

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW

MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

OŚRODEK ROBOTÓW PRZEMYSŁOWYCH

OAR

Główny wykonawca doc. dr inż. Ryszard Sawwa

Wykonawcy mgr inż. Jerzy Grześlak, mgr inż. Stefan Świder,
mgr inż. Eugeniusz Łukasik

Konsultant prof. dr inż. Stanisław Dwojak

Nr zlecenia K-16

„Robotyzacja 6 pras średnich 300 T”.
Zadanie 1.

„Opracowanie założeń dla systemu kontroli, nadzoru i przetwarzania danych produkcyjnych w czasie rzeczywistym dla tłoczni z uwzględnieniem podstawowych wymagań CIM i MAP/TOP oraz z uwzględnieniem wyników badań eksploatacyjnych zrobotyzowanej linii pras”.

Zleceńodawca KBN

Pracę rozpoczęto dnia 30.06.1991

Główny Wykonawca

zakończono dnia 30.11.91

Kierownik Ośrodka

Z-ca Dyrektora d/s
Badawczo-Rozwojowych

doc dr inż. R. Sawwa

mgr inż. L. Przybylski

dr inż. J. Jabłkowski

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 28

Egz. 1 OAR

rysunków 7

Egz. 2 BOINTE

fotografii

Egz. 3 FSM-2 Tychy

tabel 6

Egz. 4 FSM-2 Tychy

tablic

Egz. 5 WS - Chorzów

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 6765

4

Analiza deskryptorowa

CIM + MAP/TOP + ROBOTYZACJA

Analiza dokumentacyjna

Przedstawiono założenia dla systemu CIM dla tłoczni w FSM-2 Tychy uwzględniając wyniki badań eksploatacyjnych zrobotyzowanej linii 6 pras średnich 300 T, Nr 22 w FSM-2.

Tytuły poprzednich sprawozdań

UKD

MAP-252/83-6000

Spis Treści

	Str.
1. Wstęp	1
2. Zastosowania zautomatyzowanych systemów w przemyśle motoryzacyjnym	5
3. Metodyka oceny eksploatacyjnej zautomatyzowanych/zrobotyzowanych systemów ...	11
4. Badania eksploatacyjne linii nr 22 pras średnich 300 T w FSM-2 Tychy	15
5. Założenia na system CIM dla Tłoczni w FSM-2 Tychy	19
6. Skróty	28
7. Rysunki i tablice.	
8. <u>Literatura</u>	

1. WSTĘP

Ważnym ogniwem produkcyjnym w wytwarzaniu samochodów jest wydział tłoczni. Tłoczenie blach karoseryjnych oraz innych elementów samochodów stanowi wielooperacyjny proces technologiczny. W procesie tym, wyrób końcowy otrzymuje się poprzez wykonanie w odpowiedniej kolejności szeregu operacji tłoczenia na odpowiednich prasach. Prasy średnie i ciężkie z reguły pogrupowane są w linie np. 6 i 10 pras.

Zmiana asortymentu produkowanego na danej linii związana jest z czasochłonną operacją wymiany narzędzi-tłoczników, tzw. przezbrojeniem.

Na rys.1, [1] pokazana jest w uproszczeniu typowa struktura wydziału tłoczni ze wskazaniem przepływu strumieni materiałów i narzędzi pomiędzy oddziałami wydziału tłoczni.

Materiały hutnicze, w postaci arkuszy lub kręgów taśmy blach dostarczane są do magazynu blach i taśm. Z magazynu są one sukcesywnie przekazywane do krajalni lub bezpośrednio na tłocznię. W magazynie tłoczników przechowuje się narzędzia nie używane w danej chwili.

Podczas procesu tłoczenia narzędzia ulegają zużyciu się oraz uszkodzeniom. W oddziale regeneracji tłoczników tłoczniki są naprawiane i regenerowane.

W tłoczni fabryki samochodów, z reguły wyodrębnia się, ze względu na tonaż pras - tłocznię lekką, średnią i ciężką. Linie pras odpowiedniego tonażu są zwykle pogrupowane.

Na rys.2 pokazany jest schemat tłoczni FSM-2 Tychy.

Tonaż pras w liniach opisany jest liczbowo i wyraża siłę nacisku pras w tonach. W Tablicy 1 podany jest stan maszyn na tłoczni FSM-Tychy, a w Tablicy 2 ujęte są podstawowe wskaźniki tej tłoczni liczone dla samochodu 126p FL i Bis.

Wyposażenie wydziału tłoczni - maszyny i narzędzia stanowią znaczny udział kosztów fabryki samochodów. Z tego względu istotne jest jak najefektywniejsze wykorzystanie potencjału produkcyjnego tłoczni.

Produkcja tłoczni jest z reguły wieloasortymentowa. W danej chwili na tłoczni jest możliwa jednoczesna produkcja tylko niewielkiego podzbioru asortymentu części. Z tego względu sterownie produkcję /planowanie, harmonogramowanie i nadzór/ przy kryterium efektywności i wykonania zadanych planów produkcyjnych,

nie jest zadaniem banalnym, a wręcz przeciwnie, bardzo złożonym i wymaga stosowania nowoczesnych środków informatyki przemysłowej. Sterownie procesem tłoczenia polega m.in. na:

- przydziale zadań dla linii pras i poszczególnych pras lub/i przydziale zadań dla linii pras podzielonych na części,
- wyznaczaniu długości serii i uszeregowaniu zadań przy spełnieniu ograniczeń wynikających z technologii i organizacji procesu tłoczenia,
- wyznaczanie harmonogramów dla obiektów współpracujących z tłocznią. Jest to wyznaczanie terminów realizacji zadań, których wykonanie umożliwia produkcję na tłoczni, zgodnie z harmonogramem tłoczenia.

Do realizacji w/w zadań niezbędna jest znajomość danych:

- normatywnych, jak struktura urządzeniowa, modele technologii,
- planistycznych, w zakresie produkcji wytłoczek, remontów itd.,
- ewidencyjnych dotyczących procesu, zapasów, półwyrobów, produkcji w toku, zabezpieczenia materiałowego, ludzkiego, zajętości maszyn.

Nadzór /monitorowanie, sygnalizacja itp./ wykrywa zakłócenia toku produkcji. Zakłócenia poważne powodują konieczność zmiany sterowania, t.j. wywołują konieczność dodatkowego cyklicznego harmonogramowania produkcji.

Naturalnie podobne zadanie sterowania można i należy rozwiązywać także dla oddziału krajalni. [1] .

Burzliwy rozwój systemów informatycznych, w tym przemysłowych, umożliwia w coraz większym stopniu rozwiązywanie skomplikowanych zadań produkcyjnych. Automatyzacja/robotyzacja pras i linii pras jednocześnie powoduje wzrost jakości i ilości produkcji.

Automatyzacja produkcyjnych procesów technologicznych i zadań z zakresu sterowania produkcją prowadzi do realizacji zautomatyzowanych/zrobotyzowanych gniazd, linii produkcyjnych, elastycznych systemów produkcyjnych; zautomatyzowanych elastycznych „wysp” produkcyjnych, do komputerowo zintegrowanych systemów wytwarzania CIM /Computer Integrated Manufacture/, CIE /Computer Integrated Enterprise/, czy IMS /Intelligent Manufacturing Systems/, CAI /Computer Aided Industry/.

W/w systemy znajdują się w stanie burzliwego rozwoju na świecie w zakresie sprzętu, oprogramowania i zastosowań, od początku lat 80-tych. Przewidywany jest dalszy rozwój takich systemów, prowadzący do fabryk przyszłości.

Na rys.3 [2] pokazane są jakościowe zmiany i przewidywania na rynku automatyzacji w fabrykach.

W [3] - „A perspective on Manufacture” -1988 r, autor / National Science Foundation USA / uzasadniając konieczność zintensyfikowania wysiłków USA w zakresie unowocześniania wytwarzania m.in. pisze:

- „Celem badań w zakresie wytwarzania powinno być obniżenie strat i kosztów produkcyjnych. Można to osiągnąć poprzez efektywne zastosowanie technologii zintegrowanych komputerowo, lepszych technik projektowania, lepszych materiałów, doskonalszych technik automatyzacji i nowych innowacyjnych technik obróbki materiałów”.
- „Łatwo jest docenić wagę marketingu w próbach osiągnięcia większego udziału na rynku. Jednakże, metody wytwarzania także decydują o roli firmy na rynku. Oczywiście, że zdolność do szybkiego reagowania na potrzeby klientów lub na zapotrzebowanie na rynku, powinno umożliwić firmie zwiększenie swojego udziału na rynku. To wymaga ESP, CAD/CAM, CIM, elastycznego oprzyrządowania itp., a to wszystko to zaawansowane techniki. Innym środkiem wzrostu udziału na rynku jest zmniejszenie czasu i kosztu wprowadzania nowych wyrobów. Obecnie, czas projektowania, czas badania prototypów, czas wykonania oprzyrządowania itp. są bardzo długie, ponieważ w przemyśle stosowana jest metoda prób i błędów”.
- „Priorytety badań często zależą od konkretnych materiałów i procesów stosowanych do wytwarzania wyrobów. W przypadku wytwarzania części dyskretnych włączając w to części metalowe, integracja systemów łącznie z CIM może być jednym z najbardziej pilnych zadań badawczych”.
- „Możliwe, że nasze przedsiębiorstwa przemysłowe /amerykańskie/ nie są tak agresywne jak powinny być /w porównaniu z japońskimi/ w uzyskiwaniu wyników badań dostarczonych przez naszą społeczność badawczą”.

Na rys.4, [4] pokazana jest ocena ekonomicznej efektywności systemu CIM /w odniesieniu do stanu poprzedzającego wprowadzenie CIM w zakładach Messerschmidt-Bölkow-Blohm, RFN/.

Ze względu na to, że istnieje bliska zależność między czasem obróbki a ilością maszyn, przy pozostałych warunkach niezmiennych, ilość maszyn, po wprowadzeniu systemu CIM w tych zakładach mogła być zredukowana ze 141 do 101.

Konsekwencje pozytywne tej redukcji w zakresie personelu i przestrzeni są oczywiste. Poza tymi mierzalnymi efektami osiągnięto inne efekty, niemierzalne, jak zwiększoną elastyczność sterowania i produkcji oraz lepszą informację dla decyzji w zarządzaniu.

Autor [4] konkluduje : „Międzynarodowe warunki rynkowe wymagają pilnego wykorzystania dalszych rezerw produkcyjnych.

W osiąganiu tego, ogólnie biorąc, nie będzie wystarczała optymalizacja poszczególnych sektorów produkcji. Raczej będzie konieczne dążenie do osiągania, przy przejrzystej koncepcji, zintegrowanych, wysoko zautomatyzowanych i elastycznych działań produkcyjnych”.

Interesujący jest udział kosztów głównych składowych systemów CIM w całym koszcie takiego systemu. Rys.5 w/g [5] pokazuje taki udział ze wskazaniem podziału kosztów tych składowych na część dotyczącą systemu jak i część dotyczącą kosztów organizacyjnych. Informacja ta dotyczy obróbki skrawaniem.

2. ZASTOSOWANIA ZAUTOMATYZOWANYCH SYSTEMÓW W PRZEMYSŁE MOTORYZACYJNYM

Ze względu na to, że nowoczesne fabryki przemysłu samochodowego dla utrzymania się na rynku w warunkach konkurencji muszą oferować produkty w konkurencyjnych cenach i wykonane w wariantach, z różnorodnym wyposażeniem, zgodnie z zamówieniami poszczególnych klientów, dążą one do stałego obniżania kosztów, podnoszenia jakości i dostosowania ilości produkcji do popytu, jak również do stałego wzrostu elastyczności produkcji. Cele te osiąga się poprzez automatyzowanie produkcji i jej integrację ze strumieniami materiałów, informacji i z decyzjami. Dlatego wprowadzona jest coraz szerzej automatyzacja/robotyzacja procesów produkcyjnych, komputerowo wspomagane zarządzanie, planowanie, projektowanie i kontrola jakości. Wszystkie te systemy automatyzacji są coraz bardziej integrowane i powstają w ten sposób układy CIM.

Wprowadzenie systemów CIM i podsystemów CIM przebiega w różnej kolejności i w różnym zakresie w zależności od „wyrazistości” potrzeb w konkretnych zakładach i w zależności od środków.

Podamy tutaj kilka przykładów działania w dziedzinie automatyzacji w przemyśle motoryzacyjnym, obrazujących różnorodne kierunki i zakresy działania na tym polu. Pełne przedstawienie informacji w tym zakresie warte jest oddzielnego opracowania.

Współcześnie wprowadzana automatyzacja opiera się o sprzęt i oprogramowanie, które podlega coraz większej standaryzacji w ramach grupy standardów, dotyczących przemysłowych systemów i sieci komputerowych-MAP /Manufacturing Automation Protocol/ które obejmują standardy dla systemów i sieci w produkcji i TOP /Technical and Office Protocol/ - zawierające standardy dla systemów i sieci w zarządzaniu. Standardy te spełniają warunki OSI /Open System Interconnection/ oraz CIMOSA /CIM-Open System Architecture/, które pozwalają włączać różne podsystemy, również różnych wytwórców, do zintegrowanego systemu. Te zintegrowane systemy mogą być wdrażane w różnym zakresie i etapowo.

W [6] autorzy przedstawiają realizację automatyzacji ukierunkowanej na CIM i obejmującej podsystemy CAM, DNC i CAP, ukierunkowane na obróbkę skrawaniem.

Pozycja [7] opisuje przedsiębiorstwo informatyki przemysłowej VW-Gedas, utworzone przez producentów, do rozwiązywania zadań inżynierskich i z dziedziny oprogramowania, z kadrą ponad 250 osobową.

Przedsiębiorstwo zostało utworzone w Berlinie przez Volkswagena, firmę Schleicher i Land-Berlin. Przedsiębiorstwo ma na celu osiągnięcie wiodącej pozycji w zakresie przetwarzania informacji techniczno-naukowych i techniczno-administracyjnych.

W 1989 r. udział prac firmy w różnych zakresach wynosił:

- rozwój oprogramowania - 64%
- doradztwo i konsultacje - 29%
- szkolenie - 4%
- sprzedaż systemów - 3%

Główne kierunki prac firmy, to:

- systemy eksperckie,
- modelowanie /symulacja/ produkcji /planowanie produkcji/,
- przetwarzanie danych procesu produkcyjnego w czasie rzeczywistym,
- systemy informatyczne administracyjne,
- komunikacja biurowa,
- sieci komputerowe,
- CAD/CAM,
- CAE.

W [8] autor z firmy VW, opisuje rolę i daje przykłady systemów CAE przy opracowywaniu samochodu. Przykłady dotyczą różnych zagadnień ogólnych jak i rozwiązań poszczególnych zespołów. Zastosowanie systemów CAE do testowania projektu inżynierskiego w fazie projektowej pozwala zaoszczędzić czas opracowania modelu i unikania błędów, a także zmniejszyć koszty.

W [9] omawia się zastosowanie nowoczesnych maszyn, do cięcia i obróbki blach z obsługą przez roboty oraz zastosowanie podsystemów CAD i CAM, które mogą być sprzęgnięte.

W [10] omówiono wprowadzenie koncepcji CIM do produkcji wyrobów z blach omawiając zastosowanie systemów CAD i CAM w systemie elastycznym do produkcji części blaszanych.

W [11] omówiono zastosowanie systemu CAD/CAM do wytwarzania narzędzi, form i modeli dla przemysłu samochodowego.

W [12] omówione jest zastosowanie do produkcji części karoserii samochodowych linii pras i pras transferowych, z zastosowaniem robotów i zintegrowanym sterowaniem.

W [13] opisana jest robotyzacja linii pras dla części karoseryjnych, gdzie zastosowano roboty specjalnie wykonane do tego typu instalacji. Roboty w napędach posiadają silniki trzyczasowe prądu zmiennego, bezszczotkowe, co pozwoliło uzyskać istotnie zwiększone przyspieszenia i prędkości.

Prace rozwojowe miały na celu uzyskanie możliwości automatyzacji pras o nacisku 2000 do 20000 kN, na których wytłacza się blachy o ciężarze 3 + 18 kg. Roboty mogą obsłużyć prasy rozmieszczone względem siebie od 5 + 8,5 m.

Czas trwania obsługi pras w linii przez robot /bez czasu działania prasy/ wyniósł 4,5 s, przy odległości pras 8m, średnio skomplikowanym narzędziu i wadze wytłoczki 8 kg.

W [14] opisana jest elastyczna, całkowicie zintegrowana komputerowo, automatyczna produkcja silników wraz z testowaniem, w fabryce FIAT w Termoli, gdzie zastosowano nowoczesne technologie:

- pomiary laserowe,
- spawanie laserowe,
- zrobotyzowany montaż,
- wizję w zastosowaniach robotów,
- nadzór procesu z wykorzystywaniem emisji akustycznej,
- techniki diagnostyczne,
- zastosowanie techniki CAD/CAM.

W [15] omówione jest zastosowanie robotyzacji w Nissan Motor Co. w Zama K.Tokio, Japonia.

Fabryka produkuje cztery typy samochodów osobowych w ilości w sumie 420.000 samochodów rocznie, a 60% produkcji jest eksportowana. Fabryka zatrudnia 2800 pracowników z tego 1800 osób bezpośrednio w produkcji. W zakładzie Zama zainstalowanych jest 300 robotów.

Linia montażu głównego karoserii - zgrzewania punktowego jest w wysokim stopniu zautomatyzowana. Podano ocenę stopnia automatyzacji - 97%. W linii tej stosowane są roboty Nissan /Unimate/, Nachi i Fanuc. Do zgrzewania dolnych części karoserii stosowane są roboty zgrzewalnicze o współrzędnych prostokątnych z b. dużymi kleszczami pozwalającymi zgrzewać te części karoserii po objęciu przez kleszcze części górnych.

Ściskanie elektrod w tym przypadku realizowane jest nie przez zaciskanie kleszczy, które są niezawieralne, a poprzez obrót i docisk napędu z elektrodą /oś obrotowa/ na jednym z końców kleszczy. Karoseria w głównym gnieździe montażu składana jest z trzech części: dwóch boków oraz z części dolnej. Podane do gniazda części są wstawiane i zgrzewane w specjalnej maszynie zgrzewalniczej, jednocześnie z niektórymi elementami poprzecznymi karoserii. Występuje w tej linii skojarzenie pracy robotów z wieloma automatami zgrzewalniczymi.

Na następnej linii montażu, po malowaniu, w szeregu gniazd zainstalowane są roboty, które wykonują pojedynczo lub grupami różnego rodzaju operacje montażowe, a także przygotowujące części do montażu. Są to następujące gniazda:

1. 2 roboty Nissan napełniają zbiorniki. Jeden robot zbiornik paliwa, a drugi płynu do zmywania szyb.
2. 1 robot typu Puma zakręca korek baku paliwa.
3. 1 robot typu Nachi nalewa płyn chłodzący silnik.
4. 4 roboty Nachi i 1 robot Motoman podwieszony przygotowują do montażu i montują szyby - przednią i tylną /uszczelki wkładane są przez obsługę/.
5. 1 robot Nachi wkłada siedzenia tylne, a drugi robot tego typu wstawia akumulator. /Ustawienie siedzeń wykonuje obsługa/.
6. 1 robot Nachi wkłada koło zapasowe, a dwa inne roboty tego typu wstawiają przednie siedzenia, na ich właściwe miejsca.
7. 2 roboty typu Puma nakładają klej i wmontowują tylne światła.
8. 4 roboty /specjalizowane-maszyny/ o współrzędnych biegunowych montują koła. Montaż odbywa się bez zastosowania złożonych czujników. Operację umożliwia użycie drgań pomocniczych.
9. Montaż tylnych drzwi do karoserii zautomatyzowano przy użyciu specjalizowanych maszyn, bez zastosowania robotów.
10. 2 podwieszane roboty typu Puma wykonują operację automatycznego ustawiania kół.
11. 2 podwieszane roboty typu Puma wykonują operację automatycznego ustawiania świateł.

Zakład Nissan nie posiada kalkulacji w zakresie okresu zwrotu nakładów przy robotyzacji. Głównym celem zastosowań automatyzacji i robotyzacji jest osiągnięcie stabilnego poziomu jakości produkcji i zwiększenie przeciętnej wydajności. Firma dąży do maksymalnego odciążenia ludzi od pracy ciężkiej lub/i niebezpiecznej. Z tego względu mimo, iż w krótkim okresie czasu nie udaje się napewno osiągnąć zwrotu nakładów z tytułu oszczędności energii i pracy ludzkiej to w dłuższym okresie czasu stosowanie robotyzacji opłaca się. Pracownicy zwolnieni od pracy w miejscu zastosowania robotyzacji przesuwani są do pracy innej.

W [16] omówiono zastosowania sieci komputerowych zgodnych z MAP 3.0 w General Motors, USA. MAP został zastosowany lub wdraża się m.in. do:

- montażu głównego,
- operacji przy budowie karoserii,
- systemów CAD,
- generacji trajektorii cięcia,
- komunikacji ogólnej /w zakładach Saturn/,
- systemu sterowania zgrzewaniem,
- zintegrowania systemu sterowników PLC,
- zintegrowania systemu robotów,
- gospodarki narzędziowej /modernizacja i nowe narzędziownie/
- modernizacji malarni,
- produkcja i montaż silników,
- obróbka kół zębatach,
- systemów montażu płyt drukowanych,
- produkcji i montażu przekładni.

G.M. zastosowało ogółem do 1990 r. 23 sieci zgodnych z MAP.

W dyrekcji G.M. zastosowano także sieć komunikacyjną LAN, TOP - OSI, do projektowania inżynierskiego i automatyzacji biurowej oraz tworzy się sieć MAP - TOP - ISDN /Integrated Services Digital Network/, łączący systemy CAD, CAM, CAE, CIM odległe geograficznie.

FSM-2 Tychy posiada szczegółową informację o informatycznym systemie SILAM działającym od 1985 r. w zakładzie tłoczni Mirafiori. System ten jest wdrażany w zakładzie Cassino a na 1990 r.

przewidziane było jego wdrożenie w zakładach Rivalta i Pomigliano.

System ten zawiera posystemy:

- zarządzania lokalną bazą danych,
- planowania produkcji,
- kontroli zaawansowania produkcji,
- zaopatrzenia materiałowego i zarządzania magazynem blach,
- zarządzanie magazynem wyrobów gotowych.

Warto podkreślić, że między innymi szczegółowymi zadaniami, system SILAM realizuje dokładną kontrolę i rozliczanie czasu pracy i efektywność wykorzystania parku maszynowego zainstalowanego na tłoczni. Zadanie to jest ważne dlatego, że w tłoczni /FIAT'a/ zainwestowane są duże środki - koszt pras i narzędzi tłoczonych jest istotnie wyższy od kosztów maszyn w pozostałych zakładach.

Ze względu na modułową budowę systemu SILAM możliwe jest stosowanie systemu do tłoczni o różnym stopniu automatyzacji, jak też możliwe jest etapowe wdrażanie systemu.

Przedstawione przykłady zastosowania automatyzacji potwierdzają tę spotykaną w publikacjach, że przemysł motoryzacyjny jest obecnie największym odbiorcą automatyzacji.

Przykłady te pokazują również, że w tym przemyśle realizowana jest automatyzacja zarówno w procesie produkcji, jak i zarządzania.

Automatyzuje / robotyzuje się zarówno linie, wydziały i fabryki jak i gniazda produkcyjne przy czym tam, gdzie obecnie automatyzacja w pełni jest niemożliwa, pozostawia się obsługę ludzką, nawet jako część obsługi częściowo zrobotyzowanego gniazda.

Jeśli chodzi o tłoczenie, to automatyzuje się je poprzez robotyzację zarówno linii pras jak i poprzez komputeryzację kierownia i zarządzania tłocznia.

Zakład tłoczni FSM-2 wprowadził automatyzację / robotyzację na jednej linii pras ciężkich, na jednej linii pras średnich oraz wprowadził robotyzację pras lekkich.

Zadanie automatyzacji tłoczni jest z jednej strony zadaniem aktualnym, zwiększającym efektywność produkcji, jak też posiada już poważne podstawy zarówno „od dołu” - w zakresie automatyzacji/robotyzacji pras i linii pras jak i „od góry” - w zakresie przemysłowych systemów informatycznych. Z tego względu istnieją realne przesłanki etapowego /ze względu na ograniczenia finansowe/ tworzenia zintegrowanego systemu wytwarzania - CIM dla tłoczni.

Warto zwrócić uwagę na fakt, że kraje rozwinięte, jak np. RFN, (VW-GEDAS), tworzą ośrodki opracowywania podsystemów i systemów CIM, głównie dla przemysłu motoryzacyjnego.

Jednocześnie w RFN powstają podobne ośrodki w wielu miastach.

3. METODYKA OCENY EKSPLOATACYJNEJ ZAUTOMATYZOWANYCH / ZROBOTYZOWANYCH SYSTEMÓW

W [17] przedstawiono i przeanalizowano sześć różnych wskaźników oceny zautomatyzowanych / zrobotyzowanych systemów w aspekcie ich obiektywności, w tym w szczególności dla oceny zautomatyzowanych - zrobotyzowanych linii pras.

Jednym z najbardziej istotnych etapów automatyzowania-robotyzowania dużego obiektu, a w szczególności linii i systemów produkcyjnych, w których pracuje kilka, kilkanaście lub więcej robotów przemysłowych jest okres uruchamiania i osiągnięcia projektowanej zdolności produkcyjnej. W okresie tym zwykle ujawniają się różne niesprawności zarówno w dostarczonym sprzęcie i oprogramowaniu automatyki /robotyki/, jak i w zastosowanych maszynach i ich oprzyrządowaniu technologicznym, w transporcie międzyoperacyjnym, wydziałowym i między wydziałami fabryki i wiele innych. Wszystkie te niesprawności wpływają na efektywność pracy zautomatyzowanego systemu produkcyjnego. Jednakże nie wolno zapominać, że nieefektywna praca takiego systemu może być także spowodowana niedostatecznie sprawną pracą personelu, który ją obsługuje i nadzoruje. Przyczyny przestojów z tego powodu mogą być różne np.:

- brak materiałów lub detali na wejściu,
- brak sprawnego odbioru na wyjściu,
- niesprawne przebrojenie systemu w przypadku zmiany produkowanego asortymentu części /np. w tłoczni/,
- niesprawny serwis w przypadku niezbędnej wymiany, napraw lub regulacji,
- i wiele innych.

Dla obiektywnej oceny czasów przestojów systemu oraz lokalizacji ich przyczyn niezbędne jest automatyczne ich wykrywanie, sygnalizacja i rejestrowanie przez np. komputer nadrzędny kierujący pracą systemu, co nie jest przecieź trudne do realizacji.

Ta obiektywna ocena ma dwojakie znaczenie:

- powoduje bardziej sprawne usuwanie przyczyn awarii,
- umożliwia zobiektywizowaną ocenę realizacji kontraktu między właścicielem automatyzowanego systemu i dostawcą sprzętu automatyki /robotyki/.

14

W tłoczni f-my Mercedes-Benz AG, Bremen, przy ocenie wpływu różnych czynników na stopień wykorzystania zautomatyzowanego systemu wydziela się siedem grup rodzajowych przyczyn postojów. Są to:

- przezbrojenie linii pras,
- awarie w zakresie transportu blach między prasami,
- naprawa pras,
- naprawa narzędzi pras,
- brak materiałów,
- przyczyny leżące po stronie personelu obsługującego i brak zamówień,
- przyczyny niezidentyfikowane.

Jednak w szczegółowej analizie przyczyn czasów przestojów tłoczni firma Fiat uwzględnia aż 92 przyczyny.

Pomimo dużej dbałości firm zachodnich o wysoką jakość stosowanego sprzętu, oprzyrządowania i oprogramowania sprzętu produkcyjnego, stopień wykorzystania zautomatyzowanych systemów w dyskretnych procesach technologicznych jest różny. I tak dla elastycznego systemu produkcyjnego obróbką skrawaniem pracującego dobrze, dyspozycyjność techniczna powinna osiągać 90÷95 procent nominalnego czasu pracy, a współczynnik wykorzystania systemu powinien mieścić się w granicach 80÷88 procent tego czasu. Ale dla zautomatyzowanych linii pras w dobrych tłoczniach europejskich współczynnik wykorzystania obiektu wynosi 45÷55 procent nominalnego czasu pracy średnio rocznie.

Wpływ przyczyn przestojów na współczynnik wykorzystania systemu można oceniać analizując udział poszczególnych przyczyn w ogólnym czasie przestojów.

Czas przestojów systemu może być spowodowany trzema generalnymi przyczynami, które nazywać będziemy czynnikami systemu.

Są to:

- sprzęt automatyki i robotyki,
- sprzęt technologiczny,
- praca personelu obsługi i nadzoru, co nazwiemy krótko czynnikiem organizacyjnym.

Do pierwszych dwóch czynników należy włączyć odpowiednio właściwe maszyny, urządzenia, transport, osprzęt i oprogramowanie, odpowiednio do ich merytorycznej przynależności do automatyki lub technologii, dostarczone dla systemu przez różne firmy, jak też dostarczone własnymi siłami przedsiębiorstwa, w którym system jest uruchamiany.

W początkowym okresie eksploatacji zautomatyzowanego-zrobotyzowanego systemu, zwłaszcza gdy jego wykorzystanie jest niedostateczne wskutek dużej ilości zatrzymań i przestojów, ujawnia się potrzeba możliwie obiektywnej oceny nie tylko stopnia wykorzystania całego systemu, ale również oddzielnie oceny automatyki-robotyki /w skrócie automatyki/ oraz maszyn i urządzeń technologicznych /w skrócie technologii/, jak również organizacyjnego czynnika przestojów, bowiem on także powoduje sytuacje, że system nie pracuje, pomimo że jest technicznie sprawny, że jest do dyspozycji.

Podobnie, istnieją sytuacje, że system nie pracuje tylko dla tego że nie jest sprawna technologia, podczas gdy automatyka jest sprawna - dyspozycyjna. Może też być sytuacja odwrotna, że automatyka jest niesprawna a technologia jest w stanie pełnej zdolności do produkcji, jest technicznie dyspozycyjna.

Ww. przypadki są zjawiskiem częstym! Dlatego nie wystarczające jest obliczanie jedynie stopnia wykorzystania systemu, ale również bardzo celowe jest obiektywne określanie dyspozycyjności całego systemu oraz oddzielnie dyspozycyjności automatyki, technologii oraz sprawności organizacyjnej.

Można też rozpatrywać przypadek oceny stopnia wykorzystania i dyspozycyjności systemu w podziale na dwie grupy:

- automatyka,
- technologia i organizacyjne przyczyny przestojów.

Odpowiada to sytuacji, gdy technologia i organizacja leżą całkowicie w gestii gospodarza systemu, a chodzi głównie o ocenę kontraktowych dostaw automatyki-robotyki.

Warto zwrócić uwagę na istotny fakt, że z reguły podczas uruchamiania i próbnej eksploatacji zautomatyzowanego-zrobotyzowanego systemu, technologia, kiedy musi pracować rytmicznie w trybie automatycznym, wykazuje subiektywnie niższą dyspozycyjność /więcej awarii/ niż przed modernizacją, podczas obsługi ręcznej. Wynika to m.in. stąd, że przy obsłudze ręcznej wiele odchyłek czy usterek w działaniu technologii, kompensowanych jest przez elastyczne działania ^{człowieka} lub/i są one bagatelizowane przez obsługę. Mogą być też niedostrzegane lub wręcz świadomie nie rejestrowane. Prowadzi to do zwiększenia awaryjności technologii, do zwiększenia zagrożenia człowieka, wypadkowości i obniżenia ilości i jakości produkcji.

Natomiast w przewidzianym w zautomatyzowanym systemie każde odchylenie od normy wybranych do kontroli i nadzorowanych parametrów technologicznych oraz niewłaściwa praca urządzeń, powinny wywoływać automatyczną sygnalizację, alarm, aż do zatrzymania pracy systemu, ze wskazaniem przyczyny awarii.

Obiektywna i ujednoczona ocena dyspozycyjności poszczególnych czynników systemu jak automatyka czy technologia oraz ocena efektywności działania odpowiednich służb, powoduje bardziej sprawne i efektywne usuwanie przyczyn przestoju. Ocena taka ułatwi bowiem wywołanie przekonania tych służb odnośnie konieczności realizowania przez nie właśnie, odpowiednich działań.

Sterownik lub komputer nadrzędny systemu może obliczać na bieżąco oraz dla zmian dziennych, dni i miesięcy wskaźniki wykorzystania i dyspozycyjności systemu oraz wskaźniki dyspozycyjności i wykorzystania dla automatyki i technologii lub też dyspozycyjności większej ilości czynników np. siedmiu /tak jak się czyni w ww. tłoczni f-my Mercedes-Benz AG/.

W tabelicy 3 Autorzy [17] przedstawili równania umożliwiające obliczenie wskaźników systemu w podziale na 2 czynniki, w tabelicy 4, przedstawili odpowiednie równanie w podziale na trzy czynniki, w tabelicy 5 przedstawili równania w przypadku podziału systemu na n-czynników.

Dla umożliwienia czytelności tych tablic podaje się, że:

T_z - oznacza czas zmiany /lub innego okresu pomiaru/ w [min].

T_p - czas pracy zautomatyzowanego-zrobotyzowanego systemu w [min].

T_{st} - czas przestoju systemu spowodowany przez usterki technologii i ich usuwanie w [min].

T_{sa} - czas przestoju systemu spowodowany przez usterki automatyki i ich usuwanie w [min].

T_{so} - czas przestoju spowodowany przez wady organizacji i nadzoru w [min].

T_{si} - czas przestoju systemu spowodowany przez i-ty czynnik, w przypadku podziału systemu na n-czynników.

$$W = \frac{T_p}{T_z} \quad , \quad \varphi_i = \frac{T_{si}}{\sum_{i=1}^n T_{si}} \quad ;$$

4. BADANIA EKSPLOATACYJNE LINII Nr 22 PRAS ŚREDNICH 300 T
W FSM - 2 TYCIE

Po przekazaniu do eksploatacji, na początku stycznia 1991 r., zautomatyzowanej / zrobotyzowanej przez MERA-PIAP we współpracy z fabryką, w/w linii pras, prowadzono w 1991 r. jej badania eksploatacyjne.

W pierwszej połowie roku 1991, w związku z podjęciem produkcji nowego samochodu i koniecznością tłoczenia innych detali niż przy przejęciu linii do eksploatacji, w FSM opracowano nowe narzędzia i wprowadzono zmiany w procesie technologicznym tłoczenia.

W okresie ok. dwóch miesięcy, od 18.09. + 20.11.91 prowadzono szczegółowe zapisy ruchu linii, w celu uzyskania obiektywnego obrazu udziału różnych przyczyn występowania przestoju w pracy linii, które nie pozwalały osiągnąć planowanej zdolności produkcyjnej.

Niżej, w tablicy Nr 6, pokazane są wyniki ruchu uzyskane w tym okresie. Dla poszczególnych przyczyn określono udział poszczególnych przyczyn w przestojach, czyli współczynniki $\tilde{\tau}_i$ /w procentach/. Wyznaczono także współczynnik oceny linii dla każdej zmiany, przy podziale przyczyn przerw w pracy linii na dwie grupy: automatyka i technologia. Oceny te określono za cały ok. dwumiesięczny okres, z wyłączeniem grup zmian i dni /oznaczonych w tablicy ✕/ przerwy w pracy linii z powodu dni wolnych od pracy, braku materiału i regeneracji narzędzi, uznając te grupy jako przerwy z reguły zamierzone i zaplanowane.

Analiza zapisów z pracy linii w w/w okresie wykazuje, iż:

1. Średnie wartości dyspozycyjności za ten okres:

- automatyki /roboty i sterownik/ - D_{1a} ,
- technologii /podajnik, prasy, bramki, chwytaki, brak materiału, zły wykrój, narzędzia itp./ - D_{1t}
- całej linii - W ,

wynoszą odpowiednio:

$$D_{1a} = 0,95 \quad ; \quad D_{1t} = 0,38 \quad ; \quad W = 0,33.$$

2. Udział procentowy przestoju z poszczególnych przyczyn w całkowitym czasie przestoju linii za ten okres, wyniósł:

- a. 47% - postoje w oczekiwaniu na wyniki kontroli i oceny jakości wytłoczek, niesprawne narzędzia pras,
- b. 28% - technologia /nieprawidłowe wykonywanie operacji tłoczenia/, brak materiału, zły wykrój,
- c. 12% - chwytaki,
- d. 1,4% - podajnik wykrojek,
- e. 3,7% - niesprawność pras,
- f. 1,1% - obsługa,
- g. 4,5% - roboty,
- h. 3,0% - sterownik.

Zbyt niska i niestabilna zdolność produkcyjna linii w/g opinii MERA-PIAP, opartej o badania eksploatacyjne i potwierdzonej wynikami zapisów, wynika z następujących przyczyn:

1. Dostarczanie na linię nieprawidłowo przygotowanego materiału o zmiennych cechach pod względem:
 - wymiarów,
 - grubości,
 - gratu na krawędziach wykroju,
 - jakości powierzchni blachy /zaolejenie, zanieczyszczenie/.Nieprawidłowy materiał wyjściowy powoduje m.in. blokowanie się wytłoczki na narzędziu.
2. Niedostatecznej efektywności obsługi technicznej FSM na tłoczni w zakresie szybkiego usuwania występujących uszkodzeń na linii pras Nr 22. Dotychczas niejednokrotnie zdarzało się, że drobne uszkodzenia powodowały dłuższe postoje ze względu na to, że odpowiedni specjalista zajęty był usuwaniem awarii innych urządzeń.
3. Braku dostatecznej obsady obsługi linii. Dotychczas często zdarzało się, że linia była obsługiwana tylko przez jedną osobę.
4. Braku powtarzalnego pozycjonowania narzędzi na prasach. Brak pewnego bazowania, a więc niepowtarzalne pozycjonowanie narzędzi powoduje wydłużone uruchamianie linii po przebrojeniach i postoje w początkowej fazie jej pracy.
5. Zbyt niskiej niezawodności działania układów sterowania prasami w trybie automatycznym.
6. Zbyt niskiej niezawodności pracy oprzyrządowania współpracującego z robotami, a w tym:

- łamanie się przewodów sygnałowych między ruchomą a nie-ruchomą częścią chwytaka oraz przy listwach i czujnikach,
- podawania przez podajnik dwóch wykrojek, co zauważono kilkakrotnie a co stale grozi poważną awarią narzędzi na prasach.

7. Braku dysponowania przez obsługę techniczną linii rezerwowym uzbrojonym robotem dla linii.

Celem osiągnięcia wyższej i stabilnej zdolności produkcyjnej linii wydaje się, że w kolejności j.n. niezbędna jest realizacja przez FSM-2 Tychy n/w przedsięwzięć:

1. Zapewnienia dostarczania na linię prawidłowo przygotowanych powtarzalnych wykrojek /w tym także jakości ich materiału /. Jest to warunek niezbędny i podstawowy.
2. Zwiększenia efektywności obsługi technicznej FSM-2 w zakresie szybkiego usuwania usterek na linii. Celowym wydaje się w tym zakresie m.in. stworzenie przy linii podręcznego magazynka najczęściej wymienianych elementów /tak robi się w fabrykach w krajach rozwiniętych/ oraz narzędzi niezbędnych do ich szybkiej wymiany /wymiana złamanych przy pracy przewodów, przyssawek itp./.
3. Zapewnienia stałej obsługi linii pracującej w cyklu automatycznym jednocześnie przez dwie przeszkolone osoby.
4. Wprowadzenie pewnego bazowania narzędzi na prasach.
5. Dostosowanie przyrządów do odprowadzania odpadów dla trybu pracy automatycznej z robotami tak, aby wyeliminować możliwość pozostawiania odpadów na narzędziach i wynikającą z tego konieczność obserwacji pras przez obsługę i usuwanie przez nią odpadów.
6. Przeprowadzenia przeglądu, naprawy i konserwacji układów sterowania poszczególnymi prasami.
7. Przeprowadzenia na bieżąco przeglądów, konserwacji, regulacji, niezbędnych poprawek i okresowej wymiany poszczególnych elementów i urządzeń współpracujących z robotami:
 - przewodów na chwytakach wyginanych przy ich pracy,
 - czujników,
 - podajnika wykrojek,
 - przyssawek.
8. Uzbrojenia i wyposażenia linii w rezerwowego robota, używanego do zamiany jednego z robotów w linii, w przypadku usterki wymagającej więcej czasu na jej usunięcie.

9. Analizowania również następnie, na bieżąco, przyczyn awarii linii i ich występowania i podjęcie odpowiednich działań zapobiegawczych i sukcesywnego eliminowania tych przyczyn.

Zmniejszenie o połowę czasów przestoju spowodowanych przez przyczyny jak w w/w p-ście 2 a i b spowodowałoby zwiększenie średniej dyspozycyjności linii, t.j. W do wartości ponad 0,55a w efekcie osiągnięcia dobrej średniej zdolności produkcyjnej. Istotnie efektywnym, jak wskazują badania eksploatacyjne, przedsięwzięciem w tym zakresie byłoby wprowadzenie szybkiego, zautomatyzowanego oraz wspomaganego komputerowo systemu kontroli i oceny jakości obejmującego swym zasięgiem różne oddziały tłoczni, a w szczególności krajalnię, prasę ciężkie i średnie - a więc podsystemu CAQ.

Wydaje się również celowe wprowadzenie podsystemu gospodarki narzędziowej, a także podsystemu monitorowania i nadzoru w czasie rzeczywistym pracy linii pras w szczególności pras ciężkich i średnich z komputerowym obliczaniem ocen eksploatacyjnych i określaniem udziału poszczególnych przyczyn przestoju oraz kontrola podstawowych parametrów technologicznych. W czasie badań eksploatacyjnych np. stwierdzono, iż chwilowa wydajność linii, t.j. ilość wykonywanych wytłoczek na minutę istotnie zależy od ciśnienia w sieci sprężonego powietrza. Przy odpowiednim ciśnieniu, automatyka zapewnia utrzymywanie tej wydajności na poziomie ponad 8 szt./min. Przy wyższym ciśnieniu obserwowano przekraczanie 9 szt./min.

Należy również uznać, że ważne byłoby wprowadzenie na tłoczni systemu CAD, umożliwiającego wspomaganie komputerem projektowania zmian w narzędziach i oprzyrządowaniu m.in. przy ich projektowaniu i przystosowywaniu do pracy w liniach zautomatyzowanych.

Bardziej ogólny wniosek, to narzucająca się wręcz oczywistość możliwości osiągnięcia istotnych korzyści ze współpracy fabryk, w tym motoryzacyjnych, z wyspecjalizowanymi placówkami w dziedzinie automatyzacji, co wspomagałoby wystarczająco szybkie tempo wdrażania automatyzacji.

5. ZAŁOŻENIA NA SYSTEM CIM DLA TŁOCZNI W FSM-2 TYCHY

System CIM dla tej tłoczni powinien zawierać następujące podsystemy użytkowe:

- planowanie produkcji — PP,
- planowanie obsady personalnej — PO,
- zaopatrzenia materiałowe i magazyn blach i taśm — ZM,
- magazyn wyrobów gotowych i wysyłanie produkcji z tłoczni — MWG,
- zarządzanie narzędziami tłocznymi, oprzyrządowaniem i ich remontami — ZNR,
- kontrola i ocena jakości produkcji tłoczni — KOJ,
- CAD projektowania i remontu narzędzi tłocznych i oprzyrządowania — CAD,
- zarządzanie magazynem części zamiennych i materiałów do utrzymania produkcji — ZMC,
- kontrola zaawansowania produkcji — KZP.

System będzie zawierał funkcjonalny podsystem bazy danych, który zapewni przechowywanie danych w długich okresach czasu i odpowiedni dostęp do nich dla podsystemów.

Wszystkie wymienione podsystemy przy tworzeniu systemu CIM dla całego zakładu FSM-2 Tychy, byłyby połączone odpowiednio z tym systemem. Na rys. 6 pokazano koncepcję systemu CIM dla całego zakładu FSM-2 Tychy.

Podsystem planowania produkcji — PP ma za zadanie umożliwienia służbie planowania tłoczni opracowywanie optymalnych czy suboptymalnych planów produkcyjnych dla tłoczni i niezbędnych wymagań dla innych wydziałów dla różnych okresów czasowych z uwzględnieniem ograniczeń i zakłóceń procesu produkcyjnego, a więc w niezbędnym czasie.

Wydaje się, że kryterium optymalizacji może być maksymalizacja efektywności wykorzystania parku maszynowego i personelu z jednoczesną minimalizacją wielkości zapasów.

Głównym zadaniem podsystemu planowania obsady personelnej — PO będzie zaplanowanie zapewnienia tej obsady tak, aby możliwe było wykonywanie planów produkcyjnych oraz rozliczanie czasu pracy z uwzględnieniem urlopów, zwolnień, szkoleń itp.

Podsystemy zaopatrzenia materiałowego i magazynu blach i taśm — ZM oraz magazynu wyrobów gotowych i wysyłania produkcji z tłoczni — MWG mają za zadanie kontrolę stanu magazynów i realizacji dostaw materiałowych i wysyłki wyrobów. Mają one zbierać w czasie rzeczywistym dane z magazynu blach, taśm i wytłoczek tak, aby system na bieżąco dysponował pełną informacją o ruchach materiałowych w tłoczni i wysyłce wyrobów gotowych w żądanych terminach.

Podsystemy te mają w szczególności za zadanie:

- zautomatyzowane sprawdzania stanu zaopatrzenia w materiały oraz sukcesywna realizacja ich dostaw dla planu produkcyjnego,
- zapewnienie odpowiedniej zasady wydawania materiałów w zależności od czasu ich składowania,
- zautomatyzowane informowanie w odpowiednich odcinkach czasu biura planowania tłoczni o niezbędnej wielkości właściwych asortymentów produkcji dla zapewnienie użytkownikom wyrobów tłoczni,
- rozliczanie produkcji tłoczni z dostarczonych jej materiałów.

Podsystem kontroli zaawansowania produkcji — KZP będzie systemem działającym w czasie rzeczywistym i powinien umożliwić zautomatyzowaną kontrolę realizacji planów produkcyjnych w tym trybie. Powinien on także zapewnić monitorowanie procesu produkcji, w tym zautomatyzowanych linii pras i pras niezautomatyzowanych oraz rozliczenie czasu ich pracy i obliczanie ocen dyspozycyjności technicznej dla poszczególnych czynników produkcji oraz stopnia wykorzystania tłoczni i jej głównych wydziałów, a także poszczególnych linii.

W celu umożliwienia realizacji tych zadań niezbędne jest dla zautomatyzowanych linii pras połączenie ich sterowników nadrzędnych z systemem CIM, jak np. połączenie sterownika SIMATIC S5-155U na linii pras średnich Nr 22, zautomatyzowanej/zrobotyzowanej przez PIAP, przy współpracy specjalistów FSM. Oprogramowanie tego sterownika umożliwia elastyczne wykorzystywanie produkcyjnej linii, to znaczy umożliwia podział tej linii zawierającej sześć pras na dowolne części, z których każda może tłoczyć inne detale. Sterownik, w każdym przypadku zapewnia przesłanie na szczebel wyższy systemu, danych produkcyjnych, w tym danych o awariach i przestojach każdej części linii. Wprowadzanie niezbędnych deklaracji obsługi odnośnie przyczyn przestojów linii (lub jej części), zapewnia terminal sterownika zawierający, poza monitorem, również klawiaturę.

Szczegółowe rozliczanie czasu pracy linii pras niezautomatyzowanych wymaga wyposażenia każdej z tych linii w terminal przesyłowy zawierający klawiaturę i monitor, do wprowadzania odpowiednich deklaracji przez obsługę. Nadto każda prasa tłoczni ciężkiej i średniej, poza liniami zautomatyzowanymi, powinna być połączona z systemem CIM w celu umożliwienia automatycznego rejestrowania ich pracy dla rozliczania czasu ich pracy i oceny ich wykorzystania. Połączenie pras z systemem może być zrealizowane poprzez specjalizowane urządzenia pośredniczące — koncentratory sygnałów, rozmieszczone przy liniach pras.

Podsystem KZP winien zapewniać nadzór nad przebiegiem produkcji i bieżącą kontrolę zaawansowania produkcji przez kierowników oddziałów tłoczni ciężkiej, średniej i lekkiej.

Zadaniem podsystemu zarządzania narzędziami i oprzyrządowaniem tłoczni — ZNR powinno być zapewnienie gotowości tych narzędzi i oprzyrządowania zgodnie z planami produkcyjnymi. System powinien automatycznie, z wyprzedzeniem określać czas i zakres wymiany urządzeń do niezbędnych przebrojeń, jak też określać,

w zależności od zrealizowanej produkcji, niezbędne ich remonty. System winien obejmować także rozliczenie czasu realizacji remontów w oparciu o normatywy i jednocześnie obliczać oceny efektywności pracy odpowiednich służb w tym zakresie.

W biurze konstrukcyjnym tłoczni powinien być zainstalowany system CAD, którego jednym z zadań byłoby projektowanie zmian narzędzi tłocznych i oprzyrządowania, jak również ewentualnie projektowanie całych tłoczników (obecnie tłoczni projektowane są przez Fiata). Ponadto system mógłby służyć do wielu innych zadań. Szczególnie ważną rolą tego systemu powinno być komputerowe wspomaganie projektowania procesu automatyzacji pras i linii pras. Wówczas istnieje konieczność istotnych modyfikacji ciągu operacji technologicznych i związana z tym konieczność modyfikacji w szczególności oprzyrządowania pras, jak również narzędzi tłocznych. Bez systemu CAD trudno sobie wyobrazić nowoczesną tłocznię, którą z systemem CIM byłaby tłocznia FSM-2.

Podsystem zarządzania magazynem części zamiennych i materiałów do utrzymania produkcji — ZMC winien realizować w swoim zakresie podobne zadania jak system ZM. System ten winien również prowadzić automatycznie dla służby utrzymania ruchu, statystyki porównawcze i analizy awaryjności urządzeń produkcyjnych i zużycia się części zamiennych, jak też rozliczanie napraw w oparciu o czasy normatywne. Naturalnym zadaniem tego podsystemu będzie planowanie swojego zaopatrzenia w oparciu o plan remontów skonstruowany w rocznym planie produkcji.

Wprowadzanie podsystemu kontroli i oceny jakości — KOJ (CAQ, CAQA) powinno rozwiązywać dwa zagadnienia. Z jednej strony niezbędne jest możliwie maksymalne zautomatyzowanie, w tym zrobotyzowanie, operacji kontroli i bieżącej oceny jakości materiałów wchodzących do produkcji (blachy, taśmy), jak również przygotówek (wykrojek) oraz gotowych wytłoczek. Natomiast kompleksowa ocena i kontrola ze sterowaniem, zapewnieniem jakości wymaga zbierania i przetwarzania

danych z kontroli wg odpowiednich metod statystycznych również w dłuższych okresach czasu. Zautomatyzowanie kontroli i oceny jakości, przy zapewnieniu możliwości objęcia nią odpowiednio istotnych statystycznie populacji próbek, powinno zapewnić istotne skrócenie czasów przestojów urządzeń produkcyjnych, a więc istotnie lepsze wykorzystanie parku maszynowego. Nadto zbieranie i przetwarzanie danych dotyczących jakości powinno także umożliwić wprowadzenie procesu sterowania jakością, a w tym określanie wpływu różnych czynników na jakość wyrobów i podejmowanie prawidłowych decyzji w zakresie zapewnienia utrzymania wysokiego poziomu jakości, czy też jej podniesienia. Typowym przykładem działań, które w zakresie jakości przynoszą istotne wyniki, jest eliminacja złych materiałów przed skierowaniem ich do produkcji, zarówno na wejściu do tłoczni jak wykrojek na linii pras. Innym przykładem może być dostatecznie wczesne wycofywanie zużytych narzędzi czy oprzyrządowania w wyniku analizy w czasie parametrów jakościowych produktów, wykrywania i oceny trendów poszczególnych parametrów.

Jeśli chodzi o kolejność wprowadzania podsystemów CIM na tłoczni, to wydaje się, że w pierwszej kolejności należałoby wprowadzić dwa systemy, a mianowicie KZP i KOJ, jako systemy uzupełniające się, pozwalające nadzorować, kontrolować i oceniać jakość produkcji wytłoczek, jak też jakość procesu zarządzania i prowadzenia produkcji w zakresie zarządzania i obsługi na wszystkich szczeblach tłoczni również w czasie, a w tym dla poszczególnych oddziałów, co ma podstawowe znaczenie dla utrzymywania odpowiedniego poziomu i jego podnoszenia.

System podając zgromadzone, przetworzone i co najważniejsze obiektywne dane pozwala wywołać rzeczywiste przekonanie kadr o prawdziwości ocen bieżących i tendencjach oraz konieczności podjęcia przez nie właśnie odpowiednich działań. Pomaga także ukierunkować te działania, przedstawiając główne przyczyny niedostatków, a także przyczyny drugiej i trzeciej ważności. Tak na przykład omówione

w niniejszym sprawozdaniu badania eksploatacyjne wskazały, że największy wpływ na stopień wykorzystania linii pras średnich Nr 22 ma czas oczekiwania na wyniki kontroli jakości, co już zwraca uwagę na konieczność zautomatyzowania tego procesu.

Wprowadzenie podsystemu KOI nie jest zadaniem łatwym. Podsystem ten będzie podsystemem rozłożonym, z wejściami przez terminale w magazynie blach i taśm, krajalni, na tłoczni ciężkiej, lekkiej ze średnią, w magazynie wytłoczek i dziale regeneracji i napraw tłoczników i oprzyrządowania. Zautomatyzowanie/zrobotyzowanie operacji kontroli jakości z wejściem do systemu wymagać będzie opracowania nietypowych rozwiązań, które muszą zapewnić odpowiednio dokładne pomiary i ocenę wielu różnych parametrów jakościowych.

Na rys. 7 pokazany jest proponowany system CIM dla tłoczni.

System składa się z centralnego komputera tłoczni z bankiem danych i pomocniczego komputera nadzoru sieci, który jest jednocześnie dublerem śledzącym oraz z sieci MAP tłoczni z podłączonymi do niej końcówkami w poszczególnych oddziałach i służbach tłoczni. Kończówki te to:

- sterowniki PLC zautomatyzowanych/zrobotyzowanych linii pras i gniazd pras,
- terminale przesyłowe na liniach pras,
- terminale w postaci monitorów nadzorczych dla systemu KZP obsługujące kierowników oddziałów tłoczni ciężkiej i średniej z lekką oraz u kierownika całej tłoczni,
- terminale w postaci mikrokomputerów IBM-PC dla podsystemów KOJ, ZNR, ZM i MWG,
- terminale w postaci stacji roboczych dla podsystemów CAD, PP i PO,
- koncentratory sygnałów uderzeń pras w liniach niezrobotyzowanych ciężkiej i średniej.

W przypadku wprowadzania najpierw podsystemów KZP i KOJ, kiedy nie istnieje jeszcze centralny komputer z bazą danych tłoczni, podsystemy te powinny być zbudowane w oparciu o mikrokomputery PC AT, wyposażone w odpowiednio pojemne stacje dysków i umieszczone odpowiednio w biurze planowania tłoczni i w kontroli jakości.

Wszystkie ww. terminale są dostępne na rynku europejskim z kartami sprzężenia z magistralą MAP.

Na rys. 7 nie pokazano czytników i drukarek kodu kreskowego, bowiem ich ilość i rozmieszczenie zależą od zaprojektowanego obiegu i formy dokumentów i przyjętych szczegółowych ustaleń co do styków między podsystemami.

System CIM tłoczni powiązany z siecią MAP systemu CIM zakładu FSM-2, a więc i z systemem zarządzania w zakresie zakładu, automatycznie komunikowałby się z odpowiednimi podsystemami szczebla zakładu i otrzymywał jak i przysyłał niezbędne dane i informacje, jak też korzystał bezpośrednio z ogólnozakładowego banku danych czy podsieci np. w zakresie zakładowego systemu CAP i CAD.

W przypadku realizacji systemu CIM dla tłoczni przed powstaniem takiego systemu dla całego zakładu FSM-2 wszelka wymiana informacji za szczeblem zakładu odbywać się będzie w dotychczasowym trybie i formie. Możliwa jest faza pośrednia, kiedy po realizacji CIM dla tłoczni, system ten poprzez oddzielne, nie połączone jeszcze w sieć szczebla zakładu terminale, stacje robocze lub mikrokomputery będzie umożliwiał przekazywanie informacji z odpowiednich podsystemów systemu CIM tłoczni do służb ogólnozakładowych, jak np. zaopatrzenie, planowanie, księgowość czy zbyty. Ta opcja jest względnie łatwa do realizacji i nie wymaga dalszego rozwijania.

System CIM dla tłoczni powinien zapewnić istotne ułatwienie pracy pionu produkcji zakładu. W związku z tym do sieci MAP tłoczni dołączany być winien terminal w postaci mikrokomputera IBM-PC znajdujący się u szefa produkcji zakładu. Szef

produkcji będzie miał dostęp do wszystkich podsystemów CIM tłoczni. Poprzez dodatkowe oprogramowanie użytkowe tego terminala szef produkcji będzie uzyskiwał wybrane i zsyntetyzowane dane w odpowiedniej formie za różne wybrane okresy, jak i będzie miał możliwość uzyskania danych bieżących.

Zautomatyzowanie operacji wprowadzania danych do systemu CIM dla wykorzystania ich przez użytkowników poszczególnych podsystemów wymaga opracowania i wprowadzenia zarówno odpowiednich dokumentów, ustalenia ich obiegu na wszystkich szczeblach systemu, jak też urządzeń do szybkiego automatycznego ich zczytywania i zapisywania za pomocą odpowiednich kodów (np. kodu kreskowego), m.in. na pojemnikach materiału półwyrobów i gotowych produktów tłoczni. Rozwiązanie tych zagadnień powinno zawierać się w projekcie systemu jak i poszczególnych podsystemów.

Wprowadzanie systemu CIM może i powinno być etapowe. Jednakże na początku musi być wykonany skrócony projekt całego systemu, w szczególności w zakresie ustalenia powiązań między podsystemami w ww. zakresie.

Wprowadzanie automatyzacji/robotyzacji gniazd pras i linii pras również może i winno odbywać się sukcesywnie. Zautomatyzowane linie będą sukcesywnie podłączane do systemu za pośrednictwem ich sterowników nadrzędnych.

Obecny stan automatyzacji tłoczni FSM-Tychy, a więc gotowości do wprowadzenia systemu CIM jest wysoce niejednorodny. Zautomatyzowane/zrobotyzowane są:

- jedna linia pras ciężkich,
- jedna linia pras średnich,
- gniazdo pras lekkich,
- linia pras lekkich.

Na ww. linii pras średnich wprowadza się łącze informatyczne do zbierania, przetwarzania i rozliczania ocen dyspozycyjności i stopnia wykorzystania oraz

zaawansowania produkcji dla samej linii oraz czynników techniczno-produkcyjnych i organizacyjnych jej otoczenia.

Natomiast linii pras na tłoczni, które należy jeszcze zautomatyzować jest:

- 8 ciężkich,
- 10 średnich.

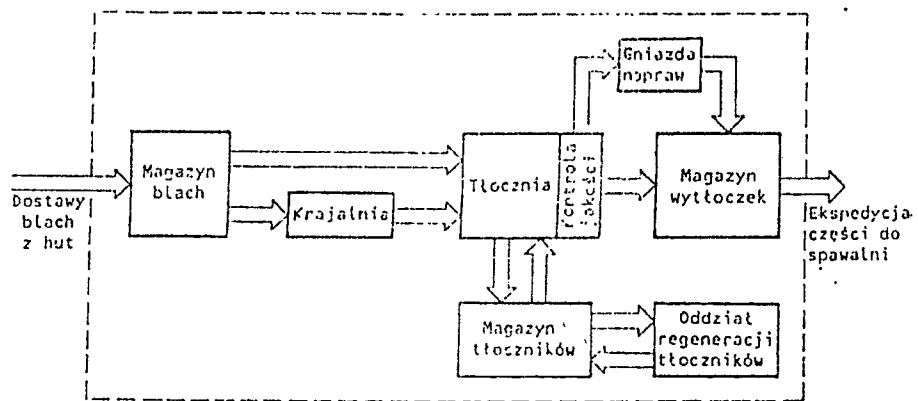
Nie ma na tłoczni systemu zautomatyzowanej kontroli jakości i nie ma np. kontroli jakości wykrojek na wejściu do linii pras średnich Nr 22, co powoduje, wg badań eksploatacyjnych, złą pracę linii i w wyniku przestoje.

Wg uzyskanych informacji podejmowane są przez tłocznię prace w zakresie mechanizacji kontroli jakości wytłoczek. Jednocześnie z drugiej strony kadra tłoczni współrealizując automatyzację ww. linii pras posiada taką wiedzę i doświadczenia w tym zakresie, że automatyzacja następnych linii pras, z tego punktu widzenia, przebiegałaby sprawnie i była zrealizowana na prawidłowym poziomie. Poza tym FSM-2 posiada dobrą kadre informatyków, elektroników i m.in. specjalistów posiadających wiedzę w zakresie hardware'u i software'u ^{PLC i PC}. Z tego punktu widzenia wprowadzanie omówionych podsystemów, czy systemu CIM tłoczni, jest możliwe już obecnie.

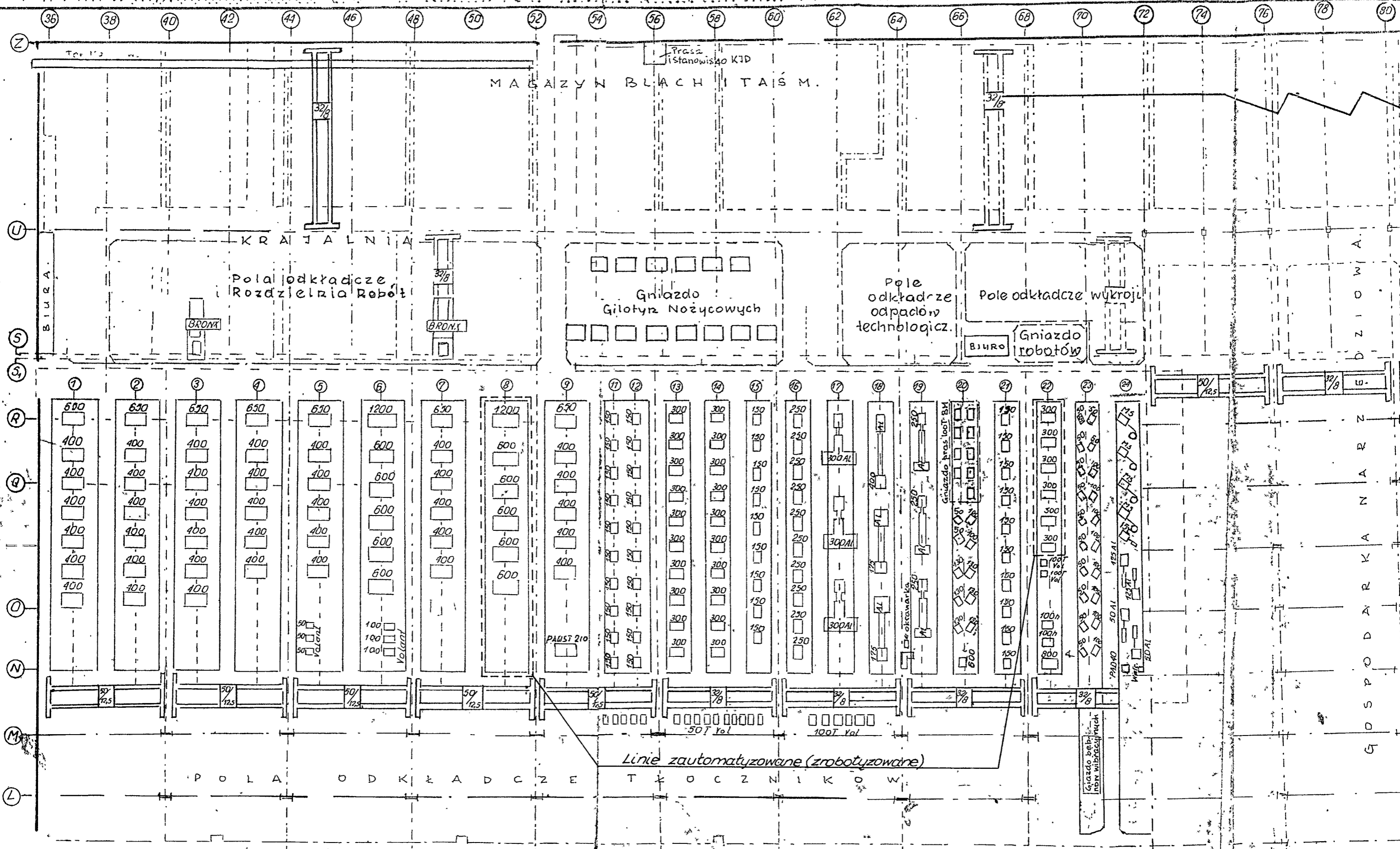
Ze względu na ograniczenia czasowe spowodowane głównie przez podejmowanie produkcji nowego samochodu jak też przejmowanie FSM-2 przez Fiata, nie było możliwości skonsultowania niniejszego opracowania z kadra tłoczni. W przypadku opracowywania projektu podsystemu (ów) lub systemu CIM tłoczni odpowiednio szerokie konsultacje byłyby już niezbędne.

6. SKRÓTY

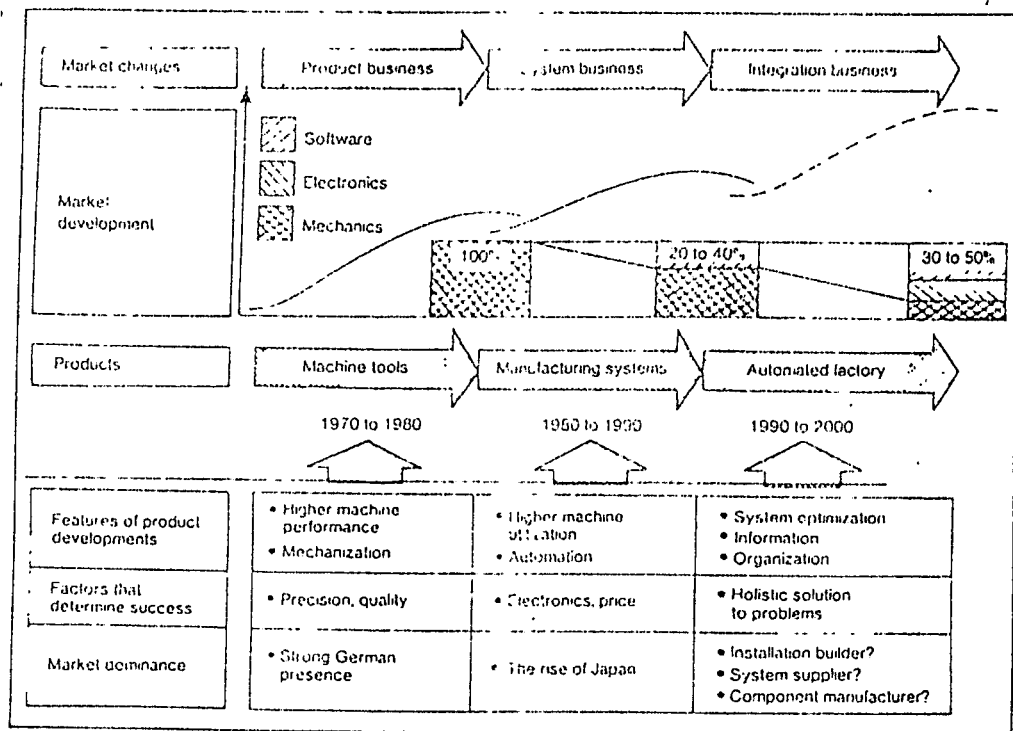
MIS	– Management Information System;	System informatyczny zarządzania.
OA	– Office Automation;	Automatyzacja prac biurowych.
CAD	– Computer Aided Design;	Komputerowo wspomagane konstruowanie.
CAM	– Computer Aided Manufacturing;	Komputerowo wspomagane wytwarzanie.
CAP	– Computer Aided Planning	Komputerowo wspomagane planowanie.
CAA	– Computer Aided Assembly;	Komputerowo wspomagany montaż.
CAQA	– Computer Aided Quality Assurance;	Komputerowo wspomagane sterowanie jakością.
CAR	– Computer Aided Robotics;	Komputerowo wspomagana robotyka.
CAI	– Computer Aided Inspection;	Komputerowo wspomagana kontrola.
CAE	– Computer Aided Engineering;	Komputerowo wspomagane projektowanie.
CAINS	– Computer Aided Instructions;	Komputerowo wspomagane szkolenie.
CIM	– Computer Integrated Manufacturing;	Komputerowo zintegrowane wytwarzanie.
CAPP	– Computer Aided Production Planning;	Komputerowo wspomagane planowanie produkcji.
PPC	-- Production Planning and Control;	Komputerowo wspomagane planowanie i sterowanie produkcją.
PMS	– Production Management System;	System zarządzania produkcją.
FDC	– Factory Data Collection;	Zakładowe zbieranie danych.
FMS	– Flexible Manufacturing System;	Elastyczny system produkcyjny.
MAP	– Manufacturing Message Specification;	Standard informacyjny w wytwarzaniu.
TOP	-- Technical and Office Protocol;	Standard informacyjny zarządzania.
OSI	– Open System Interconnection;	Otwarty system połączeń.
FDDI	– Fiber Distributed Data Interface;	Interfejs magistrali światłowodowej.
ILAN	– Industrial Local Area Network;	Przemysłowa sieć lokalna.
WAN	– Wide Area Network	Sieć dużego zasięgu.
PPS	– Production Planning System;	System planowania produkcji.
PS	– Personal System;	Komputer typu PC.
ODW	-- Operating Data Workstation;	Stacja pracy operacyjna.
OSA	– Open System Architecture	Architektura systemu otwartego.
CIE	-- Computer Integrated Enterprise;	Komputerowo zintegrowane przedsiębiorstwo.
IMS	– Intelligent Manufacturing System;	Inteligentny system wytwarzania.
HE	– Head End;	Remodulator.
LAN	– Local Area Network;	Sieć lokalna.
NM	– Network Management;	Zarządzanie siecią.
TR	– Terminal przemysłowy.	
DB	– Baza danych.	
MN	– Monitor nadzoru.	
B	– Most.	
GW	– Brama.	
CB-B	-- Magistrala z pasmem nośnym.	
BB-B	– Magistrala główna, szerokopasmowa.	
PLC	– Sterownik logiczny programowalny.	
WS	– Stacja robocza.	
HC	– Host Computer;	Komputer nadrzędny.
ISDN	– Integration of Digital Audio (voice) Image (TV) and Data Transmission;	Zintegrowane przesyłanie głosu (cyfrowo), TV i transmisji danych.



Rys. 1 Schemat typowej struktury wydziału tłoczni.

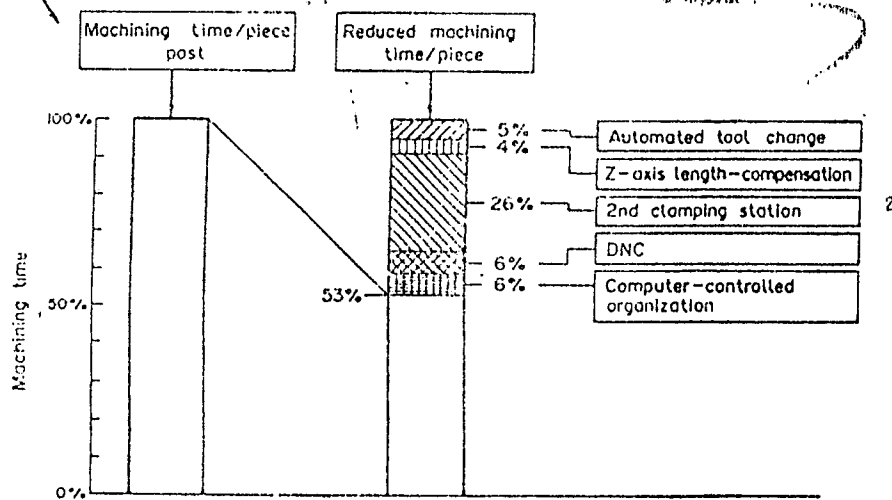


Rys. 2. Schemat tłoczni FSM-2, Tychy.

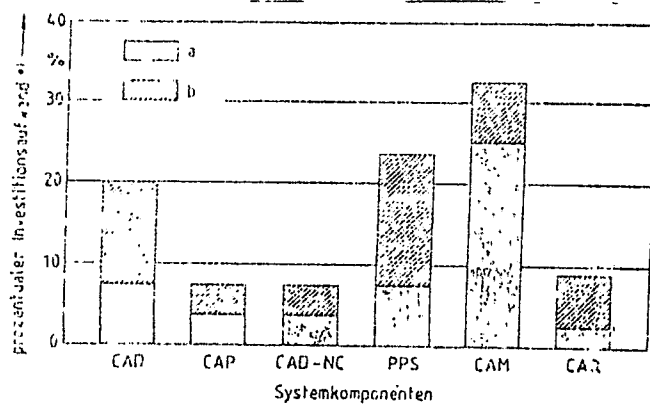


Rys. 3 Jakościowe zmiany na rynku automatyzacji fabryk.

Quantifiable advantages		Not-quantifiable advantages
• Machining time/piece	-47%	• Better observation of schedules
• Throughput time (storage-handling-machining)	-30%	• Higher transparency
• Total costs p. u.	-24%	• Improvement of working conditions
		• Improved failsafe-operation



Rys.4 Efektywność ekonomiczna systemów CIM.



a Systemkosten, b Organisationskosten; 100% entsprechen den gesamten erforderlichen CA-Investitionen

Rys. 5 Udział inwestycyjny podsystemów CIM.

STAN MASZYN WYDZIAŁU T Ł O C Z N I

247

Tablica 1

PRAS OGÓŁEM 223 w tym TC 62 , TS,L 161 , INNE 24

TŁOCZNIA CIĘZKA				TŁ. ŚREDNIA-LEKKA				KRAJALNIA		
	TYP	Nacisk	szt.		TYP	Nacisk	szt.	Typ	Nacisk	szt.
P O D S T A W O W E	PRASA ES - 1200	1200 T	2	P	PRASA E2-300-152	300 T	26	GILOTYNA NG8-5	40	7
	PRASA ES4-600-33	600 T	10	O	PRASA P2KDR 250	250 T	10	GILOTYNA NG6-8	25	5
	PRASA DS-2-650-27	650 T	7	D	PRASA BLISS	600 T	1	GIL.TNE2000/63E	25	2
	PRASA ES-2-400-27	400 T	38	S	PRASA E-800-1,5	800 T	1	GIL.TNE3100/63E	25	2
	RAZEM :	Σ	57	A	PR. TRANS. PRSST210	210 T	1	WALC. MECH. BRONX	-	5
U Z U P E N I O N E	PRASA PR/L-100	100 T	4	W	PRASA S-2-400-1,6	400 T	1	PROS.ROL.P01141	-	1
	PRASA PMS-63CP	63 T	1	O	PRASA S-2-300-1,5	300 T	3	LINIA DO CIECIA	-	1
	PIŁA TASMOWA SV10	-	1	W	PRASA S-2-250-1,2	250 T	2	RAZEM :	Σ	20
		RAZEM :	Σ	6	E	PR. S-2-175-1,25	175 T	2		
					PRASA MTRS-L	125 T	2			
					PRASA MTRS/L50	50 T	3			
					PRASA MTRS-L	130 T	6			
					PRASA MTRS-L	100 T	19			
					PRASA PR/L 100	100 T	3			
					PRASA LEN 63 C	63 T	5			
					PRASA MULTISLIDE	35 T	4			
					PRASA PMS-63-CPF	63 T	29			
					PRASA PMS 10 CD	10 T	1			
					RAZEM :	Σ	158			
				U	PRASA HYDR.KP100	100 T	1			
				Z	PRASA HYDR.C2 100	100 T	1			
				U	OKRAWARKA OS 224	-	1			
				P.	OCZYSZ.WIBR.RC120	-	3			
					RAZEM :	Σ	6			

PODSTAWOWE WSKAZNIKI TŁOCZNI

LICZONE DLA SAMOCHODU 126 P FL i BIS

ODDZIAŁ	PRACOCHEŁONNOŚĆ		MATERIAŁOCHEŁONNOŚĆ	WSKAZN. WYK. MAT.	ŚREDNIODOBOWY PRZER. MAT.				
	Wer. Stand	Wer. Bis			BLACHY	TASMY	RAZEM		
TŁOCZNIA CIEZKA	1,51godz	1,7 godz	S T A N. FL	Brutto 404 kg	Netto 250	0,60	250 T	100 T	350 T
TŁOCZNIA SR. LEKKA	1,88godz	1,63 godz		422	237				
KRAJALNIA	0,19godz	0,21godz	B I S						
RAZEM	3,58godz	3,54godz							

04

Lp.	Wskaźnik wyrażony jako funkcja elementów bilansu czasu	Wskaźnik wyrażony jako funkcja W oraz γ_a i γ_t	Równania wiążące
1	$D_{1a} = \frac{T_z - T_{sa}}{T_z}$ $D_{1t} = \frac{T_z - T_{st}}{T_z}$	$D_{1a} = 1 - \gamma_a(1 - W)$ $D_{1t} = 1 - \gamma_t(1 - W)$	$W = D_{1a} + D_{1t} - 1$
2	$D_{2a} = \frac{T_p}{T_p + T_{sa}}$ $D_{2t} = \frac{T_p}{T_p + T_{st}}$	$D_{2a} = \frac{W}{W + \gamma_a(1 - W)}$ $D_{2t} = \frac{W}{W + \gamma_t(1 - W)}$	$\frac{1}{W} = \frac{1}{D_{2a}} + \frac{1}{D_{2t}} - 1$ $D_{2i} = \frac{W}{W + (1 - D_{1i})}$ $W = D_{1a} \cdot D_{2t} = D_{1t} \cdot D_{2a}$
3	$D_{3a} = \sqrt{\frac{T_p \cdot T_z - T_{sa}}{T_z \cdot T_p + T_{sa}}}$ $D_{3t} = \sqrt{\frac{T_p \cdot T_z - T_{st}}{T_z \cdot T_p + T_{st}}}$	$D_{3a} = \sqrt{W \cdot \frac{1 - \gamma_a(1 - W)}{W + \gamma_a(1 - W)}}$ $D_{3t} = \sqrt{W \cdot \frac{1 - \gamma_t(1 - W)}{W + \gamma_t(1 - W)}}$	$W = D_{3a} \cdot D_{3t}$ $D_{3i} = \sqrt{D_{1i} \cdot D_{2i}}$
4	$D_{4a} = \frac{T_p + D_{2a} \cdot T_{st}}{T_p + T_{sa} + D_{2a} \cdot T_{st}}$ $D_{4t} = \frac{T_p + D_{2t} \cdot T_{sa}}{T_p + T_{st} + D_{2t} \cdot T_{sa}}$	$D_{4a} = \frac{W}{\gamma_a^2 + W[1 + \gamma_a(1 - W) - \gamma_a^2(2 - W)]}$ $D_{4t} = \frac{W}{\gamma_t^2 + W[1 + \gamma_t(1 - W) - \gamma_t^2(2 - W)]}$	$D_{4i} = \frac{W}{(1 - D_{1i})^2 + W(2 - D_{1i})}$
5	$D_{5a} = \frac{T_z - T_{sa} - (1 - D_{1a}) \cdot T_{st}}{T_z}$ $D_{5t} = \frac{T_z - T_{st} - (1 - D_{1t}) \cdot T_{sa}}{T_z}$	$D_{5a} = [1 - \gamma_a(1 - W)]^2 + \gamma_a \cdot W \cdot (1 - W)$ $D_{5t} = [1 - \gamma_t(1 - W)]^2 + \gamma_t \cdot W \cdot (1 - W)$	$W \cong 1,5 - \sqrt{2,25 - (D_{5a} + D_{5t})}$ $D_{5i} = D_{1i}^2 + W(1 - D_{1i})$

117

Lp.	Wskaźnik wyrażony jako funkcja elementów bilansu czasu	Wskaźnik wyrażony jako funkcja \dot{W} oraz γ_a, γ_t i γ_o	Równania wiążące
1	$D_{1a} = \frac{T_z - T_{sa}}{T_z}$ $D_{1t} = \frac{T_z - T_{st}}{T_z}$ $D_{1o} = \frac{T_z - T_{so}}{T_z}$	$D_{1a} = 1 - \gamma_a(1 - W)$ $D_{1t} = 1 - \gamma_t(1 - W)$ $D_{1o} = 1 - \gamma_o(1 - W)$	$W = D_{1a} + D_{1t} + D_{1o} - 2$
2	$D_{2a} = \frac{T_p}{T_p + T_{sa}}$ $D_{2t} = \frac{T_p}{T_p + T_{st}}$ $D_{2o} = \frac{T_p}{T_p + T_{so}}$	$D_{2a} = \frac{W}{W + \gamma_a(1 - W)}$ $D_{2t} = \frac{W}{W + \gamma_t(1 - W)}$ $D_{2o} = \frac{W}{W + \gamma_o(1 - W)}$	$\frac{1}{W} = \frac{1}{D_{2a}} + \frac{1}{D_{2t}} + \frac{1}{D_{2o}} - 2$ $D_{2i} = \frac{W}{W + (1 - D_{1i})}$ $W = (D_{1t} + D_{1o} - 1) \cdot D_{2a}$ $W = (D_{1a} + D_{1o} - 1) \cdot D_{2t}$ $W = (D_{1t} + D_{1a} - 1) \cdot D_{2o}$
3	$D_{3a} = \sqrt{\frac{T_p}{T_z} \cdot \frac{T_z - T_{sa}}{T_p + T_{sa}}} = \sqrt{D_{1a} \cdot D_{2a}}$ $D_{3t} = \sqrt{\frac{T_p}{T_z} \cdot \frac{T_z - T_{st}}{T_p + T_{st}}} = \sqrt{D_{1t} \cdot D_{2t}}$ $D_{3o} = \sqrt{\frac{T_p}{T_z} \cdot \frac{T_z - T_{so}}{T_p + T_{so}}} = \sqrt{D_{1o} \cdot D_{2o}}$	$D_{3a} = \sqrt{W \frac{1 - \gamma_a(1 - W)}{W + \gamma_a(1 - W)}}$ $D_{3t} = \sqrt{W \frac{1 - \gamma_t(1 - W)}{W + \gamma_t(1 - W)}}$ $D_{3o} = \sqrt{W \frac{1 - \gamma_o(1 - W)}{W + \gamma_o(1 - W)}}$	$D_{3i} = \sqrt{D_{1i} \cdot D_{2i}}$

127

Lp.	Wskaźnik wyrażony jako funkcja elementów bilansu czasu	Wskaźnik wyrażony jako funkcja W oraz γ_a, γ_t i γ_o	Równania wiążące
4	$D_{4a} = \frac{T_p + D_{2a}(T_{st} + T_{so})}{T_p + T_{sa} + D_{2a}(T_{st} + T_{so})}$ $D_{4t} = \frac{T_p + D_{2t}(T_{sa} + T_{so})}{T_p + T_{st} + D_{2t}(T_{sa} + T_{so})}$ $D_{4o} = \frac{T_p + D_{2o}(T_{sa} + T_{st})}{T_p + T_{so} + D_{2o}(T_{sa} + T_{st})}$	$D_{4a} = \frac{W}{\gamma_a^2 + W[1 + \gamma_a(1 - W) - \gamma_a^2(2 - W)]}$ $D_{4t} = \frac{W}{\gamma_t^2 + W[1 + \gamma_t(1 - W) - \gamma_t^2(2 - W)]}$ $D_{4o} = \frac{W}{\gamma_o^2 + W[1 + \gamma_o(1 - W) - \gamma_o^2(2 - W)]}$	$D_{4i} = \frac{W}{(1 - D_{1i})^2 + W(2 - D_{1i})}$
5	$D_{5a} = \frac{T_z - T_{sa} - (1 - D_{1a})(T_{st} + T_{so})}{T_z}$ $D_{5t} = \frac{T_z - T_{st} - (1 - D_{1t})(T_{sa} + T_{so})}{T_z}$ $D_{5o} = \frac{T_z - T_{so} - (1 - D_{1o})(T_{sa} + T_{st})}{T_z}$	$D_{5a} = [1 - \gamma_a(1 - W)]^2 + \gamma_a \cdot W \cdot (1 - W)$ $D_{5t} = [1 - \gamma_t(1 - W)]^2 + \gamma_t \cdot W \cdot (1 - W)$ $D_{5o} = [1 - \gamma_o(1 - W)]^2 + \gamma_o \cdot W \cdot (1 - W)$	$W \cong 1,5 - \sqrt{2,25 - (D_{5a} + D_{5t} + D_{5o} - 1)}$ $D_{5i} = D_{1i}^2 + W(1 - D_{1i})$

118

Lp.	Wskaźnik wyrażony jako funkcja elementów bilansu czasu	Wskaźnik wyrażony jako funkcja W oraz γ_i	Równania wiążące
1	$D_{1i} = \frac{T_z - T_{si}}{T_z}$	$D_{1i} = 1 - \gamma_i(1 - W)$	$W = \sum_{i=1}^n D_{1i} - (n - 1)$
2	$D_{2i} = \frac{T_p}{T_p + T_{si}}$	$D_{2i} = \frac{W}{W + \gamma_i(1 - W)}$	$\frac{1}{W} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{D_{2i}} - (n - 1)$ $D_{2i} = \frac{W}{W + (1 - D_{1i})}$ $W = (1 - D_{1i}) \frac{D_{2i}}{1 - D_{2i}}$
3	$D_{3i} = \sqrt{\frac{T_p}{T_z} \frac{T_z - T_{si}}{T_z + T_{si}}} = \sqrt{D_{1i} \cdot D_{2i}}$	$D_{3i} = \sqrt{W \frac{1 - \gamma_i(1 - W)}{W + \gamma_i(1 - W)}}$	$D_{3i} = \sqrt{D_{1i} \cdot D_{2i}}$
4	$D_{4i} = \frac{T_p + D_{2i} \left(\sum_{i=1}^n T_{si} - T_{si} \right)}{T_p + T_{si} + D_{2i} \left(\sum_{i=1}^n T_{si} - T_{si} \right)}$	$D_{4i} = \frac{W}{\gamma_i^2 + W [1 + \gamma_i(1 - W) - \gamma_i^2(2 - W)]}$	$D_{4i} = \frac{W}{(1 - D_{1i})^2 + W(2 - D_{1i})}$
5	$D_{5i} = \frac{T_z - T_{si} - (1 - D_{1i}) \left(\sum_{i=1}^n T_{si} - T_{si} \right)}{T_z}$	$D_{5i} = [1 - \gamma_i(1 - W)]^2 + \gamma_i \cdot W(1 - W)$	$W \approx 1,5 - \sqrt{2,25 - \left[\sum_{i=1}^n D_{5i} - (n - 2) \right]}$ $D_{5i} = D_{1i}^2 + W(1 - D_{1i})$

n – ilość parametrów (czynników)
 i – numer (oznaczenie) czynnika

DATA	FSM							PIAP		DYSPOZYCYJNOŚĆ			ILOŚĆ
	Pd	Pr	Ch	Od	Op	Kj	Ob	Rb	St	Sa	St	Sl	SZT.
1zm.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
18.09 2zm.	85	125	-	-	15	-	-	-	-	1.0	.531	.531	x
3zm.	20	-	45	-	25	70	-	15	20	.927	.667	.594	380
1zm.	-	-	-	-	160	270	-	-	-	1.0	.104	.104	80
19.09 2zm.	15	-	67	-	15	-	-	-	35	.927	.798	.725	2000
3zm.	-	-	-	-	13	95	-	-	-	1.0	.775	.775	300
1zm.	-	-	-	-	65	60	-	-	-	1.0	.739	.739	1460
20.09 2zm.	-	-	25	-	166	50	-	-	-	1.0	.498	.498	1330
3zm.	-	-	-	-	480	-	-	-	-	1.0	.000	.000	0
21.09	* S O B O T A *												*
22.09	* N I E D Z I E L A *												*
1zm.	-	-	-	-	400	80	-	-	-	1.0	.000	.000	0
23.09 2zm.	-	-	-	-	-	480	-	-	-	1.0	.000	.000	0
3zm.	-	-	-	-	25	340	-	-	-	1.0	.239	.239	607
1zm.	8	7	-	-	40	265	-	-	10	.979	.333	.312	900
24.09 2zm.	-	-	165	-	-	300	-	-	-	1.0	.031	.031	0
3zm.	-	-	-	-	5	370	-	-	-	1.0	.219	.219	434
1zm.	14	20	17	-	28	90	-	-	-	1.0	.648	.648	1500
25.09 2zm.	-	-	-	-	-	405	-	-	-	1.0	.156	.156	257
3zm.	-	-	-	-	20	265	-	-	-	1.0	.406	.406	807
1zm.	-	-	31	-	5	215	-	-	-	1.0	.477	.477	1157
26.09 2zm.	-	-	188	-	5	-	-	-	10	.979	.598	.577	1700
3zm.	40	-	220	-	5	-	-	-	-	1.0	.448	.448	1070

DATA	FSM						FIAP		DYSPOZYCYJNOŚĆ			ILOŚĆ	
	Pd	Pr	Ch	Od	Op	Kj	Ob	Rb	St	Sa	St		Sl
1zm.	-	-	97	-	20	180	-	-	-	1.0	.381	.381	900
27.09 2zm.	-	-	45	-	50	220	-	-	-	1.0	.344	.344	1042
3zm.	-	-	-	-	-	480	-	-	-	1.0	.000	.000	0
28.09	* S O B O T A *												*
29.09	* N I E D Z I E L A *												*
1zm.	-	20	20	-	113	225	40	20	15	.927	.129	.056	400
30.09 2zm.	-	-	-	-	15	385	-	-	-	1.0	.167	.167	510
3zm.	-	-	-	-	127	250	-	-	-	1.0	.214	.214	600
1zm.	-	-	140	-	220	55	-	-	-	1.0	.135	.135	780
2zm.	-	-	-	-	115	280	-	-	-	1.0	.177	.177	186
3zm.	-	3	125	-	12	35	-	-	15	.969	.635	.604	1968
1zm.	150	3	60	-	10	30	-	-	-	1.0	.473	.473	1114
2.10 2zm.	15	10	5	-	10	20	-	-	-	1.0	.875	.875	2000
3zm.	-	28	20	-	10	35	-	-	-	1.0	.806	.806	2500
1zm.	-	5	-	-	85	250	-	-	-	1.0	.292	.292	1450
3.10 2zm.	-	19	-	-	30	-	-	135	-	.719	.898	.617	2160
3zm.	-	60	81	-	5	75	-	10	-	.979	.539	.519	2200
1zm.	-	15	40	-	15	295	-	-	-	1.0	.239	.239	500
4.10 2zm.	-	-	35	-	250	-	-	-	-	1.0	.406	.406	1308
3zm.	-	-	-	-	480	-	-	-	-	1.0	.000	.000	0
5.10	* S O B O T A *												*
6.10	* N I E D Z I E L A *												*
1zm.	-	-	-	-	-	480	-	-	-	1.0	.000	.000	0
7.10 2zm.	-	-	-	-	480	-	-	-	-	1.0	.000	.000	0
3zm.	-	-	-	-	480	-	-	-	-	1.0	.000	.000	0

DATA	FSM							PIAP		DYSPOZYCYJNOŚĆ			ILOŚĆ
	Pd	Pr	Ch	Od	Op	Kj	Ob	Rb	St	Sa	St	Sl	SZT.
1zm.	-	-	-	-	480	-	-	-	-	1.0	.000	.000	0
8.10 2zm.	-	-	100	-	380	-	-	-	-	1.0	.000	.000	0
3zm.	-	-	219	-	-	240	-	-	-	1.0	.044	.044	243
1zm.	-	-	130	-	35	120	-	125	-	.739	.406	.146	238
9.10 2zm.	-	5	95	-	60	290	-	-	-	1.0	.062	.062	190
3zm.	-	28	53	-	15	110	-	-	-	1.0	.571	.571	1800
1zm.	-	-	35	-	-	225	-	-	65	.865	.458	.323	29
10.10 2zm.	-	-	95	-	10	240	-	-	-	1.0	.281	.281	1060
3zm.	-	230	40	-	5	75	-	-	-	1.0	.271	.271	849
1zm.	-	65	10	-	20	-	-	-	-	1.0	.802	.802	2620
11.10 2zm.	-	-	140	-	85	-	-	-	-	1.0	.531	.531	1042
3zm.	25	-	25	-	25	-	-	-	-	1.0	.844	.844	3100
1zm.	-	-	5	-	120	50	-	-	-	1.0	.635	.635	1760
12.10 2zm.	-	-	45	-	65	45	60	-	-	1.0	.552	.552	1290
3zm.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
13.10	* N I E D Z I E L A *												*
1zm.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
14.10 2zm.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3zm.	-	110	-	-	-	-	40	-	330	.313	.687	.000	0
1zm.	-	-	-	-	10	340	20	-	-	1.0	.229	.229	995
15.10 2zm.	-	-	-	-	-	480	-	-	-	1.0	.000	.000	0
3zm.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1zm.	-	-	40	-	-	240	-	-	150	.688	.417	.104	75
16.10 2zm.	-	-	20	-	-	450	-	-	-	1.0	.021	.021	76
3zm.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

DATA	FSM							PIAP		DYSPOZYCYJNOŚĆ			ILOŚĆ SZT.
	Pd	Fr	Ch	Od	Op	Kj	Ob	Rb	St	Sa	St	Śl	
1zm.	-	-	25	-	10	20	25	-	-	1.0	.833	.833	2800
17.10 2zm.	-	-	40	-	15	80	-	10	-	.979	.719	.698	2300
3zm.	-	-	32	-	170	80	-	70	-	.854	.413	.267	1038
1zm.	-	-	-	-	345	-	-	-	-	1.0	.281	.281	400
18.10 2zm.	-	-	15	-	100	20	-	-	-	1.0	.719	.719	2095
3zm.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
19.10	* S O B O T A *												*
20.10	* N I E D Z I E L A *												*
1zm.	-	-	20	-	16	105	-	-	60	.875	.706	.581	2200
21.10 2zm.	-	-	5	-	-	380	-	80	-	.833	.198	.031	0
3zm.	-	165	120	-	45	50	30	-	-	1.0	.146	.146	396
1zm.	-	60	215	-	5	40	-	40	-	.917	.333	.250	354
22.10 2zm.	-	-	5	-	105	-	-	80	100	.625	.771	.396	803
3zm.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1zm.	-	-	5	-	89	15	20	10	-	.979	.731	.710	1150
23.10 2zm.	-	-	-	-	110	140	-	100	-	.792	.479	.271	157
3zm.	-	-	15	-	138	30	-	50	-	.896	.619	.515	1100
1zm.	-	10	-	-	80	195	-	-	-	1.0	.406	.406	1300
24.10 2zm.	-	9	35	-	255	60	-	-	-	1.0	.252	.252	930
3zm.	-	3	109	-	114	-	-	-	-	1.0	.529	.529	1400
1zm.	-	-	-	-	65	395	-	-	-	1.0	.042	.042	218
25.10 2zm.	5	-	-	-	215	180	-	-	-	1.0	.167	.167	440
3zm.	-	-	-	-	320	75	-	-	-	1.0	.177	.177	523
26.10	* S O B O T A *												*
27.10	* N I E D Z I E L A *												*

DATA	FSM							PIAP		DYSPOZYCYJNOŚĆ			ILOŚĆ SZT.
	Pd	Pr	Ch	Od	Op	Kj	Ob	Rb	St	Sa	St	Sl	
28.10 1zm.	-	-	5	-	65	320	60	-	-	1.0	.063	.063	374
28.10 2zm.	-	-	100	-	-	80	-	160	-	.667	.625	.292	x
28.10 3zm.	-	-	-	-	-	305	-	105	-	.781	.365	.146	559
29.10 1zm.	-	-	20	-	15	75	-	210	-	.562	.771	.333	900
29.10 2zm.	-	-	60	-	20	60	-	-	-	1.0	.708	.708	2150
29.10 3zm.	-	-	-	-	-	480	-	-	-	1.0	.000	.000	0
30.10 1zm.	-	-	-	-	-	480	-	-	-	1.0	.000	.000	0
30.10 2zm.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30.10 3zm.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
31.10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1.11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2.11	* SOBOTA *												*
3.11	* NIEDZIELA *												*
4.11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5.11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6.11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6.11 1zm.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7.11 2zm.	-	-	-	-	-	480	-	-	-	1.0	.000	.000	0
7.11 3zm.	-	-	-	-	-	480	-	-	-	1.0	.000	.000	0
8.11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9.11	* SOBOTA *												*
10.11	* NIEDZIELA *												*
11.11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12.11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
13.11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

DATA	FSM	PIAP	DYSPOZYCYJNOŚĆ	ILOŚĆ
	Pd : Pr : Ch : Od : Op : Kj : Ob	Rb : St	Sa : St : Sl	SZT.
14.11	* : * : * : * : * : * : *	* : *	* : * : *	*
15.11	* : * : * : * : * : * : *	* : *	* : * : *	*
16.11	* SOBOTA *			*
17.11	* NIEDZIELA *			*
18.11	* : * : * : * : * : * : *	* : *	* : * : *	*
19.11	* : * : * : * : * : * : *	* : *	* : * : *	*
20.11	* : * : * : * : * : * : *	* : *	* : * : *	*

FSM : technologia

- 1.Pd - podajnik
- 2.Pr - prasy + siłnice
- 3.Ch - chwytaki
- 4.Od - odbiornik końcowy
- 5.Op - oprzyrządowanie do brania materiału i zły wyrób
- 6.Kj - kontrola jakości
- 7.Ob - obsługa

PIAP : automatyka

- 8.Rb - roboty
- 9.St - sterownik

8. LITERATURA

- [1]. „Automatyzacja Dyskretnych Procesów Przemysłowych”.
Praca zbiorowa pod kierunkiem Henryka Kowalowskiego.
WNT. Warszawa 1984.
- [2]. H.Moretz. „Flexible Manufacturing Systems in Practice - a Never
Ending Story”. Report on the user's symposium in Berlin on
December 1 und 2 1988.
- [3]. Nam P.Suh. National Science Foundation „A perspective on
Manufacturing”. Keynote Address at the International
Conference on Manufacturing Science and Technology of the Future,
MIT, 3 June 1987. Robotics & CIM. Vol.4, No 3/4. 1988.
- [4]. K.Hitz. „Flexible Integrated Computer - Aided Manufacturing
Systems Increase Productivity”. Robotics & CIM.
Vol. 3, No 1, 1987.
- [5]. U.Gabriel. „CIM-Anwenderfordern EDV - Standards”.
Werkstoff und Betrieb.124 /1991/ 3
- [6]. K.H.Eschermaun; R.Heinemann, R.Hohol „Automatisierte Autofabrik”.
Elektronik 15/22.7.1988.
- [7]. VW-GEDAS. „Ein Firmenporträt”. Ulotka firmowa, uzyskana w 1991 r.
- [8]. U.Seifert. „The Application of Computers in Automobile
Development”. Robotics & CIM. Vol.7 No. 1/2 1990.
- [9]. C.Hessler. „Flexible konzepte für die Blechbearbeitung”.
Werkstatt und Betrieb.122 /1989/ 5.
- [10]. H.Langmann. „CAD/CAM-Einsatz in der blechverarbeiten Industrie”.
CAD·CAM·CIM. Feb. 1989. Sonderteil in Hanser-Fachzeitschriften.
Carl Hanser Verlag. München 1989.
- [11]. A.Hofmann. „CAD/CAM-Einsatz bei einem Werkzeug - Formen - und
Modell - bauer für die Automobilindustrie”. Juni 1989. j.w.

LITERATURA

- 2 -

- [12]. H.Hoffmann, H. und F.Schneider. „Wirtschaftlichfertigen auf Grossteil - Stufenpressen“.
Werkstatt und Betrieb, 122 /1989/ 5 i 6.
- [13]. E.Zimmer, H.Schmid. „Pressen im Karosseriebetrieb durch Industrieroboter automatisieren“.
Werkstatt und Betrieb 123 /1990/ 1
- [14]. G.F.Micheletti. „Application of New Technologies for Fully Integrated Robotized Automobile Engine Production“.
Robotics & CIM. Vol.4 No 1/2 1988.
- [15]. S.Dwojak, R.Sawwa „20 th ISIR Symposium and Study-Tour. Tokyo. Japan. Oct. 1989“.
Sprawozdanie z wyjazdu - MERA-PIAP.
- [16]. M.A.Kamiński „MAP 3.0 at Saturn and GM Direction“.
General Motors Corporation, Warren, MI. USA. Advanced Engineering Staff. October 1990.
- [17]. R.Sawwa, S.Dwojak „O ocenie eksploatacyjnej zautomatyzowanych/zrobotyzowanych systemów produkcyjnych“.
W przygotowaniu do Biuletynu MERA-PIAP.
- [18]. T.Missala „Struktury sieci MAP/POP w zastosowaniu do komputerowo zintegrowanego wytwarzania /CIM/ z uwzględnieniem elementów produkcji krajowej i zagranicznej“,
Etap 1: „Przegląd struktur na bazie materiałów EMUG i literatury zagranicznej“.
Sprawozdanie MERA-PIAP Nr rejestr. 6666, 1991 r.
- [19]. T.Missala „Struktury sieci MAP/POP w zastosowaniu do komputerowo zintegrowanego wytwarzania /CIM/ z uwzględnieniem elementów produkcji krajowej i zagranicznej“.
Etap 2: „Przegląd elementów produkcji krajowej i zagranicznej i propozycja struktur z ich wykorzystaniem“.
Sprawozdanie MERA-PIAP Nr rejestr. 6729, 1991 r.