

## INTEGRACJA INFORMATYCZNA OBRABIAREK I LUDZI W ŚRODOWISKU ZAKŁADU PRZEMYSŁOWEGO

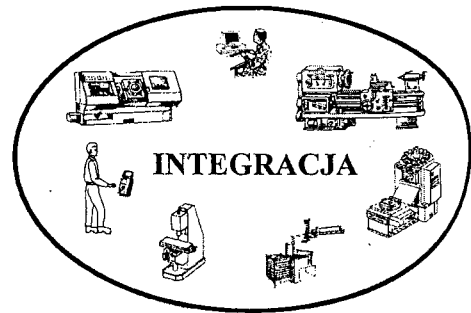
*W referacie przedstawiono zagadnienie integracji informatycznej maszyn i urządzeń o zróżnicowanej automatyzacji. Jako integralna część projektowanego systemu informatycznego potraktowani zostali pracownicy-operatorzy maszyn. Proponowane, specjalizowane terminale umożliwią swobodne uczestniczenie operatorów w wymianie informacji z systemem informatycznym zakładu. Pełna integracja informatyczna wszystkich urządzeń i ludzi biorących udział w procesie wytwarzania pozwoli na śledzenie i gromadzenie szczegółowych danych dotyczących realizowanej produkcji co zdaje się być właściwym kluczem do wzrostu elastyczności i wydajności wytwarzania.*

### MACHINE TOOLS AND HUMAN OPERATORS INFORMATICS INTEGRATION IN MANUFACTURING ENTERPRISE

*The paper presents the integrated approach to the information involved in the production process. The good information is a basic condition for making a well-informed decision. Traditional machine tools need human operators. All information data are „transferred” to the operator's brain and he makes an appropriate decision using his technical knowledge. There is proposal to design a portable operator's panel which will allow a human operator to become „an equal part” of an information system.*

#### 1. WSTĘP

Praktycznie, aż do czasów współczesnych, maszyny i urządzenia technologiczne stanowiły swoiste, samodzielne „wyspy automatyzacji” nie mające możliwości komunikowania się z innymi urządzeniami. Jedną z przyczyn takiego właśnie stanu rzeczy był fakt, iż historyczne metody zarządzania produkcją nie wymagały utrzymywania bezpośredniej łączności z każdą maszyną uczestniczącą w procesie wytwarzania. Oczywiście, także brak odpowiednich możliwości technicznych nie pozwalał na stworzenie odpowiednio wydajnego systemu przesyłania danych. Aktualnie wprowadzane nowe sposoby zarządzania produkcją wymagają posiadania sprawnego systemu transmisji informacji pomiędzy wszystkimi uczestnikami procesu technologicznego. Różnorodność wykorzystywanych w procesie

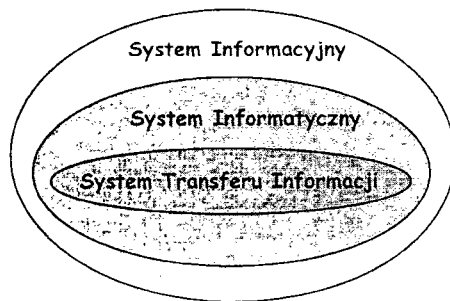


Rys. 1 Podmioty integracji informatycznej.

produkcji technik i urządzeń utrudnia stworzenie efektywnego i niezawodnego systemu komunikowania się obrabiarek i maszyn.

## 2. SYSTEM INFORMACYJNY

Dla klarowności dalszych rozważań uściślone zostaną pojęcia związane z wykorzystaniem nauk informatycznych w sterowaniu. System Informatyczny - jest to kombinacja różnych komponentów służąca do gromadzenia i analizowania informacji opisujących stan poszczególnych zasobów (*maszyn, magazynów, itp.*). Zgromadzone dane stają się dodatkowym zasobem. Istotną sprawą jest określenie jakie informacje podlegać będą przechowywaniu (*np. dane maszynowe, czasy pracy, zużycie energii, itp.*), oraz jaki jest cel ich przetwarzania (*np. weryfikacja stanu poszczególnych etapów produkcji, kontrola płynności realizacji zamówienia, energochłonność produkcji, itp.*).



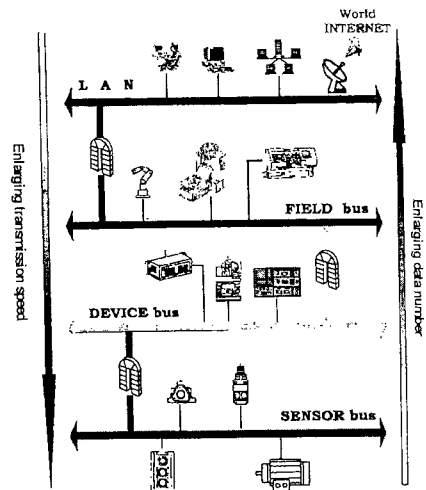
Rys. 2 System informacyjny.

Omówione pojęcie traktować należy bardziej w kategorii abstrakcyjnej - jako zagadnienie "filozofii" nie odnoszące się do technicznej strony realizacji. System Informatyczny - jest to określenie konkretnego sposobu gromadzenia danych o dostępnych zasobach, pozwalające na prowadzenie procesu zarządzania. Jest to pojęcie techniczne mówiące o stosowaniu narzędzi informatycznych (*zarówno sprzętowych [hardware] jak i programowych [software]*) w trakcie gromadzenia danych, ich przetwarzania, oraz oddziaływania na posiadane zasoby. W skład systemu informatycznego wchodzi wszystkie urządzenia i całe oprogramowanie biorące udział w trakcie realizacji zarządzania (*sterowanie traktuję jako formę zarządzania*). System transferu informacji - pojęcie to charakteryzuje nam fragment (*część składową*) systemu informatycznego odpowiedzialną za przesyłanie informacji. Jest to również określenie techniczne, w sposób jednoznaczny identyfikowane z fizyczną i logiczną implementacją czyli siecią komputerową oraz zastosowanym protokołem. Składa się z dwóch całkowicie zależnych od siebie elementów: sprzętu i oprogramowania. Tak rozumiany system transferu informacji pełni rolę usługową w systemie informatycznym. Jego zadanie sprowadza się jedynie do udostępnienia informacji (*łączy poszczególne fragmenty systemu informatycznego*). System transferu informacji nie jest przeznaczony do interpretacji przesyłanych danych. Odpowiada natomiast za weryfikację poprawności transmitowanych informacji.

## 3. STRUKTURA SYSTEMU TRANSFERU INFORMACJI

W celu zapewnienia komunikacji wewnątrz systemu sterowania a także dla osiągnięcia właściwej jakości i szybkości transmisji danych stosuje się specjalizowane sieci komputerowe. Na podstawie przeprowadzonych badań i analizy dostępnych rozwiązań wydaje się, że najczęściej spotykana we współczesnych zakładach przemysłowych struktura systemu transferu informacji to układ hierarchiczny. Wyróżnić w nim można pewne poziomy funkcjonalne. Występują trzy główne poziomy sieci miejscowych 1. czujnikowe (*ang. : sensor bus*) 2. sterownikowe (*ang. : device bus*) 3. systemowe (*ang. : field bus*) i jeden poziom sieci lokalnej (*ang. local bus*) zarządzającej. Odmienność poszczególnych poziomów polega na różnej wielkości podstawowej paczki transmitowanych danych, stosowanych

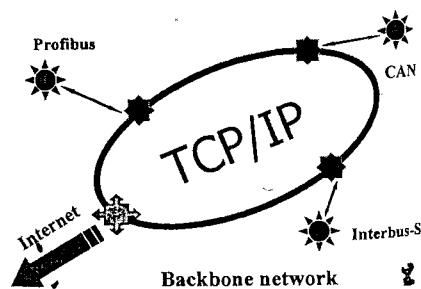
standardach połączeń elektrycznych, topologii sieci, innej szybkości przesyłania, odporności na zakłócenia i osiągniętej niezawodności a także przewidywalności przebiegu procesu komunikacji czyli determinizmu czasowego. Komunikacja pomiędzy urządzeniami umieszczonymi na zaprezentowanych powyżej poziomach odbywa się przy wykorzystaniu specjalnych układów dopasowujących nazywanych bramkami (*ang. gate*). Dokonują one tłumaczenia różnych, funkcjonujących w poszczególnych segmentach sieci protokołów i przeprowadzają dopasowanie (*elektryczne*) sygnałów. Przyjęcie takiego schematu organizacyjnego pozwala na swobodne przesyłanie informacji i nieskrępowany dostęp do zdarzeń generowanych w dowolnym segmencie sieci przy jednoczesnym zachowaniu całkowitej odrębności funkcjonalnej każdego segmentu. Przedstawione rozwiązanie ma jednak dwie dość istotne wady. Dostęp do niżej położonych segmentów sieci następuje poprzez odwoływanie się do segmentów nadrzędnych. W najgorszym przypadku powstaje sytuacja przesyłania danych poprzez cztery poziomy takiej struktury. Dodatkowym problemem, pojawiającym się w przypadku rozbudowy któregoś z segmentów (*dołączania dodatkowego urządzenia np. terminala*) jest konieczność stosowania dedykowanego urządzenia posiadającego zaimplementowane standardy pracy danej warstwy sieci. Wad tych jest



Rys. 3 Struktura systemu transferu informacji

Wszystkie segmenty sieci dołączone są bezpośrednio do głównej magistrali pełniącej rolę „zwornika” wszystkich informacji. Można mówić o stworzeniu z sieci miejscowych sieci lokalnej posługującej się jednym standardem wymiany sygnałów i jednym protokołem. Wart zaznaczenia jest fakt, iż w przypadku konieczności ewentualnej rozbudowy (*np. dołączenia dodatkowych segmentów sieci*) nie ma praktycznie żadnego ograniczenia. Jest więc to struktura skalowalna (*inaczej elastyczna strukturalnie*) zarówno w zakresie ilości jak i różnorodności stosowanych technik sieci miejscowych (*niższego poziomu*). Zarówno w jednym jak i drugim przypadku, poza wszelkimi dyskusjami pozostają cechy systemu transferu informacji, które bezpośrednio wpływają na bezpieczeństwo użytkowania oraz niezawodność systemu informatycznego:

- pewność dostarczenia wysłanych danych
- poprawność dostarczonych danych
- odpowiednia szybkość przesyłania danych (*w przypadku gdy mamy do czynienia z zadaniami krytycznymi czasowo*)



Rys. 4 Lokalna sieć „szkieletowa”

#### 4. INTEGRACJA INFORMATYCZNA

Bardzo istotnym zagadnieniem podnoszonym przez badaczy nowych systemów sterowania jest uzyskiwanie możliwie pełnego opisu wszystkich układów, urządzeń i czynników biorących udział (lub mających wpływ) na proces wytwarzania wyrobu. Podejmowane działania można przestawić jako idące w dwóch głównych kierunkach. Po pierwsze dąży się do zwiększenia dokładności i ilości uzyskiwanych informacji ze źródeł już wykorzystywanych, z drugiej strony zaś prowadzi się intensywne poszukiwania nowych źródeł pozwalających na zwiększenie "kompletności" opisu sterowanego procesu technologicznego. Jeśli rozpatrzmy maszyny i urządzenia wyposażone w komputerowe układy automatyki to sprawa wydaje się być niezbyt skomplikowana. Nieustanna ewolucja komputerowych układów sterowania (NC, PLC, itp.) wykorzystujących coraz bardziej wyrafinowane i wydajne algorytmy przetwarzania danych oraz interfejsy sieciowe, w pełni pozwala na zaspokojenie wymagań i potrzeb związanych ze współpracą z otwartymi układami sterowania produkcją. Niestety zakłady przemysłowe wyposażone jedynie w obrabiarki i urządzenia produkcyjne oparte o nowoczesne systemy automatyki są spotykane rzadko. W przypadku tradycyjnych obrabiarek i urządzeń metoda doposażenia ich w skomplikowane systemy sterowania lub systemy pomiarowo-wykonawcze często nie jest możliwa z powodu wysokich kosztów instalacji jak i poważnych trudności natury technicznej często uniemożliwiających wykonanie odpowiedniej rozbudowy lub adaptacji. Zadaniem integracji informatycznej jest stworzenie z istniejących urządzeń, maszyn i pracowników jednolitej i sprawnej struktury mogącej podołać wymaganiom stawianym przez nowoczesne systemy sterowania.

#### 5. CZŁOWIEK A URZĄDZENIA AUTOMATYKI

Aktualnie coraz więcej uczonych zajmujących się komputerowym wspomaganie wytwarzania (ang. CIM - Computer Integrated Manufacturing) zwraca istotną uwagę na "czynnik ludzki" (ang. human factor) w procesie wytwarzania. Zauważa się, iż "totalna automatyzacja" (czyt. fabryki bez ludzi) w produkcji jest praktycznie niemożliwa z powodów bardzo znacznych kosztów nowoczesnej automatyki, jej zawodności, problemów rekonfiguracji tych elementów w przypadku zmiany profilu produkcji a także uwarunkowań społecznych i prawnych związanych z rynkiem pracy.

Jednocześnie daje się zauważyć znaczne docenianie roli operatora jako bardzo efektywnego źródła danych z jednej strony oraz elastycznego i inteligentnego wykonawcy poleceń i czynności z drugiej. Jest więc sprawą niezwykle istotną właściwe wyposażenie operatora w urządzenia i metody wspomagające jego pełne uczestnictwo w systemie informatycznym przedsiębiorstwa. Podkreślić jednak należy rozbieżność w cechach i sposobie działania istniejącą pomiędzy ludźmi a systemami komputerowymi. Przy tak dużych różnicach istnieje niestety spore prawdopodobieństwo porażki lecz z drugiej strony jest to niewątpliwie kusząca perspektywa. Precyzja i niezawodność działania systemu informatycznego połączona z reprezentowaną przez ludzi fantazją, śmiałością twórczą i spontanicznością pozwala żywić nadzieję na osiągnięcie wyjątkowo korzystnych parametrów takiego systemu sterowania.

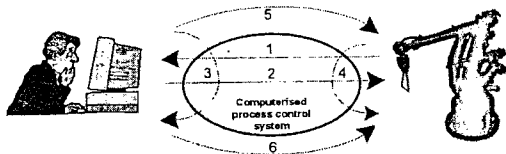
Oto krótka charakterystyka człowieka z punktu widzenia systemu informatycznego ze szczególnym uwzględnieniem sposobu dopasowania strony informatycznej systemu do sposobu funkcjonowania i reakcji człowieka [Wyns, 99].

Człowiek / Operator	Funkcja Systemu Sterowania
Łatwe rozpraszanie się i "gubienie celu" podejmowanych działań przy wzroście liczby obserwowanych danych, parametrów, itp.	Odpowiednie filtrowanie dostarczanych danych, wskazywanie trendów i tendencji zmian w przesyłanych danych
Niewielka szybkość "odbioru" danych związana z metodą pracy zmysłów człowieka – zauważyć, odczytać – zinterpretować – zrozumieć	Stosowanie do przesyłania danych optymalizowanych interfejsów pod względem możliwości percepcyjnych człowieka
Popełnianie błędów (np. <i>złe wprowadzone dane</i> ), zapominanie o istotnych czynnościach, itp.	Sprawdzanie poprawności danych, kontrolowanie następstwa czynności, itp.
Niezbyt szybki czas reakcji na nagłe i niespodziewane zdarzenia	w miarę możliwości przewidywanie zdarzeń i intencji operatora
Łatwe obniżenie poziomu koncentracji w przypadku monotonnych i "zmechanizowanych" czynności	Umożliwianie podejmowania decyzji przez operatora w trakcie realizowanych działań

## 6. CZŁOWIEK A SYSTEM STEROWANIA

Według [Stahre, 95] w trakcie współdziałania człowieka z systemem sterowania (przy wykorzystaniu systemu informatycznego) zachodzi sześć różnych przypadków, które ilustruje rysunek nr 5.

1. człowiek steruje procesem za pośrednictwem systemu informatycznego
2. człowiek otrzymuje informacje o stanie procesu za pośrednictwem systemu informatycznego
3. człowiek zadaje pytania i otrzymuje odpowiedzi bezpośrednio z systemu informatycznego
4. proces zadaje pytania i otrzymuje odpowiedzi bezpośrednio z systemu informatycznego
5. człowiek bezpośrednio (*bez pośrednictwa systemu informatycznego*) ingeruje w proces
6. człowiek uzyskuje informacje o stanie procesu bezpośrednio (*bez pośrednictwa systemu informatycznego*)



Rys. 5 Interakcja człowieka z systemem informatycznym.

W przedstawionym schemacie należy zwrócić szczególną uwagę na dwie ostatnie pozycje. Oddziaływanie człowieka na proces odbywa się z pominięciem systemu informatycznego czyli poza kontrolą systemu sterowania. Jest to sytuacja dość niebezpieczna jednak możliwa. Przed projektantami systemów sterowania stoi więc trudne zadanie sprostania i takim warunkom.

Można określić zasadniczo trzy kategorie (*funkcje*) spełniane przez człowieka w procesie wytwarzania produktu. **Pracownik** (*Użytkownik, wykonawca*) - w tym przypadku operator traktowany jest przez system jako "urządzenie" wyposażone w specjalizowane interfejsy (np. *zdolności manualne, itp.*) pozwalające na wykonywanie określonych zadań. Komunikacja pomiędzy operatorem a systemem sterowania ogranicza się właściwie do przesyłania do człowieka prostych komend związanych z realizowanymi czynnościami i potwierdzania ich wykonania jako informacji zwrotnej do systemu. Zbyt skomplikowany sposób komunikowania się pracownika z systemem sterowania może wydatnie obniżyć wydajność pracy człowieka. **Nadzorca** (*Kontroler, Administrator*) - operator zajmuje się nadzorowaniem wykonania operacji lub czynności technologicznych. Wpływa na niektóre parametry nadzorowanego procesu, kontroluje poprawność wykonywanych czynności, akceptuje bądź wstrzymuje działanie ludzi lub maszyn pozostających pod jego kontrolą, zapobiega

występowaniu zakłóceń i usuwa skutki zakłóceń. Uczestniczy także w przygotowywaniu list czynności (*harmonogramów*) dla zarządzanych przez siebie zasobów ludzkich i maszynowych. Wsparcie administratora ze strony systemu sterowania powinno umożliwiać swobodne manipulowanie danymi i informacjami. Konieczny jest też wydajny dostęp do wszelkich baz danych i dostępnych banków informacji. Na tym stanowisku urządzenia komunikacji (*panele, komputery, terminale, itp.*) stanowią główne narzędzie pracy człowieka. **Projektant (Ekspert)** – Ta rola jest także, choć pośrednio, związana z procesem technologicznym. Odnosi się ona do działań podejmowanych w związku z konfigurowaniem procesu wytwarzania. Instalacji nowych zasobów, reorganizacji istniejących, tworzenia zależności pomiędzy zasobami, optymalizacją wytwarzania z punktu widzenia określonych wskaźników jakości, itp. Zastosowane narzędzia powinny pozwalać nie tylko na analizę logicznej struktury systemu sterowania ale także na pełną kontrolę i monitorowanie fizycznego stanu systemu. Osoby wykonujące zadania projektanta powinny dysponować również rozległą wiedzą z zakresu informatyki i technik sieciowych.

## 7. PRACOWNIK-OPERATOR MASZYN

Rozważmy działania podejmowane przez szeregowego pracownika (*operatora maszyny technologicznej*) na swoim stanowisku pracy. Wyodrębnić (*sklasyfikować*) można trzy następujące grupy działań:

- główne czyli mające bezpośredni wpływ na wykonywany przedmiot (*np. zmiana kształtu lub zmiana funkcjonalności przedmiotu obrabianego poprzez montaż dodatkowych elementów składowych*)
- uzupełniające czyli konieczne dla właściwej realizacji działań głównych (*np. ustawianie narzędzi, montaż uchwytów, wykonywanie pomiarów kontrolnych, odbiór półfabrykatów, itp.*)
- inne czyli nie związane z bezpośrednio wykonywaną pracą ale mające istotny wpływ na jakość i wydajność (*np. przekazywanie informacji o awariach lub usuwanie powstałych awarii, kontrola ilości wykonanych detali, poszukiwanie istotnych danych lub parametrów maszynowych, itp.*)

Przedstawione powyżej działania pracownika mają na celu wykonanie wyrobu zgodnie z przyjętymi normami i zasadami sztuki. W tradycyjnych zakładach przemysłowych robotnik wykonujący daną pracę (*np. operator tokarki, kierowca wózka widłowego itp.*) jest zazwyczaj osamotniony w trakcie realizowania swoich zadań. Pojęcie samotności, w tym zagadnieniu oczywiście, należy rozumieć jako brak ściślejszego powiązania pomiędzy pracownikiem a strukturami sterowania systemem produkcji. Można określić dwa przypadki standardowego kontaktu pomiędzy człowiekiem a systemem sterowania. Zwyczajowo operator maszyny otrzymuje od swojego przełożonego (*brygadzista, kierownik działu*) zestaw rysunków precyzujących jaki detal ma wykonać, a po zakończeniu obróbki przekazuje gotowe już wyroby np. do magazynu. W takim właśnie tradycyjnym układzie system sterowania jest w stanie „uchwycić” jedynie dwa opisane poprzednio momenty. Wygodnie jest przyjąć ich nazwę jako stany pracownika. Wszystko co dzieje się pomiędzy tymi dwoma wydarzeniami pozostaje poza „wiedzą” i kontrolą systemu sterowania. Jeśli wystąpi sytuacja awaryjna szybkie określenie jej przyczyny jest w takim przypadku utrudnione. We współczesnym zakładzie przemysłowym niedopuszczalna jest sytuacja przeprowadzania szczegółowych analiz dopiero po wystąpieniu tak niekorzystnego zjawiska. Koszty takiego postępowania mogą być zbyt duże lub wręcz decydować o opłacalności całego zamówienia.

Aby przeciwdziałać takim sytuacjom koniecznym wydaje się wyposażenie pracownika w urządzenia pozwalające na jego stały kontakt z systemem sterowania. Urządzeniem takim może być np. osobisty terminal operatora.

Warto zwrócić szczególną uwagę na fakt, iż jeśli celem implementacji takiego terminalu ma być realne "włączenie" poszczególnych pracowników w strukturę informatyczną zakładu to niestety trzeba najpierw przygotować odpowiedni system sterowania. System sterowania produkcją (również oprogramowanie) musi być gotowy na pozyskiwanie wiadomości i informacji od pracowników posiadających nowe panele, a także powinien potrafić wysłać do swoich "respondentów" odpowiednie komunikaty. Bez przygotowania właściwego systemu sterowania produkcją nie ma mowy o rzeczywistym integrowaniu pracowników ze strukturą informatyczną. Same panele, pulpity lub terminale nie rozwiązują jeszcze problemu.

## 8. PANEL OBRABIARKI

Panele stanowią zawsze część składową maszyny albo obrabiarki posiadającej możliwość pracy automatycznej lub wyposażonej w układy automatyki. Panelem nazywamy całość dostępnych dla operatora urządzeń pozwalających na bezpośredni kontakt z obrabiarką, sterownikiem, itp. W skład panelu wchodzi monitor lub ekran, na którym pojawiają się informacje i komunikaty przeznaczone dla operatora. W starszych modelach spotkać można tablice synoptyczne (*zestaw kolorowych lampek sygnalizujących stan poszczególnych elementów maszyn*). Drugim elementem składowym panelu obrabiarki jest pulpit z umiejscowionymi na nim wszelkiego typu elementami i aparatami umożliwiającymi wydawanie komend i poleceń obrabiarce. W niektórych współczesnych konstrukcjach paneli wykorzystuje się ekrany dotykowe. W takim przypadku funkcje monitora i pulpitu są realizowane przez to samo urządzenie.

Dotychczasowe panele obrabiarek służyły do trzech celów:

1. uruchamianie lub zatrzymywanie pracy maszyny – funkcje podstawowe
2. informowanie człowieka o aktualnym stanie maszyny - czyli funkcje informacyjne
3. ustawianie i wpisywanie sposobu pracy urządzenia - czyli funkcje ustawcze

Należy podkreślić, że podane powyżej funkcje paneli mają zawsze charakter lokalny i odnoszą się jedynie do konkretnej maszyny. Są to więc urządzenia specjalizowane i przystosowane do spełniania ściśle określonych zadań. Również sposób zamocowania a właściwie przytwierdzenia do korpusu maszyny, umożliwia operatorowi swobodny dostęp z praktycznie dowolnej pozycji. Brak więc możliwości aby za ich pomocą umożliwić stały kontakt operatorowi z systemem sterowania produkcją.

## 9. TERMINAL OPERATORA

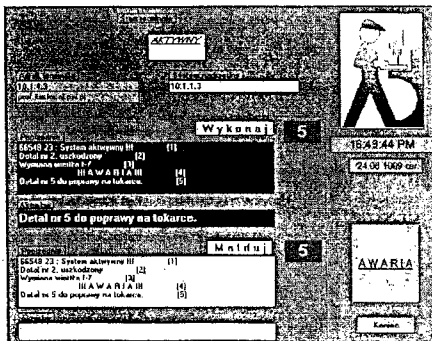
Celem autora jest zmiana, przy pomocy specjalizowanego terminalu, dotychczasowej relacji człowiek/operator - układ sterowania produkcją.

Wydaje się, iż przy wykorzystaniu terminala, możliwe będzie pełne uczestnictwo człowieka w systemie sterowania:

- jako wykonawca poleceń i instrukcji dostarczanych przez układ sterowania
- jako źródło szczegółowych, często unikalnych informacji dla systemu sterowania (*człowiek jest wyposażony w szereg zmysłów, które mogą spełniać rolę czujników. Zamiast instalować kosztowne czujniki można, w niektórych przypadkach*

wykorzystać zdolności człowieka, wyposażając go w urządzenie pozwalające na raportowanie zauważonych anomalii w działaniu maszyny)

Pracownik uzyska również możliwość przesyłania do układu sterowania (skąd otrzymuje instrukcje) swoich komentarzy i uwag. W ten sposób system sterowania produkcją może weryfikować dane generowane przez programy wspomagające projektowanie procesu technologicznego. Także, co wydaje się być najcenniejsze, dokumentuje się w ten sposób doświadczenia (często niezwykle kosztowne) związane z procesem wytwarzania - własna baza może być zaczątkiem systemu eksperckiego.



Rys. 6 Software'owy terminal operatora

Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwe będzie realizowanie przez system sterowania produkcją zadań takich jak:

- wspomaganie zarządzania zamówieniami
- szczegółowe monitorowanie stanu realizacji zamówienia
- wykrywanie i usuwanie „wąskich gardeł” w procesie produkcyjnym
- kontrolowanie przepływu narzędzi i przedmiotów obrabianych
- monitorowanie stanu maszyn
- wspieranie działań naprawczych i konserwacyjnych obrabiarek
- podpowiedzi i sugestie dla operatora
- przekazywanie listingów i check-list
- śledzenie wykonywania poleceń
- "uprzedzanie" ewentualnych awarii
- sygnalizacja awarii
- dostarczanie danych
- dostarczanie informacji o narzędziach
- przesyłanie rysunków i schematów
- ustawianie parametrów
- raportowanie kosztów i nakładów
- uruchamianie maszyn
- bieżące raportowanie
- analiza jakości produkcji

Możliwości wsparcia działań człowieka przez terminal operatora są uzależnione od środowiska, w którym wykonuje on swoją pracę. W tabeli zamieszczono propozycje dla operatora konwencjonalnej obrabiarki.

Działanie operatora	Funkcja realizowana przez terminal
Rozpoczęcie lub zakończenie pracy	Sygnał do układu sterowania
Etapy wykonywania zlecenia	Sygnał do układu sterowania
Wgląd do kart instrukcyjnych z opisem	Udostępnienie z centralnej bazy danych



poszczególnych operacji, zgodnie z procesem technologicznym	żądanych kart instrukcyjnych (w formie graficznej)
Ustawianie parametrów obróbki	Udostępnienie potrzebnych danych
Okresowe czynności konserwacyjne	Przypomnienie i „check lista” poszczególnych czynności
Zauważone nieprawidłowości w funkcjonowaniu maszyny	Sygnał do układu sterowania
Szacowanie poziomu realizacji zadań bieżących	Wyświetlanie <i>on-line</i> stopnia zaawansowania bieżących zadań
Planowanie przerw urlopowych	Udostępnienie odpowiednich formularzy z działu kadr

Jako główny cel opracowywanego terminalu postawiono sobie jego funkcjonalność przy wspomaganiu pracy operatora. Nie chodzi o tworzenie przy pomocy opracowywanego panelu elementów świata wirtualnego (*ang. virtual reality - VR*) powodującego odseparowanie człowieka od rzeczywistości, w której przebywa. Wydaje się, iż znacznie bliższe prawdy jest przyjęcie sformułowania o tworzeniu rzeczywistości rozszerzonej (*ang. augmented reality - AR*), w której świat realny, analizowany poprzez zmysły człowieka, jest wspomagany dodatkowymi danymi przesyłanymi przy wykorzystaniu osobistego panelu. Oczywiście taka sytuacja zachodzi jedynie w przypadku gdy terminal operatora jest wyposażony w odpowiednie środki techniczne (*patrz rys. 7*) umożliwiające transmisję dźwięku, obrazu, grafiki, itp. Przy jego wykorzystaniu możliwe jest prezentowanie graficznych symulacji ułatwiających przeprowadzenie np. lokalizacji wadliwego elementu w elektrycznej szafie sterowniczej. Taki terminal może być znakomitym wsparciem np. w trakcie prac serwisowych. Na rysunku 6 przedstawiono „zrzut” ekranu programowego terminala operatora opracowanego w ITM PW.

Wymagania stawiane urządzeniom wykorzystywanym jako terminal operatora można scharakteryzować jako:

- łatwy do obsługi,
- proste do integracji z istniejącą siecią zakładu
- odporny na zakłócenia elektromagnetyczne i zanieczyszczenia,
- odporny na uszkodzenia mechaniczne,
- prosta rekonfiguracja oprogramowania terminala

Ze względu na przewidywane funkcje spełniane przez terminal operatora wydaje się być korzystnym umieszczenie go w czwartej warstwie systemu informatycznego zakładu. W zasadzie brak krytycznych wymagań czasowych (*sytuacje awaryjne wymagają szybkiej interwencji lecz i tak czas reakcji człowieka-operatora jest dłuższy niż czas przesłania komunikatu o wystąpieniu sytuacji awaryjnej*) dotyczących szybkości transmisji informacji i konieczność dostępu do baz danych pozwala na zastosowanie powszechnie dostępnych urządzeń wykorzystywanych w sieciach komputerowych tej warstwy. Dająca się zauważyć w ostatnich latach zdecydowana ekspansja sieci opartej o standard Ethernet (*stosowanie tej sieci nawet do sterowania procesami krytycznymi czasowo*) jak również fakt, iż jest to standard światowej sieci Internet dodatkowo predestynuje ją do wykorzystania w proponowanym rozwiązaniu. Dodatkowym atutem jest powszechnie zaobserwowana tendencja tworzenia wewnętrznych sieci zakładowych (*Intranet*) właśnie w oparciu o standard Ethernet i protokół TCP/IP. Proponowany jest także podział terminali operatora na dwa typy: stacjonarny i mobilny. Terminal mobilny, będący zawsze w zasięgu ręki pracownika, służy do utrzymania ciągłej z



Rys. 7 Terminal.

nim łączności i przekazywania jedynie najważniejszych poleceń i komunikatów. Stanowiłyby on element osobistego wyposażenia pracownika. System stacjonarny natomiast, umożliwiałby pełny dostęp do struktury informatycznej przedsiębiorstwa. Rozsądnym wydaje się być korzystanie z terminala stacjonarnego przez kilku lub kilkunastu operatorów. Miejsce zainstalowania terminala stacjonarnego musi zapewniać łatwy dostęp wszystkim zainteresowanym pracownikom. Aby przybliżyć to zagadnienie można posłużyć się analogią do telefonów komórkowych i krótkich wiadomości tekstowych (ang. SMS) oraz terminali informacyjnych zainstalowanych w portach lotniczych lub dworcach kolejowych.

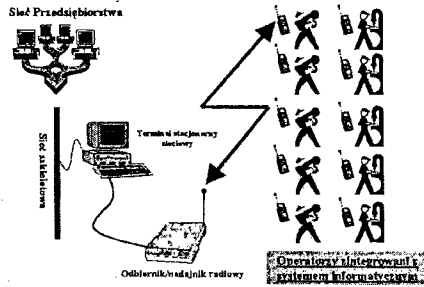
## 10. ZAKOŃCZENIE

Wyposażenie pracowników w odpowiednie techniczne możliwości umożliwi zupełnie nowe wykorzystanie ich wiedzy i doświadczenia a także inteligencji. Uaktywni ich, pozwalając na czynne uczestnictwo w procesie sterowania produkcją np. w trakcie samodzielnego podejmowaniu niektórych decyzji (oczywiście, jedynie w ściśle określonym obszarze). Takim obszarem pozostawionym do swobodnej i nieskrępowanej oceny przez pracowników-operatorów może być np. problematyka rozwiązywania codziennych drobnych problemów związanych z utrzymaniem bieżącej produkcji. Powszechnie stosowanie proponowanych osobistych terminali pozwoli na dokładne, precyzyjne i wyczerpujące informowanie pracowników o podejmowanych działaniach. Odpowiednie gromadzenie szczegółowej wiedzy związanej z pracami i działaniami pracowników może być także zaczątkiem systemu eksperckiego opierającego się o realną wiedzę powstałą w trakcie realizacji produkcji. Podkreślić należy, iż „... pracownik dobrze poinformowany to zwiększona motywacja do pracy i kompetencja, większa elastyczność w podejmowaniu decyzji a także aktywizacja operatora jako źródła danych dla systemu eksperckiego ...” [Mikler, 98]

Wydaje się, iż zaproponowana metoda, w przypadku jej implementacji w realne warunki produkcyjne może być pomocna przy unowocześnianiu sposobów sterowania i zarządzania wytwarzaniem. Ważkim jest także aspekt finansowy proponowanych zmian. Otóż ewentualne wprowadzenie opisywanych propozycji nie pociągnie za sobą kosztownych inwestycji w maszyny lub urządzenia produkcyjne (wykorzystanie posiadanego parku maszynowego) Uzyskane efekty mogą znacznie zredukować ponoszone koszty produkcji a co za tym idzie zwiększyć konkurencyjność polskich produktów na podlegającym globalizacji światowym rynku.

## LITERATURA

- [Wyns, 99] Wyns J. 'Reference architecture for holonic manufacturing systems – the key to support evolution and reconfiguration', rozprawa doktorska, KU w Leuven, Belgia 1999
- [Stahre, 95] Stahre J. „Towards human supervisory control in advanced manufacturing systems”, rozprawa doktorska, Chalmers University of Technology, Göteborg 1995.
- [Mikler, 98] Mikler J. hadeby H., Kjellberg A., Sohlenius G. „Towards Profitable Persistent Manufacturing Human Factors in Overcoming Disturbance in Production Systems”, Proceedings of the CIRP V International Conference on Monitoring and Automatic Supervision in Manufacturing - AC'98, Miedzeszyn, August 28-29, 1995, str 5-15.



Rys 8. Integracja informatyczna operatorów.