

# PROBLEMY NIEKONWENCJONALNYCH UKŁADÓW ŁOŻYSKOWYCH

Łódź 06-07 grudnia 1993 roku

## SYSTEM KOMPUTEROWEGO WSPOMAGANIA DOBORU ŁOŻYSK

JÓZEF MATUSZEK  
WIESŁAW CZADER  
MAREK CZERNEK  
OBR Motoreduktorów i Reduktorów "REDOR"  
43-300 Bielsko-Biała, ul. Paderewskiego 11.

### SŁOWA KLUCZOWE

system CAE, CAD, dobór łożysk, przekładnie zębate ogólnego przeznaczenia

### STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono przykłady wykorzystania systemu CAD do projektowania przekładni zębatach ogólnego przeznaczenia. Podano przykłady współpracy modułów obliczeń inżynierskich z systemem CAD. Omówiono metodykę prowadzenia obliczeń wytrzymałościowych wałków do przekładni i powiązanie tych obliczeń z procedurą doboru łożysk. Przytoczono przykład z praktyki produkcyjnej.

### WPROWADZENIE

Zagadnieniem Komputerowego wspomaganie w procesie konstruowania napędów zębatach zaczęto się zajmować w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Motoreduktorów i Reduktorów REDOR w Bielsku-Białej na początku lat siedemdziesiątych. Od połowy lat osiemdziesiątych. Ośrodek rozpoczął przygotowania do zastosowania na własny użytek programów CAD. Po analizie zdecydowano się na zakup w RFN-owskiej firmie LOGOTEC systemu LOGACAD pracującego w sieci NOVELL. Minimalna konfiguracja sprzętowa, na której jest w stanie pracować LOGOCAD to mikrokomputer klasy IBM AT (wyposażony w koprocesor, dysk twardy, pamięć RAM 8MB, dodatkowy monitor o wysokiej rozdziel-

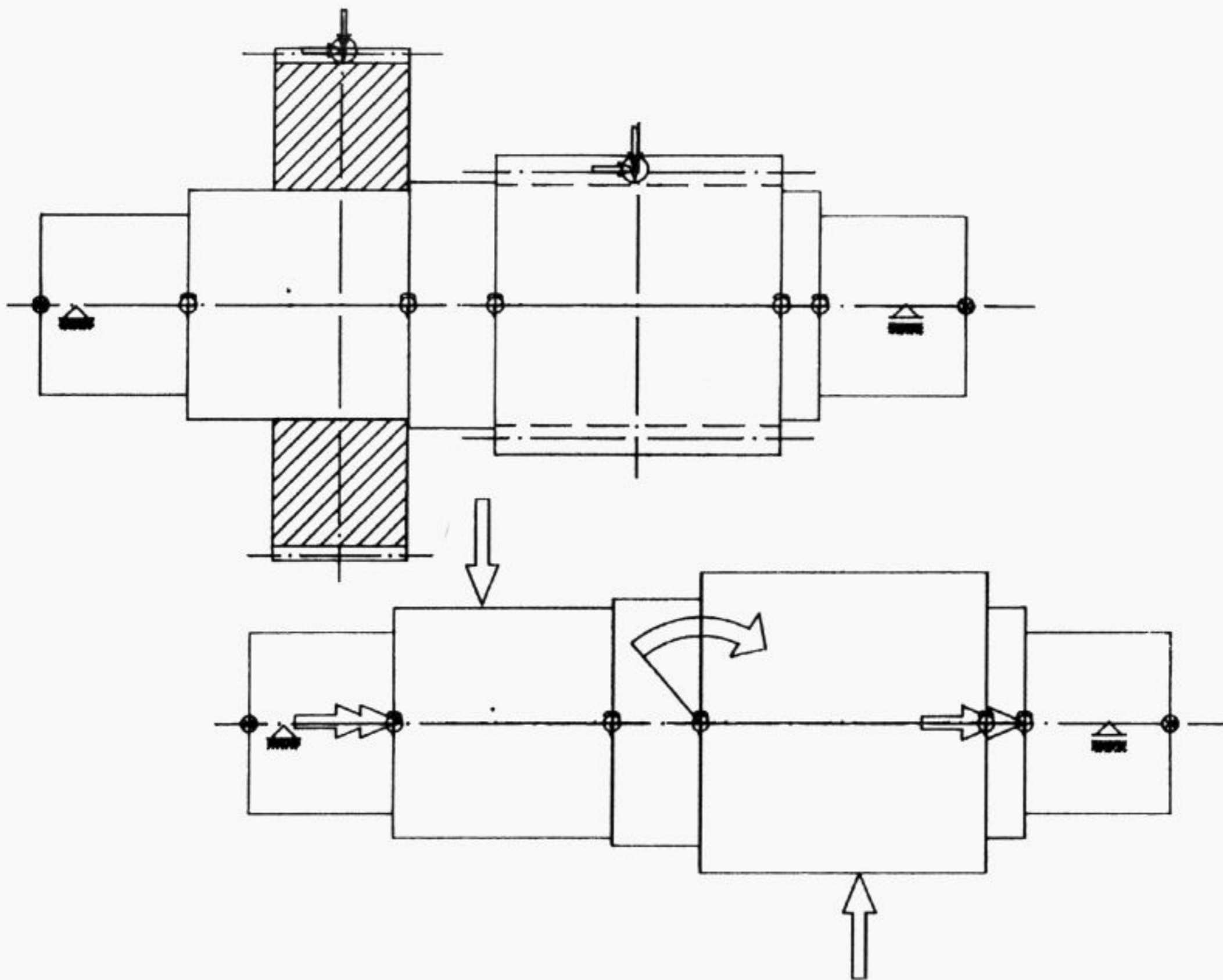
czości), digitajzer oraz ploter. W większości systemów CAD, aby stworzyć rysunek sparametryzowany, trzeba napisać program, który "rysuje" taki rysunek (np. AutoLISP w Auto CAD). W LOGOCAD-zie służy do tego celu tzw. wariantowanie rysunków. Zamiast pisać program rysuje się rysunek szkicowy, a w miejsce konkretnych wymiarów wpisuje się parametry.

## PROJEKTOWANIE TYPOSZEREGÓW MOTOREDUKTORÓW I REDUKTORÓW ZĘBATYCH WALCOWYCH

Przykładem zastosowania systemu CAD jest jego wykorzystanie w procesie konstruowania typoszeregów napędów zębatych walcowych [1]. Opracowanie rysunku wykonawczego koła zębatego typoszeregu wymaga zaprogramowania w systemie jednego wariantu składającego się z kilku "subwariantów" i plików tekstowych. Po wprowadzeniu podstawowych parametrów jak: rozstaw osi, przełożenie nominalne, materiał itp. system dobiera z katalogu plików niezbędne parametry do obliczeń oraz wymiary geometryczne koła. Następnie dokonywane są obliczenia pozostałych parametrów geometrycznych wraz z parametrami pomiarowymi. System dobiera z tabel odchyłki dokładności wykonania zębów koła dla zadanej klasy, dla zadanego materiału koła dobiera się parametry obróbki cieplnochemicznej i wykańczającej, w celu uzupełnienia uwag rysunkowych. Po zakończeniu wszystkich operacji wyświetlona zostaje tabela parametrów geometrycznych i pomiarowych uzębienia oraz narysowany zostaje wariant koła. Analogicznie powstają rysunki innych elementów, z których składa się motoreduktor.

## OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE.

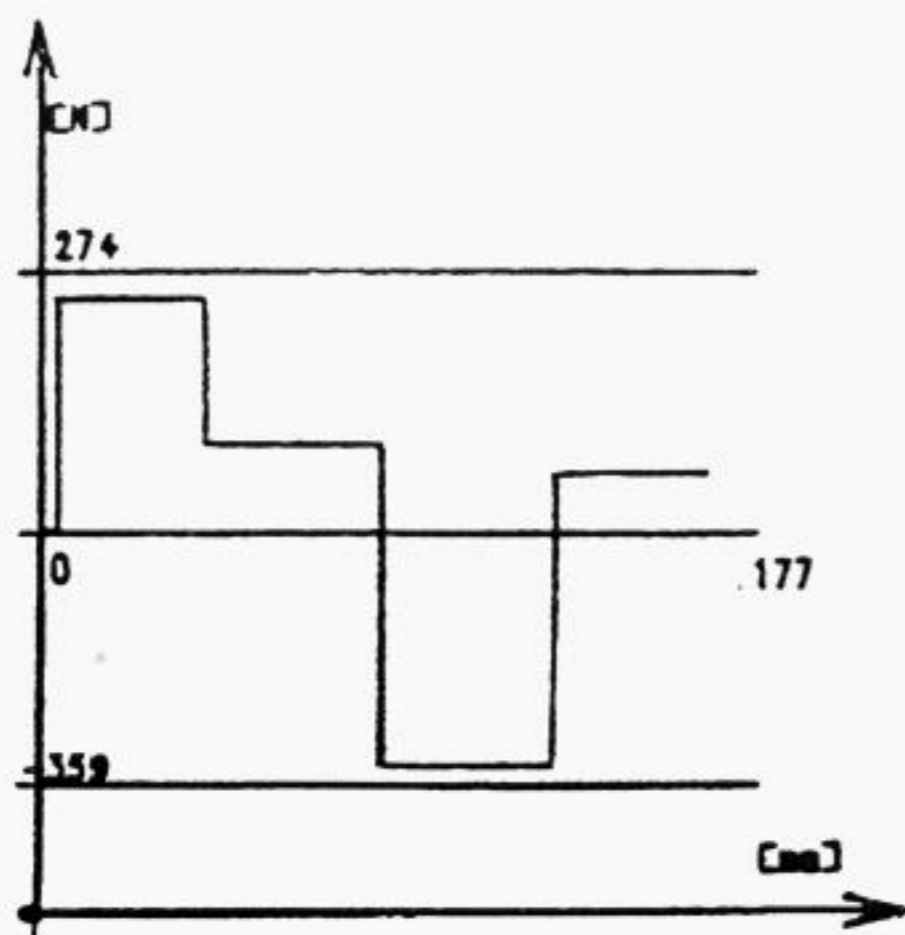
Nierzadko konstruktor, projektant wyrobu, pomimo zastosowania systemu CAD, musi sporo czasu poświęcić na sprawdzanie swoich rozwiązań i pomysłów. Często, prawie wykończony projekt musi być zmieniony lub wręcz zaniechany, ze względu na niezadawalające wyniki obliczeń. Celem uniknięcia tych problemów, wykorzystuje się systemy CAD bezpośrednio współpracujące z pakietami oprogramowania - z modułami obliczeniowymi. Przykładem jest tu współpracujący z LOGOCADEM program do obliczeń wytrzymałościowych wałów dwupodporowych wraz z możliwością doboru łożysk. Wyniki obliczeń wału - rys.1 są interpretowane w formie wykresów, rys. 2 do 7 lub wartości liczbowych we wskazanych punktach. Są to wartości sił tnących, momentów gnących, naprężeń gnących, momentów skręcających, naprężeń skręcających i naprężeń zredukowanych. Wykresy te są wyświetlane na monitorze alfanumerycznym. Taka metodologia obliczeń daje konstruktorowi możliwość sprawdzenia wytrzymałości wałów w trakcie projektowania na obiektach jeszcze nie gotowych. Projektant może w sposób dynamiczny zmienić kształt wału, czy obciążenia (siły, koła, momenty) i szybko dokonać symulacji obliczeniowej na nowym obiekcie. Na bieżąco obserwuje co powodują inne rozwiązania, propozycje oraz koncepcje. Dokonując analizy wykresów, sprawdzając warunki wytrzymałościowe w konkretnych punktach można dobrać optymalny kształt wału i obciążenia, które przeniesie.



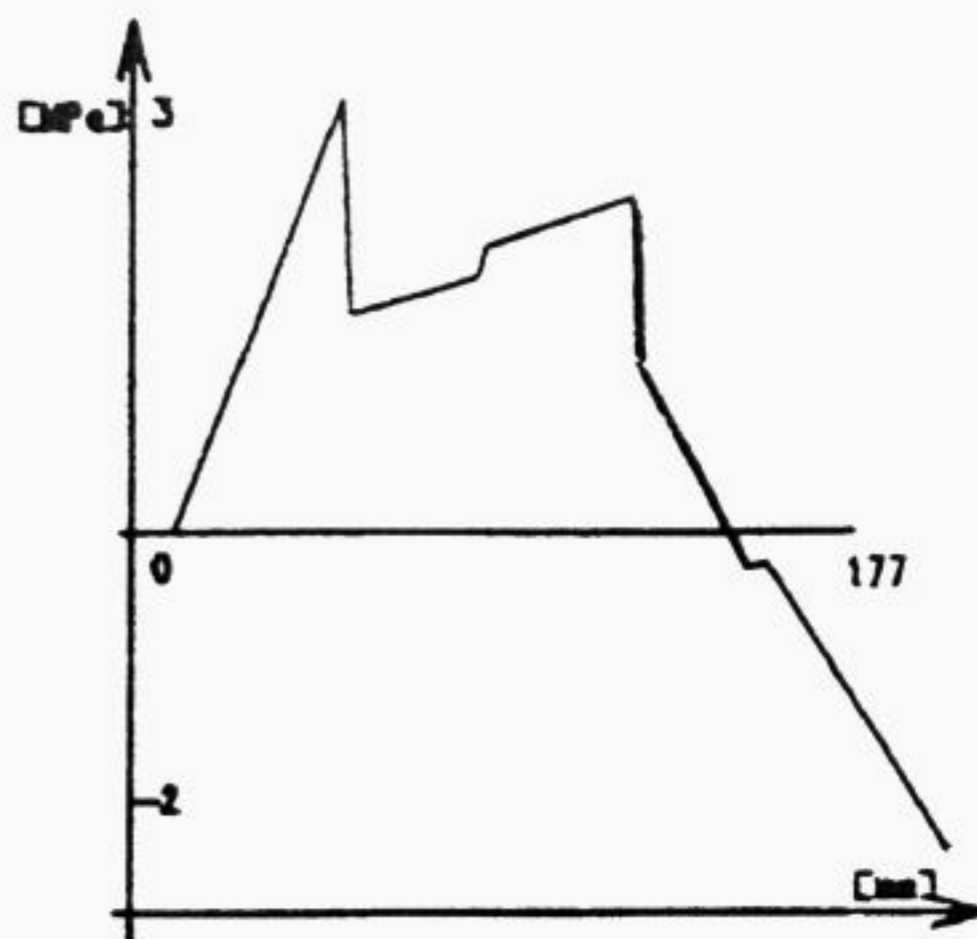
Rys. 1. Wałek: a) schemat rozmieszczenia zębniaka i koła, b) schemat obciążeń,

### DOBÓR ŁOŻYSK PRZY ŻĄDANEJ TRWAŁOŚCI.

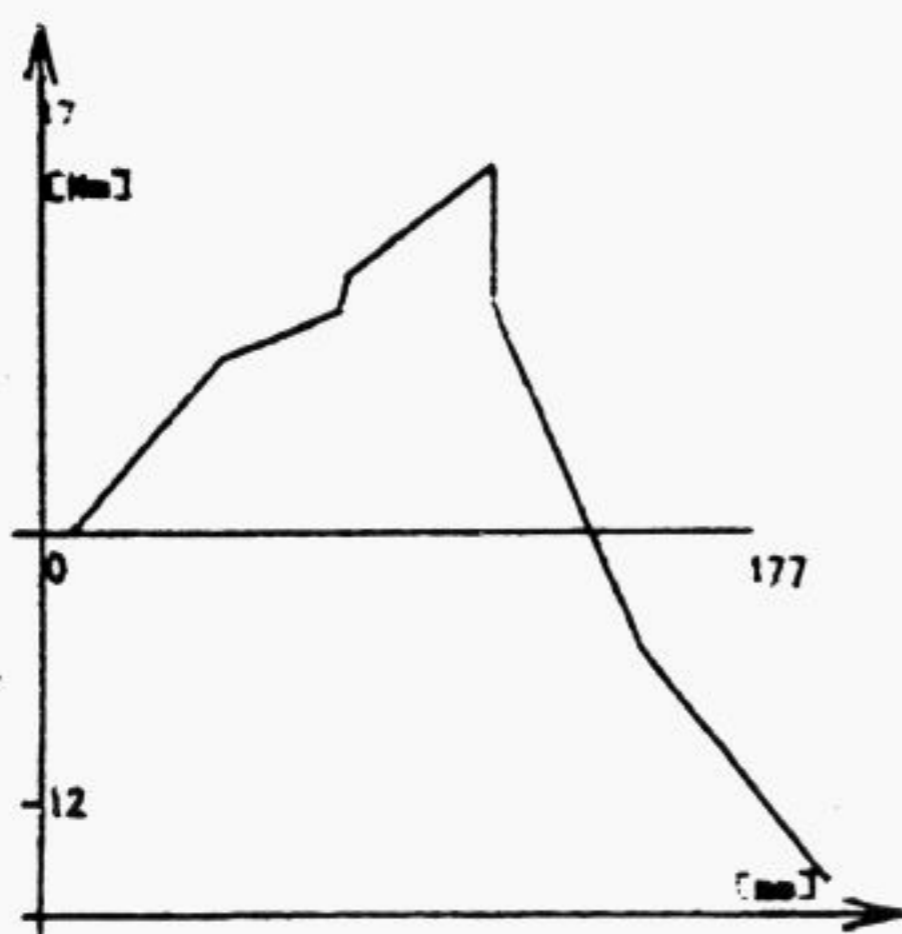
Zaprojektowany wałek, poddany później procedurze obliczeń, jak zostało omówione i przedstawione na rys. 1, możemy dalej modelować poprzez dobór łożysk, które będą nasadzone na odpowiednie czopy. Przed przystąpieniem do tego programu należy uaktywnić filtr doboru łożysk wraz z wariantem obliczeniowym. Następnie należy wskazać punkt uplasowania łożyska na wałku, podać wartość mocy, którą ma przenieść projektowany zespół, obroty rzeczywiste wałka i wymaganą żywotność łożysk. Ważne są również informacje jakie łożyska mają być dobierane (np kulkowe, baryłkowe, stożkowe itp.) i z jakiego katalogu (FŁT, SKF, FAG). Mając powyższe informacje, a wcześniej znając, z programu obliczeń wytrzymałościowych, obciążenie wałka wraz z reakcjami, na monitorze alfanumerycznym zostaną wyświetlone średnice czopu, a z nimi numery łożysk, które spełniają kryteria przyjęte przez konstruktora. Tak dobrane łożysko zostanie narysowane na wałku we wskazanym punkcie. Na tym etapie projektowania można jeszcze formować kształt wałka bez większych opóźnień w procesie tworzenia, dobierać inne łożyska, a nowe rozwiązanie modelować programami inżynierskimi.



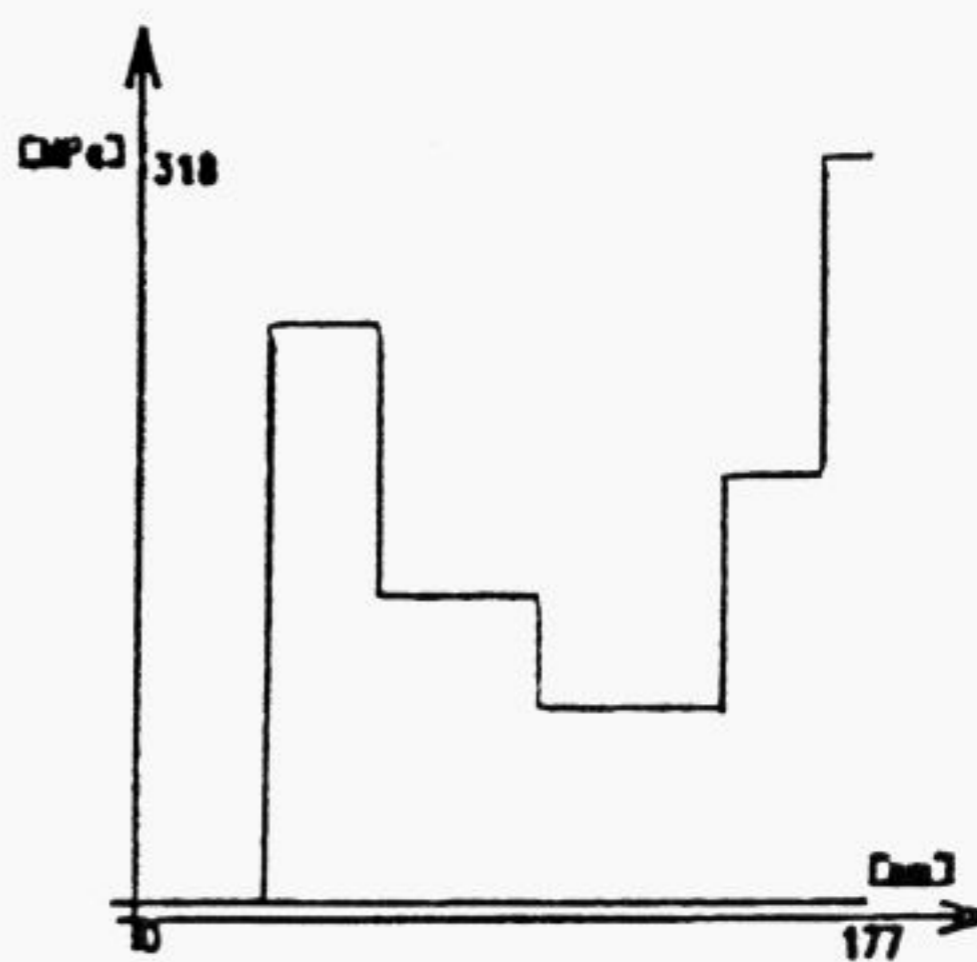
Rys. 2. Wykres sił tnących.



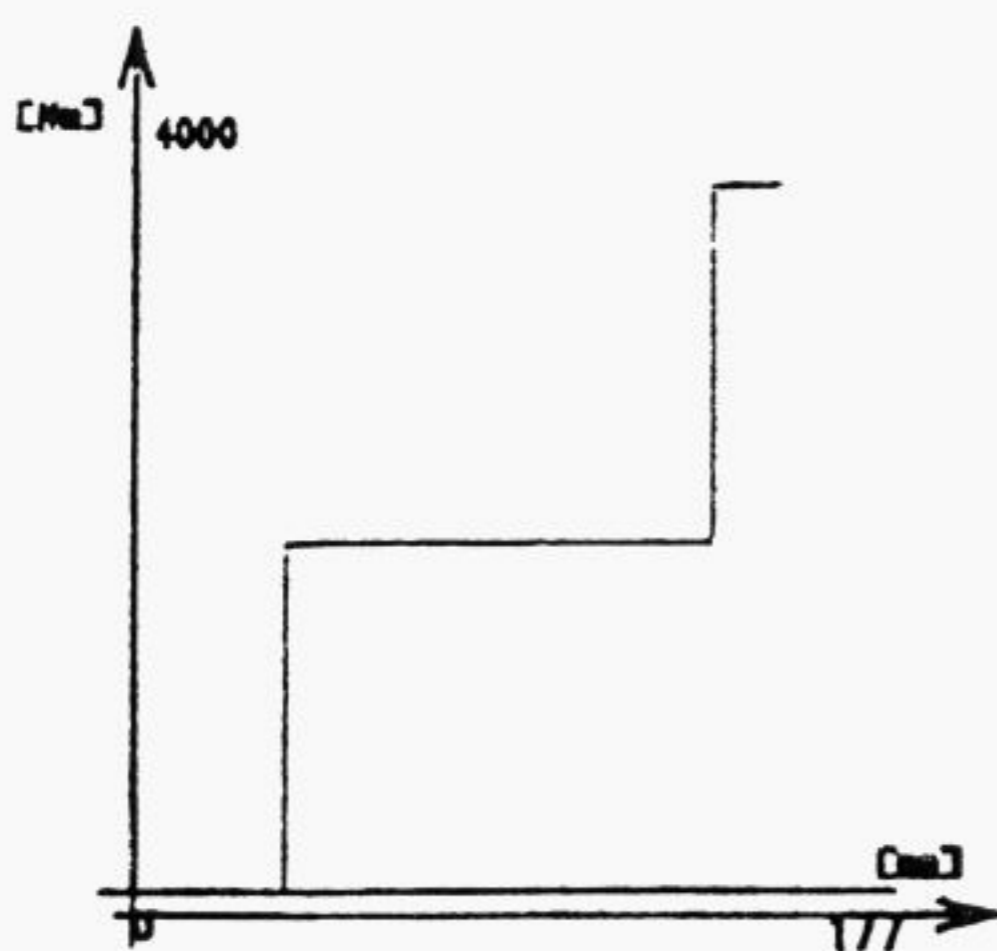
Rys. 3. Wykres naprężeń gnących.



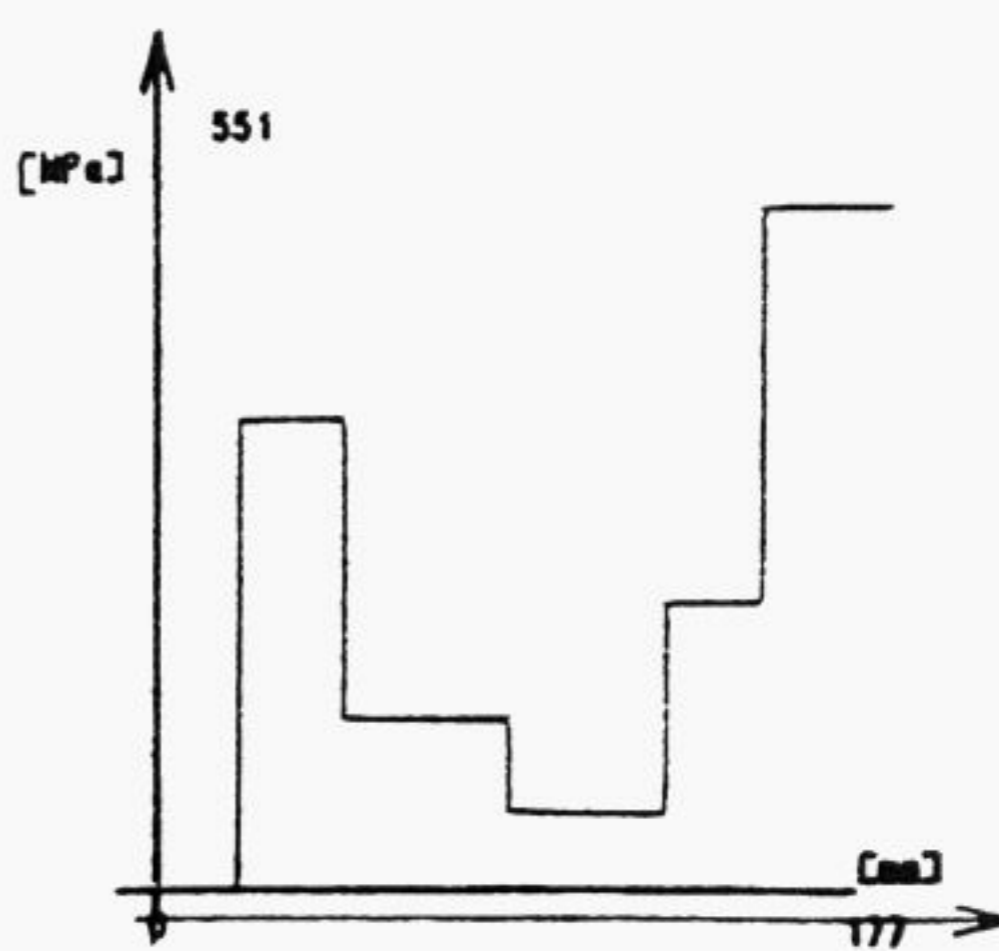
Rys. 4. Wykres momentów gnących (XY).



Rys. 5. Wykres naprężeń skręcających.



Rys. 6. Wykres momentów skręcających.



Rys. 7. Wykres naprężeń zredukowanych.

We wcześniejszych wersjach komputerowego wspomaganie projektowania CAD, obliczenia geometryczne czy wytrzymałościowe były wykonywane równolegle na innych komputerach lub po wyjściu z systemu innymi programami. Nie było możliwe równoczesne konstruowanie i sprawdzanie projektowanego podzespołu obciążonego siłami i momentami.

Przedstawiony moduł pozwala na bezpośrednią współpracę grafiki CAD z obliczeniami. Naszkicowany wałek, w odpowiedniej skali, badany jest obciążeniami pochodzącymi od koła napędzającego, napędzanego czy sił. W formie danych zadaje się zależności geometryczne (ilość zębów, współczynniki korekcji, kąty pochylenia lini zęba itd) obroty, kierunek i wartość oraz moc. Dla takich danych wykonywane są obliczenia wytrzymałościowe. Po wskazaniu miejsca uplasowania łożyska, narzucenia wymaganej trwałości, konstruktor otrzyma informację, które łożysko spełni te wymagania i po akceptacji zostaje narysowane. Taka filozofia tworzenia pozwala projektantowi na etapie wstępnego konstruowania badać warunki wytrzymałościowe jakie uzyskujemy na obiekcie rzeczywistym. Nowe wersje, poprzedzone fazą studiów i analiz, powstają bardzo szybko, bez uciążliwych przeróbek, które są niezbędne przy braku wykorzystania CAD z bezpośrednią współpracą bloków obliczeniowych. W ten sposób można optymalnie modelować cały napęd.

*recenzował: Prof. dr hab. inż. Jan Burcan*

## BIBLIOGRAFIA

1. Czader W., Górecki P.: Wykorzystanie systemu CAD w procesie projektowania napędów zębatych. Materiały sympozjum "Technika komputerowa w przedsiębiorstwie'92". OBR REDOR Bielsko - Biała, Bielsko-Biała 1992, s.7-18.
2. Czader W., Czernek M.: Oliczenia wytrzymałościowe wałków i dobór łożysk przy współpracy z systemem CAD. Materiały sympozjum "Technika komputerowa w przedsiębiorstwie'92". OBR REDOR Bielsko-Biała, Bielsko-Biała 1992, s.7-18.
3. Heese W.: LOGOCAD 3D - Benutzerhandbuch - Logotec, Bonn 1986.

## COMPUTER AIDED BEARING SELECTION SYSTEM.

### S u m m a r y

In this article there has been presented an application of CAD system for designing toothed cylindrical gear of general purpose, as well as examples of computing engineering modules connected with CAD system. The methods of computing of the gears shafts strength in connection with the procedure of bearing selection. There has been shown an example which is used in production.