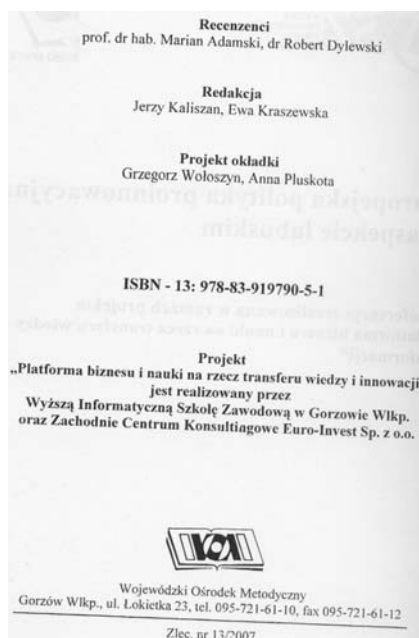


**Klaus R. Od pomysłu do wdrożenia, Konferencja europejska polityka proinnowacyjna w aspekcie lubuskim, Gorzów Wlkp. 2007, str. 11-30, ISBN 13: 978-83-919790-5-1**



Gorzów Wlkp. 2007



**SPIS TREŚCI**

Piotr Klafka	
Wstęp .....	7
<b>CZĘŚĆ I</b>	
Rafał Klaus	
Od pomysłu do wdrożenia .....	11
Agnieszka Piotrowska	
Innowacja w aspekcie twojej firmy” .....	31
Paweł Daniłow	
Systemowe rozwiązania i praktyczne aspekty współpracy nauki i przemysłu w Niemczech .....	40
Paweł Goluda	
System wymiany innowacji w Grupie Sumitomo Electric Bordnetze na przykładzie SE Bordnetze Polska .....	49
Marcin Gębarowski	
Innowacyjne formy aktywności reklamowej .....	55
Mariusz Ząber	
CRM – zarządzanie relacjami z klientem w praktyce .....	69
Lukasz Lemieszewski, Evgeny Ochin	
Zastosowanie innowacyjnych rozwiązań w Polsce i na świecie na przykładach wirtualnych laboratoriów .....	80
<b>CZĘŚĆ II</b>	
Jerzy Rossa (przy współpracy M. Cywińskiego i L. Budzyńskiego)	
Determinanty postaw proinnowacyjnych przedsiębiorców lokalnej nauki. Raport z badań przeprowadzonych w ramach projektu „Platforma biznesu i nauki na rzecz transferu wiedzy i innowacji” .....	93

**Rafał Klaus**

*Instytut Informatyki  
Politechnika Poznańska  
ul. Piotrowo 2, 60-965 Poznań*

## OD POMYSŁU DO WDROŻENIA

*Streszczenie: W artykule przedstawiono koncepcję postrzegania innowacyjności jako ciągłego procesu wdrażania myśli twórczej. Przedstawiono zadania nauki oraz przyjęte na świecie formy oceny dorobku naukowego. Wskazano na miejsca stanowiące bariery w procesie integrowania świata nauki z biznesem. Pokazano przykłady wdrożonych pomysłów powstałych w Instytucie Informatyki Politechniki Poznańskiej. Szerzej opisano przykłady realizowane przy współpracy z gorzowską firmą MicroMax.*

### 1. Wstęp

**Scientia et potentia in idem coincidunt**<sup>1</sup>. O zawartej głębokiej prawdzie w tej prostej sentencji łacińskiej doskonale wiedzą twórcy idei gospodarki opartej na wiedzy. W dobie wolnego rynku, rosnącej konkurencji, ciągłym wzroście oczekiwaniami klientów oraz błyskawicznie zmieniających się technologiach, właśnie wdrażanie wiedzy w postaci innowacji daje szansę firmom stać się liderami na swoich rynkach. Unia Europejska stara się być konkurencyjna w stosunku do gospodarki amerykańskiej, chińskiej czy japońskiej. Aby sprostać temu zadaniu konieczne jest ciągłe doskonalenie zasad prowadzenia biznesu, dynamiczne redefiniowanie i modelowanie procesów, poszerzanie oferty produktowej oraz wdrażanie nowoczesnych systemów sterowania produkcją i zarządzania przedsiębiorstwem. Aby efektywnie zarządzać rozwojem firm umiejętnie należy wykorzystać wiedzę i innowacyjne przede wszystkim w zakresie nowoczesnych technologii oraz nowoczesnych narzędzi i metod wspomagających zarządzanie kosztami, jakością produkcji i usług. Wydaje się, że jest to jedyna droga do podnoszenia konkurencyjności i wydajności firmy [1,3,6, 13,14,15,16,17].

Wydawałoby się, że są to rzeczy oczywiste, funkcjonowanie których powinno być naturalne. Tymczasem budowanie społeczeństwa informacyjnego z gospodarką opartą na wiedzy napotyka na wiele barier i problemów. Kłopoty pojawiają się nie tylko w Polsce ale również w wielu krajach Unii Europejskiej.

W niniejszym artykule zostanie podjęta próba zasygnalizowania barier stanowiących wąskie gardła w wybranych aspektach przyjętych modeli innowacji. Spójrzmy na innowację jako produkt wiedzy, zaś prace badawczo-rozwojowe jako źródła wiedzy. Wiedza która jest podstawowym czynnikiem budowy społeczeństwa informacyjnego. Arty-

---

<sup>1</sup> Wiedza i potęga zbiegają się.

kuł powinien być przyczynkiem do dyskusji jak usunąć przeszkody na drodze od pomysłu do wdrożenia. Jak usprawnić procedury i podział środków finansowych przeznaczonych na budowę gospodarki wykorzystującej innowacje?

## 2. Społeczeństwo informacyjne a informatyka

Rozwój cywilizacyjny ludzkości od okresu feudalnego poprzez erę industrialną coraz silniej wchodzi w czas budowy społeczeństwa informacyjnego. W społeczeństwie tym podstawowym czynnikiem produkcji jest wiedza, a źródłem nowej rewolucji technologie informacyjne i komunikacyjne. Jest to rewolucja oparta na informacji będącej wyrazem ludzkiej wiedzy. Rewolucja ta udostępnia nowy wielki potencjał ludzkiej inteligencji oraz zmienia sposób naszej wspólnej pracy i życia [10,11]. Aby rewolucja ta miała zasięg globalny to zaawansowane usługi informatyczne powinny objąć swoim zasięgiem nie tylko instytucje naukowe i gospodarcze, ale także, a może głównie, znaleźć powszechne zastosowanie w domu. Społeczeństwo informacyjne nie może zaistnieć bez szerokiego, wieloletniego rozwoju badań naukowych w zakresie informatyki, telekomunikacji i związanych z nimi działów nauki i technologii. Informatyka w naszych czasach stała się dyscypliną (a właściwie multidyscypliną) tak wieloaspektową i o tak skomplikowanych powiązaniach między swoimi składnikami, że daje się już zauważyć, iż z nauki służącej innym dyscyplinom staje się nauką centralną, na potrzeby której pracują inne, często również odległe działy nauki – matematyczno-przyrodnicze i humanistyczne. To dzięki informatyce możliwe stało się wdrażanie skomplikowanych systemów zarządzania przedsiębiorstwami, produkcją i usługami, realizacje projektów przez odległe do siebie zespoły specjalistów, realizacje telemedycyny, zdalnego nauczania, zdalnego nadzoru i monitorowania otoczenia, automatyczne pozyskiwanie, gromadzenie, przetwarzanie i analizowanie informacji, wspomaganie w podejmowaniu decyzji [5,11].

Rozwój inwestycji w wiedzę technologiczną musi iść w parze z inwestycjami w sfery organizacyjne i procesowe. Dla rozwoju globalnego społeczeństwa informacyjnego opartego o wiedzę znaczenie mają między innymi modelowanie i optymalizacja procesów biznesowych, wspomaganie zarządzania oraz budowa nowoczesnych organizacji jak np. organizacji wirtualnych. Wyniki prowadzonych w tym zakresie działań badawczo-rozwojowych mają istotne znaczenie przy prawidłowym wdrażaniu innowacji. Zwращanie uwagi na te aspekty w pierwszej kolejności powinno przyczynić się do rozwoju gospodarczego kraju i UE.

## 3. Proces twórczy a innowacje

Europa od lat marzy o tym aby „stać się najbardziej konkurencyjną i dynamiczną, opartą na wiedzy, gospodarką świata, zdolną do zrównoważonego rozwoju gospodarczego, zapewniającego więcej lepszych miejsc pracy oraz większą spójność socjalną” [3]. Istnieje powszechny pogląd, że podobnie jak w Irlandii czy Finlandii czynnikiem rozwoju gospodarczego było rosnące znaczenie innowacyjności. Przez działania innowacyjne tradycyjnie rozumie się szereg działań o charakterze naukowym, technicznym, organizacyjnym, finansowym i handlowym, których celem jest opracowanie i wdrożenie

nowych lub istotnie ulepszonych wyrobów i procesów. Tak szerokie definiowanie innowacyjności wymaga przygotowania metodologii monitorowania i pomiaru nie tylko jej ewentualnych efektów ale nader wszystko samego procesu wdrażania.

Z tego punktu widzenia można spojrzeć na innowacje jako kierowanie wysiłkiem organizacji na rzecz opracowania nowych produktów i usług bądź też nowych zastosowań istniejących produktów i usług. Innowacja powinna być również pojmowana jako forma wykorzystania techniki w tym sensie, iż pomaga organizacji dotrzymać kroku konkurentom. W ogólności innowacja może dotyczyć [16]:

- produktu,
- procesu,
- organizacji,
- działań marketingowych.

Wyróżnić możemy kilka modeli innowacyjności. Ze względu na źródło innowacji wyróżniamy innowacje:

- tłoczone, pchające,
- ssące.

Jeśli źródłem innowacji są prace badawczo-rozwojowe w instytutach naukowych lub w przemyśle mamy do czynienia z modelem tłoczonych. Najpierw badania i rozwój potem innowacje i wdrożenie rynkowe. Natomiast w modelu ssącym źródłem innowacji jest rynek. Przed rozpoczęciem procesu innowacyjnego przeprowadzane są badania rynkowe, aby nowy produkt w największym stopniu odpowiadał bieżącym potrzebom klientów. Tutaj działania badawczo-rozwojowe są po analizie rynkowej. Innowacje pchane to innowacje tłoczone przez naukę, natomiast innowacje ssane to innowacje ssane przez rynek.

Ze względu na rodzaj przebiegu procesu innowacyjnego rozróżniamy model [1,3,16]:

- liniowy,
- nieliniowy.

Najbardziej uznanym modelem liniowego procesu innowacyjnego jest model Urbana-Hausera. Model ten składa się z pięciu etapów [16]:

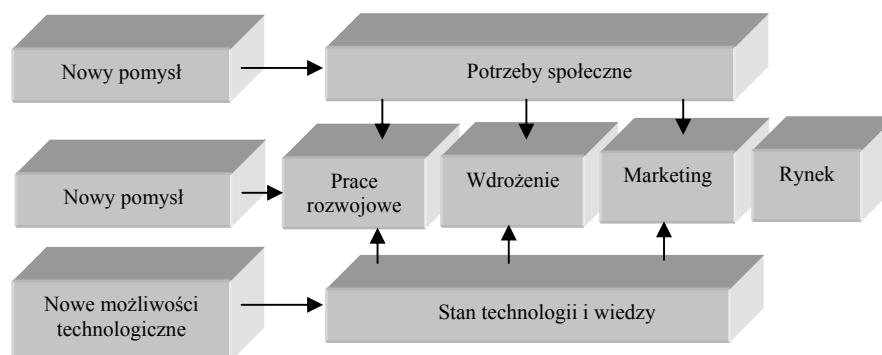
- identyfikacja możliwości i szans rynkowych,
- projektowanie pomysłów,
- testowanie produktów,
- wprowadzenie produktu na rynek,
- zarządzanie produktem.

Wg Modelu Urbana-Hausera przejście do następnego etapu procesu jest uzależnione od sukcesu realizacji poprzedniego etapu. W przypadku niepowodzenia nie przechodzimy do kolejnego etapu. Proces kończy się rozpowszechnieniem produktu na rynku. Dopiero wtedy możemy ocenić ekonomiczną efektywność wprowadzenia innowacji.

Począwszy od lat '80 modele liniowe są wypierane przez modele nieliniowe np. Rothwella i Zegvelta. Zgodnie z tym modelem innowacja jest traktowana jako logicznie sekwencyjny, chociaż niekoniecznie ciągły proces, który można podzielić na ciąg funkcjonalnie odrębnych, lecz sprzężonych i współzależnych faz. W modelu tym nie jest istotne czy pomysł na innowację jest zdominowany czynnikami popytowymi czy popytowymi, lecz czy wzajemnie się one przenikają tak, by innowacja stawała się korzystna dla potencjalnego odbiorcy. Szerzej mówiąc oznacza to poszukiwanie i wykorzystywanie wszelkich możliwości techniczno-technologicznych do zaspokajania ciągle nowych potrzeb rynku. W tego typu modelu mamy zarówno czynniki pompujące jak i ssące procesy twórcze. Nowy pomysł może powstać w wyniku analizy potrzeb społecznych,

w wyniku zmiany stanu technologii jak i to nowy pomysł może wpływać na zmiany na rynku. Warto zauważyć, że potrzeby społeczne i stan technologii mogą powodować modernizację na dowolnym etapie cyklu życia produktu. Mają one wpływ zarówno na prace rozwojowe, wdrożenie i działania marketingowe.

Rys. 1. Nieliniowy model innowacji



Jednym z istotnych elementów modelu innowacyjności jest nowy pomysł. Na tym właśnie etapie najlepiej można zdefiniować proces twórczy. Twórczość jest to zdolność jednostki do wytwarzania nowych idei czy pomysłów lub do nowego spojrzenia na znane już idee. Organizacja, która chce: opracowywać nowe produkty, usługi czy techniki (albo znajdować nowe zastosowania dla znanych już produktów, usług czy technik), tj. która chce być innowacyjna, musi mieć twórczych pracowników [13].

Pojęcia twórczości i innowacji są ze sobą związane, choć się nie pokrywają. Twórczość jest procesem indywidualnym, który może w organizacji zachodzić lub nie, podczas gdy innowacja jest to działalność organizacji nastawiona na kierowanie i pobudzanie twórczości pracowników oraz wdrażanie wyników procesów twórczych.

#### 4. Nauka i prace badawcze

Polska dysponuje dużym potencjałem naukowym. Rośnie liczba corocznie zgłaszanych wniosków do Ministerstwa Nauki o wsparcie finansowe dla realizacji prac naukowo-badawczych. Szacuje się, że ogólna liczba wniosków o finansowanie projektów badawczych wynosi około 10 000 rocznie. Zaledwie 30% przedłożonych wniosków pochodzi od naukowców zajmujących się naukami medycznymi, technologiami przemysłowymi oraz informacyjnymi. Zatem tylko 1/3 wniosków dotyczy procesu twórczego mogącego mieć wpływ bezpośredni na rozwój gospodarczy i cywilizacyjny kraju. Ogólna liczba projektów, którym przyznaje się finansowanie kształtuje się na poziomie 4000 rocznie. Tylko niewiele z nich jest komercjalizowanych. Dlaczego? Związane jest to z kilkoma czynnikami [1, 13].

Wynika ze zbyt ortodoksyjnej interpretacji przez świat nauki definicji samej nauki. Nauka to działalność ludzi mająca na celu poznanie rzeczywistości, wyrastająca z potrzeb jej opanowania i przekształcenia; obejmuje sam proces badania i jego wyniki

oraz nauczanie o tych wynikach. Podstawowymi fazami badań nauk empirycznych są: gromadzenie faktów,

- opis oraz klasyfikacja badanych zjawisk,
- uogólnianie osiągniętych rezultatów,
- sprawdzanie (weryfikacja) twierdzeń i hipotez już istniejących w danej dziedzinie naukowej,
- formułowanie nowych prawd i hipotez naukowych,
- budowanie teorii naukowej.

Naukowcy są uznawani przez świat nauki, kiedy wypracowują znaczące osiągnięcia weryfikowane poprzez publikowanie ich na łamach czasopism z lity filadelfijskiej. W świecie nauki nie publikowanie na tej liście oznacza, że nie ma się znaczących osiągnięć w nauce. Polscy naukowcy nie są w dziedzinie publikacji najgorsi. Przeliczając na liczbę mieszkańców publikujemy np. 1/3 tego co Niemcy [1].

Niestety liczba publikacji nie idzie w parze z wdrożeniami w gospodarce. W dziedzinie opatentowanych wynalazków, Polska wygląda źle np. w porównaniu do Niemiec mamy stosunek 1/280! Również bardzo niska jest w Polsce innowacyjność [1,13,14].

Z czego to wynika? Poruszymy tylko kilka aspektów.

Przez lata w kraju wprowadzano model naukowca uniwersyteckiego, zatracając ideę praktyki. Naukowiec, który (jest inżynierem z krwi i kości) poświęca się wdrażaniu swoich pomysłów, postrzegany jest w świecie polskiej nauki jako „zbyt” praktyczny. W wielu przypadkach utrudnia mu to „awans”. Dodatkowo proces wdrożeniowy jest czasochłonny. Na dłuższy okres czasu odciąga go od prowadzonych badań. Czas który powinien poświęcać rozwiązywaniu problemów naukowych (często tylko akademickich) absorbowany jest na rozwiązywanie problemów inżynierskich. Które nawet jeśli są innowacyjne nie przynoszą awansów w świecie nauki.

Często też naukowcy obawiają się weryfikacji w gospodarce. W momencie naukowego odkrycia, publikacji otoczeni są szacunkiem, otrzymują nagrody. Niestety po zetknięciu z gospodarką okazuje się, że odkrycie jest najzupełniej przeciętne.

Drugim aspektem są niskie nakłady na finansowanie badań naukowych. Wydatki na naukę w Polsce mierzone w stosunku do dochodu brutto na głowę mieszkańca wynoszą zaledwie 0,8%, podczas gdy średnia w UE wynosi 1,9% a w USA 2,6% [1]. Trudno prowadzić badania praktyczne nie mając pieniędzy na laboratoria. Rozwijanie nowoczesnych technologii wymaga nakładów.

Kolejny aspekt to niski stopień sprywatyzowania placówek badawczych. W Polsce liczba badaczy pracujących w prywatnych instytucjach wynosi zaledwie 17%, przy 50% w UE i 80% w USA [1]. Wynika to z faktu kiepskiego stanu gospodarki Polskiej. Gospodarka poniżej pewnego stopnia rozwoju nie interesuje się nauką, nie będzie inwestowała w jej rozwój. Zajęta jest bowiem zaspokajaniem podstawowych potrzeb społeczeństwa. W Polsce nie istnieją na skalę masową koncerny posiadające własne zaplecze badawcze. Dlatego mamy niski procent naukowców opłacanych przez gospodarke.

Ostatni aspekt który warto poruszyć związany jest z rozpowszechnionym i nadal uznawanym w Polsce liniowym modelem innowacji. Ten zły model zakłada transfer liniowy od pracy naukowej poprzez współpracę naukowca z gospodarką, kończąc na wdrożeniach rynkowych. Należy jednak pamiętać iż cały czas aktualna jest wypowiedź Alberta Einsteina: „Wynalazku dokonuje nieuk, który nie wie, że ten pomysł jest nie do zrealizowania”. Analizując największe przełomowe osiągnięcia cywilizacji technicznej dochodzimy do wniosku, że nauka jako źródło pomysłów niczym się nie wyróżnia. Po-

mysły, idee są równo rozłożone wśród populacji. W USA 90% [13,14] innowacji powstała poza instytucjonalnym środowiskiem naukowym. Drugi etap modelu liniowego opisujący współpracę środowisk naukowych z gospodarką również napotyka na barierę. Jest ona najczęściej finansowa, związana z podziałem zysków między pomysłodawcę (naukowca) a przemysłowca.

Pewnym elementem wyjścia naprzeciw współpracy nauki i gospodarki powinna być koordynacja działań adekwatnych ministerstw poprzez prowadzenie wspólnego finansowania prac badawczo-rozwojowych. Dzisiaj już gospodarka ma możliwość korzystania z wyników badań poprzez aktywne uczestniczenie w badaniach o charakterze wdrożeniowym:

- badania przemysłowe - planowane badania mające na celu pozyskanie nowej wiedzy, która może być przydatna do opracowania nowych lub znaczącego udoskonalenia istniejących produktów, procesów lub usług;
- badania przedkonkurencyjne - badania obejmujące przekształcenie wyników badań przemysłowych na plany, założenia lub projekty nowych, zmodyfikowanych lub udoskonalonych produktów, włączając w to wykonanie prototypu nieprzydatnego komercyjnie;
- badania stosowane i prace rozwojowe dotyczą tylko projektów niekomercyjnych np. na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa. Wielu jednak naukowców zniechęca do udziału w tych pracach nadmiernie rozbudowane procedury biurokratyczne. Ich uproszczenie powinno być istotnym elementem zachęcającym inżynierów zajmujących się badaniami naukowymi do ubiegania się o przydział grantów wdrożeniowych.

W ostatnich latach powstało wiele ośrodków specjalizujących się we wspomaganiu i budowaniu współpracy nauki i gospodarki. Są to akceleratory technologii, centra transferu, parki technologiczne, inkubatory technologiczne, ....

## 5. Akceleratory technologii

Akceleratory technologii są to ośrodki integrujące technologię i przedsiębiorczość oraz oferujące usługi z zakresu [17]:

- transferu technologii,
- kojarzenia partnerów biznesowych,
- doradztwa technologicznego oraz gospodarczego,
- organizacji finansowania zewnętrznego.

Z właścicielami projektów, które pozytywnie przeszły proces selekcji technologicznej i biznesowej zawierane są umowy o objęciu projektu Programem Wsparcia, który zawiera [3,17]:

- etap koncepcji komercjalizacji;
- etap rozwoju działalności biznesowej;
- etap pozyskania finansowania;
- etap usamodzielnienia i wyjścia.

W procesie selekcji poprzedzającym przystąpienie projektu do Programu Wsparcia przewidziana jest możliwość skorzystania z zewnętrznej usługi oceny technologicznej Akcelerator technologiczny udziela wsparcia we wdrożeniu projektów z obszarów nowoczesnych technologii, służących przemysłowi, a także ochronie środowiska, medycynie, etc. Wytypowano następujące obszary priorytetowe dla projektów [3,15,17]:

- nowe materiały,
- nanotechnologia,
- biotechnologia,
- technologie informacyjne,
- chemia,
- optoelektronika,
- ochrona zdrowia i środowiska.

Wspierane są nie tylko przedsięwzięcia techniczne, ale także innowacyjne rozwiązania w innych obszarach i na styku różnych dziedzin. Przykładowo w procesie wdrażania nowoczesnych technologii czy form zarządzania pomoc może dotyczyć [17]:

- określenia strategicznych kierunków rozwoju projektu,
- przygotowania biznes planu dla przedsięwzięcia i dla jego realizacji,
- dostarczenia wiedzy i pomocy w dostępie do zasobów niezbędnych do prawidłowego zarządzania nową firmą oraz jej rozwoju.

## 6. Przykłady wdrożeń IIn PP

Instytut Informatyki Politechniki Poznańskiej uważany jest za jeden z czołowych instytutów nie tylko w Polsce. Zatrudniona tu kadra to cenieni na całym świecie specjaliści ze znaczącym dorobkiem publikacyjnym w czasopiśmie z listy filadelfijskiej. Instytut Informatyki PP posiada status Centrum Doskonałości z zakresu Zaawansowanych Technologii Informatycznych nadany przez Komitet Badań Naukowych [18]. Mieści się też tutaj Centrum Innowacji Microsoft. Studenci zajmują wysokie lokaty w międzynarodowych konkursach informatycznych CSIDC, ACM, Imagine Cup, Grid Plugtests i szeregu innych [18]. Państwowa Komisja Akredytacyjna nadała Instytutowi wyróżnienie. Kadra szczyty się doktoratami Honoris Causa i Polskim Noblem, przynależnością do gremium członków rzeczywistych PAN, etc.

Obok tak licznych osiągnięć naukowych w Instytucie pracownicy również podejmują trud prowadzenia wdrożeń na rzecz gospodarki. W artykule wymieniono tylko wybrane prace zakończone wdrożeniami rynkowymi lub przygotowane do wdrożeń.

Rys. 2. *Blink*



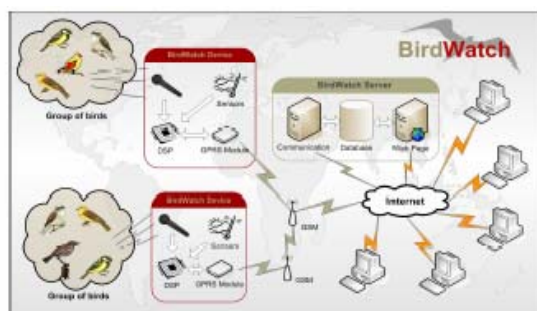
Z zakresu analizy sygnałów wdrożono system wspomaganie nauczania mowy ludzi głuchych, identyfikacji osób na podstawie nagranych głosu, etc. Z zakresu baz danych wdrożono system Elsculap. Kompleksowy system zarządzania wszystkimi działami



szpitala. Wdrożono system Dziekanat. Kompleksowa obsługa, całkowicie elektroniczna, zadań dziekanatu. Przy współpracy z prof. Oberem na rynku pojawił się system Blink. System umożliwiający obsługę komputera dla osób sparaliżowanych z wykorzystaniem tylko ruchu gałek ocznych.

Zrealizowano również mniejsze systemy jak np. Holter, kieszonkowy system gromadzący dane o stanie EKG pacjenta i przesyłający wyniki w określonych przypadkach do systemu centralnego lekarza prowadzącego. ReadIT – skaner z ukrytą kamerą w okularach umożliwiający „czytanie” książek osobą niewidomym. BirdWatch – system monitorowania populacji i migracji ptaków [18].

Rys. 3. BirdWatch



Workbench - narzędzie inżynierii wymagań nowej generacji. Umożliwia:

- edycja wymagań - narzędzie tak bogate jak narzędzia edycji kodu programu,
- generowanie makiety funkcjonalnej,
- prostej wersji prototypu wizualnego,
- generowanie dokumentów,
- szacowanie pracochłonności.

Wdrożono systemy pomiaru ciągu pływaka, siły wyskoku i innych parametrów potrzebnych do trenowania sportowców wyczynowych [2]. Przy współpracy z gorzowską firmą MicroMax wykonano szereg wdrożeń z zakresu automatyzacji i komputeryzacji procesów produkcyjnych i pomiarowych. COSMA – system kompleksowych badań emisji związków w procesie spalania gazu kuchennego.

Ciekawym i innowacyjnym systemem jest mikrokomputerowy system do automatycznego badania stopnia zarumienienia ciasta. Producenci kuchni gazowych i elektrycznych od wielu lat mieli problemy z praktycznym wdrożeniem obowiązujących w kraju i na świecie norm pozwalających na podstawie rozkładu barw wzorcowego wypieku określić prawidłowość funkcjonowania kuchni [19].

Stosowane dotychczas techniki uniemożliwiały prowadzenie tych badań w sposób automatyczny z odpowiednią obróbką i analizą wyników. A uzyskiwane wyniki pomiarów w laboratoriach kontroli jakości znacznie różniły się od wyników uzyskiwanych w laboratoriach firm zachodnich, będących odbiorcami kuchni. Powodowało to komplikacje przy ustalaniu klasy jakości produktu jak i jego ceny. Problem był na tyle poważny, iż autorzy Polskiej Normy sugerowali jej zmianę na znacznie prostszą, gdzie stopień zarumienienia miał być określany na podstawie porównania barwy wypieku ze wzorcowymi kolorowymi paseczkami (stosowana np. w Wielkiej Brytanii). Przedstawione powyżej problemy stały się podstawą do skonstruowania mikrokomputerowego systemu,

który zapewniałby w pełni zautomatyzowany, precyzyjny, powtarzalny pomiar stopnia zarumienienia ciasta na podstawie obowiązujących norm PN i DIN. Do badania stopnia zarumienienia skonstruowano reflektometr o regulowanym napięciu do 0.1 % i temperaturze barwowej 2854°K. Pomiar koloru związany jest z pochłanianiem części widma światła, natomiast połyskliwość z odbiciem promieni świetlnych. W pierwszej kolejności wypieka się ciasto zgodnie z normą. Następnie ciasto poddawane jest automatycznemu pomiarowi w specjalnie do tego celu skonstruowanym stoliku krzyżowym. Badaniu poddawane są wszystkie ściany ciasta. Na podstawie rozkładu barw wyciąga się wnioski co do konstrukcji piekarnika, rozkładu grzałek, termoobiegu, etc. [8,19]

Rys. 4. Systemy pomiarowe wdrożone przy współpracy z ZPHU MicroMax Gorzów Wlkp.



Ciekawym wdrożeniem był również system kompleksowego badania chłodziarkolodówek. W systemie tym rozwiązano problem konstrukcji mechanizmu rozłącznych przedziałów czasowych. Stanowisko umożliwia w czasie rzeczywistym akwizycję, prezentację danych oraz sterowanie wybranymi elementami. Stało się ono wzorcowe dla jednej z włoskich firm produkujących tego typu systemy pomiarowe seryjnie [19].

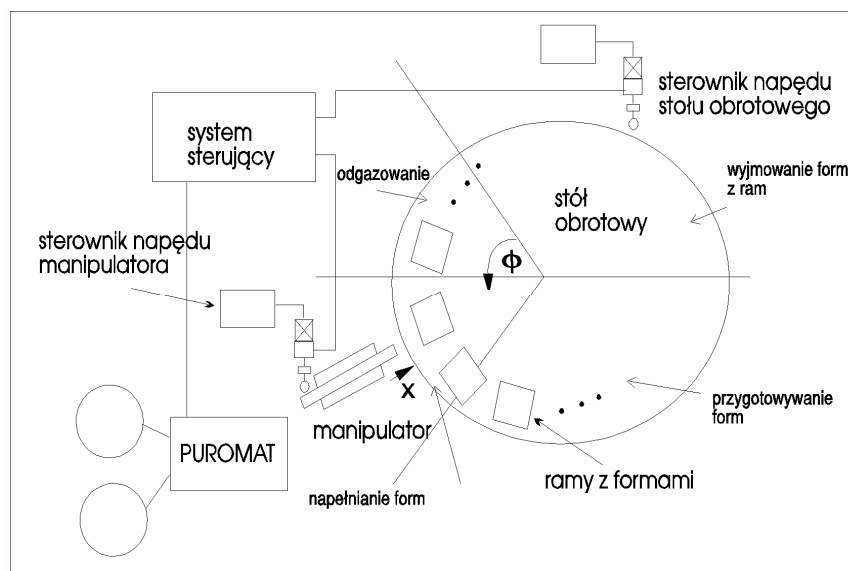
Interesującym systemem pomiarowym jest też system STEND 600 IW (Intelligent Wall). Jest jedyne tak skonstruowane stanowisko na świecie. Za jego pomocą przeprowadza się kompleksowe badania energetyczne, bezpieczeństwa i temperaturowe kuchni zarówno gazowych jak i elektrycznych (wersja SBK-05). Przy konstrukcji zastosowano szereg dedykowanych sterowników mikroprocesorowych, które zostały wbudowane w ściany badawcze i połączone w sieć. Gromadzą one dane z ponad 700 termopar w tym samym czasie w zakresie temperatur od 0 do 700°C [19].

Wykonano również systemy sterownia i pomiarów laboratoryjnych silników wysokoprężnych. Laboratorium służy do badania nowych algorytmów sterowania pompami wtryskowymi i pompowtryskiwaczami [19].

Niezwykle nowatorskim wdrożeniem jest system sterowania procesem technologicznym zalewania form poliuretanem. Sprostanie ostrym wymaganiom przy produkcji siedzeń samochodowych wymaga utrzymania bardzo ostrego reżimu technologicznego.

Jakość produktu uzależniona jest od wielu warunków. Jednym z podstawowych jest specyficzny sposób zalewania form. Metoda ręcznego zalewania przez robotników powoduje powstawanie około 20%-30% braków. Produkowane na świecie roboty przeznaczone do tego celu nie optymalizują czasu pracy a do tego ceny ich przekraczają możliwości MŚP.

Rys. 5. Schemat funkcjonalny procesu zalewania form poliuretanem [19].



Stanowisko do zalewania form pianką poliuretanową składa się z kilku podstawowych elementów:

- stołu obrotowego i manipulatora,
- sterowań napędami stołu i manipulatora,
- ram z formami, sterowania zamykaniem form,
- mikrokomputerowego systemu sterowania,
- urządzenia wytwarzającego piankę poliuretanową.

Na stole obrotowym o średnicy ok. 10m i wadze 12 ton zamontowane są ramy z formami. Maksymalnie 24 ramy mogą być zamontowane na stole. W każdej z ram można zamontować 2 formy. Formy są różnych kształtów w zależności od wykonywanych odlewów. Po zalaniu form ramy automatycznie szczelnie się zamykają. Czas pozostawania w zamknięciu ram jest ustawiany w zależności od rodzaju wykonywanego odlewu. Sterowanie pracą ram jest pneumatyczne.

Stół obraca się przemieszczając formy na różne stanowiska pracy. Wokół stołu można wyróżnić cztery funkcyjne miejsca pracy:

- ◆ przygotowywanie form,
  - ◆ zalewanie form,
  - ◆ odgazowanie,
- wyjmowanie odlewów.

Na stanowisku przygotowania form robotnik oczyszcza formy, spryskuje je specjalnym środkiem oraz montuje niezbędne dla danego rodzaju odlewu akcesoria np. pręty metalowe, kawałki materiałów ułatwiające pracę tapicerom.

Na kolejnym stanowisku zamontowany jest manipulator, zalewa poliuretanem formy. Sposób oraz czas zalewania określany jest przez technologa zakładu. Proces zalewania odbywa się automatycznie. Do tego celu wykorzystywany jest ruch stołu i manipulatora. System umożliwia zalewanie form wg kilku sposobów [19]:

- w punkcie,
- po promieniu stołu,
- po łuku stołu,
- po prostej,
- po zygzaku,
- odcinkami.

Po zalaniu, formy poddawane są odgazowaniu w szybie wentylacyjnym. Po upływie czasu zastygania, odlewy są wyjmowane z form. Proces technologiczny się powtarza.

System sterowania zrealizowano w oparciu o mikrokomputer przystosowany do standardu przemysłowego. Komputer zamontowano w pyłoszczelnej obudowie układu sterowania wytwarzaniem pianki poliuretanowej. System mikrokomputerowy wyposażono w specjalistyczne karty do wyznaczania za pomocą przetworników obrotowo-impulsowych położenia stołu i manipulatora. Do sterowania napędami stołu i manipulatora użyto mikroprocesorowych przekształtników firmy SIEMENS. Sterowanie tymi przekształtnikami odbywa się za pomocą standardu RS 485. Rozkazy do przekształtników wysyłane są w postaci ramek zawierających obok kodów nadmiarowych zadawaną częstotliwość (prędkość) na silniki stołu i manipulatora

Robotnik może sterować systemem obsługując się standardową klawiaturą, zamocowaną w szafie pyłoszczelnej obok systemów sterowania procesem wytwarzania pianki, lub specjalnymi pulpitemi sterowniczymi. Pulpity umieszczone są na poszczególnych stanowiskach pracy. Za ich pomocą pracownicy mogą [19]:

- zjechać na bazę stołem i manipulatorem,
- rozpocząć proces technologiczny,
- zatrzymać proces technologiczny,
- dokonać awaryjnego (BHP) wyłączenia urządzeń,
- podczas procesu nauczania dowolnie poruszać stołem i manipulatorem.

Ponadto pulpity wyposażono w instalację światełek informacyjnych (zasilanie, cykl pracy, stop) oraz lampkę stanu awaryjnego z sygnałem dźwiękowym.

Oprogramowanie systemu umożliwia uruchomienie [19]:

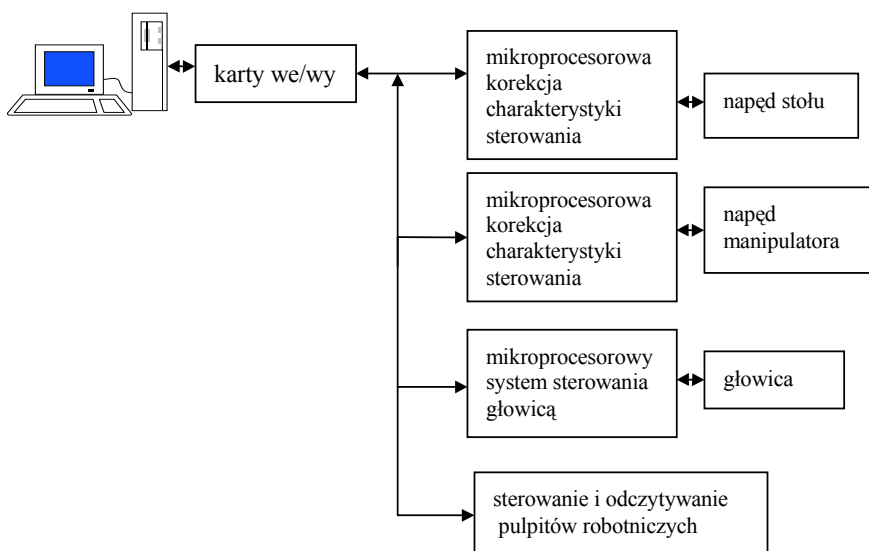
- pracy automatycznej,
- pracy półautomatycznej,
- nauczanie technologii,
- wprowadzanie haseł nowych operatorów,
- przeprowadzanie testowania systemu,
- wprowadzanie nowych parametrów sterujących,
- wprowadzanie nowych granic ustawienia ram.

Usytuowanie operatora w hierarchii haseł umożliwia mu dostęp do poszczególnych obszarów oprogramowania. Nie wszystkie opcje są dostępne dla każdego operatora. I tak wprowadzenie nowych parametrów sterujących jest zastrzeżone tylko dla serwisu.

W parametrach sterujących znajdują się np. współczynniki regulatorów, dane układów mechanicznych niezbędne przy obliczaniu modelu sterowania.

W pracy automatycznej system steruje procesem technologicznym zalewając na obwodzie stołu odpowiednio zaprogramowane w procesie uczenia formy.

Rys.6. Poglądowy schemat systemu sterowania [19]



Poprawienie wydajności osiągnięto stosując dynamiczny system ruchu stołem i ramieniem manipulatora podczas ruchu przestawczego (ruch między formami). Taktycznym zadaniem systemu sterującego procesem technologicznym jest odpowiednie zsynchronizowanie ruchów stołu, manipulatora z momentem wlewania PUROMATU. PUROMAT może znajdować się w dwóch cyklach pracy [7]:

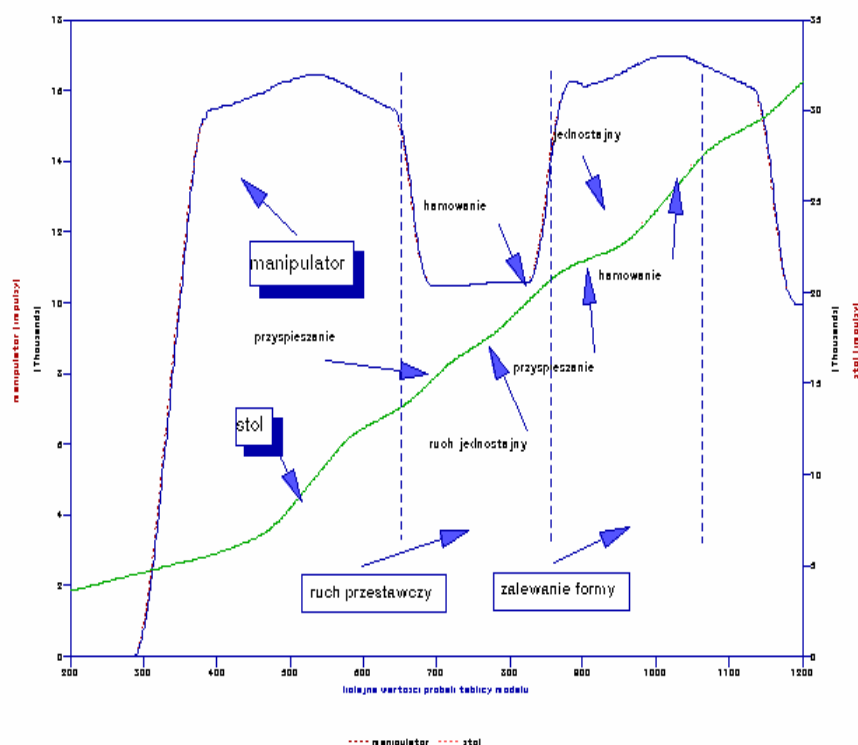
- obiegu długim,
- obiegu krótkim.

Te cykle pracy różnią się czasem jaki musi upłynąć od momentu wydania polecenia <LEJ> do rzeczywistego momentu wypłynięcia pianki poliuretanowej z głowicy lejącej. Ma to istotny wpływ na dynamikę liczenia modelu ruchu dla stołu i manipulatora oraz wyznaczania momentów wydania polecenia do PUROMATU <LEJ>.

Sterowanie stanowiskiem zalewania form odbywa się według obliczanego modelu ruchu dla stołu obrotowego i manipulatora. Według ściśle założonego algorytmu budowana jest tablica zawierająca wartości wymaganych punktów położenia stołu i manipulatora oraz momentów wydania polecenia <LEJ> w funkcji częstotliwości próbkowania systemu. Tablica ta jest oczywiście różna dla różnych cykli technologicznych. Cykl technologiczny jest wprowadzany przez pracowników do systemu podczas procesu nauczania. Proces ten polega na wprowadzeniu ustawienia form na stole, sposobu ich zalewania oraz czasów zalewania. Pracownik może korzystać z tego procesu tylko w przypadku zmian w sposobach zalewania form na stole.

Podczas pracy system z odpowiednią częstotliwością próbkowania pobiera wartości z tablicy modelu. Na podstawie pobranej wartości aktualnej i poprzedniej, po zastosowaniu odpowiedniego współczynnika określana jest wymagana prędkość stołu. Wartość tej prędkości korygowana jest poprzez porównanie zadanego położenia stołu i manipulatora z rzeczywistymi punktami położenia obiektów, przez regulator PID. Tak określona wartość prędkości (częstotliwości) przesyłana jest interfejsem RS 485 do przekształtników silników napędowych.

Rys.7. Model ruchu stołu i manipulatora [19]



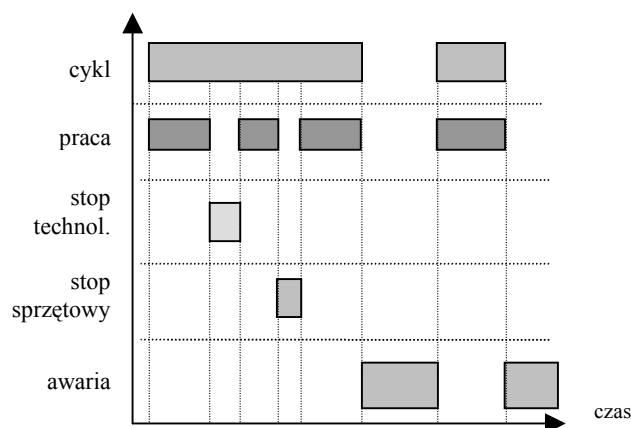
W celu uzyskania maksymalnej wydajności model liczony jest stosując dynamiczny system ruchu przestawczego dla stołu między formami. Polega on na przyspieszaniu prędkości stołu do takiej wartości aby na drodze między formami zdążyć wyhamować do prędkości z jaką powinien poruszać się stół podczas zalewania formy. Jeżeli odległość między formami jest wystarczająco duża to stół w ruchu przestawczym (ruch między formami) będzie poruszał się ruchem przyspieszonym do maksymalnej prędkości sterowania silnikiem napędowym. Następnie będzie poruszał się ruchem jednostajnym z maksymalną prędkością, aż w końcu będzie zwalniał do prędkości z jaką powinien poruszać się podczas zalewania formy. Prędkość zalewania formy uzależniona jest od wybranego sposobu zalewania oraz odległości między punktami charakterystycznymi lanej

formy. Ruch przestawczy zdeterminowany jest w znacznym stopniu przez cykle pracy PUROMATU.

W graficznej prezentacji modelu zarówno dla stołu jak i manipulatora wyraźnie widoczne są krzywe przyspieszania i zwalniania obiektów podczas ruchów przestawczych i zalewania odcinkami po prostej lub łuku. Precyzyjne rozliczenie modelu decyduje o dokładności sterowania.

Zastosowanie automatycznego systemu sterowania w procesie produkcyjnym otwiera drogą do wprowadzenia w przedsiębiorstwie zintegrowanego systemu sterowania produkcją (CIM Computer Integrated Manufacturing). Istota integracji polega na połączeniu różnych obszarów zastosowań informatyki w przedsiębiorstwie za pomocą strumieni informacji, by nawzajem korzystały one z efektów swego funkcjonowania. Systemy CIM zawierają najczęściej takie moduły jak: zarządzanie księgowością, kadrami, magazynem, planowaniem produkcji, wspomaganie prac projektowych, biurowych, wspomaganie sterowania jakością oraz śledzeniem przebiegu produkcji. Ten ostatni moduł jest niezbędnym ogniwem łączącym komputerowy system sterowania z systemem zarządzania.

Rys.8. Historia przebiegu procesu – przykład [7]



System śledzenia produkcji (PAC Production Activity Control) w prezentowanym procesie ma do spełnienia dwa zasadnicze zadania, powinien umożliwić kontrolę bieżącego stanu maszyn i przebiegu produkcji.

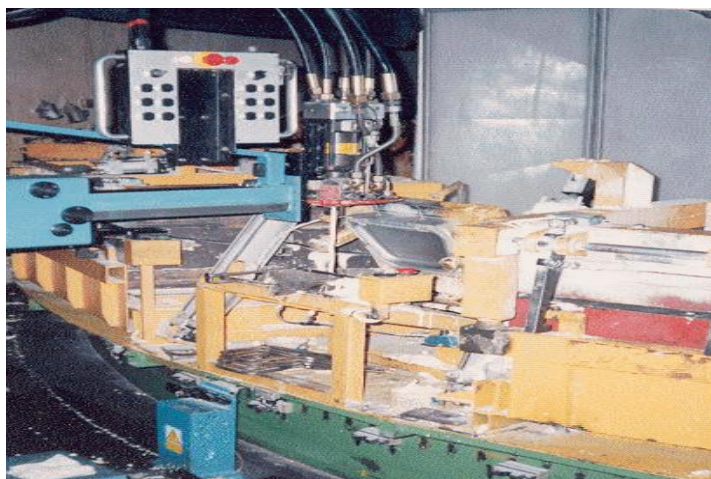
Do systemu monitorowania PAC dane wprowadzane są automatycznie przez system sterowania produkcją. Wyjściem z systemu PAC są raporty/zestawienia które mogą być odczytywane przez kilku użytkowników zintegrowanego systemu CIM np.: właściciela, księgową, głównego mechanika, technologa. Oczywiście każdy z użytkowników ma dostęp tylko do wybranych rodzajów danych wynikających z zajmowanego stanowiska pracy.

Komputerowy system sterowania procesem produkcyjnym zapisuje w bazie następujące informacje:

- nazwę zrealizowanego cyklu zalewania,

- czas rozpoczęcia i zakończenia cyklu,
- czas rozpoczęcia i zakończenia stopu technologicznego,
- czas rozpoczęcia i zakończenia stopu sprzętowego,
- numer formy na której wystąpił stop sprzętowy,
- czas rozpoczęcia i zakończenia awarii,
- rodzaj awarii,
- numer formy na której wystąpiła awaria.

Rys. 9. *Automatyzacja procesu zalewania form poliuretanem wdrożona przy współpracy z ZPHU MicroMax Gorzów Wlkp.*



Dane te umożliwią odtworzenie historii przebiegu procesu produkcyjnego. Przez jeden cykl zalewania rozumie się jeden pełny obrót stołu. Każdy obrót stołu może realizować inny proces zalewania form. Technolog może zaprogramować dwa niezależne cykle technologiczne. Stąd istotne jest zapamiętywanie nazwy realizowanego cyklu. Cykl może zostać zatrzymany tylko z trzech powodów: stopu technologicznego, stopu sprzętowego lub awarii. Stop technologiczny programuje technolog. Jest to planowane zatrzymanie procesu zalewania w ustalonym punkcie stołu. Stop sprzętowy przeciwnie jest wynikiem nieplanowanego zatrzymania procesu zalewania wynikającym z wystąpienia nieoczekiwanej sytuacji. Pojawienie się stopu sprzętowego powoduje ponowne liczenie modelu zalewania i pominięcie w procesie zalewania najbliższej formy. Stąd konieczność zapamiętania numery formy na której wystąpił stop sprzętowy. Awaryjne zatrzymanie cyklu zalewania może być spowodowane:

- wciśnięciem przycisku BHP,
- otwarciem bariery ochronnej manipulatora,
- przeciążeniem silników manipulatora lub stołu,
- zsunięciem manipulatora z kozła.

Pojawienie się awaryjnego zatrzymania cyklu zalewania przerywa na trwałe proces technologiczny. Po usunięciu przyczyny awarii stanowisko ustawia się w położeniu bazowym, a cykl rozpoczyna się na nowo.



Na bazie zarejestrowanych powyższych danych można przedstawić np. kierownikowi zmiany: czas pracy brygady, czas przerw. Technologowi można pokazać: ilość wprowadzonych stopów sprzętowych, ilość wykonanych cykli przez poszczególne zmiany pracownicze, ilość i rodzaj zalanych form, ilość braków. Główny mechanik mógłby uzyskać dane na temat: łącznego czasu pracy maszyny, ilości wtrysnięć, częstotliwości i rodzaju awarii. Dane te byłyby niezbędne do planowania np. remontów. Jeszcze inne relacje danych można przygotować dla magazyniera, zaopatrzeniowca, księgowej czy dyrektora produkcji.

Wyeliminowanie dużej liczby braków podczas zalewania metodą ręczną oraz podniesienie wydajności produkcji przez zwiększenie cykli obrotu stołu na zmianę to podstawowe zadania opisywanego systemu. Braki powstające podczas pracy ręcznej związane były ze zmęczeniem ludzi wielogodzinną pracą, z różnymi sposobami zalewania pracowników na poszczególnych zmianach oraz z błędami popełnianymi przez robotników [19]. Prezentowany system poprzez całkowite zautomatyzowanie tych prac ograniczył liczbę powstających braków. Poprzez rytmiczny proces zalewania wydajność zmiany wzrosła o ponad 50% [7].

Stanowisko rozwiązało szereg problemów dotyczących kosztów produkcji i jej wydajności. Rozwiązane zostały również problemy związane z ekologią, całkowicie wyeliminowało udział człowieka w procesie napełniania form pianką poliuretanową. Dzięki automatyzacji zalewania ograniczono liczbę braków do nieznaczącej ilości. Rozwiązało to problem utylizacji braków [19].

## 7. Uwagi końcowe

Liczba uczonych w Polsce (wśród nich naukowców publikujących w czasopiśmie z listy filadelfijskiej), jest duża w stosunku do poziomu rozwoju gospodarczego kraju. Oczywiście znaczną część stanowią humaniści nie mający żadnego wpływu na poziom cywilizacji technicznej, poziom życia mieszkańców czy innowacyjność przedsiębiorstw. Spośród grupy naukowców zajmujących się naukami przyrodniczymi możemy wyróżnić około 5,5 tysiąca naukowców zajmujących się informatyką, automatyką, elektroniką, biocybernetyką, elektrotechniką, telekomunikacją. Niestety tylko nieliczni z nich decydują się na prace wdrożeniowe. Dotacje państwowe głównie przeznaczone są na badania podstawowe. Natomiast na badania rozwojowe w Polsce, zarówno sektor prywatny jak i państwowy przeznacza zaledwie 39%. W porównaniu w USA 61% a we Francji 50% [1]. Jest to wynikiem niskich nakładów sektora prywatnego w Polsce, który z reguły finansuje tylko zamówienia pozwalające osiągnąć efekt rynkowy w możliwie krótkim czasie. Efektem jest niedoinwestowanie badań strategicznych, co utrudnia rozwój przemysłu zaawansowanych technik.

Można się zastanowić czy dofinansowanie nauki będzie przekładać się na efekt gospodarczy. Tak ale dopiero kiedy rozwój gospodarczy Polski przekroczy 10 tysięcy PKB na głowę mieszkańca [14]. MŚP nie będą finansowały badań kiedy ich podstawowym celem będzie zaspokajanie bieżących potrzeb egzystencjalnych.

W tym świetle działania urzędników UE kładących nacisk na badanie poziomu innowacyjności będą w naszym kraju wykazywały, że ten poziom jest niski. A głównym powodem jest brak funduszy, zarówno na generowanie nowych pomysłów jak i na ich wdrażanie.

Do Polski spłynęła już znaczna suma na wdrażanie innowacyjności i budowę pomostów łączących naukę i gospodarkę. Z oceny realnych wyników wpływu na wzrost innowacyjności można stwierdzić, że pełna para poszła w gwizdek.

Mądre stwierdzenie, że aby pobudzić do działania lepiej dać wędkę niż rybę, jak dotąd się nie sprawdza. Liczba wędek rozdawana przez UE i polskich urzędników (najłatwiej zorganizować serię szkoleń i konferencji) powoduje, że pracownicy MŚP chcąc uczestniczyć tylko w niektórych z nich, musieliby zrezygnować z pracy. O poziomie większości z tych szkoleń lepiej nie wspominać. Wydaje się, że jedyne korzyści z tego mają firmy reklamowe i cateringowe.

Do Polski niebawem spłyną potężne pieniądze związane z informatyzacją [4, 9]. Miejmy nadzieję, że tym razem poprawi to naszą pozycję w międzynarodowych rankingach. Dzisiaj w poziomie informatyzacji zajmujemy 21 miejsce na 25 państw UE [4].

Rozwój gospodarczy naszego państwa nabiera tempa. Wzrost PKB oraz proponowane zmiany w ocenie dorobku naukowców (uwzględnianie wdrożeń) rokują dobrze na przyszłość. Również w gospodarce polskiej można znaleźć wiele firm osiągających sukcesy międzynarodowe:

- **ADB** - na swoim koncie ma 200 patentów i 12 produktów z dziedziny technologii telewizji cyfrowej. Rocznie produkuje 2 miliony dekoderek.
- **DGS** - trzeci na świecie producent zakrętek na słoiki i butelki. W strefach wolnocłowych na lotniskach 30 procent alkoholi (Smirnoff, Baileys, Sobieski) ma zakrętki DGS.
- **Fakro** - drugi na świecie po duńskim Veluksie producent okien dachowych. Ma 17 procent światowego rynku.
- **HTL** - największy na świecie producent nakłuwaczy do pobierania próbek krwi. Właśnie rozpoczyna budowę fabryki w Stanach Zjednoczonych.
- **Micro Art Studio** - numer jeden na świecie w produkcji podstawek do gier RPG. Sprzedaje ich 50 tysięcy rocznie.
- **Salmo** - trzeci producent sztucznych przynęt w Europie i dwudziesty w USA. Numer jeden w krajach Beneluksu i w Chile.
- **SaMASZ** - największy producent kosiarek dwubębnowych na świecie. Urządzenia eksportuje do 35 krajów świata.
- **Wkręt-Met** - produkuje najwięcej w Europie Środkowo-Wschodniej zamocowań budowlanych, dziennie - 60 ton wkrętów, wyrobów śrubowych, kołków rozporowych, gwoździ i haków. Eksportuje towary do 17 krajów.

## Bibliografia

- [1] Czerniejewski B., *Nauka i innowacyjność na potrzeby gospodarki*, Infovide S.A., 2002, [www.infovide.pl](http://www.infovide.pl)
- [2] Giera P., Klaus R., Rudzki M., Sobkowiak R.: *Konstrukcja i oprogramowanie urządzenia do pomiaru siły*, Czasopismo Techniczne - Mechanika; z. 1-M/2005, str. 153-159; ISSN 0011-4561
- [3] Głodek P., Gołębiowski M., *Transfer technologii w MŚP*, Vademecum Innowacyjnego Przedsiębiorcy, W-Wa, 2006

- 
- [4] Gołębiowski T., *Od przybytku głowa boli*, Computer Reseller News Polska, nr 24/2006, str. 24-26
- [5] Klaus R., pod red. *Kształcenie informatyków a rynek pracy w lubusko-brandenburskim regionie przygranicznym*, II polsko-niemiecka konferencja naukowa „, WISZ, Gorzów Wlkp. 2005
- [6] Klaus R., Mendlikowski B., *Komputerowe wspomaganie systemu zarządzania jakością*, Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie pod redakcją Ryszarda Knosali, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2006, tom 1, str. 631-636, ISBN 83-87982-71-7
- [7] Klaus R.: *Motion modeling of turntable for pouring moulds with polyurethane foam*, 6<sup>th</sup> International Carpathian Control Conference ICC'2005, Miskolc-Lillafüred, Hungary, May 24-27,2005, Volume II, pp. 59-64, ISBN 963 661 645 0
- [8] Klaus R., Klemensowicz M., Włodarski L.: *The Measurement System for electric Cooker Test*, 4<sup>th</sup> International Carpathian Control Conference ICC'2003, High Tatras, Slovak Republic, May 26-29,2003, pp. 97-100, ISBN 80-7099-509-2
- [9] Korolewska A., *7 Program Ramowy UE*, Głos Politechniki Poznańskiej, nr 11/2006, str. 6- 7
- [10] Tadeusiewicz R., *Spolecznosc Internetu*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2002
- [11] Węglarz J., *Informatyka jako dyscyplina a wizja społeczeństwa informatycznego*, Pro Dialog 7, PTI, 1998, str. 1-10
- [12] Węgrzyn S., Klamka J., *Nano i kwantowe systemy informatyki*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2004
- [13] Wiszniewski A., *Nauka a innowacje*, [http://pryzmat.pwr.wroc.pl/Pryzmat\\_195/](http://pryzmat.pwr.wroc.pl/Pryzmat_195/)
- [14] Wojtas J., *Nauka źródłem innowacji nie jest ...*, Sprawy Nauki, wydanie 2005/1
- [15] Żołnierski A., *Inowacyjność 2006*, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, W-wa, 2006
- [16] Materiały Eurostat, Oslo Manual – aneks metodologiczny
- [17] Materiały Centrum Innowacji FIRE
- [18] Materiały Instytutu Informatyki Politechniki Poznańskiej [www.cs.put.poznan.pl](http://www.cs.put.poznan.pl)
- [19] Materiały promocyjne ZPHU MicroMax Gorzów Wlkp.