

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

Ośrodek Robotów Przemysłowych

074 Pracownia Konstrukcji i Zastosowań Specjalnych Robotów Przemysłowych.

Główny wykonawca mgr inż. Maciej Oleksiuk

Wykonawcy mgr inż. Michał Różycki

Konsultant

Nr zlecenia

RP 77.2

Temat:

"Uruchomienie systemu komputerowego wspomaganie prac projektowych dla nowych i modernizowanych robotów przemysłowych"

Temat zadania:

"Wytypowanie sprzętu dla stanowiska komputerowego wspomaganie projektowania /KWP/ zakup i uruchomienie podstawowego minimalnego zestawu komputerowego"

Zleceniodawca CPBR 7.1

Pracę rozpoczęto dnia maj 1986 r.

zakończono dnia 86-12-15

Kierownik Zespołu

Kierownik Ośrodka

Z-ca Dyr. d/s Automatyki

dr inż. R. Sawwa

mgr inż. L. H. Przybylski

dr inż. T. Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 25

Egz. 1 BOINTE

rysunków -

Egz. 2 OAR

fotografii -

Egz. 3 OAR

tabel -

Egz. 4

tablic -

Egz. 5

załączników 2

Egz. 6

Nr rejestr. 5723

Analiza deskrytorowa Komputer, projektowanie

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera opis poszczególnych etapów prac prowadzonych w celu określenia zakresu stosowania komputerów OAR oraz wynikające z nich wnioski. Przedstawiono zakres przeprowadzonych prac mających na celu wytypowanie systemu KWP oraz dokonanie zakupu takiego systemu.

Tytuły poprzednich sprawozdań nie było

UKD

SIAP-252/83-6000

3 YL

2

Spis Treści

1. Wstęp	str. 4
2. Etap I	str. 5
3. Etap II	str. 7
4. Etap III	str.10
5. Stan w chwili obecnej	str.14
6. Wnioski	str.15
7. Uzasadnienie proponowanego zakupu	str.16

Zał.

Wniosek o rozbudowę komputera IBM PC AT 03 do stanowiska KWP.	str.19
Kryteria wyboru i oceny systemu CAD	str.21

Wstęp

Prace konstrukcyjne, które będą i są realizowane w ramach CPBR 7.1 charakteryzują się wysokim poziomem trudności wynikającym ze złożoności zagadnienia projektowania robotów przemysłowych. Oferowane systemy komputerowego wspomaganie projektowania pozwalają na znaczne skrócenie czasu powstawania nowej konstrukcji i dokumentacji do niej, umożliwiając równocześnie, dzięki stosowaniu komputerowych metod numerycznych niezbędnych przy modelowaniu dynamiki nowopowstających robotów jak i przy prowadzeniu obliczeń wytrzymałościowych metodą elementów skończonych, tworzenie konstrukcji trudnych do realizacji metodami tradycyjnymi. Ułatwiają również wprowadzanie poprawek do dokumentacji i skracają czas realizacji całego procesu konstrukcyjnego.

W związku z tym konieczne i celowe staje się stosowanie tych nowoczesnych metod konstruowania w Ośrodku Robotów Przemysłowych **MERA-PIAP**.

Celem niniejszego sprawozdania jest przedstawienie prac związanych z wprowadzeniem komputerów do OAR a w szczególności stanowiska komputerowego wspomaganie projektowania. Prace te wykonane zostały w trzech etapach, które opisano w niniejszym sprawozdaniu.

Etap I

W październiku 1985 roku przeprowadzono analizę mającą za zadanie określenie celowości i zakresu stosowania komputerów w OAR.

W efekcie przeprowadzonej pracy przedstawiono następujące wnioski:

1- na potrzeby wynikające z zakresu planowanych prac projektowo-konstrukcyjnych należy kupić komputery kompatybilne z IBM PC AT/XT.

2- możliwe do wykonania przy ich wykorzystaniu wraz z odpowiednim oprogramowaniem są następujące zadania:

- modelowanie i symulacja dynamiki robotów przemysłowych,
- komputerowe wspomaganie projektowania,
- prowadzenie obliczeń metodą elementów skończonych,
- automatyzacja prac biurowych,
- stworzenie bazy danych o aplikacjach robotów,
- szkolenie pracowników.

Ponieważ proponowane do realizacji zadania nie mogą być efektywnie wykonywane na jednym stanowisku wystąpiono z wnioskiem o zakup trzech komputerów i połączenie ich w sieć z następującymi stanowiskami:

stanowisko 1 - modelowanie i symulacja na komputerze typu IBM PC/AT,

stanowisko 2 - wspomaganie prac projektowych (komputer typu IBM AT),

stanowisko 3 - "baza danych" (komputer IBM PC/XT).

Należy podkreślić, że najwięcej kontrowersji budziła możliwość wykorzystania komputerów w ogóle a osobistych w szczególności do wspomagania prac projektowych (stanowisko 2). Było to spowodowane brakiem doświadczeń w Polsce w tej dziedzinie oraz znikomą ilością dostępnej na ten temat informacji. Systemy komputerowo wspomaganego projektowania w oparciu o komputery osobiste w najbardziej rozwiniętych krajach są stosowane w zasadzie od dwóch lat.

Na etapie pierwszym przeprowadzono analizę szybkości pracy komputerów IBM PC/AT, która wykazała celowość zastosowania tego typu sprzętu do modelowania i symulacji.

Równocześnie zebrano informacje o systemach komputerowego wspomagania projektowania firm:

- Hewlett Packard system HP Draft,
- Ziegler Instruments system Caddy,
- rhv softwaretechnik system Pc-Draft,
- system MAEDOS na komputerach Altos (system wybrany przez FSD).

W efekcie tych prac uznano, że na zakup sprzętu komputerowego w zakresie umożliwiającym zbudowanie wyżej wymienionych 3 stanowisk należy przeznaczyć sumę 50 tys. USD i wystąpiono z wnioskiem o zaplanowanie takiego zakupu w CPBR.

Etap II

Po otwarciu zlecenia, mając na uwadze wypełnienie zadań określonych w etapie I, kontynuowano prace w zakresie:

- analizy systemów komputerowego wspomagania prac projektowych oferowanych przez firmy zachodnie,
- gromadzenia oprogramowania na komputery IBM PC.

W ramach zbierania informacji o systemach komputerowego wspomagania projektowania uzyskano informacje o produktach następujących firm:

- Superdraft firmy Marcus (RFN) (na komputerach Multitech),
- system firmy NCR (RFN),
- Logocad firmy Logotec (RFN),
- Pc Draft firmy rhv Softwaretechnik (RFN) (na komputerach firmy Sperry),
- Caddy firmy Ziegler Instruments (RFN) (na komputerach kompatybilnych z IBM PC),
- modus 86 firmy Kuhlmann (RFN),
- MAEDOS firmy Micro Aided Engineering (Wlk. Brytania),
- Han Engineering GmbH (Austria),
- HP Draft, ME 5, ME 10 firmy Hewlett Packard.

Przy wyborze systemów, o których zbierano materiały kierowano się dostępnymi informacjami z prasy fachowej a w szczególności następującymi kryteriami:

- 1- ilość instalacji w RFN,
- 2- możliwością stosowania w budowie maszyn,
- 3- ilością dostępnych powierzchni do rysowania,
- 4- renomą firmy,
- 5- ceną systemu.

W kwietniu 1986 na wystawie komputerowej w Warszawie po raz pierwszy w Polsce zaprezentowano system Caddy. Po zapoznaniu się z możliwościami tego systemu uznano, że są one bardzo ograniczone. Podstawowe wady to:

- grafika o zbyt małej rozdzielczości,
- zbyt długi czas reakcji systemu,
- za mała szybkość działania komputera,
- nie stosowanie norm graficznych np. IGES (Initial Graphics Exchange Specification),
- brak możliwości rozbudowy o programy obliczeniowe.

Należy podkreślić, że większością tych wad są obarczone wszystkie systemy CAD na komputerach IBM PC i kompatybilnych.

W maju 1986 mgr inż. M. Różycki w czasie pobytu w Wiedniu odwiedził targi komputerowe IFABO 86. Komunikat z targów został opublikowany w biuletynie PIAP nr. 3/86. Najwyżej wśród prezentowanych systemów zapewniających kompatybilność programową z IBM PC zostały ocenione systemy Hewletta Packarda oraz NCR.

System ME 10 firmy HP pozwala tworzyć warsztatowe rysunki techniczne oraz na ich podstawie przeprowadzać analizę konstrukcji przy pomocy metody elementów skończonych (program HP FE). Stosowane komputery serii 300 oparte są o mikroprocesor Motorola 68010 lub 68020 pracujący z częstotliwością 10 MHz. Dodatkowa karta MS DOS pozwala na wykorzystanie oprogramowania napisanego na IBM PC.

System NCR oparty jest o komputer pc 8 kompatybilny z IBM PC/AT. Prezentowane oprogramowanie pozwala na dwukierunkową wymianę danych między pakietem graficznym a specjalnymi programami obliczeniowymi i bazą danych o

normaliach. Pozwala to na przykład na automatyczne rysowanie w wybranym miejscu rysunku np. śruby, o której informacje umieszczone są w bazie danych lub na rysowanie np. przekładni zębatej o parametrach obliczonych odpowiednim programem i następnie na analizę np. wału z kołem zębatym programem MES.

Ponadto na wystawie prezentowały swoje systemy firmy takie jak: Siemens, Tektronix, Ziegler Instruments (Caddy na komputerach Wang), rhv softwaretechnik (PC Draft na komputerach Sperry), Kuhlmann, Rotring i inne.

Podstawowe wnioski to:

- należy dążyć do stosowania monitora kolorowego o rozdzielczości co najmniej 1024 x 768 punktów,
- podstawowym graficznym urządzeniem wejściowym musi być tzw. tablett. Stosowanie "myszki" jest niewygodne,
- coraz częściej w systemach CAD stosowane są komputery PC/AT, lecz mała w porównaniu z innymi komputerami (na Motoroli 68000) szybkość oraz ograniczona pamięć operacyjna powodują, że tego typu rozwiązanie nie spełnia wszystkich oczekiwań.

W lipcu 1986 na konferencji na temat Komputerowego Wspomagania Projektowania w Rydzynie uzyskano potwierdzenie faktu, że w chwili obecnej brak w Polsce wartościowego oprogramowania CAD.

Etap III

Od lipca 1986, w związku z okresowym brakiem środków dewizowych na realizację zadania, przystąpiono do oceny możliwości zakupu systemu CAD w Polsce. Już wstępne rozpoznanie rynku wykazało, że przyznane w CPBR środki, wystarczające na odpowiedni w stosunku do potrzeb import z KK, wystarczą na zakup w Polsce jednego taiwańskiego komputera kompatybilnego z IBM PC/AT pochodzącego z "prywatnego importu". W takiej sytuacji możliwe staje się zrealizowanie tylko stanowiska do modelowania i symulacji.

Zebrano oferty od firm:

- Computex,
- PZ Arton,
- Mikrokomutery sp. z o.o.,
- Promotor sp. z o.o.,
- ZETO ZOWAR,
- Interglobal sp. z o.o.,
- DHN sp. z o.o. PAN,
- Refleks sp. z o.o..

Przeprowadzona analiza ofert wykazała, że najkorzystniejszą cenowo była propozycja DHN jednak proponowane przez DHN warunki (80 % wartości kontraktu płatne jako zaliczka) oraz fakt nieprzedstawienia przez DHN dostatecznych gwarancji realizacji kontraktu spowodowały, że na dostawcę sprzętu kupowanego wybrano ZETO ZOWAR.

Równocześnie prowadzono dalsze rozpoznanie rynku II obszaru płatniczego, które wykazało, że system NCR

oparty jest o oprogramowanie Logocad firmy Logotec (RFN) oraz Holdschmidt Softwaretechnik (RFN).

Ponadto uzyskano od NCR obietnicę pomocy, której zakres można było określić w trakcie dalszych negocjacji. Uzyskano również obietnicę dostarczenia części oprogramowania w wersji źródłowej, dzięki czemu możliwa staje się adaptacja systemu do Polskich Norm.

Równolegle prowadzono akcję kompletowania oprogramowania, która pozwoliła na zgromadzenie następujących programów:

- 1- GEM (Graphical Enviroment Menager),
- 2- Proffesional Fortran (najlepszy kompilator Fortranu na IBM PC),
- 3- MS Basic (z opisem),
- 4- Mumath (symboliczny program matematyczny rozwiązujący np. równania różniczkowe w postaci analitycznej),
- 5- Autocad v. 2.17 (powszechnie używany w Polsce program graficzny nie spełniający wymagań CAD),
- 6- Turbopascal (kompilator Pascala firmy Borland, powszechnie stosowany w Polsce) oraz bibliotekę graficzną Turbographics,
- 7- DOStutor (program edukacyjny o systemie operacyjnym MS DOS),
- 8- Concurrent DOS (wielozadaniowy system operacyjny na IBM PC),
- 9- PC DOS 3.1. (oryginalny system operacyjny IBM) wraz z programem pomocniczym DOSHelp,
- 10- Norton, Ultra Utilities (programy do pracy z dyskietskami umożliwiające np. odzyskanie przypadkowo utraconych zbiorów na dyskietce),

M

11- Sidekick (wygodny program pomocniczy zawierający np. katalog numerów telefonicznych),

12- edytor tekstowy CHIWRITER (z polskimi znakami, przy jego pomocy napisano to sprawozdanie).

Nawiązane kontakty umożliwiają dalsze uzupełnianie biblioteki programów na drodze wymiany oprogramowania.

W listopadzie 1986 w związku z powstaniem możliwości realizacji zakupu w II obszarze płatniczym w bardzo krótkim czasie w oparciu o zgromadzone materiały został sporządzony wniosek o zakup jednego z dwóch systemów:

1 - system firmy Hewlett Packard ME 5 wraz z komputerem serii 300,

2 - system firmy NCR (zastępczo firmy Logotec),

oraz

na potrzeby modelowania i symulacji komputera kompatybilnego z IBM PC/AT.

Przy wyborze systemu komputerowego wspomagania projektowania kierowano się następującymi kryteriami:

1. Obecność firmy na rynku polskim,

- NCR komputeryzuje sieć hoteli Orbisu oraz jest reprezentowany przez firmę Czarnecki i Ska,

- Hewlett Packard ma produkty najwyższej jakości i jest reprezentowany przez ZOTPAN.

2. Szybkość działania systemu,

- system NCR miał najszybszą grafikę spośród systemów opartych o komputery PC wystawiane na IFABO-86,

- system HP zbudowany na Motoroli 68010 jest szybszy około dwóch razy w porównaniu z systemami na IBM PC/AT lub kompatybilnych.

3. Możliwości rozbudowy o dodatkowe pakiety programowe,

- w systemie NCR można dzięki stosowaniu standardu IGES wymieniać dane z innymi pakietami pracującymi w tym standardzie, a w szczególności z programami analitycznymi MES (metoda elementów skończonych). Ponadto oferowane jest bogate oprogramowanie pomocnicze typu programy obliczeniowe i baza danych rysunków (musi ona być przystosowana do przechowywania informacji tekstowej i graficznej),

- system HP może być rozbudowany o pakiet HP-FE będący najlepszym pakietem MES w tej klasie sprzętu.

4. Kompatybilność z IBM PC

- komputer NCR jest 100% kompatybilny,
- istnieje możliwość dołączenia do komputera HP karty MS DOS zapewniającej zgodność programową z IBM PC.

Stan w chwili obecnej.

1. Złożono wnioszek o zakup systemu komputerowego wspomagania projektowania firmy Hewlett-Packard, który to system wg danych z prasy fachowej w chwili obecnej jest najlepiej sprzedającym się systemem w RFN lub o system, który w klasie systemów opartych o modele IBM ma najlepsze parametry graficzne (alternatywnie NCR lub Logotec). Pozyskana od Metronexu oferta świadczy o pewnym wzroście cen w porównaniu do stanu sprzed kilku miesięcy i do posiadanych informacji. Oferta cenowa przewyższa posiadane środki, co obecnie decyduje o rezygnacji z zakupu wyżej wymienionych systemów.

2. Zrealizowano zakup w kraju komputera INSWELL AT z drukarką Star SG 15 w konfiguracji:

- 640 kB RAM, koprocessor 80287, klawiatura,
- 20 MB Winchester,
- 1,2 MB napęd dyskietkowy.

Zakup ten stanowi realizację zamierzeń w zakresie stanowiska do modelowania i symulacji.

3. Zostanie zakupiony oryginalny komputer IBM PC/AT w konfiguracji:

- płyta główna z 640 kb RAM i koprocessorem,
- napędy dyskietkowe 1,2 Mb i 360 kb,
- dysk twardy 20 Mb,
- karta EGA z monitorem kolorowym,
- drukarka 15 calowa,
- dyskietki ds/dd i ds/hd.

Wnioski

1. Zakupiony do chwili obecnej sprzęt stanowi realizację planów w zakresie stanowiska do modelowania i symulacji.
2. W przypadku dostarczenia zamówionego komputera IBM PC/AT należy dążyć do zakupienia za pozostałe w dyspozycji środki dewizowe oprogramowania i sprzętu peryferyjnego umożliwiające **rozbudowę komputera AT do stanowiska komputerowo wspomaganego projektowania**. Niezbędny do tego zakup składa się z oprogramowania graficznego, oprogramowania analitycznego oraz z tablicy graficznej i plotera i ewentualnie monitora graficznego. Odpowiedni wniosek w tej sprawie został złożony w dniu 15.12.1986.

Uzasadnienie proponowanego zakupu.

W załączonym wniosku proponuje się uzupełnienie komputera IBM PC AT o oprogramowanie i sprzęt, które pozwoli na stworzenie na bazie tego komputera pełnowartościowego stanowiska komputerowo wspomaganego projektowania. Wobec odejścia od koncepcji kupna kompletnego systemu u jednego dostawcy proponuje się dokonanie następujących zakupów:

1. Plotter HP 7570 firmy Hewlett Packard - firma HP posiada w Polsce przedstawicielstwo, a jej plotery wyznaczyły w tej grupie produktów standard naśladowany przez innych dostawców. Plotter HP 7570 umożliwia rysowanie dokumentacji technicznej na papierze w formacie A1. Konieczne jest zakupienie z ploterem zapasu materiałów eksploatacyjnych a w szczególności piórek kreślarskich i tuszu.

2. Programy analityczne Ansys PC/ Linear, Solid, Opt, Thermal są wersjami znanego systemu Ansys napisanymi na IBM PC AT. Wobec propozycji **rozbudowy** komputera IBM PC AT O3 do stanowiska CAD proponuje się rezygnację z kosztownych możliwości graficznych na rzecz programów analitycznych.

Ansys PC/Linear jest programem analitycznym do prowadzenia analizy wytrzymałościowej konstrukcji w zakresie liniowym przy pomocy metody elementów skończonych. Jego zastosowanie pozwala, dzięki stosowaniu metod numerycznych i dokładnych modeli matematycznych, na projektowanie lepszych i bardziej ekonomicznych konstrukcji spawanych i odlewów.

Ansyst PC/Solid jest pakietem przygotowywania danych do obliczeń metodą elementów skończonych i umożliwia między innymi wymianę danych z pakietem graficznym oraz automatyczną generację siatki elementów.

Ansyst PC/Opt jest programem umożliwiającym w połączeniu z pakietem PC/Linear optymalizację konstrukcji pod kątem minimum ciężaru przy założonych naprężeniach.

Ansyst PC/Thermal jest pakietem umożliwiającym określanie rozkładu temperatur w badanej konstrukcji oraz w połączeniu z PC/Linear obliczanie naprężeń termicznych w konstrukcji.

Można się spodziewać, że w najbliższym czasie zostaną napisane nowe pakiety z rodziny Ansyst PC umożliwiające dalszą rozbudowę systemu.

3. Oprogramowanie Anvil 1000 MD jest adaptacją na IBM PC AT oprogramowania Anvil 5000 znanego od wielu lat z zastosowania na komputerach PDP 11 i VAX. Jako jeden z nielicznych programów CAD na komputery osobiste umożliwia projektowanie przy pomocy modeli trójwymiarowych (aksonometria). Przy pomocy odpowiednich pakietów umożliwia przekazywanie danych do innych systemów i programów. Jest jedynym znanym programem CAD na komputerach IBM PC, który umożliwia przekazywanie danych do programów analitycznych Ansyst PC/Linear. Ponieważ nie istnieje wersja Anvila 1000 MD na kartę EGA konieczne będzie rozszerzenie zakupu o odpowiednią kartę (PGA) i monitor.

Zastosowanie tego programu umożliwi tworzenie na komputerze IBM PC dokumentacji technicznej oraz w połączeniu z pakietami Ansyst prowadzenie analizy projektowanej konstrukcji.

4. Urządzeniem wskaźnikowym koniecznym do efektywnej interaktywnej pracy w systemach CAD jest tzw. tablett formatu A3.

Stosowanie "myszki" można dopuścić tylko w przypadku gdy nie będzie przyznana dostateczna suma dewiz.

5. Zrealizowanie proponowanego zakupu umożliwi przekazanie do użytku w OAR systemu komputerowego wspomaganie projektowania, które zapewni m. in.:

- konstruowanie nowych robotów przemysłowych i sprawne nanoszenie do dokumentacji koniecznych poprawek. W rezultacie ulegnie skróceniu czas powstawania prototypów.

- na podstawie danych o konstrukcji (rysunki techniczne sporządzone pakietem graficznym) prowadzenie analizy wytrzymałościowej konstrukcji metodą elementów skończonych

- podniesienie jakości dokumentacji technicznej oraz zmniejszenie ilości popełnianych błędów.

Załącznik nr. 1

Wniosek o rozbudowę komputera IBM AT 03 do stanowiska komputerowego wspomaganie projektowania.

Zgodnie z uzyskanymi z FZ informacjami do OAR ma być dostarczony oryginalny komputer IBM PC AT 03 w konfiguracji:

- 640 kb RAM, mikroprocesor 80287,
- dysk 20 Mb,
- dwa napędy dyskietkowe 1,2 Mb i 360 kb,
- karta graficzna EGA z monitorem kolorowym,
- drukarka 15",
- inne karty (wg specyfikacji).

UWAGI:

Nie podano jaka ma być pamięć obrazu na karcie EGA. Standardowo dostarczane jest 64 kb wobec możliwych 256 kb. Oznacza to, że prawdopodobnie w trybie pracy 640x350 punktów obraz będzie monochromatyczny.

Nie sprecyzowano przekątnej monitora.

Jest możliwa rozbudowa komputera wg powyższego opisu do stanowiska CAD. Ponieważ do tej pory zakładano kupno **kompletnego** systemu u jednego dostawcy, a obecnie ma być realizowana rozbudowa komputera przez dokonanie zakupu u kilku producentów inne są przesłanki do dokonania wyboru oprogramowania.

Proponuje się ograniczyć zdolności graficzne systemu na korzyść możliwości analitycznych (obliczenia MES).

W takiej sytuacji zakup powinien obejmować:

- **plotter HP 7570AB** firmy Hewlett Packard z dodatkowymi rapidografami (końcówka + oprawka) i zapasem tuszu. Przedstawicielem HP na Polskę jest ZOTPAN. Ponieważ na

plotery nie ma potrzeby uzyskania licencji eksportowej należy nie korzystać z pomocy pośredników. Cena plottera z dodatkowym wyposażeniem: 7 000 USD.

- oprogramowanie analityczne **MES:**

pakiety: Ansys/PC-Linear, PC-Solid, PC-Opt i PC-Thermal.

Są to wersje na IBM PC znanego i sprawdzonego od wielu lat na dużych komputerach oprogramowania Ansys firmy Swanson Analysis Systems, Inc. (USA). Cena wg materiałów

CAD-FEM GmbH, Anzinger Strasse 11, d 8017 Ebersberg, RFN wynosi: **6400 + 4267 + 1600 + 4267 = 16 534 USD.**

- program graficzny Anvil 1000 MD firmy **Manufacturing and Consulting Services GmbH, Eschborner Strasse 4,**

6242 Kronberg, RFN. Cena: ok 10000 USD (Istnieje możliwość, że potrzebna będzie lepsza grafika niż zamówiona EGA w cenie ok.2000 USD).

- urządzenie wskaźnikowe:

zalecane jest stosowanie tzw. tablettu w cenie ok. 1500 USD. Znacznie tańsza "myszka" (ok. 250 USD) może być stosowana tylko przejściowo i powinna być zgodna z Microsoft Mouse. Producenta tablettu będzie można podać po bliższym poznaniu programu Anvil 1000 nie branego do tej pory pod uwagę ze względu na to, że producent dostarcza tylko oprogramowanie.

Za1.2

Kryteria wyboru i oceny systemu CAD

1. Ogólne dane techniczne

1.1 Sprzęt komputerowy (hardware)

- 1.1.1 Procesor (typ, częstotliwość zegara)
- 1.1.2 Pamięć operacyjna (min/max, możliwości rozbudowy)
- 1.1.3 Długość słowa
- 1.1.4 Pamięci masowe (pojemność, czas dostępu)
- 1.1.5 Wewnętrzna szyna danych (rodzaj, szerokość, szybkość)
- 1.1.6 Urządzenia zewnętrzne (drukarka, pamięć; monitory, perforatory i czytniki taśmy i inne)

1.2 Oprogramowanie

- 1.2.1 System operacyjny
- 1.2.2 Kompilatory i interpretery
- 1.2.3 Programy użytkowe
- 1.2.4 Oprogramowanie sieciowe i emulatory

1.3 System komputerowy

- 1.3.1 Uniwersalność
- 1.3.2 Kompatybilność z przyjętymi standardami
- 1.3.3 Możliwości rozbudowy
- 1.3.4 Niezawodność
- 1.3.5 Dokumentacja

2. Problemowo ukierunkowane dane techniczne

2.1 Sprzęt komputerowy (hardware)

2.1.1 Interaktywne stanowisko pracy

2.2.2.1 Rodzaj monitora (wektorowy, rastrowy, pamięciowy)

2.2.2.2 Urządzenie wskaźnikowe (joystick, mysz, tablet, pulpit potencjometrów)

2.2.2.3 Cechy ergonomiczne

2.2.2.4 Rodzaj terminala (lokalna inteligencja)

2.1.2 Ploter

2.1.3 Digitizer

2.1.4 Skaner

2.2 Podstawowe oprogramowanie CAD

2.2.1 Możliwości operacyjne

2.2.2.1 Funkcje podstawowe (identyfikacja, pozycjonowanie)

2.2.2.2 Funkcje standardowe (wprowadzanie zmian i inne)

2.2.2.3 Operowanie obiektami (obracanie, przesuwanie)

2.2.2.4 Funkcje pomocnicze

raster, zoom, definiowanie widoków, usuwanie niewidocznych krawędzi, obliczenia (pól powierzchni, momentów bezwładności), definiowanie makrorozkazów i makrorysunków, definiowanie układów współrzędnych, wybór powierzchni i rodzajów linii, łączenie elementów w grupy, określanie tekstów.

2.2.2.5 Operacje we/wy

rysowanie na ploterze, wprowadzanie danych,

zarządzanie, kontrola i wyrowadzanie zbiorów danych, zabezpieczanie danych, gromadzenie i systematyzowanie rysunków

2.2.2 Podstawowe elementy i funkcje graficzne (2D)

punkt, prosta, koło, łuk, łańcuch elementów, przekroje, ramiona kąta, równoodległe linie i punkty, linie pomocnicze i konstrukcyjne i inne

2.2.3 Podstawowe elementy i funkcje graficzne (3D)

2.2.3.1 Dostępne modele (drutowe, powierzchniowe, bryłowe)

2.2.3.2 Płaszczyzny

2.2.3.3 Powierzchnie (stożek, kula, walec, torus)

2.2.3.4 Graniastosłupy o dowolnej podstawie

2.2.3.5 Powierzchnie obrotowe

2.2.3.6 Powierzchnie prostokreślne

2.2.3.7 Powierzchnie opisywalne analitycznie

2.2.3.8 Elementy bryłowe

2.2.4 Elementy rysunku technicznego

wymiarowanie, kreskowanie, tolerowanie wymiarów, kształtów i położenia, opisywanie, selektywne powiększanie szczegółów, specyfikacje i tabelki,

2.2.5 Własności użytkowe

2.2.5.1 Sposób wprowadzania rozkazów (język, menu na ekranie lub tablecie)

2.2.5.2 Wygoda wprowadzania rozkazów

2.2.5.3 Łatwość obsługi

2.2.5.4 Meldowanie o błędach

2.2.5.5 Możliwość definiowania przez użytkownika dodatkowych poleceń

2.3 Dodatkowe oprogramowanie

2.3.1 Definiowanie wykonań (w języku graficznym, Fortranie lub innym języku wysokiego poziomu, metodą szkicową)

2.3.2 Możliwość wykonywania programów użytkownika napisanych w języku wysokiego poziomu

2.3.3 Czytanie i zapisywanie w danych w standardzie innych systemów CAD

2.3.4 Programowanie OSN

2.3.4.1 Interaktywne definiowanie narzędzia

2.3.4.2 Symulacja na ekranie pracy narzędzia

2.3.4.3 Wyjście w standardzie APT lub CLDATA

2.3.4.4 Przekazywanie danych do EXAPTA

2.3.5 Analiza MES

2.3.5.1 Automatyczne/ręczne generowanie siatki

2.3.5.2 Typy elementów

2.3.5.3 Optymalizacja struktury siatki

2.3.5.4 Program analityczny (liczba węzłów, elementów i stopni swobody)

2.3.6 Tworzenie schematów elektrycznych

bank elementów, tworzenie własnych elementów, łączenie elementów, tworzenie specyfikacji i tabeli połączeń

2.3.7 Tworzenie schematów elektronicznych

iw oraz możliwość symulacji układów i projektowania obwodów drukowanych

2.4 Ogólna ocena systemu

uniwersalność, kompatybilność, możliwości rozbudowy,
niezawodność, dokumentacja

3. Ocena producenta

3.1 Liczba zainstalowanych systemów

**3.2 Możliwości serwisowe (położenie i liczebność
obsługi)**

3.3 Liczebność działu softwarowego

3.4 Gwarancje kompatybilności (również na przyszłość)

3.5 Termin i warunki dostawy

3.6 Grupy użytkownika