

**Część D**

**WYNIKI**



## 42. Wprowadzenie do wyników

W module DANE zadano geometrię obiektu, wprowadzono warunki podporowe, oraz założono schematy obciążeń. Po rozwiązaniu otrzymuje się dla każdego schematu: przemieszczenia węzłów, siły wewnętrzne w elementach oraz reakcje podporowe czy odpór podłoża. W programie ABC przyjęto, że zaraz po rozwiązaniu prezentowane są ugięcia modelu dla pierwszego schematu obciążenia. Użytkownik intuicyjnie odbiera pracę obiektu w przemieszczeniach, zatem prezentacja odkształconego modelu jest elementem weryfikacji przyjętego modelu, a zwłaszcza jego warunków podporowych i obciążeń. Wydaje się w zupełności uzasadnione, aby użytkownik w pierwszych krokach zapoznał się z odkształceniem modelu dla wszystkich schematów obciążenia.

Prezentacja wyników jest podzielona na kilka grup. Osobno są prezentowane ugięcia modelu, osobno siły wewnętrzne czy naprężenia. Również samodzielnie pokazywane są rozkłady reakcji czy odporów podłoża sprężystego. Osobną grupę stanowią skutki dodatkowych operacji, które są wykonywane na wynikach. Mowa tutaj o procesie wymiarowania konstrukcji, który jest inny dla elementów stalowych, drewnianych czy żelbetowych.

Wyniki mogą być pokazane dla każdego schematu oddzielnie oraz mogą być prezentowane w formie wartości ekstremalnych, maksymalnych i minimalnych. W tym ostatnim przypadku, w zależności od formy, te wartości mogą być pokazane razem lub osobno.

W module WYNIKI użytkownik może utworzyć dodatkowe warianty wyników jako superpozycje wartości otrzymanych dla schematów zadanych w module DANE. Wyniki odpowiadające tym superpozycjom otrzymują nazwę wariantów dodatkowych. Warianty odpowiadające schematom zadanim w module DANE są wariantami bazowymi. W procesie wyznaczania wartości ekstremalnych warianty dodatkowe są równoprawne wariantom bazowym Decydować będzie atrybut wariantu.

Użytkownik, wynikom każdego wariantu, może nadać atrybuty, czyli szczególne warunki, od których zależy sposób wyznaczania wartości ekstremalnych. Każdy wariant z założenia ma atrybut „Stały”, z wyjątkiem schematów powstałych z rozłożenia obciążeń zmiennych. Schemat z atrybutem „Stały” występuje zawsze. Ponadto można założyć atrybut „Zmienny”. Jest to obciążenie, które będzie powiększać wartości maksymalne lub pomniejszać wartości minimalne. Obciążenia zmienne mogą też wynikać z grup obciążeń „Warunkowych” oraz „Zależnych”. Obciążenia „Warunkowe” zwane czasem wzajemnie się wykluczającymi tworzą grupy, z których wybierane są wartości ekstremalne. Dopiero to obciążenie będzie traktowane jak „Zmienne”. Jeden wariant może brać udział w różnych grupach obciążeń „Warunkowych”. Z kolei obciążenie „Zależne” jest to takie, które będzie uwzględnione jako obciążenie zmienne tylko wtedy, kiedy wcześniej zaistnieją inne schematy, wszystkie z listy podanej przez użytkownika lub tylko jedno. Ponadto wariant może być wyłączony z liczenia obwiedni. Takie warianty są tworzone np. na potrzeby dodatkowych obliczeń nieliniowych.

### 42.1. Sposoby liczenia obwiedni

W programie ABC wartości ekstremalne mogą być wyznaczone wg dwóch różnych algorytmów. W algorytmie domyślnym wartości ekstremalne są obliczane jako suma wartości częściowych. Suma wszystkich wartości o atrybucie „Stały” tworzą bazę, do której są dodawane i odejmowane wartości o atrybucie „Zmienny”. Te sumy dają wartości maksymalne i minimalne. Atrybut „Warunkowy” i „Zależny” spowoduje, że wcześniej będą badane warunki dodatkowe, ekstremum z grupy „Warunkowy” lub występowanie wariantów z listy „Zależnych”. Dodatkową operacją, która może być wykonywana przy obliczaniu obwiedni przez sumowanie

jest sortowanie wartości zmiennych wg wartości i skalowanie ich mnożnikami 1.0, 0.9, 0.8 i 0.7. Zabieg ten jest wykonywany tylko wtedy, kiedy zostanie włączona opcja Wsp. jednoczesności (menu Obwiednia).

Inaczej przebiega wyznaczanie wartości ekstremalnych, kiedy zostanie wyłączone sumowanie wartości częściowych, a będzie włączona opcja Wybór ze stałych. Wtedy analizie będą poddane tylko wartości o atrybucie „Stały” i wybór wartości ekstremalnych będzie polegał na matematycznym poszukiwaniu wartości minimalnej i maksymalnej ze zbioru wartości o atrybucie „Stały”. Wszystkie warianty o atrybutach: „Zmienny”, „Warunkowy” i „Zależny” w tej analizie nie będą brały udziału. Program pominie je tak samo jak warianty o atrybucie „Wyłączony”.

Podsumowując, jeśli w zadaniu są tylko warianty „Stale”, to obwiednia liczona przez sumowanie będzie tożsama z sumą wszystkich wariantów. Oczywiście wartość maksymalna będzie równa wartości minimalnej. Stan taki spowoduje wyświetlenie uwagi o tym, że „Wszystkie warianty mają atrybut Stały”. Z kolei w sytuacji, kiedy sumowanie wartości częściowych jest wyłączone, a będzie tylko jeden wariant o atrybucie „Stały”, to też wartość maksymalna będzie równa wartości minimalnej. Użytkownik będzie o tej sytuacji poinformowany uwagą o tym, że jest tylko jeden wariant o atrybucie „Stały”.

W każdym sposobie liczenia obwiedni można prowadzić obliczenia dla wybranej składowej wiodącej. Wtedy pozostałe składowe są stowarzyszone, czyli pochodzą z takiego samego schematu jak składowa wiodąca. W programie dopuszczalne jest obliczanie obwiedni dla każdej składowej osobno, ale należy być świadomym, że prowadzi to do przypadków nie fizycznych, kiedy każda składowa jest zbudowana z innego zestawu wariantów. O tym, która składowa jest wiodąca decyduje użytkownik wybierając odpowiednią opcję z menu. W dolnej linii ekranu jest zawsze informacja wg, jakiej składowej wiodącej zostały wyznaczone wartości ekstremalne. Napis „Osobno” będzie informował o tym, że wartości ekstremalne wyznaczono dla każdej składowej oddzielnie.

## 42.2. Mnożniki obciążenia

W programie ABC wyniki mogą być prezentowane dla wartości charakterystycznych lub obliczeniowych. Jeśli wyniki są pokazywane dla osobnych wariantów, to domyślnie będą to wartości charakterystyczne lub inaczej mówiąc, będą wprost odpowiadały obciążeniom przyjętym w module DANE. Po włączeniu obwiedni domyślnie wyniki dla przemieszczeń będą pokazywane dla wartości charakterystycznych, czyli bez mnożników obciążenia, a wyniki dla sił wewnętrznych będą pokazywane dla wartości obliczeniowych, czyli z uwzględnieniem mnożników. W module WYNIKI są opcje, które pozwalają w każdym przypadku zmienić te ustalenia. W dolnej linii ekranu jest pole, gdzie użytkownik znajdzie informację o rodzaju wartości (charakterystyczne czy obliczeniowe). Pojęcie charakterystyczne i obliczeniowe komplikuje się w przypadku wariantów dodatkowych, ponieważ przy definiowaniu składników można użyć mnożników obciążenia i otrzyma się wariant z wartościami obliczeniowymi, ale on sam może być przemnażany przez mnożnik, który zadaje się w taki sam sposób jak mnożnik obciążenia. Dlatego też w programie przyjęto, że dla wariantów dodatkowych podawane są wprost mnożniki, a nie podaje się opisu słownego.

W programie ABC przyjęto, że mnożniki obciążenia mogą być różne dla wartości dodatnich i wartości ujemnych, ponadto przy liczeniu wartości ekstremalnych są uwzględniane mnożniki udziału, które skalują udział wariantu w obwiedni.

### 42.3. Zestawy atrybutów i mnożników

W programie ABC można zdefiniować tzw. zestawy atrybutów i mnożników. Zestaw jest to komplet danych o atrybutach i mnożnikach dla wszystkich wariantów wyników. Liczba zestawów nie jest ograniczona. Pozwala to na łatwą zmianę warunków obliczania obwiedni i umożliwia prowadzenie bardzo wnikliwej analizy wyników. Szczegóły tworzenia zestawów atrybutów i mnożników są przedstawione w rozdziale poświęconym menu Obwiednia.

Różne zestawy atrybutów i mnożników są w przykładowym zadaniu Belka3Przesla (w katalogu \Przyklady\_Ram). Zadanie to będzie omawiane w dalszej części opisu.

### 42.4. Menu modułu WYNIKI

W module WYNIKI główne menu podzielono na grupy. W górnej części pola menu są przyciski Wariant i Obwiednia. Pozwalają one na przełączanie sposobu prezentacji wyników oraz na definiowanie nowych wariantów, zadawanie mnożników i atrybutów. Po prawej stronie, u góry ekranu jest przycisk z trójkątami. Nie będzie go tylko w zadaniu, w którym jest jeden wariant wyników. Jeśli włączone jest pokazywanie wyników dla wariantów, to obok przycisku będzie numer aktualnego wariantu. Naciskając trójkąty można zmieniać numer wariantu o jeden w przód lub jeden w tył. Po przełączeniu pokazywania na wartości ekstremalne zamiast numeru wariantu będą napisy „Maksimum” lub „Minimum”. Jeśli forma prezentacji pozwoli pokazać razem wartości ekstremalne to może być jeszcze napis „Razem”. Wtedy przyciskiem z trójkątami można sekwencyjnie zmieniać pokazywane wartości.

Zestaw przycisków poniżej pola Wariant/Obwiednia pozwala wybrać wielkości, które mają być pokazywane oraz jakie dodatkowe operacje na wynikach mają być prowadzone np.: wymiarowanie.

Bezpośrednio pod polem wyboru pokazywanych wielkości jest przycisk Pokaż, którego menu jest bardzo podobne do modułu DANE. Pozwala ono na włączenie różnych parametrów, które mają wpływ na rysunek np. numeracja węzłów i elementów, pokazywanie suflera, współrzędne węzłów i odległości między nimi, ikony podpór i przegubów, współrzędne lokalne itp. Menu to było szczegółowo opisane w rozdziale 24 części Informacje ogólne.

Dalej może pojawić się przycisk Zakończ, którym kończy się operacje wybierania węzłów lub elementów. Jeśli w zadaniu wprowadzono cechy nieliniowe, a rozwiązanie jest liniowe to pojawi się przycisk Nielin którym można wywołać powtórne obliczenia nieliniowe. Przyciskiem Dane można wrócić do modułu DANE, a przyciskiem Rysuj można sporządzić rysunek. Zasady rysowania są takie same jak w module DANE.

Na samym dole jest pole operacji związanych z punktem patrzenia na model, wyborem jego fragmentu oraz z powiększeniem. Opcje te były opisane w rozdziale 18 części poświęconej Informacjom, ogólnym.

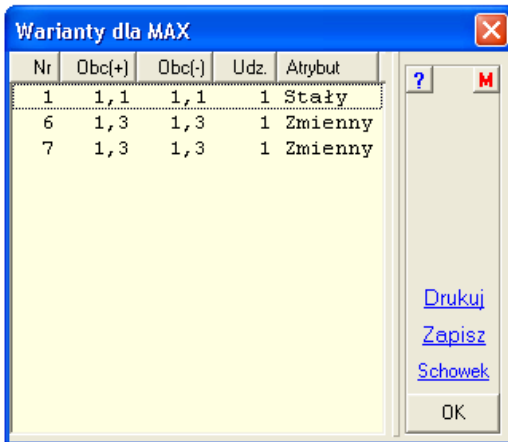
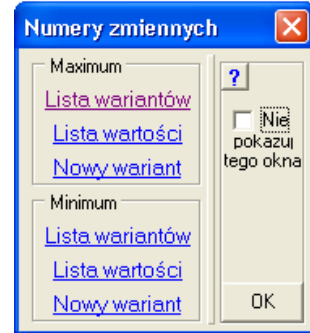
### 42.5. Opcje Odczyt i Lista

Również w module WYNIKI jest przycisk [M], który przełącza analizę wyników z poziomu podstawowego na pełny zakres. Przycisk ten, poza zmianą liczby dostępnych opcji w głównym menu, decyduje o zakresie analizy wyników zwłaszcza o możliwościach opcji Odczyt i Lista. Przy pełnym zakresie menu, w tych opcjach użytkownik będzie mógł definiować tzw. profile, które będą wpływały na zakres odczytu oraz na sposób prezentacji zestawień tabelarycznych. Przy wyłączonym przycisku [M] odczyty i listy będą robione w prosty sposób. Przy

odczyt wystarczy wybrać miejsce i otrzyma się wartość aktualnie pokazywanej składowej. Podobnie przy listach po wybraniu linii listy pokaże się tabela ze składowymi pokazywanej wielkości.

Po włączeniu przycisku [M], zarówno przy odczycie i liście, wybór miejsca poprzedzi plansza, tzw. profilu, na której będzie można wybrać odpowiednią składową. Jeśli pokazywane są wyniki dla wariantów, to na planszy profilu odczytu będzie włącznik „Pełna lista”, który, dla wybranego miejsca, pozwoli pokazać w formie tabeli wartości wybranych składowych dla wszystkich wariantów. Ułatwia to np. wybór wariantu o największym wpływie na wynik.

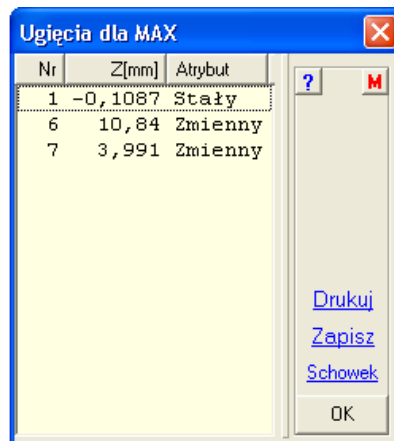
Jeśli wyniki są pokazywane w formie obwiedni, to na planszy odczytu pokaże się włącznik „Warianty zmienne” („War. Zmienne”). Po jego włączeniu, po odczycie, obok wartości okaże się plansza, z której będzie można poznać listę numerów wariantów, które tworzą wartość ekstremalną, listę wartości, które wchodzą do wartości ekstremalnej, oraz będzie można stworzyć dodatkowy wariant ze składników odczytanego wyniku.



Na

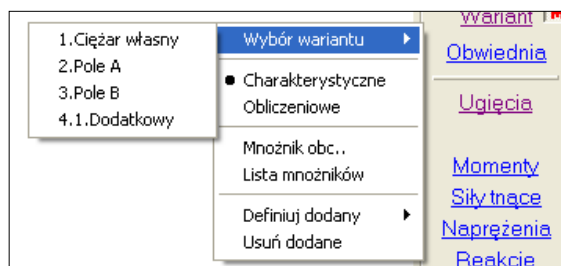
planszy obok pokazano listę wariantów wchodzących do wartości maksymalnej. Niżej pokazana jest lista wartości, z których złożona jest wartość maksymalna. Przykładowo pokazano ugięcia Z, ale zasada ta obowiązuje przy odczytywaniu każdej wielkości.

Na planszy listy z kolei obok składowych wystąpi włącznik pozwalający umieścić w liście kolumnę z odległością. Postacie profili są pokazywane w rozdziałach poświęconych poszczególnym grupom wyników.



## 43. Menu Wariant

Przycisk Wariant pozwala wybrać pokazywanie wyników dla pojedynczych wariantów. Jeśli wcześniej były pokazywane wartości ekstremalne, to po kliknięciu w przycisk Wariant program pokaże wyniki dla pierwszego wariantu, a potem będzie można wybrać inny numer. Jeśli będą to warianty bazowe, to wyniki odpowiadają zadanym schematom obciążeń. Jeśli będą to warianty dodane, to wyniki będą superpozycją wyników dla obciążeń zadaných w module DANE. Zakres opcji będzie zależał od tego, czy aktualny wariant jest bazowym, czy dodanym, oraz czy w aktualnym wariantcie są zadane mnożniki obciążenia. Na rysunku obok pokazano opcje dla wariantu bazowego, w którym wprowadzono mnożniki obciążenia.



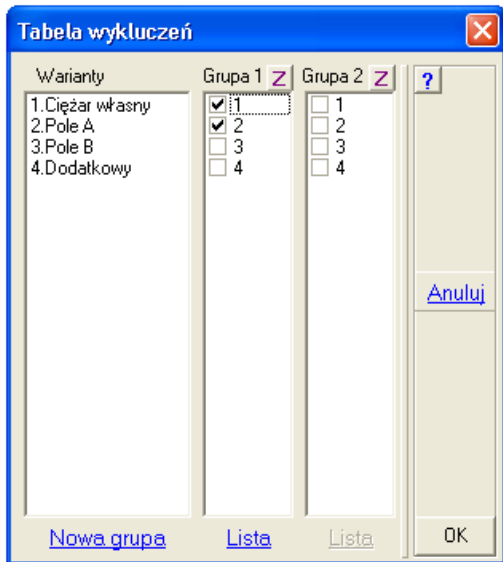
Pierwsza opcja Wybór wariantu pozwala wybrać bezpośrednio interesujący wariant wyników. Nie trzeba wtedy przechodzić przez wszystkie pośrednie warianty używając przycisku ze strzałkami.

Opcje Charakterystyczne i Obliczeniowe będą dostępne tylko wtedy, kiedy w aktualnym wariantcie zadano mnożniki obciążenia różne od 1,0.

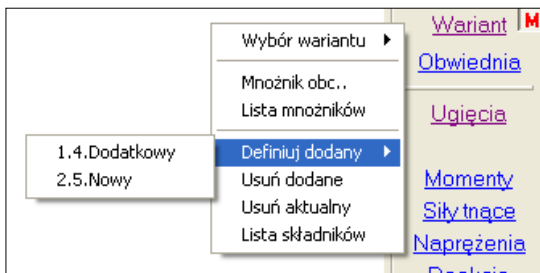
Opcja Mnożnik obc. pozwala zadać mnożnik obciążenia i atrybut do aktualnego wariantu. Po wybraniu tej opcji pojawi się plansza zadawania mnożnika. Na planszy można zmienić słowny opis wariantu. Jeśli będzie to wariant bazowy to nowy opis będzie też obowiązującym w danych. W polu „Atrybut” można wprowadzić jeden z pięciu atrybutów. Wprowadzenie atrybutu „Wyłączony” usuwa taki wariant z liczenia obwiedni, atrybut „Stały” i „Zmienny” nie wymaga dodatkowych definicji. Atrybut „Warunkowy” będzie omówiony niżej, a atrybut „Zależny” wymaga podania listy wariantów, od których będzie zależał aktualny wariant. Przy atrybucie „Zależny” poza listą należy jeszcze zadeklarować czy wystarczy, aby z listy zaistniał jeden wariant, czy wszystkie, aby wariant „Zależny” mógł być taktowany jako kolejny „Zmienny”.



Po włączeniu atrybutu „Warunkowy” pojawi się przycisk Tabela wykluczeń, który pozwala zdefiniować tabele wykluczeń. Planszę, na której dokonuje się tych definicji pokazano dalej. W pierwszym oknie będzie lista wszystkich wariantów. W drugim oknie będzie można zadeklarować, które warianty wzajemnie się wykluczają. Po wybraniu, co najmniej dwóch numerów uaktywni się przycisk Nowa grupa i będzie można otworzyć kolejną grupę, w której można zadać inny układ wykluczeń. Takich grup może być do dziesięciu, a jeden schemat może należeć, co najwyżej, do czterech grup wykluczeń. Przycisk Lista pod każdą z grup pozwala wyświetlić listę z mnożnikami obciążenia wariantów tworzących tę grupę. Przycisk ten aktywuje się po wybraniu minimum dwóch numerów w grupie.



zmienia się wartość w dolnym okienku. Natomiast zmiany w dolnym okienku (dla wartości (-)) nie powodują już zmian w górnym okienku. Dodatkowo w tym polu jest mnożnik udziału w obwiedni. Ten mnożnik jest uwzględniany tylko przy liczeniu wartości ekstremalnych i może służyć jako np. mnożnik obciążeń dynamicznych, czy mnożnik skalujący aktualny wariant.



menu jest dostępne wtedy, kiedy aktualnym wariantem będzie wariant dodatkowy. Opcją **Usuń aktualny** będzie można go usunąć. Program przejdzie do pokazywania wyników dla pierwszego wariantu bazowego. Opcją **Lista składników** będzie można poznać, z jakich składników został zbudowany aktualny wariant dodatkowy.

Jeśli aktualnym wariantem będzie jeden z wariantów bazowych, w sytuacji, kiedy już zdefiniowano warianty dodatkowe, dostępna będzie opcja **Usuń dodane**. Opcja ta, po potwierdzeniu, usuwa wszystkie warianty dodatkowe.

Po wybraniu opcji **Definiuj dodany** – **Nowy** pokaże się plansza definicji dodatkowego wariantu wyników. Będzie on miał swoją nazwę oraz początkowo otrzyma mnożnik obciążenia równy 1,0 i atrybut „Wyłączony”. Mnożnik i atrybut będzie można zmienić, tak samo jak w każdym innym wariantcie.

Planszę z tabelami wykluczeń zamyka się przyciskiem [OK]. Dane na niej wprowadzone zostają zapamiętane i będą podpowiedziane przy następnym wywołaniu tabel wykluczeń. Natomiast w liście wyświetlanej przyciskiem **Lista** z planszy **Mnożników**, będzie informacja, że dany wariant ma atrybut „Warunkowy” i będzie podany numer grupy wzajemnych wykluczeń.

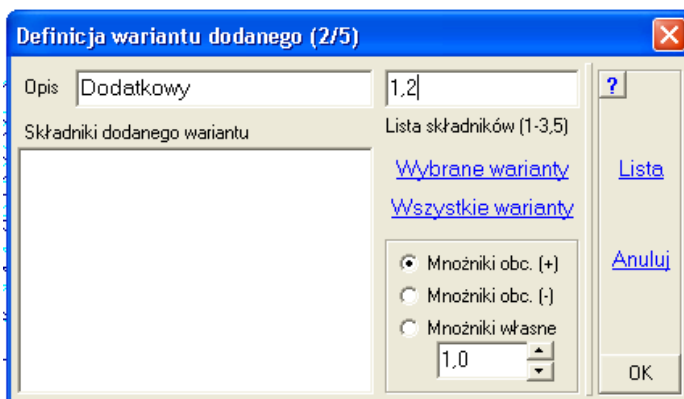
W polu „Mnożniki” planszy **Mnożniki** i **Atrybuty** można wprowadzić mnożniki obciążenia. W programie wprowadzono dwa mnożniki, dla wartości dodatnich i wartości ujemnych. Można tak ustawić znaki odpowiednich wyników, aby zachować normowy warunek zwiększania wartości dociążających i zmniejszania wartości odciążających. Zmieniając wartość mnożnika obciążenia w górnym okienku (dla wartości (+)) automatycznie

Przycisk **Lista** na planszy **Mnożniki** i atrybuty wyświetla listę wszystkich wariantów z ich mnożnikami i atrybutami. Jego działanie jest identyczne jak opcji **Lista mnożników** z menu **Wariant**.

Opcja **Definiuj dodany** (dostępna tylko przy wciśniętym przycisku [M]) pozwala zadać nowy wariant dodatkowy lub przedefiniować jeden z już zadanych. Będzie to zależać od wyboru z listy wariantów dodatkowych. Pokazane obok



Nowy wariant może składać się z wybranych wariantów wpisanych w polu lista składników, lub ze wszystkich wariantów bazowych. W polu listy składników też muszą być tylko numery wariantów bazowych. Superpozycję wybranych wariantów można zrobić z ich mnożnikami obciążenia lub z mnożnikami własnymi. Po włączeniu przełącznika „Mnożniki własne” wszystkie warianty wzięte do wariantu dodatkowego otrzymają mnożnik z okienka. Jeśli wartość własnego mnożnika



The screenshot shows a dialog box titled "Definicja wariantu dodanego (2/5)". It has several fields and buttons:

- Opis:** A text box containing "Dodatkowy".
- Lista składników (1-3,5):** A text box containing "1,2".
- Wybrane warianty:** A link labeled "Wybrane warianty".
- Wszystkie warianty:** A link labeled "Wszystkie warianty".
- Mnożniki:** Three radio buttons: "Mnożniki obc. (+)" (selected), "Mnożniki obc. (-)", and "Mnożniki własne". Below them is a spin box with the value "1,0".
- Buttons:** "Listy" (highlighted), "Anuluj", and "OK".

zostanie zakończona klawiszem <Enter> to od razu otrzymają go wszystkie warianty już wprowadzone do listy składników. Klikając z kolei wybrany składnik dodanego wariantu można zadać tylko temu, mnożnik wpisany w okienku. Jeśli składnik na liście zostanie wyróżniony, to klawiszem <Delete> można go usunąć z listy. Przycisk Lista pozwala pokazać listę mnożników i

atrybutów wariantów bazowych i już zdefiniowanych wariantów dodatkowych. Po kliknięciu w przycisk [OK] zostanie utworzony wariant dodatkowy. Stanie się on wariantem aktualnym i będą dla niego pokazywane wyniki.

## 44. Menu Obwiednia

Przycisk Obwiednia pozwala wybrać pokazywanie wyników w formie wartości ekstremalnych. Jeśli pokazywano wyniki dla wariantu, to wystarczy wybrać jakąkolwiek opcję z tego menu, aby przełączyć sposób pokazywania. Opcja Pokaż razem może nie być dostępna przy barwnych formach prezentacji. Opcje Charakterystyczne i Obliczeniowe będą dostępne, jeśli, w co najmniej jednym wariancie wprowadzono mnożniki obciążenia. Jeśli we wszystkich wariantach nie będzie mnożników obciążenia, to tych opcji też nie będzie. Ustawienie tych opcji jest niezależne od podobnych występujących w menu Wariant.

Opcja Wsp. jednoczesności pozwala posortować wartości wg wielkości, a następnie wprowadzić mnożniki 1,0; 0,9; 0,8 i 0,7 wg kolejności.

Kolejne dwie opcje: Sumowanie i Wybór ze stałych pozwala wybrać sposób obliczania wartości ekstremalnych. W programie domyślnym sposobem jest obwiednia przez sumowanie wartości cząstkowych. Opcje te będą dostępne tylko po włączeniu przycisku [M].

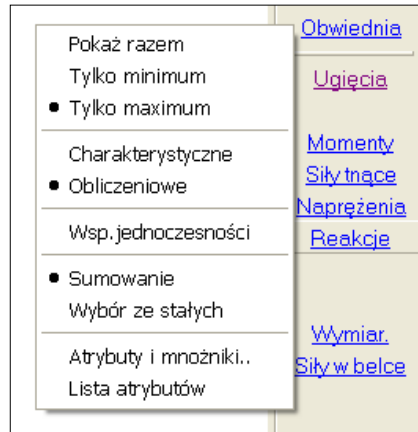
Opcja Atrybuty i mnożniki pozwala grupowo zadawać atrybuty i mnożniki. Również ta opcja będzie dostępna tylko po wciśnięciu przycisku [M]. Opcja Lista atrybutów wyświetla listę mnożników i atrybutów.

Po wybraniu opcji Atrybuty i mnożniki pokaże się plansza zadawania tych danych. Pierwszy zestaw mnożników i atrybutów będzie się nazywał „Bazowy” i będzie zawsze w zadaniu. O zadawaniu zestawów mnożników i atrybutów będzie mowa dalej.

W dużym polu planszy będzie lista wariantów z mnożnikami i atrybutami. Jest to lista, w której można zaznaczać wybrane linie (haczyki z lewej strony linii). Zaznaczanie to będzie uwzględniane przy zadawaniu atrybutów i mnożników.

W polu Zadaj są przyciski Wszystkim, Wybranych, Wg atrybutu i Wg listy. Początkowo niektóre z nich mogą być niedostępne, np. przycisk Wg atrybutów będzie dostępny dopiero po uaktywnieniu pola Mnożniki obciążenia, przycisk Wg listy będzie dostępny dopiero po wpisaniu numerów wariantów w pole pod nim. Wszystkie te przyciski służą do grupowego zadawania atrybutów, jeśli wyłączone jest pole Mnożniki obciążeń lub do grupowego zadawania mnożników, jeśli to pole jest włączone. Działanie przycisku Wszystkim jest oczywiste, przycisk Wybranych zadaje odpowiednie parametry tylko wariantom, które są wyróżnione „haczykiem”. Przycisk Wg atrybutów służy tylko do zadawania mnożników.

W polu „Atrybut” można wybrać jeden z pięciu atrybutów i zadać je grupowo przyciskami z pola „Zadaj”. Po wybraniu przełącznika „Warunkowy” pokaże się przycisk Tabela wykluczeń i będzie można zdefiniować tabele wykluczeń w taki sam sposób jak w menu Wariant. Ten atrybut nie potrzebuje innego zadawania. Wystarczą tabele wykluczeń. Po wybraniu przełącznika „Zależny” pokaże się pole, w którym należy wpisać listę wariantów, które muszą zaistnieć, aby został uwzględniony wariant „Zależny”. Dodatkowo ustala się czy ma to być jeden z listy, czy wszystkie. Po każdej zmianie przełącznika w polu „Atrybut” pole „Mnożniki obciążenia” zostaje wyłączone.



**Atrybuty i mnożniki**

Nowy zestaw:       Opis zestawu mnożników i atrybutów

Zadaj: [Wszystkim](#), [Wybranim](#), [Wg atrybutów](#), [Wg listy](#)

Wariant	Mn(+)	Mn(-)	Udział	Atrybut (grupy wykluczeń)
<input checked="" type="checkbox"/> 1. Ciężar własny	1,2	1,2	1	Stały
<input checked="" type="checkbox"/> 2. Pole A	1	1	1	Zmienny
<input type="checkbox"/> 3. Pole B	1	1	1	Zmienny
<input type="checkbox"/> 4. Dodatkowy	1	1	1	Wyłączony

Atrybut:  Wyłączony,  Stały,  Zmienny,  Warunkowy,  Zależny

Mnożniki obciążenia

Dla wartości dodatnich:       Mnożnik udziału w obwiedni:

Dla wartości ujemnych:       [Zadaj mnożniki wybranemu wariantowi](#)

[Zadaj atrybut i mnożniki wybranemu wariantowi](#)

[Anuluj](#)      [Koniec](#)

W polu „Mnożniki obciążenia” można wprowadzić mnożniki obciążenia (+) i (-) oraz mnożnik udziału w obwiedni. Zmieniając wartość z okienka „Dla wartości dodatnich” (górne okienko) zmienia się jednocześnie wartość z okienka dolnego. Zmiana wartości w dolnym okienku nie pociąga za sobą innych zmian. W polu „Mnożniki obciążenia” jest przycisk [Zadaj mnożniki wybranemu wariantowi](#). Pozwala on wprowadzić mnożniki tylko do wariantu w wyróżnionej linii listy. Ponadto klikając dwukrotnie w wybraną linię na liście można wprowadzić odpowiednie parametry do tego wariantu.

Pod polem „Mnożniki obciążenia” może być przycisk [Zadaj atrybut i mnożnik wybranemu wariantowi](#). Jego działanie odnosi się do wariantu wyróżnionego zaczerpnioną linią na liście wariantów.

[Obwiednia](#)

[Ugięcia](#)

[Momenty](#)

[Siły tnące](#)

[Naprężenia](#)

[Reakcje](#)

[Wymiar](#)

[Siły w belce](#)

[Pokaż ?](#)

- Pokaż razem
- Tylko minimum
- Tylko maximum

Charakterystyczne

- Obliczeniowe

Wsp. jednoczesności

- Sumowanie
- Wybór ze stałych

Atrybuty i mnożniki..

- Zestaw atrybutów ▶
- Usuń zestawy
- Usuń aktualny
- Lista atrybutów

Przyciskiem [Anuluj](#) można pominąć wszystkie ustalenia na tej planszy i wrócić do pierwotnych ustaleń. Naciśnięcie przycisku [OK] zapamiętuje wprowadzone tu ustalenia. Jeśli nie naciśnięto przycisku [Nowy zestaw](#) to aktualne ustalenia zastępują poprzednie. Sytuacja ulega zmianie, jeśli ten przycisk został naciśnięty. Wtedy ustalenia z planszy stają się aktualne, ale nie usuwają wcześniejszych atrybutów i mnożników. Ten wcześniejszy zestaw jest pamiętany na dysku i może być ponownie wczytany. Po wciśnięciu przycisku [Nowy zestaw](#) wszystkie warianty otrzymują atrybut „Stały” i mnożniki obciążenia równe jeden. Wynika z tego, że jeśli ma być zdefiniowany nowy zestaw atrybutów i mnożników to należy zacząć od tego przycisku.

Układ opcji menu [Obwiednia](#) w zadaniu, w którym wprowadzono kilka zestawów atrybutów i mnożników pokazano obok. Opcja Atrybuty i mnoż-

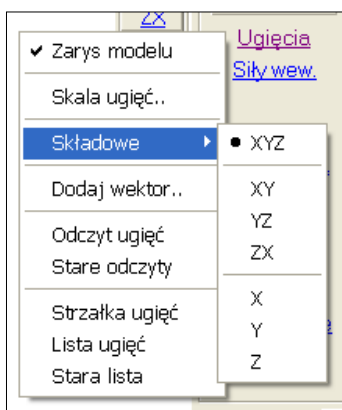
niki pozwala na zdefiniowanie nowych wartości dla aktualnego zestawu lub na zadanie kolejnego. Opcja Zestaw atrybutów pozwala wybrać jeden z wcześniej zadanych zestawów na aktualny.

Opcja Usuń zestawu pozwala usunąć wszystkie zestawy i *zostawić aktualny jako bazowy*. Jeśli chce się wrócić do pierwotnego bazowego zestawu atrybutów i mnożników to przed usunięciem należy go wybrać z opcji Zestaw atrybutów.

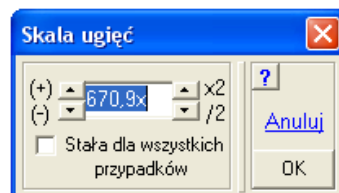
Opcja Usuń aktualny usuwa aktualny zestaw i wprowadza na jego miejsce zestaw wcześniejszy. Opcji tej nie będzie, jeśli aktualnym zestawem będzie zestaw bazowy. Opcja Lista atrybutów wyświetla aktualną listę atrybutów i mnożników.

Różne zestawy atrybutów i mnożników są w przykładowym zadaniu Belka3Przesła (w katalogu \Przykłady\_Ram). Zadanie to będzie omawiane w części F opisu.

## 45. Menu Ugięcia



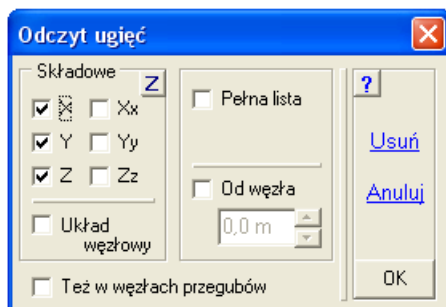
Przycisk **Ugięcia** pozwala pokazać przemieszczenia modelu. Domyślnie rysowana jest postać ugięta oraz zarys modelu nie odkształconego. Opcją **Zarys modelu** można ten zarys usunąć pozostawiając tylko postać ugiętą. Program automatycznie skaluje ugięcia tak aby zachować czytelność odkształceń, ale opcją **Skala ugięć** można zmieniać tę skalę. Skalę można zmieniać na trzy sposoby: pierwszy sposób to wpisanie liczby w okienko, drugi sposób to zwiększanie skali w sposób arytmetyczny – przyciski (+/-) i trzeci sposób geometryczny zmieniający



skalę dwa razy. Klikając w przycisk obok x2 zwiększa się skalę dwa razy, klikając w przycisk obok /2 zmniejsza się skalę dwa razy. Na planszy można dodatkowo włączyć warunek, aby ustalona skala była stała dla każdego wariantu wyników. Domyślnie wyniki dla różnych wariantów są pokazywane w różnej skali, ale za to maksymalne ugięcie jest pokazywane tak samo. Po włączeniu warunku „Stalej skali” wszystkie warianty będą pokazywane w takiej samej skali i wtedy łatwo ocenić dominujące obciążenie.

Opcja **Składowe** pozwala pokazać ugięcia w kierunku tylko jednej wybranej współrzędnej, dowolnej kombinacji dwóch kierunków lub wszystkie trzy kierunki. Oczywiście trzy kierunki będą tylko w zadaniach przestrzennych. W zadaniach płaskich typu Rama lub Krata będą tylko składowe XY i ich dowolne kombinacje. Tylko w zadaniu typu Ruszt będzie tylko składowa Z. Do wyboru pokazywanych składowych można też wykorzystać przyciski szybkiego wyboru. Przyciski te domyślnie pokazują się u góry po prawej stronie ekranu. Przyciskami ze strzałkami można je przestawiać po narożnikach, a przyciskiem [x] można je usunąć z pola roboczego.

Opcją **Dodaj wektor** można do pokazywanych przemieszczeń dodać pewien wektor. Takie działanie ma sens wtedy, kiedy w przemieszczeniach jest duża jedna składowa np. wynikająca z osiadania podpór. Ponieważ ugięcia są skalowane do maksymalnej wartości stąd ta jedna składowa przysiania pozostałe. Opcją **Dodaj wektor** można usunąć tą dominującą składową i otrzymać czytelniejszy obraz ugięć.

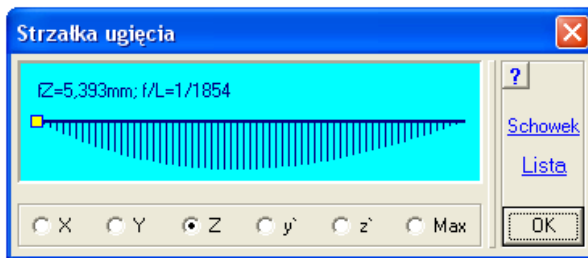


Opcją **Odczyt ugięć** można poznać przemieszczenia w wybranych miejscach modelu. Przy odczycie można klikać w przęśle elementu jak i wybierać węzły. W przęśle można poznać tylko składowe liniowe, a w węzle również składowe kątowe. Jeśli przycisk [M] będzie wyłączony to zaraz po wybraniu opcji **Odczyt ugięć** będzie można wybierać miejsca. Odczyt będzie dotyczył pokazywanych składowych. Inaczej będzie

wyglądało odczytywanie ugięć przy włączonym przycisku [M]. Wtedy najpierw pokaże się plansz profilu odczytu. Na planszy będzie można określić które składowe mają być odczytane. Można też zdefiniować miejsce odczytu w postaci odległości od węzła. Wtedy wystarczy kliknąć w element w pobliżu węzła od którego ma być odmierzona odległość miejsca odczytu.

Domyślnie odczytywane są wartości w układzie globalnym, ale można odczytać składowe w układzie węzłowym. Można też poznać wszystkie składowe w układzie przegubowym w którym pomimo tego samego miejsca będą różne wartości tych składowych które uwalnia przegub. Można też włączyć opcję „Pełna lista” i wtedy dla miejsca odczytu zostanie przygotowana lista wartości dla wszystkich wariantów uzupełniona atrybutem. Przycisk Usuń pokaże się tylko wtedy kiedy są już dokonane jakieś odczyty. Usuwa on stare odczyty. Należy pamiętać, że stare odczyty można usunąć jeśli najpierw kliknie się w ekran poza rysunkiem.

Opcja **Stare odczyty** pokaże się po dokonaniu odczytów i pozwala włączać i wyłączać plakiety z wartościami. Miejsca odczytów są pamiętane i przy zmianie wariantu w plakiety będą pokazywały się aktualne wartości.

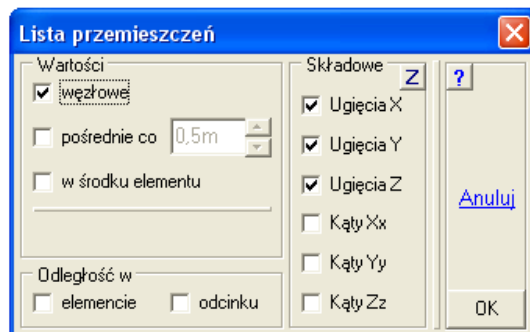


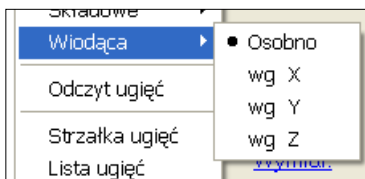
Opcję **Strzałka** można sporządzić wykres strzałki ugięcia w wybranym miejscu modelu. Będzie to wykres odległości od prostej poprowadzonej przez skrajne węzły. Domyślnie będzie pokazywana strzałka dla składowej z największą odległością. W zależności od modelu będzie można pokazać strzałkę dla innych składowych globalnych lub będzie

można przejść na elementy układu współrzędnych. Wykres strzałki ugięcia można poprzez schowek przenieść do innej aplikacji np. do dokumentu edytora Word, lub pokazać go w formie listy. W oknie poza przebiegiem podawana jest maksymalna wartość ugięcia oraz jej stosunek do długości odcinka. Ułatwia to sprawdzanie normowego warunku ugięć. Strzałki nie należy robić dla wspornika. W tym przypadku należy po prostu odczytać przemieszczenia w miejscu utwierdzenia i na swobodnym końcu.

Opcję **Lista ugięć** można sporządzić tabelaryczne zestawienie wartości w wybranych miejscach. Jeśli przycisk [M] jest wyłączony wtedy od razu program przechodzi do wyboru węzłów. Lista będzie zawierać wszystkie składowe przemieszczeń dostępne w danym modelu. Kolejność węzłów będzie zależała od sposobu wyboru. Zasady te są opisane rozdziale 42.5. Po włączeniu przycisku [M] po wywołaniu tej opcji pokaże się plansza profilu, na której można wybrać pokazywanie nie tylko wartości węzłowych, ale również w środku elementów, lub w przekrojach pośrednich oddalonych o nie więcej niż podana wartość. Ponadto tabelę można uzupełnić odległością mierzoną w każdym elemencie osobno lub podawaną dla całego odcinka wyboru.

Jeśli przygotowano miejsce listy, to wtedy pojawi się opcja **Stara lista** która pozwoli sporządzić tabelę dla wcześniej wybranego miejsca, ale dla aktualnego wariantu wyników.



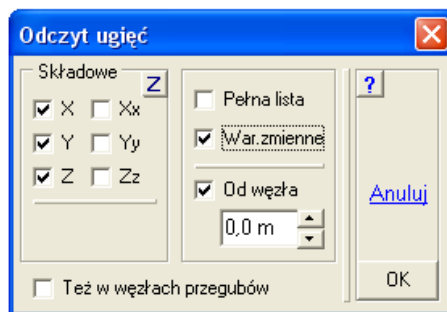


Po włączeniu Obwiedni w menu pokaże się dodatkowa opcja **Wiodąca**, pozwalająca wybrać wielkość wiodącą przy wyznaczaniu wartości ekstremalnych. W ugięciach jako wiodące można wybrać tylko składowe liniowe.

Obraz ugięć ekstremalnych można pokazać łącznie dla minimum i maksimum, lub każdy z tych stanów osobno. W menu **Obwiednia** są opcje które sterują zakresem pokazywanych ugięć. Przycisk z trójkątami znajdujący się u góry po prawej stronie ekranu będzie sekwencyjnie zmieniał pokazywane wielkości.

Na planszy profilu odczytu ugięć pokaże się włącznik „War. zmienne” który pozwoli poznać wartości i numery wariantów tworzących wartości ekstremalne. Postępowanie przy włączniku „War zmienne” jest szczegółowo opisane w rozdziale 45.2

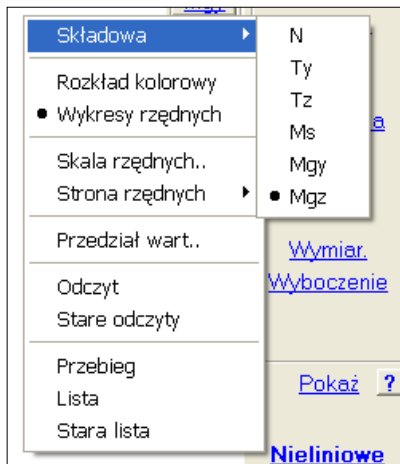
Strzałka ugięcia w obwiedni będzie pokazywana w zależności od ustawienia opcji **Pokaż razem**, **Tylko Maksimum** i **Tylko Minimum** w menu **Obwiednia**.



Opcja **Lista** będzie pokazywać jedną lub dwie tabele, jeśli włączono pokazywanie obu postaci ugięć ekstremalnych. Pozostałe zasady będą takie same jak w przypadku pokazywania wartości wariantowych.

## 46. Menu Siły wewn.

Po wybraniu przycisku Siły wewn. będzie można poznać rozkład sił wewnętrznych. Domyślnie będą one rysowane jako rzędne odkładane prostopadle do osi elementu. Przy pierwszym wywołaniu pokażą się siły osiowe w modelach kratowych lub momenty  $M_{gz}$  w pozostałych typach modeli. Przy pokazywaniu wartości dla wybranego wariantu w menu będą opcje pokazane obok.

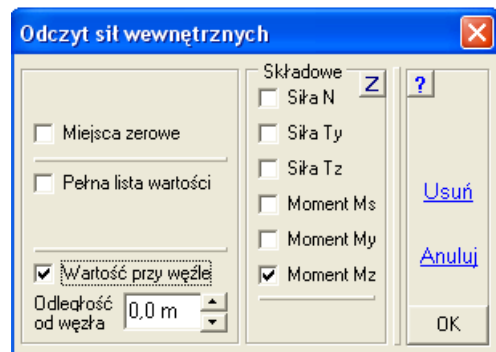
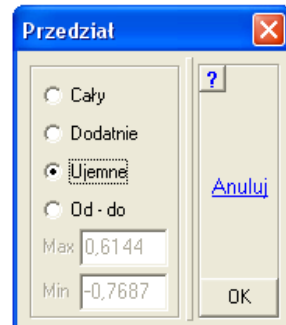


Opcją Składowa można zmienić pokazywaną siłę wewnętrzną. Przy pokazywaniu sił wewnętrznych na ekranie będą przyciski szybkiego wyboru które pozwolą zmieniać pokazywaną składową bez wywoływania tego menu. Rozkład sił wewnętrznych można pokazywać w formie Wykresu rzędnych lub w postaci Rozkładu kolorowego. Po wybraniu rozkładu kolorowego elementy zostaną pogrubione i będą rysowane kolorową linią, o barwie zmiennej na długości. Na ekranie pokaże się też legenda przyporządkowująca kolory wartościom. Przy rozkładzie kolorowym pojawi się opcja Ugięty która pozwoli pokazać model w odkształceniu. Po włączeniu modelu ugiętego nie będzie można odczytywać wartości i pokazywać tabel (list) sił wewnętrznych.

Przy wykresach rzędnych można opcją Skala rzędnych zmienić długość odkładanych rzędnych. Opcją Strona rzędnych można zmieniać stronę odkładania tak aby otrzymać rysunki zgodne z przyzwyczajeniami. Domyślnie rzędne są rysowane w elementowym układzie współrzędnych.

Opcją Przedział wart.. wywołuje się planszę na której można ograniczyć pokazywane rozkłady do wartości dodatnich, ujemnych lub istniejących w zadanym przedziale.

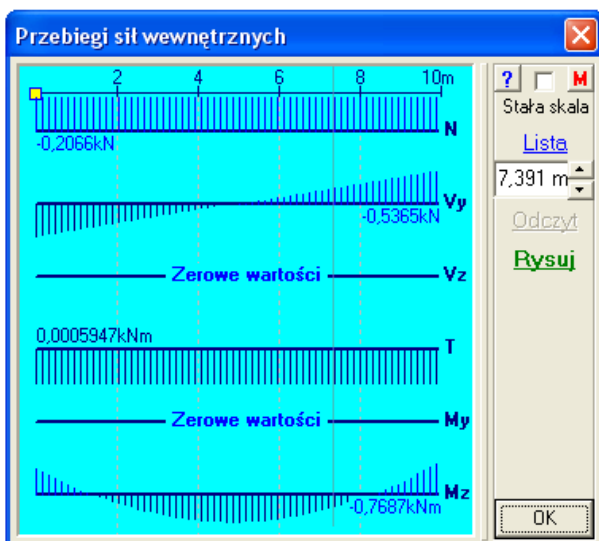
Jeśli przycisk [M] będzie wyłączony to po wybraniu opcji Odczyt będzie można od razu odczytywać wartości aktualnie pokazywanej składowej. Można wybierać węzły, jak i każdy punkt na długości elementu. Po włączeniu przycisku [M] najpierw pokaże się plansza profilu odczytu. Na planszy będzie można zaznaczyć które składowe mają być odczytywane. Będzie też można sprecyzować miejsce odczytu podając odległość od węzła. Można również pokazać pełną listę wartości, oraz będzie można określić położenie miejsc zerowych na długości elementu. Przycisk Usuń będzie dostępny tylko wtedy kiedy wcześniej dokonano już odczytów sił wewnętrznych. Klikając w niego będzie można usunąć miejsca wcześniejszych odczytów. Stare odczyty można też usunąć przez kliknięcie za pierwszym razem ekranu poza modelem.



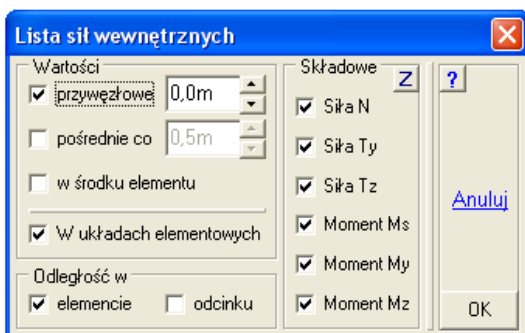


Opcja **Stare odczyty** pojawi się po dokonaniu odczytów i pozwala wyłączyć pokazywanie plaketek lub z powrotem włączyć np. w innym wariancie wyników. Plakietki odczytów mogą być stale na ekranie, a wartości w nich zawarte będą się aktualizowały razem ze zmianą pokazywanego wariantu.

Opcją **Przebieg** można pokazać na jednej planszy wszystkie siły wewnętrzne. W pierwszym kroku należy wybrać miejsce. Można to zrobić opcją **Odcinek** lub **Łuk**. Następnie pokaże się plansza z przebiegami sił wewnętrznych. Plansza może mieć dwie szerokości



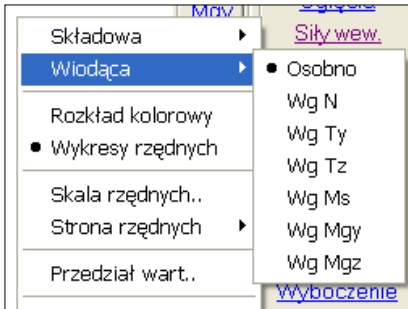
zmieniane czerwonym przyciskiem **[M]**. Włącznikiem „Stała skala” można pokazać przebiegi sił normalnych i tnących oraz przebiegi momentów w takiej samej skali. Przyciskiem **Listy** można pokazać zmianę sił wewnętrznych w formie tabelarycznej. Przyciskiem **Rysuj** można sporządzić rysunek na drukarce. Taki rysunek będzie zawierał model z zaznaczonym miejscem oraz przebiegi sił wewnętrznych. Po wprowadzeniu wskaźnika myszy w pole przebiegów pojawi się w nim pionowa linia którą będzie można przesuwać w prawo i w lewo. Po kliknięciu w wybranym położeniu tej linii zostaną odczytane wartości sił wewnętrznych. Dokładne miejsce odczytu można wpisać w okienko pod przyciskiem **Listy**. Przycisk **Odczyt** zostanie wtedy uaktywniony i będzie można nim dokonać odczytu w miejscu określonym daną odległością.



Opcją **Listy** można zestawić w postaci tabelarycznej siły wewnętrzne. Jeśli przycisk **[M]** był wyłączony to od razu można wybrać miejsce (**Odcinkiem** lub **Łukiem**) i pokaże się plansza ze wszystkimi siłami wewnętrznymi przy węzłach elementów. Inaczej zachowa się program przy pełnym zestawie opcji. Po kliknięciu w opcję **Listy** najpierw pokaże się plansza profilu listy. Na planszy będzie można wskazać które siły wewnętrzne mają wejść do listy i w jakich miejscach elementu. Do

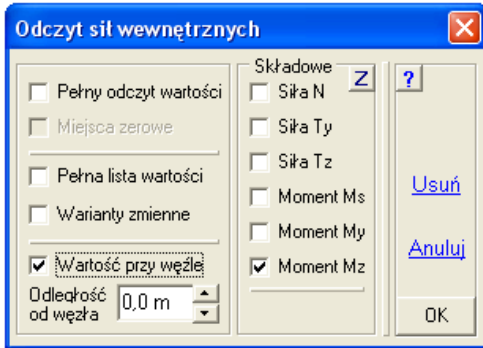
wyboru są wartości przywęzłowe, w środku elementu lub w pośrednich przekrojach odległych między nie więcej niż wartość podana w okienku. Ponadto listę można uzupełnić odległością liczoną dla każdego elementu osobno lub łącznie dla całego wybranego odcinka.

Po wprowadzeniu listy w menu pokaże się opcja **Stara lista** która pozwala pokazać tabelę dla tego samego miejsca, ale dla innego zestawu wyników.



Po włączeniu pokazywania obwiedni sił wewnętrznych w menu pojawi się opcja **Wiodąca**, która pozwoli wybrać wielkość wiodącą przy liczeniu wartości ekstremalnych. W profilu odczytu pojawią się dwa dodatkowe włączniki: „Pełny odczyt” i „Numery zmiennych”.

Ten pierwszy pozwoli przygotować listę wartości ekstremalnych obliczanych dla kolejnych wielkości wiodących, a drugi włącznik pokaże zestawienia wartości z których składa się wartość ekstremalna, numery wariantów zmiennych i pozwoli przygotować nowy wariant zawierający schematy wchodzące do obwiedni. To postępowanie jest szczegółowo opisane w rozdziale 42.5. Miejsca zerowe będzie można odczytywać tylko przy osobnym pokazywaniu wartości ekstremalnych.



## 47. Menu Naprężenia

Program ABC Rama3D w każdym przekroju w którym wprowadzono kształt, oblicza naprężenia normalne  $\sigma$ . W ramie przestrzennej obliczenia są prowadzone wg wzoru:

$$\sigma_i = \frac{N}{A} + \frac{M_{g_y} * z_i}{J_y} - \frac{M_{g_z} * y_i}{J_z}$$

gdzie:

- N – siła osiowa,
- $M_{g_y}$  i  $M_{g_z}$  – momenty gnące,
- A – pole przekroju poprzecznego,
- $J_y$  i  $J_z$  – momenty bezwładności,
- $z_i, y_i$  – współrzędne punktu konturu.

Naprężenia są obliczane w każdym punkcie konturu, a następnie jest wybierana wartość maksymalna i minimalna. Ten wybór jest prowadzony zarówno dla wariantu jak i dla obwiedni. *Program oblicza obwiednię naprężeń.*

Jeśli w danych przekrojowych są podane pola na ścinanie, a w przekrojach przygotowanych modułem MOMBEZ są prawie zawsze, to są obliczane też naprężenia tnące:

$$\tau_y = \frac{V_y}{A_y}; \tau_z = \frac{V_z}{A_z}$$

gdzie:

- $V_y$  i  $V_z$  – siły poprzeczne,
- $A_y$  i  $A_z$  - pola na ścinanie.

Jeśli w danych przekrojowych określono wskaźnik odporności na skręcanie  $W_s$ , a w przekrojach przygotowanych modułem MOMBEZ na ogół będzie ta wielkość, to program liczy też naprężenia tnące  $\tau_s$  wywołane momentem skręcającym T (dawniej oznaczany  $M_s$ ).

$$\tau_s = \frac{T}{W_s}$$

Ponieważ miejsce występowania maksymalnych naprężeń normalnych i naprężeń tnących wywołanych różnymi przyczynami są różne w różnych przekrojach, program *nie* **wyznacza naprężeń zredukowanych**.



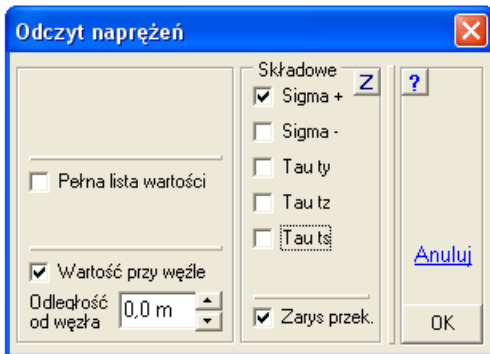
Rozkład naprężeń pokazywany jest tylko przy pełnym zakresie opcji, czyli przy wciśniętym przycisku [M]. Domyślnie rozkład naprężeń jest pokazywany w formie barwnej chociaż można go również pokazać w formie rozkładu rzędnych. Ze względu na sposób wyznaczania naprężeń głównych zawsze można pokazać naprężenia minimalne, oznaczone symbolicznie znakiem (-) i naprężenia maksymalne, oznaczone symbolicznie znakiem (+). Menu Naprężenia ma postać pokazaną obok. Pierwszą opcją Składowa można wybierać pokazywaną składową. Na ekranie będą też przyciski szybkiego wyboru które pozwalają zmieniać składowe bez wybierania tego menu.

Opcją Rozkład kolorowy włącza się pokazywanie naprężeń w formie barwnej. Przy tej formie na ekranie będzie legenda przyporządkowująca kolory wartościom naprężeń.

Przy kolorowej formie prezentacji naprężeń będzie opcja Ugięty którą można włączyć pokazywanie modelu odkształconego. Po włączeniu tej opcji nie będzie można odczytywać wartości i wybierać miejsc do prezentacji tabelarycznej (listy).

Po przełączeniu na formę Wykresy rzędnych pokażą się z kolei opcje Skala rzędnych i Strona rzędnych które pozwolą na komponowanie rysunku. Jeśli model był pokazywany w formie odkształconej to automatycznie zostanie ona wyłączona.

Opcja Przedział wart. pozwala zdefiniować na planszy podobnej do tej która jest wywoływana w menu Siły wew. zakres wartości naprężeń które będą na rysunku.

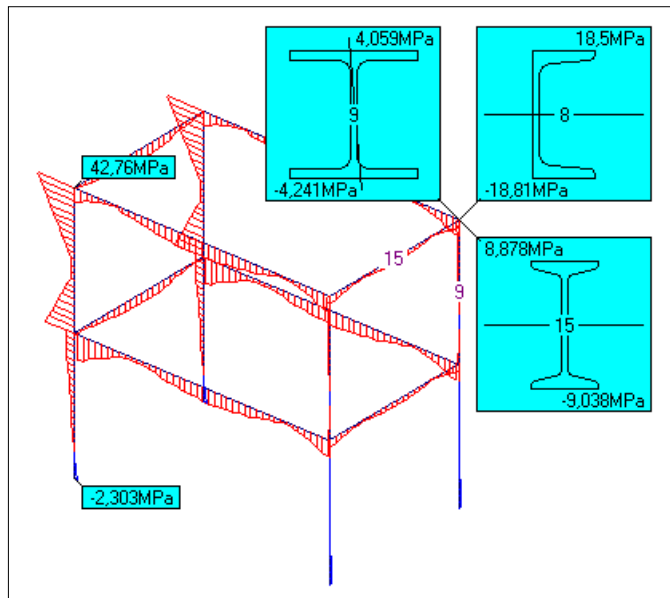


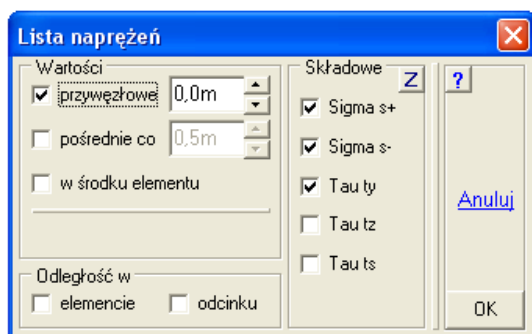
Po kliknięciu w opcję Odczyt wartości pokaże się plansza profilu odczytu, na której będzie można wybrać które naprężenia mają być odczytywane, oraz gdzie. Domyślnie można wybierać węzły, ale wtedy będą odczytywane wartości ze wszystkich elementów zbiegających się w nim, można też kliknąć w dowolne miejsce w przeszle elementu. Można też na planszy określić precyzyjnie odległość od węzła i wtedy wystarczy wskazać element w pobliżu interesującego końca. Dodatkowo przy odczycie naprężeń w elementach, które mają zdefiniowany kontur

przekroju można włączyć „Zarys przek.” i wtedy zamiast plakietek z wartościami naprężeń pokażą się plakietki z zarysem przekroju i z podanymi ekstremalnymi wartościami naprężeń normalnych. Jeśli ekstremalne naprężenia mają różne znaki wtedy zostanie narysowane położenie osi obojętnej zginania. Po włączeniu „Pełna lista wartości” zostanie wyświetlone zestawienie zawierająca wartości naprężeń w każdym wariancie wyników. Lista będzie uzupełniona o atrybuty.

Jeśli w zadaniu dokonano już jakiś odczytów naprężeń, to pojawi się opcja Stare odczyty którą będzie można sterować pokazywanie plakietek z naprężeniami.

Wybranie opcji Przebieg naprężeń wyświetli rozkład naprężeń normalnych i stycznych wzdłuż wybranego odcinka lub łuku. Postać planszy z przebiegiem naprężeń jest bardzo podobna do planszy z przebiegami sił wewnętrznych.





Opcja Lista wartości pozwala pokazać w formie tabelarycznej zestawienie wybranych naprężeń. Wyboru składowych oraz miejsca obliczania naprężeń można dokonać na planszy odczytu. Jej postać jest podobna do planszy odczytu sił wewnętrznych.

Po wybraniu miejsca listy w menu pojawi się nowa opcja **Stara lista**. Pozwala ona na pokazanie listy dla starego miejsca, ale z aktualnymi wartościami.

Po włączeniu pokazywania wyników w formie Obwiedni w menu Naprężenia nie zajdą praktycznie żadne zmiany. Tylko na planszy profilu odczytu pojawi się włącznik „Warianty zmienne” który pozwoli określić z jakich składowych i z jakich wariantów składają się wartości ekstremalne. Określenie numerów wariantów tworzących ekstremalne wartości naprężeń jest niezbędne przy wymiarowaniu konstrukcji. Pozwala wyznaczyć dla jakich schematów obciążeń trzeba będzie wyznaczać stopień wyczerpania nośności. Stąd też jeśli nie wywołano obwiedni naprężeń, a wybrano wymiarowanie to pokaże się komunikat o konieczności obliczenia obwiedni naprężeń i program sam przejdzie do tego procesu.

## 48. Menu Reakcje

W każdym węźle podpartym program wyznacza reakcje podporowe. Chcąc określić oddziaływanie na układ wsporczy należy wartościom reakcji zmienić znak przeciwny. Jeśli w modelu podparcie zrealizowano przez odebranie stopni swobody to wtedy nie będą wyznaczane reakcje, chociaż rozwiązanie będzie zupełnie poprawne.

Przyjęto że program będzie pokazywał osobno reakcje i osobno momenty utwierdzenia, jeśli będą. Reakcje będą pokazywane w formie strzałek, czerwonych jeśli będą to wartości dodatnie i niebieskie jeśli ujemne. Momenty utwierdzenia będą posiadały podwójną strzałkę zgodnie z konwencją przyjętą w module DANE do prezentowania momentów skupionych. Ponadto można uzupełnić obraz strzałki liczbami z wartościami reakcji. Reakcje będą pokazywane zawsze w układzie węzłowym.



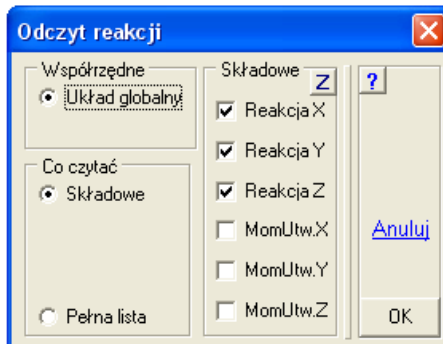
Menu Reakcje będzie miało postać pokazaną obok. Opcją Reakcje będzie włączało się prezentację reakcji, a opcją Mom. utwie. prezentację momentów utwierdzenia. Oczywiście ta druga opcja będzie tylko wtedy, kiedy w modelu będzie co najmniej jedna podpora z utwierdzeniem. Domyślnie pokazywane są wszystkie składowe podporowe (liniowe lub utwierdzeniowe), ale opcją Składowa można wybrać jeden z kierunków układu współrzędnych. Po wybraniu tylko jednej składowej pokażą się plakietki z wartościami ekstremalnymi, chyba, że w menu Pokaż zostanie wyłączona opcja Miejsca max.

Opcją Liczby można obok strzałek pokazać cyfrowe wartości reakcji. Będą pokazywały się te składowe które wybrano w menu Składowa i które są w miejscu podparcia.

Opcją Model ugięty można sterować pokazywaniem reakcji razem z postacią odkształconą. Jednak po włączeniu modelu ugiętego nie będzie można odczytywać wartości reakcji ani sporządzać list wartości. Wcześniejsze odczyty pozostaną.

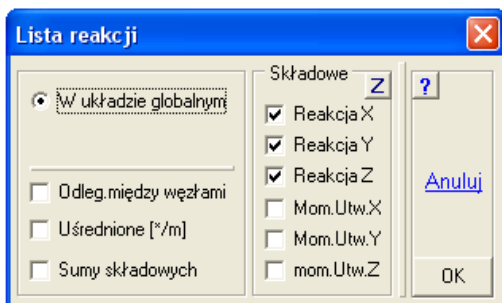
Opcją Przedział wyświetla się planszę na której można zaznaczyć pokazywanie tylko wartości dodatnich czy ujemnych, oraz można zdefiniować przedział do którego będą pokazywane reakcje.

Opcją Odczyt pozwala odczytać wartości reakcji. Jeśli włączony jest ograniczony zakres menu to od razu będzie można wybierać węzły podparte i odczytywać aktualnie pokazywane składowe. Przy pełnym zakresie opcji najpierw pokaże się plansza profilu odczytu na której będzie można wybrać składowe które będą odczytywane. Można ponadto pokazać pełną listę wartości. Na liście obok reakcji będą też podane atrybuty wariantów. Jeśli w modelu będą podpory w układach węzłowych to będzie można odczytać wartości w tym układzie lub w układzie globalnym. Należy pamiętać, że jedna składowa w układzie węzłowym będzie miała dwie lub trzy składowe w układzie globalnym. W czasie odczytywania reakcji obliczana jest suma wartości i wyświetlana z lewej strony u góry ekranu.



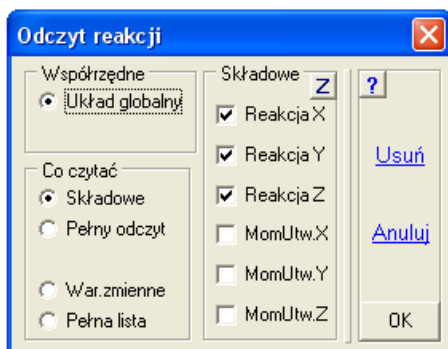
Po dokonaniu odczytu w menu pojawi się opcja **Stare odczyty** którą będzie można sterować pokazywanie plaketek w miejscach odczytu.

Działanie opcji **Lista** jest też zależne od stanu przycisku **[M]**. Przy wyłączonym przycisku można od razu wybierać miejsca podparte, a na liście pokażą się wszystkie możliwe składowe podporowe. Inaczej będzie jeśli jest włączony pełny zakres opcji. Wtedy na planszy profilu listy będzie można wybrać składowe które mają się znaleźć w zestawieniu tabelarycznym i w jakim układzie współrzędnych (globalnym czy węzłowym). Ponadto można dodać odległość między węzłami wybranymi do listy, można też przejść na pokazywanie reakcji jednostkowych oraz uzupełnić listę sumą reakcji.



Po wybraniu listy reakcji w menu pokaże się opcja **Stara lista** która będzie pozwala pokazać listę nowych wartości w poprzednio wybranych węzłach. Pozwala to uniknąć kłopotliwego niekiedy odczytywania węzłów podpartych.

Po włączeniu pokazywania reakcji w trybie **Obwiednia** w menu pokaże się opcja **Wiodąca** która pozwoli określić czy obliczanie wartości ekstremalnych odbywa się dla każdej składowej osobno, czy jest wybrana któraś składowa. Jeśli w zadaniu są podpory o różnej liczbie składowych należy ostrożnie podchodzić do wyboru składowej, ponieważ wybranie składowej wiodącej, nie istniejącej w jakimś miejscu podparcia może doprowadzić do niejednoznaczności. W takich sytuacjach należy pokazywać reakcje bez wyboru składowej wiodącej, za to przy odczytach skorzystać z możliwości pełnego odczytu. Pełny odczyt wyświetla listę wartości obliczonych przy założeniu jako wiodąca kolejnej składowej podporowej. Dla podpory o sześciu składowych będzie to sześć linii po sześć liczb. W zadaniu Gips znajdującym się w katalogu \Przykłady\_Ram pokazano taką listę pełnego odczytu.



Na planszy profilu odczytu pokażą się dwa przełączniki: „Pełny odczyt” i „War. zmienne”. Ten drugi przełącznik pozwoli poznać wartości i warianty które wchodzą do wartości ekstremalnej. Możliwości odczytu przy przełączniku „War. Zmienne” są opisane w rozdziale 42.5.

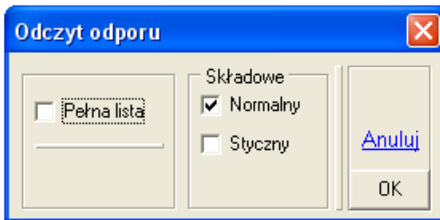
Plansza profilu listy będzie taka sama tyle, że przy łącznym pokazywaniu wartości minimalnych i maksymalnych lista będzie zawierać dwie tabele pokazane w osobnych oknach.

## 49. Menu Odpory

W modelu który został posadowiony na podłożu sprężystym można pokazać rozkład odporów. Zawsze będą pokazywane odpory normalne. Jeśli w danych opisujących podłożo wprowadzono składową styczną wtedy będzie można też pokazać odpory styczne. W każdym przypadku odpór będzie rysowany jako rzędna odkładana prostopadłe do osi elementu.

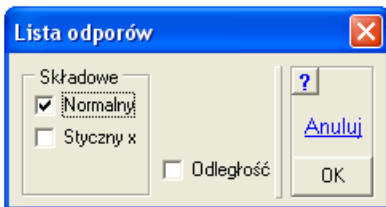
Opcją **Skala..** będzie można zmienić długości rzędnych, opcją **Przedział** będzie można ograniczyć pokazywanie odporów do miejsc dodatnich, ujemnych lub takich w których wartości będą należały do zadanego przedziału.

Działanie opcji **Odczyt** będzie zależało od stanu przycisku **[M]**. Przy wyłączonym przycisku od razu po klik-



nięciu w tę opcję można będzie wybierać miejsce odczytu. Pokazywać się będą wartości pokazywanej składowej. Jeśli będą włączone wszystkie opcje to najpierw pokaże się plansza profilu odczytu, na której można wybrać odczytywane składowe. Można też wskazać pełną listę i wtedy otrzyma się zestawienie wartości odporów dla wszystkich wariantów. Po odczytaniu wartości w menu pokaże się opcja **Stare odczyty** którą będzie można regulować pokazywanie plaketek z wartościami.

Przy pomocy opcji **Lista** można sporządzić tabelaryczne zestawienie wartości odporów. Jeśli przycisk **[M]** będzie wyłączony wtedy od razu można przejść do wybierania miejsc.



Inaczej będzie przy włączonym pełnym zakresie opcji. Najpierw pokaże się plansza z profilem listy. Na planszy będzie można wybrać składowe do listy oraz włączyć pokazywanie odległości między punktami wybranymi do listy. Po włączeniu „Odległości” miejsca do listy będzie można wybierać tylko w sposób odcinkowy lub łukiem. Opcja **Stara lista** pokaże się po wybraniu listy. Pozwala powtórzyć zestawienie wartości dla wybranego miejsca, bez powtórnego wyboru, ale dla aktualnych wyników.

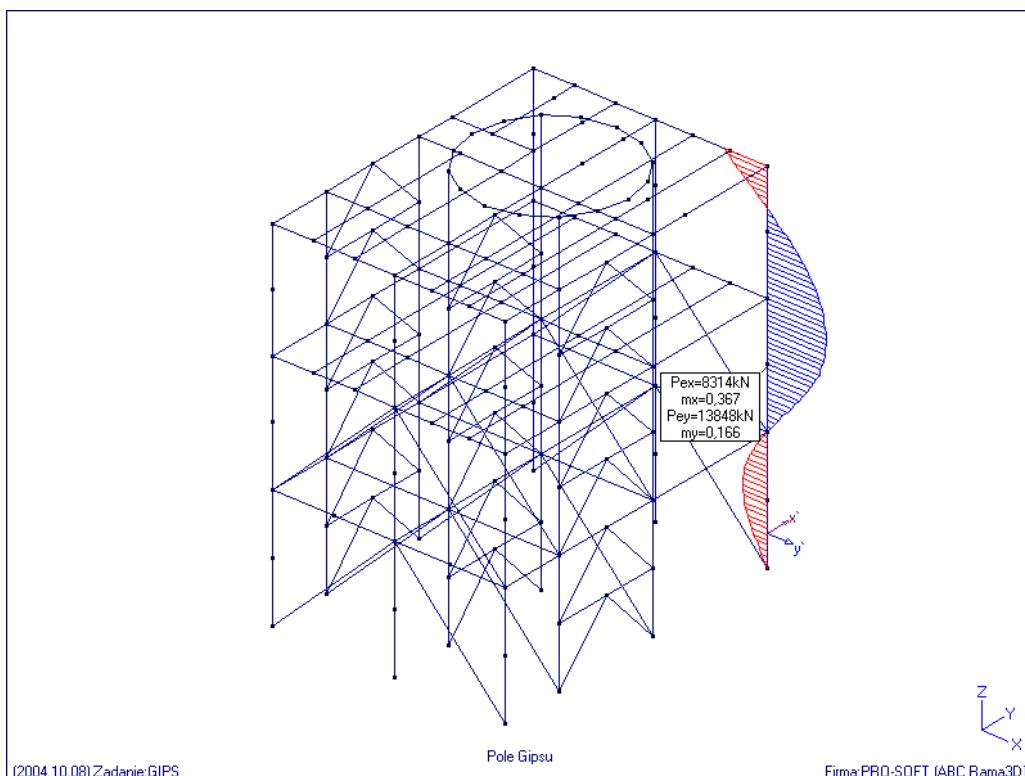
Po przełączeniu pokazywania w tryb obwiedni jedyną zmianą jaka wystąpi w tym menu będzie włącznik „War. zmienne” który pokaże się na planszy profilu odczytu. Działanie tego włącznika jest opisane w rozdziale 42.5. Oczywiście liczba okien w liście będzie zależała od tego czy są pokazywane wartości ekstremalne razem czy osobno.



## 50. Przycisk Wyboczenie

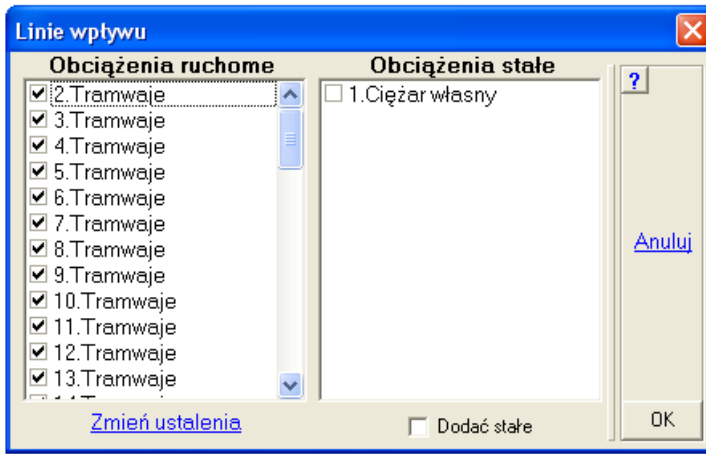
Przycisk Wyboczenie pozwala obliczyć siły krytyczne i współczynniki długości wyboczeniowej dla dowolnego prostoliniowego fragmentu modelu. W tym celu wykorzystuje się tę samą procedurę, co przy wymiarowaniu, tyle, że tutaj można to robić dla każdego miejsca modelu, nie tylko ściskanego, i co chyba jest ważniejsze, wybrane miejsce nie musi mieć jednakowego przekroju, ani jednego materiału. Co prawda w tych ostatnich przypadkach pojęcie współczynnika długości wyboczeniowej nie ma zastosowania, ale na pewno wartości sił krytycznych i postać wyboczenia można wykorzystać.

Procedura oblicza obie siły krytyczne dla wyboczenia wokół przekrojowych osi  $x'(z')$  i  $y'$ , ale rysuje postać wyboczenia tylko dla mniejszej siły. Jeśli wybrany odcinek jest posadowiony na podporze z utwierdzeniem to pokaże się plansza z pytaniem, czy uwzględnić konstrukcyjną podatność stopy słupa. Po potwierdzeniu pytania zostaną przyjęte warunki sprężystego utwierdzenia. Podobnie jak w procedurach wymiarowania siły krytyczne mogą być wyznaczane z uwzględnieniem przesuwności lub nieprzesuwności węzłów. Można też wybrać procedurę ścisłą i wtedy program sam wyznaczy współczynniki sprężystego podparcia w węzłach resztą modelu. Ten proces wymaga wyznaczenia liczb wpływu i stąd dla dużych obiektów może być dość czasochłonny. Z kolei dla bardzo prostych obiektów wyłączenie z modelu wybranego odcinka może doprowadzić do kinematycznej zmienności pozostałej części, co uniemożliwi określenie tych współczynników.



## 51. Wyniki dla sił ruchomych

Po wprowadzeniu do modelu obciążeń ruchomych w menu Ugięcia, Siły wew., Reakcje i Odpory pojawi się opcja Linie wpływu którą będzie można sporządzić wykres linii wpływu dla ugięć, sił wewnętrznych, reakcji czy odporów. Tok postępowania jest identyczny w każdym przypadku. Najpierw pokaże się plansza na której można wybrać z jakich wariantów wzajemnie się wykluczających ma być ta linia, następnie można też zdecydować które warianty stałe mają tą linię obciążyć. Warianty odpowiadające położeniom sił ruchomych są domyślnie włączone, a warianty stałe domyślnie są wyłączone.

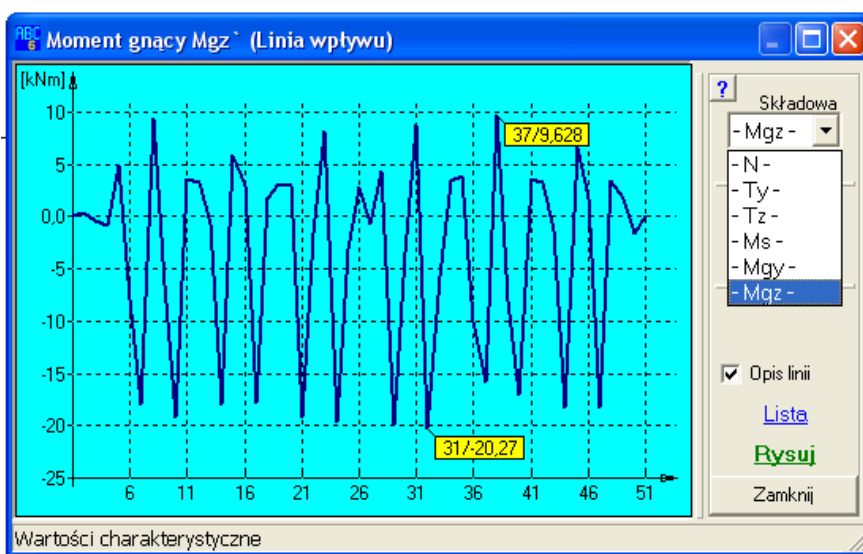


Po określeniu wariantów wchodzących do linii wpływu wybiera się węzeł dla którego będzie sporządzona linia wpływu przemieszczenia. Można sporządzić linie wpływu dla przemieszczeń liniowych i kątowych.

Jeśli będzie sporządzana linia wpływu sił wewnętrznych to po wybraniu węzła program

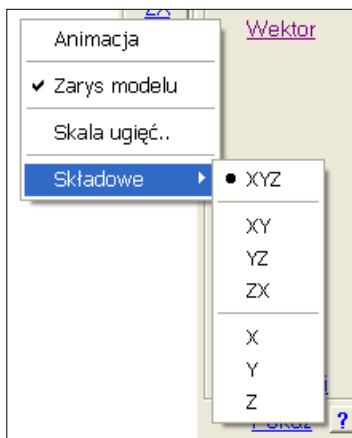
sprawdzi które elementy zbiegają się w nim i poprosi o wybranie jednego z nich. Linia wpływu będzie dotyczyła wartości węzłowych. Będzie można pokazać linie wpływu dla każdej składowej sił wewnętrznych.

Linie wpływu dla reakcji sporządza się tak samo jak przy ugięciach wybierając tylko węzeł podpary. Jeśli w podporze będzie kilka składowych podporowych to będzie można pokazać linie wpływu dla każdej składowej.



## 52. Menu Wektor

Obliczenia dynamiczne wyznaczają częstotliwości drgań własnych oraz postaci tych drgań. Te ostatnie mogą być pokazane w formie podobnej do statycznych ugięć modelu. Ponadto można włączyć animację postaci i wtedy na ekranie będzie można zobaczyć zachowanie się modelu dla pełnej amplitudy drgań. Szybkość drgań nie będzie miała nic wspólnego z rzeczywistym okresem drgań, i będzie głównie zależała od wielkości modelu oraz o mocy obliczeniowej komputera. W menu Wektor będą opcje takie jak na rysunku obok.



Opcją Animacja uruchamia się prezentację postaci drgań w ruchomej formie. Powtórne wybranie przycisku Wektor wyłącza animację. Przycisk z trójkątami którym w statyce zmieniało się numery wariantów obecnie pozwala na zmianę postaci wektora drgań własnych.

Opcja Skala ugięć działa identycznie jak dla wyników statyki. Pozwala zmienić stopień powiększenia przedmiotu modelu. Opcja ta działa zarówno dla formy statycznej jak i w animacji.

Opcja Składowe pozwala ograniczyć pokazywanie wektora dla wybranej składowej lub dla dowolnej kombinacji dwóch składowych. Jej działanie jest podobne jak w statyce. Podobnie też opcje z menu Składowe są dublowane

przyciskami szybkiego wyboru które pokazują się na ekranie.

Po wybraniu przycisku Częstości na ekranie zostanie wyświetlona lista w której będą podane: częstotliwości drgań własnych  $\omega$  w [1/sek], częstotliwość  $f$  w [Hz], okres drgań  $T$  w [sek], oraz dokładność wyznaczenia częstotliwości w [%]. W trakcie pokazywania postaci drgań odpowiednie wartości z tej tabeli są wyświetlane na dolnej belce.

W zadaniu w którym przeprowadzono obliczenia zarówno statyczne jak i dynamiczne w menu Pokaż będą opcje pozwalające przelatać pomiędzy jednymi i drugimi wynikami.

Nr	$\omega$ [1/s]	$f$ [Hz]	$T$ [sek]	Błąd[%]
1	28,11	4,474	0,2235	0,0
2	31,4	4,997	0,2001	0,0
3	33,02	5,255	0,1903	0,0003
4	33,2	5,284	0,1893	0,0002
5	35,4	5,634	0,1775	0,0006
6	40,04	6,373	0,1569	0,0004

Liczba wykonanych iteracji: 9  
Założona dokładność obliczeń: 0,01%

Drukuj  
Zapisz  
Schowek  
OK

## 53. Wyniki obliczeń nieliniowych

Po przeprowadzeniu obliczeń nieliniowych wyniki pokazywane są praktycznie tak samo jak dla obliczeń liniowych. Tylko przy pokazywaniu ugięć, u góry ekranu, będzie wyświetlana dokładność rozwiązania aktualnego wariantu. Jeśli obliczenia były prowadzone wg założeń teorii II-go rzędu to na ekranie pojawi się napis „Teoria II-go rzędu”.

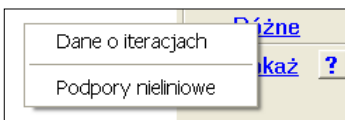
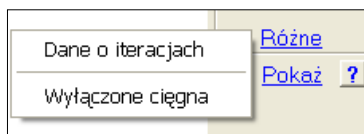
W polu z przyciskami pokaże się pozycja **Różne**. Po kliknięciu w ten przycisk zawsze będzie można wyświetlić listę z liczbą iteracji i osiągniętą dokładnością. W kolumnie „Iteracji” podana jest liczba iteracji wykonanych poza pierwszym rozwiązaniem liniowym.

Jeśli w modelu założono nieliniowości strukturalne (nieliniowe cięgna, podpory lub podłoża) to pokaże się też opcja pozwalająca wyróżnić wyłączone w danym wariantcie elementy nieliniowe np. cięgna. Ułatwia to znakomicie analizę zachowania się modelu.

Wyniki obliczeń nieliniowych ograniczają też istotnie możliwości dodatkowych działań na wynikach. Ponieważ model utracił cechy liniowe niemożliwe będzie sumowanie wyników dla różnych wariantów. Nie będzie

Lp	iteracji	Błąd[%]
1	4	0,65
2	3	0,39

Maks.liczba iteracji: 10  
Dokładność: 1%



też możliwe wprowadzanie mnożników obciążenia. Analiza obwiedniowa będzie ograniczona tylko do wyboru ze stałych i taki atrybut będą mieć wszystkie warianty wyników.