

BADANIA I WALIDACJA INNOWACJI TECHNOLOGICZNYCH

Artykuł zawiera analizę czynników stymulujących innowacje w przemyśle, w kontekście doskonalenia kluczowych procesów technologicznych. Zaprezentowano i uzasadniono motywacje prowadzące do wzrostu efektywności tych procesów, z sugestią badania, oceny i walidacji rozwiązań innowacyjnych, w całym cyklu tworzenia. Wykazano korzyści na przykładzie systemu pomiarowego, w którym te formy aktywności znalazły zastosowanie.

Research and validation of technological innovations

The article contains an analyse of stimulating factors for innovations in industry, as a context of an improvement of key technological processes. Motivations leading to effectiveness growth of these processes are presented and justified, with the proposal of researching, assessing and validation of innovative solutions, in whole creation cycle. The benefits are indicated by an example of measurement system, in which whose forms of activity have been implemented.

1. WPROWADZENIE

Szanse rozwojowe społeczeństwa zależą od jego potencjału modernizacyjnego, zaś zmiany technologii i organizacji pracy to częstokroć czynniki warunkujące istnienie przedsiębiorstwa na rynku. Jednakże innowacje pojmowane wyłącznie jako kantowski imperatyw kategoryczny zmian, mogą niestety przynieść efekt zgoła przeciwny, a potwierdzają to cytaty z publicystyki wybitnych intelektualistów („Wprost”, nr 46/2005).

„.....Współczesne socjologiczne teorie modernizacji od dawna wskazują na to, że przeciwstawienie tradycji i nowoczesności jest ogromnym i naiwnym uproszczeniem” (Zdzisław Krasnodębski). „..... Często jedyną ideą staje się burzenie starego i tworzenie nowego, a wynika to z przemożnej intelektualnej potrzeby uczestnictwa w wielkich czynach i potencjalnie znaczących zmianach” (Jan Winiecki).

Innowacyjność zatem to bardziej kierunek myślenia, niż dialektyka zamiany starego na nowe. Rozwiązania innowacyjne dotyczą zarówno produktów jak i technologii procesowych, a także obejmują sferę zarządzania operacyjnego w kluczowych procesach przedsiębiorstwa. W przemyśle powoduje to wzrost nakładów finansowych na badania i rozwój, z wyraźnym wspomaganie inwestycji ze środków publicznych. Konsultacje społeczne dotyczące „Narodowego Planu Rozwoju na lata 2007-2013” toczą się już od połowy 2004 roku, zaś wspólny język debaty społecznej oraz kultury budowania wizji myślenia o przyszłości tworzy się w programie rozwojowym „Foresight 2003-2006”. Środki na jego realizację zostały zaplanowane w budżecie nauki, zaś konkretne projekty są dofinansowywane z funduszy strukturalnych i Funduszu Spójności UE. Planowane

przedsięwzięcia innowacyjne obejmują m.in. projekty ukierunkowane na automatyzację procesów wytwórczych – często realizowane w cyklu od koncepcji, poprzez szybkie i wirtualne prototypowanie, do zintegrowanego wytwarzania i automatycznej kontroli jakości wyrobów.

W prognozach rozważane są też specyficzne problemy rozwojowe, leżące poza sferą zainteresowania instytucji unijnych. Dominuje pogląd, że ważnym celem państwa w organizowaniu życia zbiorowego jest zrównoważony rozwój i wzmocnienie konkurencyjności gospodarki, przy zachowaniu niezbędnego poziomu spójności społecznej. W opiniach eksperckich na temat NPR szczególną uwagę przywiązuje się do aktów prawnych, ukierunkowanych na wzrost przedsiębiorczości oraz na stymulowanie innowacyjności w gospodarce. Odpowiednie modele prawne i normatywne są więc ciągle rozwijane, doskonalone i nowelizowane. Mimo postępu w ustawodawstwie, w przepisach szczegółowych wciąż występują duże wahania między centralizmem a decentralizmem, a to niewątpliwie obniża zdolność instytucjonalną do modernizacji.

W artykule pokazano, że do wzrostu gospodarczego prowadzą nie tylko dobre przepisy prawne, instrumenty finansowe, wynalazki i innowacyjne rozwiązania techniczne, ale także motywacje o źródłach natury aksjologicznej. W każdym zaś działaniu obciążonym niepewnością rezultatu, np. w pracach B+R, potrzebne są też wiarygodne metody oceny trafności pomysłów i skuteczności dokonanych przedsięwzięć modernizacyjnych. Zaproponowano tu więc pewne działania metodyczne oraz segmenty procedur walidacyjnych, w intencji zwymiarowania oczekiwanych właściwości, w odniesieniu do podjętych przedsięwzięć modernizacyjnych, a następnie ich bieżącej oceny, a w końcu walidacji wdrażanych rozwiązań. Uzyskane w ten sposób korzyści pokazuje przykład zastosowania takich działań do ewaluacji bezpieczeństwa użytkowania zautomatyzowanego systemu kontroli silników lotniczych. Nie ogranicza to możliwych uogólnień, rozwinięć i metodycznych przeniesień do wielu problemów implikowanych innowacjami, według specyfiki przedsiębiorstw i instytucji otoczenia biznesu.

2. POTRZEBY I WARTOŚCI „ZASOBÓW LUDZKICH”

Podstawowym celem gospodarczym przedsiębiorstwa przemysłowego są wysokie obroty i zyski, osiągnięte przy satysfakcji klientów - nabywców wyrobów i usług. Do tego celu prowadzą także te formy aktywności pracowników, które dotyczą modernizacji i optymalizacji tam realizowanych procesów technologicznych.

W środowiskach technokratycznych występuje jednak przekonanie, chyba złudne, że to właśnie poprzez nowe technologie oraz rozstrzygnięcia prawno-finansowe nastąpi wzrost produktywności przedsiębiorstw, zgodnie z priorytetami rozwoju gospodarki. W konsekwencji, w wyniku osiągnięcia zdolności instytucjonalnej do modernizacji przemysłu, miałyby również nastąpić wzrost PKB. Niewątpliwie są to przesłanki do wykonywania racjonalnych korekt i ulepszeń, ale każda zmiana technologiczna wywołuje potrzebę zbadania jej wpływu na bezpieczeństwo pracy ludzi, a także oceny stopnia *poprawy jakości życia*, eksponowanego w NPR jako dominujący cel społeczny.

Pozycja rynkowa (marka) firmy, będąca pochodną od modernizacji w kierunku innowacyjności procesowej lub produktowej i wysokiej jakości wyrobów – to już obecnie paradygmat gospodarki opartej na wiedzy. Nie powinien on jednak naruszać zrównoważonej relacji między bieżącą ekonomiką, a rentownością odłożoną, a także negatywnie wpływać na wizerunek kompetencyjny i wiarygodność przedsiębiorstwa. Pozytyw-

ne rezultaty wszak wynikają również z tradycyjnie utrwalonych norm postępowania, z wiedzy i doświadczenia oraz świadomości i zaangażowania ludzi. Zarówno oddziaływanie motywacyjne, jak i aktywność analityczno-badawcza w zastosowaniu do uzyskanych rezultatów wdrożenia nowych lub modernizacji istniejących technologii, stanowią wartość dodaną do przedsięwzięć innowacyjnych, podejmowanych w intencji doprowadzenia do wzrostu konkurencyjności przedsiębiorstwa. Wymiernymi efektami działalności innowacyjnej są nie tylko nowe technologie i wyroby, ale także koncepcje twórcze, rezultaty badań poznawczych – jako niematerialne wytwory myśli intelektualnej. Występują przy tym liczne przenikania międzyprocesowe i kontakty poziome, a w tych warunkach istotne znaczenie mają: spójny system wartości pracowników, ich odczucia, emocje i motywacje wynikłe z dążeń egzystencjalnych.

Potrzeby organizacji gospodarczej i człowieka (hierarchia potrzeb podstawowych i wyższego rzędu - wg Maslow'a) powinny harmonizować ze sobą, tak aby następowała samorealizacja jednostki w przedsiębiorstwie i środowisku społecznym. Postmodernistyczne społeczeństwa zmieniają swą orientację aksjologiczną, a doskonalenie jakości pracy i jej rezultatów nie musi już tylko i wprost prowadzić do wzrostu przychodów i zysków firmy, a często staje się wartością absolutną.

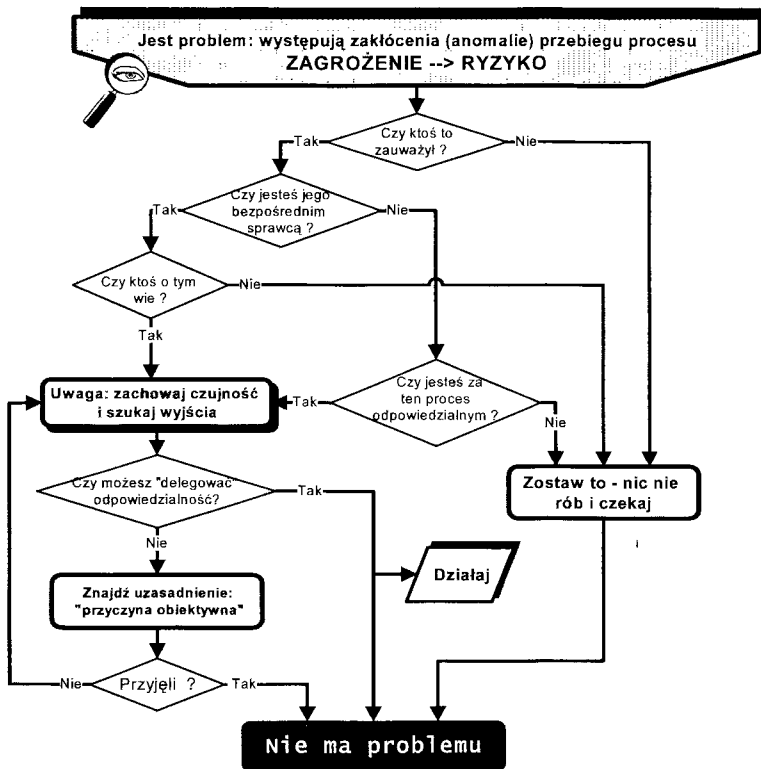
Innowacyjność technologiczna i organizacyjna w przemyśle dobrze harmonizuje z jakościowymi (TQM, EFQM itp.) metodami zarządzania. Znajduje to również wyraz w odchodzeniu od pionowo-hierarchicznej organizacji przedsiębiorstwa na rzecz struktury zorientowanej zadaniowo i jej ciągłego doskonalenia. Międzynarodowe standardy: jakości (ISO 9000), ekologii (ISO 14000) i bezpieczeństwa (ISO 18000) również sprzyjają realizacji tych celów i zakładanych w NPR wartości społecznych. Pozytywne efekty wynikają m.in. z obligatoryjnego (ISO 9001) doskonalenia procesów produkcyjnych, a można je już zauważyć w wielu przedsiębiorstwach. Doskonalenie struktur i wykonywanych procesów wiąże się z potrzebą zdefiniowania mierzalnych wyznaczników jakości. Wśród nich są atrybuty ergonomicznej organizacji pracy, bezpieczeństwa funkcjonalnego i eksploatacyjnego. Reguła Deminga PDCA (Plan→Do→Check→Act) jest tu użyteczna, bo wzmacnia efekty doskonalenia poprzez wartość dodaną, będącą wypadkową efektów wielokierunkowych działań w tym zakresie. Nie są one „a priori” znane, a to pozytywnie motywuje partnerów do współpracy.

3. DYLEMATY I PRAGMATYKA DZIAŁAŃ ZESPOŁOWYCH

Nowoczesne standardy zarządzania (p.l.) oraz globalne normy jakości determinują odpowiednie cele i kierunki działań w przedsiębiorstwie. W hierarchii wartości społecznych następują stopniowe zmiany, ale etyka w biznesie jeszcze nie ma dominującej pozycji, zaś dialektyczne stereotypy (konflikty interesów fiskusa, zarządu i personelu) wciąż funkcjonują. Przykładem pokrętnej pragmatyki firmowej jest jedynie „marketingowa” funkcja certyfikatów jakości. Po uzyskaniu certyfikatu z pomocą „skutecznej” firmy konsultingowej, następuje powrót do "status quo", z uciążliwymi i zawiłymi formularzami oraz z „jakościowym ożywieniem” tuż przed kolejnym audytem.

Przyjazne warunki i bezpieczeństwo pracy należą do kanonu spójnych celów i powszechnie uznawanych wartości. Identyfikacja potrzeb, a w ślad za tym wdrożenie ulepszeń technicznych lub organizacyjnych nie budzą wszak zastrzeżeń. Jednakże, poza zasobami inteligencji, wiedzy i doświadczenia, potrzebne są ku temu także sprzyjające

motywacje, a zaprezentowane na rys. 1. i 2. dychotomiczne ścieżki postępowania są karykaturalną ilustracją możliwych wyborów.

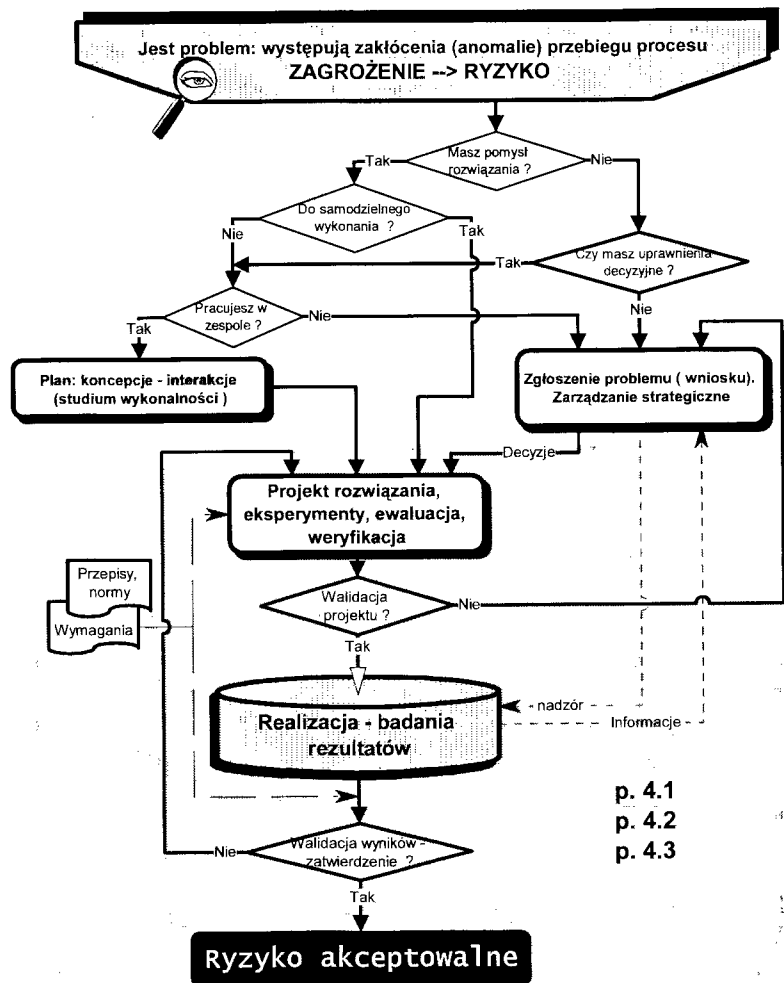


Rys. 1. Działania konformistyczne

Do odrzuceniu pokazanej na rys. 1, konformistycznej ścieżki postępowania, pomocne mogą być oczywiste motywy i wytyczne działań:

- Zakłócenie procesu produkcyjnego to także zagrożenie twojego bezpieczeństwa.
- Wzrost twojej wiedzy powoduje również większą świadomość błędów i niepewności trafnych decyzji.
- Staraj się, aby twój pomysł na sukces miał jak największą zawartość informacyjną przesłanek i faktów umożliwiających przewidywanie.
- Poddawaj twój projekt rozwiązania problemu pod ostrą krytykę i nie forsuj potwierdzenia słuszności, bo to prowadzi do falsyfikacji (Popper).
- Chętnie udzielaj pomocy i ją przyjmuj, bo to daje efekty synergii grupowej.

Świadomość pożytku wyphywającego z ww. motywacji prowadzi do zasadniczo odmiennego modelu postępowania, np. pokazanego na rys. 2.



Rys. 2. Rozwój w synektycznej formule działań

4. ZAGROŻENIA I REDUKCJA RYZYKA

4.1. Czynniki wpływające na cechy procesów zautomatyzowanych

W realizacji projektów innowacyjnych występują okoliczności zarówno sprzyjające jak i zagrażające osiągnięciu sukcesu, który jest więc wypadkową tych oddziaływań. Zagrożenia oraz z nich wynikające ryzyko mają różną naturę; mogą dotyczyć finansów, kooperacji, zasobów, konkurencji, promocji itp. Szczególnie ważną kategorią, często warunkującą wdrożenie rozwiązania innowacyjnego, są zagrożenia bezpieczeństwa funkcjonalnego w odniesieniu do danego procesu technologicznego i oczywiście poziom bezpieczeństwa pracy ludzi obsługujących ten proces. Wspólnym i ważnym problemem przedsiębiorstw przemysłowych jest więc eliminacja zagrożeń ergonomicznych i zapewnienie akceptowalnego poziomu ryzyka. Ergonomiczne wyposażenie tzw. „Zin-

tegowanych Systemów Wytwarzania” (ZSW) [ISO 11161] minimalizuje, ale nie eliminuje wszelkich zagrożeń. Przez odpowiednie ustalenie wskaźników jakości i algorytmów ich wyznaczania, a następnie przez kierunkowe audyty i działania ewaluacyjne można iteracyjnie doprowadzić do podwyższenia kategorii bezpieczeństwa procesu technologicznego. W takim ujęciu cechy ergonomiczne procesu stają się jego dodanymi atrybutami, jako przedmiot zarządzania, sterowania i ocen jakości. Do czynników wywołujących zakłócenia biegu procesu, a tym samym zagrożenia dla personelu należą:

- usterki i awarie (zawodność) komponentów systemu,
- oddziaływania zewnętrzne (np. zaburzenia mediów zasilania) i środowiskowe,
- nieoczekiwane sytuacje losowe, spowodowane wadliwą organizacją pracy i tzw. „czynnikiem ludzkim”.

Zdarzenia potencjalnie zagrożeniowe są w różnym stopniu zdeterminowane lub przypadkowe; mogą mieć charakter multiplikatywny „wspólnej przyczyny” lub addytywny. Pierwsza grupa czynników zagrożeniowych jest przedmiotem uwagi projektantów, konstruktorów i instalatorów ZSW, ale ich eliminacja leży poza zasięgiem prostej, bezpośredniej i kontrolowanej ingerencji użytkowników. Czynniki drugiej grupy wpływają na przebieg i bezpieczeństwo samego procesu, bądź tylko na jakość produktów wyjściowych, ale są też takie, które oddziałują koniunkcyjnie. Automatyzacja sprawia, że te zależności stają się coraz bardziej złożone, a często dopiero nieznaną koincydencją kilku czynników powoduje zagrożenie. Do wzmocnienia bezpieczeństwa prowadzą dodatkowe techniczne środki ochrony, a zaawansowane rozwiązania zawierają urządzenia monitorujące, sprzężone z automatyczną regulacją lub układy alarmowe, z ręczną reakcją personelu obsługi procesu. Do decyzji odnośnie celowości i rodzaju tych środków może być przydatna metoda oszacowania pokazana w p. 4.2. Nieoczekiwane zdarzenia losowe trzeciej grupy są trudne do identyfikacji i analizy. Audyt cech ergonomicznych w konkretnych relacjach „człowiek – maszyna”, w punktach krytycznych sekwencji procesu, ma tu szczególne uzasadnienie. Jego wyniki służą do podejmowania decyzji dotyczących zmian w organizacji pracy lub użycia środków ochrony osobistej. Do diagnostyki może być przydatna metoda pokazana w p. 4.3., poprzedzona identyfikacją zagrożeń ze względu na ich źródła i wagę, według przyjętych kryteriów kwalifikacyjnych. Oszacowania statystyczne zagrożeń w sekwencji procesu pokazują potencjalne możliwości jego doskonalenia. W działaniach weryfikacyjnych, korygujących i zapobiegawczych postępuje się zgodnie z udokumentowanymi procedurami, a ich wyniki są również dokumentowane (zapisy) i nadzorowane proceduralnie.

4.2. Badania wpływu czynników zewnętrznych

Granice zmienności i przedziały wartości czynników o charakterze ciągłym (np. temperatury, wilgotności, natężenia światła, napięcia i częstotliwości sieci elektrycznej, ciśnienia mediów zasilania, itp.) powinny być ustalone dla tzw. „najgorszych warunków pracy”. Celem jest, aby w czasie pracy były one utrzymywane (stabilizowane) w ściśle zadanych przedziałach, z odpowiednio wysokim poziomem ufności. Prowadzi to do określenia zbioru wartości progowych, których przekroczenie może spowodować dysfunkcje systemu, w postaci zdarzeń losowych: $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots$, występujących z prawdopodobieństwami $P(x_i)$. Do określenia tych nadmiarowo zaostrzonych wartości progowych oraz z nimi skojarzonych zdarzeń losowych, według ich wpływu na bezpieczeństwo procesu, cenne mogą być dane empiryczne z przebiegu analogicznych procesów oraz opinie ich operatorów. Pomoże to w takim zdefiniowaniu zdarzeń potencjalnie

zagrożeń, aby każde z nich miało tą samą wagę dla procesu, aby były one wzajemnie niezależne, a także aby ich losowy charakter nie zależał od wyboru przedziału czasu obserwacji. W analizach przyczynowo-skutkowych stosuje się: histogramy, diagramy Pareto, ETA [IEC 1025], FMEA [IEC 812] itp.

Przy tych uproszczeniach losowy charakter występowania zdarzeń zwiększających ryzyko zagrożeń można opisać stacjonarnym procesem stochastycznym Poissona:

$$P_n(t) = [(\lambda t)^n / n!] e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

w którym: λ_i - średnia częstość x_i - tego zdarzenia w odcinku czasu t , λ - intensywność (częstość) występowania dowolnego spośród ww. zdarzeń ($\lambda = \sum \lambda_i$), t - czas obserwacji (np. czas cyklu pracy ZSW), n - liczba ww. zdarzeń, które wystąpiły w czasie - t .

Jeżeli badania polegają na automatycznym monitorowaniu zdarzeń poprzez urządzenia rejestrujące, to ww. wartości można uznać za obiektywne i wiarygodne. Odpowiednio do poczynionych założeń prawdopodobieństwo bezpiecznej pracy w czasie o długości - t , w zadanych przedziałach zmienności wielkości wpływających:

$$Q(t) > e^{-\lambda t}, \quad (2)$$

zaś prawdopodobieństwo zagrożenia spowodowanego wyjściem poza te przedziały:

$$P(t) < (1 - e^{-\lambda t}) \quad (3)$$

Nierówności wynikają z faktu, że dopuszczalne wartości progowe są ustalone nadmiarowo, a zatem ww. zdarzenia nie są wprost źródłem zagrożeń. Wartości λ_i , wyznaczone w dostatecznie długim czasie obserwacji, mogą być także podstawą do przedsięwzięć optymalizujących warunki prowadzenia procesu. Interesującą może być również ocena dodatkowych korzyści wynikających ze skrócenia czasu operacji wytwórczych, wskutek automatyzacji. Miarą tego zysku jest prawdopodobieństwo zagrożenia spowodowanego sytuacją przeciwną, tj. wydłużeniem czasu pracy o Δt :

$$P_z(\Delta t) = Q(t) \cdot P(t + \Delta t) = e^{-\lambda t} \cdot (1 - e^{-\lambda(t + \Delta t)}) \quad (4)$$

Wrażliwość (podatność) ZSW na przypadkowe wpływy środowiska zależy więc od czasu t wykonywania operacji produkcyjnych i od średniej intensywności λ zdarzeń potencjalnie zagrożeniowych.

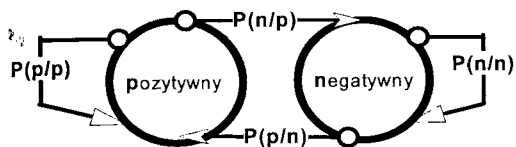
4.3. Ocena ryzyka i walidacja rozwiązania

W analizach ryzyka dotyczących systemów technicznych stosuje się metody i techniki badań niezawodności [IEC 60300-3-9] w powiązaniu z audytem ergonomicznym. Weryfikacja czynników zagrożeniowych w relacji „człowiek – maszyna” może np. obejmować obserwację sekwencji procesu technologicznego w **K** punktach kontrolnych, z diagnostyką **m** charakterystycznych jego cech, np. ergonomicznych. Te cechy wynikają z wymagań podanych w dedykowanych normach (PN, EN, ISO, IEC), w opisie funkcji bezpieczeństwa wyposażenia ZSW lub w planie jakości procesu. Mogą to być również właściwości formułowane heurystycznie „ad hoc” podczas obserwacji procesu. W szczególności przedmiotem weryfikacji mogą być zmierzone wielkości fizyczne w odniesieniu do wymaganych limitów, np. natężenie hałasu, odległość, zasięg ruchu itp. Mogą nimi być także stwierdzenia orzekające np.: „czy sygnał optyczny przekroczenia ciśnienia jest dobrze widoczny?”, czy kurtyna IR obejmuje pełny zasięg ruchu rąk operatora? itp. Cechy ergonomiczne procesu można więc wyrazić w formie listy pytań, z alternatywną odpowiedzią: TAK/NIE. W zgrubnym i sformalizowanym przybliżeniu takie badanie może polegać na ocenie zgodności zbioru właściwości (cech, atrybutów)

procesu: uzyskanych $\langle u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_m \rangle$ z założonymi $\langle z_1, z_2, \dots, z_i, \dots, z_m \rangle$. Pozytywną ocenę wynikową w odniesieniu do i -tego parametru procesu można np. przypisać sytuacji, gdy wszystkie (w liczbie K) cząstkowe oceny były pozytywne. Możliwe są jednak pomyłki i błędy, wynikające m.in. z niepewności użytych przyrządów lub subiektywnej percepcji audytora. Binarne (1/0) rezultaty R_i weryfikacji i -tego parametru można zapisać w formule różnicy symetrycznej:

$$R_i = Z_i \oplus U_i = (z_i \wedge \underline{u}_i) \vee (\underline{z}_i \wedge u_i), \text{ dla } i = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

Plan działań weryfikacyjnych operuje zrównoważoną sekwencją badań, zaś prawdziwe wyniki i poprawne oceny warunkują przebieg ewaluacji bezpieczeństwa. Wynik oceny zgodności każdej i -tej cechy procesu może być pozytywny lub negatywny, a w tej alternatywie ocena może być prawdziwa lub fałszywa (rys. 3). Może więc wystąpić jeden z czterech przypadków, każdy z określonym prawdopodobieństwem warunkowym.



Rys. 3. Dwustanowy model oceny zgodności

W tych warunkach: $G(i) = P(p/p) + P(n/n) \quad (6)$

jest prawdopodobieństwem „poprawnego” cząstkowego wyniku weryfikacji i -tej cechy w k -tym punkcie kontrolnym, natomiast:

$$B(i) = P(n/p) + P(p/n) \quad (7)$$

jest prawdopodobieństwem „błędnej” decyzji cząstkowej – jak wyżej. Oczywiście:

$$G(i) + B(i) = 1 \quad (8)$$

Jeżeli występuje symetria błędnych ocen weryfikacyjnych, tj. jeżeli:

$$P(n/p) = P(p/n) = p \quad (9)$$

to takie zdarzenia mogą być opisane rozkładem dwumianowym, z parametrem $p < 1$.

Wartość p można wyznaczyć metodą randomizowanego badania tzw. „ślepej próbki”.

Wiarygodność stosowanych metod i narzędzi oceny uprawnia do traktowania wszystkich weryfikacji w punktach kontrolnych $k = 1, \dots, k, \dots, K$, jako wzajemnie niezależnych. Zatem wystąpienie co najmniej jednego „błędnego” (False) rezultatu kontroli i -tej cechy badanego procesu w K punktach kontrolnych wyraża się prawdopodobieństwem:

$$F_i = \sum_{k=1}^K \binom{K}{k} p^k (1-p)^{K-k} \quad (10)$$

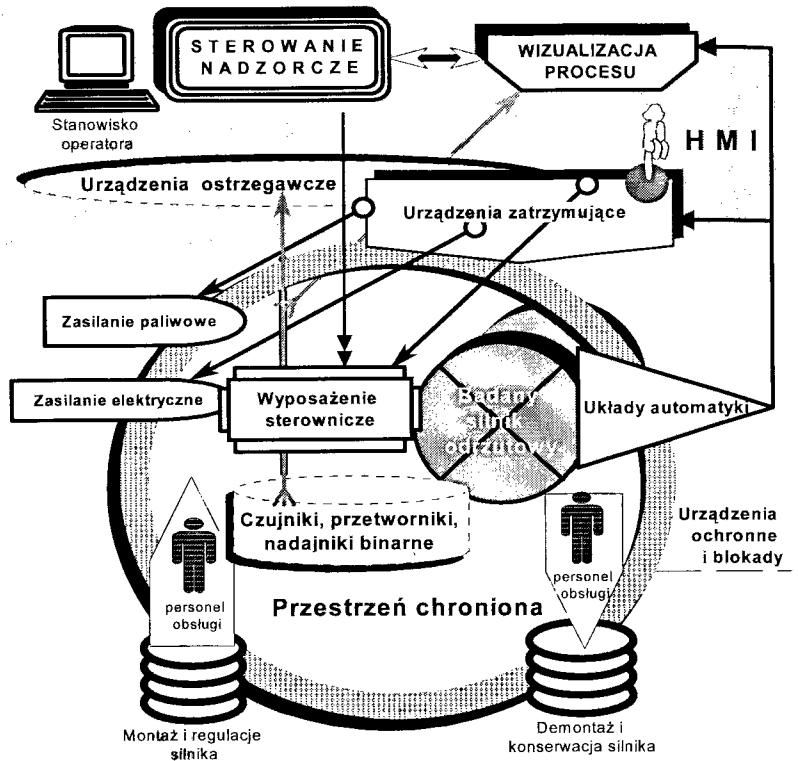
Natomiast prawdopodobieństwo bezbłędnej (True) kwalifikacji jest wyrażone:

$$T_i = (1 - p)^K \quad (11)$$

Wielkość T_i wyznaczona z odpowiednio licznego zbioru danych może być jednocześnie miarą poziomu ufności wyników audytu.

5. ZASTOSOWANIE PRZEMYSŁOWE (przykład)

Działania analityczne opisane w p. 4. zastosowano podczas realizacji w latach 2000 - 2001 systemu zdawczo – odbiorczej kontroli poremontowej silników odrzutowych. Na rys. 4. pokazano profil struktury stanowiska prób silników, z wyróżnieniem elementów biorących udział w interakcjach: *człowiek – maszyna* poprzez tzw. „interfejs HMI”.



Rys. 4. Profil zabezpieczeń stanowiska prób

System pomiarowy tego stanowiska prób od 2002 r. jest użytkowany w hamowni znakomitych zakładów lotniczych do monitorowania osiągnięć silnika, w pełnym zakresie jego obrotów i obciążeń, a także parametrów zasilania i otoczenia. W kolejnych etapach cyklu realizacji projektu – od koncepcji do wdrożenia aplikacji – przeprowadzono diagnostykę, analizy i audyty zagrożeń, z punktu widzenia wiarygodności wyników prób, a także bezpieczeństwa funkcjonalno - użytkowego. Przedmiotem analiz i badań, wykonywanych w celu oszacowania i redukcji ryzyka oraz walidacji rozwiązań konstrukcyjnych, były różne tryby pracy i kolejne fazy prób silnika, skorelowane z monitorowaniem właściwości procesu w punktach kontrolnych stanowiska. Dodatkowym rezultatem harmonijnych i synergicznych (rys. 2.) działań projektantów i użytkowników było także wdrożenie zasad deontologii i odpowiedzialności zawodowej, w pewnym sensie modelowych w tego rodzaju zakładzie przemysłowym. W rezultacie – w czasie już ponad czteroletniej eksploatacji systemu nie wystąpiły tam naruszenia uzyskanego poziomu integralności bezpieczeństwa – SIL [IEC 61511-3].

6. WNIOSKI

Innowacyjność w gospodarce, w różnych aspektach funkcji celu, głównie zależy od aktywności ludzi, zaangażowanych w procesach projektowania, produkcji, kontroli itd. Ciągłe doskonalenie kluczowych procesów technologicznych jest już uznawanym motywnym działań zarządców i pracowników przedsiębiorstw. Każda organizacja jest tylko na tyle dobra, na ile efektywne są jej procesy, zaś poziom efektywności to:

- cele organizacji adekwatne z potrzebami klientów,
- mierniki efektywności dopasowane do specyfiki tych procesów.

Poprawa jakości życia, wytyczona jako cel horyzontalny w NPR, ma głęboko humanistyczne źródła. W tym kontekście istotne są problemy niezawodności, ergonomii i bezpieczeństwa pracy, które występują na wielu poziomach zarządzania przedsiębiorstwem oraz dotyczą technologii, procedur pracy, logistyki, konserwacji itd.

Celowe jest traktowanie problemów rozwojowych jako spójnych z powszechnie uznanym systemem wartości (p.2.). Odpowiednie motywacje psychospołeczne oraz etyka zawodowa zarządu i pracowników przedsiębiorstwa mogą przynieść co najmniej równorzędne efekty w porównaniu do rutynowo stosowanych środków organizacyjnych i technicznych. Ważnym celem jest zapewnienie bezpieczeństwa w całym okresie tzw. „czasu życia” procesu. Niewątpliwie łatwiej jest to osiągnąć przy synektycznych nawykach działań (rys. 2.) oraz z równowagą między stymulowaniem konkurencji, a współpracą zespołów wewnątrz organizacji.

Do redukcji ryzyka związanego z modernizacją i wdrożeniem rozwiązań innowacyjnych prowadzą systematyczne weryfikacje (audyty) zgodności. Do tego mogą być pomocne omówione w p. 4.2 i p. 4.3. metody analitycznego zwymiarowania wpływu czynników i zdarzeń zagrożeniowych, jako komplementarne do innych, powszechnie stosowanych mechanizmów i narzędzi doskonalenia procesów.

Literatura

Normy źródłowe (ISO, IEC) wymienione w treści referatu, mają zharmonizowane (PN-ISO, PN-IEC) odpowiedniki krajowe: <http://www.pkn.pl/katalog> PN