

Część **D**

WYNIKI

Spis treści części D

D44. Wprowadzenie do wyników	3
44.1. Sposoby liczenia obwiedni	3
44.2. Mnożniki obciążenia	4
44.3. Zestawy atrybutów i mnożników	5
44.4. Opcje Odczyt i Lista	5
D45. Menu modułu WYNIKI (statyka)	6
45.1. Menu Wariant	6
45.2. Menu Obwiednia	9
45.3. Menu Ugięcia	11
45.4. Przycisk Siły wewnętrzne	14
45.5. Przycisk Naprężenia	16
45.6. Przycisk Reakcje	19
45.7. Przycisk Odpory	21
45.8. Przycisk Wyboczenie	22
45.9. Przycisk Połączenia	22
D46. Menu Wektor (dynamika)	23
D47. Przycisk Różne	24
D48. Przycisk Nieliniowe	25
D49. Wymiarowanie elementów żelbetowych	26
D50. Wymiarowanie ustroju stalowego	33
50.1. Wymiarowanie elementu stalowego	36
50.2. Opcja zestawienie	43
D51. Wymiarowanie ustroju drewnianego	44
51.1. Wymiarowanie elementu drewnianego	47

D 44. 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 zadanym 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.

44.1. 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 cząstkowych. 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 cząstkowych, 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 „Stałe”, 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.

44.2. Mnożniki obciążenia

W programie ABC wyniki mogą być prezentowane dla wartości charakterystycznych lub obliczeniowych. Jeśli wyniki są pokazywane dla osobnych wariantów, to ugięcia będą domyślnie pokazywane dla wartości charakterystyczne lub inaczej mówiąc, będą wprost odpowiadały obciążeniom przyjętym w module DANE, natomiast wszystkie siły będą pokazywane jako obliczeniowe. Oczywiście pod warunkiem, że zostały zadane mnożniki obciążenia. 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.

44.3. 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](#).

44.4. Opcje Odczyt i Lista

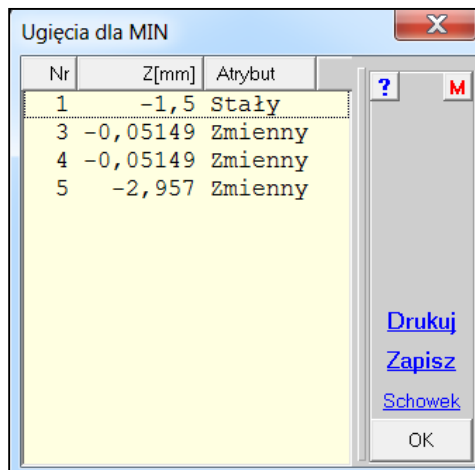
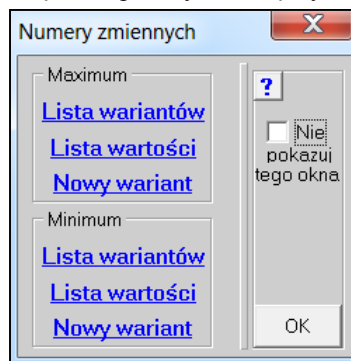
Również w module WYNIKI jest przycisk **[M]**, który przełącza analizę wyników z poziomu podstawowego na pełny zakres. Przycisk ten, poza zmianą liczby dostępnych opcji w głównym menu, decyduje o zakresie analizie wyników zwłaszcza o możliwościach opcji **Odczyt** i **Lista**. Przy pełnym zakresie menu, 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 odczycie wystarczy wybrać miejsce i otrzyma się wartość aktualnie pokazywanej składowej. Podobnie przy listach po wybraniu linii listy pokaże się tabela z aktualną składową.

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 wchodzi do wartości ekstremalnej, oraz będzie można stworzyć dodatkowy wariant ze składników odczytanego wyniku.

Na planszy 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.



D 45. Menu modułu WYNIKI (statyka)

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. Klawisz <W> też pozwala zmieniać sekwencyjnie pokazywane warianty wyników.

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.

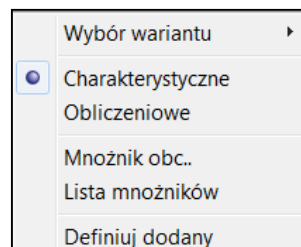
Dalej może pojawić się przycisk [Zakończ](#), którym kończy się operacje wybierania węzłów lub elementów. Jeśli w zadaniu wprowadzono cechy nieliniowe, a rozwiązanie jest liniowe to pojawi się przycisk [Nieliniowe](#) którym można wywołać powtórne obliczenia nieliniowe. Przyciskiem [Dane](#) można wrócić do modułu DANE, a przyciskiem [\[R\]Rysuj](#) można sporządzić rysunek. Zasady rysowania są takie same jak w module DANE. Rysowanie można też rozpocząć naciskając klawisz <R>.

Pod przyciskiem [\[R\]Rysuj](#) jest pole przycisków zmiany punktu patrzenia na model. Można go pokazać w widoku z pionową osią Z, Y lub X, jak również w rzucie na płaszczyznę XY, XZ lub YZ. Przyciskami z trójkątami można obracać model wokół wybranych osi.



45.1. 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 zadanych w module DANE. Zakres opcji będzie zależał od tego, czy aktualny wariant jest bazowym, czy dodanym, oraz czy w aktualnym wariacie 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 gdyby używało się przycisku ze strzałkami czy klawisza <W>.

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 obowiązywał 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”.

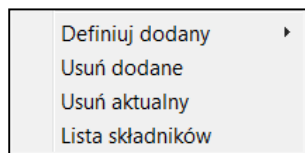
Po włączeniu atrybutu „Warunkowy” pojawi się przycisk [Tabela wykluczeń](#), który pozwala zdefiniować tabele wykluczeń. Planszę, na której dokonuje się tych definicji pokazano dalej. W pierwszym oknie będzie lista wszystkich wariantów. W drugim oknie będzie można zadeklarować, które warianty wzajemnie 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.

Planszę z tabelami wykluczeń zamyka się przyciskiem [OK]. Dane na niej wprowadzone zostają zapamiętane i będą podpowiadane 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 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.

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 przededefiniować jeden z już zadanych. Będzie to zależęć od wyboru z listy wariantów dodatkowych. Pokazane obok menu jest dostępne wtedy, kiedy aktualnym wariantem będzie wariant dodatkowy. Opcją **Usuń aktualny** będzie można go usunąć. Program przejdzie do pokazywania wyników dla

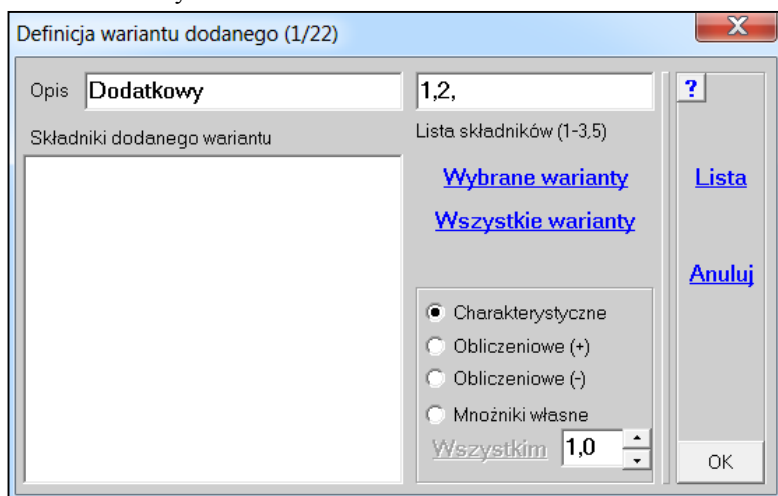
pierwszego wariantu bazowego. Opcją **Lista składników** będzie można poznać, z jakich składników został zbudowany aktualny wariant dodatkowy.

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.

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 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.



45.2. 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 pewnych formach prezentacji (Mapy, Izolinie, Widoki). Opcje Charakterystyczne i Obliczeniowe będą dostępne, jeśli, w co najmniej jednym wariantie 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. Opcja ta na ogół nie ma zastosowania w płytach.

Kolejne dwie opcje: Sumowanie i Wybór ze stałych pozwala wybrać sposób obliczania wartości ekstremalnych. W płytach rozwiązanych liniowo domyślnym sposobem jest obwiednia przez sumowanie wartości częściowych. 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.

<input type="radio"/>	Pokaż razem
<input type="radio"/>	Tylko minimum
<input type="radio"/>	Tylko maximum
<input type="radio"/>	Charakterystyczne
<input type="radio"/>	Obliczeniowe
<input type="radio"/>	Wsp.jednoczesności
<input type="radio"/>	Sumowanie
<input type="radio"/>	Wybór ze stałych
<input type="radio"/>	Atrybuty i mnożniki..
<input type="radio"/>	Lista atrybutów

Atrybuty i mnożniki

Nowy zestaw

Bazowy

Opis zestawu mnożników i atrybutów

Zadaj

Wszystkim

Wybranim

Wg atrybutów

Wg listy

(np. 1,3,5,7-9)

Wariant	Mn(+)	Mn(-)	Udział	Atrybut (grupy wykluczeń)
<input checked="" type="checkbox"/> 1.Ciężar własny	1,1	1,1	1	Stały
<input type="checkbox"/> 2.Ciężar (-6 kP	1,4	1,4	1	Zmienny
<input type="checkbox"/> 3.Ciężar (-6 kP	1,4	1,4	1	Zmienny
<input type="checkbox"/> 4.Ciężar (-6 kP	1,4	1,4	1	Zmienny
<input type="checkbox"/> 5.Ciężar (-6 kP	1,4	1,4	1	Zmienny
<input type="checkbox"/> 6/1.Dodatkowy	1	1	1	Wyłączony

Atrybut

☐ Wyłączony
☒ Stały
☐ Zmienny
☐ Warunkowy
☐ Zależny

Mnożniki obciążenia

Dla wartości dodatnich (zwiększający Stałe)

1,0

Mnożnik udziału w obwiedni

1,0

Dla wartości ujemnych (zmniejszający Stałe)

1,0

Zadaj mnożniki wybranemu wariantowi

Anuluj

Koniec

W polu **Zadaj** są przyciski [Wszystkim](#), [Wybrany](#), [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 [Wybrany](#) zadaje odpowiednie parametry tylko wariantom, które są wyróżnione „haczykiem”. Przycisk [Wg atrybutów](#) służy tylko do zadawania mnożników.

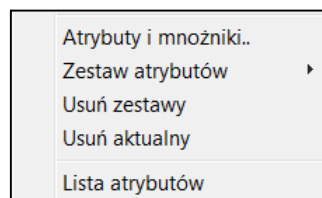
W polu „Atrybut” można wybrać jeden z pięciu atrybutów i zadać je grupowo przyciskami z pola „Zadaj”. Po wybraniu przełącznika „Warunkowy” pokaże się przycisk [Tabela wykluczeń](#) i będzie można zdefiniować tabele wykluczeń w taki sam sposób jak w menu [Wariant](#). Jeśli jest tylko jedna grupa wykluczeń wystarczy wcisnąć przycisk [Wybrany](#). 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.

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 zaczerpniętą linią na liście wariantów.

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 wcisnięciu 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 mnożniki** 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 zestawy** 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 Belka3Przesla (w folderze\Przykłady_Ram). Zadanie to będzie omawiane w dalszej części opisu.

45.3. Menu Ugięcia

Przycisk [Ugięcia](#) pozwala pokazać przemieszczenia modelu. Przy wyłączonym przycisku [M] będą tylko dwie opcje: **Odczyt ugięć** i **Lista ugięć**.

Po wybraniu opcji **Odczyt ugięć** będzie można wybrać węzły i poznać w nich wartości ugięć i kątów obrotów. W menu pojawi się nowa opcja **Stare odczyty**. Będzie ona włączona. Po wyłączeniu plansze z odczytami znikną, ale miejsca będą nadal pamiętane i po powtórnym włączeniu tej opcji odczyty pokażą się z powrotem oczywiście z wartościami z aktualnego wariantu lub obwiedni. Stare miejsca odczytu można usunąć naciskając prawy przycisk myszy i wybierając opcję **Usuń odczyty**, lub naciskając klawisz <E>.

Po wybraniu opcji **Lista ugięć** będzie można wybrać linię i otrzymać tabelaryczne zestawienie ugięć i kątów obrotu. Po wybraniu pierwszej listy w menu pojawi się opcja **Stara lista**, która pozwoli wyświetlić zestawienie dla wcześniej wybranego miejsca, ale dla aktualnego wariantu lub dla obwiedni.

Po włączeniu przycisku [M] liczba opcji ulegnie zwiększeniu.

Opcją **Zarys modelu** można sterować pokazywaniem modelu. Opcją **Skala ugięć** można zmienić stopień deformacji. Na planszy skali ugięć można wpisać wartość powiększenia, można też skorzystać z przycisków szybkich zmian. Przyciski po lewej stronie okienka skali zwiększają ją w sposób łagodny, a przyciski o prawej stronie okienka zwiększają skalę 2x, 4x, 8x itd. Przy zwiększaniu skali rysunek odkształconej siatki może wyjść poza ekran. Ponadto na planszy skali jest

włącznik, który pozwala zachować stałą skalę dla każdego wariantu. Ułatwia to ocenę wpływu poszczególnych obciążeń na ugięcia modelu.

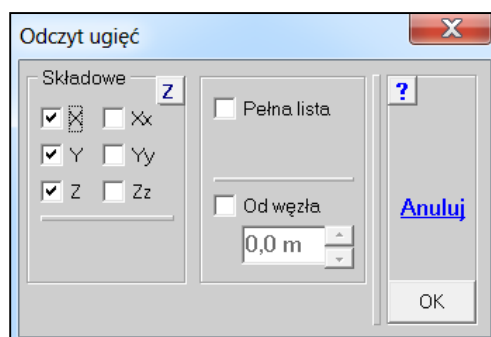
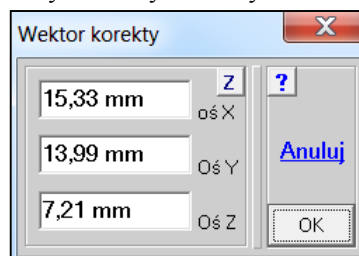
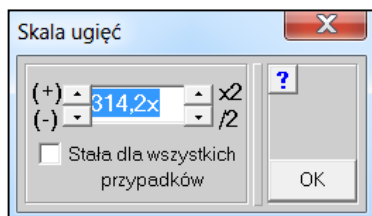
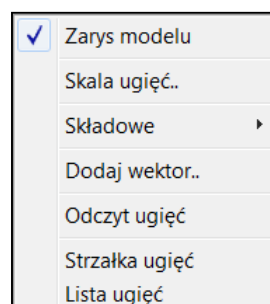
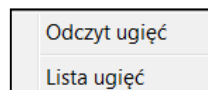
Opcja **Składowe** pozwala wybrać pojedyncze składowe lub dowolny zestaw dwóch składowych. Wszystkie trzy składowe są domyślne. Wybór składowych jest ułatwiony przez przyciski szybkiego wyboru.

Opcja **Dodaj wektor..** pozwala dodać, zadaną przez użytkownika, wartość do ugięć wszystkich węzłów modelu. Jest to

potrzebne w sytuacji, kiedy na skutek małej sztywności podparcia, głównie podłoża, cały model ma duże osiadania. Wtedy automatyczne skalowanie do największego przemieszczenia nie pokaże ugięć modelu. Wystarczy odebrać ten składnik wspólny i otrzyma się tylko odkształcenia modelu. Po wybraniu tej opcji pokaże się plansza, na której będą podpowiadane maksymalne przemieszczenia i wystarczy je zaakceptować, aby otrzymać obraz odkształceń modelu.

Przy wciśniętym przycisku [M] zmienia się działanie opcji **Odczyt ugięć**. Po wybraniu tej opcji najpierw pojawi się plansza profilu odczytu. Po włączeniu „Pełna lista” zamiast wartości w wybranym miejscu otrzyma się listę zadeklarowanych składowych dla wszystkich wariantów bazowych i dodanych.

Włącznik „Od węzła” pozwala odczytywać przemieszczenia w przęśłach elementów prętowych.



Jeśli ugięcia będą pokazywane w trybie obwiedni pojawi się włącznik „War. zmienne”, który pozwoli odczytać jakie warianty tworzą wartości ekstremalne.

Z nowych opcji tego menu jest jeszcze **Strzałka ugięć**. Opcja ta pozwala dla wybranego odcinka narysować wykres odchyłek węzłów pośrednich od linii łączących skrajne węzły. Na planszy strzałki ugięcia będą informacje o maksymalnej wartości odchyłki od tej linii oraz o stosunku tej wartości do długości odcinka. Pozwala to bezpośrednio odnosić ten wykres do wymagań normowych. Ponadto dla strzałki można wyświetlić tabelaryczne zestawienie – przycisk Lista.

Przy wciśniętym przycisku [M] zmienia się działanie opcji **Lista ugięć**. Po wybraniu tej opcji najpierw pojawi się plansza profilu listy. Na planszy będzie można wybrać, które składowe mają być na liście oraz czy lista ma być uzupełniona kolumną z odległością liczoną od pierwszego wybranego węzła. W elementach prętowych będzie można pokazać przemieszczenia w środku elementu i/lub w miejscu ekstremum.

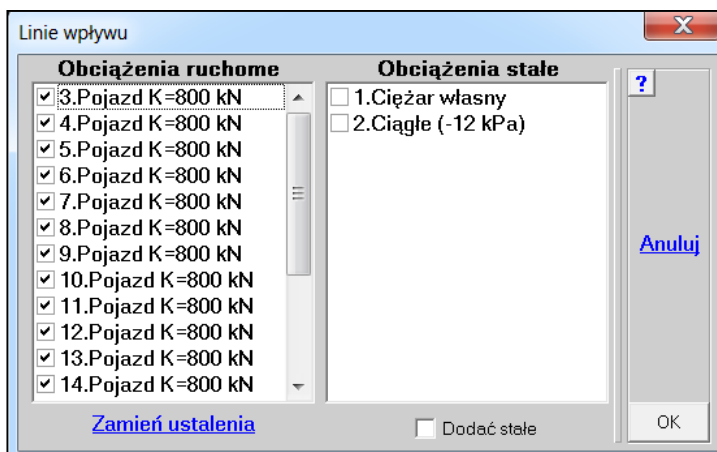
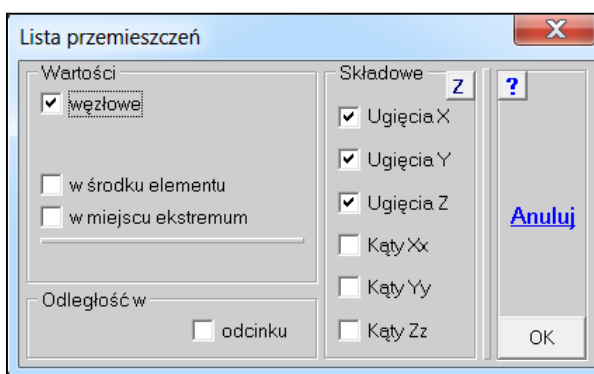
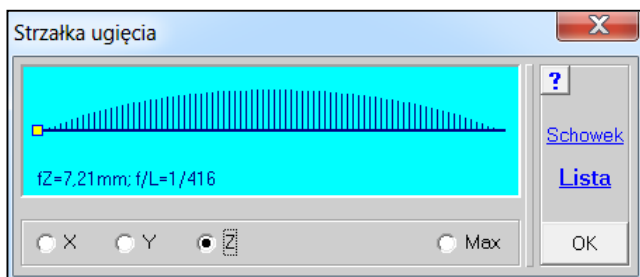
W zadaniu, w którym wprowadzono obciążenie ruchome opcją **Linie wpływu** można sporządzić linię wpływu ugięć lub katów obrotu dla wybranego węzła.

Po wybraniu tej opcji pokaże się plansza, na której w lewym oknie będzie umieszczona lista schematów obciążeń ruchomych, a w prawym będzie lista schematów stałych. Schematy z obciążeniami ruchomymi będą wszystkie włączone, natomiast schematy stałe będą wyłączone.

Przyciskiem

Zmień ustalenia można

szybko zamieniać wybory schematów z obciążeniami ruchomymi. Po włączeniu „Dodać stałe” również schematy stałe zostaną dodane do linii wpływu (obciążona linia wpływu). Planszę z wyborem schematów do linii wpływu zamyka się przyciskiem [OK]. Linia wpływu rysowana jest w oknie wykresu. Na osi poziomej układane są numery położenia obciążenia ruchomego, a na osi pionowej ugięcie płyty. W oknie „Składowa” można zmienić składową wybierając np. kąt obrotu wokół osi X lub wokół osi Y.



Linę wpływu można przedstawić w formie tabeli – przycisk [Lista](#) i można wydrukować – przycisk [Rysuj](#). Procedura rysowania jest identyczna jak w przypadku wykresu.

Jeśli ugięcia będą pokazywane w formie obwiedni w menu pojawi się opcja **Wiodąca**, która pozwala wybrać składową wiodącą przy liczeniu obwiedni. Domyślnie wartości ekstremalne będą liczone osobno dla ugięć i dla kątów obrotu. Można jednak liczyć obwiednie kątów jako stowarzyszone z ugięciami.

Dla obwiedni na planszy profilu odczytu pojawi się włącznik „War. Zmienne”, który pozwala poznać w odczytywanych węzłach nie tylko wartości, ale również listy wariantów tworzących wartość maksymalną i minimalną, wartości składowe wartości ekstremalnych oraz automatycznie przygotować nowe warianty (dodatkowe) ze składników wartości ekstremalnych. Jeśli ugięcia będą pokazywane tylko dla wartości maksymalnych lub minimalnych odpowiednie pola tej planszy mogą nie być dostępne.

<input checked="" type="radio"/>	Osobno
<input type="radio"/>	wg X
<input type="radio"/>	wg Y
<input type="radio"/>	wg Z

45.4. Przycisk Siły wewnętrzne

Po wybraniu przycisku Siły wew. będzie można poznać rozkład sił wewnętrznych w elementach prętowych. Domyślnie będą one rysowane jako rzędne odkładane prostopadłe do osi elementu. Przy pierwszym wywołaniu pokażą się momenty M_{gz} . Przy pokazywaniu wartości dla wybranego wariantu w menu będą opcje pokazane obok.

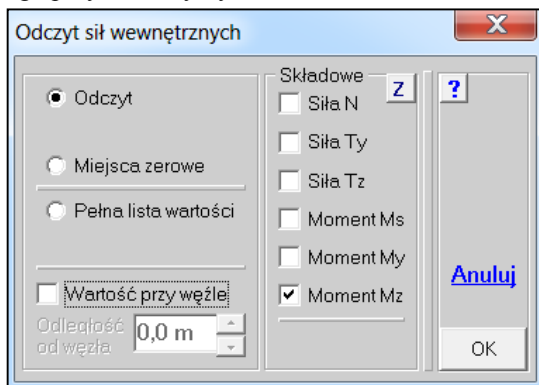
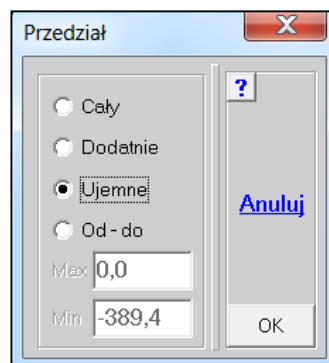
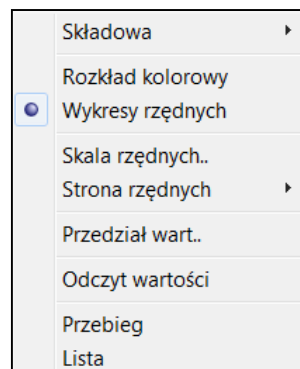
Opcją **Składowa** można zmienić pokazywaną siłę wewnętrzną. Liczba składowych będzie zależała od typu modelu. Przy pokazywaniu sił wewnętrznych na ekranie będą przyciski szybkiego wyboru które pozwolą zmieniać pokazywaną składową bez wywoływania tego menu. Rozkład sił wewnętrznych można pokazywać w 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.

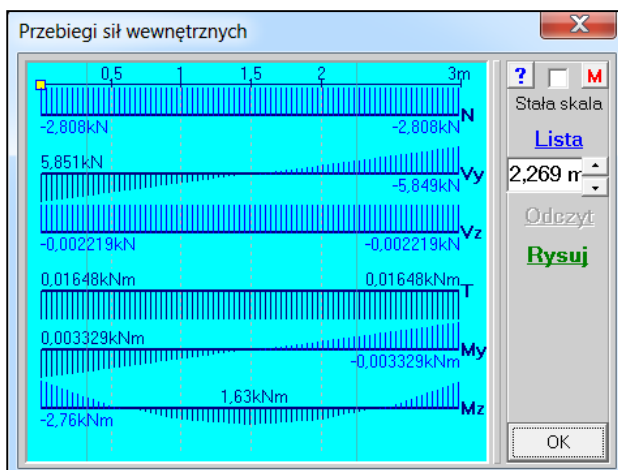
Opcją **Przedział wart..** wywołuje się planszę na której można ograniczyć pokazywane rozkłady do wartości dodatnich, ujemnych lub istniejących w zadanym przedziale.

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 naciśnięcie klawisza <E> lub prawego przycisku myszy.

Opcją **Stare odczyty** pokaże się po dokonaniu odczytów i pozwala wyłączyć pokazywanie plaketek lub z powrotem włączyć np. w innym wariantcie 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. Liczba składowych będzie zależała od typu zadania. 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 **Lista** 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 przesuwając 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 **Lista**. Przycisk **Odczyt** zostanie wtedy uaktywniony i będzie można nim dokonać odczytu w miejscu określonym daną odległością.



Opcją **Lista** można zestawzić w postaci tabelarycznej siły wewnętrzne. Jeśli przycisk **[M]** był wyłączony to od razu można wybrać miejsce (**Odcinek** lub **Łuk**) i pokaże się plansza ze wszystkimi siłami wewnętrznymi przy węzłach elementów. Inaczej zachowa się program przy pełnym zestawie opcji. Po kliknięciu w opcję **Lista** 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 pokaże się opcją **Wiodąca**, która pozwoli wybrać wielkość wiodącą przy liczeniu wartości ekstremalnych. W profilu odczytu pokażą 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.

45.5. Przycisk Naprężenia

Jeśli w modelu są elementy prętowe z przekrojami opisanymi modulem MOMBEZ to będzie można pokazać naprężenia w tych elementach. W każdym przekroju w którym wprowadzono kształt, program oblicza naprężenia normalne σ wg wzoru:

$$\sigma_i = \frac{N}{A} + \frac{Mg_y * z_i}{J_y} - \frac{Mg_z * y_i}{J_z}$$

gdzie:

N – siła osiowa,
 Mg_y i Mg_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 modulem 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.

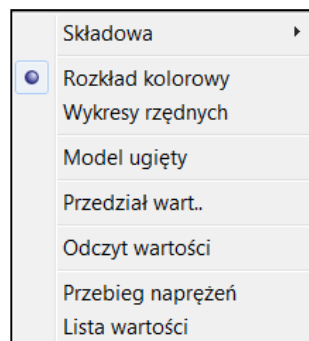
Jeśli w danych przekrojowych określono wskaźnik odporności na skręcanie W_s , a w przekrojach przygotowanych modulem MOMBEZ na ogół będzie ta wielkość, to program liczy też naprężenia tnące τ_s wywołane momentem skręcającym T (dawniej oznaczany M_s).

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

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

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.

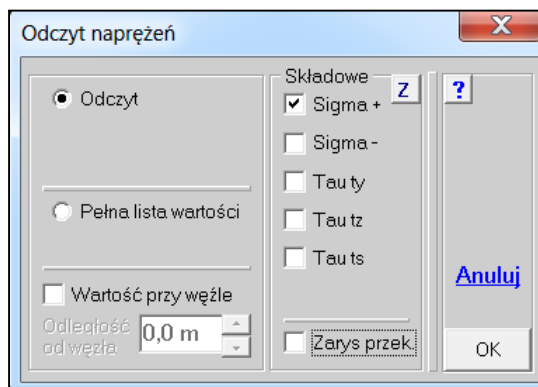


Przy kolorowej formie prezentacji naprężeń będzie opcja **Ugięty** którą można włączyć pokazywanie modelu odkształconego. Po włączeniu tej opcji nie będzie można odczytywać wartości i wybierać miejsc do prezentacji tabelarycznej (listy).

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 plaketek z wartościami naprężeń pokażą się plakiety z zarysem przekroju i z podanymi ekstremalnymi wartościami naprężeń normalnych. Jeśli ekstremalne naprężenia mają różne znaki wtedy zostanie narysowane położenie osi obojętnej zginania.

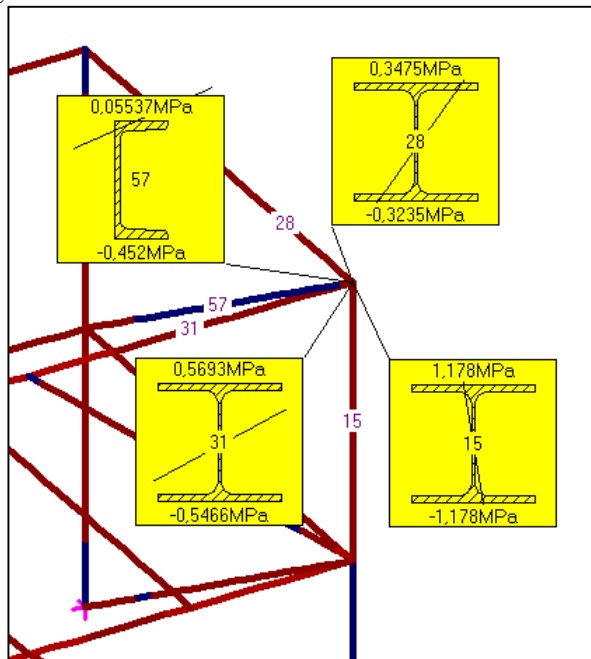


Po włączeniu „Pełna lista wartości” zostanie wyświetlone zestawienie zawierające wartości naprężeń w każdym wariancie wyników. Lista będzie uzupełniona o atrybuty.

Jeśli w zadaniu dokonano już jakiś odczytów naprężeń, to pojawi się opcja **Stare odczyty** którą będzie można sterować pokazywanie plaketek 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 przebiegiem sił wewnętrznych.

Pierwsze dwa przebiegi pokazują rozkład naprężeń normalnych, następne dwa rozkład naprężeń stycznych wywołanych siłami tnącymi i ostatni piąty przebieg pokazuje przebieg naprężeń stycznych wywołanych momentem skręcającym.



Włącznikiem „Stała skala” można pokazać wszystkie przebiegi w jednakowej skali. Wszystkie naprężenia są pokazywane w [MPa]. Przyciskiem **Lista** można pokazać zestawienie tabelaryczne naprężeń.

Po wprowadzeniu kursora myszy w pole przebiegów można wybrać miejsce odczytu wartości. Odczyt następuje po naciśnięciu lewego przycisku myszy. Ponadto po prawej stronie planszy przebiegów jest okno w którym można wpisać współrzędną punktu odczytu i przyciskiem [Odczyt](#) wyświetlić wartości naprężeń w tym miejscu.

Przyciskiem [Rysuj](#) można narysować przebiegi bezpośrednio na drukarce, zapisać do pików lub przenieść do schowka.

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 trybie 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 stalowej i drewnianej. 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.

45.6. Przycisk 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 wektorów, 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 pojawią 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.

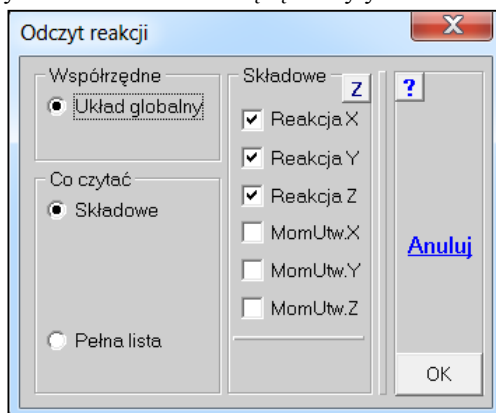
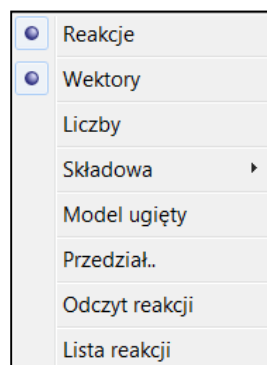
Opcją [Przedział](#) wyświetla się planszę na której można zaznaczyć pokazywanie tylko wartości dodatnich czy ujemnych, oraz można zdefiniować przedział do którego będą pokazywane reakcje.

Opcją [Odczyt](#) pozwala odczytać wartości reakcji. Przy pełnym zakresie opcji najpierw pojawi 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 warianów. 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 plakietek w miejscach odczytu.

Działanie włącznika „Pełna lista” została rozszerzona o możliwość zapisania reakcji do pliku o postaci wymaganej przy wczytywaniu sił z pliku. Po kliknięciu w przycisk [Zapisz](#) na planszy listy będzie można utworzyć zwykły plik z wartościami lub plik, który może być odczytany jako obciążenie w innym zadaniu.



W takim pliku można dodać opis słowny, który będzie zawarty w pierwszej linii oraz zdecydować, czy mają to być wartości charakterystyczne lub obliczeniowe oraz czy będą to siły z wariantów bazowych, czy dodanych czy razem.

Wybierając opcję Lista reakcji na planszy profilu można ustawić pokazywanie wartości w układach globalnym lub lokalnym, można dodać odległość między węzłami, wartości uśrednione i dodatkowo sumę z miejsca wybranego do odczytu. Włączając odległość między węzłami ustala się wybór przez wskazanie dwóch węzłów.

Również w tym przypadku można stworzyć plik z siłami, ale będzie on zawierał tylko wartości dla jednego wariantu.

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.

Lista wartości reakcji

Nw	Nr	RZ[kN]	MX[kNm]	MY[kNm]	Atrybut
41	1	0,4123	0,0	1,462	Stały
-	2	0,4743	0,0	-0,5184	Warunkowy
-	3	2,192	0,0	3,133	Warunkowy
83	1	4,854	0,0	3,11	Stały
-	2	-1,265	0,0	-1,161	Warunkowy
-	3	10,91	0,0	6,497	Warunkowy
84	1	6,739	0,0	3,392	Stały
-	2	-2,213	0,0	-1,326	Warunkowy
-	3	13,33	0,0	6,874	Warunkowy
85	1	10,4	0,0	3,823	Stały

Drukuj
Zapisz
Schowaj
OK

Zwykły plik
Plik z siłami

Słowny opis pliku z siłami

Warianty bazowe obliczeniowe

☒ Warianty bazowe ☐ Wartości charakterystyczne

☐ Warianty dodane ☒ Wartości obliczeniowe

Anuluj
OK

Lista reakcji

☒ W układzie globalnym

☐ Odleg. między węzłami

☐ Uśrednione [*/m]

☐ Sumy składowych

Składowe Z ?

☒ Reakcja X

☒ Reakcja Y

☒ Reakcja Z

☐ Mom.Utw.X

☐ Mom.Utw.Y

☐ mom.Utw.Z

Anuluj
OK

Odczyt reakcji

Współrzędne

☒ Układ globalny

Co czytać

☒ Składowe

☐ Pełny odczyt

☐ War.zmienne

☐ Pełna lista

Składowe Z ?

☒ Reakcja X

☒ Reakcja Y

☒ Reakcja Z

☐ MomUtw.X

☐ MomUtw.Y

☐ MomUtw.Z

Anuluj
OK

Na planszy profilu odczytu pokażą się dwa przełączniki: „Pełny odczyt” i „War. zmienne”. Po włączeniu pełnego odczytu zostanie wyświetlona tablica zawierająca reakcje główne i stowarzyszone obliczone dla kolejnych wiodących. Ten drugi przełącznik pozwoli poznać wartości i warianty które wchodzi do wartości ekstremalnej.

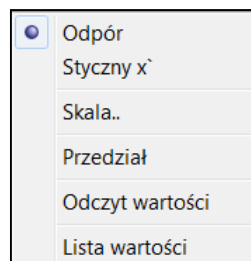
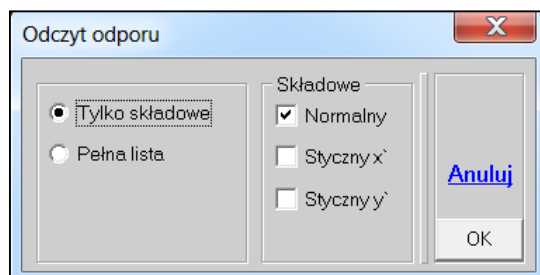
Plansza profilu listy będzie taka sama tyle, że przy łącznym pokazywaniu wartości minimalnych i maksymalnych lista będzie zawierać dwie tabele pokazane w osobnych oknach.

45.7. Przycisk Odpory

W modelu który został posadowiony na podłożu sprężystym można pokazać rozkład odporów. Zawsze będą pokazywane odpory normalne – opcja **Odpór**. Jeśli w danych opisujących podłoże wprowadzono składową styczną wtedy będzie można też pokazać odpory styczne - opcje **Styczny x'** , **Styczny y'** i **Styczny $|x'y'|$** .

Opcją **Przedział** można ograniczyć pokazywanie odporów do zadanego zakresu.

Po wybraniu opcji **Odczyt** pokaże się plansza na której można zaznaczyć składniki do odczytu i ewentualnie wybrać pełną listę.



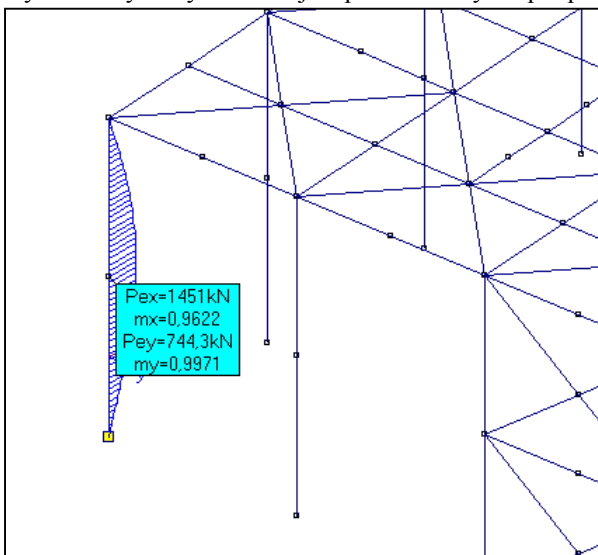
Przy opcji **Lista wartości** plansza będzie podobna, tyle, że można jeszcze włączyć odmierzanie odległości pomiędzy kolejnymi punktami.

Po przełączeniu pokazywania w tryb obwiedni jedyną zmianą jaka wystąpi na planszy będzie włącznik „War. zmienne” który pokaże się na planszy profilu odczytu.

45.8. Przycisk Wyboczenie

Przycisk Wyboczenie pozwala obliczyć siły krytyczne i współczynniki długości wyboczeniowej dla dowolnego prostoliniowego fragmentu modelu złożonego z elementów prętowych. 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 (dostępną tylko w modelach czysto prętowych) 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.



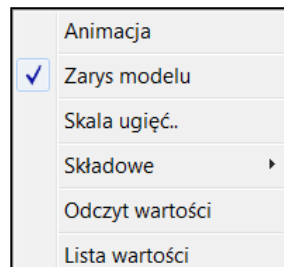
45.9. Przycisk Połączenia

Przycisk Połączenia pozwala skorzystać z pakietu procedur opracowanych przez firmę DitPro (www.ditpro.pl), służących do obliczania połączeń w konstrukcjach stalowych. Są to te same moduły, co wywoływane z pola C pierwszej planszy programu ABC, tylko, że z tego miejsca nastąpi automatyczne przekazanie sił w wybranym węźle konstrukcji. Ponadto do wymiarowania połączeń zostaną przekazane dane o typie i konfiguracji przekrojów prętów. Użytkownik będzie mógł sprawdzić te dane i uzupełnić dane potrzebne do zwymiarowania.

Pręt - blacha węzłowa	
Belka - podciąg	
Belka - słup	
Belka - belka	
Blacha - Blacha	
Belka-Blacha-Podciąg	
Belka-Blacha-Słup	
Rurowe	
Doczołowe Belka-Belka	
Doczołowe Belka-Słup	
Ściąg Rurowy	

D 46. Menu Wektor (Dynamika)

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.



Opcję **Animacja** uruchamia się prezentację postaci drgań w ruchomej formie. Powtórne wybranie przycisku [Wektor](#) wyłącza animację. Przycisk z trójkątami którym w statyce zmieniano się numery wariantów obecnie pozwala na zmianę postaci wektora drgań własnych.

Opcja **Skala ugięć** działa identycznie jak dla wyników statyki. Pozwala zmienić stopień powiększenia przemieszczeń 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 pokażą się na ekranie.

Po wybraniu przycisku [Częstości](#) na ekranie zostanie wyświetlona lista w której będą podane: częstotliwości drgań własnych ω 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 przełączać pomiędzy jednymi i drugimi wynikami.

Przy pokazywaniu wyników statyki po prawej stronie ekranu nie będzie więcej przycisków, tylko [Wektor](#) i [Częstości](#). W obliczeniach dynamicznych nie wyznacza się sił wewnętrznych, ani reakcji podporowych.

Nr	ω [1/s]	f [Hz]	T [sek]	Błąd[%]
1	44,39	7,065	0,1415	0,0
2	85,42	13,6	0,07356	0,0
3	136,5	21,72	0,04603	0,0
4	153,8	24,48	0,04085	0,0
5	177,6	28,27	0,03538	0,0
6	246,1	39,17	0,02553	0,0
7	249,4	39,69	0,02519	0,0
8	289,9	46,14	0,02167	0,0004

[Drukuj](#)
[Zapisz](#)
[Schowek](#)
 OK

D 47. Przycisk Różne

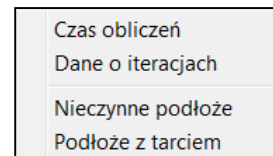
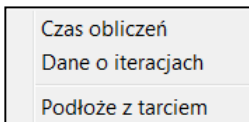
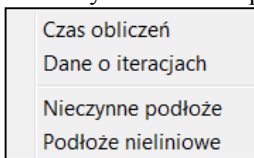
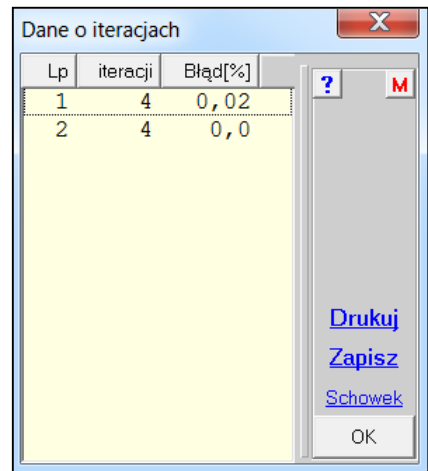
Po przeprowadzeniu obliczeń nieliniowych lub iteracyjnych (podłoże uwarstwione) wyniki pokazywane są praktycznie tak samo jak dla obliczeń liniowych. Tylko przy pokazywaniu ugięć, u góry ekranu, będzie wyświetlana dokładność rozwiązania aktualnego wariantu.

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

Jeśli w modelu założono nieliniowości strukturalne (nieliniowe ciąga, podpory lub podłoże) to pokaże się też opcja pozwalająca wyróżnić wyłączone w danym wariancie elementy nieliniowe np. ciąga, podpory czy elementy podłoża. 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 też możliwe wprowadzanie mnożników obciążenia. Analiza obwie-
dniowa będzie ograniczona tylko do wyboru ze stałych i taki atrybut będą mieć wszystkie warianty
wyników.



D 48. Przycisk Nieliniowe

W zadaniach, w których wprowadzono nieliniowe cechy elementów prętowych, podpór, czy podłoża, ale rozwiązanie przeprowadzono wg zależności liniowych, można przeprowadzić powtórne obliczenia dla wybranych wariantów obciążenia. Jest to wygodne podejście które pozwoli wybrać najbardziej niekorzystny układ obciążeń na drodze automatycznej analizy obwiedniowej, a następnie dla tego obciążenia powtarza się obliczenia, ale tym razem z uwzględnieniem cech nieliniowych.

Po wybraniu przycisku [Nieliniowe](#) pokaże się plansza obliczeń nieliniowych. W zadaniach typu Obiekt będzie można otrzymać rozwiązanie wg teorii II-go rzędu, uwzględnić nieliniowości strukturalne, oraz nieliniowe cechy elementów prętowych, podpór lub podłoża. W polu iteracje można wpisać graniczną liczbę iteracji oraz wymaganą dokładność rozwiązania. Należy też wybrać warianty, dla których będą powtórzone obliczenia. Jeśli dla wybranego wariantu jest wprowadzony mnożnik obciążenia to będzie można go włączyć.

Nazwa nowego zadania jest podpowiadana jako nazwa starego z dodaną literką N. W opisie zadania pojawi się dotychczasowy tekst uzupełniony napisem (Nieliniowe). Zarówno opis jak i nazwę nowego zadania można zmienić. Tak powstałe zadanie będzie miało cechy „Tylko do odczytu” czyli bezpośrednio nie będzie podlegało modyfikacji. Przyjęte obciążenia będą pokazane tylko w formie zestawienia sum obciążeń.

Takie zadanie można przekształcić w normalne zadanie po wykonaniu operacji [Zapisz jako](#) (menu [Ogólne](#) w module DANE). W zadaniu powstałym po zapisaniu będzie siatka i układ podporowy. Nie będzie obciążeń. Te trzeba będzie zadać na nowo.

D 49. Wymiarowanie elementów żelbetowych

W programie ABC Rama3D można przeprowadzić wymiarowanie prętowego elementu żelbetowego wg PN-B-03264:2002. Obliczenia wytrzymałościowe są przeprowadzane w oparciu o algorytm tzw. metody dokładnej. Zasady tej metody przedstawiono w punkcie 5.1.1 normy. Możliwe jest wymiarowanie belek i słupów. Moduł wymiarowania automatycznie dobiera algorytm w zależności od wielkości sił ściskających i momentów gnących. Przy wymiarowaniu żelbetowego elementu prętowego wstępnie ustala się warunki obciążenia, a potem wybiera się elementy które mają być zwymiarowane.

Po wybraniu przycisku [Wymiar] jako pierwsza pojawi się plansza definiowania warunków obciążeniowych które mają być uwzględnione przy wymiarowaniu. Zawsze będzie włączony warunek nośności. Jeśli w zadaniu jest kilka schematów obciążenia to domyślnie będzie włączona obwiednia, ale zawsze można wybrać wymiarowanie na jeden z bazowych lub dodanych wariantów. Po włączeniu warunku „Wariant” można wybrać numer odpowiedniego zestawu wyników. Przyciskiem [Definiuj wariant](#) można zdefiniować nowy wariant dodany. Nie trzeba w tym celu wybierać przycisku [Wariant](#) z głównego menu. Przycisk [Lista składników](#) będzie aktywny tylko wtedy, kiedy wybrano jeden z wariantów dodanych.

Przy wymiarowaniu konstrukcji żelbetowej nie trzeba uwzględniać warunku eksploatacyjnego. Aby był on wprowadzony do wymiarowania trzeba uaktywnić ramkę „Warunek ugięć”. W tej ramce można określić dla którego wariantu wyników będą uwzględniane obciążenia długotrwałe, a dla którego obciążenia całkowite. Każde z tych obciążeń może być zdefiniowane bez potrzeby wchodzenia do menu „Wariant” z głównego pola przycisków. Jeśli zostaną wybrane warianty dodatkowe wtedy przyciskiem [Lista składników](#) będzie można wyświetlić listę schematów wchodzących do niego i mnożniki udziału.

Zestaw warunków obciążeniowych można opisać i może on być zapisany na dysku. W ten sposób można utworzyć szereg warunków obowiązujących np. przy wymiarowaniu belek i słupów. W polu po prawej stronie planszy będą umieszczone te zestawy. Na dole planszy są cztery przyciski które pozwalają na edytowanie tych zestawów.

Wymiarowanie belek żelbetowych

Opis zestawu

Warunek nośności

☒ Obwiednia [Zmień](#)

Obliczeniowe

☐ Wariant

[Definiuj wariant](#) [Lista składników](#)

☒ Warunek ugięć

Obciążenia długotrwałe [Definiuj wariant](#) [Lista składników](#)

Obciążenia całkowite [Definiuj wariant](#) [Lista składników](#)

Krok analizy (0.5m)

Opis	Nośność	Dług.	Całk.
2.Bez opisu		Obw	22

[Anuluj](#)

[Dodaj kolejny zestaw](#) [Zamień zestaw](#) [Usuń aktualny zestaw](#) [Usuń wszystkie zestawy](#)

Po zdefiniowaniu lub wybraniu warunków obciążeniowych program przechodzi do procesu wybierania elementów do wymiarowania. Muszą to być prostoliniowe odcinki o stałym przekroju. Belki mogą być wieloprzęsłowe. Podobnie słupy mogą przechodzić przez kilka kondygnacji. Program przeprowadza wymiarowanie dla całego zaznaczonego elementu zapewniając ciągłość zbrojenia nad podporami.

Po wybraniu odcinka do wymiarowania pojawi się plansza „Szerokości podpór”. Pozwala ona precyzyjnie ustalić położenie przekroju krawędziowego, z którego będą przyjmowane wielkości sił wewnętrznych do wymiarowania. Jeśli dla belki podporami będą słupy, a dla słupów rygle to na planszy będą podpowiadane wymiary odczytane przez

program z opisu odpowiednich przekrojów. Jeśli w modelu wprowadzono teoretyczne podpory skupione w węzłach to zamiast wymiarów będą zera. W oknie po lewej stronie planszy pokaże się lista podpór. Będzie ona miała kolejne numery. Na rysunku modelu pokażą się plakietki z odpowiednimi numerami. Po prawej stronie planszy jest pole w którym można wprowadzić odpowiednie odległości od osi podpory. Pojęcia „Przed osią” i „Za osią” odnoszą się do kierunku wybierania odcinka. Przyciskiem [Zmień](#) można zmienić wymiary w wybranym miejscu. Przyciskiem [Zamień](#) można zamienić miejscami odległości przed osią z odległością za osią. Ponadto można też wprowadzić warunek podwieszenia belki. W miejscu gdzie jest takie podparcie należy włączyć warunek „Z jednej strony”.

Należy zwrócić uwagę, że ta plansza pozwala precyzyjnie zazbroić belkę na wielkości krawędziowe pomimo tego, że zamodelowano ją na teoretycznych podporach punktowych.

Po zamknięciu planszy „Szerokości podpór” program przygotowuje siły wewnętrzne zgodnie z dyspozycjami z pierwszej planszy i jeśli stwierdzi, że w wybranym elemencie jest ściskanie to przeprowadzi procedurę wyznaczania współczynników długości wybocheniowej. Podobnie jak w konstrukcji stalowej czy drewnianej można zadeklarować przesuwność wskazanego węzła, można włączyć jednostkowe współczynniki długości wybocheniowej, obliczyć je z uwzględnieniem rzeczywistej sztywności podparcia resztą konstrukcji lub zadać własne współczynniki.

W następnym kroku pokaże się plansza danych do wymiarowania żelbetu. Jest ona mocno rozbudowana, ale też zakres obliczeń jest duży. Wygląd planszy jest zależny od tego czy wymiarowany będzie pręt zginany czy też pręt mimośrodowo ściskany. Na wstępie zostanie omówiony przypadek czystego zginania lub zginania z niewielkim udziałem siły ściskającej, której wpływ na obliczenia można pominąć. Graniczną wielkość siły ściskającej określono w punkcie 5.1.1 normy. Na planszy, w polu „Geometria” pokaże się przekrój wybranego odcinka, ale można wprowadzić swój własny zdefiniowany układem wymiarów. Inny przekrój będzie można zadać po wyłączeniu „Przekrój rzeczywisty”. W ramce „Materiały” pokaże się klasa betonu przyjęta w modelu. Można go zmienić, ale nowa klasa będzie obowiązywała tylko przy wymiarowaniu aktualnego fragmentu obiektu. Z klasą betonu związany jest współczynnik korekcyjny wytrzymałości na ściskanie α_c . Domyślnie jest równy 1,0, ale można wprowadzić inną wartość. W następnych okienkach definiuje się klasy stali i odpowiadające im gatunki, dla zbrojenia podłużnego i poprzecznego. Dla wszystkich materiałów podawane są obliczeniowe wartości wytrzymałości.

W ramce „Parametry Stanu Granicznego Użytkowalności” ustala się takie wielkości jak: procent zbrojenia doprowadzony do podpory – parametr uwzględniany w czasie wymiarowania przekroju na ścinanie, rodzaj cementu, wiek betonu w chwili obciążenia, czas trwania obciążenia, wilgotność powietrza i graniczne szerokości rozwarcia rys.

W oknie „Ugięcia” pokażą się przeszła odcinka wymiarowania. Dla każdego przeszła podana będzie graniczna wartość ugięcia wraz ze współrzędną określającą położenie przekroju miarodajnego do wyznaczania ugięcia ze względu na sztywność elementu po zarysowaniu. Współrzędna ta odmierniana jest od początkowego węzła odcinka. Po kliknięciu w znak (+) można rozwinąć strukturę drzewiastą i klikając z kolei w graniczne ugięcie można wprowadzić własną wartość tego parametru lub zmienić położenie przekroju miarodajnego.

Włącznikiem „Obciążenia charakterystyczne całkowite” decyduje się czy obliczenia stanów granicznych użyteczności będą przeprowadzane dla obciążeń charakterystycznych całkowitych czy też długotrwałych o ile takie warianty obciążenia zostały wcześniej osobno zdefiniowane.

W ramce „Parametry zbrojenia” można zdecydować, czy zakres obliczeń ma obejmować

Wymiarowanie pręta żelbetowego - Dane początkowe

Materiały

Beton: B25 $f_{cd}=13,3\text{MPa}$

Współczynnik $\alpha_{f,c}$: 1,00

Zbrojenie podłużne: A-III (34GS) $f_{yd}=350\text{MPa}$

Zbrojenie poprzeczne: A-0 (St0S-b) $f_{yd}=190\text{MPa}$

Parametry SGU

Zbrojenie doprowadzone do podpory [%]: 33

Rodzaj cementu: zwykły i szybkotwardniejący

Wiek betonu w chwili obciążenia to [dni]: 28

Czas trwania obciążenia t-to [dni]: 25500

Wilgotność powietrza RH [%]: 50

Graniczna szerokość rysy wlim [mm]: 0,3

Ugięcia:

- Przęsło 1 alim=0,030m; x=2,914m
- Przęsło 2 alim=0,030m; x=9,086m

Obciążenia charakterystyczne całkowite: ☐

Geometria

beff,g [m]: 1,20

bw [m]: 0,35

beff,d [m]: 0,35

hg [m]: 0,16

h [m]: 0,60

hd [m]: 0,00

Przekrój rzeczywisty: ☒

Parametry zbrojenia

Rozmieść pręty: ☐ SGU - rysy: ☐ SGU - ugięcie: ☐

Zbrojenie podłużne na odcinku drugiego rodzaju: ☐ θ [°]: 45

Obliczenia dla sił krawędziowych: ☒

ϕ_g [mm]: 12 c_g [m]: 0,02 Grupy górą: 3

ϕ_d [mm]: 16 c_d [m]: 0,02 Grupy dołem: 3

ϕ_w [mm]: 8 nw [szt]: 2 Liczba podziałów: 2

Długość pręta: 6,0+6,0=12,0m

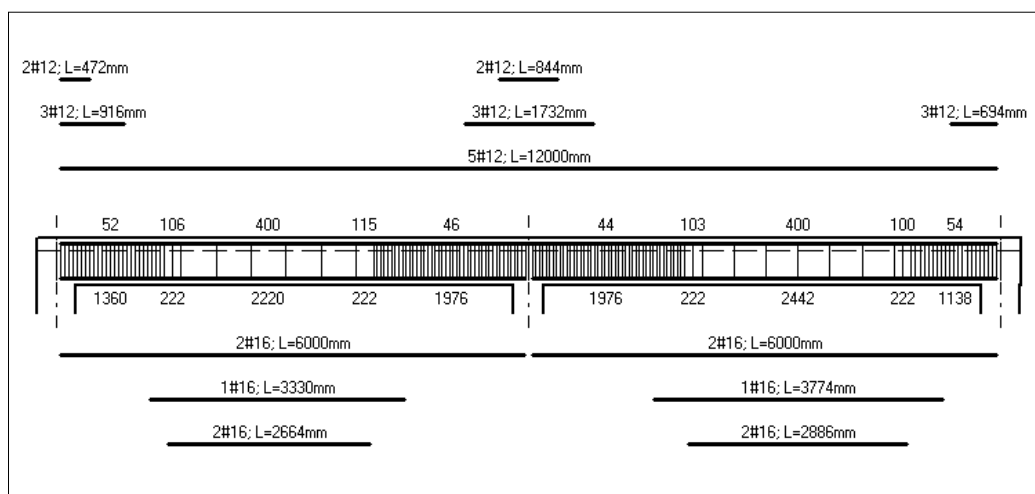
tylko sprawdzenie czy przekrój da się zazbroić, czy od razu mają być przeprowadzone obliczenia z uwzględnieniem rozmieszczenia prętów w przekroju. Dalej czy przy obliczaniu zbrojenia przekroju należy uwzględnić Stan Graniczny Użyteczności – Zarysowania oraz Stan Graniczny Użyteczności – Ugięcia. Należy zwrócić uwagę że nawet w sytuacji gdy projektant wybierze wariant obliczeń bez uwzględniania Stanu Granicznego Użyteczności – Zarysowania, obliczenia ugięć zostaną przeprowadzone jak dla elementu zarysowanego, jednak rysy w przekroju miarodajnym mogą okazać się większe niż założona graniczna szerokość rys.

W kolejnym kroku można określić czy w czasie wymiarowania zbrojenia podłużnego na zginanie, należy sprawdzać jego nośność na odcinku drugiego rodzaju. Można też zmienić kąt θ określający kąt nachylenia krzyżulców betonowych przy wymiarowaniu zbrojenia poprzecznego na ścinanie. Zmiana tego parametru ma bardzo istotny wpływ na wyniki wymiarowania zbrojenia poprzecznego. Włącznikiem „Obliczenia dla sił krawędziowych” można sterować miejscem wyboru sił wewnętrznych na podporze.

Poniżej w pierwszej kolumnie podane są średnice zbrojenia podłużnego górnego i dolnego oraz zbrojenia poprzecznego. W następnej kolumnie są podane otuliny zbrojenia podłużnego. W linii średnicy strzemienia podaje się liczbę gałęzi strzemienia. Może ona zmieniać się od 2 do 10. W ostatniej kolumnie podane są liczby grup zbrojenia górnego, dolnego oraz liczba zmian rozstawu strzemion na długości wymiarowanego pręta lub przęsła jeśli pręt jest wieloprzęsłowy. Zbrojenie podłużne może stanowić jedną grupę prętów (jest to najmniej ekonomiczne przyjęcie). Maksymalna liczba grup tego zbrojenia to 5 i wtedy ma się bardzo precyzyjne wypełnienie zbrojeniem krzywej obwiedni momentów. Pozwala to na minimalizowanie zużycia stali, ale wzrasta zakres prac związanych z wykonaniem tak dobranego zbrojenia. Dla strzemion przyjęto liczbę podziałów zmienną od 1 do 3. Na dole planszy po lewej stronie jest pasek postępu wymiarowania oraz słowny opis miejsca, nad którym znajduje się wskaźnik myszy. Po prawej stronie dolnej belki jest podana całkowita długość odcinka wymiarowania z podziałem na przęsła.

Na górze planszy są przyciski [Obliczenia], [Wyniki], [Drukuj] [Zakończ] i [Pomoc]. Przyciskiem [Obliczenia] uruchamia się procedurę obliczeniową. Po wykonaniu obliczeń uaktywni się przycisk [Wyniki]. Otwiera on planszę prezentacji obliczonego zbrojenia. W ramce „Postęp wymiarowania” pokaże się informacja o możliwości zazbrojenia wybranego elementu. W przypadku komunikatu o braku takiej możliwości projektant jest zmuszony do zmiany początkowych parametrów przyjętych do wymiarowania. W sytuacji, gdy zostanie zmieniona klasa betonu lub przekrój poprzeczny wymiarowanego pręta konieczne jest przeprowadzenie ponownych obliczeń statycznych, gdyż zmiany te mają wpływ na sztywność pręta, a co za tym idzie rozkład sił wewnętrznych w całym ustroju.

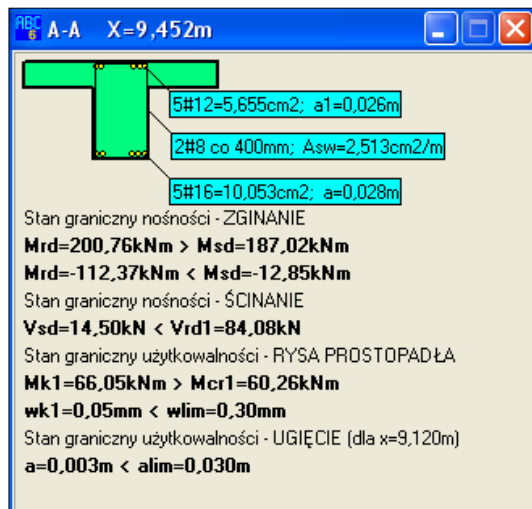
Ponieważ po wyborze odcinka wymiarowania ustalono położenie krawędzi słupów, stąd na



rysunku podano w skali ich zarys. Nad szkicem belki podane są długości odcinków netto zbrojenia górnego, a pod zbrojenia dolnego. Każdy odcinek opisany jest liczbą wkładek, średnicą i długością czynną, bez uwzględnienia długości zakotwienia prętów. Zbrojenie poprzeczne u góry opisane jest rozstawem strzemion, a na dole długością odcinka z takim rozstawem. Na planszy u góry będzie przycisk [Drukuj] który pozwoli wydrukować pokazywany obrazek. Na dole będą pokazywały się informacje o miejscu wskazywanym przez kursor myszy.

Klikając dwukrotnie w przekrój belki otrzyma się osobną planszę z przekrojem poprzecznym belki. Na górnym pasku planszy będzie podany symbol przekroju (A-A) Jest on nadany automatycznie przez program jednocześnie z zaznaczeniem na rysunku belki. Ponadto podana będzie odległość od węzła początkowego.

Jeśli nie włączono warunku rozmieszczenia wkładek to zbrojenie podłużne będzie pokazane symbolicznie w postaci czterech narożnych kółek, do których będą poprowadzone plansze z podaniem liczby wkładek, ich średnicy i odpowiadającemu im polu. Plansze te będą miały czerwone tło. Jeżeli natomiast wybrano opcję obliczeń z uwzględnieniem rozmieszczenia prętów w przekroju wówczas plansze będą miały błękitne tło, a ponadto pokaże się rozkład zbrojenia podłużnego. Na szkicu przekroju pokazane też będzie zbrojenie poprzeczne w podaniem liczby, średnicy i rozstawu strzemion. Podana też będzie gęstość zbrojenia na mb.



Pod szkicem pokazane są warunki sprawdzające stany graniczne, które były uwzględnione w trakcie wymiarowania wybranego elementu.

Takich odczytów można zrobić praktycznie nieskończenie wiele. Decydować tutaj będzie czytelność. Po wydrukowaniu przyjętych założeń oraz otrzymanego zbrojenia można zamknąć plansze i wybrać nowy element do wymiarowania.

W sytuacji, gdy do wymiarowania wybranego elementu, dla którego nie jest możliwe pominie-

cie wpływu siły osiowej, program automatycznie wykorzysta procedurę wymiarowania pręta mimośrodowo ściskanego. W procedurze tej zastosowano metodę przygotowania zestawów sił wewnętrznych (ekstremalne siły osiowe i odpowiadające im momenty oraz siły poprzeczne, a także ekstremalne momenty i odpowiadające im siły osiowe i siły poprzeczne). Pozwala to uwzględnić wszystkie możliwe kombinacje obciążeń w przekrojach pośrednich wybranego elementu. Wygląd planszy początkowej ulegnie nieco zmianie w porównaniu do sytuacji omówionej dla przypadku czystego zginania.

Na planszy w ramce „Geometria” pojawi się możliwość wyboru płaszczyzny zginania. W ramce „Parametry Stanów Granicznych Użytkowności” będzie okno „Mimośrod”, a dla każdej kondygnacji będzie można przyjąć podpowiadane lub zadać własne współczynniki długości wybojeniowej i niezamierzone mimośrod. Odbija się to w taki sam sposób jak przy zginaniu. Trzeba kliknąć w znak (+) aby rozwinęła się struktura drzewa, następnie kliknąć w odpowiednią wielkość otwierając plansze wpisu nowej wartości.

Dla słupa w ramce „Parametry zbrojenia” będzie można włączyć tylko rozmieszczenie prętów zbrojenia podłużnego i warunek Stanu Granicznego Użytkowności – rysy.

Wymiarowanie pręta żelbetowego - Dane początkowe
✕

Obliczenia
Wyniki
Drukuj
Zakończ
Pomoc

Materiały

Beton: B25 fcd=13,3MPa

Współczynnik alfa,c: 1,00

Zbrojenie podłużne: A-III (34GS) fyd=350MPa

Zbrojenie poprzeczne: A-0 (St0S-b) fyd=190MPa

Parametry SGU

Zbrojenie doprowadzone do podpory [%]: 33

Rodzaj cementu: zwykły i szybkotwardniejący

Wiek betonu w chwili obciążenia to [dni]: 28

Czas trwania obciążenia t-to [dni]: 25500

Wilgotność powietrza RH [%]: 50

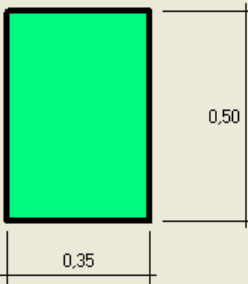
Graniczna szerokość rysy wlim [mm]: 0,3

Mimośrod: Kond. 1 mw=1,200; ea=0,020m
Kond. 2 mw=1,200; ea=0,020m

Obciążenia charakterystyczne całkowite: ☐

Postęp wymiarowania: 0%

Geometria



bw [m]: 0,35
h [m]: 0,50

Płaszczyzna zginania:
☒ Moment Mz
☐ Moment My

Przekrój rzeczywisty ☒

Parametry zbrojenia

Rozmieszc pręty ☐ SGU - rysy ☐

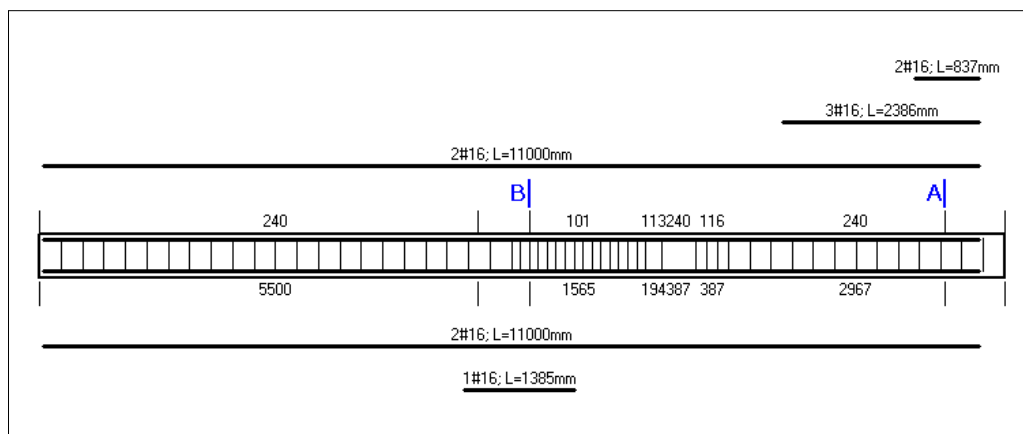
Zbrojenie podłużne na odcinku drugiego rodzaju ☐ $\theta [^\circ]$ 45

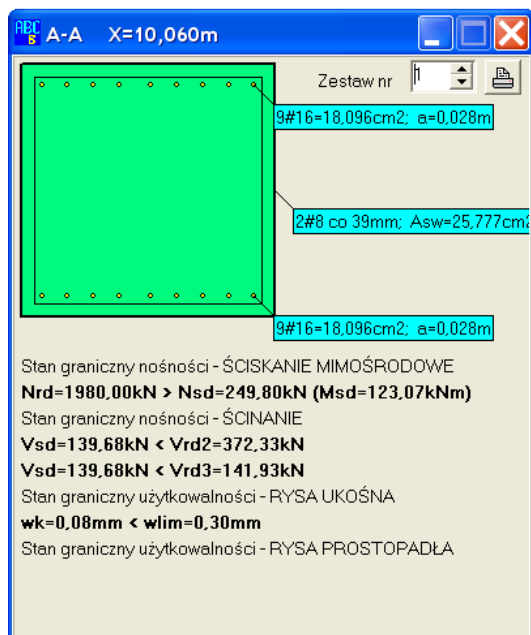
Obliczenia dla sił krawędziowych ☒ Zbrojenie symetryczne ☐

Øg [mm]: 16	cg [m]: 0,02	Grupy górą: 3
Ød [mm]: 16	cd [m]: 0,02	Grupy dołem: 3
Øw [mm]: 8	nw [szt]: 2	Liczba podziałków: 2

Długość pręta: 5,5+5,5=11,0m

Po kliknięciu przycisku [Wyniki] otrzyma się podobny obraz jak dla belki. Czyli słup będzie pokazany poziomo. Węzeł początkowy słupa będzie zawsze po lewej stronie tej planszy. Dla poprawnej interpretacji położenia zbrojenia podłużnego proponuje się zawsze wybierać odcinki począwszy od lewego dolnego punktu do prawego górnego punktu ograniczającego.





Wtedy zbrojenie pokazane na górze będzie zbrojeniem po lewej stronie odcinka wyboru, zbrojenie pokazane na dole szkicu będzie zbrojeniem po prawej stronie osi słupa. Dla słupa rysowane są też trochę inaczej podpory. Będą to zarysy w obie strony. Pozostałe możliwości są takie same jak dla belki. Zostaną równocześnie uwzględnione warunki konstrukcyjne jak dla słupa.

Klikając w odpowiednim miejscu można otrzymać planszę z przekrojem słupa z zaznaczonym zbrojeniem podłużnym i poprzecznym z podaniem wielkości tego zbrojenia podobnie jak miało to miejsce dla belki.

Pod szkicem przekroju pokazane są warunki sprawdzające stany graniczne, które były uwzględnione w trakcie wymiarowania wybranego elementu.

D 50. Wymiarowanie ustroju stalowego

W programie ABC Obiekt3D można przeprowadzić wymiarowanie stalowych elementów prętowych wg normy PN-90/B-03200. Wymiarowanie obejmuje wszystkie przekroje przygotowane modulem MOMBEZ. Nie można natomiast wymiarować przekrojów zadanych tylko parametrami (opcja **Parametry** w menu [Przekrój](#)). Procedura wymiarująca, po ustaleniu gatunku stali, wyznacza klasę przekroju dla każdego przekroju, który został określony za pomocą zakładki **Walcowane, Spawane, Zestawy i Proste** modułu MOMBEZ, a dla innych przekrojów *przyjmuje* klasę 3. Wymiarowanie jest prowadzone dalej dla każdej klasy przekroju z czwartą włącznie. Dla klasy pierwszej i drugiej program w danych wstępnych automatycznie zakłada wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju przy zginaniu. W modelu można wprowadzić różne gatunki stali i założyć wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju tylko w wybranych elementach.

Wymiarowanie odbywa się w dwóch etapach obejmujących sprawdzenie nośności (wytrzymałości) przekrojów elementu oraz sprawdzenie nośności (stateczności) elementu jako całości. Takie dwuetapowe podejście ma na celu zminimalizowanie nakładu pracy do osiągnięcia końcowego wyniku wymiarowania.

W konstrukcjach ramowych w pierwszym etapie obliczany jest stopień wykorzystania nośności przekrojów. Stopień wykorzystania nośności przekroju może być obliczany we wszystkich stalowych elementach ustroju. Dla przekrojów klasy 4 program przyjmuje wstępnie maksymalny normowy rozstaw poprzecznych żeber usztywniających.

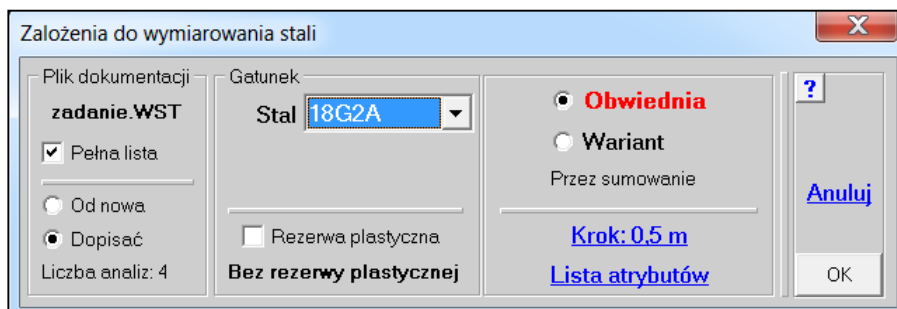
Drugi etap wymiarowania konstrukcji ramowej jest procesem, w którym obliczenia są wykonywane dla wybranych przez użytkownika prostoliniowych odcinków ustroju o stałym przekroju poprzecznym. Dla wskazanych odcinków można wprowadzić inny gatunek stali i inne warunki plastyczności niż zadane wstępnie. Dla wybranego odcinka sprawdzany jest warunek ugięć oraz warunki stateczności ogólnej z uwzględnieniem wyboczenia i zwichrzenia. Przy końcu obliczeń na ekranie pokazuje się plansza wyników wymiarowania podająca maksymalny stopień wykorzystania nośności przekrojów wybranego odcinka, stopień wykorzystania nośności elementu oraz strzałkę ugięcia.

Dane, założenia i wyniki wymiarowania zapisywane są do pliku tekstowego o rozszerzeniu .WST. Zakres dokumentowania obliczeń może mieć dwa poziomy: zwykły, w którym zapisane są jedynie główne wyniki, zajmujący na ogół kartkę A4 i rozszerzony, w którym zapisane są wszystkie wykonane obliczenia. Plik tekstowy dokumentacji obliczeń może być przeglądany, można też z niego usuwać zbędne analizy; na jego podstawie można sporządzić syntetyczny raport z wymiarowania w układzie tabelarycznym.

Procedura wymiarująca pozwala zmienić przekrój analizowanego elementu na inny, jeśli aktualny nie spełnia warunków nośności albo warunków ekonomicznych (zbyt mały stopień wykorzystania nośności). Nowy przekrój może być ustalony za pomocą modułu MOMBEZ albo wzięty z bazy danych lub zamieniony na inny istniejący już w modelu. Ponowne obliczenia nośności są prowadzone dla sił wewnętrznych wyznaczonych w trakcie obliczeń statycznych dla przekroju pierwotnego. Po takiej zmianie przekrojów zadanie powinno być powtórnie przeliczone, zarówno w zakresie statyki jak i wymiarowania. Informują o tym stosowne komunikaty, a zachowanie się programu jest takie, że wymusza wykonanie powtórnych obliczeń.

Po wybraniu przycisku [Wymiar](#) zawsze jako pierwsza pokazuje się plansza założeń do wymiarowania. Wprowadzone na niej dane będą pamiętane i przy powtórным wyświetlaniu planszy zgłaszają się jako domyślne. W polu „Plik dokumentacji” można włączyć warunek „Pełna lista”. Jeśli w zadaniu jest już plik o rozszerzeniu .WST wtedy dostępne będą dwa przełączniki: „Od nowa” i „Dopisać”, podana będzie również liczba zapisanych już w nim analiz. Domyślnie włączona będzie opcja „Dopisać”, ale istniejący plik można usunąć włączając „Od nowa”, co będzie wymagało potwierdzenia..

W polu „Gatunek” można zadać gatunek stali. Jest to wstępny gatunek zadawany dla wszystkich elementów modelu. W czasie wymiarowania wybranych odcinków można na bieżąco zmieniać gatunek stali. Po wprowadzeniu różnych gatunków stali, przy ponownym wywołaniu planszy założeń w okienku „Stal” nie będzie symbolu, a pod nim ukaże się napis „Różne gatunki stali”. Wybierając gatunek stali w okienku można ujednolicić materiał w całym modelu.



Ponadto w polu „Gatunek” jest włącznik „Rezerwa plastyczna”, który domyślnie jest aktywny. Jeśli warunek wykorzystania rezerwy plastycznej został w niektórych elementach wyłączony przez użytkownika wtedy pokaże się napis „Różne warunki rez. plastycznej”. Przy zamykaniu tej planszy przyciskiem [OK] program zapyta czy wprowadzić wszędzie ten warunek.

W trzecim polu planszy można ustalić kombinację obciążeń, dla której ma być przeprowadzone wymiarowanie konstrukcji. Domyślnie włączony jest przełącznik „Obwiednia” i wtedy nie będzie okienka ze spisem wariantów obciążeń. Po włączeniu przełącznika „Wariant” pokaże się okienko ze spisem wariantów, z którego można wybrać wariant sił wewnętrznych, dla którego zostanie przeprowadzone wymiarowanie. Ustawiony tutaj warunek jest pamiętany i przy powtórnym wywołaniu tej planszy będzie podpowiadany. W tym oknie jest też przycisk [Krok: x m](#), którym można zmienić odległość między przekrojami analizy. Przycisk [Lista atrybutów](#) pokaże listę mnożników i atrybutów przyjętych w zadaniu.

Jeśli wymiarowanie będzie odbywało się dla wartości sił wewnętrznych z obwiedni to po kliknięciu w przycisk [OK] program sprawdzi czy obliczenia obwiedni zostały już przeprowadzone. Jeśli takich obliczeń jeszcze nie było, to automatycznie zostanie wywołana procedura obliczania obwiedni naprężeń i trzeba będzie ponownie wybrać przycisk [Wymiar](#). Ponieważ informacje obliczane podczas wyznaczania obwiedni naprężeń zależą od kroku analizy, stąd po jego zmianie trzeba powtórzyć sporządzenie obwiedni naprężeń. W dużych modelach z dużą liczbą schematów obciążenia obliczanie obwiedni naprężeń trwa dość długo.

Po zamknięciu planszy przyciskiem [OK] zostaną wyznaczone stopnie wykorzystania nośności przekroju (dla kratownic będzie to od razu stopień wykorzystania nośności elementu) i rozkład zostanie pokazany w formie barwnej mapy. Wartościom od 0,0 do 1,0 jest przyporządkowanych pięć równych przedziałów, którym odpowiada pięć odcieni koloru niebieskiego. Jeśli w zadaniu będą miejsca, w których stopień wykorzystania nośności będzie większy od 1,0 to wszystkim tym miejscom zostanie przyporządkowany jeden przedział wyróżniony czerwonym kolorem. W legendzie, w której będą zawsze przedziały do 1,0, przedział czerwony pokaże się tylko w sytuacji, kiedy będą miejsca z przekroczoną nośnością.

Jeśli w menu [Pokaż](#) będzie włączona opcja Miejsca max. to na rysunku pokażą się dwie plakietki lokalizujące miejsca o minimalnym i maksymalnym stopniu wykorzystania nośności przekroju.

Ponowne wybranie przycisku [Wymiar](#) spowoduje pokazanie menu o opcjach jak na rysunku obok.

Opcja **Założenia** wyświetla planszę założeń do wymiarowania. Można wtedy dla całego modelu np. zmienić gatunek stali lub warunki plastyczności. Warunek „Pełna lista” może być zmieniany jeszcze później, na planszy założeń do wymiarowania elementu.

Opcja **Wymiarowanie elem.** pozwala wybrać obszar konstrukcji do zwymiarowania, ze sprawdzeniem warunków stateczności ogólnej (wyboczenia i zwichrzenia). Tok postępowania przy wymiarowaniu jest omówiony w następnym rozdziale.

Opcja **Lista wymiarowania** pokaże się tylko wtedy, kiedy zapisano wyniki analiz do pliku .WST. Po wskazaniu myszą tej opcji rozwija się lista przeprowadzonych i zapisanych analiz. Po wskazaniu odpowiedniej pozycji otrzymuje się planszę z dokumentacją przeprowadzonych obliczeń. Zakres dokumentacji będzie zależał od ustawienia „Pełna lista”. Ponieważ ustawienie to można na bieżąco zmieniać w pliku .WST mogą być dokumentacje z różnym zakresem. Na planszy z listą będzie przycisk [Usuń](#), który pozwoli usunąć ten raport z pliku.

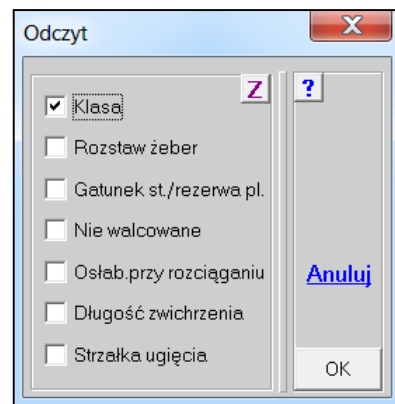
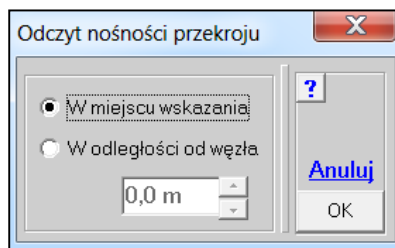
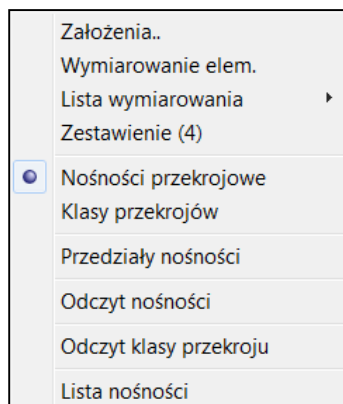
Opcja **Zestawienie** pozwala sporządzić syntetyczny raport z wymiarowania. Opcja ta będzie opisana dalej.

Blok trzech kolejnych opcji pozwala wybrać wielkość, która ma być prezentowana na rysunku. Domyślnie jest włączona opcja **Nośności przekrojowe**, która pokazuje w formie barwnej mapy stopień wykorzystania nośności przekroju. Ponadto można pokazać lokalizację klas przekrojów oraz elementy modelu, dla których zadano warunek wykorzystania rezerwy plastycznej przy zginaniu. Ta ostatnia opcja pokaże się tylko w modelach, w których te warunki są w różnych miejscach różne.

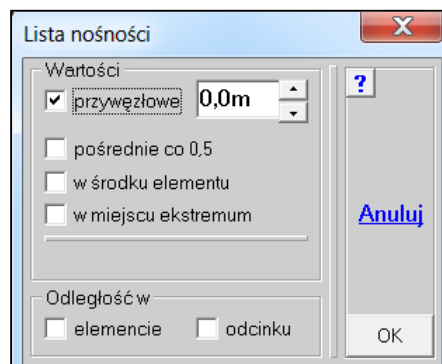
Opcja **Przedziały nośności** pozwala pokazać obszary ustroju, w których stopień wykorzystania nośności będzie zawarty w wybranym przedziale.

Opcję **Odczyt nośności** można odczytać stopień wykorzystania nośności w wybranych miejscach. Dla ułatwienia wyboru pokaże się plansza pozwalająca określić czy będzie to miejsce wskazania (węzeł wybrany oknem) czy też przekrój w zadanej odległości od końca elementu.

Opcję **Odczyt klasy** można poznać szereg wielkości przyjętych do obliczeń. Wskazanie tych wielkości ustala się na planszy pokazanej obok. Poza klasą przekroju, która jest domyślnie włączona, można odczytać rozstaw zeber usztywniających, gatunek stali z warunkiem rezerwy plastycznej, czy przekrój jest spawany i jak, stopień osłabienia przekroju na rozciąganie, długość zwichrzeniową i dopuszczalną strzałkę ugięcia.



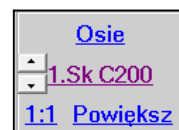
Opcją Lista nośności można sporządzić tabelaryczne zestawienie stopnia wykorzystania nośności przekroju w połączeniu z numerami wybranych elementów. O postaci tej listy można zdecydować na planszy profilu. Można przy tym wybrać tylko wartości przywęzłowe lub dodatkowo środkowe czy pośrednie w przekrojach analizy. Ponadto można w tabeli umieścić kolumnę z odległością w elemencie bądź w wybranym odcinku.



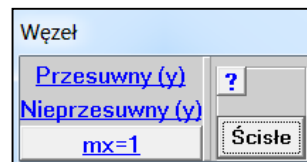
50.1. Wymiarowanie elementu stalowego

Jeśli we wszystkich miejscach modelu stopień wykorzystania nośności przekroju będzie mniejszy od 1,0 można przejść do obliczania nośności elementu. Stopień wykorzystania nośności elementu zawsze będzie co najwyżej równy stopniowi wykorzystania nośności przekroju, a przy uwzględnieniu stateczności i zwichrzenia elementu jest zazwyczaj większy.

Prostoliniowe odcinki o stałym przekroju można od razu wybierać na pełnym modelu, ale sugerowane jest ograniczenie modelu do jednego przekroju. W menu [Fragment](#) opcją [Przekrój](#) można wybrać jeden przekrój. Teraz należy wybrać odcinek, w którym jest największy stopień wykorzystania nośności przekroju i wyznaczyć stopień wykorzystania nośności elementu. W przycisku [Fragment](#) pojawi się przycisk z trójkątami, który pozwala sekwencyjnie zmieniać przekrój pokazywanego fragmentu. Sam przycisk [Fragment](#) jest opisany aktualnie pokazywanym przekrojem.



Po wybraniu odcinka program sprawdzi warunki obciążenia działające na niego. Jeśli wybrany odcinek będzie ściskany to konieczne jest ustalenie jego długości wyboczeniowych. Na ekranie w pobliżu węzła z rozgałęzieniami pokaże się wtedy plansza umożliwiająca wybranie jednego z trzech możliwych sposobów ustalenia długości wyboczeniowych wskazanego odcinka. W pierwszym sposobie program wyznacza długości wyboczeniowe (ich współczynniki) wskazanego odcinka między rozgałęzieniami ustroju na podstawie sztywności prętów schodzących się w węzłach i określeniu przesuwności lub nieprzesuwności tych węzłów. W drugim sposobie zakłada się, że współczynnik długości wyboczeniowej ma wartość równą 1 ($m_x=1$). Można też wybrać trzeci sposób - włączyć przycisk [Ścisłe] uruchamiający procedurę ścisłego wyznaczania siły krytycznej i współczynników długości wyboczeniowej. Po włączeniu jednostkowego współczynnika długości wyboczeniowej względem osi x' ($m_x=1$) można będzie podać warunki dla wyboczenia względem osi y' . W celu ułatwienia orientacji osi przekroju, w środku długości wybranego odcinka rysowany jest układ osi przekrojowych (x' , y'). Jednostkowe współczynniki długości wyboczeniowej zadaje się tylko raz, natomiast warunki przesuwności muszą być określone w każdym węźle z rozgałęzieniami i to osobno w kierunku osi x' i y' .



Jeśli włączony jest pełny zakres opcji i model składa się tylko z elementów prętowych to na tej planszy pokaże się przycisk [Ścisłe], który pozwala wyznaczyć współczynniki długości wyboczeniowej dla wybranego odcinka w sposób najbardziej dokładny, t.j. z uwzględnieniem rzeczywistej sztywności podparcia resztą konstrukcji. W tym celu program automatycznie wyznacza liczby wpływu w miejscu rozgałęzień ustroju, a na ich podstawie długości wyboczeniowe poszczególnych prętów ustroju. Dla dużych obiektów może to być proces dość długotrwały. Przycisk [Ścisłe] będzie dostępny tylko przy pierwszym pokazaniu się tej planszy. Nie można zmieniać zasad wyznaczania współczynników długości wyboczeniowej wzdłuż odcinka.

Jeśli wybrany odcinek jest zakończony podporą z utwierdzeniem pokaże się plansza z pytaniem, czy do obliczeń współczynników długości wprowadzić warunki podparcia z rozwiązania statycznego (MES) lub przyjmując podatność właściwą dla rzeczywistej stopy słupa.

Sztynność stopy

[wg PN](#)
[wg MES](#)

☐ Nie pytaj więcej

Przy wyborze odcinka do wymiarowania nie ma ograniczenia jego długości. W belce odcinek wymiarowania może obejmować więcej niż jedno przęsło, podobnie w przypadku słupów program wyznaczy współczynniki długości wybocezeniowej zarówno dla słupa pomiędzy sąsiednimi poziomami, jak i dla słupa przechodzącego przez kilka kondygnacji. To projektant decyduje o długości wybranego odcinka do wymiarowania. Program sprawdza jedynie obecność przegubów i jeśli stwierdzi, że na długości wybranego odcinka występuje przegub, to automatycznie skróci ten odcinek.

Po obliczeniu współczynników długości wybocezeniowej pokaże się plansza założeń do wymiarowania elementu.

Wymiarowanie elementu stalowego (HKS300-1)

Opis wymiarowanego elementu: Słup (HKS300-1)

Element
L: 18,3 m Klasa 3

Napężenia
☒ Spawana mechanicznie
☐ Spawana ręcznie

Rozciąganie
Oslabienie elementu otworami na łączniki PN 0 %

☒ Zwężenie
fiL 0,66 L/3
Długość zwężeniowa 6,2 m

Wsp.β składniki poprawkowe dla Mg Max
Bx 1,0 Delta x 0,0
By 1,0 Delta y 0,0

Materiał
18G2A

☐ Rezerwa plastyczna

Ugięcia ☐ Wspornik
L/ 350 Opis

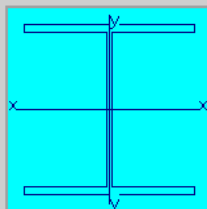
Długość przęsła 18,3 m

Wyboczenie
Długość obliczeń Lx 18,3 m Ly 18,3 m
Wsp. dług. wybocz. mx 0,31 my 0,33

☒ Podatna stopa słupa utwierdzonego

dla Mg Min
Bx 1,0 Delta x 0,0
By 1,0 Delta y 0,0

PN-90/B-03200



☒ Pełny zakres listy

[Numery wariantów](#)

[Anuluj](#)

[Oblicz](#)

OK

W oknie „Opis wymiarowanego elementu” wprowadza się opis wymiarowanego fragmentu. Program proponuje swoje opisy - poziomy odcinek ustroju będzie nazywał się Rygiel, pionowy - Słup, a ukośny – Belka, ale użytkownik może wprowadzić własny opis. Opis uzupełniony jest nazwą przekroju. Na podstawie treści opisów można wybierać fragmenty dokumentacji z pliku .WST.

W oknie „Element” podana zostaje długość L wybranego odcinka oraz klasa przekroju występującego na tym odcinku. Jeśli będzie to przekrój, dla którego program nie potrafi określić klasy, wtedy pokaże się napis „Przyjęto Klasa 3”. Dla przekrojów klasy 4 pokaże się okno z zadaną odległością pomiędzy poprzecznymi żebrami usztywniającymi, przy czym przy pierwszym wywołaniu planszy dla takiego przekroju zostanie wyświetlona maksymalna wartość normowa $2 \cdot h_w$. Użytkownik może wprowadzić rzeczywisty rozstaw żeber poprzecznych, który będzie już pokazywany przy powtórnym wywołaniu tego odcinka.

- 37 -

W oknie „Materiał” można wprowadzić inny gatunek niż został zadany na planszy danych początkowych. W przypadku przekrojów klasy 1 i 2 można także wprowadzić warunek wykorzystania rezerwy plastycznej przekroju zginanego.

W polu „Naprężenia” zamieszczone są parametry dotyczące technologii wykonania elementu, które trzeba podać tylko dla przekrojów spawanych i dla rur; dla przekroju walcowanego pole to będzie więc nieaktywne. Parametry te sterują wyborem krzywej wyboczeniowej i zwichrzeniowej.

W polu „Ugięcia” zadaje się dopuszczalną (graniczną) strzałkę ugięcia, której wartość jest odniesiona do całej długości L wybranego elementu. Np. jeśli wybrany odcinek obejmuje całą belkę wieloprzęsłową to trzeba samemu sprowadzić normowy warunek ugięć do długości odcinka L. Zadana wartość ugięcia granicznego będzie pokazana na końcowej planszy i wystąpi w zapisie dokumentacyjnym. Przyciskiem **Opis** można wyświetlić tabelę 4 normy stalowej zawierającą wartości ugięć granicznych dla różnego rodzaju elementów.

Pole „Rozciąganie” pojawi się wtedy, kiedy program stwierdzi, że w wybranym odcinku występują siły rozciągające. Można wtedy wprowadzić procentowy stopień osłabienia całego przekroju na rozciąganie. Przyciskiem [PN] wywołuje się planszę, na której są szkice złączy śrubowych średnica i/lub pasów przekroju. Po określeniu miejsca i typu połączenia można wpisać jego parametry i program sam obliczy procentowe osłabienie całego przekroju na rozciąganie.

Pole „Zwichrzenie” jest aktywne tylko dla tych elementów, w których takie zjawisko może wystąpić i wtedy, kiedy będzie odpowiednia składowa momentu zginającego. Początkowa długość zwichrzenia przyjmowana jest taka sama jak długość L wybranego odcinka. Po wprowadzeniu własnej długości będzie ona pamiętana i po powtórny wybraniu tego miejsca modelu będzie podpowiadana. W sytuacji pełnego zabezpieczenia elementu przed zwichrzeniem można to pole wyłączyć – do dalszych obliczeń program przyjmie wtedy zerową długość zwichrzenia. W każdej chwili można przyciskiem [L] wprowadzić na nowo długość zwichrzenia równą długości odcinka. W okienku „fiL” podawana jest wartość współczynnika zwichrzenia obliczona przez program według wzoru z tablicy 11 normy PN-90/B-03200 na podstawie smukłości względnej zwichrzenia λ_L . Dla elementów o bisymetrycznych przekrojach dwuteowych o wysokości nie większej niż 500mm program oblicza smukłość względną wg wzoru (51) normy. Dla przekrojów o większej wysokości wzór (51) prowadzi do zbyt dużych rezerw nośności zwichrzeniowej i wtedy program oblicza tę smukłość z wzoru:

$$\bar{\lambda}_L = 0,045 \sqrt{\frac{\frac{f_d}{215}}{\sqrt{\left[\frac{b \cdot t_f}{l(h - t_f)}\right]^2 + \left(\frac{b}{l}\right)^4}}},$$

w którym:

f_d – wytrzymałość obliczeniowa stali,
 b – szerokość półki,
 t_f – grubość półki,

l – długość zwichrzeniowa,
 h – wysokość całkowita przekroju,



Wartość współczynnika zwichrzenia pokazuje się w okienku i użytkownik może ją zmienić wg własnego uznania (własnych obliczeń). Podobnie jest ze współczynnikami β_x i β_y ujmującymi wpływ kształtu wykresu momentu zginającego wzdłuż elementu. Program przyjmuje je jako równe 1,0, ale użytkownik może wprowadzić własne wartości. Na planszy będzie dostępny tylko współczynnik β dla faktycznie występującej składowej momentu zginającego.

Kolejne pole „Wyboczenie” pokazuje się tylko wtedy, kiedy wybrany fragment jest obciążony siłami ściskającymi. W polu tym pokazane są dwie długości obliczeniowe dla wyboczenia względem osi x' i względem osi y' elementu. Początkowo są to długości L wybranego odcinka. Pod nimi są okienka ze współczynnikami długości wyboczeniowej, w których podpowiadane są wartości wcześniej obliczone w sposób ścisły lub przy uwzględnieniu zadeklarowanej przesuwności węzłów. Jeśli na planszy przesuwności wybrano przycisk $m_x = 1$ to wtedy pokaże się napis „Przyjęto $m_x = 1$ ”; podobnie będzie dla drugiego kierunku. Taki sam napis pokaże się samorzutnie, jeśli wybrany odcinek zakończony jest przegubami.

W przypadku ustrojów płaskich przyjęto regułę, że współczynnik długości wyboczeniowej elementu z płaszczyzny modelu jest zawsze równy 1,0. Użytkownik może zmieniać wartość zarówno długości obliczeniowej, jak i współczynnika długości wyboczenia. Przyciskiem [mx] i [my] może wyzerować współczynnik długości wyboczeniowej i wtedy efekt wyboczenia nie będzie uwzględniany względem osi z zerowym współczynnikiem m .

W polu tym może jeszcze pojawić się włącznik podatnej stopy słupa, jeśli na końcu wybranego odcinka występuje podpora ustroju.

Po prawej stronie planszy założeń do wymiarowania elementu jest włącznik „Pełna lista”, który umożliwia na bieżąco sterować zakresem dokumentacji wymiarowania. Przycisk Numery pozwala pokazać listę z numerami wariantów przyjętych do wymiarowania. Będą to na ogół dwie listy, jedna dla maksymalnego naprężenia i druga dla minimalnego naprężenia. Numery tych wariantów będą też zamieszczone w dokumentacji wymiarowania.

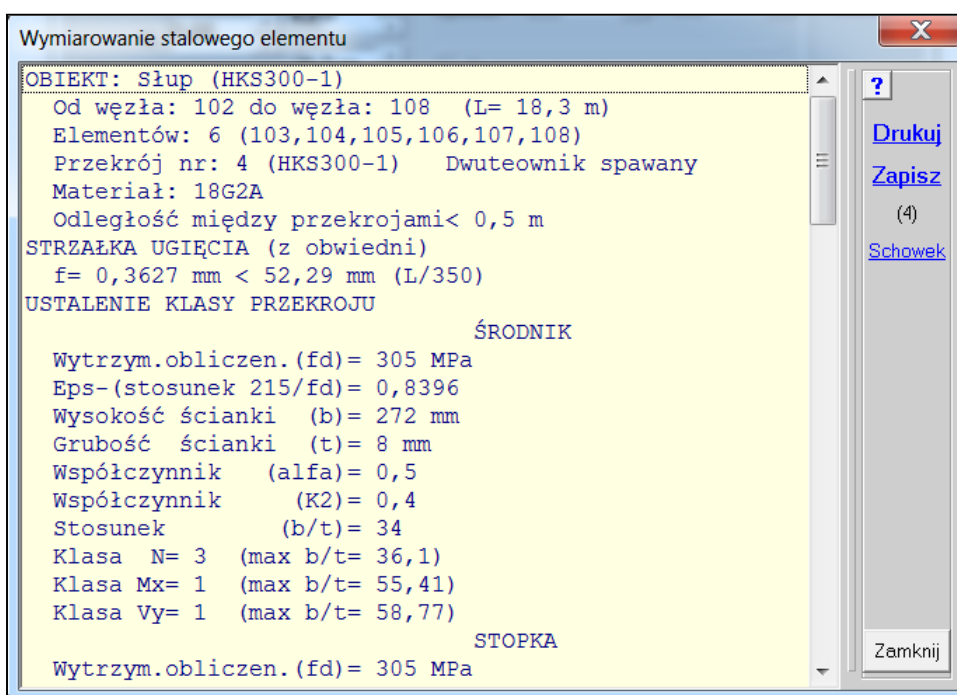
Po wybraniu przycisku [OK] program obliczy nośność elementu, a wyniki pokaże na osobnej planszy. W zielonkawym oknie tej planszy pokazany jest stopień wykorzystania nośności przekroju oraz elementu. Wartości większe od 1,0 będą miały kolor czerwony. W trzeciej linii podawana jest strzałka ugięcia. Jeśli program stwierdzi, że jeden z końców wybranego odcinka nie jest podparty i dochodzą do niego elementy sąsiednie, to potraktuje ten koniec jako koniec wspornika i wtedy opis tej linii zmieni się na Ugięcie, a podana wartość będzie różnicą przemieszczeń początku i końca odcinka wymiarowanego. Jeśli wartość strzałki lub ugięcia będzie większa od zadanej wartości granicznej, wtedy napis ten będzie czerwony. W oknie tym będzie podana także smukłość odcinka. Również ta liczba może być wyświetlona na czerwono, jeśli będzie większa od wartości maksymalnej smukłości dla elementów ściskanych wynoszącej 250. Na dole tego okna będzie też napis „Ze zwichrzeniem”, jeśli ten stan uwzględniano w obliczeniach, lub „Bez zwichrzenia”, jeśli kształt przekroju elementu eliminuje to zjawisko lub użytkownik wyłączył odpowiedni przycisk na planszy założeń wymiarowania. Jeśli wymiarowany odcinek jest tylko rozciągany (np. pręt kratownicy) wtedy w tym miejscu będzie napis „Rozciąganie”.

W drugim polu tej planszy, „Zmiany przekroju”, można wprowadzić nowy przekrój, o większej nośności - jeśli nie spełnione są warunki z lewego okna, lub o mniejszej nośności - jeśli użytkownik uznaje to uzasadnione. Nowy przekrój może być albo obliczony modulem MOMBEZ albo odczytany z bazy danych albo też może być wprowadzony z przekrojów występujących w innych miejscach

modelu. Nowy przekrój może zastąpić obliczany w całym modelu (wtedy liczba przekrojów nie ulega zmianie), może też być wprowadzony tylko w analizowanym miejscu albo też może być wprowadzony tylko w elementach pokazywanych na ekranie (w tych dwóch ostatnich przypadkach liczba elementów w modelu zostanie zwiększona o jeden). Po wybraniu nowego przekroju zostaną ponownie obliczone nośności przekroju oraz nośności elementu dla takich samych założeń jakie zadano przy starym przekroju. Wyniki nowych obliczeń wymiarowania zostaną od razu pokazane na planszy wyników. Zmieniony model trzeba powtórnie przeliczyć, o czym przypomni odpowiedni komunikat

Przyciskiem [Lista](#) wywoła się planszę z dokumentacją obliczeń. W dokumentacji będą zawsze następujące informacje:

Linia OBIEKT podaje opis wymiarowanego fragmentu. Będzie to tekst nadany automatycznie lub wpisany przez użytkownika. W następnej linii będą numery węzłów skrajnych wybranego odcinka i jego długość L.



Dalej będzie numer przekroju poprzecznego z symbolem i słownym opisem typu. W kolejnej linii będzie symbol gatunku stali, a w następnej informacja o odległości między przekrojami analizy. Następnie podana jest strzałka ugięcia lub ugięcie wspornika odniesione do wartości dopuszczalnej, która obliczona jest jako zadana część długości L odcinka wymiarowanego.

W wierszu KLASA PRZEKROJU podana jest klasa przekroju występującego na analizowanym odcinku. Jeśli będzie to klasa założona przez program (dla przekroju, dla którego program nie ustala klasy), to w nawiasie zostanie dodane słowo (przyjęta). Dla klasy 4 podany będzie także przyjęty rozstaw poprzecznych żeber usztywniających.

Kolejny blok danych na tej planszy zawiera cechy geometryczne przekroju poprzecznego: pole przekroju, pola czynne na ścinanie (A_{vy} – przy ścinaniu równoległym do osi y' przekroju oraz A_{vx} – przy ścinaniu równoległym do osi x') oraz wskaźniki na zginanie względem osi x' i y' dla ściskanej i rozciąganej części przekroju.

Kolejny blok to NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU, który zawiera nośności potrzebne do dalszych obliczeń. Mogą w nim być podane wartości nośności na ściskanie N_{Rc} , na rozciąganie N_{Rt} , na ścinanie V_{Rx} i V_{Ry} oraz na zginanie M_{Rx} i M_{Ry} . W przypadku przekroju klasy 4 podane są też współczynniki ψ redukcji nośności przekroju ze względu na niestateczność miejscową, a dla przekrojów klasy 1 i 2 - obliczeniowy współczynnik rezerwy plastycznej α_p .

Wymiarowanie stalowego elementu
X

NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU

Na rozciąganie (N_{Rt})= 2548 kN
 (Osłab.przekroju otworami/mimośrodem= 21 %)

Na ściskanie (N_{Rc})= 2548 kN

Na ścinanie (V_{Ry})= 384,9 kN

Na ścinanie (V_{Rx})= 1486 kN

Na zginanie (M_{Rx})= 376,8 kNm

Na zginanie (M_{Ry})= 128,4 kNm

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Warianty i siły dla maksymalnych naprężeń

Nrr: 1,2,3,4,5,6,10

Ściskanie (N_c)= 173,6 kN

Ścinanie (V_y)= 16,39 kN Ścinanie (V_x)= 6,285 kN

Zginanie (M_x)= 51,12 kNm Zginanie (M_y)= 5,292 kNm

Warianty i siły dla minimalnych naprężeń

Nrr: 1,2,3,4,6,10

Rozciąg. (N_t)= 0,001176 kN

Ściskanie (N_c)= 179,7 kN

Ścinanie (V_y)= 16,41 kN Ścinanie (V_x)= 6,285 kN

Zginanie (M_x)= 51,15 kNm Zginanie (M_y)= 5,291 kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

$N_t/N_{Rt}+M_x/M_{Rx}+M_y/M_{Ry}= 0,18 < 1$

?

Drukuj

Zapisz

(4)

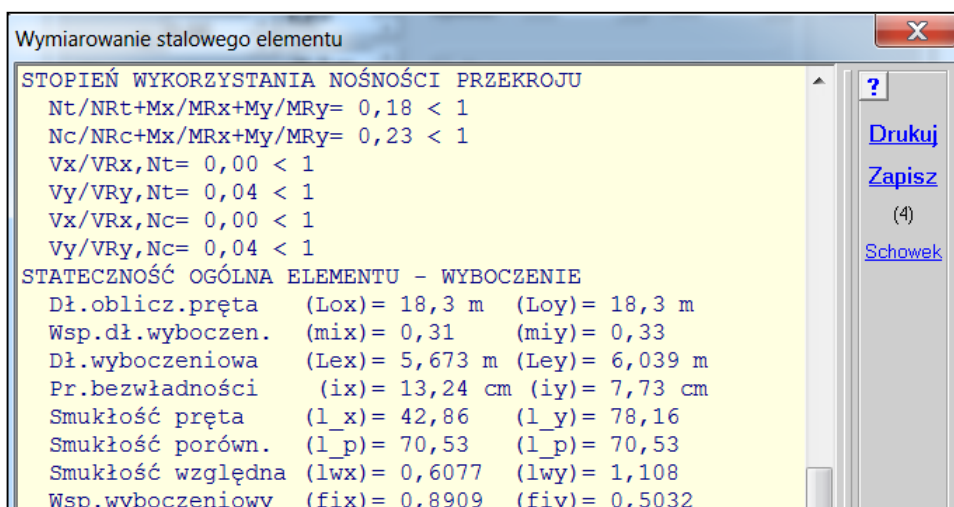
Schowek

Zamknij

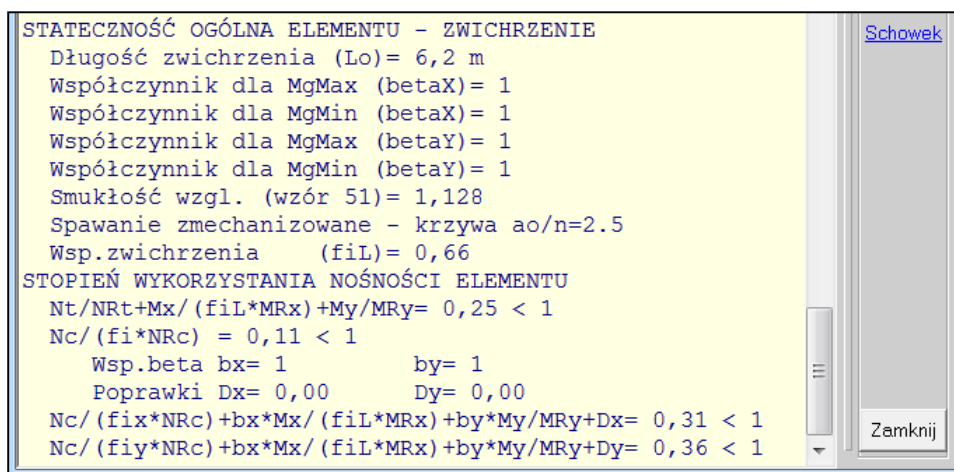
W bloku OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE podane są numery wariantów i siły wewnętrzne, którym odpowiadają największe naprężenia rozciągające i ściskające.

W bloku STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU podawane są normowe warunki nośności (wytrzymałości) przekroju, które były sprawdzane dla tego przekroju, dla którego obliczony stopień wykorzystania nośności przekroju jest maksymalny.

Kolejny blok to STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU – WYBOCZENIE, w którym podane są parametry dla wyoboczenia względem osi x' i y' przekroju: długości obliczeniowe pręta L_0 , współczynniki długości wyoboczeniowej μ_i , smukłości pręta λ_i oraz odpowiadające im współczynniki wyoboczeniowe φ .



Następny blok to STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU – ZWICHRZENIE, w którym podana jest długość zwiczenia L_o oraz współczynnik zwiczenia ϕ_L .

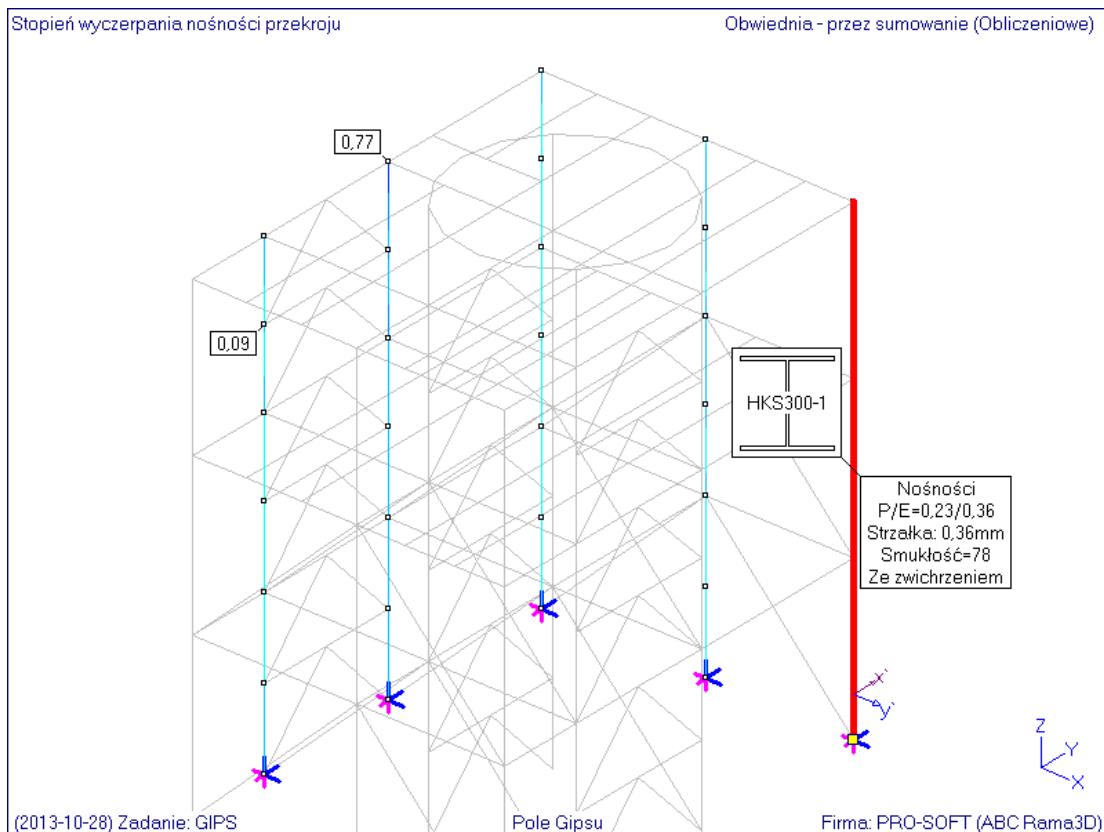


Ostatni blok wyników to STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU. Podane są w nim te normowe warunki nośności (stateczności) elementu, które były sprawdzane w celu wyznaczenia wartości stopnia wykorzystania nośności elementu.

Przedstawiony powyżej zakres danych i wyników obliczeń wymiarowania jest zakresem standardowym. Przy pełnym zakresie listy, ilość zapisanych informacji jest znacznie większa, zwłaszcza w blokach dotyczących klasy przekroju i stateczności elementu.

Na planszy z listą dokumentacyjną znajduje się przycisk [Zapisz](#), który pozwala zapisać listę dokumentacyjną do pliku .WST. Pod tym przyciskiem podawana jest liczba zapisanych analiz. W tym miejscu można do pliku tylko dopisywać. W opcji Lista wymiarowania można usunąć wybraną analizę.

Na planszy ze stopniami wykorzystania nośności przekroju i elementu jest przycisk [Rysuj](#), który pozwala sporządzić rysunek modelu z zaznaczonym odcinkiem wymiarowania, kształtem przekroju i głównymi wynikami obliczeń.



Przyciskiem **Wróć** można zamknąć tylko planszę wyników i wrócić bezpośrednio do planszy założeń, na której można zmienić jakieś dane, np. długość zwichrzenia, i otrzymać nowy, powtórnie obliczony, stopień wykorzystania nośności elementu. Przycisk **[OK]** zamyka obie plansze i program wraca do trybu wyboru kolejnego odcinka do wymiarowania.

50.2. Opcja Zestawienie

Opcja **Zestawienie** umożliwia sporządzenie syntetycznego raportu z wymiarowania. Do powstania raportu potrzebny jest plik .WST z zapisanymi analizami. Na planszy wskazuje się te analizy, dla których ma być sporządzone zestawienie, a także zaznacza się te wielkości, które mają znaleźć się w zestawieniu. Po wyróżnieniu linii w oknie ze spisem analiz można przyciskiem [Lista](#) poznać dokumentację wskazanej analizy, co ułatwia jej zakwalifikowanie do zestawienia.

Zestawienie wymiarowania
X

- ☒ Numer przekroju
- ☒ Opis przekroju
- ☒ Gatunek stali
- ☒ Długość elementu
- ☒ Masa elementu
- ☒ Smukłość
- ☒ Nośność przekroju
- ☒ Nośność elementu
- ☒ Strzałka ugięcia

- ☒ 1.Słup (HKS300-1)
- ☒ 2.Rygiel (Bisymetryczny)
- ☒ 3.Rygiel (HEB140)
- ☒ 4.Belka (Sk C200)

?

Lista

Anuluj

OK

D 51. Wymiarowanie ustroju drewnianym

W programie ABC Obiekt3D można przeprowadzić wymiarowanie drewnianych elementów prętowych wg normy PN-B-03150:2000. Wymiarowanie obejmuje wszystkie przekroje przygotowane zakładką Drewniane modułu MOMBEZ. Nie można natomiast wymiarować przekrojów zadanych tylko parametrami (opcja **Parametry** w menu [Przekrój](#)). Elementy mogą być z drewna litego lub klejonego warstwowo, pojedyncze lub złożone łączone na łączniki mechaniczne. W tym ostatnim przypadku, ze względu na konieczność ustalenia efektywnej sztywności elementu, muszą być zadane także jego długości konstrukcyjne, o czym wspomniano w rozdziale poświęconemu zadawaniu przekrojów.

Wymiarowanie elementów drewnianych odbywa się w dwóch etapach obejmujących sprawdzenie wytrzymałości (nośności) przekrojów elementu oraz sprawdzenie nośności (stateczności) elementu jako całości. Takie dwuetapowe podejście ma na celu zminimalizowanie nakładu pracy do osiągnięcia końcowego wyniku wymiarowania.

W konstrukcjach ramowych w pierwszym etapie obliczany jest stopień wykorzystania nośności przekrojów. Drugi etap wymiarowania konstrukcji ramowej jest procesem, w którym użytkownik musi wybrać prostoliniowe odcinki ustroju o stałym przekroju poprzecznym i dla tych odcinków podawany jest warunek ugięć oraz wyznaczane są warunki stateczności ogólnej z uwzględnieniem wybożenia i zwichrzenia. Przy końcu obliczeń na ekranie pokazuje się plansza wyników wymiarowania podająca maksymalny stopień wykorzystania nośności przekrojów wybranego odcinka, stopień wykorzystania nośności elementu (z wybożeniem i ze zwichrzeniem) oraz strzałkę ugięcia.

Założenia i wyniki wymiarowania zapisywane są do pliku tekstowego. Zakres dokumentowania tych obliczeń może mieć dwa poziomy: zwykły, w którym zapisane są główne wyniki, zajmujący na ogół kartkę A4 i rozszerzony, w którym udokumentowane są wszystkie wykonane obliczenia. Plik tekstowy może być przeglądany, można też z niego usuwać zbędne analizy.

Procedura wymiarująca pozwala zmienić przekrój analizowanego elementu na inny, jeśli aktualny nie spełnia warunków nośności albo warunków ekonomicznych (zbyt mały stopień wykorzystania nośności). Nowy przekrój może być wzięty z modułu MOMBEZ, z bazy danych lub zamieniony na inny istniejący już w modelu. Ponowne obliczenia nośności są prowadzone dla sił wewnętrznych wyznaczonych dla przekroju pierwotnego. Po takiej zmianie przekrojów zadanie musi być powtórnie obliczone, włącznie ze sprawdzeniem nośności. Informują o tym stosowne komunikaty, a zachowanie się programu jest takie, że wymusza wykonanie tych powtórnych obliczeń.

Po wybraniu przycisku [Wymiar](#) zawsze jako pierwsza pokazuje się plansza założeń do wymiarowania.

Wprowadzone na niej dane będą pamiętane i przy powtórным wyświetlaniu planszy zgłaszają się jako domyślne. W polu „Plik dokumentacji” można włączyć warunek „Pełna lista”. Jeśli w zadaniu jest już plik o rozszerzeniu .WDR wtedy dostępne będą dwa przełączniki: „Od nowa” i „Dopisać”, dodatkowo podana będzie również liczba zapisanych analiz. Domyślnie włączone będzie „Dopisywanie”, ale można usunąć stary plik włączając „Od nowa”, co będzie wymagało potwierdzenia.

Z uwagi na reologiczne własności drewna należy określić warunki użytkowania i obciążenia konstrukcji, co czyni się w polu „Warunki środowiskowe”. W pierwszej kolejności określa się klasę użytkowania konstrukcji, przy czym do wyboru są trzy klasy, których opis pokaże się po kliknięciu w przycisk [Opis](#). Następnie poszczególnym wariantom (schematom) obciążeń należy przypisać klasę obciążenia. Przyciskiem [Zmiana klas](#) wywołuje się planszę na której można wprowadzić które warianty będą miały charakter obciążeń stałych, długotrwałych, średnio trwałych, krótko trwałych czy chwilowych. Bez tej deklaracji wszystkim wariantom zostanie nadana klasa obciążeń stałych, a to może prowadzić do przewymiarowania konstrukcji. Przyciskiem [Lista klas i atrybutów](#) wyświetla się listę wariantów z przypisaną im klasą obciążenia, atrybutem i mnożnikami obciążenia.

W trzecim polu planszy można ustalić kombinację obciążeń, dla której ma być przeprowadzone wymiarowanie konstrukcji. Domyślnie włączony jest przełącznik „Obwiednia” i wtedy nie będzie okienka ze spisem wariantów obciążeń. Po włączeniu przełącznika „Wariant” pokaże się okienko ze spisem wariantów, z którego można wybrać wariant sił wewnętrznych, dla którego zostanie przeprowadzone wymiarowanie. W polu „Warunki środowiskowe” pojawi się napis informujący jaką klasę obciążenia ma ten wariant (w przypadku wariantu złożonego z kilku obciążeń składowych różnych klas, jako klasę wariantu przyjmowana jest najwyższa klasa obciążeń składowych). Przyciskiem [Zmiana klasy](#) będzie można zmienić klasę tego wariantu. Ustawiony tutaj warunek jest pamiętany i przy powtórным wywołaniu tej planszy będzie podpowiadany. W tym oknie jest też przycisk [Krok: x m](#), którym można zmienić odległość między przekrojami analizy.

The screenshot shows a dialog box titled "Klasa trwania obciążenia". On the left, there is a list of load types with checkboxes:

- ☒ 1.(Stale) Ciężar własny
- ☒ 2.(Stale) Pokrycie dachu
- ☐ 3.(Średnie) Śnieg
- ☐ 4.(Krótkie) Wiatr +X
- ☐ 5.(Krótkie) Wiatr -X
- ☐ 6.(Krótkie) Wiatr +Y
- ☐ 7.(Krótkie) Wiatr -Y

 Below the list is a button labeled "Wszystkim wariantom". On the right, under the heading "Klasa", there are radio buttons for:

- ☒ Stale
- ☐ Długotrwałe
- ☐ Średniotrwałe
- ☐ Krótkotrwałe
- ☐ Chwilowe

 At the bottom right, there are buttons for "Anuluj" and "OK". A question mark icon is visible in the top right corner of the dialog box.

W trzecim polu planszy można ustalić kombinację obciążeń, dla której ma być przeprowadzone wymiarowanie konstrukcji. Domyślnie włączony jest przełącznik „Obwiednia” i wtedy nie będzie okienka ze spisem wariantów obciążeń. Po włączeniu przełącznika „Wariant” pokaże się okienko ze spisem wariantów, z którego można wybrać wariant sił wewnętrznych, dla którego zostanie przeprowadzone wymiarowanie. W polu „Warunki środowiskowe” pojawi się napis informujący jaką klasę obciążenia ma ten wariant (w przypadku wariantu złożonego z kilku obciążeń składowych różnych klas, jako klasę wariantu przyjmowana jest najwyższa klasa obciążeń składowych). Przyciskiem [Zmiana klasy](#) będzie można zmienić klasę tego wariantu. Ustawiony tutaj warunek jest pamiętany i przy powtórным wywołaniu tej planszy będzie podpowiadany. W tym oknie jest też przycisk [Krok: x m](#), którym można zmienić odległość między przekrojami analizy.

Na planszy startowej znajduje się jeszcze warunek zwiększenia wytrzymałości na zginanie i rozciąganie przekroju prostokątnego, którego włączenie spowoduje zastosowanie w obliczeniach zwiększonych wartości wytrzymałości drewna w przypadku przekroju o mniejszych wymiarach, co jest dopuszczone przez normę.

Jeśli wymiarowanie będzie odbywało się dla wartości sił wewnętrznych z obwiedni to po kliknięciu w przycisk [OK] program sprawdzi czy obliczenia obwiedni zostały już przeprowadzone. Jeśli takich obliczeń jeszcze nie było, to automatycznie zostanie wywołana procedura obliczania obwiedni naprężeń i trzeba będzie ponownie wybrać przycisk [Wymiar](#). Ponieważ informacje obliczane podczas wyznaczania obwiedni naprężeń zależą od kroku analizy stąd po jego zmianie trzeba powtórzyć sporządzenie obwiedni naprężeń. W dużych modelach z dużą liczbą schematów obciążenia obliczanie obwiedni naprężeń trwa dość długo.

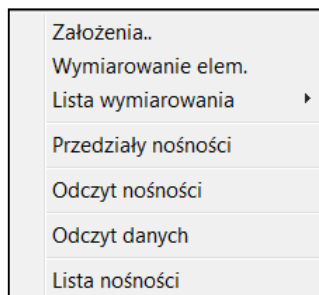
Po zamknięciu planszy przyciskiem [OK] zostaną wyznaczone stopnie wykorzystania nośności przekroju (dla kratownic będzie to od razu stopień wykorzystania nośności elementu) i rozkład zostanie pokazany w formie barwnej mapy. Wartościom od 0,0 do 1,0 jest przyporządkowanych pięć równych przedziałów, którym odpowiada pięć odcieni koloru niebieskiego. Jeśli w zadaniu będą obszary, w których stopień wykorzystania nośności będzie większy od 1,0 to wszystkim tym obszarom zostanie przyporządkowany jeden przedział i zostaną one wyróżnione czerwonym kolorem. W legen-

dzie, w której będą zawsze przedziały do 1,0, przedział czerwony pokaże się tylko w sytuacji, kiedy będą miejsca z przekroczoną nośnością.

Jeśli w menu [Pokaż](#) będzie włączona opcja **Miejsca max.** to na rysunku pokażą się dwie plakietki lokalizujące miejsca o minimalnym i maksymalnym stopniu wykorzystania nośności przekroju.

Ponowne wybranie przycisku [Wymiar](#) spowoduje pokazanie menu o opcjach jak na rysunku obok.

Opcja **Założenia** wyświetla planszę założeń do wymiarowania elementu. Można wtedy np. zmienić klasy obciążeń. Warunek „Pełna lista” dotyczący zakresu dokumentacji może być zmieniany na planszy założeń.

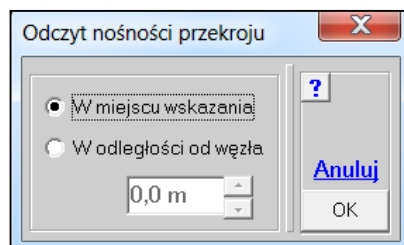


Opcja **Wymiarowanie elem.** pozwala wybrać obszar konstrukcji do zwymiarowania, ze sprawdzeniem warunków stateczności ogólnej. Tok postępowania przy wymiarowaniu jest omówiony w następnym rozdziale.

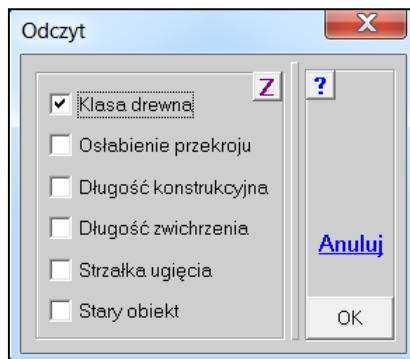
Opcja **Lista wymiarowania** pokaże się tylko wtedy, kiedy zapisano wyniki analiz do pliku .WDR. Po wskazaniu myszą tej opcji rozwija się lista przeprowadzonych i zapisanych analiz. Po wskazaniu odpowiedniej pozycji otrzymuje się planszę z dokumentacją przeprowadzonych obliczeń. Zakres dokumentacji będzie zależał od ustawienia „Pełna lista”.

Opcja **Przedziały nośności** pozwala pokazać obszary ustroju, w których stopień wykorzystania nośności będzie zawarty w wybranym przedziale.

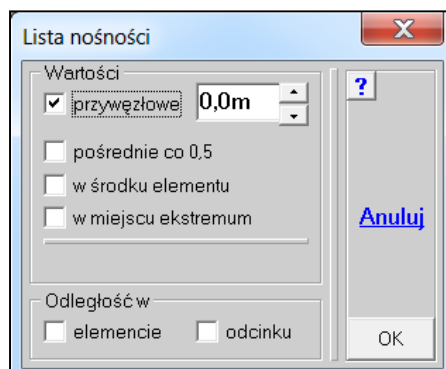
Opcję **Odczyt nośności** można odczytać stopień wykorzystania nośności w wybranych miejscach. Dla ułatwienia wyboru pokaże się plansza pozwalająca określić czy będzie to miejsce wskazania (węzeł ustroju wybrany oknem) czy też przekrój w zadanej odległości od końca elementu.



Opcję **Odczyt danych** można poznać szereg wartości przyjętych do obliczeń. Wskazanie tych wielkości ustala się na planszy pokazanej obok. Poza klasą drewna, która jest domyślnie włączona, można odczytać zadany stopień osłabienia przekroju na rozciąganie, długość konstrukcyjną i zwichrzenia, dopuszczalną strzałkę ugięcia i czy zadano warunek starego obiektu.



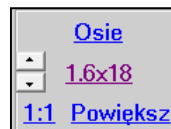
Opcją Lista nośności można sporządzić tabelaryczne zestawienie stopnia wykorzystania nośności przekroju w połączeniu z numerami wybranych elementów. O postaci listy można zdecydować na planszy profilu. Można wybrać tylko wartości przywęzłowe lub dodatkowo środkowe czy pośrednie w przekrojach analizy. Ponadto można w tabeli umieścić kolumnę z odległością w elemencie bądź w wybranym odcinku.



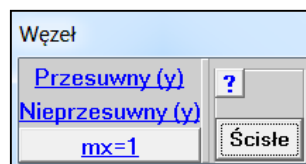
51.1. Wymiarowanie elementu drewnianego

Jeśli we wszystkich miejscach modelu stopień wykorzystania nośności przekroju będzie mniejszy od 1,0 to można przejść do obliczania nośności elementu. Stopień wykorzystania nośności elementu zawsze będzie co najwyżej równy stopniowi wykorzystania nośności przekroju, a przy uwzględnieniu wybočenja lub zwłóczenia jest zazwyczaj większy.

Prostoliniowe odcinki ustroju o stałym przekroju można od razu wybierać na pełnym modelu, ale sugerowane jest ograniczenie modelu do jednego typu przekroju. W menu [Fragment](#) opcją [Przekrój](#) można wybrać jeden przekrój. Teraz należy wybrać odcinek, w którym jest największy stopień wykorzystania nośności przekroju i wyznaczyć stopień wykorzystania nośności elementu. W przycisku [Fragment](#) pojawi się przycisk z trójkątami, który pozwala sekwencyjnie zmieniać przekrój pokazywanego fragmentu. Sam przycisk [Fragment](#) jest opisany aktualnie pokazywanym przekrojem.



Po wybraniu odcinka program sprawdzi warunki obciążenia działające na niego. Jeśli wybrany odcinek będzie ściskany to konieczne jest ustalenie jego długości wyboczeńiowych. Na ekranie w pobliżu węzła z rozgałęzieniami pokaże się wtedy plansza umożliwiająca wybranie jednego z trzech możliwych sposobów ustalenia długości wyboczeńiowych wskazanego odcinka. W pierwszym sposobie program wyznacza długości wyboczeńiowe (ich współczynniki) wskazanego odcinka między rozgałęzieniami ustroju na podstawie sztywności prętów schodzących się w węzłach i określeniu przesuwności lub nieprzesuwności tych węzłów. W drugim sposobie zakłada się, że współczynnik długości wyboczeńiowej ma wartość równą 1 ($m_x=1$). W modelu czysto prętowym można też wybrać trzeci sposób - włączyć przycisk [Ścisłe] uruchamiający procedurę ścisłego wyznaczania siły krytycznej i współczynników długości wyboczeńiowej. Po włączeniu jednostkowego współczynnika długości wyboczeńiowej względem osi x' ($m_x=1$) można będzie podać warunki dla wybočenja względem osi y' . W celu ułatwienia orientacji osi przekroju, w środku długości wybranego odcinka rysowany jest układ osi przekrojowych (x' , y'). Jednostkowe współczynniki długości wyboczeńiowej zadaje się tylko raz, natomiast warunki przesuwności muszą być określone w każdym węźle z rozgałęzieniami i to osobno w kierunku osi x' i y' .



Jeśli włączony jest pełny zakres opcji to na tej planszy pokaże się przycisk [Ścisłe], który pozwala wyznaczyć współczynniki długości wyboczeńiowej dla wybranego odcinka w sposób najbardziej dokładny, t.j. z uwzględnieniem rzeczywistej sztywności podparcia resztą konstrukcji. W tym celu program automatycznie wyznacza liczby wpływu w miejscu rozgałęzień ustroju, a na ich podstawie długości wyboczeńiowe poszczególnych prętów ustroju. Dla dużych obiektów może to być proces dość długotrwały. Przycisk [Ścisłe] będzie dostępny tylko przy pierwszym pokazaniu się tej planszy. Nie można zmieniać zasad wyznaczania współczynników długości wyboczeńiowej wzdłuż odcinka.

Przy wyborze odcinka do wymiarowania nie ma ograniczenia jego długości. W belce odcinek wymiarowania może obejmować więcej niż jedno przeszło, podobnie w przypadku słupów program

wyznaczy współczynniki długości wybocheniowej zarówno dla słupa pomiędzy sąsiednimi poziomami, jak i dla słupa przechodzącego przez kilka kondygnacji. To projektant decyduje o długości wybranego odcinka do wymiarowania. Program sprawdza jedynie obecność przegubów i jeśli stwierdzi, że na długości wybranego odcinka występuje przegub, to automatycznie skróci ten odcinek.

Po obliczeniu współczynników długości wybocheniowej pokaże się plansza założeń do wymiarowania elementu.

W oknie „Opis wymiarowanego elementu” wprowadza się opis wymiarowanego fragmentu. Program proponuje swoje opisy - poziomy odcinek ustroju będzie nazywał się Rygiel, pionowy - Słup, a ukośny – Belka, ale można wprowadzić własny opis. Opis uzupełniony jest wymiarami przekroju podanymi w nawiasach. Na podstawie treści opisów można wybierać fragmenty dokumentacji z pliku .WDR. W oknie „Element” podana zostaje długość L odcinka wybranego oraz zadawany jest stopień osłabienia przekroju poprzecznego na rozciąganie.

W polu „Ugięcia” zadaje się dopuszczalną (graniczną) strzałkę ugięcia, której wartość jest odniesiona do całej długości L wybranego elementu. Np. jeśli wybrany odcinek obejmuje całą belkę wieloprzęsłową to trzeba samemu sprowadzić normowy warunek ugięć do długości odcinka L. Wartość ugięcia pokazana będzie na końcowej planszy i wystąpi w zapisie dokumentacyjnym. Przyciskiem Opis można wyświetlić normową tabelę zawierającą wartości ugięć dopuszczalnych.

Pole „Zwichrzenie” jest aktywne tylko dla tych elementów, w których takie zjawisko może wystąpić i wtedy, kiedy będzie odpowiednia składowa momentu gnącego. Początkowa długość zwichrzenia przyjmowana jest taka sama jak długość L wybranego odcinka. Po wprowadzeniu własnej długości będzie ona pamiętana i po powtórny wybraniu tego miejsca modelu będzie podpowiadana. W sytuacji pełnego zabezpieczenia elementu przed zwichrzeniem można to pole wyłączyć – do dalszych obliczeń program przyjmie wtedy zerową długość zwichrzenia. W każdej chwili można przyciskiem [L] wprowadzić na nowo długość zwichrzenia równą długości odcinka. Jeśli w wybranym miejscu zadano długość konstrukcyjną wtedy przyciskiem [L1] będzie można wprowadzić jej wielkość. W okienku „Kcrit” podawany jest współczynnik zwichrzenia obliczony przez program według normowej procedury dla aktualnej długości zwichrzenia Ld i zadanego miejsca (poziomu na wysokości elementu) przyłożenia obciążenia.

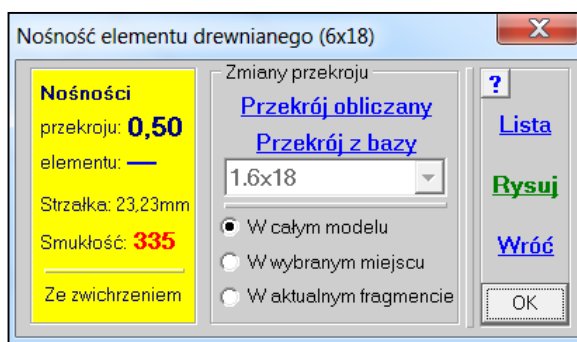
Kolejne pole „Wyboczenie” pokazuje się tylko wtedy, gdy wybrany odcinek jest obciążony siłami ścisłymi. W polu tym pokazane są dwie długości obliczeniowe: dla wyboczenia względem osi x' i względem osi y' elementu. Początkowo są to długości L wybranego odcinka. Pod nimi są okienka ze współczynnikami długości wyboczeniowej, w których podpowiadane są wartości wcześniej obliczone w sposób ścisły lub przy uwzględnieniu zadeklarowanej przesuwności węzłów. Jeśli na planszy przesuwności wybrano przycisk $m_x = 1$ to wtedy pokaże się napis „Przyjęto $m_x = 1$ ”; podobnie będzie dla drugiego kierunku. Taki sam napis pokaże się samorzutnie, jeśli wybrany odcinek zakończony jest przegubami.

W przypadku ustrojów płaskich przyjęto regułę, że współczynnik długości wyboczeniowej elementu z płaszczyzny modelu jest zawsze równy 1,0. Użytkownik może zmieniać wartość zarówno długości obliczeniowej, jak i współczynnika długości wyboczenia. Przyciskiem [mx] i [my] może wyzerować współczynnik długości wyboczeniowej i wtedy efekt wyboczenia nie będzie uwzględniany względem osi z zerowym współczynnikiem m .

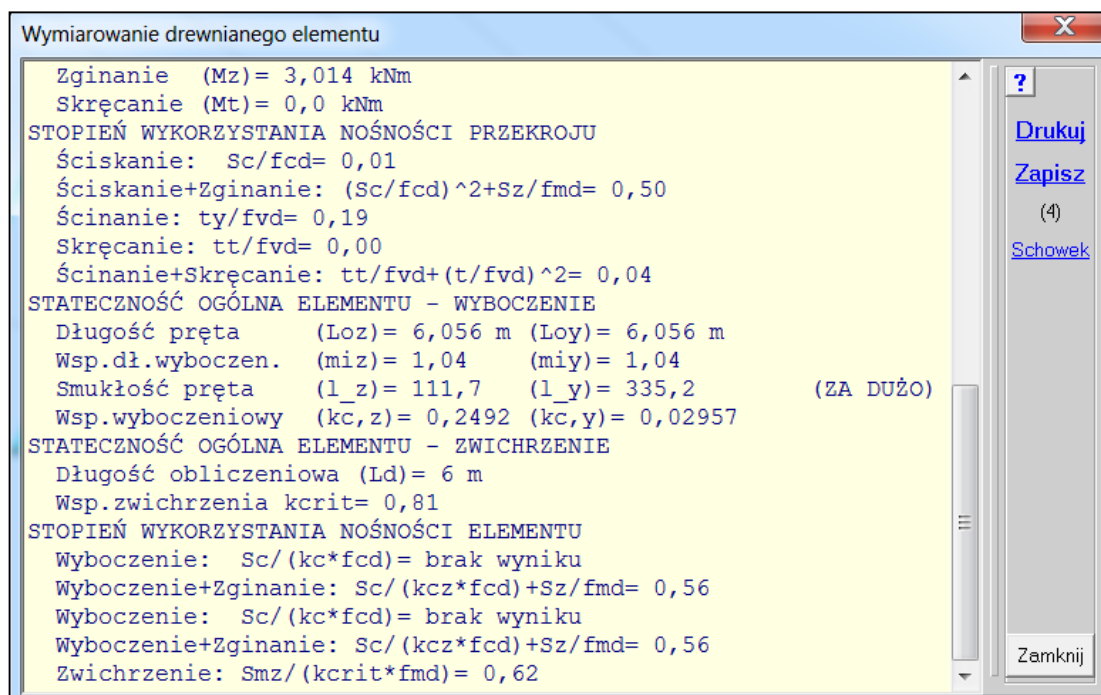
Po prawej stronie planszy założeń do wymiarowania elementu usytuowany jest włącznik „Pełna lista”, który umożliwia na bieżąco sterować zakresem dokumentacji wymiarowania. Przycisk Numery pozwala pokazać na ekranie listę z numerami wariantów przyjętych do wymiarowania. Będą to na ogół dwie listy - jedna dla maksymalnego naprężenia i druga dla naprężenia minimalnego. Numery tych wariantów będą też zamieszczone w dokumentacji wymiarowania.

Po wybraniu przycisku [OK] program obliczy nośność elementu, a wyniki pokaże na osobnej planszy. W żółtym oknie pokazany jest stopień wykorzystania nośności przekroju oraz elementu. Wartości większe od 1,0 będą miały kolor czerwony. W trzeciej liniije podawana jest strzałka ugięcia. Jeśli program stwierdzi, że jeden z końców wybranego odcinka nie jest podparty i nie ma przy nim elementów sąsiednich, to potraktuje wybrany odcinek jako wspornik i wtedy opis tej linii zmieni się na Ugięcie, a podana wartość będzie różnicą przemieszczeń początku i końca odcinka wymiarowanego. Jeśli wartość strzałki lub ugięcia będzie większa od zadanej wartości dopuszczalnej, wtedy napis ten będzie czerwony. W żółtym oknie będzie podana także smukłość odcinka. Również ta liczba może być wyświetlona na czerwono, jeśli będzie większa od wartości granicznej równej 150. Dla smukłości większej od 200 nie pokazuje się stopień nośności elementu ponieważ jest się poza zakresem stosowalności wzorów normy. Na dole tego okna będzie też napis „Ze zwichrzeniem”, jeśli ten stan uwzględniano w obliczeniach, lub „Bez zwichrzenia”, jeśli kształt przekroju eliminuje to zjawisko lub użytkownik wyłączył odpowiedni przycisk na planszy założeń wymiarowania. Jeśli wymiarowany odcinek jest tylko rozciągany (np. pręt kratownicy), wtedy w tym miejscu będzie napis „Rozciąganie”.

W drugim polu tej planszy, „Zmiany przekroju”, można wprowadzić nowy przekrój, o większej nośności - jeśli nie spełnione są warunki z lewego okna, lub o mniejszej nośności - jeśli użytkownik uznaje to uzasadnione. Nowy przekrój może być albo obliczony modulem MOMBEZ albo odczytany z bazy danych albo też może być wprowadzony z przekrojów występujących w innych miejscach modelu. Nowy przekrój może zastąpić obliczany w całym modelu (wtedy liczba przekrojów nie ulega zmianie), może też być wprowadzony tylko w analizowanym miejscu albo też może być wprowadzony tylko w elementach pokazywanych na ekranie (w tych dwóch ostatnich przypadkach liczba elementów w modelu zostanie zwiększona o jeden). Po wybraniu nowego przekroju zostaną ponownie obliczone nośności przekroju oraz nośności elementu dla takich samych założeń jakie zadano przy starym przekroju. Wyniki nowych obliczeń wymiarowania zostaną od razu pokazane na planszy wyników. Zmieniony model trzeba powtórnie przeliczyć, o czym przypomni odpowiedni komunikat.

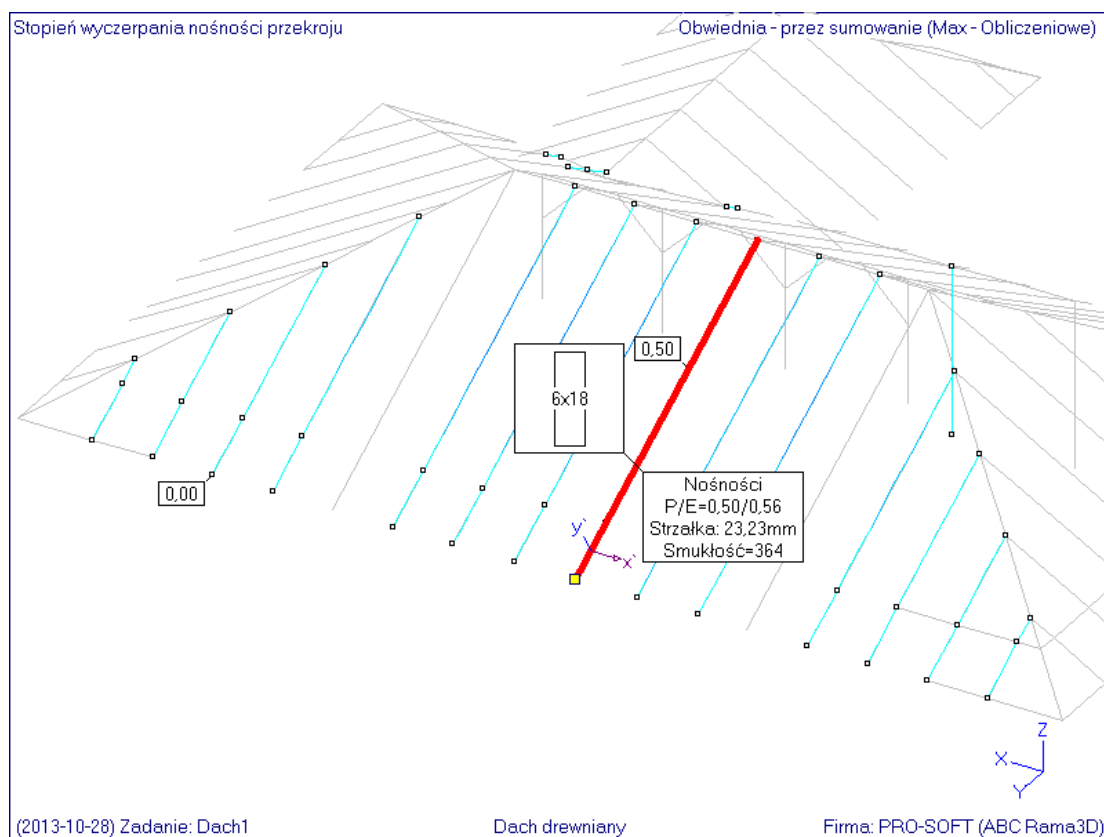


Przyciskiem [Lista](#) wywołuje się planszę z dokumentacją obliczeń. W dokumentacji zawarte są podobne bloki informacji jak przy wymiarowaniu elementu stalowego. Na planszy z listą dokumentacyjną znajduje się przycisk [Zapisz](#), który pozwala zapisać listę dokumentacyjną do pliku .WDR. Pod tym przyciskiem podawana jest liczba zapisanych analiz. W tym miejscu można do pliku tylko kopiować. W opcji Lista wymiarowania można usunąć z listy wybraną analizę.



Wyniki

Na planszy ze stopniami wykorzystania nośności przekroju i elementu jest przycisk **Rysuj**, który pozwala sporządzić rysunek modelu z zaznaczonym odcinkiem wymiarowania, kształtem przekroju i wynikami obliczeń. Rysunek ma identyczną postać jak dla konstrukcji stalowych.



Przyciskiem **Wróć** można zamknąć planszę wyników i wrócić bezpośrednio do planszy założeń, na której można zmienić jakieś dane, np. długość zwiszenia, i otrzymać nowy, powtórnie obliczony, stopień wykorzystania nośności elementu. Przycisk **[OK]** zamyka obie plansze i program wraca do trybu wyboru kolejnego odcinka do wymiarowania.