energetycznych),
- nowoczesna forma plastyczna (zarówno pod kątem kształtu, jak i kolorystyki),
- ekonomiczna trwałość,
- bardzo wysoka niezawodność pracy,
- ekologiczność (w tym rozumieniu: obojętność dla środowiska),
- ciągły rozwój konstrukcji wyrobu (ciągły proces doskonalenia przez producenta),
- obecność na danym rynku zarówno wyrobu, jak i jego producenta,
- rozwinięta sieć punktów sprzedaży,
- bardzo dobre działania marketingowe.

Spełnienie wszystkich wymienionych wyżej cech jest bardzo trudne i wymaga zarówno dużego doświadczenia, jak i systematycznych badań rynkowych oraz należytego zarządzania pracami rozwojowymi.

W działalności technicznej, która prowadzi do wytworzenia danej maszyny czy urządzenia, wyróżnić można następujące etapy (fazy) działań, stanowiące sekwencyjne, systemowe elementy operacyjne istnienia (życia) maszyny – procesy, podprocesy – występujące w zaspokajaniu potrzeb społecznych [Chwarścianek 2011]:

1. wartościowanie: rozpoznanie, sformułowanie problemu, określenie potrzeb;
2. projektowanie: wyrobów i środków produkcji, procesów technologicznych i organizacji wytwarzania;
3. konstruowanie: dobór cech geometrycznych, materiałowych, dynamicznych i kinematycznych, eksploatacyjnych, struktura mechanizmów, zespołów i części;

4. wytwarzanie: proces materialnej syntezy wyrobu, nadanie pożądaných właściwości;
5. eksploatacja: przekazanie do użytkowania, zasilanie, obsługa, likwidacja.

Dla wymienionych powyżej wyszczególnionych poszczególnych etapów (faz) działań technicznych należy sporządzić wieloczęściową dokumentację techniczną. W dokumentacji tej należy szczegółowo opisać w sposób merytoryczny wykonane opracowania i analizy oraz przyjęte rozwiązania rozważanych zagadnień. W skład dokumentacji technicznej wchodzi [Chwarścianek 2011]:

- dokumentacja projektowo-konstrukcyjna i wzornicza,
- dokumentacja technologiczna,
- dokumentacja eksploatacyjna.

W dokumentacjach tych znajdować się będą rysunki, szkice oraz opracowania techniczne powstające w trakcie realizacji poszczególnych etapów działań technicznych.

3. Prognozowanie kierunku rozwoju i studia wstępne

Aby uruchomić produkcję nowego wyrobu, konieczna jest analiza danej gałęzi przemysłu, w której dany produkt będzie sprzedawany. Przewidywanie kierunku przyszłego rozwoju należy rozpocząć od systematycznego śledzenia aktualnej światowej produkcji oraz wykorzystywanej do tej produkcji technologii. Celem takich działań jest zabezpieczenie firmy przed uruchomieniem produkcji wyrobu, którego konstrukcja może być przestarzała. Uruchomienie produkcji jest zazwyczaj dużym wydatkiem i wypuszczenie na rynek produktu dla odbiorców nieatrakcyjnego może być ekonomicznie nieuzasadnione. Po zakończeniu etapu prognozowania kierunku przyszłego rozwoju następnym naturalnym krokiem jest etap analizy istniejących produktów w światowej sprzedaży. Do etapu tego należą [Karpiński 2004]: właściwości eksploatacyjne produktu, właściwości konstrukcyjne, budowa wewnętrzna, koszty produkcji oraz jej wielkość oraz technologia wykonania produktu. Etap ten jest bardzo ważny i powinien być przeprowadzony z należytą dokładnością. Celem studiów wstępnych jest zebranie informacji o wyrobach znajdujących się na światowym rynku oraz o wielkości rynku. Zakres studiów oraz ich koszt zależny jest od kilku czynników. Jednym z najważniejszych czynników jest czas jego trwania, poziom zaawansowania naszego wyrobu oraz wyrobów oferowanych przez konkurencję. Wiele firm specjalizujących się we wdrażaniu nowych produktów (w większości przypadków są to przedsiębiorstwa posiadające własny kanał dystrybucji) na tym etapie dokonuje zakupu produktów konkurencyjnych firm dostępnych na rynku. Takie posunięcie zazwyczaj jest objęte tajemnicą i może odbywać się przez przedsiębiorstwa powiązane lub zaprzyjaźnione firmy, co w czasach globalizacji nie jest niczym skomplikowanym. Takie

zakupy ukrywane są między innymi dlatego, aby konkurencja nie wykorzystała takiego zakupu do celów marketingowych. Zakupy produktów konkurencyjnych firm wpływają także na koszty etapu studiów wstępnych i dlatego powinny być przewidziane wcześniej. Produkty te poddawane są następnie wnikliwej analizie działania oraz wielu testom. Od stopnia zaawansowania wyrobu zależy czy ewentualna instalacja do testowania produktów konkurencji to proste stanowisko do sprawdzania zasady działania, czy już zaawansowane laboratorium badawcze.

4. Cyfrowy prototyp

Etap budowy cyfrowego prototypu należy rozpocząć od charakterystyki naszej maszyny czy urządzenia, programu przyszłych testów i badań oraz technologii wykonania naszego produktu (np. czy produkt wytworzony będzie metodą wtrysku tworzyw sztucznych, czy produkowany będzie na obrabiarkach sterowanych numerycznie). Cyfrowy prototyp pozwala zaoszczędzić czas, pieniądze oraz wychwycić - przy stosunkowo niskich nakładach finansowych - wszelkie błędy wymiarowe. Praca na cyfrowym modelu może odbywać się już od fazy koncepcyjnej aż po produkcję. Dzięki dostępnym na rynku narzędziom do rysowania i modelowania w środowisku CAD 3D możemy zarządzać projektem oraz dokonywać jego wizualizacji i optymalizacji, jeszcze zanim powstanie fizyczny prototyp. Jest to narzędzie z potężnymi możliwościami, gdy chcemy usprawnić współpracę pomiędzy poszczególnymi osobami czy działami (zarządzanie dokumentacją projektową PDM – z ang. *product data management*) oraz łatwiej wprowadzać innowacje. Rezultatem, jaki dzięki temu można osiągnąć, jest oszczędność czasu i pieniędzy, jeszcze lepsze produkty oraz przewaga nad konkurencją. Dostępne na rynku narzędzia zawierają pełny zestaw oprogramowania do projektowania elementów mechanicznych 3D, symulowania produktów, tworzenia narzędzi i prezentacji projektów. Cyfrowe prototypowanie pozwala nam na dużą elastyczność oraz ułatwia badanie i analizę różnych koncepcji przyszłego produktu. Bardziej zaawansowane programy bądź opcje pozwalają na przewidywanie charakterystycznych cech wyrobu poprzez symulację działania i analizę wytrzymałości, np. przewidywanie cyklu życia membrany albo analiza MES (Metoda Elementów Skończonych MES, z ang. FEM, *finite-element method*) w celu odchudzenia produktu.

5. Prototyp

Wg Karpińskiego [Karpiński 2004] celem projektowania, budowy i badań prototypu jest ustalenie właściwości przyszłego wyrobu. Wykonanie prototypu w większości przypadków rozpoczyna się od wydrukowania go przy pomocy drukarki 3D (zależne jest to od wielkości poszczególnych części składających się na

produkt). Taki wyrób jest tylko modelem nowego produktu. Model ten w swym wyglądzie przypomina gotowy produkt i może służyć do pewnego rodzaju wizualizacji, ale należy pamiętać, iż nie posiada on cech eksploatacyjnych końcowego produktu. W ostatnich latach powstało wiele narzędzi pomocnych przy wdrażaniu nowych produktów. Współczesne systemy modelowania, symulacji, komputerowego wspomaganie (oznaczane ogólnie jako CAX) razem z technikami szybkiego wytwarzania (*rapid prototyping* – RP) niewielkiej liczby części i oprzyrządowania (*rapid tooling* – RT) tworzą wg Pajaka [Pajak 2000] podstawy współczesnego projektowania równoległego (*concurrent engineering*). Jeżeli wydrukowany model zyskał akceptację i wyeliminowano wszelkie pojawiające się na tym etapie błędy, przystępuje się zazwyczaj do wykonania prototypu. Wykonanie prototypu obejmuje całość czynności związanych z wyprodukowaniem pierwszej sztuki nowego produktu. Prototypy wykonuje się zazwyczaj w prototypowniach, narzędziowniach lub najczęściej w zakładach mechanicznych posiadających odpowiednie maszyny (w zależności od wielkości i dokładności wykonania prototypu). Gotowy prototyp następnie poddawany jest badaniom, takim jak np. wydajność pracy czy test życia produktu. Uproszczenie badań lub zawężenie ich zakresu może skutkować uzyskaniem produktu o niskiej jakości bądź zwiększeniem ryzyka reklamacyjnego w trakcie życia już gotowego produktu. Także na tym etapie bardzo ważna jest współpraca wszystkich osób i działów zaangażowanych w proces. Równie ważna jest współpraca pomiędzy konstruktorem a technologiemi, chociaż w ostatnim czasie różnice te nie są już tak widoczne, jak jeszcze kilka lat temu. Na tym etapie określona powinna być technologiczność konstrukcji, końcowy dobór materiałów maszyny bądź urządzenia, struktura i właściwości technologicznej warstwy wierzchniej oraz sposób i warunki montażu wraz z określeniem koniecznych do tego narzędziami lub uchwytami (mającymi ułatwić i przyspieszyć montaż).

6. Prace badawczo-rozwojowe

Aby produkt mógł być z powodzeniem sprzedawany przez przedsiębiorstwo, konieczne jest prowadzenie prac badawczo-rozwojowych w celu utrzymania przewagi konkurencyjnej na rynku. Działalność badawczo-rozwojowa wg Matusiaka [Matusiak 2005] to systematycznie prowadzone prace twórcze, podjęte dla zwiększenia zasobu wiedzy. Dział B+R w przedsiębiorstwie jest czymś naturalnym, jednostką, która tworzy się bądź umacnia w procesie wdrażania nowego produktu. Przedsiębiorstwa produkcyjne, posiadające swój gotowy produkt i zajmujące się działalnością B+R (prace badawczo-rozwojowe, R&D – z ang. *research and development*), prowadzą prace rozwojowe niezależnie od swojej podstawowej działalności. Prowadzą przede wszystkim prace rozwojowe mające na celu zastosowanie istniejącej już wiedzy, uzyskanej dzięki doświadczeniu praktycznemu, do opracowania

nowych lub istotnego ulepszenia istniejących wyrobów. Działalność ta - oprócz ciągłości - powinna charakteryzować się odpowiednimi zasobami ludzkimi będącymi w stanie prowadzić zaawansowane projekty. Przykład struktury dokumentów do zarządzania projektem rozwojowym (co powinien zawierać dany projekt) przedstawiony został na rysunku nr 1.

Należy pamiętać, aby oprócz rysunków, modeli, wykazu materiałów (BOM – z ang. *bill of material*) czy harmonogramów planowania poszczególnych etapów projektu, zwracać także należyłą uwagę na procedury i instrukcje konieczne do prowadzenia badań. Konieczność opracowania procedur jest bardzo istotna dla prawidłowej organizacji i realizacji projektu, gdyż w przeciwnym razie wyniki badań będą mogły być w przyszłości zakwestionowane. W katalogu zawierającym raporty powinny się znaleźć nie tylko nasze sprawozdania, lecz także inne rodzaje dokumentów określające kompetencje poszczególnych członków zespołu, np. raporty ze spotkań, co jest dla nas również istotne. Praca w zespole międzynarodowym nie należy do najłatwiejszych, a dodatkowo utrudniona jest przez różnice kulturowe, czasowe czy językowe. W raportach ze spotkania w sposób przejrzysty umieszczamy informacje, kto z zespołu realizującego projekt badawczo-rozwojowy, za co odpowiada oraz w jakim terminie musi się wywiązać z postawionych mu zadań.

Rys. 1.

Struktura dokumentów do zarządzania projektem rozwojowym



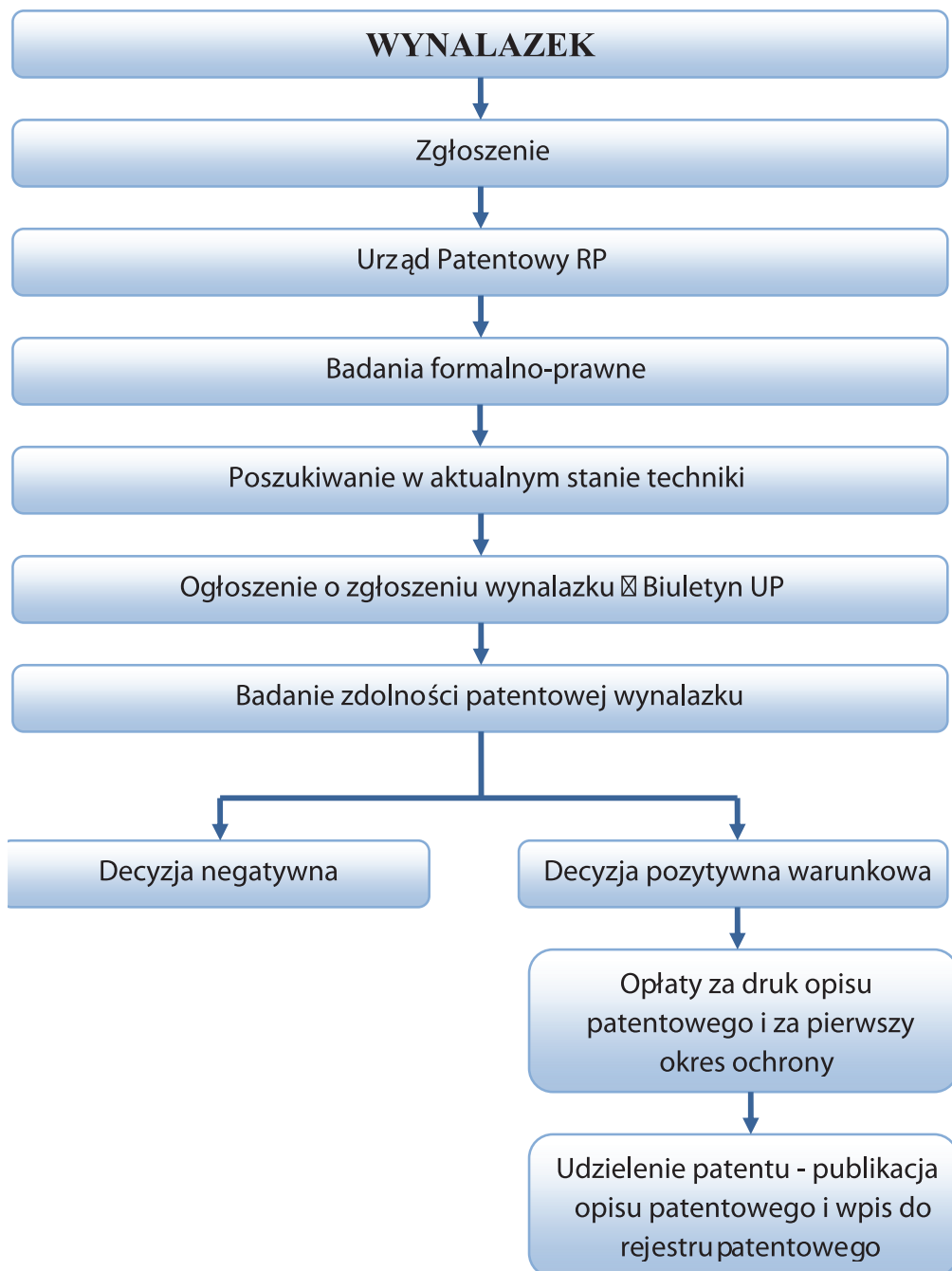
Źródło: opracowanie własne

7. Ochrona własności intelektualnej

Na pewnym etapie projektu po wykonaniu określonej części pracy badawczo-rozwojowej należy nasz projekt (produkt czy myśl) zabezpieczyć prawnie. W dzisiejszych czasach niezmiennie istotne jest skuteczne zarządzanie własnością intelektualną i przemysłową. Zabezpieczenie własnych interesów w tym zakresie wpływa na zwiększenie konkurencyjności i utrzymanie przewagi strategicznej przedsiębiorstwa. Efektywne zarządzanie własnością intelektualną i przemysłową może odbyć się na wiele sposobów. Jednym z nich jest *know-how* przedsiębiorstwa, czyli wiedza chroniona przez jej utajnienie. Rozumie się przez to wszelkiego rodzaju tajemnice techniczne, przemysłowe, organizacyjne czy marketingowe, które są świadomie utrzymywane przez dany podmiot w stanie poufności [Zajączkowski 2003]. Podlegają one ochronie bez zastosowania procedury badawczej i rejestracyjnej, jednakże jest to ochrona słabsza niż przy zastosowaniu ochrony patentowej. Przez pojęcie własności przemysłowej rozumie się zespół praw podmiotowych, których przedmiotem są następujące dobra materialne: wynalazki, wzory użytkowe, wzory przemysłowe, znaki towarowe i usługowe, oznaczenia geograficzne, topografie układów scalonych oraz uprawnienia wynikające z przepisów o zwalczaniu nieuczciwej konkurencji [Szewc 2003]. Centralnym organem administracji rządowej właściwym w sprawach z zakresu ochrony własności przemysłowej w ramach systemu krajowego jest Urząd Patentowy RP. Udziela on podmiotom krajowym i zagranicznym patentów na wynalazki, praw ochronnych na wzory użytkowe i znaki towarowe oraz praw z rejestracji na wzory przemysłowe, oznaczenia geograficzne i topografie układów scalonych. Procedurę krajową obrazuje rysunek nr 2 na przykładzie procedury patentowej.

Rys. 2.

Algorytm udzielania procedury patentowej



Źródło: Adamczak 2005

Podsumowanie

Wdrażanie nowych produktów w firmach produkcyjnych sektora małych i średnich przedsiębiorstw jest coraz częściej nieodzownym elementem prowadzenia firmy oraz koniecznym warunkiem utrzymania się na rynku. Proces ten składa się z kilku etapów wdrożenia produktu czy uruchomienia produkcji. Każdy z etapów jest bardzo istotny, a wiedza i doświadczenie osób zaangażowanych w ten proces determinuje powodzenie przedsięwzięcia. Niejednokrotnie konieczna jest wiedza z różnych obszarów, takich jak znajomość konstrukcji, technologii produkcji czy montażu. Niezbędna jest również umiejętność wykorzystania odpowiednich, nowoczesnych narzędzi, maszyn czy oprogramowania oraz wiedza praktyczna, tzw. *know-how* pracowników z długoletnim stażem i zasób wiadomości, których nie można znaleźć w żadnej książce, poradniku czy instrukcji, jak również wiedza z zakresu ekonomii, zarządzania i marketingu. Do osiągnięcia sukcesu potrzebna jest także grupa ludzi, o różnych kompetencjach i wiedzy, tworząca zespół, w której znajduje się lider posiadający zdolności przywódcze. Niezbędna jest ponadto znajomość zagadnień związanych z ochroną prawną swoich wynalazków czy myśli oraz znajomości prawa, zwłaszcza związanego z ochroną własności intelektualnej. Posiadanie wiedzy z tych obszarów, właściwe zarządzanie i posiadanie wykwalifikowanej kadry pozwoli firmie na określenie kosztów badań B+R, uniknięcie wielu błędów w trakcie projektowania i wdrażania produktów do produkcji, a w rezultacie na osiągnięcie przewagi konkurencyjnej i odniesienie korzyści ekonomicznej.

Bibliografia:

1. Adamczak A., *Systemy patentowe na rzecz rozwoju innowacyjnego, materiały z konferencji „System ochrony własności intelektualnej wsparciem innowacyjnej gospodarki w Polsce”*, Akademia Inżynierska w Polsce, Warszawa 2005.
2. Chwaścianek F., *Procesy i techniki produkcyjne*, Wydawnictwo Bydgoskiej Szkoły Wyższej, Bydgoszcz 2011.
3. *Innowacje i transfer technologii. Słownik pojęć*, red. K. B. Matusiak, PARP, wyd. I. Warszawa 2005,
4. Karpiński T., *Inżynieria produkcji*, WNT, Warszawa 2004.
5. *Leksykon własności przemysłowej i intelektualnej. Urząd Patentowy RP oraz Zakamycze* red. A. Szewc, Warszawa 2003.
6. Pajak E., *Zaawansowane technologie współczesnych systemów produkcyjnych*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2000.
7. Sejmik Województwa Opolskiego, *Regionalna strategia innowacji województwa opolskiego na lata 2004-2013*, Opole 2004.

8. Sosnowska A., Łobejko S., Kłopotek A., Brdulak J., Rutkowska-Brdulak A., Żbikowska K., *Jak wdrażać innowacje technologiczne w firmie. Poradnik dla przedsiębiorców*, wyd. I, PARP, Warszawa 2005.
9. Zajączkowski M., *Podstawy innowacji i ochrony własności intelektualnej*, Economicus, Szczecin 2003.

Optymalizacja kosztów pracy

Wprowadzenie

Optymalizacja to przede wszystkim metoda wyznaczania najlepszego rozwiązania z punktu widzenia określonego kryterium jakości i może obejmować wiele dziedzin. W firmach oraz przedsiębiorstwach polega na intensywnym, a przede wszystkim produktywnym, poszukiwaniu rozwiązań, tak aby procesy odbywające się w nich były jak najbardziej owocne – czyli aby przedsiębiorstwo pracowało wydajniej [Banaszyk i in. 1997]. Optymalizacja kosztów pracy to dbałość o to, by wydatki, koszty były jak najmniejsze w zestawieniu z możliwymi zyskami, ale to również odpowiednie gospodarowanie czasem oraz przedmiotami. Dzięki prostym metodom można nauczyć się gospodarnego, mądrego zarządzania czasem oraz nie dopuszczania do marnotrawstwa. Jednocześnie optymalizacja kosztów pracy nie musi automatycznie oznaczać redukcji etatów czy zaprzestania wykonywania usług, na których firma zarabia najmniej, nie musi oznaczać rezygnacji z zakupu półproduktów lepszej jakości potrzebnych do wytworzenia danego towaru i zastąpienia ich gorszym jakościowo materiałem, budulcem czy składnikiem. Optymalizacja kosztów pracy to lepsze zarządzanie czasem pracowników, poszukiwanie w przedsiębiorstwie ograniczeń i oszczędności tam, gdzie nie traci się na jakości towarów czy usług. Świadomość, ile cennych minut z ośmiogodzinnego dnia pracy ucieka wielu pracownikom, a także większy nadzór nad tym, co robią pracownicy, to też optymalizacja kosztów pracy. Również taka drobna kwestia, jak rozmieszczenie maszyn w hali, odpowiedni dobór miejsca pracy, oświetlenia, wdrażanie odpowiednich programów itd. jest naprawdę niezwykle istotna i może przynieść sporo korzyści [Banaszyk i in. 1997].

W zależności od potrzeb można stosować różne sposoby i metody optymalizacji produkcji w przedsiębiorstwach i różnego rodzaju firmach, począwszy od małych firm kilkusobowych poprzez ogromne przedsiębiorstwa. Optymalizacja ma za zadanie znacznie usprawnić procesy produkcji i pracy, eliminować marnotrawstwo czasu i zasobów, obniżyć koszty produkcji oraz zwiększyć wydajność. Niezwykle ważne jest także analizowanie i symulowanie różnych sytuacji odby-

wających się w firmie oraz wsparcie marketingowe jako dopełnienie optymalizacji [Martyniak 1996].

Zarządzanie czasem to temat rozpatrywany na różnych poziomach funkcjonowania firmy:

- poziom jednostki – zarządzanie własnym czasem, a w zasadzie tym, co w jego ramach będzie wykonywane;
- poziom zespołu – zarządzanie czasem pracowników, ewidencja czasu pracy, optymalizacja jego wykorzystania;
- poziom całej organizacji – zarządzanie zorientowane na redukcję czasu, np. produkcji.

1. Optymalizowanie czasów przebrojeń za pomocą metody SMED

Przebrojenie to każdy proces dotyczący przestawiania maszyny, urządzenia, zespołu ludzkiego, niedający żadnej wartości dodanej (produkcji). W zakres pojęcia „przebrojenie” wchodzi szereg złożonych czynności. Nie ma znaczenia czy jest to przygotowanie pędzla malarskiego na budowie, mycie po poprzednim malowaniu i przygotowanie do kolejnego malowania, czy są to wysoko zaawansowane maszyny, które trzeba całe przestawiać, umyć, wyczyścić stary surowiec i zamontować nowy oraz przeprowadzić całą fazę próbną aż do uzyskania optymalnego produktu [Schmidt 2008].

W wielu firmach nie docenia się aspektu optymalizacji, tym samym poświęcając dziesiątki godzin na przebrojenia. Dlatego w ramach ciągłego doskonalenia LEAN wprowadził *Single Minute Exchange of Die*, czyli SMED [McCann 2000].

Metodyka SMED jest zestawem technik i narzędzi umożliwiających dokonywanie szybkich przebrojeń maszyn i procesów produkcyjnych. Jej głównym celem, opracowanym przez japońskiego inżyniera Shigeo Shingo, jest przeprowadzenie każdego przebrojenia w jednostkowej liczbie minut poprzez taki podział i uproszczenie całego procesu, aby przebrojenia dokonywane były z użyciem jak najmniejszej ilości narzędzi. Idea SMED zakłada, aby zmieścić się z przebrojeniem w czasie do 10 minut. Oczywiście jest, że system ten nie we wszystkich przypadkach zapewnia redukcję czasów przebrojeń do tej wartości. Udowodniono jednak, iż jego zastosowanie powoduje radykalne zmniejszenie czasów wymiany maszyn w prawie każdym przypadku.

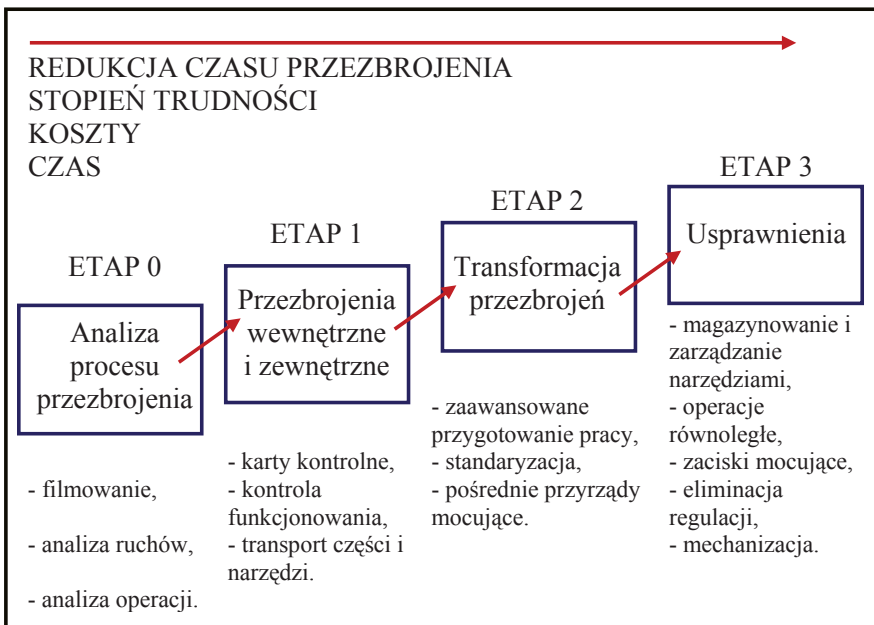
Podstawowym założeniem metody SMED jest zmniejszenie wielkości partii produkcyjnych w celu dostosowania produkcji do zmiennych wymagań rynku. Wynika z tego potrzeba skrócenia czasów przebrojeń, ponieważ z założenia to właśnie te czasy determinują wielkość partii produkcyjnych. Również szybka wymiana narzędzi jest warunkiem koniecznym dla przedsiębiorstwa, które chce

zastosować przepływ jednostrumieniowy (JIT) umożliwiającą w krótkim czasie, dostosowanie maszyny do nowych warunków pracy.

S. Shingo, wprowadzając metodę SMED, wyodrębnił poszczególne stadia ulepszania procesów przezbrojania (rys. 1). Dlatego po podjęciu decyzji o rozpoczęciu działań, mających na celu skrócenie czasu trwania przebrojeń maszyn i urządzeń w przedsiębiorstwie produkcyjnym, należy wybrać spośród całego parku maszynowego jedną maszynę pilotażową, na której będą prowadzone prace związane z redukcją czasu trwania przebrojenia. Przeprowadzenie analizy SMED na przykładzie jednego konkretnego przypadku ma na celu zaznajomienie uczestników z zasadami techniki SMED, przeprowadzenie analizy i oceny obecnego procesu oraz wypracowanie przy pomocy „burzy mózgów” przyszłego planu działania [Martyniak 1996].

W przypadku większej liczby analizowanych przypadków efekt jest przeciwny do zamierzonego, liczba proponowanych usprawnień spada drastycznie. Najefektywniej jest analizować jednorazowo jeden przykład przebrojenia.

Rys. 1.
Cztery kroki metody SMED



Źródło: Czerska 2011

Wybór maszyny, obszaru pilotażowego do przeprowadzenia analizy SMED może być kierowany uzależniony od:

- rodzaju asortymentu,
- częstotliwości przebrojeń,
- czasu trwania przebrojenia,
- kosztów postoju maszyny,
- innym kryterium wyboru wskazanym przez kierownictwo.

Równie dobrze może to być obszar, na którym:

- obserwuje się najlepsze pomiary wydajności maszyny i pracowników,
- zainstalowano nową maszynę (urządzenie),
- znajduje się maszyna (urządzenie) o bardzo małej wydajności, tzw. „wąskie gardło”.

Według S. Shingo zastosowanie metody SMED przebiega w następujących krokach:

1.1. Krok pierwszy - stadium przygotowawcze

Krok ten nazywany jest również etapem zerowym ze względu na to, iż nie dokonują się tu jeszcze żadne fizyczne usprawnienia procesu. Przeprowadza się jedynie dogłębną analizę przebiegu procesu, w tym zawartości poszczególnych kroków procesu przebrojenia oraz poddaje analizie wymagane zasoby związane z przestawieniami maszyn. Etap ten składa się z trzech punktów [Shingo 1985]:

1. Nagranie wszystkich operacji przebrojenia (zewnętrznych i wewnętrznych) ze szczególnym uwzględnieniem ruchów operatora, używanego wyposażenia, organizacji stanowiska pracy, zbędnych dróg transportowych, oczekiwania itp. Ważne jest oznaczenie czasu i terminu realizacji tych czynności.
2. Przedstawienie nagrania operatorowi oraz osobom zaangażowanym lub związanym z czynnościami przygotowawczymi. Pozwoli to na szeroką perspektywę analiz oraz wielorakie spojrzenie na kolejność i zakres realizowanych przy przebrojeniu kroków.
3. Wykonanie szczegółowej dokumentacji, polegającej na opisaniu czynności i czasu ich trwania.

Końcowym efektem przeprowadzonych analiz, stanowiących podstawę do utworzenia listy uprawnień oraz wdrożenia zmian skracających przebrojenie, jest opracowanie analizy ruchów operatora w postaci tzw. „diagramu spaghetti” oraz karty przebiegu przebrojenia. Pozwoli ona zapisać na odpowiednim formularzu wszystkie kluczowe informacje dotyczące analizowanego przebrojenia.

1.2. Krok drugi - rozgraniczenie czynności wewnętrznych i zewnętrznych

Separacja czynności to najważniejszy krok realizowany podczas wdrażania metody SMED. Przygotowanie oraz transport narzędzi i przyrządów podczas pracy maszyny pozwala na redukcję czasu operacji wewnętrznych o 30% do 50%.

Czynności stanowiące marnotrawstwo podczas przebrojeń to m.in.:

- poszukiwanie narzędzi oraz ich zbędny transport,
- naprawianie narzędzi,
- oczekiwanie na decyzję,
- oczekiwanie na logistykę,
- sortowanie oraz poszukiwanie informacji potrzebnych do przebrojenia (instrukcje, parametry itp.),
- zastanawianie się i wielokrotne kontrolowanie.

W celu eliminacji zbędnych kroków następuje wprowadzenie trzech kluczowych narzędzi pracy: karty kontrolnej, kontroli funkcjonowania oraz transportu.

Karta kontrolna (ang. *checklist*) stanowi formularz zawierający informacje o wszystkich składnikach niezbędnych do poprawnego przeprowadzenia przebrojenia. Stworzenie listy kontrolnej przygotowania danej maszyny pozwala na zapobieganie przeoczeniom, błędom i wielokrotnym kontrolom stanowiska pracy w trakcie wewnętrznych czynności przygotowawczych. Karta kontrolna powinna zawierać takie parametry, jak [Shingo 1996]:

- wymagane narzędzia, przyrządy, specyfikacje, materiały;
- wykaz pracowników uprawnionych do realizacji czynności przygotowawczych;
- wartości nastaw lub parametry pracy (temperatura, ciśnienie itp.);
- mierniki i wymiary charakteryzujące zadanie produkcyjne.

Ważne jest, aby każda z list kontrolnych była specyficzna dla danej maszyny lub operacji. Stosowanie jednej listy kontrolnej dla wszystkich stanowisk może powodować zakłócenia i niewłaściwą realizację zadań poprzez błędne przygotowanie do operacji. Listę kontrolną można również zbudować w sposób uniwersalny dla różnych wariantów produkcji. Każdorazowe sprawdzenie karty kontrolnej przed rozpoczęciem przebrojenia, a tym samym kompletności całego wyposażenia, zapobiega zatrzymaniu procesu w najgorszym z możliwych momentów, czyli podczas operacji wewnętrznych.

Stosowanie odpowiednich rozwiązań wykorzystujących techniki sterowania wizualnego, oznaczeń kolorami i etykietami wyposażenia maszyn, odpowiednie rozmieszczenie i prezentacja narzędzi, pozwala na eliminację pomyłek oraz przestoju będących następstwem poszukiwania narzędzi, wspomaga organizację przebrojenia oraz skraca ich czas.

Kolejnym narzędziem jest kontrola funkcjonowania mająca na celu sprawdzenie właściwej kondycji przyborów i narzędzi oraz materiałów. Kontrola funkcyjowa-

nia, wykonana przed rozpoczęciem wewnętrznych czynności przygotowawczych, zapobiega wydłużeniu czasu ich trwania spowodowanego wymianą i naprawą niesprawnego narzędzia czy przyrządu. Jednocześnie właściwa kontrola sprawności narzędzi pozwoli na wyeliminowanie realizacji błędnie wykonanych wyrobów.

Ostatnim elementem przygotowania procesu przebrojenia jest transport części, narzędzi i materiałów potrzebnych do przebrojenia. Zwykle wykonywany on jest w trakcie wewnętrznych czynności przygotowawczych przed i po realizacji danej partii produkcyjnej. Metoda SMED zakłada, iż wymontowane narzędzia zostaną odtransportowane do magazynu w czasie, kiedy nowe zostaną zainstalowane, a maszyna rozpocznie właściwą produkcję.

1.3. Krok trzeci - przekształcenie przebrojenia wewnętrznego w przebrojenie zewnętrzne

Podstawowym celem tego etapu jest zamiana tak wielu operacji przebrojenia, z wewnętrznych na zewnętrzne, jak to tylko możliwe. Ma to doprowadzić do jak najkrótszego czasu wyłączenia maszyny lub przezbieranego procesu, a tym samym - najszybszego rozpoczęcia produkcji kolejnego typu wyrobu [Shingo 1996].

Aby można było tego dokonać, należy zanalizować operacje przygotowania, na które składają się cztery rodzaje czynności [Czerska 2011]:

1. Przygotowanie, kontrola materiałów i narzędzi - czynności zapewniające prawidłowe umiejscowienie oraz właściwe funkcjonowanie przyrządów i narzędzi (stanowią 30% wszystkich czynności przygotowawczych) - realizowane jako przygotowanie wewnętrzne.
2. Montaż oraz demontaż narzędzi i przyrządów - czynności obejmujące usunięcie przyrządów i narzędzi po realizacji partii produkcyjnej oraz przygotowanie przyrządów i narzędzi do kolejnej partii (stanowią 5% wszystkich czynności przygotowawczych) - realizowane jako przygotowanie wewnętrzne.
3. Pomiar, nastawy i kalibracja - czynności, które muszą być wykonane w celu poprawnej realizacji zadań produkcyjnych, są to: centrowanie, wymiarowanie, pomiar temperatury czy ciśnienia itp. (stanowią 15% wszystkich czynności przygotowawczych) - realizowane jako przygotowanie wewnętrzne lub zewnętrzne.
4. Seria próbna i regulacja maszyny - ostatnie z czynności realizowanych podczas tradycyjnego przygotowania, regulacja maszyny w celu właściwego wykonania wyrobu (stanowi 50% wszystkich czynności przygotowawczych) - realizowane jako przygotowanie wewnętrzne.

Jak wynika z powyższego wykazu w zasadzie wszystkie z realizowanych tradycyjnie czynności przygotowawczych uniemożliwiają pracę maszyny w trakcie ich wykonywania. Metoda SMED kładzie nacisk na rozróżnienie i przekształcenie

czynności, które mogą być wykonywane jako zewnętrzne, pomimo, że realizowane są jako wewnętrzne.

Jako pierwsze należy odseparować czynności przygotowawcze realizowane poza i na maszynie. Samo oddzielenie tych czynności nie spowoduje drastycznej redukcji czasów, dlatego też należy dokonać przekształcenia czynności realizowanych wewnątrz na realizowane na zewnątrz. Aby znaleźć metody przekształcenia czynności, stosuje się trzy techniki:

- wczesne przygotowanie stanowiska pracy,
- standaryzacja podstawowych funkcji,
- wykorzystanie przyrządów pośredniczących.

Wczesne przygotowanie stanowiska pracy oznacza dostarczenie wszystkich niezbędnych części, przyrządów, narzędzi i ich przygotowanie przed rozpoczęciem przygotowania wewnętrznego. Ustawienie warunków pracy, tj. temperatury, ciśnienia czy pozycjonowania materiału, może być często wykonywane w ramach przygotowania zewnętrznego.

Standaryzacja funkcji polega na ujednoliceniu parametrów montażu narzędzi, przyrządów czy materiałów. Celem standaryzacji jest takie dostosowanie np. wymiarów zewnętrznych narzędzi stosowanych na danym stanowisku, aby ich montaż w maszynie nie wymagał zmiany jej ustawień. Standaryzacja może więc dotyczyć wymiarów, mocowania, demontażu czy zacisku. Wykorzystanie przyrządów pośredniczących może wspomóc przeniesienie działań przygotowawczych na zewnątrz w przypadku, kiedy standaryzacja funkcji staje się niemożliwa. Przyrządy pośredniczące to zwykle płyty lub ramy o standardowym wymiarze, do których mocuje się narzędzia o zmiennych wymiarach [McCann 2000].

1.4. Krok czwarty - usprawnienia czynności przygotowawczych

Ostatni etap SMED to działania, mające na celu jak największe skrócenie czasu trwania operacji wewnętrznych, które nie mogły być wyeliminowane, ani też zamienione na operacje zewnętrzne. Krok usprawniania przebrojeń charakteryzuje się najmniej znaczącym skróceniem czasów przebrojeń i wymaga najczęściej poniesienia bardziej znaczących nakładów finansowych na usprawnienia, jednak oferuje cenne rozwiązania i narzędzia mogące przyczynić się do uproszczenia procesu przebrojenia [Thomas 2000].

Techniki doskonalenia czynności przygotowawczych można podzielić na:

- doskonalenie czynności przygotowawczych zewnętrznych,
- doskonalenie czynności przygotowawczych wewnętrznych.

Doskonalenie czynności przygotowawczych zewnętrznych dotyczy usprawniania metod przechowywania i transportu przyrządów, narzędzi i materiałów. Przy

rozdziale niewielkich narzędzi czy przyrządów istotne jest zastosowanie właściwych metod zarządzania nimi.

Doskonalenie czynności przygotowawczych wewnętrznych sprowadza się do spełnienia czterech warunków:

- równoległej realizacji operacji,
- zastosowania zacisków mocujących,
- eliminacji regulacji,
- mechanizacji.

Równoległa realizacja operacji. Niektóre z maszyn, tj. duże prasy, wtryskarki tworzyw sztucznych, maszyny stosowane do odlewów, często wymagają przygotowania realizowanego po obu stronach maszyny, zarówno od frontu, jak i od tyłu. Jednoosobowe przeobrażanie takiej maszyny powoduje straty czasu oraz zbędne przechodzenie od przodu do tyłu maszyny i z powrotem. Równoległa realizacja operacji dokonuje podziału czynności przygotowawczych pomiędzy dwie osoby, z których każda obsługuje inną część maszyny [Czerska 2009]. W ten sposób można dokonać redukcji czasu przebrojenia o 1, dzięki eliminacji potrzeby chodzenia wokół maszyny i uproszczeniu działań operatora.

W przypadku, gdy operacje obu operatorów są od siebie uzależnione, konieczne jest ustalenie zasad komunikacji. W tym zakresie niezwykle pomocne stają się procedury realizacji czynności opisane na kartach, które posiada każdy z pracowników. W ten sposób możliwe jest wyeliminowanie błędów i ewentualnego ryzyka, a także zastępowanie operatora w razie np. jego choroby.

Zastosowanie zacisków mocujących. W tradycyjnych systemach często używa się śrub lub sworzni w celu zamocowania narzędzi. W systemie SMED całkowicie wyklucza się ich zastosowanie - ze względu na zbyt długi czas ich właściwego nastawienia, doboru w zależności od mocowanego narzędzia czy po prostu odnalezienia wśród innych śrub mocujących. System SMED zaleca stosowanie zacisków mocujących, które pozwolą na umiejscowienie narzędzia przy pomocy jednego ruchu [Czerska 2011].

Eliminacja regulacji. Regulacja warunków pracy może obciążać czas przygotowawczo-zakończeniowy w 50%. Eliminacji (nie redukcji) można dokonać dzięki zastosowaniu właściwych ustawień narzędzi i dokładności realizacji wyżej wspomnianych zasad. Istnieją cztery podstawowe techniki eliminacji regulacji:

1. Zastosowanie numerycznej skali i zestandaryzowanie ustawień - polega na zamocowaniu numerycznej skali określającej dokładność ustawienia części względem maszyny. Ustalenie stałych wartości nastaw pozwoli na jednakowe i niezawodne przygotowanie warunków pracy.

2. Zastosowanie linii ułatwiających centrowanie - polega na wyrysowaniu linii centrujących na blacie operacyjnym maszyny.
3. Zastosowanie szablonów - polega na wcześniejszym przygotowaniu szablonów umożliwiających właściwe ustawienie narzędzia względem obrabianego materiału.

Mechanizacja. Mechanizacja przygotowania warunków pracy powinna być rozpatrywana dopiero po przeanalizowaniu wszystkich innych sposobów usprawnienia czynności przygotowawczych. Pierwszym powodem jest to, iż mechanizacja nie skraca czasu tak radykalnie, jak wcześniej wspomniane techniki. Po drugie, pomimo iż spowoduje redukcję czasu, może wcale nie usprawnić procesu. Dlatego stosuje się ją raczej jako narzędzie dostrojenia działań, niż jako reduktor czasu przygotowawczo-zakończeniowego.

Mechanizacja będzie miała zastosowanie w przypadku przemieszczania dużych i ciężkich narzędzi za pomocą:

- podnośników widłowych w celu umiejscowienia narzędzia w maszynie;
- przenośników do przemieszczania ciężkich części i narzędzi;
- zdalne sterowanych zaciskaniem i zwalnianiem narzędzia.

2. Zalety wynikające z wprowadzenia metody SMED

Główne korzyści, osiągane przez radykalne skrócenie czasu przebrojeń, to przede wszystkim:

- wzrost elastyczności - przedsiębiorstwa mogą dostosowywać się do zmiennych potrzeb klienta bez ponoszenia wydatków na dodatkowe zapasy;
- szybsze dostawy - zmniejszenie wielkości partii produkcyjnych pozwala na skrócenie czasu trwania cyklu produkcyjnego, a tym samym czasu realizacji zamówienia i dostawy;
- wyższa jakość - zmniejszenie wielkości zapasów oznacza zmniejszenie liczby braków wynikających z magazynowania wyrobu lub półwyrobu; jednocześnie właściwe przygotowanie i organizacja nastaw wyposażenia pozwala na redukcję braków wynikających z błędów nastaw oraz eliminuje potrzebę realizacji serii próbnych dla nowego produktu;
- wzrost produktywności - krótsze czasy przebrojeń redukują czasy przestoju maszyny, co oznacza wyższy współczynnik produktywności wyposażenia;
- ograniczenie magazynu - krótsze serie wymagają mniejszych powierzchni. Zatem posiadając mniejszy magazyn osiągamy podwójną korzyść - mniej pieniędzy zamrażamy w magazynie oraz mniej pieniędzy inwestujemy w budynek;
- środki na inwestycje - wdrożenie SMED (i innych narzędzi LEAN) pozwala uwolnić istotne zasoby gotówki, które możemy przeznaczyć na rozwój, inwestycje, marketing.

Zastosowanie metody SMED przynosi korzyści nie tylko przedsiębiorstwu, ale również pracownikom. SMED dzięki uproszczeniu zasad wymiany narzędzi zmniejsza wysiłek fizyczny, a także możliwość kontuzji podczas przeprowadzania operacji przebrojenia. Ułatwia produkcję i powoduje wzrost bezpieczeństwa - zmniejszenie zapasów materiałowych oznacza bowiem zmniejszenie bałaganu na stanowisku pracy. A dzięki temu, że przebrojenia są zestandaryzowane i uproszczone, zmniejsza się liczba narzędzi wymiany, co również porządkuje stanowisko pracy.

Podsumowanie

W dzisiejszym, szybko zmieniającym się świecie firmy zmuszone są do wprowadzania zmian we własnej organizacji, tak aby odpowiedzieć na zapotrzebowanie klienta w jak najkrótszym czasie. W tym celu zwiększa się elastyczność procesu wytwórczego, co przekłada się na czas spędzony przez produkt w procesie. Wysoka elastyczność to również mniejsze zapasy wyrobu gotowego, przekładające się bezpośrednio na finanse firmy. Podstawowym narzędziem, niezbędnym do zwiększenia elastyczności produkcji, jest skrócenie czasu trwania przebrojeń, bez którego krótsze procesy i krótsze serie produkcyjne byłyby niemożliwe lub nieopłacalne. Jedną z najskuteczniejszych metod, pozwalających na skrócenie czasów przebrojeń, jest metoda SMED - *Single Minute Exchange of Die*. Skutkiem wdrożenia SMED jest wzrost produktywności, zmniejszenie ilości popełnianych błędów a tym samym zwiększenie bezpieczeństwa stanowisk pracy. Dodatkowo zaangażowanie pracowników przy wprowadzaniu metody skutkuje wieloma usprawnieniami, które w skali całego przedsiębiorstwa dają w efekcie większe tempo zmian niż tempo zmian uzyskiwane jedynie dzięki inwestowaniu w nowe maszyny [Durlík1993; Schmidt 2008].

Bibliografia:

1. Banaszyk P., Fimińska-Banaszyk R., Stańda A., *Zasady zarządzania w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej, Poznań 1997.
2. Czerska J., *Doskonalenie strumienia wartości*, Wydawnictwo PLACET, 2009.
3. Czerska J., *Pozwól płynąć swojemu produktowi. Tworzenie ciągłego przepływu*, Wydawnictwo PLACET, 2011.
4. Durlík I., *Inżynieria zarządzania. Strategia i projektowanie systemów produkcyjnych*, Wydawnictwo PLACET, 1993.
5. Martyniak Z., *Nowoczesne metody zarządzania produkcją*, Kraków 1996.
6. McCann T., *Practical Applications: Standardizing Work Methods*, Manufacturing Insight 983, Bourton Group, 2000.

7. Petroski T. E., Claunch J. W., *Understanding Setup Reduction*, Manufacturing Insight 961, Bourton Group, 2000.
8. Schmidt P., *Lean – SMED, czyli szybkie przeźbrojenia*, Vento Consulting, 2008.
9. Shingo S., *A Revolution In Manufacturing – SMED system*, Productivity Press, New York 1985.
10. Shingo S., *Quick Changeover for Operators: the SMED System*, Productivity Press, New York 1996.

Analiza surowców do produkcji świec i zniczy oraz charakterystyka produktów spalania

Wprowadzenie

Pierwsze świece pojawiły się najprawdopodobniej w starożytnych cywilizacjach 3000 lat p.n.e. Jako surowiec do produkcji świec stosowano wówczas tłuszcz zwierzęcy. W drugim tysiącleciu p.n.e. Etruskowie stosowali już świece woskowe wytwarzane z wosków naturalnych, w tym głównie z wosków pszczelich [„Parafiny, Świece, Znicze” 2006, s. 13]. W tym czasie również Chińczycy stosowali dobrze palące się i niekopące świece, w których wosk uzyskiwano z owadów *Coccus pella*. Z kolei w Japonii surowcem do produkcji świec był wyciąg z orzechów, a w Indiach wyciąg z owoców cynamonowca.

W Ameryce Północnej w pierwszym wieku n.e. stosowano wosk z odpowiednio spreparowanych ryb oleistych, a także tłuszcz pochodzący z kory drzew i tłuszcz zwierzęcy. W średniowiecznej Europie bardzo drogie wówczas świece woskowe stosowano jedynie podczas obrzędów religijnych oraz na królewskich stołach. Na co dzień stosowana była tańsza, paląca się gorzej, świeca lojowa.

W Polsce pierwsze wzmianki dotyczące świec lojowych, z knotem wykonanym z liścia, pochodzą z XVI wieku. W XIX wieku zaczęto stosować wosk spermacetowy, pochodzący z oleju głowy kaszalotów. Z kolei w połowie XIX wieku pojawiły się pierwsze świece stearynowe, pochodzące z kwasów tłuszczowych wydzielanych z tłuszczu zwierzęcych, oraz świece parafinowe pochodzące z przeróbki ropy naftowej.

Fabryczną produkcję świec stearynowych rozpoczęto w 1831 roku. Pierwsze plecione knoty pojawiły się w 1825 roku, a od 1834 roku stosuje się powszechnie knoty zaprawiane. W 1854 roku do produkcji świec stosowano mieszaninę parafiny naftowej i stearyny.

W drugiej połowie XX wieku rozpoczęto produkcję świec z dodatkiem wosków syntetycznych.

1. Budowa i skład chemiczny olejów i tłuszczów

Począwszy od lat dziewięćdziesiątych XX wieku do produkcji zniczy i świec zaczęto stosować woski sojowe i palmowe uzyskiwane z uwodornienia odpowiednich olejów roślinnych.

Oleje i tłuszcze są ważnym składnikiem artykułów żywnościowych, pasz, jak również surowcem dla przemysłu chemicznego. Należą do nich oleje i tłuszcze umownie tak klasyfikowane na podstawie stanu skupienia w temperaturze otoczenia. Do kategorii olejów zaliczane są mieszaniny triglicerydów ciekłych, najczęściej pochodzenia roślinnego, natomiast do tłuszczów zalicza się triglicerydy stałe, niezależnie od źródła pochodzenia. Wspólną cechą chemiczną olejów i tłuszczów jest podatność na rozkład hydrolityczny do gliceryny i kwasów tłuszczowych [Guziałowska-Tic 2012, s. 1185]. Ponadto ich charakterystycznymi cechami organoleptycznymi są między innymi:

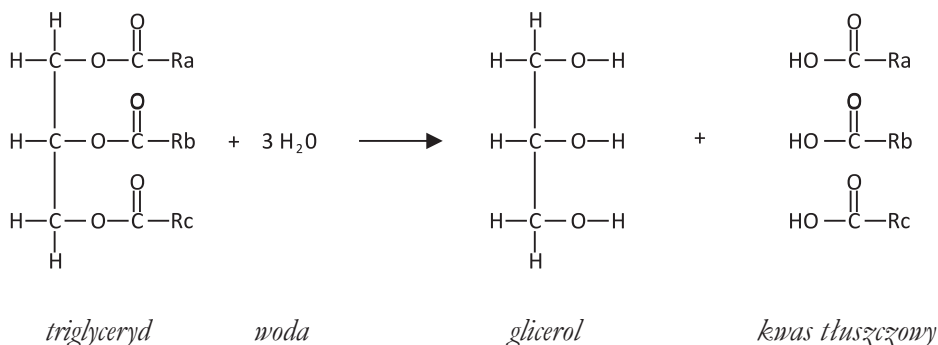
1. hydrofobowy charakter, tj. brak rozpuszczalności w wodzie,
2. śliskość w dotyku, smarność,
3. możliwość spalania bez pozostałości mineralnych (popiołu, pyłów, itp.).

Niektóre rodzaje olejów i tłuszczów stanowią surowiec wykorzystywany przemysłowo i łącznie z węglowodanami oraz białkami stanowią ważną grupę tzw. surowców odnawialnych, w przeciwieństwie do surowców petrochemicznych i minerałów o ograniczonych zasobach naturalnych. W aspektach ekologicznej oceny bezpieczeństwa surowce odnawialne najczęściej wykazują przewagę w stosunku do ich petrochemicznych odpowiedników [Alsberg C. L., *The Fats and Oils: a General View*].

Jak już wspomniano powyżej, produktami rozkładu tłuszczów i olejów są gliceryna i kwasy tłuszczowe (rys. 1). Rozkład triglicerydów ma miejsce w obecności wody oraz katalizatorów kwaśnych lub alkalicznych [Global Oils and Fats Market Report 2009].

Rys. 1.

Produkty rozkładu triglicerydów



Pomimo iż odkryto wiele kwasów tłuszczowych występujących w naturalnych olejach i tłuszczach, tylko kilka z nich ma istotne znaczenie komercyjne. Do tej grupy należą: kwas mirystynowy, laurynowy, palmitynowy, stearynowy, oleinowy, linolowy oraz kwas linolenowy (tab. 1).

Tłuszcze i oleje są praktycznie zawsze mieszaniną triglicerydów w różnych proporcjach. W niektórych przypadkach jeden z triglicerydów posiada udział dominujący, jednakże dotąd nie odkryto źródła, w którym naturalny olej bądź tłuszcz zawierałby tylko jeden trigliceryd.

Tab. 1.**Wzory chemiczne najważniejszych kwasów tłuszczowych**

Kwas	Wzór jednostkowy	Wzór strukturalny
Laurynowy	$C_{12}H_{24}O_2$	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$
Mirystynowy	$C_{14}H_{28}O_2$	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$
Palmitynowy	$C_{16}H_{32}O_2$	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$
Stearynowy	$C_{18}H_{36}O_2$	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$
Oleinowy	$C_{18}H_{34}O_2$	$CH_3(CH_2)_{14}(CH)_2COOH$
Linolowy	$C_{18}H_{32}O_2$	$CH_3(CH_2)_{12}(CH)_4COOH$
Linolenowy	$C_{18}H_{30}O_2$	$CH_3(CH_2)_{10}(CH)_6COOH$

Źródło: opracowanie własne

Znane są wyjątki, gdzie naturalny kwas tłuszczowy zawiera inne grupy funkcyjne. Należy do nich olej rycynowy, zawierający w składzie triester kwasu 12-hydroksyoleinowego.

Z chemicznego punktu widzenia triglicerydy oferują głównie dwa centra reaktywne – w postaci wiązań podwójnych nienasyconych łańcuchów reszt kwasowych oraz ugrupowania karboksylowego. Większość procesów przetwórstwa chemicznego triglicerydów (>90%) przeprowadzanych jest z udziałem ugrupowania karboksylowego, a tylko około 10% wykorzystuje wiązania podwójne lub łańcuchy alkilowe.

Rodzaje kwasów tłuszczowych oraz ich procentowa zawartość mają znaczący wpływ na właściwości mieszaniny triglicerydów. Poniżej przedstawiono procentową zawartość najważniejszych kwasów tłuszczowych w najczęściej stosowanych olejach i tłuszczach (tab. 2).

Tab. 2.

Procentowa zawartość najważniejszych kwasów tłuszczowych

Naturalne oleje bądź tłuszcze	Kwasy tłuszczowe						
	Laurynowy, C12	Mirystynowy, C14	Palmitynowy, C16	Stearynowy, C18	Oleinowy, C18:	Linolowy, C18::	Linolenowy, C18:::
Olej kokosowy	45,0%	20,0%	5,0%	3,0%	6,0%	-	-
Olej palmowy	55,0%	12,0%	6,0%	4,0%	10,0%	-	-
Łój wołowy	-	2,0%	29,0%	24,5%	44,5%	-	-
Łój barani	-	2,0%	27,2%	25,0%	43,1%	2,7%	-
Smalec	-	-	24,6%	15,0%	50,4%	10,0%	-
Oliwa	-	-	14,6%	-	75,4%	10,0%	-
Olej arachidowy	-	-	8,5%	6,0%	51,6%	26,0%	-
Olej bawełniany	-	-	23,4%	-	31,6%	45,0%	-
Olej rzepakowy	-	-	6,0%	2,0%	44,0%	48,0%	-
Olej lniany	-	3,0%	6,0%	-	-	74,0%	17,0%
Olej sojowy	-	-	11,0%	2,0%	20,0%	64,0%	3,0%

Źródło: Alsberg, *The Fats and Oils: a General View*

W zależności od obecności wiązań podwójnych kwasy tłuszczowe dzielą się na nasycone i nienasycone. Nasycone kwasy tłuszczowe w warunkach normalnych są zwykle białymi ciałami stałymi. Kwasy zawierające w łańcuchu powyżej 10 atomów węgla są nietłoczne i nierozpuszczalne w wodzie.

Nienasycone kwasy tłuszczowe zawierają jedno lub więcej wiązań podwójnych i z reguły są bezbarwnymi cieczami. Stopień nienasycenia tłuszczów określa liczba jodowa, która oznacza ilość gramów jodu przylaczającą się do wiązań podwójnych kwasów tłuszczowych zawartych w 100 g tłuszczu. Ponadto cechą charakteryzującą tłuszcze jest liczba zmydlania umożliwiającą obliczenie średniego ciężaru cząsteczkowego. W tabeli 3 przedstawiono liczby jodowe oraz liczby zmydlania najważniejszych triglicerydów pochodzenia naturalnego.

Tab. 3.**Liczba jodowa najważniejszych triglicerydów pochodzenia oleochemicznego**

Tłuszcz bądź olej	Liczba jodowa [g J₂/100 g]	Liczba zmydlania [mg KOH/1 g]
Olej lniany	173-201	192-195
Olej sojowy	137-143	193
Olej słonecznikowy	119-135	
Olej kukurydziany	111-130	188-193
Olej bawelny	108-110	193-195
Olej sezamowy	103-108	
Olej rzepakowy	94-102	170-179
Olej arachidowy	83-100	190-196
Oliwa	79-88	185-196
Smalec	46-70	195
Olej palmowy	51-57	196-205
Tłuszcz mleka	26-50	220-233
Łój wołowy	38-46	193-200
Masło kakaowe	32-41	193
Olej kokosowy	8-10	246-260

Źródło: Lewkowitsch 1904, s. 419

2. Reakcje chemiczne tłuszczów

Tłuszcze, zarówno stałe, jak i płynne, ulegają wielu niepożądanym przemianom. Może do nich dochodzić m.in. podczas procesu wydobywania, transportu oraz przechowywania. Do najbardziej typowych przemian należą autooksydacja, hydroliza oraz polimeryzacja. Ważnym zagrożeniem są przemiany zachodzące pod wpływem działania tlenu atmosferycznego. Mogą być one hamowane lub przyspieszane przez wiele czynników. Do podstawowych należą: antyoksydanty, prooksydanty, metale, enzymy, ogrzewanie, naświetlanie.

Aby zwiększyć trwałość tłuszczu, wprowadza się do niego związki hamujące procesy utleniania. W celu podniesienia trwałości można również poddać tłuszcz procesom uwodornienia, w tym przypadku zmieniają się właściwości fizyczne i chemiczne tłuszczu [Rezaei 2002, s. 1241]. Kwasy nienasycone przechodzą w izomery trans lub/i kwasy nasycone [Drozdowski 2002, s. 402].

Nienasycone tłuszcze ulegają przemianom, które są powodowane utlenianiem z udziałem tlenu atmosferycznego. Jest to jedna z przyczyn niekorzystnych zmian produktów tłuszczowych. Oksydacja tłuszczów jest reakcją, której nie można uniknąć ze względu na niską energię aktywacji.

Szybkość utleniania zależy od różnorodnych czynników. Zasadnicze znaczenie ma jednak tlen zawarty w powietrzu oraz energia cieplna i świetlna. Przyspieszenie utleniania związane jest ze zwiększeniem reaktywności wiązań nienasyconych i grup metylowych. Oksydacja zachodzi szybciej, jeśli występuje większa powierzchnia

kontaktu z tlenem. Innym powodem nasilenia utleniania jest podwyższona temperatura i promienie świetlne (głównie fioletowa i żółta część widma).

Oprócz czynników zewnętrznych na szybkość utleniania mają wpływ także właściwości tłuszczu. Należą do nich stopień nienasycenia – im wyższy tym większa podatność na tego typu zmiany - oraz struktura triacyloglicerolu.

Ogólnie etapy utleniania są przyspieszane w obecności światła, pigmentów, takich jak chlorofil i ryboflawina oraz metali: miedzi, żelaza i niklu. Stężenia metali, przy których obserwowany jest efekt pro oksydacyjny, przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4.
Stężenia metali powodujące przyspieszenie utleniania

Metal	Stężenie [mg/kg]
<i>Cu</i>	0,05
<i>Mn</i>	0,6
<i>Fe</i>	0,6
<i>Cr</i>	1,2
<i>Ni</i>	2,2
<i>Zn</i>	20,0
<i>Al</i>	50,0

Zródło: Szukalska 2003, s. 42

Utlenianie przebiega według dwóch mechanizmów:

- wolnorodnikowego – autooksydacji prowadzącej do powstania wolnych rodników i nadtlenków oraz wymagającej obecności inicjatora;
- fotosensybilizacji – zachodzącej przy udziale tlenu, światła i fotosensybilizatora (barwnika), ten rodzaj utleniania nie wymaga ani inicjatora, ani wysokiej temperatury.

3. Normy i regulacje dotyczące świec i zniczy

Zgodnie z pojęciem podanym w polskiej normie PN-C-98000 z 2005 roku: „Świeca to produkt ze stałej masy palnej, zaopatrzony w knot, który po zapaleniu daje światło, dzięki zasysaniu masy palnej, topiącej się pod wpływem ciepła wydzielanego przez płomień”.

Z kolei definicja zawarta w amerykańskiej normie ASTM F 1972:1989 prezentuje nieco inne podejście do przedmiotu, a mianowicie: „Świeca to jeden knot lub więcej knotów obudowanych materiałem stanowiącym paliwo, które może być stałe, półstałe lub *quasi*-sztywne w temperaturze pokojowej (20 ÷ 30°C).

Paliwo może zawierać dodatki zastosowane dla uzyskania barwy, zapachu, stateczności lub dla zmodyfikowania właściwości palnych, których wspólnym zadaniem jest podtrzymanie płomienia dającego światło”. Tę definicję przyjęto w nowym projekcie normy europejskiej DRAFT pr EN 15493: 2006 [„Parafiny, Świece, Znicze” 2007, s. 6].

Typowa świeca produkuje strumień światła widzialnego równy 13 lumenów [lm], wydzielając energię cieplną rzędu 40 watów [W]. Dla porównania: 40-watowa żarówka wytwarza strumień światła równoważny 500 lm.

Jednostka SI natężenia źródła światła – kandela [cd], została skonstruowana w oparciu o dawną jednostkę zwaną „świecą”, równoważną intensywności światła emitowanego przez świecę wykonaną zgodnie ze specyficznymi wymaganiami, tzw. świecę standardową. Nowoczesna jednostka zdefiniowana jest bardziej precyzyjnie i jest odtwarzalna, ale natężenie światła wytwarzanego przez typową świecę wynosi nadal około 1 cd, ściśle 1,02 cd [„Parafiny, Świece, Znicze” 2007, s. 6].

Jakość świec wytwarzanych na przestrzeni ostatnich dwudziestu lat uległa znaczącej poprawie. W wielu krajach opracowano i wdrożono wymagania jakościowe dla świec, przeprowadzono również liczne badania w zakresie ewentualnej szkodliwości i toksyczności produktów wydzielanych w trakcie ich spalania.

Obecnie produkcja świec podlega coraz ściślejszej kontroli obejmującej cztery ważne segmenty wymagań:

- a) parametry techniczne,
- b) czystość stosowanych surowców,
- c) gwarancje bezpieczeństwa,
- d) informacje dla użytkowników.

W poszczególnych krajach członkowskich Unii Europejskiej funkcjonują normy krajowe, precyzujące metody badań, wymagania jakościowe i warunki bezpiecznego stosowania świec.

Zawarte w tych normach badania dotyczą oceny następujących cech i właściwości oferowanych na rynku produktów:

- a) wyglądu zewnętrznego, wymiarów i masy;
- b) właściwości związanych z procesem spalania świec, takich jak stabilność płomienia, czas spalania, kopcenie;
- c) stabilności konstrukcji (stateczność) świecy;
- d) odporności na kapanie;
- e) innych właściwości, np. odporności termicznej i palności pojemników świec naczyniowych.

W Niemczech obowiązują normy wprowadzające standardy jakości oraz kontroli jakości produktów świecarskich, tj. świec (RAL 040 A2) oraz podgrzewaczy – tealight (RAL 040 B2). W 1997 roku została wdrożona powszechnie znana i respektowana norma RAL-GZ 041, w której podano ogólne wymagania jakościowe i metody badania świec, podgrzewaczy i zniczy, a także wymagania jakościowe dla surowców i środków pomocniczych stosowanych do wytwarzania świec [„Parafiny, Świece, Znicze” 2007, s. 6].

W USA w zakresie wytwarzania i stosowania świec obowiązuje komplet norm ASTM F, które dotyczą:

- a) terminologii i akcesoriów (ASTM F-1972-99),
- b) etykiet ostrzegawczych dla świec stosowanych w gospodarstwie domowym (ASTM F-2058 00),
- c) specyfikacji dla pojemników szklanych stosowanych do produkcji świec naczyniowych (ASTM F-2179-02),
- d) gromadzenia i analizowania widzialnej emisji powstającej podczas spalania świec (ASTM F-2326-04),
- e) bezpieczeństwa pożarowego w zakresie stosowania świec (ASTM F-2179-04) [„Parafiny, Świece, Znicze” 2007, s. 6] .

4. Surowce do produkcji świec i zniczy

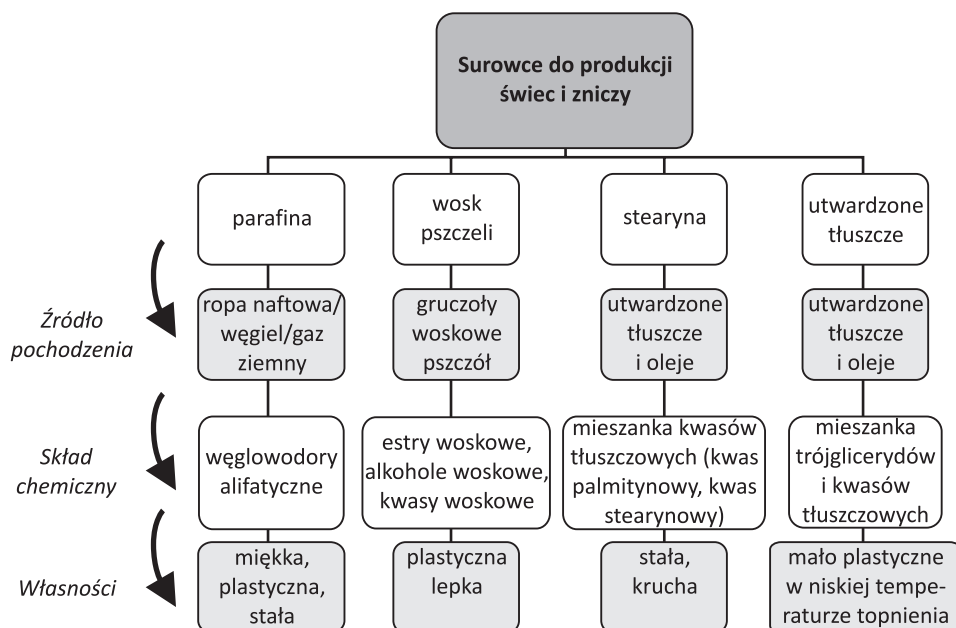
Proces produkcji zniczy nie jest skomplikowany. Jednakże bardzo istotne są surowce, z jakich się je wytwarza. Wysokiej jakości granulaty i odpowiednio dobrane knoty mogą się znacznie przyczynić do sukcesu w sprzedaży produktu.

Na rysunku poniżej (rys. 2) przedstawiono przegląd surowców do produkcji świec i zniczy, a także ich źródło pochodzenia oraz własności. Z kolei na rysunku 3 przedstawiono procentowy udział poszczególnych surowców do produkcji świec i zniczy. Parafina jest stosunkowo niedrogim, typowym surowcem, jednak producenci zaczynają się interesować wykorzystaniem łatwiej dostępnych, odnawialnych źródeł [Wang 2007, s. 1149].

Z uwagi na fakt, że ropa naftowa należy do nieodnawialnych źródeł energii, spadek produkcji świec jest nieunikniony [McKenzie 1998, s. 97-100]. W związku z tymi faktami poszukuje się tanich alternatywnych surowców do produkcji świec oraz wkładów do zniczy. W ostatnich latach zainteresowano się modyfikowanymi olejami roślinnymi jako materiałem do produkcji tego typu artykułów. Badano między innymi częściowo uwodorniony olej sojowy czy też uwodorniony olej bawełniany z dodatkiem uwodornionego oleju palmowego. Były również próby udoskonalenia właściwości funkcjonalnych uwodornionych olejów roślinnych poprzez modyfikacje w postaci epoksydacji i estryfikacji.

Rys. 2.

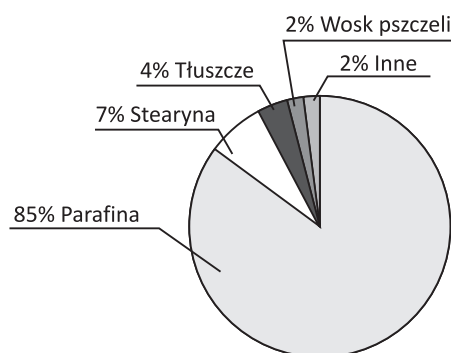
Surowce do produkcji świec i zniczy



Źródło: Matthai, Petereit 2007, s. 5

Rys. 3.

Udział procentowy poszczególnych surowców do produkcji świec i wkładów do zniczy



Źródło: Matthai, Petereit 2007, s. 5

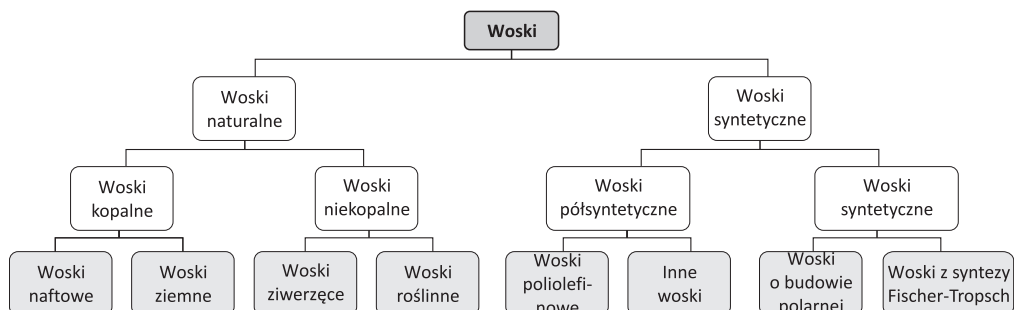
Jak już wspomniano wyżej rośnie popyt na woski naturalne i syntetyczne stosowane do produkcji świec i wkładów do zniczy. Już starożytne cywilizacje stosowały do wyrobu świec takie naturalne materiały, jak woski pszczele czy też, wytwarzane przez inne owady, woski roślinne i tłuszcz zwierzęcy. W XVIII wieku zaczęto stosować wosk wielorybi ze względu na jego czystość i słaby zapach w porównaniu

z tłuszczami zwierzęcymi. Od połowy XIX wieku rozpoczął się rozwój produkcji stearyny oraz wosków naftowych, które opanowały rynek świecarki.

W drugiej połowie XX wieku do wyrobu świec do specjalnych zastosowań zaczęto stosować woski półsyntetyczne i syntetyczne. Klasyfikację wosków według ich pochodzenia i sposobu otrzymywania przedstawiono na rysunku 4.

Rys. 4.

Klasyfikacja wosków według ich pochodzenia lub sposobu otrzymywania



Źródło: „Parafiny, Świece, Znicze” 2007, s. 8

5. Proces spalania

Proces spalania świec i zniczy, mimo że przebiega zgodnie z prawami fizyki, to jednak pod względem chemicznym sprawia sporo problemów. Spalanie zachodzące na odkrytych powierzchniach (knoty), w obecności powietrza i pod normalnym ciśnieniem przebiega z wydzielaniem produktów gazowych i stałych, które są wprowadzane do otoczenia. Bilans cieplny takiego procesu jest w końcowym efekcie niekorzystny, co prowadzi do niepełnego spalania materii organicznej. Pełne spalanie wymaga dobrego rozproszenia paliwa i szybkiego wymieszania z powietrzem. Przy braku powietrza może się wydzielać sadza [Makles 2003, s. 28].

Proces spalania jest uzależniony od wielu parametrów:

- rodzaju spalonego paliwa,
- ilości dostarczonego powietrza,
- objętości wydzielanych spalin.

Czynniki te decydują o tym, czy cała ilość substancji palnych, zawartych w paliwie, przejdzie w końcowe produkty spalania, tj. tlenek węgla (IV), parę wodną czy inne pożądane lub niepożądane związki chemiczne.

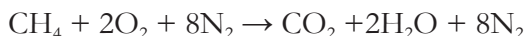
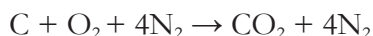
Spalanie paliwa stałego przebiega inaczej niż spalanie gazu czy cieczy. Proces ten składa się z następujących etapów:

- stopienie parafiny,
- przemiana cieczy w fazę lotną,

- c) tworzenie się z nieorganicznych składników knota popiołu emitowanego do otoczenia,
- d) wydzielanie się sadzy z niepalonych części paliwa parafinowego.

W trakcie spalania świec i zniczy nie następuje pełna degradacja materii organicznej, dopływającej do knota, co jest spowodowane zakłóceniami w dyfuzji tlenu atmosferycznego do jego powierzchni. Parafiny zawierają dużo atomów węgla, dlatego do całkowitego spalania potrzebują odpowiedniej ilości tlenu. Warunek ten w przypadku świec nie jest spełniony. Towarzyszy temu wydzielanie się niespalonych cząstek sadzy – kopcia.

Poniżej na przykładzie metanu przedstawiono reakcje, jakie zachodzą podczas pełnego spalania:



Jeżeli powietrza jest zbyt mało, to w pierwszej fazie tworzy się tlenek węgla, który w dalszym przebiegu reakcji może przekształcić się w ditlenek węgla.

Równania te charakteryzują zmiany, jakie zachodzą w składzie substancji reagujących przy założeniu, że cały węgiel przechodzi w ditlenek węgla, a cały wodór przekształca się w wodę [Makles 2003, s. 28] .

Dopływ tlenu do zewnętrznej strefy płomienia jest inny niż do warstw głębszych, a szczególnie do powierzchni knota. Innym czynnikiem, wpływającym na proces pełnego spalania się parafiny, może być fakt, że w wysokich temperaturach reakcje spalania nie dobiegają do końca w wyniku dysocjacji utworzonych cząstek ditlenku węgla i pary wodnej.

Innym powodem występowania w spalinach takich części niespalonych, jak sadza, aldehydy, alkohole mogą być czynniki związane z szybkością przebiegu procesu spalania oraz wynikające z nierównomiernego przebiegu reakcji w przestrzeni, w której odbywa się spalanie. Ich przyczyną może być:

- a) niedostatek powietrza przy spalaniu,
- b) niewłaściwy jego rozdział,
- c) niepełne wymieszanie gazów,
- d) przedwczesne wyziębienie gazów w otaczającej przestrzeni.

Dodatkowo w temperaturze palącego się knota - często nasyconego różnego rodzaju związkami i wzmacnianego metalowymi wstążkami lub drucikami - mogą zachodzić reakcje chemiczne niejednokrotnie katalizowane tymi metalami i prowadzące do tworzenia się szkodliwych lotnych substancji, takich jak: aldehydy, ketony, nadtlutki, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne.

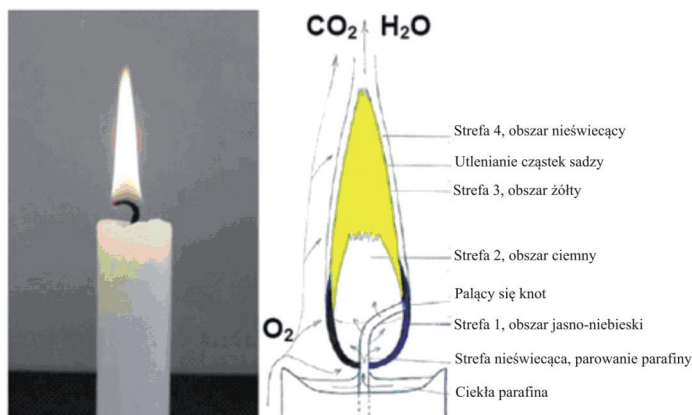
Udowodniono, że spalane produkty świecarskie wydzielają znaczące ilości sadzy o cząsteczkach wielkości 0,06µm, które są łatwo wchłaniane przez układ oddecho-

wy człowieka. Na tych aerozolach mogą sorbować się różne związki chemiczne [Makles 2003, s. 28].

Podczas spalania świecy powstają następujące strefy płomienia (rys. 5):

Rys. 5.

Strefy płomienia świecy



Źródło: Matthai, Petereit 2007, s. 17

Strefa 1 - stożek wewnętrzny, zwany także strefą rozkładu. Następuje w nim rozkład cząsteczek paliwa (substancji spalanej) na atomy oraz wolne rodniki. Tworzy on niemal niewidoczną, świecącą słabym jasnoniebieskim światłem warstwę w dolnej części płomienia. W strefie tej temperatura osiąga ok. 800°C .

Strefa 2 - stożek środkowy, zwany strefą spalania niecałkowitego. Jest to najsilniej świecąca warstwa (to od niej pochodzi żółte światło świecy). Następuje w niej rozżarzanie cząsteczek węgla, które wracając do stanu podstawowego, emitują kwanty światła. W strefie tej z powodu niedoboru tlenu nie może dojść do całkowitego utlenienia spalanej substancji, dlatego składniki, które znajdują się w tej warstwie, są silnie zredukowane. Z tego względu strefę tę nazywa się płomieniem redukującym. Tutaj temperatura osiąga $900\text{--}950^{\circ}\text{C}$.

Strefa 3 – strefa spalania, ta strefa ma kształt żółto-białego, świecącego się stożka. Nadal nie ma wystarczającej ilości tlenu, dlatego też kontynuowana jest piroliza. Większe cząstki węgla są produkowane, żarzenie się każdej z nich powoduje promieniowanie cieplne. W tej strefie temperatura wynosi około 1200°C .

Strefa 4 - stożek zewnętrzny, zwany strefą spalania całkowitego. W tym, znajdującym się na zewnątrz płomienia, stożku świecącym słabym niebieskim światłem, zachodzi całkowite spalanie paliwa. W wyniku intensywnego wydzielania się energii stożek ten odznacza się najwyższą temperaturą. Panuje w nim pełny dostatek tlenu, a z powodu dużej ilości jego wolnych rodników, substancje, które

znajdą się w tym stożku, są utleniane – stąd jego nazwa: płomień utleniający. Temperatura osiąga w nim 1400°C.

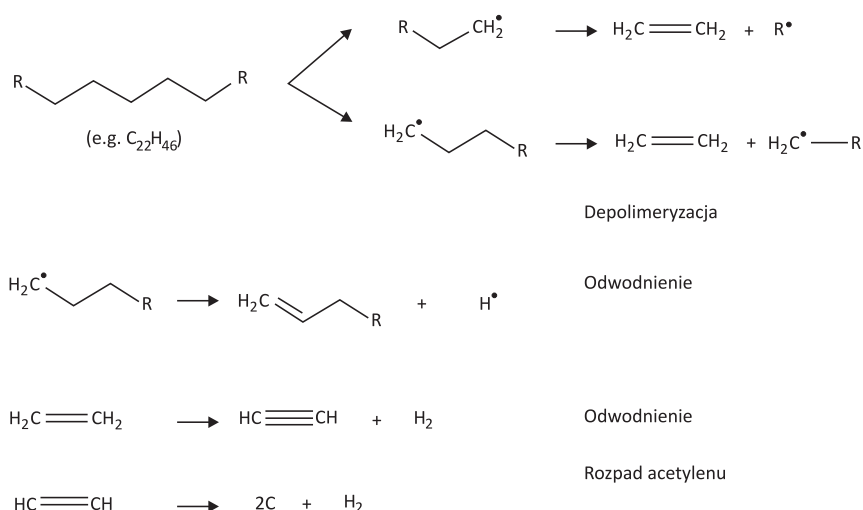
Poniżej omówiono mechanizm rozkładu łańcuchowego wewnątrz płomienia świecy.

Rozszczepienie łańcucha parafiny zachodzi przy użyciu takich samych mechanizmów, jak piroliza frakcji ropy naftowej. Mechanizm ten można omówić na przykładzie krakingu ciężkich benzyn, będącego jednym z najbardziej upowszechnionych procesów przemysłowych do produkcji etylenu. Proces ten rozpoczyna się w temperaturze pomiędzy 800°C a 900°C, gdzie następuje rozpad wiązania pojedynczego C-C, w wyniku czego powstają dwie grupy alkilowe. Każda z tych grup eliminuje cząsteczkę etylenu i tworzy nowy rodnik, z co najmniej dwoma atomami węgla, które mogą znowu usunąć cząsteczkę etylenu. W ten sposób główną część procesu stanowi depolimeryzacja cząstek parafiny. Poprzez termiczne odwodornienie etylenu powstaje acetylen, który rozpada się na węgiel i tlen.

Grupy alkilowe mogą również reagować w inny sposób, na przykład poprzez usuwanie atomu wodoru (rys. 6). W tym przypadku depolimeryzacja i odwodornienie są procesami endotermicznymi w ten sposób, iż energia jest pobierana. Jednakże temperatura wewnątrz płomienia świecy wzrasta z 800°C w strefie pierwszej, przez 1000°C, aż do 1300°C w strefie trzeciej. Powodem tego jest spalanie wodoru. Z każdej cząstki C_2H_4 tworzą się dwie cząsteczki wodoru, które kolejno rozkładają się na cztery cząsteczki atomu wodoru poprzez dysocjację termiczną. Spalanie wodoru doprowadza do żarzenia się cząstek węgla w strefie drugiej i trzeciej.

Rys. 6.

Mechanizm rozkładu łańcuchowego wewnątrz płomienia



Źródło: Matthai, Petereit 2007, s. 17

6. Proces produkcji zniczy

Proces produkcji zniczy nie jest skomplikowany. Jednakże bardzo istotne są surowce, z jakich się je wytwarza. Wysokiej jakości granulaty czy odpowiednio dobrane knoty mogą się znacznie przyczynić do poprawy jakości produktu.

Typowy znicz składa się z:

- a) obudowy szklanej barwionej lub niebarwionej,
- b) wkładu (lub zalany jest masą parafinową),
- c) kapturka o różnych średnicach chroniącego znicz przed zalaniem wodą lub zgaszeniem.

Często znicze posiadają podstawkę, aby były bardziej stabilne. W ostatnich latach pojawiły się znicze zdobione brokatem oraz różnymi elementami wykonanymi na ogół z polipropylenu [zob.: www.pierwszyportal.pl].

Najbardziej popularnym surowcem do produkcji zniczy i lampionów jest granulaty parafinowy, który uzyskuje się z gaczu parafinowego. Gacz parafinowy jest to składnik ropy naftowej, który w procesie przerobu surowca w rafineriach musi zostać wyizolowany. W produkcji paliw jest to odpad niepożądany. Gacz różni się barwą, konsystencją, zaolejeniem i właściwościami ze względu na pochodzenie ropy i proces przerobu. Różne rafinerie mają różne surowce. Barwę gaczu można zmienić, wybielając ją ziemią bielącą lub inaczej ziemią okrzemkową.

Oczywiście samo wybielenie nie świadczy o dobrych właściwościach palnych. Bardzo ważnym parametrem przyszłego granulatu parafinowego jest zaolejenie, będące ciekłą frakcją ropy naftowej. Zaolejenie jest niepożądanym parametrem, więc im mniejsze zaolejenie, tym lepszy jest gacz i wyższa cena tegoż surowca.

Najczęstszym zaolejeniem granulatu jest wartość około 5% frakcji ropy naftowej. Taki granulaty parafinowy jest używany do produkcji wyprasek parafinowych. Wypraska parafinowa, umieszczona w plastikowym opakowaniu i zaopatrzona w knot, tworzy wkład do znicza. Do zalewania zniczy niektóre firmy stosują zalewę parafinową gorszej jakości, tzn. o większym zaolejeniu. Nie wpływa to znacząco na jakość wypalania, ponieważ znicz zrobiony z zalewy parafinowej o zaolejeniu około 12% wypali się po zastosowaniu odpowiedniego knota. Mniej oczyszczony surowiec może znacznie kopcić, ale w przypadku zniczy zalewanych nie ma to szczególnego znaczenia. Niekopcenie ma duże znaczenie w przypadku wkładów zniczowych, które wkłada się do lampionu, gdyż zbyt mocne kopcenie może spowodować jego szybkie okopcenie. Tak więc surowiec odgrywa tutaj zasadniczą rolę.

Równie ważny, co surowiec stosowany do produkcji zniczy, jest rodzaj i grubość knota. Gruby knot prowadzi do palenia się zbyt dużym płomieniem, co nie tylko powoduje kopcenie, ale może spalić plastik, a nawet doprowadzić do pęknięcia lampionu [zob.: www.pierwszyportal.pl].

Knoty można podzielić na wiele różnych grup:

- a) knoty do zniczy zalewanych,
- b) knoty do wkładów olejowych,
- c) knoty do wkładów parafinowych,
- d) knoty bawełniane,
- e) knoty bawełniane wzmacniane papierem,
- f) knoty papierowe.

Aby knot mógł się palić, niezależnie od tego, w jaki sposób jest zrobiony, musi być najpierw zanurzony w parafinie. Wszystkie knoty, oprócz papierowych, mają glazurę wokół palnego sznurka. Spełnia ona dwie funkcje: po pierwsze sam knot dzięki powleczeniu parafiną może się palić, a po drugie zwiększa to jego sztywność. Dzięki temu cienki sznurek bawełniany nie przewróci się. Jednakże w lecie takie usztywnienie nie sprawdza się i knot najczęściej się przewraca.

Do produkcji zniczy i wkładów parafinowych nie zaleca się stosowania knotów papierowych, ponieważ bardzo słabo się palą. W przeszłości zdarzało się, że producenci zniczy, żeby zaoszczędzić, stosowali knoty papierowe, bo są najtańsze, ale wymagania rynku, co do palności, są dziś tak duże, że stosowanie takich knotów zmniejsza sprzedaż ze względu na niezadowolenie klientów.

Do produkcji knotów zniczowych nie używa się standardowej parafiny, stosowanej do produkcji zniczy lub wyprasek parafinowych. Na ogół knoty są wytwarzane ze specjalnie przerobionej parafiny tak, aby uzyskać jej większą twardość i wyższą temperaturę topnienia. Parafiny takie cechuje także niska zawartość oleju. Można także dodawać do standardowej parafiny zniczowej woski propylenowe, które mają wysokie temperatury topnienia oraz twardością wielokrotnie przewyższają standardową parafinę zniczową.

Do wkładów parafinowych stosuje się knoty bawełniane w twardej obwolucie parafinowej bez dodatkowego usztywnienia, które oznacza się literą T. Cyfra umieszczona za literą, np. T-21 oznacza, iż knot zawiera 21 splecionych ze sobą cienkich włókien bawełnianych.

W lecie można stosować knoty z serii PC (np. PC-3), ponieważ są utwardzone w środku papierem i podczas mocnych upalów knot nie przewraca się. Jednak jego minusem jest to, iż posiada mniej sznurka bawełnianego, przez co słabiej się pali, a sam papier - mimo swojej wysokiej jakości - nie dorównuje bawełnie w palności. Knoty PC-3 palą się mniejszym płomieniem od T-21[zob.: www.pierwszyportal.pl].

Na polskim rynku najpopularniejsze są lampiony z wkładem parafinowym lub olejowym. Znicze zalewane są kupowane rzadziej, gdyż po wypaleniu wsadu wyrzuca się także szkło. Lampion, w odróżnieniu od zniczy zalewanych, służy do wielokrotnego użytku. Aktualnie w ofercie najwięcej jest rodzajów lampionów i można wybierać od malutkich, do których używa się wkładów parafinowych

o wysokości 5 centymetrów, aż do dużych kul lub strzelistych lampionów o wysokości wkładu dochodzącego do 40 centymetrów.

Jedną z głównych zasad podczas użytkowania zniczy jest odpowiednie dobranie wysokości wkładów. Zbyt niski wkład może okopcać znicz, co w rezultacie może prowadzić do szybszego wyrzucenia szkła niż w przypadku normalnej eksploatacji [zob.: www.pierwszyportal.pl].

Jak już wspomniano wyżej, poszukuje się wysokiej jakości surowców do produkcji świec i zniczy. W latach wcześniejszych najczęściej do produkcji świec i zniczy stosowano granulaty parafinowy, jednakże od jakiegoś czasu można zauważyć rosnące ceny parafin. Przyczyn tego zjawiska jest kilka, pierwszą jest nasza słaba waluta, gdyż większość parafin (gaczy) jest kupowana od Rosjan. Drugim problemem jest wysoki popyt na parafiny na świece, co dodatkowo powoduje wzrost cen, gdzie głównie Chiny potrzebują dużą ilość tego surowca do różnych etapów produkcji.

Dziś znów do produkcji świec i zniczy zaczyna stosować się oleje, w szczególności olej palmowy. Firma Magmar sp. z o.o. do produkcji zniczy i wkładów stosuje właśnie olej palmowy. Na zdjęciach poniżej (rys. 7-9) przedstawiono przykładową aparaturę stosowaną do produkcji zniczy w firmie Magmar sp. z o.o: zbiorniki, gdzie magazynowane są surowce, maszynę hydrauliczną stosowaną do produkcji wyprasek oraz płatkownicę.

Rys. 7.

Zbiorniki do magazynowania surowców



Źródło: opracowanie własne

Rys. 8.

Płatkownica



Źródło: opracowanie własne

Rys. 9.

Maszyna hydrauliczna do produkcji wyprasek



Źródło: opracowanie własne

7. Charakterystyka oleju palmowego

Jak już wspomniano powyżej, coraz częściej stosuje się, jako surowiec do produkcji świec i zniczy, olej palmowy. Dlatego też w tym punkcie przedstawiono charakterystykę tegoż surowca.

W 2011 roku olej palmowy stanowił 32,8% konsumpcji olejów roślinnych na świecie, wyprzedzając takie oleje, jak:

- a) sojowy (28,4%),
- b) rzepakowy (16,0%),
- c) słonecznikowy (8,6%).

Okolo 75% produkcji oleju palmowego wykorzystywane jest do dalszej produkcji artykułów spożywczych, a tylko 25% trafia do produkcji przemysłowej, tj.: produkcji chemikaliów, paszy dla zwierząt oraz paliw. Przewiduje się, że łączny popyt na oleje roślinne podwoi się w latach 2010-2050 ze 120 mln ton do 240 mln ton rocznie. W przypadku oleju palmowego popyt ten ma osiągnąć poziom 75 mln ton do 2050 r. (wobec 51 mln ton w 2010 r.). Olej do bezpośredniego spożycia (gotowania i smażenia), produkowany z oleju palmowego, jest najtańszym rodzajem oleju roślinnego, stanowiącym istotny artykuł dla konsumentów w krajach rozwijających się w Azji, Afryce i na Bliskim Wschodzie. Jego stosunkowo niska cena końcowa, wzrost dochodu *per capita* w głównych krajach konsumujących (Indie, Chiny, Pakistan), wzrost liczby ludności w innych krajach rozwijających się, jak również niedobory wody i gruntów pod nowe plantacje palmy olejowej, a także innych roślin oleistych - to czynniki, które prawdopodobnie będą miały istotny wpływ w przyszłości na rynek oleju palmowego [*Przemysł oleju palmowego w Malezji* 2012].

Przez długi czas pionierem w produkcji tegoż oleju była Malezja. Od 2006 roku największym producentem jest Indonezja. Kolejne miejsca zajmują Malezja, Tajlandia, Nigeria i Kolumbia [*Oil World* 2011]. W tabeli poniżej (tab. 5) przedstawiono światową produkcję oleju palmowego na przełomie lat 2009-2011 z udziałem procentowym poszczególnych producentów.

Tab. 5.

Światowa produkcja oleju palmowego w latach 2009-2011

Kraj	2009		2010		2011	
	[mln Mton]	%	[mln Mton]	%	[mln Mton]	%
<i>Indonezja</i>	21,00	46	22,20	48,40	23,90	48,79
<i>Malezja</i>	17,56	38,79	16,99	37,04	18,00	36,75
<i>Tajlandia</i>	13,10	3,00	1,34	2,92	1,45	2,96
<i>Nigeria</i>	0,87	1,90	0,89	1,93	0,90	1,84
<i>Kolumbia</i>	0,80	1,80	0,75	1,64	0,85	1,74
<i>Papua Nowa Gwinea</i>	0,48	1,00	0,50	1,09	0,53	1,08
<i>Ekwador</i>	0,43	0,90	0,36	0,78	0,40	0,82
<i>Wybrzeże Kości Słoniowej</i>	0,35	0,80	0,30	0,65	0,32	0,65
<i>Kamerun</i>	0,34	0,70	0,35	0,75	0,35	0,71
<i>Honduras</i>	0,28	0,60	0,28	0,60	0,29	0,59
<i>Kostaryka</i>	0,22	0,50	0,24	0,51	0,25	0,51
<i>Brazylia</i>	0,24	0,50	0,25	0,54	0,27	0,55
<i>Inne</i>	1,39	0,30	1,44	3,13	1,49	3,04
Suma	45,27	100%	45,87	100%	48,99	100%

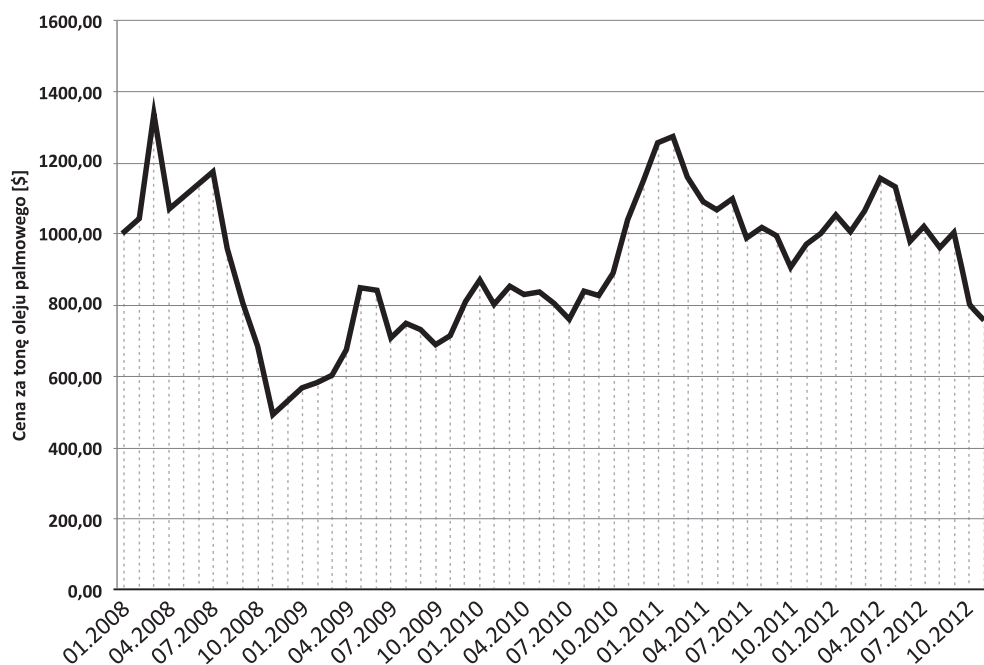
Źródło: *Oil World* 2011

Indonezja i Malezja, jako najwięksi światowi producenci oleju palmowego, zaspokajają światowe zapotrzebowanie na ten surowiec w 85%. Zauważalny jest również trend wzrostowy w produkcji tego oleju. Produkcja w 2011 roku wzrosła w stosunku do 2010 roku o ponad 6% (tab. 5).

Zainteresowanie wykorzystaniem oleju palmowego do produkcji wkładów olejowych do zniczy spowodowane jest jego dużą dostępnością, a także stosunkowo przystępną ceną. Na wykresie poniżej (rys. 10) przedstawiono wahania cen oleju palmowego na przełomie lat 2008-2012.

Rys.10.

Wahania ceny oleju palmowego w latach 2008-2012



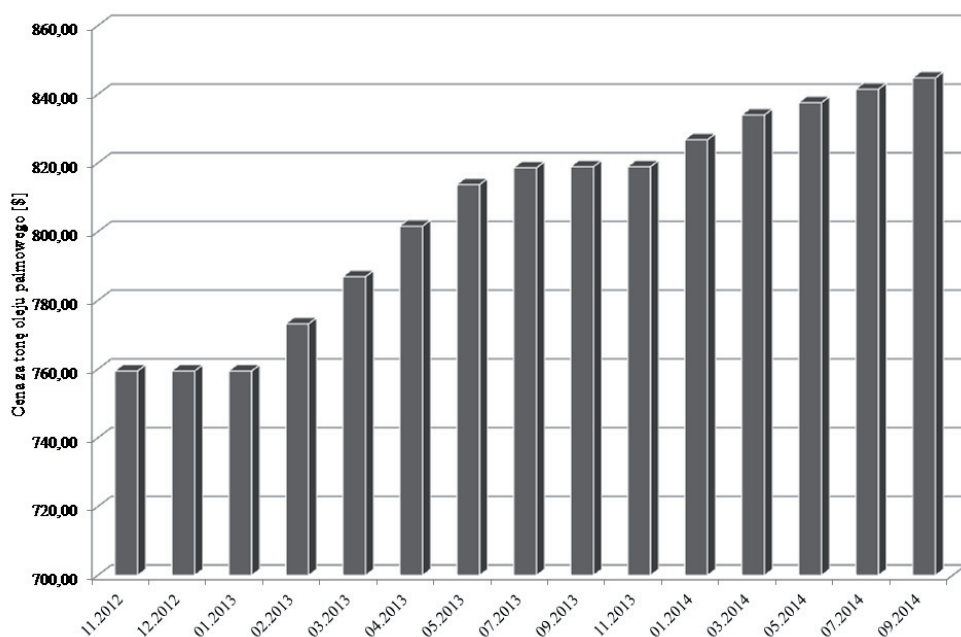
Źródło: www.palmoilhq.com

Jak można zaobserwować z wykresu powyżej (rys. 10) niestety ceny za tonę oleju palmowego bardzo się wahają. Najwyższą cenę osiągnął olej palmowy w marcu 2008 roku, cena ta wyniosła 1340 \$ za tonę, aby osiągnąć najniższy poziom w ciągu pięciu lat w listopadzie 2008 – 495 \$. W 2012 roku również zaobserwowano znaczne wahania cen oleju palmowego. W kwietniu surowiec ten osiągnął cenę ponad 1150 \$, natomiast obecnie cena ta jest na poziomie około 760 \$ za tonę i spadła w przeciągu siedmiu miesięcy o ponad 30%. Ten znaczny spadek cen wiąże się ze wzrostem podaży w Malezji, która jest drugim, co do wielkości, producentem tego surowca.

Z kolei prognozy do roku 2014 przewidują wzrost cen o ponad 200 \$, w stosunku do dnia dzisiejszego (rys. 11). Niestety przy obecnym kryzysie gospodarczym ciężko jest określić, jak zachowają się ceny oleju palmowego na rynku światowym i czy te prognozy się sprawdzą.

Rys. 11.

Prognozy cen oleju palmowego do roku 2014



Źródło: www.palmoilhq.com

Z owoców palmy oleistej można uzyskać dwa różne rodzaje olejów, które charakteryzują się odmiennym składem chemicznym i indywidualnymi cechami fizycznymi. Olej palmowy otrzymuje się z miąższu owoców palmy, natomiast olej z ziaren palmowych – z nasienia znajdującego się wewnątrz owocu [Ptasznik 1997, s. 62]. Te dwa oleje różnią się składem kwasów tłuszczowych, a to skutkuje różnymi właściwościami danego oleju (tab. 6).

Tab. 6.

Skład kwasów tłuszczowych oleju palmowego i oleju ziaren palmowych, %wag

		<i>Olej palmowy</i>	<i>Olej z ziaren palmowych</i>
KWAS TŁUSZCZOWY		% wag.	
NASYCONÉ			
Kapronowy	6:0	0,0	0,1-0,5
Kaprylowy	8:0	0,0	3,4-5,9
Kaprynowy	10:0	0,0	3,3-4,4
Laurynowy	12:0	0,1-1,0	46,3-51,1
Mirystynowy	14:0	0,9-1,5	14,3-16,8
Palmitynowy	16:0	41,8-46,8	6,5-8,9
Stearynowy	18:0	4,2-5,1	1,6-2,6
Arachidonowy	20:0	0,2-0,7	0,0
NIENASYCONÉ			
Palmitooleinowy	16:1	0,1-0,3	0,0
Oleinowy	18:1	37,3 – 40,8	13,2-16,4
Linolowy	18:2	9,1-11,0	2,2-3,4
Linolenowy	18:3	0,0-0,6	0,0

Zródło: Ptasznik 1997, s. 62

Olej palmowy ma konsystencję ciekłą w krajach tropikalnych i plastyczną w klimacie umiarkowanym, natomiast olej z ziaren palmowych jest znacznie twardszy.

Olej palmowy niemodyfikowany, z uwagi na swoje właściwości, ma ograniczone zastosowanie. W celu zwiększenia możliwości jego wykorzystania jest on poddawany frakcjonowanej krystalizacji. Podstawowymi produktami, otrzymywanymi na drodze frakcjonowanej krystalizacji, są [Ptasznik 1997, s. 62]:

- oleina palmowa – frakcja ciekła powstająca po krystalizacji w kontrolowanej temperaturze, doskonale miesza się z różnymi rodzajami olejów roślinnych;
- podwójnie frakcjonowana oleina palmowa – jest frakcjonowana podwójnie, dzięki czemu również w niskich temperaturach jest klarowna;
- palmowa frakcja pośrednia – uzyskiwana jest w wyniku podwójnego frakcjonowania oleiny palmowej;
- stearyna palmowa (miękka i twarda) – najbardziej stały tłuszcz otrzymywany z oleju palmowego na drodze krystalizacji w kontrolowanej temperaturze, można ją uzyskać w postaci miękkiej lub twardej w zależności od metody frakcjonowania, warunków krystalizacji i rodzaju urządzeń.

Dzięki frakcjonowanej krystalizacji otrzymuje się produkty, które charakteryzują się odmiennymi właściwościami fizycznymi i chemicznymi w stosunku do oleju palmowego (tab. 7).

Tab. 7.

Charakterystyka oleju palmowego i produktów jego frakcjonowania

	<i>Olej palmowy</i>	<i>Oleina palmowa</i>	<i>Stearyna palmowa</i>	<i>Podwójnie frakcjonowana oleina palmowa</i>	<i>Palmowa frakcja pośrednia</i>
Temperatura mięknięcia, °C	31,1-37,6	19,4-23,5	44,5-56,2	13,3-15,6	28,9-37,3
Temperatura zmetnienia, °C	-	6,0-11,5	-	3,0-5,8	-
Gęstość (60°C/25°C woda)	0,893	0,901	0,886	0,910	0,895
Liczba jodowa (Wijs)	51-55,3	56,1-60,6	21,6-49,4	60,0-65,4	35,9-51,5
Liczba zmydlania, mg KOH/g	190,1 -201,7	194-202	193-206	194-202	193-204
Zawartość subst. niezmydl., %	0,15-0,99	0,15-1,0	0,15-1,0	0,15-1,0	0,15-1,0

Źródło: Ptasznik 1997, s. 62

Podsumowanie

Rynek zniczy od kilku lat podlega konsolidacji za sprawą dużych producentów i marketów. Od momentu tąpnięcia w polskiej gospodarce za sprawą kryzysu za oceanem popyt na znicze znacznie zmalał, co przełożyło się na wyniki finansowe producentów. Jeszcze trzy lata temu wielu producentów zniczy, którzy byli „wielorybami” w swojej branży, dziś mają problemy. Mniejsze firmy, aby móc się przebić na rynku, muszą zaproponować konkurencyjną cenę produktu.

Zdaniem analityków z International Construction Information Society z Houston malejąca dostępność wosków naftowych, gwałtownie rosnące ceny wosków parafinowych i coraz większe skłonności konsumentów do kupowania produktów „zielonych” sprzyjają stosowaniu alternatywnych wosków naturalnych.

W ciągu najbliższych 15 lat globalne zapotrzebowanie na wosk będzie rosnąć w tempie 1% rocznie - prognozują eksperci Kline & Company i uprzedzają, że jednocześnie dostawy tego surowca będą maleć w tempie 1,5% na rok. To powoduje, że przemysł parafinowy szuka alternatywnych rozwiązań podtrzymujących produkcję świec nie tylko na dotychczasowym, ale i na coraz dynamiczniej rozwijającym się poziomie. Jedną z alternatyw jest olej palmowy. Tylko rynek amerykański, według danych National Candle Association, potrzebuje 500 tys. ton wosku rocznie, by zaspokoić potrzeby tamtejszego sektora świecarskiego. Braki surowca każą poszukiwać jego alternatywnych źródeł [„Parafiny, Świece, Znicze” 2008, s. 12].

W związku ze wzrostem cen ropy naftowej, a co się z tym wiąże, również i cen parafin, branża świecarska stara się wprowadzać modyfikacje (najchętniej niezbyt kosztowne) w formułach swoich produktów, by wpływać na ceny produktów końcowych powiązanych wciąż z rynkiem naftowym. To powód, dla którego w świe-

cach coraz częściej i w większych ilościach obecne są woski syntetyczne oraz woski roślinne. Olej palmowy jest towarem coraz bardziej docenianym na świecie – przemysł świecarski również widzi i wykorzystuje jego zalety. Świece te charakteryzują się pięknym kolorem i płomieniem podczas spalania. Produkty z oleju palmowego są przyjazne dla środowiska, nie wydzielają do atmosfery żadnych toksycznych gazów podczas spalania (emitują do atmosfery znacznie mniej dwutlenku węgla niż świece tradycyjne). To istotna zaleta, bowiem dla wielu konsumentów ekologiczność towarów jest jednym z podstawowych czynników decydujących o zakupie. To z kolei skłania producentów, w tym producentów świec, do wykorzystania tego ekotrendu i kierowaniu się nim przy wyrobie swoich towarów.

„Zielony segment” to jeden z najszybciej rozwijających się sektorów zarówno w Stanach Zjednoczonych, jak i w Europie – jego średni roczny przyrost to około 20%. Konsumenci domagają się ekologiczności i braku zanieczyszczeń, również w produktach takich jak świece, przechodząc od wosku tradycyjnego na rzecz produktów na bazie oleju palmowego, stanowiących odnawialne źródło surowca.

Bibliografia

1. Alsberg C. L., Taylor A. E., *The Fats and Oils: a General View*.
2. Drozdowski B: *Lipidy*, w: *Chemia żywności*, red. Z. E. Sikorski, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002, s. 202-223.
3. *Global Oils and Fats Market Report to 2012*, komercyjna baza danych DATAMONITOR, lipiec 2009.
4. Guziałowska-Tic J., Hreczuch W., Tic W. J., *Analiza rynku olejów i tłuszczów jako surowców dla przemysłu oleochemicznego*, „Przemysł Chemiczny” 2012, nr 6, s. 1185-1190.
5. Lewkowitsch J., *Chemical Technology and Analysis of Oils, Fats, and Waxes*, 1904, s. 419-424.
6. Makles Z., Pośniak M., *Substancje emitowane z palących się świec*, „Bezpieczeństwo Pracy” 2003, nr 6, s. 28-31.
7. Matthäi M., Petereit N., *The Quality Candle*, 2007.
8. McKenzie J.J., *Oil as finite resource*, “Nonrenewable Resources” 1998, nr 7, s. 97-100.
9. *Oil World Outlook 2011*, Organization of the Petroleum Exporting Countries.
10. Palm Oil HQ, www.palmoilhq.com
11. Parafiny, Świece, Znicze: *Nadchodzący czas „zielonych” świec*, Wydawnictwo Aknet, 2008, s. 12.
12. Parafiny, Świece, Znicze: *Ocena jakości i badania aplikacyjne świec*, Wydawnictwo Aknet, 2007, s. 6.
13. Parafiny, Świece, Znicze: *Polska w czołówce europejskiej – czyli produkcja świec i zniczy*, Wydawnictwo Aknet, 2006, s. 13.

14. Pierwszy Portal, www.pierwszyportal.pl
15. *Przemysł oleju palmowego w Malezji*, Wydział Promocji Handlu Inwestycji Ambasady RP w Kuala Lumpur, 2012.
16. Ptasznik S., Katzer A., *Właściwości olejów palmowych i kierunki ich zastosowania*, „Tłuszcze jadalne”, nr 31, s. 62-70.
17. Rezaei K., Wang T., Johnson L. A., *Hydrogenated vegetable oils as candle wax*, “Journal of the American Oil Chemist’s Society”, tom 79, 2002, nr 12, s. 1241-1247.
18. Szukalska E., *Wybrane zagadnienia z utleniania tłuszczów*, „Tłuszcze jadalne”, nr 38, s. 42-61.
19. Wang L., Wang T., *Chemical modification of partially hydrogenated vegetable oil to improve its functional properties for candles*, “Journal of the American Oil Chemist’s Society” 2007, nr 84, s. 1149-1159.

Wybrane aspekty wdrożenia oprogramowania zarządzającego produkcją na przykładzie firmy Brökelmann Polska

Wprowadzenie

Każde wdrożenie oprogramowania, wspierającego zarządzanie procesami produkcyjnymi zachodzącymi w przedsiębiorstwie, służy osiągnięciu przewagi konkurencyjnej [Zajac, Kuraś 2009]. Niewątpliwie wiąże się to ze zmianami organizacyjnymi, a tym samym niesie za sobą pewne zagrożenia, takie jak [Stabryła 2006]:

- niepowodzenie w osiągnięciu celów – nieuruchomienie oprogramowania lub jego wdrożenie nie przynosi spodziewanych rezultatów;
- niepowodzenie w realizacji założeń budżetowych – koszty wdrożenia oprogramowania są wyższe od planowanych;
- niepowodzenie w osiągnięciu celów w ramach założonego harmonogramu - uruchomienie systemu lub/i osiągnięcie założonych celów realizowane są z opóźnieniem.

1. Plan działania wdrożeniowego i wybór oprogramowania do zarządzania produkcją

W celu zminimalizowania lub całkowitego wykluczenia potencjalnych zagrożeń proces wdrożeniowy (rys.1) powinien być skrupulatnie zaplanowany i odbywać się według założonego planu działania, na który składają się:

- a) analiza przedwdrożeniowa (opis problemu, analiza potrzeb przedsiębiorstwa i zdefiniowanie wymagań wobec systemu, analiza obszaru informatycznego firmy);
- b) wybór rozwiązania i negocjacje z dostawcą produktu i/lub usługi (rozeznanie rynku w tym obszarze, zapytania ofertowe, merytoryczna analiza, negocjacje handlowe);
- c) wdrożenie (organizacja i przygotowania, szkolenia).

Wdrożenie oprogramowania do zarządzania produkcją w przedsiębiorstwie niewątpliwie przyczynia się do poprawienia efektywności pracy przedsiębiorstwa poprzez [Stachowicz-Stanusch, Stanuch 2007]:

- zwiększenie satysfakcji,
- zwiększenie wartości sprzedaży,
- wprowadzenie spójnego dla całej firmy systemu zarządzania produkcją,
- obniżenie kosztów operacyjnych obsługi klienta (promocji, sprzedaży, obsługi posprzedażnej, serwisu).

Podczas wdrożenia oprogramowania zarządzającego produkcją należy wziąć również pod uwagę wady takiego przedsięwzięcia, a mianowicie [Frąckiewicz, dostęp: 12.10.2009.]:

- wysoki koszt wdrożenia i utrzymania systemu,
- konieczność przeprowadzania zmian organizacyjnych,
- trudności w oszacowaniu kosztów całkowitych,
- trudna lub niemożliwa do oszacowania rentowność.

Pojawiające się wady można częściowo wyeliminować poprzez rzetelne przygotowanie i realizację cyklu wdrożeniowego, na który składają się następujące fazy i etapy:

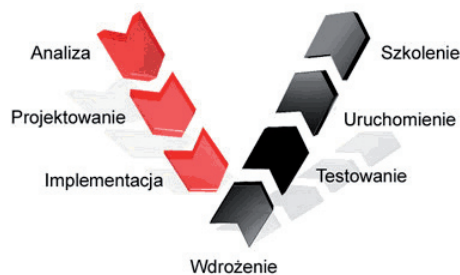
- a) planowanie:
 - powołanie zespołu wdrożeniowego i osoby odpowiedzialnej za wdrożenie,
 - opracowanie biznesplanu, strategii,
 - ocena ekonomiczna,
 - wyznaczenie mierników oceny efektów wdrożenia;
- b) projekt:
 - identyfikacja procesów,
 - określenie technologii;
- c) wybór oprogramowania:
 - specyfikacja wymagań,
 - wstępna selekcja rynku,
 - analiza i ocena rozwiązań na podstawie ofert dostawców, testowanie rozwiązań,
 - wybór oprogramowania i dostawcy,
 - precyzowanie wymagań i negocjacja oferty,
 - podpisanie umowy z dostawcą;
- d) rozwój:
 - dostosowanie wybranego rozwiązania do potrzeb produkcji,
 - integracja wybranej opcji z innymi potrzebami,
 - planowanie konfiguracji oprogramowania;
- e) wdrożenie:
 - dostosowanie infrastruktury IT do potrzeb oprogramowania,
 - instalacja i konfiguracja oprogramowania,
 - szkolenie członków zespołu wdrożeniowego i pozostałych pracowników,
 - próbna eksploatacja oprogramowania (ocena i dokonanie niezbędnych zmian,

- pełna eksploatacja oprogramowania;
- f) optymalizacja działania oprogramowania:
- ocena inwestycji,
 - doskonalenie oprogramowania w sposób bieżący.

Planowanie i projekt są najważniejszymi fazami działania wdrożeniowego i składają się na tzw. analizę przedwdrożeniową. Przeprowadzenie analizy przedwdrożeniowej wyłącznie w sposób rzetelny zagwarantuje trafność w wyborze oprogramowania.

Rys. 1.

Schemat procesu wdrożeniowego



Źródło: www.vobacom.pl

Rzetelność analizy przedwdrożeniowej można uzyskać poprzez dobrze przygotowane zapytanie ofertowe, w którym powinny pojawić się takie składniki, jak:

- charakterystyka oferenta (dane ekonomiczne, profil działania),
- funkcje realizowane przez oprogramowanie,
- charakterystyka techniczna oprogramowania,
- sposób udostępnienia aplikacji (zakup licencji, outsourcing),
- doświadczenie we wdrażaniu, referencje w organizacjach o podobnym profilu działalności, proponowana metodyka wdrażania,
- charakterystyka proponowanego sprzętu, warunki serwisowe,
- cena, warunki i sposób płatności,
- certyfikaty, dokumenty poświadczające stan finansowy dostawcy.

Na podstawie odpowiedzi oferentów bądź wyników przeprowadzonych testów należy dokonać analizy porównawczej alternatywnych rozwiązań. Analiza taka powinna być przeprowadzona w następujących krokach:

- zdefiniowanie kryteriów wyboru,
- określenie ich wagi,
- ocena (punktowa) poszczególnych rozwiązań według ustalonych kryteriów,
- podsumowanie wyników.

Do podstawowych kryteriów wyboru należą:

- funkcjonalność oprogramowania,
- architektura oprogramowania,
- możliwość integracji z rozwiązaniami funkcjonującymi w przedsiębiorstwie,
- możliwość dostosowania oprogramowania do własnych potrzeb,
- możliwość rozbudowy oprogramowania w przyszłości,
- funkcjonowanie oprogramowania w firmach o zbliżonym profilu działalności,
- cena oprogramowania,
- koszty wdrożenia,
- koszty eksploatacji,
- czas trwania wdrożenia,
- referencje firmy wdrażającej.

Znaczenie poszczególnych kryteriów dla konkretnego przedsiębiorstwa może być różne w zależności od:

- procesów realizowanych w firmie,
- poziomu konkurencyjności czy też wielkości organizacji.

Każde przedsiębiorstwo musi zatem samodzielnie ustalić istotność poszczególnych kryteriów poprzez nadanie im odpowiedniej wagi. Po przygotowaniu zestawu kryteriów wraz z określeniem ich ważności można przystąpić do oceny poszczególnych rozwiązań. Oceny dokonuje się poprzez przydzielenie każdemu rozwiązaniu odpowiedniej liczby punktów w ramach określonej wcześniej skali dla każdego z wyodrębnionych kryteriów.

2. Analiza wdrożeniowa oprogramowania produkcyjnego w firmie Brökelmann Polska

2.1. Charakterystyka firmy

Firma jest córką swojej spółki „matki”, jednej z najstarszych tłoczní profili aluminiowych w Europie, mającej swoją siedzibę w Ense-Höingen w Niemczech. Początki firmy Brökelmann Aluminium sięgają roku 1826. Przedsiębiorstwo swoją działalność w Polsce rozpoczęło w 1998 roku w Kampinosie. Firma pełną produkcję uruchomiła w 2011 roku po przeniesieniu swojej siedziby do Opola.

Będąc przedsiębiorstwem z tradycją, które dzięki swoim atrybutom jakości i precyzji cieszy się od dziesięcioleci wspaniałą opinią w branży, firma posiada we wszystkich obszarach wytłaczania aluminium doświadczenie, jakim nie może pochwalić się prawie żadne porównywalne przedsiębiorstwo w tym sektorze przemysłu. Firma produkuje w niemalże dwudziestu różnych stopach najdrobniejsze, filigranowe przekroje o nieznacznym ciężarze do listew ozdobnych i funkcyjnych oraz armatur samochodowych, jak również wielkoformatowe, precyzyjne profile

z aluminium do prowadnic foteli, obudów poduszek powietrznych, elementów podwozia i komponentów dachów odsuwanych.

Na bazie posiadanej wiedzy oraz dodatkowego doświadczenia w technologii procesowej wytłaczania elementów karoserii o dużej odporności zderzeniowej i zdolności rozciągania ($R_{p0.2}$) od 200 do 240 N/mm² dokonano celowego rozwoju w zakresie stopów i procesu, aby spełnić wymagania elementów i komponentów karoserii o jeszcze większej wytrzymałości i odporności zderzeniowej. Firma podejmuje obszerne badania procesowe z różnymi wariantami stopów typu AlMgSi i tworzy własne rozwiązania we współpracy z najbardziej wydajnymi hutami aluminium.

Firma wprowadza innowacje technologiczne. Jedną z nich jest stop o nazwie Duktal®, który spełnia przyszłe wymagania dotyczące elementów strukturalnych o wysokiej wytrzymałości i dużej ciągliwości.

Firma Brökelmann Polska świadczy usługi w zakresie doradztwa technicznego w branży kształtowników aluminiowych, obróbki detali aluminiowych w bardzo szerokim zakresie przy zachowaniu ekonomii produkcji seryjnej, produkcji detali do przemysłu samochodowego, inżynierii oraz badań i analiz technicznych. Mocną stroną firmy jest wysoka precyzja oferowanych usług, między innymi cięcie prostopadłe kształtowników na detale o długości 25 do 5000 mm, precyzyjna obróbka mechaniczna z wykorzystaniem centr obróbkowych sterowanych numerycznie, nanoszenie na detale druku, obróbka wibrościerna itp.

Proces produkcji w firmie Brökelmann Polska jest typowym procesem realizacji produkcji powtarzalnej o określonej w czasie partii produkcyjnej. W firmie w sposób precyzyjny zdefiniowano procesy technologiczne oraz zlecenia produkcyjne, realizowane zgodnie z planem produkcji opracowywanym z wyprzedzeniem czasowym. W firmie funkcjonuje również prognozowanie produkcji z wyprzedzeniem długoczasowym, które może ulegać zmianie przed jej uruchomieniem.

Przedsiębiorstwo Brökelmann Polska poszukuje rozwiązania informatycznego, dzięki któremu możliwe będzie sterowanie i zarządzanie produkcją. Wdrożone rozwiązanie musi umożliwiać wprowadzanie do systemu takich informacji, jak: stopień realizacji zlecenia, ewentualne opóźnienia, pojawiające się braki (wraz z opisem przyczyny ich powstawania) oraz monitorowane na bieżąco postępy w realizacji zleceń produkcyjnych, dogłębną analizę produktywności poszczególnych pracowników, ocenę poszczególnych produktów (wpływu na przychody i zyski przedsiębiorstwa).

W związku z tym dokonano analizy obszaru produkcyjnego firmy Brökelmann Polska pod kątem możliwości wdrożenia oprogramowania do zarządzania produkcją. Jako główne czynniki determinujące działania wdrożeniowe wybrano: obrót towarowy i proces produkcji.

2.2. Wymagania

Firma dzięki wdrożeniu oprogramowania zyska szereg korzyści, które jednocześnie powinny być miarą powodzenia realizacji przedsięwzięcia i zarazem definiować wymagania odnośnie wprowadzanego oprogramowania produkcyjnego. Do tych korzyści należą przede wszystkim:

- a) łatwiejsza i szybsza możliwość określenia kosztów produkcyjnych tzw. technicznego kosztu wytworzenia poszczególnych wyrobów,
- b) szybkie i dokładne sporządzanie kalkulacji wyrobów,
- c) możliwość szybkiej odpowiedzi na zapytania ofertowe potencjalnych klientów,
- d) ocena wydajności poszczególnych stanowisk pracy,
- e) raportowanie o stopniu obciążenia poszczególnych stanowisk pracy,
- f) ocena pracy pracowników na poszczególnych stanowiskach,
- g) możliwość porównania wydajności poszczególnych osób i zespołów ludzkich,
- h) szybka weryfikacja założonych teoretycznie kosztów wytwarzania z faktycznie poniesionymi,
- i) możliwość oceny opłacalności produkcji każdego wyrobu,
- j) możliwość oceny każdego pracownika pod względem jakości wykonywanych detali,
- k) możliwość weryfikacji ilości braków (zawinionych lub niezawinionych),
- l) właściwe rozliczenie z ilości normatywnego zużycia materiałów i surowców na 1 sztukę wyrobu,
- m) jawność jakości pracy poszczególnych pracowników,
- n) identyfikacja wyrobów wykonywanych przez poszczególnych pracowników na poszczególnych stanowiskach,
- o) obiektywność i rzetelność zebranych danych o sposobie pracy poszczególnych pracowników (eliminacja subiektywizmu w ocenie pracy - eliminacja czynnika ludzkiego), co do rejestrowanych danych oraz subiektywnej ludzkiej oceny,
- p) automatyczny elektroniczny rejestr, elektroniczny zegar, licznik czasu pracy,
- q) szybkość pozyskiwania i przetwarzania danych i informacji o procesie produkcji, a co za tym idzie, szybka możliwość zapobiegania negatywnym zjawiskom finansowo-ekonomicznym, organizacyjnym, logistycznym, czynnikiem ludzkim,
- r) szybka możliwość eliminacji zjawisk negatywnych w życiu przedsiębiorstwa.

Przedsiębiorstwo powinno zwrócić uwagę czy wdrażany program może realizować m.in. następujące funkcje:

- przechowywanie zdefiniowanych procesów technologicznych oraz zleceń produkcyjnych,
- kalkulację kosztów normatywnych,
- generowanie dokumentacji produkcyjnej,

- ewidencję i rozliczanie zleceń.

Program powinien umożliwiać zapis technologii poprzez definiowanie operacji w postaci listy zawierającej:

- numer operacji,
- gniazdo maszyn lub wybraną maszynę,
- czas wykonania, przygotowawczo-zakończeniowy i czas jednostkowy,
- zasoby wejściowe operacji, takie jak: materiały, półfabrykaty, materiały technologiczne, usługi,
- produkty wyjściowe z operacji.

Wykorzystywane w zapisie technologii zasoby materiałowe powinny w programie zostać określone jako „produkty”. Sposób ich wykorzystywania w ramach funkcji programu determinują następujące cechy:

- rodzaj – towar, środek trwały,
- poziom fabrykacji – materiał, półfabrykat lub wyrób gotowy,
- źródło pochodzenia – z zakupu, z magazynu lub z poprzedniej operacji,
- przeznaczenie – do następnej operacji, magazynu lub wprost do odbiorcy końcowego (klienta).

2.3. Funkcjonalność oprogramowania

Celem wprowadzenia oprogramowania do zarządzania produkcją w firmie Brökelmann Polska jest:

- podniesienie efektywności produkcji (zmniejszenie jednostkowego kosztu wytworzenia),
- poprawa terminowości realizacji,
- podniesienie jakości wyrobów.

Z uwagi na powyższe, jak również na charakter produkcji, oprogramowanie do zarządzania produkcją powinno umożliwiać:

a) definiowanie technologii produktu:

- operacje (marszruta), które muszą być wykonane,
- materiały i półprodukty niezbędnych do wykonanie każdego etapu,
- gniazda robocze, na których wykonujemy poszczególne operacje,
- czasy technologiczne,
- kooperacje,
- zakładane braki na każdym etapie produkcji,
- możliwość definiowania alternatywnych marszrut produkcyjnych;

b) tworzenie kosztorysów wyrobów;

c) wystawianie zleceń produkcyjnych;

d) tworzenie podzleceń na brakujące półprodukty wraz z wyliczaniem ilości

uwzględniającej stany magazynowe półproduktów oraz zapotrzebowania na półprodukt przy innych zleceniach;

- e) harmonogramowanie produkcji: okresowe, na wydział, na stanowisko robocze;
- f) graficzne odwzorowanie produkcji;
- g) tworzenie przewodników produkcyjnych umożliwiających rejestrację:
 - ilości wykonanych produktów,
 - czasu produkcji,
 - pracownika wykonującego daną pracę,
 - maszyny (gniazda roboczego), na którym wykonano produkcję,
 - braków i odpadów produkcyjnych;
- h) drukowane kodów kreskowych na przewodnikach, co ułatwi rejestrowanie produkcji;
- i) drukowanie etykiet, obsługa kodów kreskowych;
- j) wydanie materiałów i półproduktów na produkcję oraz przyjmowanie wyrobów gotowych i półproduktów w ramach zlecenia i przewodnika produkcyjnego;
- k) rozliczenie produkcji;
- l) zamówienia do dostawców surowców na podstawie planów produkcji;
- m) planowanie potrzeb materiałowych w oparciu o zaawansowane funkcje rezerwacji oraz obsługi braków i zapotrzebowań;
- n) raporty produkcji, raporty wydajności pracowników i maszyn, produkcja w toku.

Oprogramowanie do zarządzania produkcją powinno ponadto być zintegrowane z systemem magazynowym, który ma za zadanie:

- umożliwiać sprawność funkcjonowania działów odpowiedzialnych za zamówienia i politykę magazynową w firmie,
- optymalizować stany magazynowe (zmniejszać koszty magazynowe),
- usprawniać dystrybucję i zaopatrzenie.

Dodatkowo oprogramowanie to powinno posiadać następujące możliwości funkcyjne:

- rozchody na podstawie wskazania partii,
- dokumenty magazynowe,
- rezerwacje towarów, zarówno „w przód”, jak również rezerwacja na partie towarów,
- obsługa towarów oczekujących na dostawę i braków (tzw. towary niepokryte),
- zapytania ofertowe do dostawców,
- przyjmowanie zamówień,
- składanie zamówień,
- generowanie jednych rodzajów dokumentów z drugiego rodzaju,
- rozliczanie towarów kaucjonowanych (niezapłaconych)
- daty ważności partii,

- obsługa numerów seryjnych towarów i produktów,
- wagi, objętości, opakowania towarów, alternatywne jednostki miary,
- zapewnienie identyfikowalności partii,
- obsługa zmienników,
- wystawianie zleceń transportowych i listów przewozowych,
- współpraca z czytnikami kodów kresowych i drukarkami etykiet,
- stany na wskazany dzień,
- towary zalegające,
- obroty magazynowe.

2.4. Działania przedwdrożeniowe

Szybkie i powierzchowne wdrożenie oprogramowania informatycznego może poważnie zwolnić działania firmy. Wczesne porzucenie starych metod pracy, silny nacisk na natychmiastowe wdrożenie mogą niekorzystnie wpłynąć na proces wdrożenia. W związku z tym do wdrożenia oprogramowania produkcyjnego należy się wcześniej dobrze przygotować. Na jakość i szybkość wdrożenia w każdej firmie wpływa przede wszystkim integracja kadry wokół nowego celu, zadania. Wiąże się to zdecydowanie ze zmianą myślenia pracowników na wszystkich szczeblach zarządzania. Wdrażanie wiąże się również ze sprawną współpracą z usługodawcą, dlatego dobra komunikacja pomiędzy dostawcą a firmą (szybka wymiana rzeczowych informacji) będzie miała duży wpływ na jakość procesu wdrożeniowego.

Jak można przypuszczać, żaden, nawet najbardziej indywidualny program informatyczny nie będzie idealnie dopasowany do istniejących w przedsiębiorstwie procesów produkcyjnych. Wiąże się to z charakterem przepływu informacji, z rodzajem prowadzonej produkcji, sposobem przyjmowania zleceń i fakturowania itd. Zatem przy różnicach pomiędzy sposobem działania oprogramowania a sposobem prosperowania przedsiębiorstwa należy poszukiwać rozwiązań, które będą najbardziej dopasowywać te dwa obszary do siebie. Takie rozwiązania nazywa się działaniami przedwdrożeniowymi, a następnie - wdrożeniowymi.

Przeprowadzanie jakichkolwiek zmian wiąże się z początkowym oporem pracowników o podłożu emocjonalnym związanym z obawą przed nieznanym i naruszeniem dotychczasowego porządku. Mając na uwadze, że powodzenie projektu zależy od nastawienia pracowników, ich zaangażowania oraz chęci szukania rozwiązań, trzeba w pierwszej kolejności stworzyć odpowiednie warunki zmniejszające opór. Można to osiągnąć na wiele sposobów.

Zazwyczaj obawa wśród pracowników wynika z małej wiedzy na temat nowego przedsięwzięcia, co przyczynia się do wielu niejasności. Dlatego do działań przedwdrożeniowych można zaliczyć rozmowy na temat nowego oprogramowania przeprowadzane przez kierownictwo firmy z wszystkimi pracownikami. W ra-

mach poszerzenia wiedzy wśród pracowników kierownictwo musi podjąć działania informacyjno-szkoleniowe, musi przekonywać, jak ważny projekt będzie wdrażany i jak wpłynie on na efektywność pracy. Szkolenie może być skierowane w szczególności do osób, które mają bezpośrednio pracować z użyciem nowego oprogramowaniu oraz do przedstawicieli firmy, która będzie wdrażała oprogramowanie zarządzające produkcją. Należy również przeanalizować oczekiwania i nadzieje oraz korzyści, jakie firma i każdy pracownik może odnieść dzięki wdrożeniu oprogramowania zarządzającego produkcją. Szeroka informacja skierowana do pracowników spowoduje ich otwartość na współpracę. Należy na bieżąco informować o etapach prac związanych z podjętymi działaniami wdrożeniowymi (na jakim etapie jest wdrożenie, co się udało, a co jeszcze jest do zrobienia). Zatem duża rola kierownictwa firmy, które powinno opracować harmonogram wdrożenia z dokładnym rozpisaniem celu końcowego i celów cząstkowych.

W związku z obawą nie poradzenia sobie z obsługą nowego oprogramowania zaleca się, aby przedstawiciel firmy wdrożeniowej poświęcił czas na dodatkowe szkolenia i wyjaśnianie sposobu obsługi, natomiast od pracownika oczekuje się otwartości, tak aby dopasować parametry pracy oprogramowania do potrzeb użytkowników. Do działań przedwdrożeńowych można zaliczyć powołanie zespołu składającego się z osób pracujących w różnych działach firmy i konsultantów, którzy są zaangażowani we wdrożenie. W ten sposób może powstać zespół interdyscyplinarny. Znajomość zasad i umiejętność aktywnego słuchania, zadawania pytań będzie pomocna członkom zespołu przy wdrożeniu oprogramowania. Zespół powinien razem z kierownictwem zaplanować całość działań ze strony firmy, jeszcze przed przystąpieniem do wdrożenia. Jednym z narzędzi może być ankieta badająca aktualną sytuację w przedsiębiorstwie i problemy, z jakimi borykają się pracownicy oraz poziom otwartości na zmiany: m.in. zadowolenie z pracy, utrudnienia, wąskie gardła, możliwości i kierunki rozwoju. Dopiero po ustaleniu celów i zadań do wykonania można przejść do fazy realizacji.

Najważniejsze decyzje, jakie powinny być podjęte na etapie analizy przedwdrożeniowej, to m.in.:

- ustalenie liczby stanowisk, na których ma zostać zaimplementowane nowe oprogramowanie,
- wyznaczenie pracowników, którzy bezpośrednio będą korzystać z wdrażanego oprogramowania,
- ustalenie minimalnych parametrów technicznych stanowisk komputerowych, na których będą wykorzystywane nowe aplikacje,
- projekt reorganizacji infrastruktury sieciowej przedsiębiorstwa.

Podsumowanie

Programy informatyczne wspierające zarządzanie są wykorzystywane w większości średnich i dużych przedsiębiorstw. Jednakże dotyczy to przede wszystkim programów księgowych. Jeżeli chodzi o zarządzanie produkcją, stosowanie oprogramowania w tym obszarze występuje rzadziej.

Zastosowanie oprogramowania zarządzającego produkcją ma decydujący wpływ na efektywność pracy całego przedsiębiorstwa. Jednakże o sukcesie decyduje trafny jego wybór, który kształtuje proces wdrożenia oprogramowania w przedsiębiorstwie. Proces wdrożenia może przebiegać sprawnie pod warunkiem zaangażowania się wszystkich pracowników firmy, wsparcia ze strony zarządu, etapowości procesu i zapewnienia wiedzy fachowej ze strony ekspertów.

Bibliografia

1. Zając A., Kuraś M., *Zmiana organizacyjna jako domena projektu*, w: *Rola informatyki w naukach ekonomicznych i społecznych. Innowacje i implikacje interdyscyplinarne*, red. Z.E. Zieliński, t. 1, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Handlowej, Kielce 2009.
2. Stabryła A., *Zarządzanie projektami ekonomicznymi i organizacyjnymi*, PWN, Warszawa 2006.
3. Stachowicz-Stanusch A., Stanuch M., *CRM. Przewodnik dla wdrażających*, Placet, Warszawa 2007.
4. Frąckiewicz E., *Krytyczne spojrzenie na Customer Relationship Management*, <http://mikro.univ.szczecin.pl/bp/pdf/39/8.pdf>, dostęp: 12.10.2009.
5. Strona firmowa: www.vobacom.pl.

Zastosowanie eksploracji danych w systemach analitycznych

Wprowadzenie

Rozwój technologii informatycznych umożliwia z jednej strony gromadzenie potężnych zbiorów danych, a z drugiej realizację złożonych algorytmów analitycznych w skończonym czasie. Ze względu na różnorodność danych, ich niepewność, nieostrość - bardzo istotnym problemem staje się umiejętne dobranie algorytmów analizy.

Kierunkiem badań, który zajmuje się pozyskiwaniem wiedzy zawartej w złożonych zbiorach danych, jest eksploracja danych. Eksploracja danych łączy w sobie wiele dziedzin, takich jak statystyka, uczenie maszyn, zarządzanie danymi i bazami danych, rozpoznawanie wzorców, sztuczna inteligencja [Cios 2010]. Tym samym oferuje ona nowe teorie, techniki i narzędzia do przetwarzania i analizowania dużych zasobów danych.

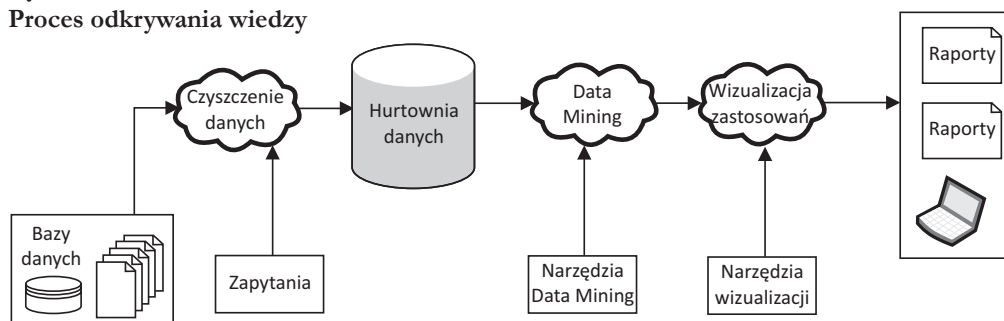
1. Eksploracja danych

W ostatnim czasie obserwuje się wzrost popularności oprogramowania do eksploracji danych. Programy tego typu charakteryzują się podejściem typu „czarna skrzynka”, w którym użytkownik, korzystając ze środowiska GUI, może w krótkim czasie przeprowadzić zaawansowane analizy. Oprogramowanie takie nie wymaga większego współdziałania użytkownika ani nadzoru z jego strony. Jest to jeden ze sposobów, w jaki interpretuje się eksplorację danych, a mianowicie „proces badania i analizy, za pomocą zautomatyzowanych lub na wpół zautomatyzowanych środków, dużych ilości danych, aby odkryć znaczące wzorce i reguły” [Larose 2006]. Niestety brak znajomości schematu działania zaimplementowanych algorytmów, zły dobór algorytmów czy analizy przeprowadzane na nieprzygotowanych danych mogą prowadzić do uzyskania błędnych wniosków czy opracowania modeli opartych na błędnych założeniach. Ponieważ eksploracja danych nie jest produktem, a dyscypliną, dlatego należy poświęcić więcej uwagi badaniom i analizom. Podejście, które polega na zrozumieniu działania algorytmów i analiz

statystycznych zaimplementowanych w oprogramowaniu, określane jest jako „biała skrzynka”.

Pojęcie eksploracji danych jest często stosowane zamiennie z pojęciem odkrywania wiedzy (ang. *knowledge discovery*) [Cios 2010]. Proces odkrywania wiedzy to proces identyfikacji wzorców, rozumianych w szerokim zakresie jako związki, korelacje, trendy, deskryptory rzadkich zdarzeń. Dane mogą pochodzić z jednego lub z kilku połączonych ze sobą źródeł (baz danych), coraz częściej wykorzystywane są w tym celu specjalne bazy zwane hurtowniami danych. Obecnie projektując bazy danych, zwraca się uwagę na gromadzenie jak największej liczby informacji, które mogą być wykorzystane w późniejszych analizach. Eksploracja danych w tym procesie rozumiana jest jako jeden z etapów odkrywania wiedzy (rys. 1). Dane, które są wynikiem eksploracji danych, można przedstawić za pomocą narzędzi wizualizacji.

Rys. 1.
Proces odkrywania wiedzy



Źródło: Cios, 2010

Aby nie traktować zadania eksploracji danych w sposób przypadkowy, warto skorzystać z metodologii Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) opracowanej w 1996 roku [Larose 2006]. Wzorzec ten jest niezależny od rodzaju przemysłu, narzędzi i oprogramowania. Składa się on z sześciu etapów:

1. *Zrozumienie uwarunkowań biznesowych (badawczych)*. Polega on na sformułowaniu celów i wymagań projektu, postawieniu pytań i hipotez. Informacje te powinny zostać wykorzystane do opisanego analizowanego problemu eksploracji danych.
2. *Zrozumienie danych*. Zgromadzone dane należy poddać wstępnej analizie w celu poszukiwania podstawowych zależności i oceny jakości danych. Na tym etapie można wyodrębnić podzbiory danych, które będą zawierały już pewne wzorce.
3. *Przygotowanie danych*. W tym kroku należy ostatecznie z surowych danych wybrać zbiór, który będzie wykorzystywany w kolejnych fazach. Tutaj dane powinny

zostać oczyszczone. Oczyszczanie polega na usuwaniu odosobnionych rekordów, które cechują się na przykład brakującymi wartościami, wartościami null, wartościami sprzecznymi. Do celów modelowania należy określić zmienne lub ich transformacje. Wybór atrybutów pozwala na zwiększenie zdolności obliczeniowej, co ułatwia weryfikację hipotez.

4. *Modelowanie*. Pamiętając, iż do danego problemu eksploracji można wykorzystać różne techniki modelujące, należy je w tym kroku określić. W celu optymalizacji wyników należy przeprowadzić odpowiednie skalowanie parametrów.
5. *Ewaluacja*. Otrzymane modele należy ocenić pod względem jakości i efektywności. Należy także dokonać weryfikacji, czy model spełnia wszystkie założenia ustalone w pierwszym etapie oraz czy są jeszcze jakieś inne ważne cele, które nie zostały w odpowiedni sposób uwzględnione.
6. *Wdrożenie*. Po ocenie modelu można przejść do jego wdrożenia.

Jeżeli wyniki danego etapu nie są zadowalające to należy wrócić do etapu wcześniejszego w celu jego udoskonalenia. Udział i nadzór ludzki jest wymagany na każdym procesie eksploracji, chociażby w minimalnym stopniu. Błędna analiza może okazać się gorsza w skutkach niż brak analizy, gdyż prowadzi do stworzenia strategii, które mogą być bardzo kosztowne. Warto jednak zauważyć, że nie ma gwarancji pozytywnych wyników podczas eksploracji w celu zdobycia cennej wiedzy, ale poprawne jej zastosowanie może przyczynić się do jej pogłębienia.

2. Analiza danych wielowymiarowych

W eksploracji danych mamy do czynienia przynajmniej z kilkoma zmiennymi. Zdarzają się badania, w których analizuje się kilkaset, a nawet kilka tysięcy zmiennych [Stanisz 2007]. Dzięki dużej liczbie zmiennych badacz może pełniej opisać dane powiązania. Niestety w zadaniach o wysokim poziomie dokładności ilość potrzebnych danych wzrasta wykładniczo wraz z wymiarowością. Takie zachowanie określane jest mianem „przekleństwa wymiarowości” (ang. *curse of dimensionality*). Wielowymiarowość zależy od złożoności modelu i ilości dostępnych danych. Może się odnosić zarówno do tak małej liczby, jak 10 lub tak dużej, jak 1000. Dlatego jednym z zadań jest optymalna redukcja zmiennych bez znaczącej utraty informacji. Często nie wszystkie spośród dostępnych zmiennych opisujących są konieczne do dokładnego przewidywania zmiennych decyzyjnych, a niektóre mogą być zupełnie niezwiązane z wyjściem. Na przykład w eksploracji dot. zagadnień finansowych miesiąc urodzenia osoby nie powinien mieć wpływu na jej wypłacalność.

Modyfikacja przestrzeni atrybutów pozwala nie tylko na dokładniejsze poznanie dziedziny problemu, ale także pozwala lepiej reprezentować wiedzę. Możemy wyróżnić trzy typy przekształceń: usuwanie istniejących atrybutów, dodawanie

nowych atrybutów lub zastępowanie istniejących atrybutów nowymi atrybutami [Cichosz 2000]. Usuwanie atrybutów może prowadzić do ograniczenia przestrzeni hipotez. Metoda ta najczęściej wykorzystywana jest przy atrybutach nieistotnych, które nie mają wpływu na stawiane hipotezy, a operacja ta pozwala na sprawniejsze przeszukiwanie przestrzeni. Dodawanie nowych atrybutów nie może prowadzić do zwiększenia przestrzeni hipotez, jednak może upraszczać ich reprezentację. Nowe atrybuty są zależne funkcyjnie od atrybutów oryginalnych, a w związku z tym informacyjna zawartość przestrzeni atrybutów nie ulega zmianie. W przypadku zastępowania atrybutów mamy do czynienia zarówno z metodą usuwania, jak i dodawania atrybutów, przy czym dodawane atrybuty są funkcyjnie zależne od usuwanych. Może to prowadzić do zawężenia lub pozostawienia bez zmian przestrzeni hipotez, ale w każdym przypadku ma na celu ułatwienie skutecznego przeszukiwania.

3. Zadania eksploracji danych

Jednym z zastosowań eksploracji danych jest jej wykorzystanie do opisanie wzorców i trendów znajdujących się w danych. Wyniki eksploracji dostarczane są w sposób czytelny, co umożliwia ich interpretację i wyjaśnianie. Przykładem metody wykorzystywanej do opisu danych są modele drzew decyzyjnych czy reguły asocjacyjne. Umożliwiają one poszukiwanie zależności pomiędzy wartościami atrybutów danych.

Drugim ważnym zastosowaniem eksploracji danych jest klasyfikacja. Zadanie klasyfikacji polega na obraniu jakościowej zmiennej celu, a następnie doborze algorytmu, który umożliwi zbudowanie modelu na podstawie zależności występujących pomiędzy wartościami zmiennych. Metodę tę można zastosować w zadaniu segmentacji klientów korzystających z usług przedsiębiorstwa. Poznanie klientów jest jednym z kluczowych elementów wpływających na przykład na prowadzenie skutecznych działań marketingowych. Analizując informacje zebrane podczas wcześniej realizowanych działań, można określić docelową grupę klientów, która byłaby zainteresowana nowymi zadaniami marketingowymi. Zadania, w których zmienna decyzyjna ma postać numeryczną, określa się mianem predykcji. Zastosowanie eksploracji danych w tej grupie zagadnień pozwala na przewidywanie wartości, jaką osiągnie dana zmienna w przyszłości. Model budowany jest na podstawie analizy wartości zmiennych estymacji zgromadzonych w zbiorze uczącym.

Eksplorację danych można także wykorzystać w zadaniu grupowania (ang. *clustering*). Grupa jest zbiorem rekordów, które są podobne do siebie nawzajem i niepodobne do rekordów z innych grup. W zadaniu grupowania nie wyróżnia się zmiennej celu, więc analiza nie jest uzależniona od wartości, jakie może przyjmować atrybut.

Zastosowany algorytm ma na celu podział analizowanego zbioru danych na podgrupy, dla których podobieństwo obiektów w grupie jest maksymalizowane, a pomiędzy grupami minimalizowane.

Podsumowanie

Lepsze zrozumienie zwyczajów i preferencji klientów jest możliwe dzięki analizie danych dotyczących przeprowadzonych transakcji. Analiza czasowa zbioru, uwzględniająca zachowania klientów, umożliwia trafniejsze określenie grupy docelowej, do której należy skierować działania marketingowe. Rozmiar danych, typ zmiennych oraz ich liczba sprawiają, że zastosowanie metod statystycznych jest niemożliwe. Dlatego w budowie systemów analitycznych wykorzystuje się zaawansowane algorytmy eksploracji danych. Niezależnie od wybranego zadania i zastosowanego algorytmu eksploracja danych wymaga istotnego udziału człowieka. Działalność przedsiębiorstw charakteryzuje się ciągłością pracy, a w związku z tym również baza danych, gromadząca informacje o przeprowadzonych transakcjach, jest nieustannie powiększana. Dodatkowo preferencje i oczekiwania klientów również mogą się zmieniać. Wymusza to więc kontrolowanie jakości zbudowanych modeli i wprowadzanie odpowiednich korekt w stosowanych algorytmach eksploracji danych.

Bibliografia

1. Cichosz P., *Systemy uczące się*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000.
2. Cios K. J., Pedrycz W. i in., *Data mining: a knowledge discovery approach*, Springer, 2010.
3. Larose D. T., *Odkrywanie wiedzy z danych. Wprowadzenie do eksploracji danych*, PWN, Warszawa 2006.
4. Stanisław A., *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem Statistica PL na przykładach z medycyny*, Tom 3: *Analizy wielowymiarowe*, Stat Soft Polska, 2007.

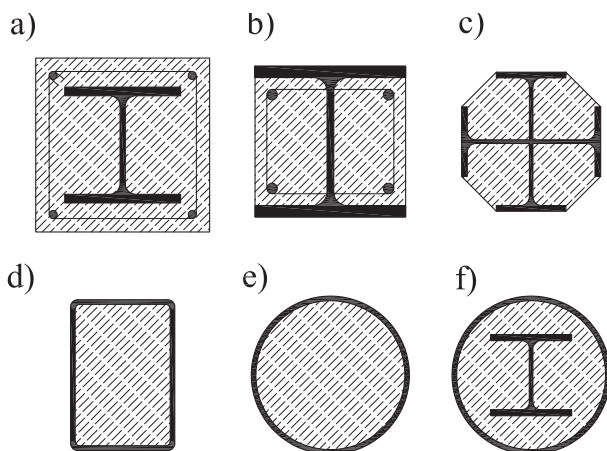
O możliwości praktycznego wykorzystania słupów zespolonych typu CFST jako elementów konstrukcyjnych przy wznoszeniu obiektów budowlanych w technologii prefabrykowanej

Wprowadzenie

Na skutek pogoni za efektywnym wykorzystaniem optymalnych właściwości konstrukcji bardzo modne stało się łączenie ze sobą różnych materiałów. Tego typu rozwiązania konstrukcyjne stały się ciekawą alternatywą dla konstrukcji monomateriałowych, jak i żelbetowych. Wiele projektantów oraz inwestorów na całym świecie doceniło korzyści wynikające z zastosowania konstrukcji zespolonych w budownictwie mieszkaniowym, przemysłowym oraz mostowym.

Rys. 1.

Przekroje poprzeczne najczęściej stosowanych słupów zespolonych [1], w postaci: a, b, c: obetonowanych kształtowników stalowych; d, e: rur stalowych wypełnionych betonem; f: rury stalowej wypełnionej betonem, zawierającej wewnętrzny kształtownik stalowy



Źródło: opracowanie własne

W niniejszym artykule zajęto się możliwością praktycznego, systemowego wykorzystania słupów zespolonych w postaci kwadratowych rur stalowych wypełnionych betonem jako elementów konstrukcyjnych przy wznoszeniu obiektów

w technologii prefabrykowanej. W literaturze tego typu elementy konstrukcyjne opisywane są pod skrótem CFST. Nazwa CFST pochodzi z języka angielskiego i jest skrótem słów „Concrete Filled Steel Tube”, co w oznacza stalową rurę wypełnioną betonem. W praktyce tego typu elementy konstrukcyjne mają przekroje okrągłe, kwadratowe lub też prostokątne. Na rysunku nr 1 pokazano typowe przekroje słupów zespolonych, z których głębszej analizie poddano słupy o przekroju prostokątnym oznaczonym literami: d, e.

1. Zalety słupów zespolonych w postaci stalowych rur prostokątnych wypełnionych betonem

1. Wzrost nośności.

Beton, który wypełnia stalową rurę, zyskuje na wytrzymałości dzięki efektowi ograniczenia odkształceń poprzecznych. W literaturze zagranicznej zjawisko to opisywane jest jako efekt skrępowania „*confinement effect*”. Dzięki współpracy betonu i stali płaszcz stalowy zabezpieczony jest przed wyboczeniem oraz lokalną utratą stateczności, ale nawet po utracie stateczności utrata wytrzymałości jest spowolniona.

2. Praca statyczno-wytrzymałościowa.

Złożony stan naprężeń, który znajduje się w rdzeniu betonowym, podnosi nośność tego typu elementów konstrukcyjnych. Innymi zaletami słupów jest ich odporność na uderzenia mechaniczne, duża sztywność, wysoka absorpcja energii oraz duża ciągliwość. Dwie ostatnie cechy wpływają na mniejszą wrażliwość na duże przemieszczenia. Ta niewątpliwa zaleta sprawia, że tego typu konstrukcje znajdują zastosowanie na terenach aktywnych sejsmicznie. W porównaniu do żelbetonowych wykazują się mniej gwałtownym mechanizmem zniszczenia.

3. Proporcje przekroju.

Znacznie większa część obciążenia przypada na beton. Stal znajduje się na zewnątrz i pracuje aż do znacznego uplastycznienia. Chociaż proporcje zużycia stali, w stosunku do pola przekroju betonu, są znacznie większe w porównaniu do żelbetonowych czy stalowych całkowicie obetonowanych, to jednak uzyskuje się znacznie mniejsze wymiary przekrojów poprzecznych.

4. Odporność ogniowa.

Koszty stosowania materiałów ognioodpornych są bardzo wysokie, dzięki wypełnieniu betonem przedmiotowych słupów można uniknąć ich stosowania lub też znacznie je ograniczyć.

5. Konstruowanie zbliżone do prefabrykacji.

Zastosowanie słupów typu CFST pozwala uniknąć kosztów deskowania, skraca czas inwestycji, redukuje ilość pracowników, zachowuje czystość na placu budowy. Możliwość wykonania połączeń w zakładzie, a nie na budowie, pozwala w łatwy, szybki i prosty sposób wznosić konstrukcje budowanych obiektów.

2. Wzory według Eurokodu 4 (PN-EN 1994-1-1)

Obowiązującą obecnie normą, według której należy wykonywać niezbędne obliczenia statyczno-wytrzymałościowe, jest europejska norma Eurokod 4 [1, 2]. W pierwszej części [1] zamieszczone zostały reguły ogólne oraz reguły dla budynków. Natomiast w części drugiej [2] zawarte zostały wszystkie informacje dotyczące warunków pożarowych.

Dla omawianych w niniejszym artykule słupów Eurokod 4 dopuszcza możliwość zastosowania metody uproszczonej przy obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych. Metodę tę można stosować tylko dla elementów charakteryzujących się podwójną osią symetrii i stałym przekrojem poprzecznym na długości, walcowanych, profilowanych na zimno lub spawanych kształtowników stalowych. Metody uproszczonej nie należy stosować, jeżeli element konstrukcyjny składa się z dwóch lub kilku nie połączonych kształtowników.

Przy obliczaniu słupów, w postaci stalowych rur prostokątnych wypełnionych betonem, należy brać pod uwagę szereg parametrów geometrycznych oraz mechanicznych, takich jak:

- dla rury o przekroju prostokątnym $b/t \leq 52\varepsilon$, gdzie: b – zewnętrzny dłuższy wymiar w przekroju poprzecznym, t – grubość ścianki rury, f_y – granica plastyczności stali w N/mm^2 , a $\varepsilon = (235 / f_y)^{1/2}$, można pominąć efekty związane z lokalną utratą stateczności;
- stosunek udziału stali $0,2 \leq \delta \leq 0,9$, gdzie δ wyraża się wzorem:

$$\delta = \frac{A_a f_{yd}}{N_{pl,Rd}} \quad (1)$$

- smukłość względna $\bar{\varepsilon} \leq 2,0$, gdzie $\bar{\varepsilon}$ wyraża się wzorem:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr}}} \quad (2)$$

gdzie:

$N_{pl,Rk}$ - charakterystyczna nośność plastyczna na ściskanie obliczona wg 7, przy czym we wzorze zamiast wytrzymałości obliczeniowych przyjmuje się wartości charakterystyczne,

N_{cr} - sprężysta krytyczna siła normalna dla odpowiedniej postaci wyboczenia, z uwzględnieniem efektywnej sztywności giętej $(EJ)_{eff}$ wg (4)

$$N_{cr} = \pi(EJ)_{eff} / l^2 \quad (3)$$

$$(EJ)_{eff} = E_a J_a + E_s I_s + K_e E_{cm} J_c \quad (4)$$

gdzie:

$(EJ)_{eff}$ - efektywna sztywność sprężysta przekroju na zginanie dla obciążeń krótkotrwałych,

K_e - współczynnik poprawkowy, który wynosi 0,6,

J_a, J_c, J_s - momenty bezwładności przekroju stalowego, niezarysowanego przekroju betonowego i zbrojenia w rozpatrywanej płaszczyźnie zginania,

E_a - moduł sprężystości stali konstrukcyjnej,

E_s - moduł sprężystości stali zbrojeniowej wewnątrz rury,

E_{cm} - średni sieczny moduł sprężystości betonu;

- Wpływ efektów długotrwałych na efektywną sprężystą sztywność giętą bierze się pod uwagę. Moduł sprężystości betonu E_{cm} zredukuje się do wartości $E_{c,eff}$ zgodnie z wyrażeniem poniżej:

$$E_{c,eff} = E_{cm} \frac{1}{1 + (N_{G,Ed} / N_{Ed}) \varphi_t} \quad (5)$$

gdzie:

φ_t - współczynnik pełzania $\varphi(t, t_0)$ zgodnie z EN 1992-1-1 zależnie od wieku (t) betonu w rozpatrywanym czasie i wieku betonu w czasie (t_0) obciążenia,

N_{Ed} - całkowita obliczeniowa siła normalna,

$N_{G,Ed}$ - stała część siły normalnej.

Jeżeli spełnione są powyższe warunki, to nośność obliczeniową słupa zespolonego można wyrazić następującym wzorem:

$$N_{Sd} = \chi N_{pl,Rd} \quad (6)$$

gdzie:

χ - współczynnik redukcyjny zależny od postaci wyboczenia.

Nośność plastyczną przy ściskaniu $N_{pl,Rd}$ zespolonego przekroju poprzecznego oblicza się jako sumę nośności na ściskanie jego części składowych:

$$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + 0,85 A_c f_{cd} + A_s f_{sd} \quad (7)$$

gdzie:

A_a , A_c , A_s – pole przekroju poprzecznego odpowiednio dla stali konstrukcyjnej, betonu oraz stali zbrojeniowej,

f_{yd} , f_{cd} , f_{sd} – obliczeniowe wytrzymałości części składowych jw.

Wyrażenie (7) stosuje się dla przekrojów stalowych całkowicie lub częściowo obetonowanych. W elementach wypełnionych betonem współczynnik 0,85 może być zastąpiony przez 1,0.

Eurokod 4 [1] dla słupów o przekroju poprzecznym okrągłym wypełnionym betonem podaje wytyczne, w jaki sposób przy obliczaniu nośności można przyjmować wzrost wytrzymałości betonu spowodowany ograniczeniem odkształceń, gdy smukłość względna $\bar{\epsilon}$ nie przekracza 0,5 i $e/d < 0,1$, gdzie e jest mimośrodem obciążenia podanym jako M_{Ed} / N_{Ed} a d jest zewnętrzną średnicą słupa. Informacji na temat jakiegokolwiek wzrostu wytrzymałości betonu w słupach w postaci rur prostokątnych wypełnionych betonem przedmiotowa norma [1, 3] nie podaje.

3. Cel badań nad tematyką wykorzystania słupów stalowo-betonowych przy wznoszeniu obiektów w technologii prefabrykowanej

Jak można zauważyć w normach dotyczących projektowania konstrukcji zespolonych [1, 2, 3], określenie wpływu wzrostu nośności wynikającego z tytułu ograniczenia odkształceń poprzecznych, dotyczy jedynie okrągłych słupów stalowych wypełnionych betonem oraz słupów żelbetowych uzwojonych. Dla słupów o przekroju prostokątnym i kwadratowym normy nie uwzględniają wpływu wzrostu nośności wywołanego występowaniem w rdzeniu betonowym złożonego stanu naprężenia.

W wyniku przeprowadzonych badań eksperymentalnych [4-9] w licznych ośrodkach naukowych oraz instytutach badawczych na całym świecie zauważono, iż pewien wzrost nośności, z tytułu ograniczonych odkształceń poprzecznych rdzenia betonowego, może występować również w słupach o przekroju prostokątnym oraz kwadratowym. Opublikowane na podstawie badań doświadczalnych wyniki [4-9] wykazują wyższą nośność w odniesieniu do wzorów normowych słupów o przekroju okrągłym w odróżnieniu od słupów o przekroju prostokątnym i kwadratowym.

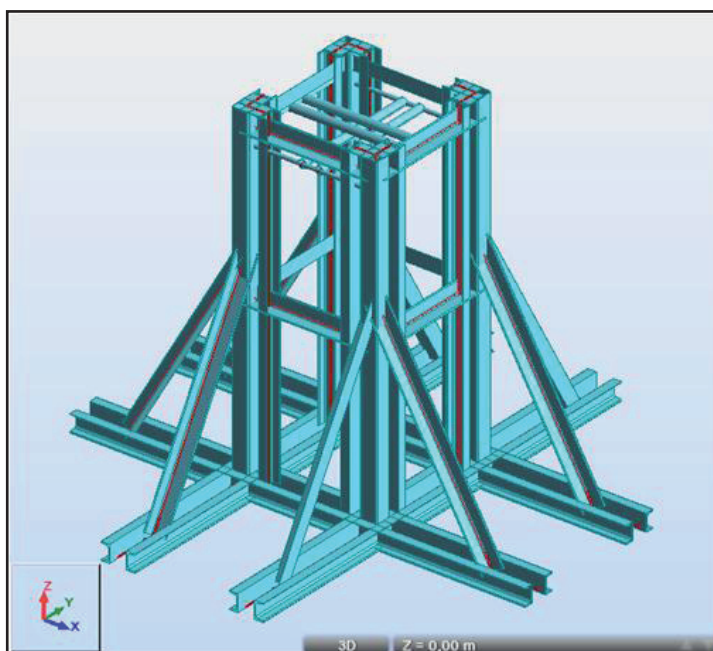
4. Własne wyniki badań doświadczalnych nad słupami zespolonymi w postaci rur kwadratowych wypełnionych betonem

Przeprowadzenie badań doświadczalnych na słupach zespolonych w skali rzeczywistej wymaga dysponowania odpowiednim stanowiskiem badawczym. Na wyposażeniu Laboratorium Konstrukcji Budowlanych i Inżynierskich Wydziału Budownictwa Politechniki Opolskiej nie ma specjalistycznej prasy wytrzymałościowej do badania tego typu elementów konstrukcyjnych.

W celu wykonania odpowiedniego stanowiska badawczego do badania słupów zespolonych autor niniejszego artykułu zbudował odpowiedni model obliczeniowy ramy przestrzennej [rys. 2] oraz sporządził całościowy projekt wykonawczy. Wykonanie stabilizującej ramy zostało powierzone firmie „STALEX” z Gołuszowic.

Rys. 2.

Widok modelu obliczeniowego przestrzennej ramy stalowej do badania słupów stalowo-betonowych

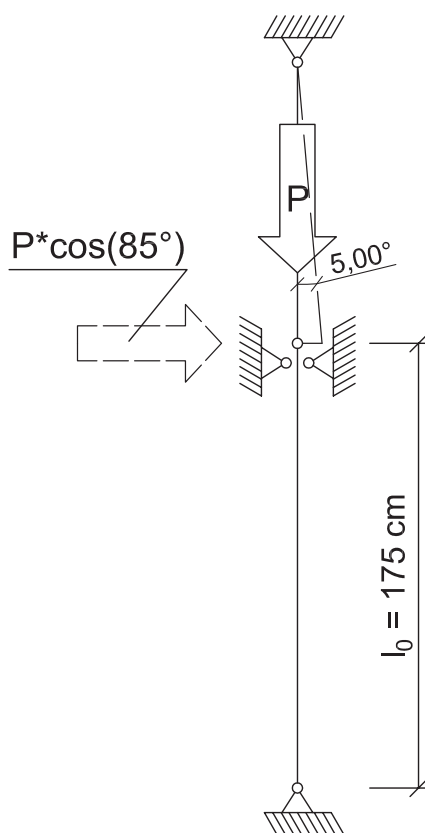


Źródło: opracowanie własne

Przedmiotowa rama przestrzenna odpowiedzialna jest (zgodnie z rys. 3) za przechwycenie i przekazanie na strop siły poziomej, która może wystąpić podczas badania.

Rys. 3.

Widok zastosowanego schematu statycznego badanych słupów stalowo-betonowych w zaprojektowanej przestrzennej ramie stabilizującej

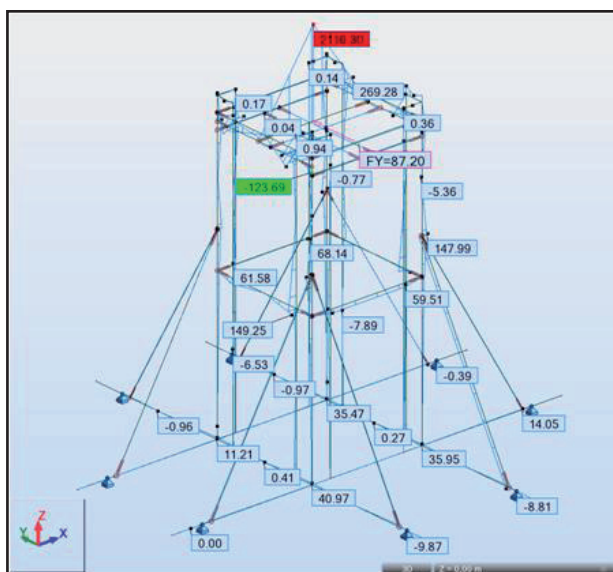


Źródło: opracowanie własne

Przeprowadzono dokładną analizę statyczno-wytrzymałościową zachowania się pod obciążeniem statycznym zaprojektowanej ramy przestrzennej. Na rysunkach poniżej (rys. 4, 5, 6) pokazano odpowiednio wykresy wraz z wartościami maksymalnych naprężeń, maksymalnych sił oraz maksymalnych przemieszczeń, występujących w poszczególnych prętach zbudowanego układu konstrukcyjnego. Przeprowadzona analiza miała na celu określenie stanu granicznego nośności dla wszystkich elementów konstrukcyjnych ramy. Podczas przeprowadzonej analizy statyczno-wytrzymałościowej zostały wyselekcjonowane wybrane pręty, których przekroczony stan naprężeń był świadomy. Podczas badań laboratoryjnych mogłaby pojawić się sytuacja, w której konieczne będzie rozproszenie energii siły poziomej skumulowanej w skutek pojawienia się mimośrodków niezamierzonych o wartości większej niż zakładane. Takie postępowanie pozwala w sposób kontrolowany uszkodzić pręt, który został wyselekcjonowany do tego celu.

Rys. 4.

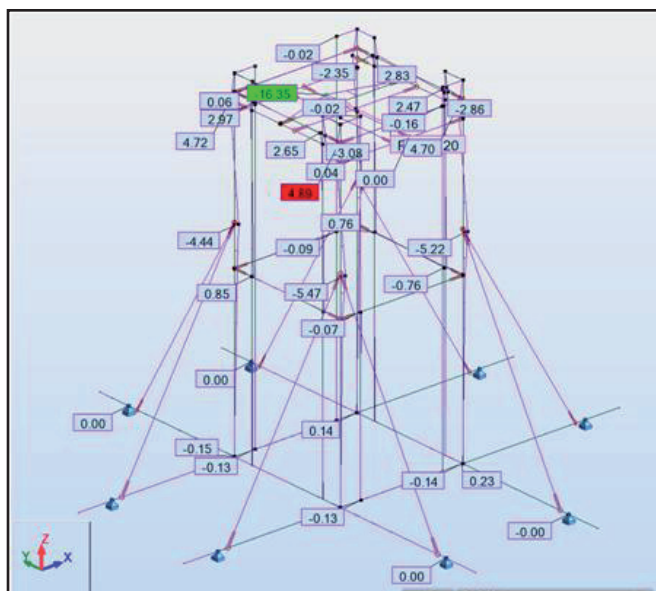
Widok maksymalnych naprężeń w zbudowanym modelu ramy stabilizującej badane słupy zespolone



Źródło: opracowanie własne

Rys. 5.

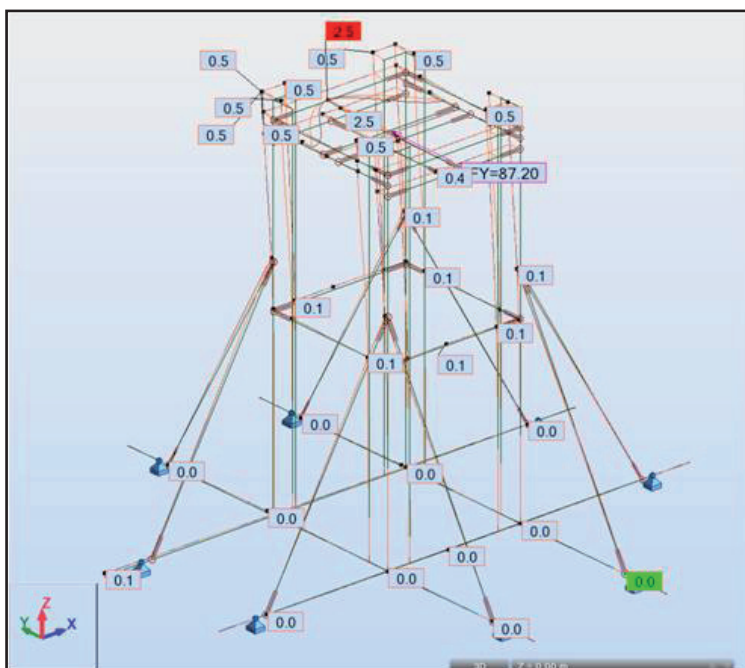
Widok maksymalnych momentów M_y w zbudowanym modelu ramy stabilizującej badane słupy zespolone



Źródło: opracowanie własne

Rys. 6.

Widok maksymalnych przemieszczeń (w cm) w zbudowanym modelu ramy stabilizującej badane słupy zespolone



Źródło: opracowanie własne

Zaprojektowana rama stanowi całościowy układ przestrzenny stanowiska do badania słupów. Do głównej ramy o konstrukcji ciągnowej zamocowany jest przegubowo siłownik o maksymalnej nośności 1000 kN, który przekazuje obciążenie w sposób również przegubowy na badany element [rys. 3]. Na rysunku nr 7 pokazano przestrzenny układ ramowy przygotowany do badania przedmiotowych słupów zespolonych.

Przedmiotem badań doświadczalnych - z których kompleksowe wyniki zostaną umieszczone w rozprawie doktorskiej autora niniejszego artykułu - uczyniono słupy zespolone w postaci kwadratowej rury stalowej (RK 100x100x4) wypełnionej betonem.

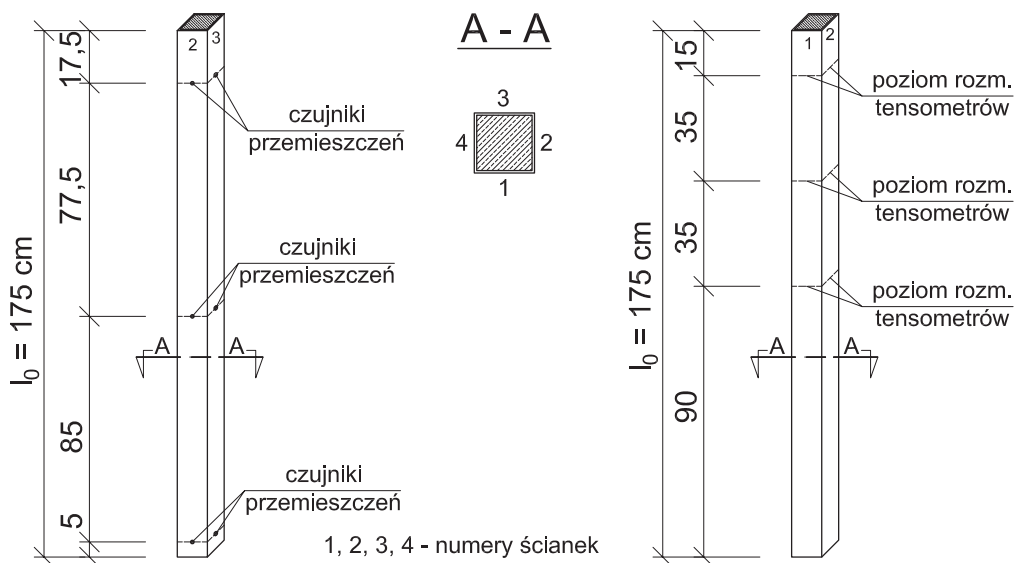
Całościowa seria badań dotyczy czterech słupów smukłych oraz czterech słupów krępych. Do chwili obecnej udało się przebadać dwa słupy smukłe: jeden stalowy, niewypełniony betonem oraz drugi, całkowicie zabetonowany. Na rysunku poniżej pokazano schemat rozmieszczenia czujników przemieszczeń oraz tensometrycznych czujników odkształceń na poszczególnych ściankach badanych elementów.

Rys. 7.
Widok stanowiska do badania słupów zespolonych



Źródło: opracowanie własne

Rys. 8.
Schematy rozmieszczenia czujników przemieszczeń oraz tensometrycznych czujników odkształceń na badanych elementach

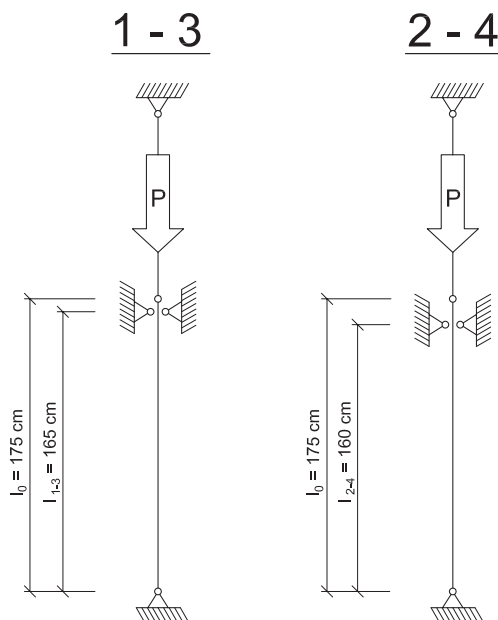


Źródło: opracowanie własne

Przebadane słupy, o wysokości $l_0 = 1,75$ m, oparte były w sposób przegubowy na dwóch końcach. Ponieważ elementy stabilizujące słupy podczas badań umiejscowione są na różnych poziomach, stąd w badanych elementach można wyszczególnić dwie długości wyboczeniowe: l_{1-3} oraz l_{2-4} (zgodnie z rys. 9).

Rys. 9.

Przyjęte schematy długości wyboczeniowych na kierunku 1-3 oraz 2-4



Źródło: opracowanie własne

Wzory do projektowania przedmiotowych słupów w stanie granicznym nośności, proponowane przez normy [1, 3], wprowadzono przy założeniu, że obciążenie równomiernie ściskające przykładane jest na słup równocześnie do płaszcza stalowego i rdzenia betonowego. Taki sposób obciążania uwzględniano w dość licznych opracowaniach [4-9]. Autor niniejszego tekstu w kilku wcześniejszych artykułach [10, 11] opublikował wyniki z przeprowadzonych analiz numerycznych dotyczących wpływu sposobu przyłożenia obciążenia na nośność krępego słupa zespolonego stalowo-betonowego w postaci rury okrągłej, wypełnionej betonem. Przeprowadzona metodą elementów skończonych (MES), za pomocą programu ANSYS, analiza nośności krępego osiowo-ściskanego słupa stalowo-betonowego wykazała, że na jego nośność nie ma praktycznie wpływu sposób przykładania obciążenia, jeżeli tylko istnieje pełne przyczepnościowe zespolenie pomiędzy betonem rdzenia i stalowym płaszczem rury. Podczas własnych badań doświadczalnych obciążenie było przykładane równocześnie do płaszcza stalowego oraz rdzenia betonowego.

Rys. 10.

Widok dwóch schematów utraty stateczności po przeprowadzonych badaniach



Źródło: opracowanie własne

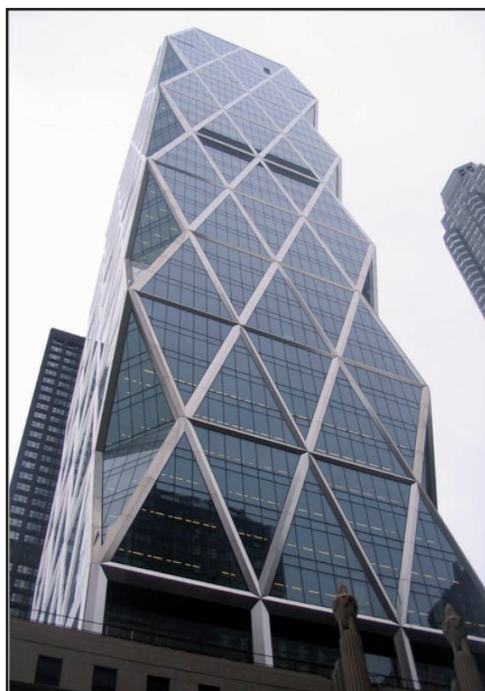
W przebadanych elementach [rys. 10] można było rozróżnić dwa schematy zniszczenia. W słupie stalowym nastąpiła utrata nośności na skutek lokalnego wyboczenia. W słupie całkowicie zabetonowanym nastąpiła utrata nośności na kierunku 2-4 na skutek wyboczenia całego słupa. W słupie stalowym wartość siły niszczącej wyniosła $N_u = 468,8$ kN, natomiast w słupie zespolonym: $N_u = 735,4$ kN. Dzięki zabetonowaniu słupa stalowego betonem klasy C16/20 udało się uzyskać nadwyżkę nośności na poziomie 56%. Wyniki nośności uzyskane podczas badań własnych oraz tych opisywanych w literaturze [4, 9] pozwoliły uzyskać nadwyżkę nośności w porównaniu do nośności obliczanej przy pomocy wzorów normowych [1, 3].

5. Przykładowe zastosowanie słupów zespolonych typu CFST

Głównym przykładem wykorzystania słupów typu CFST są budynki wysokie. Jednym z takich przykładów, w którym znalazły zastosowanie słupy w postaci zamkniętych stalowych skrzynek wypełnionych betonem, jest budynek Hears Tower w Nowym Jorku.

Rys. 11.

Budynek Hearst Tower w Nowym Jorku, w którym wykorzystano stalowe słupy skrzynkowe wypełnione betonem



Źródło: <http://conquerthebigapple.blogspot.com/2011/07/hearst-tower.html>, dostęp: 10.11.2012

6. Stworzenie własnego systemowego rozwiązania wykorzystującego słupy stalowo-betonowe w postaci stalowej rury kwadratowej (RK100x1000x4) wypełnionej betonem

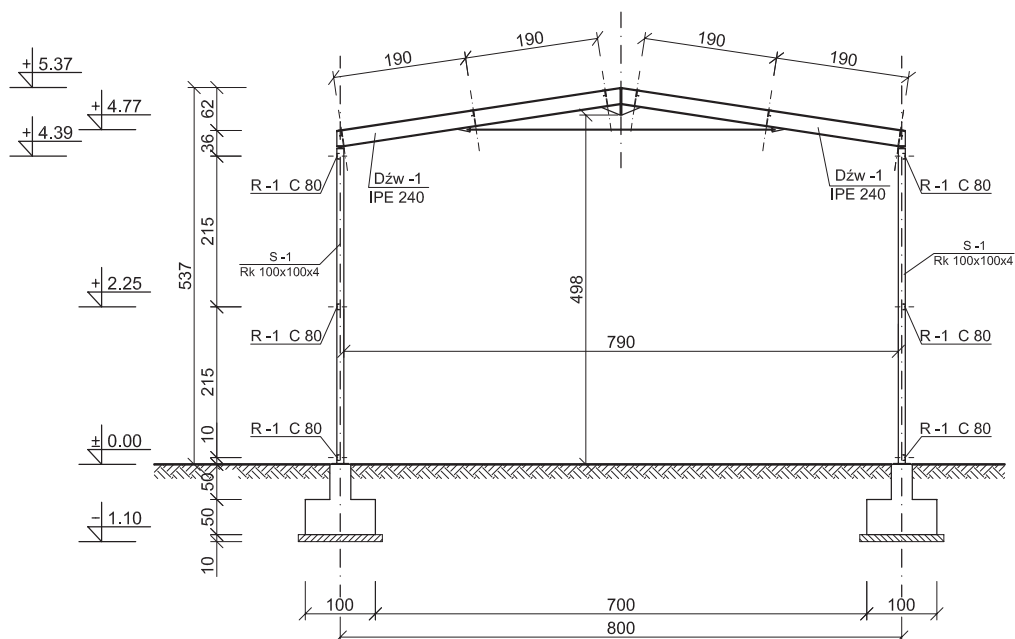
W ostatnich latach bardzo popularne stały się konstrukcje prefabrykowane oraz półprefabrykowane, których wznoszenie zajmuje znacznie mniej czasu w porównaniu z obiektami wznoszonymi metodą tradycyjną. Wykorzystanie słupów w postaci rur kwadratowych wypełnionych betonem pozwala znacznie ograniczyć zużycie stali jako materiału relatywnie droższego w porównaniu z betonem.

O ile szerokie zastosowanie słupów typu CFST można znaleźć w budynkach wysokich, o tyle tego typu elementy konstrukcyjne są praktycznie niewidoczne, jeżeli chodzi o konstrukcję obiektów halowych, np. hal produkcyjnych czy hal magazynowych. W tego typu obiektach bardzo istotny może się okazać sposób łączenia ze sobą poszczególnych elementów konstrukcyjnych, np. słup-dźwigar, słup-rygiel ścienny. Zastosowanie słupów w postaci rur kwadratowych wypełnionych betonem pozwala wygenerować większą ilość połączeń (np. przegubo-

we, podatne, sztywne), których wykonanie jest mniej czasochłonne w porównaniu ze słupami okrągłymi.

Rys. 12.

Widok w przekroju poprzecznym pierwszej koncepcyjnej hali o konstrukcji stalowo-betonowej



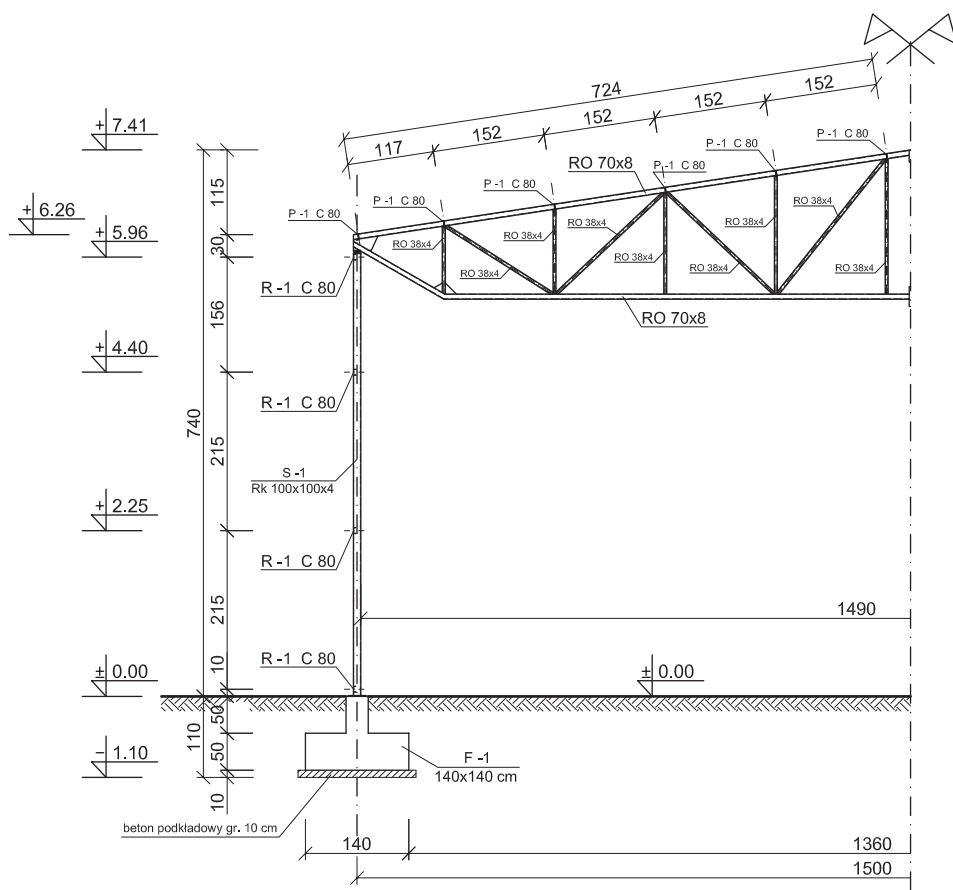
Źródło: opracowanie własne

W ramach udziału w programie pod nazwą „Asystent Innowacji” udało się autorowi niniejszego artykułu odbyć 3-miesięczną praktykę w przedsiębiorstwie budowlanym „Budomex” Głubczyce. Podczas tego pobytu zostały opracowane między innymi dwie koncepcje małogabarytowych hal o konstrukcji zespolonej stalowo-betonowej.

Pierwsza hala (rys. 12) charakteryzuje się rozpiętością nawy 8 m, długością 24 m i wysokością do kalenicy dachu 5,37 m. Konstrukcję przykrycia obiektu stanowią pełnościennie dźwigary stalowe z dodatkowym ściągciem. Słupy obiektu wykonane są z rur kwadratowych wypełnionych betonem. Oparcie dźwigarów na słupach wykonano w sposób przegubowy, natomiast oparcie słupów na stopach fundamentowych wykonano w sposób sztywny. Powierzchnia obiektu wynosi 192 m², natomiast kubatura 925,4 m³.

Rys. 13.

Widok w przekroju poprzecznym symetrycznej części drugiej koncepcyjnej hali o konstrukcji stalowo-betonowej



Źródło: opracowanie własne

Druga hala (rys. 13) charakteryzuje się rozpiętością nawy 15 m, długością 21 m i wysokością do kalenicy dachu 7,41 m. Konstrukcję przykrycia obiektu stanowią układy kratownicowe wykonane z rur okrągłych. Słupy obiektu wykonane są z rur kwadratowych wypełnionych betonem. Oparcie dźwigarów kratowych na słupach wykonano w sposób przegubowy, natomiast oparcie słupów na stopach fundamentowych wykonano w sposób sztywny. Powierzchnia obiektu wynosi 315 m², natomiast kubatura - 2142 m³. Przedsiębiorstwo budowlane „Budomex” Głubczyce posiada niezbędny asortyment (m.in. węzeł betoniarski, suwnicę natorową, żuraw samojezdny szynowy), który może być wykorzystany do produkcji małogabarytowej hali o konstrukcji zespolonej. Jeżeli uda się przedsiębiorstwu znaleźć zewnętrzne środki finansowe, np. w ramach jakiegoś programu unijnego, to można się spodziewać, iż zaproponowany projekt koncepcyjny małogabarytowej hali o konstrukcji zespolonej doczeka się realizacji.

Podsumowanie

Zaprojektowanie i wykonanie stalowej ramy przestrzennej pozwoliło przeprowadzić badania doświadczalne na słupach rzeczywistych rozmiarów. W niniejszym artykule zostały pokazane wstępne wyniki sił nośności w przebadanych elementach. Zarówno własne wyniki badań, jak i wyniki opisywane w literaturze zagranicznej [4, 9], potwierdziły zalety słupów zespolonych typu CFST w porównaniu do stalowych. Wszystkie zalety, które wynikają ze stosowania słupów zespolonych, a w szczególności kwadratowych rur stalowych wypełnionych betonem, skłoniły autora niniejszego artykułu do stworzenia pewnego systemowego rozwiązania, wykorzystującego tego typu elementy konstrukcyjne. Systemowym rozwiązaniem okazały się dwie koncepcje małogabarytowych hal o konstrukcji zespolonej, które można będzie wznosić w technologii prefabrykowanej, co relatywnie pozwoli skrócić czas budowy.

Bibliografia

1. Brauns J., *Analysis of stress state in concrete-filled steel column*, „Journal of Constructional Steel Research” 1999, nr 49.
2. Ellobody E., Young B., Lam D., *Behaviour of normal and high strength concrete-filled compact steel tube circular stub columns*, „Journal of Constructional Steel Research” 2006, nr 62.
3. Ellobody E., Young B., Lam D., *Nonlinear analysis of concrete-filled steel SHS and RHS columns*, „Thin-Walled Structures” 2006, nr 44,.
4. Lin-Hai H., Guo-Huang Y., *Influence of concrete compaction on the strength of concrete-filled steel RHS columns*, „Journal of Constructional Steel Research” 2003, nr 59.
5. Malek E., Kupina M., *Carrying capacity of the short axially compressed column in the form of steel round tube filled with concrete depending on the ways of loading*, w: *Konstrukcje Zespolone*, tom IX, Zielona Góra 2011.
6. Malek E., Kupina M., *O wpływie sposobu przyłożenia obciążenia na nośność krępego słupa zespolonego stalowo-betonowego*, „Inżynieria i Budownictwo” 2011, nr 12.
7. PN-B-03300:2006. Konstrukcje zespolone stalowo-betonowe - Obliczenia statyczne i projektowanie.
8. PN-EN 1994-1-1. Eurokod 4. Projektowanie zespolonych konstrukcji stalowo-betonowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
9. PN-EN 1994-1-2. Eurokod 4. Projektowanie zespolonych konstrukcji stalowo-betonowych. Część 1-2: Reguły ogólne. Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe.

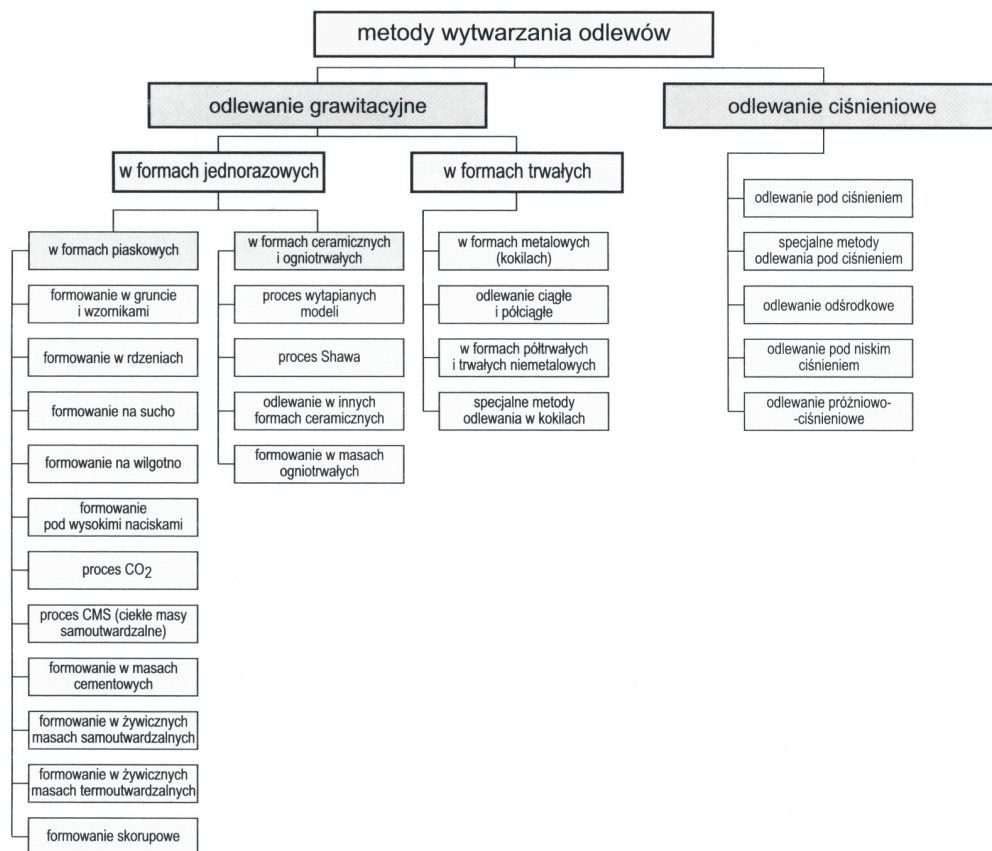
10. Schneider S.P., *Axially loaded concrete-filled steel tubes*, „Journal of Structural Engineering ASCE” 1998, tom 124, nr 10.
11. Uy B., *Strength of concrete-filled steel box columns incorporating local buckling*, „Journal of Structural Engineering ASCE” 2000, tom 126, nr 3.

Miejsce form kokilowych w światowej produkcji oraz sposoby ich wytwarzania

Wprowadzenie

Jedną z ważnych technik wytwarzania elementów maszyn i wyrobów metalowych zwanych odlewami jest odlewnictwo. Technika ta polega na nadaniu kształtów i wymiarów za pomocą doprowadzenia metalu (lub innego materiału) do stanu ciekłego i wypełnienia nim wcześniej przygotowanej formy odlewniczej. Udział odlewów w przemyśle maszynowym szacuje się od 40 do 85% [Erbła 2001, s. 11]. Odlewnictwo można podzielić na dwie grupy: pod względem materiału odlewane go (odlewnictwo żeliwa, staliwa, odlewów stopów metali nieżelaznych, takich jak: miedź, aluminium, cynk, magnez) oraz ze względu na metody wytwarzania form (odlewanie grawitacyjne, odlewanie ciśnieniowe). Na rysunku nr 1 przedstawiono podział metod wytwarzania odlewów.

Rys. 1.
Metody wytwarzania odlewów



Źródło: Tabor 2007, s. 337

1. Formy kokilowe

Odewanie w formach kokilowych należy do metod specjalnych. Jest to proces wytwarzania odlewów w formach metalowych zwanych kokilami. Formy kokilowe (metalowe) są to formy trwale służące do wielokrotnego zalewania ciekłym metalem. Rozróżnia się tu dwa rodzaje odlewania: metodą grawitacyjną (proces wypełniania formy ciekłym stopem pod działaniem siły ciężkości) i pod niskim ciśnieniem (charakteryzuje się tym, że forma wypełniana jest pod niewielkim ciśnieniem nie przekraczającym 0,2 MPa).

Odewanie kokilowe stosowane jest do wszystkich stopów odlewniczych. Jednak najpowszechniej stosuje się je do stopów metali nieżelaznych (głównie stopów Al, Cu, Zn i Mg), w ograniczonym stopniu do żeliwa i staliwa. Jest to podstawowo-

wa technika odlewania seryjnego i masowego wytwarzania odlewów [Tabor 2007, s. 369, Tabor, Rączka 1998, s. 195].

Zalety i wady form kokilowych

Odlewanie w formach kokilowych ma szereg zalet w porównaniu np. do form piaskowych. Dzięki nim uzyskuje się drobnoziarnistą strukturę, lepsze własności mechaniczne, znaczny wzrost wskaźników wydajności z 1m^2 , odporność na erozję i zużycie, wyeliminowanie skrzynek formierskich itp.

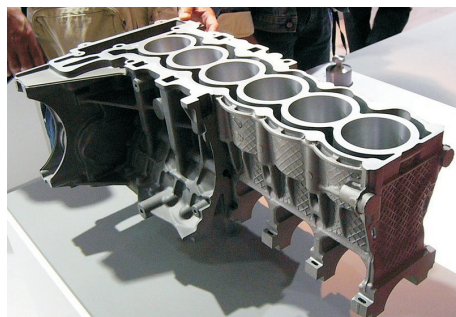
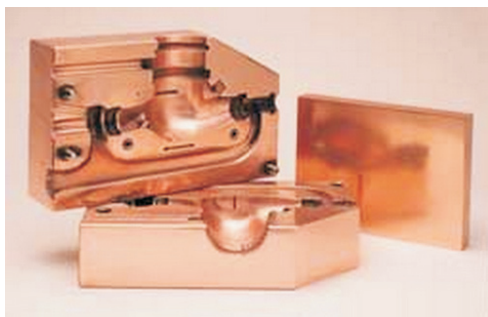
Wadami odlewania kokilowego są: trudności w uzyskaniu cienkościennych odlewów, znaczne naprężenia własne odlewów, pracochłonność wykonania kokili [Maj 2004, s. 160]. Na rysunku nr 2 przedstawiono przykład formy i gotowego odlewu dla odlewania kokilowego.

2. Udział odlewania kokilowego na świecie

Na podstawie danych statystycznych z 2002 i 2004 [Tabor 2007, s. 326] widoczny jest wzrost znaczenia odlewania w formach kokilowych na świecie na przykładzie wykonywania odlewów ze stopów Al. W porównaniu z danymi z 2002 roku wzrost tego typu odlewania odnotowano na poziomie 3,8%. Natomiast największym odbiorcą odlewów jest przemysł motoryzacyjny, którego udział w rynku w 2004 roku uplasował się na poziomie 83,1%; w porównaniu do roku 2002 wzrost wyniósł około 9%.

Rys. 2.

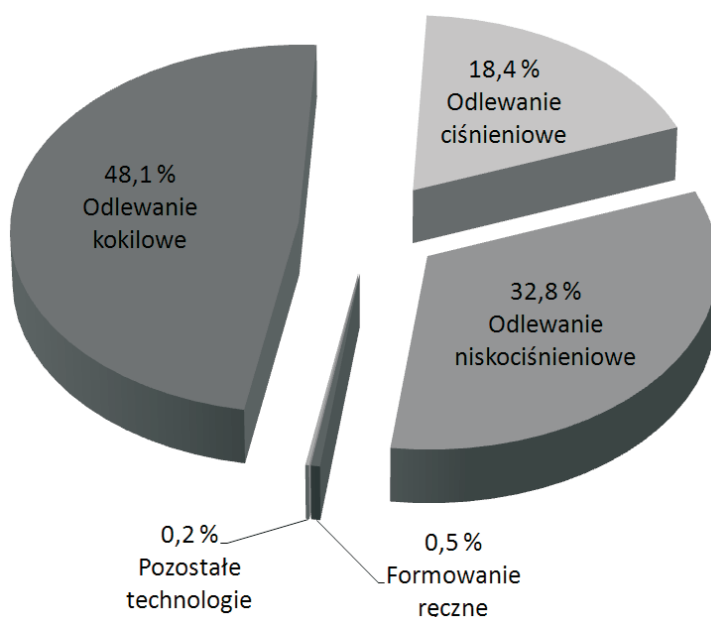
Przykład formy do odlewania kokilowego ze stopu AMPCOLOY do produkcji kranów, kurków i baterii kranowych metodą odlewania niskociśnieniowego (a), przykład odlewu aluminiowo-magnezowego: korpus silnika samochodu marki BMW otrzymanego w całości z formy kokilowej (b)



Źródło: Strona internetowa, AMPCO Metal, Wikipedia

Rys. 3.

Udział technologii w wykonywaniu odlewów ze stopów Al w 2004 roku



Źródło: Tabor 2007, s. 327

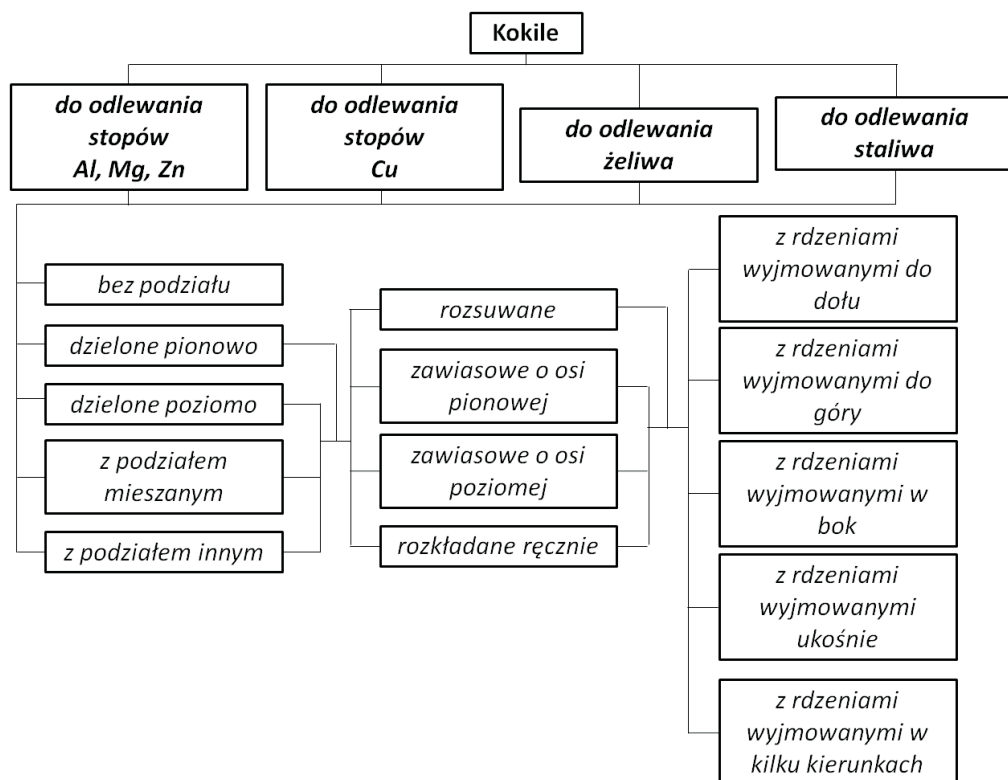
3. Sposoby wytwarzanie form kokilowych i ich klasyfikacja

Formy kokilowe, zależnie od kształtu odlewu, mogą być złożone z dwóch lub więcej części i można je wykonywać na różne sposoby, z których wymienić należy:

- obróbkę skrawaniem (najczęściej frezowanie na centrach frezarskich sterowanych numerycznie, nietypowe kształty lub niemożliwe do wykonania tradycyjnymi metodami wykonuje się za pomocą np. obróbki elektroerozyjnej),
- spawanie znormalizowanych elementów,
- metalizację natryskową modelu,
- odlewanie z wykorzystaniem odlewów jako modeli, np. za pomocą form piaskowych,
- wykonywanie z gipsowych modeli.

W zależności od rodzaju zastosowanego materiału do wykonywania odlewów formy kokilowe zostały podzielone na kilka rodzajów. Podział ten został przedstawiony poniżej na rysunku 4.

Rys. 4.
Klasyfikacja kokili



Źródło: Tabor, Rączka 1998, s. 197

Podsumowanie

W artykule podjęto próbę syntetycznego przedstawienia jednej z metod odlewania, jaką jest odlewanie w formach kokilowych. Inspiracją do napisania tego artykułu był mój pobyt w firmie Narzędziownia Bogdan Pszenica z programu Asystent Innowacji, w której za pomocą obróbki skrawaniem wytwarza się tego typu formy.

Bibliografia

1. Erbla J., *Encyklopedia technik wytwarzania stosowanych w przemyśle maszynowym*, Tom I, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001.
2. Maj M., Piekło J., Stachurski W., Pysz S., *Odlewanie w kokilach jako energooszczędna metoda wytwarzania grubościennych odlewów*, „Archiwum Odlewnictwa” 2004, Rocznik 4, Nr 13.

3. Strona internetowa firmy AMPCO METAL, <http://www.ampcometal.com/pl/print.php?page=gravity>.
4. Tabor A., *Odlewnictwo*, Politechnika Krakowska, Centrum Szkolenia i Organizacji Systemów Jakości, Kraków 2007.
5. Tabor A., Rączka J.S., *Projektowanie odlewów i technologia form*, FOTOBIT, Kraków 1998.
6. Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Odlewanie_kokilowe.

Analiza badań wpływu elementu zaburzającego przepływ na współczynnik przepływu wybranych konstrukcji przepływomierzy piętrowych

Wprowadzenie

Obszerną grupę w praktyce laboratoryjnej oraz przemysłowej stanowią metody wyznaczania strumienia masy i objętości płynu. Pomiaru te zajmują znaczące miejsce w zespole zagadnień związanych z eksploatacją pojedynczych urządzeń, jak i całych systemów. Wykorzystywane są m.in. do kontroli procesów technologicznych oraz dystrybucji nośników energii. Na rynek w ostatnich latach trafiło wiele rodzajów przepływomierzy za sprawą rozwoju różnych technik pomiarowych. Przepływomierze dostępne na rynku dysponują różnicowanymi charakterystykami pomiarowymi oraz swoistymi możliwościami zastosowań. Dominującą grupę tworzą urządzenia, których cechą wspólną jest zasada pomiaru wykorzystująca związek pomiędzy prędkością średnią przepływającego płynu a spadkiem ciśnienia Δp na pomiarowym elemencie spiętrającym. Metoda zwężkowa jest popularnym sposobem pomiaru opierającym się na mierniczym spadku ciśnienia Δp na urządzeniu spiętrającym. Powszechne stosowanie metody zwężkowej jest spowodowane jej specyficznymi cechami, do których zaliczyć należy:

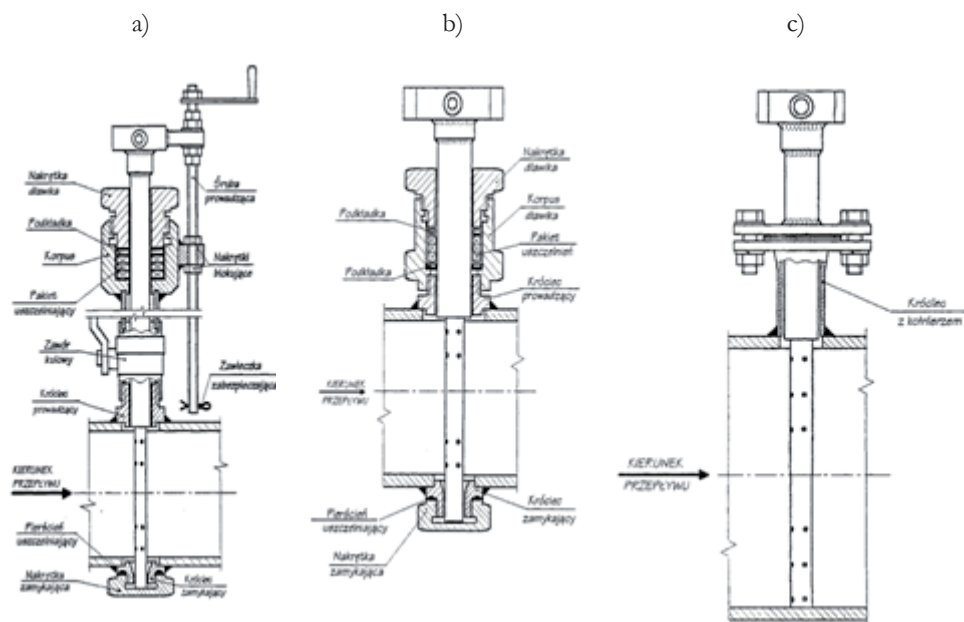
- powszechnie znaną zasadę działania,
- wielokrotnie sprawdzoną wiarygodność,
- łatwą kalibrację i naprawę urządzenia,
- wyjątkową powtarzalność w różnych zastosowaniach.

W przypadku konieczności przeprowadzenia pomiaru przepływu w rurociągach powszechnie stosowana zwężkowa metoda pomiaru, w pewnych warunkach przepływowych, coraz częściej jest zastępowana przez przepływomierze z rurkami uśredniającymi. Zwiększenie zainteresowania przepływomierzami uśredniającymi ciśnienie dynamiczne spowodowane jest mniejszymi kosztami montażu, minimalizacją strat energetycznych związanych z transportem płynu oraz wykorzystaniem identycznego układu pomiarowego, jak w przypadku przepływomierzy zwężkowych. Niewątpliwą zaletą tego typu przepływomierzy jest możliwość montażu oraz demontażu na pracującej instalacji (system

WET-TAP®, HOT-TAP oraz FLO-TAP). Przykładowe systemy montażu przepływomierzy piętrzących ciśnienie dynamiczne przedstawiono schematycznie na rys. 1.

Rys. 1.

Przykładowe systemy montażu czujnika przepływomierza spiętrzającego ciśnienie: a) przez zawór kulowy (WET-TAP), b) mocowanie dławikowe, c) mocowanie kołnierzowe z przetwornikiem różnicy ciśnień bezpośrednio na głowicy



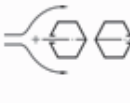
Źródło: Introbar – przepływomierze z rurkami uśredniającymi ciśnienie dynamiczne, dokumentacja techniczna, Intron, Opole 2000

Istnieje wiele odmian czujników piętrzących różnych producentów. Kształty czujników uzależnione są od względów hydrodynamicznych, aerodynamicznych oraz technologicznych (Tabela1).

Najczęściej spotykanymi w praktyce metrologicznej są czujniki o kształcie kołowym, lecz coraz częściej stosuje się inne kształty. Przepływomierze z rurkami uśredniającymi należą do nielicznych, które można stosować na kanałach o przekroju prostokątnym. Przewody o przekroju prostokątnym są szeroko rozpowszechnione - występują na przykład w instalacjach wentylacyjnych, klimatyzacyjnych, jak również w przewodach spalinowych.

Tab. 1.

Najczęściej spotykane przekroje poprzeczne rurek uśredniających

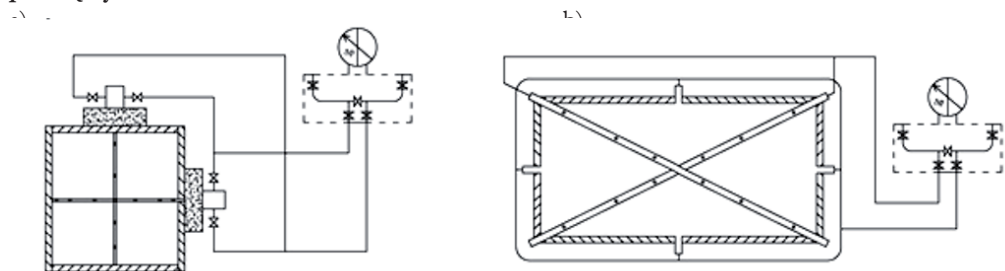
Nazwa własna czujnika	Przekrój czujnika	K	Nazwa własna czujnika	Przekrój czujnika	K
Accutube		0,6÷0,7	Introbar		0,7÷0,8
Honeywell		0,6÷0,65	Veris		~0,7
Preso		0,7÷0,8	Inne spotykane profile		~0,65
IWK		~0,6			

Źródło: Pospolita J.: *Pomiary strumieni płynów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, Opole 2004

Na rys. 2. przedstawiono układy pomiarowe do wyznaczania przepływu w kanałach o przekroju prostokątnym.

Rys. 2.

Układy pomiarowe do wyznaczania przepływu w kanałach o przekroju prostokątnym: a) układ oparty na 2 rurkach spiętrzających (krzyż uśredniający); b) układ 2 rurek umieszczonych na przekątnych kanału



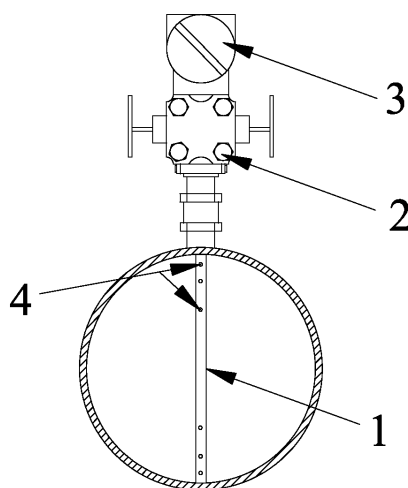
Źródło: Gondek A.: *Analiza teoretyczno-doświadczalna pomiaru strumienia objętości płynu przy zastosowaniu sondy uśredniającej w przewodzie o przekroju prostokątnym*, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Monografia 260, Kraków 1999

W przypadku przepływów w kanałach o dużych średnicach ($D > 800$ mm), zwłaszcza, gdy przepływający czynnik ma wysoką temperaturę rzędu kilkuset °C, pośród znanych i stosowanych przepływomierzy, trudno jest odnaleźć alternatywne rozwiązanie dla klasycznej zwężki Venturiego. W takich warunkach pewną alternatywą dla klasycznej zwężki Venturiego może być zastosowanie uśredniających sond piętrzących przepływ.

Na rys. 3. przedstawiono przepływomierz z czujnikiem uśredniającym ciśnienie dynamiczne.

Rys. 3.

Przepływomierz z czujnikiem uśredniającym ciśnienie dynamiczne. 1 - czujnik, 2 - blok zaworów, 3 - przetw.



Źródło: Opracowanie własne

W przypadku czujników uśredniających ciśnienie dynamiczne związek między średnią prędkością przepływu w rurociągu (kanale) i ciśnieniem różnicowym Δp mierzonym w komorach uśredniających ma postać:

$$w = K \cdot \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}$$

gdzie ρ jest gęstością płynu, a K współczynnikiem przepływu.

Wartość współczynnika przepływu K jest zależna od profilu prędkości w rurociągu. Analogicznie, jak w przypadku zwężek pomiarowych, istotną rolę odgrywa właściwy wybór miejsca zainstalowania czujnika przepływu w rurociągu. Ważnym jest zapewnienie długości odcinków prostych rurociągu przed i za czujnikiem

przepływu. W podręcznikach dotyczących metrologii strumieni płynów [Gondek 2009, Hogrefe 1995], dokumentacjach przepływomierzy [INTROL, Katalog wyrobów, Katowice 2009] oraz normach [PN-EN ISO 5167-1: Pomiary strumienia płynu za pomocą zwężek pomiarowych. Kryzy, dysze i zwężki Venturiego wbudowane w całkowicie wypełnione rurociągi o przekroju kołowym, marzec 2000] odnaleźć można informacje dotyczące długości wymaganych prostych odcinków rurociągu przed i za przepływomierzem, tak aby utrzymać deklarowaną niepewność pomiaru. Najwięcej informacji dotyczących powyższego zagadnienia uzyskać można dla przepływomierzy zwężkowych. Ograniczona jest ilość takich danych w przypadku przepływomierzy z czujnikami uśredniającymi ciśnienie dynamiczne. Stąd podjęcie przedmiotowych badań eksperymentalnych.

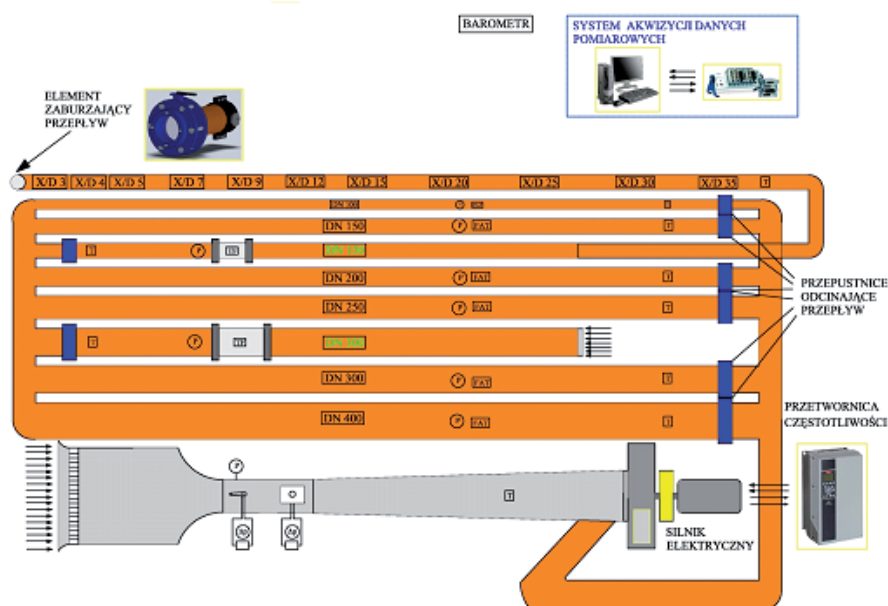
Przeprowadzono badania laboratoryjne, których wyniki oraz analizę zamieszczono w niniejszej pracy.

1. Budowa stanowiska pomiarowego

Głównym elementem stanowiska eksperymentalnego (rys. 4a, 4b) jest zespół rurociągów oraz dmuchawa wymuszająca przepływ.

Rys. 4a.

Schemat stanowiska pomiarowego - rzut z góry, P- pomiar ciśnienia absolutnego, T- pomiar temperatury, TF- przepływomierz turbinowy, X/D- odległość od elementu zaburzającego odpowiadająca wielokrotności średnic



Źródło: Opracowanie własne

Rys. 4b.

Widok ogólny stanowiska pomiarowego



Źródło: Opracowanie własne

Stanowisko pomiarowe przystosowane jest do wzorcowania przepływomierzy metodą wzorca wtórnego. Zaopatrzone jest w układ rurociągów o średnicach od 104 mm do 381 mm połączonych ze sobą za pomocą kolektorów. Na dwóch równoległych rurociągach o średnicach 152 mm i 305 mm zainstalowano przepływomierze referencyjne. Są to wysokiej klasy przepływomierze turbinowe o niepewności pomiaru poniżej 0,5% mierzonej wartości strumienia. Każdy z rurociągów posiada króciec (w postaci opaski) o średnicy 2" do montażu przepływomierzy z rurkami uśredniającymi ciśnienie dynamiczne. Na każdym z nich zainstalowano również termometr oporowy oraz króciec z zaworem odcinającym do pomiaru ciśnienia absolutnego. Dzięki możliwości rozbudowy i modyfikacji układu pomiarowego, przeprowadzono badania wpływu typowego elementu instalacji (przepustnica całkowicie otwarta (100%)) zaburzającego przepływ na współczynnik przepływu wybranych przepływomierzy piętzących.

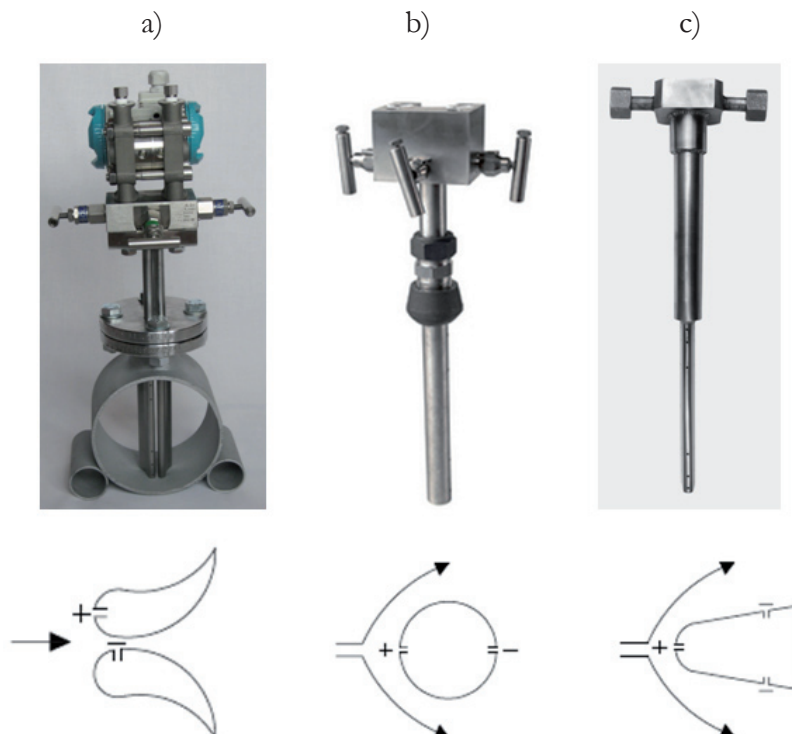
Wszystkie podzespoły oraz urządzenia pomiarowe znajdujące się na stanowisku pomiarowym są połączone z komputerem i stworzonym systemem do archiwizacji oraz wizualizacji danych pomiarowych.

2. Metodyka oraz wyniki badań

Badania przeprowadzono dla trzech rozwiązań konstrukcyjnych przepływomierzy, z rurką uśredniającą przepływ, przedstawionych na rys. 5.

Rys. 5.

Badane przepływomierze: a) DWUPROFILOWY, b) ACCUTUBE, c) INTROBAR



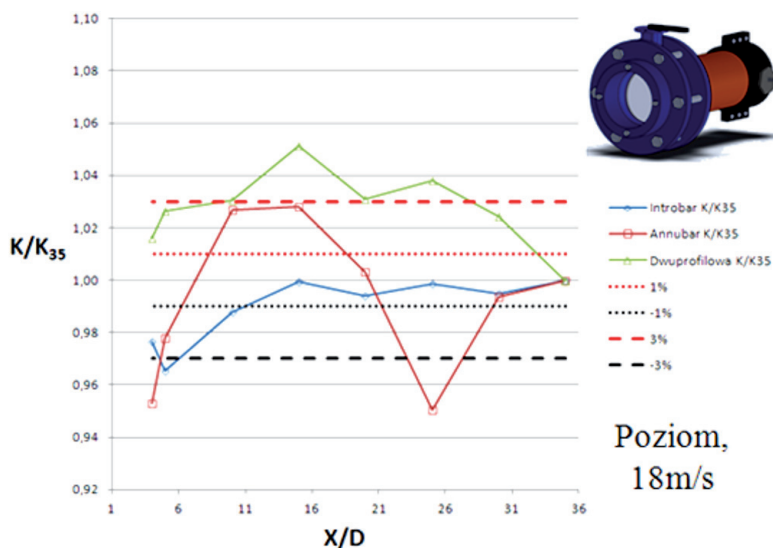
Źródło: Opracowanie własne

Elementem zaburzającym przepływ była całkowicie otwarta przepustnica (100%). Pomiaru prędkości średniej dokonano w różnych odległościach od elementu zaburzającego przepływ odpowiadających wielokrotnością średnic rurociągu (3D, 4D, 5D, 7D, 9D, 12D, 15D, 20D, 25D, 30D, 35D). Czujnik umieszczono w płaszczyźnie układu zaburzającego oraz w płaszczyźnie prostopadłej. Wskazania przepływomierza porównywane były ze zmierzoną wartością strumienia za pomocą przepływomierza referencyjnego. Dla różnych miejsc i położeń badanych przepływomierzy wyznaczono charakterystyki $K=f(w)$. Na poniższych wykresach przedstawiono wybrane wyniki badań zrealizowanych na stanowisku. Zamieszczone na rys. 6 i 7 wyniki przedstawiają charakterystyki sond, odpowiednio dla przepustnicy całkowicie otwartej (100%) w różnych

plaszczynach dla rurociągu o średnicy 152 mm przy prędkości średniej przepływu 18m/s. Otrzymane wykresy są aproksymacjami wielomianowymi wartości K , które określają poszczególne punkty serii pomiarowych dla różnych odległości odpowiadających wielokrotnością średnic rurociągu od elementu zaburzającego przepływ.

Rys. 6.

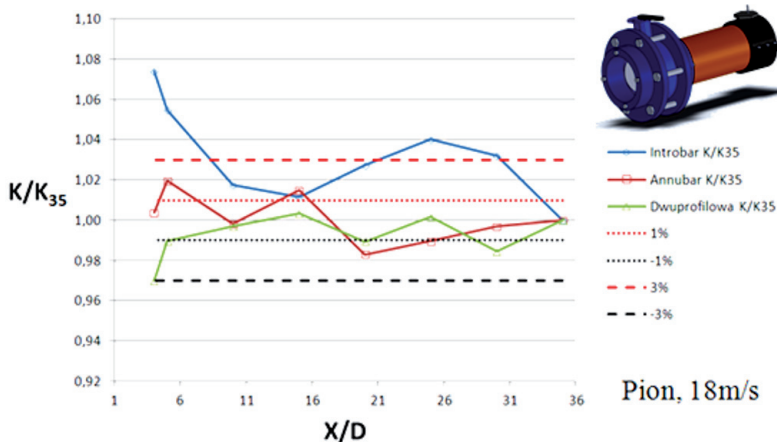
Analiza współczynników prędkości badanych przepływomierzy przy prędkości średniej 18m/s oraz położenia poziomego sondy, przepustnica 100% otwarta



Źródło: Opracowanie własne

Rys. 7.

Analiza współczynników prędkości badanych przepływomierzy przy prędkości średniej 18m/s oraz położenia pionowego sondy, przepustnica 100% otwarta



Źródło: Opracowanie własne

Podsumowanie

Przeprowadzone badania pozwoliły na sformułowanie zaleceń natury metrologicznej. Otrzymane wyniki wykazały, iż nie tylko odległość od elementu zaburzającego, ale również płaszczyzna, w jakiej jest umieszczony przepływomierz, ma wpływ na niepewność pomiaru przepływomierzy piętujących.

Trzymiesięczny pobyt w ramach projektu „Od inspiracji do innowacji - kontynuacja programu Asystent Innowacji w województwie opolskim”, Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki odbyłem w przedsiębiorstwie branży metalowej u producenta urządzeń procesowych, ponieważ taka branża jest związana z moją pracą naukową, co dało mi możliwość zweryfikowania wiedzy teoretycznej w praktyce. Pobyt, który odbyłem, możliwy był dzięki programowi „Asystent Innowacji”, który pochodzi z Dolnej Austrii i został on zaadaptowany w województwie opolskim przez OCRG. Firma GEA TECHNIKA CIEPLNA sp. z o.o., w której realizowałem swoją asystenturę, jest spółką należącą do międzynarodowego koncernu GEA Group AG, od blisko osiemdziesięciu lat wiodącego producenta wysokiej klasy specjalistycznych urządzeń procesowych oraz komponentów. W roku 1994 GEA Industriebeteiligungen GmbH z Bochum wspólnie z APC – Metalchem w Opolu zawiązały spółkę GEA Metalchem Technika Ciepła sp. z o.o. W 1998 roku GEA AG wykupiła udziały kapitałowe Metalchemu i spółka została przekształcona w GEA Technika Ciepła sp. z o.o., stając się pełnoprawnym członkiem koncernu GEA. Firma GEA Technika Ciepła, bazując na *know-how* koncernu GEA, specjalizuje się w doborze, projektowaniu i produkcji wysokosprawnych wymienników ciepła głównie w oparciu o eliptyczne rury żebrowane, cynkowane ogniowo. W ofercie posiada: nagrzewnice, chłodnice, ekonomizery, konwektory, wieże chłodnicze, wymienniki płytowe oraz wymienniki płaszczowo-rurowe. Na rys. 8. przedstawiono widok ogólny zakładu.

Rys. 8.

Siedziba firmy GEA TECHNIKA CIEPLNA sp. z o.o. w Opolu



Źródło: Źródło: www.gea-tc.com.pl/O-firmie.486.0.html, dostęp: 5.11.2012

Od momentu powstania działalność firmy jest ściśle związana z doбором, projektowaniem i produkcją wysokosprawnych wymienników ciepła na bazie eliptycznych rur żebrowanych cynkowanych ogniowo. W Polsce jest to jedyny producent tego typu wymienników. Potrzeby zakładu, który w znacznej części nastawiony jest na dobór, projektowanie i produkcję wysokosprawnych wymienników ciepła na bazie eliptycznych rur żebrowanych cynkowanych ogniowo, są duże ze względu na nieustanne wyzwania związane z asortymentem produkowanym dla różnych gałęzi przemysłu, między innymi energetyki, przemysłu petrochemicznego, spożywczego oraz chemicznego.

Istotną zaletą firmy jest fakt doboru urządzeń procesowych pod konkretne parametry panujące w instalacji przemysłowej. Firma poprzez indywidualne podejście do każdego zlecenia nie prowadzi produkcji seryjnej. Niebagatelne znaczenie mają parametry procesowe, które podaje zamawiający, ponieważ według tych parametrów wykonywany jest dobór i projekt urządzenia. Parametry, panujące w instalacji, wpływają na rozmiar oraz materiały, z jakich wykonywany jest wymiennik, co w ostatecznym rozrachunku wpływa na cenę końcową produktu. Pomiary w instalacjach przemysłowych są bardzo istotnym elementem w trakcie procesu projektowania, wytwarzania oraz samej eksploatacji urządzeń procesowych. Niewłaściwy dobór urządzeń lub ich nieprawidłowa eksploatacja może wiązać się z uszkodzeniem lub całkowitym zniszczeniem przedmiotowych urządzeń. Przepływomierze piętrzące przepływ, których analizę wyników przedstawiłem w niniejszym artykule, doskonale nadają się do kontroli procesów przemysłowych zarówno w sposób doraźny, jak i w pracy ciągłej, co daje możliwość weryfikacji warunków procesowych panujących w instalacji w celu prawidłowego doboru oraz wykonania aparatury procesowej.

Asystenturę w firmie GEA TECHNIKA CIEPLNA sp. z o.o. odbyłem w okresie od 1 września do 30 listopada 2012 roku. Na poniższych zdjęciach przedstawiono proces produkcyjny wymienników oraz gotowe produkty podczas transportu.

Rys. 9.
Nabijanie rur



Źródło: Opracowanie własne

Rys. 10.
Odbiór końcowy



Źródło: Opracowanie własne

Rys. 11.
Montaż silników wentylatorowych



Źródło: Opracowanie własne

Rys. 12.
Transport wielkogabarytowy do portu rzecznego



Źródło: Opracowanie własne

Rys. 13.
Załadunek oraz transport rzeczny



Źródło: Opracowanie własne

Dzięki zaangażowaniu pracowników firmy miałem możliwość poznania ciekawych rozwiązań oraz procesów technologicznych produkcji wysokosprawnych wymienników ciepła na bazie eliptycznych rur cynkowanych ogniowo. Zapoznałem się z formami aktywności zawodowej pracowników wprowadzających innowacyjne rozwiązania technologiczne i ich wdrożeniami, które pozwalają na sprawne funkcjonowanie firmy.

Uważam, że moja asystentura była bardzo ciekawym doświadczeniem. Jestem bardzo wdzięczny pracownikom Działu Planowania i Rozwoju za umożliwienie mi pobytu oraz przekazanie cennych uwag praktycznych. Mam nadzieję, iż podobne programy będą organizowane w przyszłości i będę miał możliwość ponownego w nich uczestniczenia, a co za tym idzie, wykorzystania wiedzy teoretycznej w praktyce.

Bibliografia:

1. *Introbar – przepływomierze z rurkami uśredniającymi ciśnienie dynamiczne*, dokumentacja techniczna, Intron, Opole 2000.
2. Pospolita J., *Pomiary strumieni płynów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, Opole 2004.
3. Gondek A., *Analiza teoretyczno-doświadczalna pomiaru strumienia objętości płynu przy zastosowaniu sondy uśredniającej w przewodzie o przekroju prostokątnym*, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Monografia 260, Kraków 1999.
4. Gondek A., *Przepływomierze spiętrzające przepływ*, Politechnika Krakowska, Kraków 2009.
5. Hogrefe W. i in., *Guide to Flowmeasurements*, Bailey-Fischer & Porter GmbH, Göttingen 1995.
6. INTROL, Katalog wyrobów, Katowice 2009.
7. PN-EN ISO 5167-1: Pomiary strumienia płynu za pomocą zwężek pomiarowych. Kryzy, dysze i zwężki Venturiego wbudowane w całkowicie wypełnione rurociągi o przekroju kołowym, marzec 2000.

