

Część **E**

WYMIAROWANIE

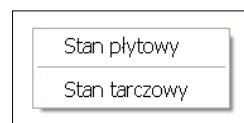
E. Wymiarowanie

W programie ABC Obiekt3D można zwymiarować elementy powłokowe na stan zgięciowy i stan tarczowy. Wymiarowanie mimośrodowo obciążonych tarcz jest planowane. Również elementy belkowe, nie będące uźebrowaniem powłoki np. układ wsporczy mogą być zwymiarowane. Można zwymiarować elementy belkowe: stalowe, drewniane i żelbetowe. W modelu wielo materiałowym najpierw należy wybrać fragment złożony z elementów z jednego materiału. Jeśli w tym fragmencie będą elementy powłokowe i belkowe to należy też wybrać typ elementu. Po kliknięciu w przycisk Wymiar program sprawdzi odpowiednie warunki i jeśli stwierdzi że nie są spełnione poprosi o wybór odpowiedniego fragmentu pokazując odpowiednie menu podręczne.

E1. Żelbetowe elementy powłokowe

W elementach powłokowych w których zadano materiał typu Beton, można przeprowadzić wymiarowanie dla stanu zgięciowego i stanu tarczowego. W tej chwili program nie analizuje interakcji jednego stanu na drugi, dlatego też może wystąpić sytuacja, że pojawi się zbrojenie wywołane zginaniem pomimo tego że dominują w przekroju ściskające naprężenia stanu tarczowego. Dlatego też do wymiarowania tych elementów należy podchodzić dość ostrożnie. Jedno jest pewne, takie podejście zawsze jest po stronie bezpiecznej chociaż może nie być ekonomiczne. Wymiarowanie będą przeprowadzone zgodnie w wymaganiach normy PN-B-02364:2002.

W programie założono, że wymiarowany obszar musi być płaski. Takie podejście nie ogranicza wymiarowania, należy tylko przypomnieć sobie, że nawet pobocznic walca tak naprawdę składa się z płaskich pasków. W wybranym fragmencie użytkownik definiuje chwilowy układ współrzędnych X_{zbr} , Y_{zbr} . Układ jest wyznaczony trzema węzłami nie leżącymi na prostej. Oś X_{zbr} biegnie od pierwszego węzła do drugiego, a oś Y_{zbr} leży w płaszczyźnie wyznaczonej przez oś X_{zbr} i trzeci węzeł. Definiowanie układu zbrojenia połączone jest z wybieraniem płaskiego fragmentu metodą Płaszczyzny. W wybranym fragmencie określa się stronę górną i dolną. Te pojęcia są potrzebne przy zbrojeniu na zginanie. Stronę górną określają dodatnie współrzędne osi Z_{zbr} , a stronę dolną ujemne współrzędne. Oś Z_{zbr} jest prostopadła do fragmentu i z tworzy z pozostałymi osiami zbrojenia układ prawoskrętny. W praktyce należy tak obracać modelem aby potrzebna ściana była widoczna na ekranie (w trybie „blaszanym”), następnie wybrać trzy węzły zachowując kolejność odwrotną do ruchu wskazówek zegara. Program narysuje wybrany fragment na ekranie w taki sposób, że oś X_{zbr} będzie pozioma, a oś Y_{zbr} pionowa. Oś Z_{zbr} będzie skierowana od ekranu do użytkownika. W lewym dolnym rogu obszaru zostanie narysowany tymczasowy układ zbrojenia. Na ekranie pojawi się dwupozycyjne menu z którego będzie można wybrać zbrojenie dla stanu płytowego (na zginanie) lub dla stanu tarczowego.



W jednym i drugim stanie najpierw pokazuje się plansza założeń na której można założyć wstępne parametry między innymi gatunek stali i średnice wkładek. Następnie program oblicza niezbędne z warunku wytrzymałości zbrojenie, pozwala zadać własne zbrojenie i wyznacza zarysowanie. Przy wyznaczaniu zarysowania brane jest pod uwagę zbrojenie zadane, jeśli jest, lub zbrojenie niezbędne. W elementach w których nie ma żadnych wkładek program nie wyznacza zarysowania.

Wyniki obliczeń zbrojenia muszą być zachowywane np. w postaci rysunków, na bieżąco ponieważ są pamiętane tylko z ostatniego fragmentu.

E1.1. Wymiarowanie stanu płytowego

Wymiarowanie powinno się odbywać na obwiedni momentów, ale można przeprowadzić te obliczenia dla wybranego wariantu. Na planszy założeń do wymiarowania jest przełącznik Obwiednia, który domyślnie jest włączony. Jeśli użytkownik wyłączy ten warunek to musi wybrać jeden z wariantów, bazowy lub dodatkowy. Obliczenia zarówno dla obwiedni jak i dla wybranego wariantu zawsze będą wykonywane dla wartości obliczeniowych. Nie ma możliwości wyłączenia tego warunku. Warunek, dla którego przeprowadzono zbrojenie jest niezależny od ustawień przy prezentacji wyników i można go wprowadzić przy każdym wywołaniu planszy danych do zbrojenia.

Program oblicza w każdym oczku siatki zbrojenie niezbędne z warunku wytrzymałościowego i użytkownik nie jest w stanie zadać zbrojenia mniejszego. Może natomiast zadać zbrojenie większe np. po to, aby zachować warunek szczelności (szerokości rozwarcia rys). Będzie o tym mowa dalej.

Plansza założeń do zbrojenia pokaże się zaraz po wybraniu opcji stan płytowy.

The screenshot shows a software window titled "Dane do zbrojenia płyty żelbetowej (PN-B-03264:2002)". The interface is organized into several sections:

- Dane: 1**: Includes "Zestaw danych" (1) and "Beton" properties: E_{cm} : 29900 MPa, n_i : 0.2, B_{25} (dropdown), α_{cc} : 1.0, α_{ct} : 1.0, f_{cd} : 13.33 MPa, f_{ctd} : 1.03 MPa, f_{cd}^* : 11.11 MPa, f_{ctd}^* : 0.86 MPa.
- Dla obciążeń z**: Radio buttons for "Obwiedni" (selected) and "Wariantu". A "Lista" dropdown is present.
- Rozkład mom. skręcającego**: "Tradycyjnie (wektorowo)" dropdown.
- Sytuacja**: Radio buttons for "Trwała i przejściowa" (selected) and "Wyjątkowa". A "Wymuszenie" checkbox is checked, with "Zewnętrzne" selected and a value of "2,21 MPa". "Wewnętrzne" is unselected. A "0,3mr" dropdown and checkboxes for "Góra" and "Dół" are also present.
- Min. zbrojenie z warunku nośności przekroju betonowego**: Checked checkbox.
- Stal**: "Klasa/tyd" dropdown, "Klasa ekspozycji" dropdown (XC1), "Średnica wkładki" dropdown.
- Otulenie Cnom**: "Odchyłka otul." dropdown (5 mm).
- Konstrukcja**: "Monolityczna" dropdown.
- Kruszywo**: "Kwarcytowe" dropdown, "Średnica kruszywa" dropdown (4 mm).
- Objekt**: "Strop" dropdown.
- Buttons**: "Oblicz", "gX", "gY", "dX", "dY", "Eks-pertyza", "Zapisz", "Anuluj", "OK".

W polu „Dla obciążeń z” można zdecydować czy zbrojenie będzie wyznaczone dla momentów ekstremalnych – przełącznik „Obwiednia” czy dla momentów z wybranego wariantu. Przyciskiem Lista można wyświetlić listę mnożników obciążenia i atrybutów – jeśli jest włączony warunek „Obwiedni” lub listę składników wariantu dodanego. W przypadku, kiedy będzie wybrany wariant bazowy, przycisk ten nie będzie dostępny. Jeśli użytkownik nie zadał mnożników obciążenia, przypomni mu o tym stosowny komunikat.

W polu „Beton” podawane są parametry betonu zadanego do obliczeń statyki. Na planszy można zmienić klasę betonu i dla nowej klasy przeprowadzić wymiarowanie, ale na momentach dla poprzedniej klasy. Ponadto w tym polu można zadać współczynniki korygujące wytrzymałość betonu: α_{cc} i α_{ct} . Można wybrać wartość: 1,0, 0,85 lub wpisać dowolną liczbę.

W polu „Sytuacja” można wybrać opcję: „Trwała i przejściowa” lub „Wyjątkowa”. Przyciskiem Opis można wyświetlić definicje tych sytuacji.

Włącznikiem „Wymuszenie” można zdecydować, czy na obiekt działa wymuszenie, a potem w polu „Wymuszenie” można zdecydować, jaki charakter mają wymuszenia: „Zewnętrzne” lub „Wewnętrzne”. Przyciskiem Opis można wyświetlić definicje wymuszenia wg Polskiej Normy. Ponadto można też wybrać dopuszczalną szerokość rozwarcia rysy oraz stronę płyty dla której ma być wprowadzone wymuszenie. Ponadto w oknie można wprowadzić faktyczną wartość $f_{ct,eff}$. Program podpowiada wartość f_{ct} .

W polu „Klasa ekspozycji” można wybrać warunki środowiskowe. Przyciskiem Opis można poznać definicje poszczególnych klas. Jeśli klasa ekspozycji analizowanego zadania będzie inna niż podpowiadana, to należy zacząć od tego wyboru, ponieważ od niego zależą wartości minimalnych otuleń. Przy zmianie klasy środowiska wartości otuleń w polach danych o wkładkach („Dolne X”, „Dolne Y”, „Górne X” i „Górne Y”) zostają ustawione na wartości minimalne. Użytkownik będzie mógł je później zmieniać, ale tylko na większe. Na otulenie mają jeszcze wpływ takie parametry jak „Konstrukcja”, „Średnica kruszywa” oraz „Obiekt”. Dlatego też, jeśli ustawienia domyślne są nieodpowiednie to należy wprowadzić poprawne dane przed ustawianiem otuleń.

Z listy „Kruszywo” można wybrać jedno z czterech rodzajów kruszywa. Ten parametr ma wpływ na moduł sprężystości i będzie uwzględniany dopiero przy liczeniu ugięć płyty zarysowanej.

W polach „Dolne X”, „Dolne Y”, „Górne X” i „Górne Y” ustawianie danych należy zacząć od klasy stali. Na planszy jest możliwość wybrania gatunku stali lub wprowadzenia parametrów dla stali z poza listy. Pod okienkiem z gatunkiem stali wyświetla się informacja o klasie stali i jest wytrzymałości f_{yd} . Z gatunkiem stali związana jest lista dostępnych średnic, z której można wybrać odpowiednią wartość. Na końcu powinno wprowadzić się wartość otulenia. Przy wstępnym wprowadzaniu danych można zadawać takie same wartości otulenia w jednym i drugim kierunku. Przy zadawaniu własnego zbrojenia będzie można wartości otulenia zmienić tak, aby uwzględnić położenie wkładek prostopadłych. Również będzie można zmienić średnice wkładek.

Przyciskiem Zapisz (pole po prawej stronie planszy) można zapisać aktualne ustawienia gatunku stali, średnic, otuleń i klasy ekspozycji do pliku preferencji wymiarowych. Wymiarując inne zadanie dane z pliku preferencyjnego będą podpowiadały się jako wartości domyślne. Plik preferencyjny obowiązuje tylko w jednym katalogu, w tym, w którym został zapisany. Można go w każdej chwili zmienić na inne ustawienia.

W polu „Rozkład mom. Skręcającego” można wybrać jeden z trzech sposobów uwzględniania momentów skręcających: Tradycyjnie (wektorowo), wg ENV-1992-1-1:1991 i wg modyfikacji ENV-1992-1-1:1991 z wykładnikiem cosinusa kąta odchylenia od kierunku głównego. Szersze wyjaśnienie zagadnień związanych z tym problemem można znaleźć w wyspecjalizowanej literaturze.

Jeśli plansza danych do wymiarowania będzie wywołana w sytuacji kiedy jest już zadane zbrojenie to pokaże się włącznik „Usunąć zadane zbrojenie” i będzie można przy powtórnym obliczaniu zbrojenia niezbędne usunąć wcześniej wprowadzone zbrojenie własne. Bez tego włączenia wcześniej zadane zbrojenie pozostanie. Program policzy na nowo zbrojenie niezbędne i tylko w miejscach gdzie będzie ono większe od wcześniej zadanego zbrojenia usunie zbrojenie użytkownika. W innych miejscach zbrojenie zadane pozostanie bez zmiany. Taka sytuacja może wystąpić w dużych fragmentach w których musiano wprowadzić lokalne zmiany o ograniczonym zasięgu. W ten sposób nie zmienia się układu własnego zbrojenia i wystarczy je skorygować tylko w strefie zmian.

Po ustaleniu danych na planszy założeń do wymiarowania można nacisnąć przycisk [OK]. Plansza zniknie i program obliczy niezbędne zbrojenie i pokaże je w formie barwnego rozkładu liczby wkładek na 1mb. Jeśli zbrojenie jest na dole fragmentu to najpierw pokazany

będzie kierunek X, gdyby w tym kierunku nie było zbrojenia to zostanie pokazane zbrojenie o kierunku Y. W sytuacji, kiedy na dole płyty nie ma zbrojenia to program pokazuje zbrojenie na górze płyty też zaczynając od osi X. Jeśli we fragmencie, w żadnym oczku, nie będzie zbrojenia to pokaże się komunikat o braku zbrojenia i zostanie pokazany barwny rozkład momentów na podstawie, których było liczone zbrojenie. Jakże pierwsze zostaną pokazane momenty tzw. „dolne” o kierunku X.

Przyciskiem **Oblicz** (w polu po prawej stronie) można obliczyć zbrojenie bez zamykania planszy założeń. Jest to wygodne w sytuacji kiedy użytkownik chce się zorientować o wpływie wprowadzonych ustaleń na zbrojenie. Pod **Oblicz** są cztery przyciski **gX**, **gY**, **dX**, **dY** którymi można ustalać miejsce i kierunek pokazywanego zbrojenia.

Na planszy są jeszcze dwa włączniki które pozwalają na obliczenia w zakresie poza normowym. Włącznik „Min. zbrojenie z warunku nośności przekroju betonowego” początkowo jest włączony i powoduje, że w obliczeniach minimalnego zbrojenia uwzględniana jest wytrzymałość zadanej klasy betonu. Włącznik ten można wyłączyć i wtedy minimalne zbrojenie jest obliczane dla betonu który byłby potrzebny dla przeniesienia przyjętego do obliczeń momentu. Oczywiście klasa tego betonu będzie niższa i zbrojenie też będzie mniejsze. Takie postępowanie, pomimo, że prowadzone na odpowiedzialność projektanta, nie prowadzi do negatywnych skutków pod warunkiem poprawnego przyjęcia wielkości momentu.

Drugi włącznik „Ekspertyza” pozwala usunąć ograniczenia na wielkość otulenia, oraz na zbrojenie zadane. Po włączeniu warunków ekspertyzy można wprowadzić nawet zerowe otulenia oraz wprowadzić własne zbrojenie mniejsze od zadanego.

Po obliczeniu zbrojeniu w miejscu gdzie był przycisk **Wymiar** pokaże się jaśniejsze pole zawierające dwa przyciski: **Żelbet**, i **Rysy**.

Klikając w przycisk **Żelbet** otrzyma się menu o postaci podobnej do pokazanej dalej. Pierwsza opcja **Założenia..** pozwala ponownie wywołać planszę założeń do wymiarowania – omówioną wcześniej. Można na niej wprowadzić zmiany i powtórnie obliczyć zbrojenie. Trzy następne opcje związane są ze zbrojeniem zadaniem. Jeśli takiego zbrojenia jeszcze nie ma to pokaże się tylko opcja **Zadaj własne**. Druga opcja **Usuń własne** będzie wtedy, kiedy już założono własne zbrojenie. Pozwala usunąć zadane zbrojenie w wybranych miejscach. Trzecia opcja **Zamień własne** pozwoli zamieniać wprowadzone zbrojenie. Szczegółowy opis tych opcji jest zamieszczony dalej.

Następne cztery opcje wystąpią razem tylko wtedy, kiedy pokazywane są momenty lub, kiedy pokazywane jest zbrojenie i jest ono zarówno na dole i górze fragmentu oraz w obu kierunkach. Jeśli jakiegos zbrojenia nie będzie to i nie będzie odpowiedniej opcji. Tym opcjom odpowiadają też przyciski szybkiego wyboru umieszczone początkowo w prawym górnym rogu okna prezentacji.

Jeśli w opisie opcji miejsca i kierunku zbrojenia będzie znak gwiazdki (*) oznaczać to będzie, że dla tej strony fragmentu i dla tego kierunku są strefy przeciążone. W strefie przeciążonej wartość momentu jest tak duża, że niemożliwe jest zbrojenie jej zbrojeniem jednowarstwowym. Komunikat o tych strefach pokaże się zresztą zaraz po obliczeniach zbrojenia. Elementy, w

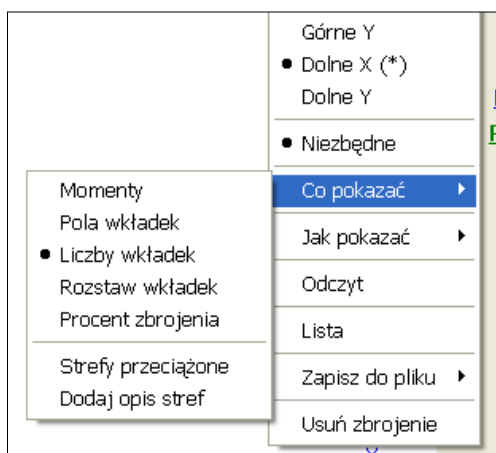


których wystąpi przeciążenie będą wyróżnione czerwoną kratką. W takich elementach nie jest obliczane zbrojenie ani zarysowanie.

Następna opcja **Pokaż niezbędne** pokazuje zbrojenie obliczone przez program. Jeśli będzie już zbrojenie zadane to pojawi się opcja **Pokaż założone**, którą będzie można pokazać zbrojenie zadane przez użytkownika lub wprowadzone przez procedurę automatycznego dozbrajania ze względu na szerokość rozwarcia rys.. W modelu, w którym jest zbrojenie zadane właśnie ono będzie pokazywane jako domyślne. Oczywiście w miejscu gdzie jest zbrojenie obliczone przez program, ale nie zostało wprowadzone zbrojenie użytkownika będzie pokazywane zbrojenie niezbędne.

Kolejna opcja **Co pokazać** pozwala wybrać pokazywaną wielkość. Jeśli w zadaniu nie będzie stref przeciążonych i będzie włączony przycisk [M] to będzie można wybrać pokazywanie: Momentów, Pola zbrojenia, Liczby wkładek, Rozstawu wkładek i Procentu zbrojenia. Przy wyłączonym przycisku [M] liczba wielkości ulegnie redukcji do Pola zbrojenia i Liczby wkładek.

Jeśli są strefy przeciążone i do tego wybrano stronę fragmentu i kierunek gdzie te strefy są, to będzie można wybrać opcję **Strefy przeciążone** i włączyć **Dodaj opis stref**. Ta ostatnia opcja ułatwia lokalizację stref przeciążonych w dużych zadaniach, ponieważ elementy przeciążone nie tylko będą wypełnione na czerwono, ale będą dodatkowo opisane plaketką.



Opcja **Momenty** pozwala pokazać momenty, które powstały po rozłożeniu momentu skręcającego i dla których jest obliczane zbrojenie. Momenty te oznacza się: Dolne X, Dolne Y, Górne X i Górne Y.

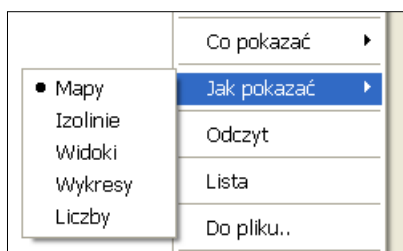
Opcja **Pola wkładek** pokazuje zbrojenie w [mm²/m]. W tej jednostce nie trzeba używać kropki dziesiętnej, aby pokazać pole z potrzebną dokładnością.

Opcja **Liczba wkładek** może być włączona tylko wtedy, kiedy w wybranym miejscu stosuje się zbrojenie jedną średnicą. Po włączeniu tej opcji program pokazuje liczbę wkładek o zadanej średnicy na 1mb. Przy tej

formie należy pamiętać, że program zawsze zaokrągli w górę, niezależnie od stopnia przekroczenia liczby całkowitej. Oznacza to, że wartość 3.001 wkładki/mb będzie pokazywana jako 4szt/m.

Opcja **Rozstaw wkładek** pokaże zbrojenie w formie rozstawu w [mm] na 1 metrze bieżącym. Wartość rozstawu wkładek jest obliczana jako 1000 / liczba wkładek/mb.

Opcja **Procent zbrojenia** pokaże procent zbrojenia obliczony w stosunku do efektywnej grubości fragmentu.



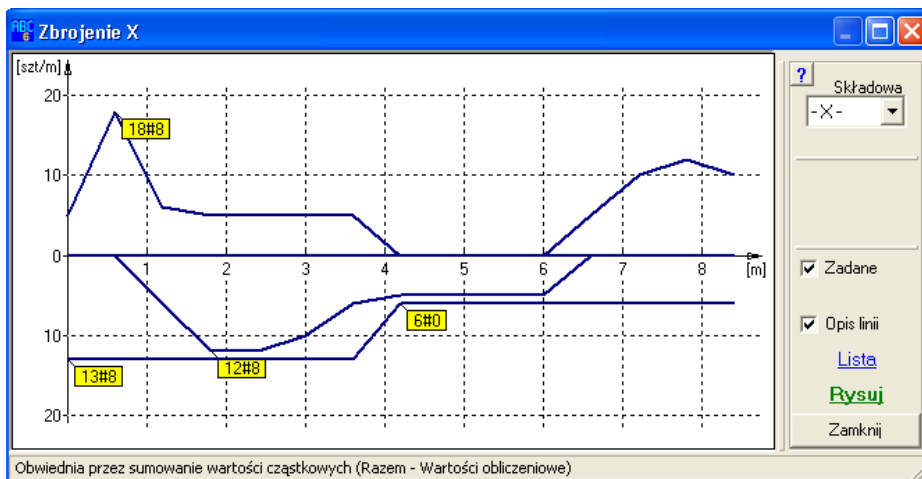
Jeśli przycisk [M] jest włączony to każda wielkość może być pokazywana w jednej z pięciu form. Z menu **Jak pokazać** można wybrać: **Mapy**, **Izolinie**, **Widoki**, **Wykresy** i **Liczby**. Każda z tych form ma jeszcze pewne odmiany w zależności od pokazywanej wielkości i jej różnorodności. Przy wyłączonym przycisku [M] będzie można pokazać tylko **Mapy** i **Liczby**.

Jeśli pokazywane są Momenty, Pola zbrojenia lub Procent zbrojenia, to wtedy mapy mają taką samą postać jak przy pokazywaniu innych wyników. Po włączeniu Liczby wkładek lub Rozstawu wkładek, każdy element jest wypełniony kolorem w całości. Powstaje mapa mozaikowa. Jeśli różnorodność wartości będzie mniejsza od 20 to wtedy odwzorowanie koloru do wartości będzie jednoznaczne. W legendzie obok wartości pokaże się średnica wkładki np. będzie opis 8#12 (liczba wkładek). lub 125#12 (rozstaw). Jeśli różnorodność wartości będzie większa od 20 wtedy w opisie legendy nie będzie podanych średnic, a odwzorowanie będzie liniowo zmienne od wartości minimalnej do maksymalnej. Forma mapy będzie nadal mozaikowa, ale nie będzie już jednoznacznego przyporządkowania wartości do koloru, oczywiście z wyjątkiem wartości skrajnych. W takiej sytuacji wystarczy wybrać odpowiedni fragment modelu, aby zmniejszyć różnorodność wartości poniżej 20.

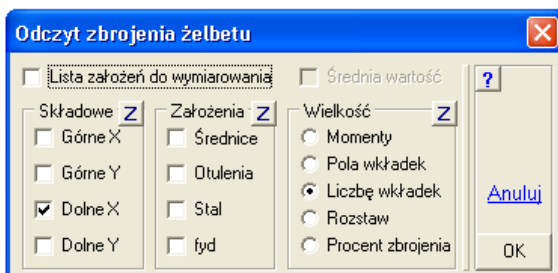
Po włączeniu opcji Izolinie forma prezentacji Momentów i Pola zbrojenia będzie taka sama jak przy okazywaniu innych wyników. Każda izolinia będzie opisana numerem, a w legendzie będzie przyporządkowanie numeru do wartości. Po wybraniu Liczby wkładek lub Rozstawu wkładek izolinie będą rysowane po brzegach odpowiednich obszarów. Izolinie będą wprost opisane liczbą wkładek lub rozstawem. Nie będzie legendy z przyporządkowaniem. Ta forma zasadniczo jest przewidziana do prezentacji zbrojenia zadanego, ponieważ ma ono regularne obszary. Dodatkowo można zrezygnować z opisu izolinii – opcje Opis izolinii – Bez opisu i odczytać parametry zbrojenia w kolejnych polach.

Forma Widoki też prezentuje zbrojenie w dwóch odmianach. W obu najlepszą czytelność uzyskuje się po okazaniu fragmentu w widoku z pionową osią Z_{zbr} . Dla Momentów i Pola zbrojenia pokazywane są rozkłady w postaci znanej z prezentacji innych wielkości np. momentów. Wielkość odwzorowania można zmieniać opcją Skala... Po wybraniu opcji Liczba wkładek lub Rozstaw wkładek zbrojenie będzie rysowane w formie słupkowej znanej z modułu DANE gdzie w ten sposób pokazywane są grubości. Słupki mogą być opisane wartościami. Opcją Bez opisu będzie można usunąć plakietki z wartościami.

Forma Liczby pozwala pokazywać wartości w postaci cyfrowej. Liczby są pokazywane w środku elementów. Jeśli będą pokazywane momenty, to w każdym oczku pokaże się jakaś liczba. Elementy, w których nie trzeba zbrojenia, ponieważ moment będzie mniejszy od wartości granicznej, będą zakropkowane. W elementach, w których jest zbrojenie niezbędne i zadane o tym, które będzie pokazywane decyduje ustawienie opcji Niezbędne lub Zadane. Elementy, w których jest tylko zbrojenie niezbędne będą pokazywane zawsze. Przy prezentacji wartości w formie cyfrowej nie ma opcji Mnożnik, który w innych przypadkach pozwalał pokazać części dziesiętne. Jeśli jest taka potrzeba to należy skorzystać z opcji Odczyt.



Wybierając opcję Wykres można sporządzić wykres zbrojenia w kierunku X lub Y wzdłuż wybranej linii. Na wykresach są od razu pokazywane zbrojenia dla góry i dołu płyty. Pokazywana jest wielkość aktualna, tzn., jeśli są pokazywane Liczby wkładek to i na wykresie będą liczby wkładek. Jeśli jest zbrojenie zadane to odpowiednim włącznikiem można również pokazać jego przebieg. Na planszy wykresu można też zmienić kierunek pokazywanego zbrojenia. Ustalenia na planszy wykresu są autonomiczne i nie mają wpływu na ustalenia dokonane wcześniej.



Działanie opcji Odczyt też zależy od stanu przycisku [M]. Przy wyłączonym przycisku [M] odczytywać będzie można tylko aktualną wielkość i aktualną składową. Po włączeniu przycisku [M] przed odczytem będzie można ustalić, co będzie pokazywane w plakietce odczytu.

Po włączeniu „Lista założeń do wymiarowania” można wyświetlić planszę danych odpowiednią do wybranego elementu. Ta możliwość jest przydatna szczególnie w zadaniach, w których wprowadzono strefy z różnymi założeniami.

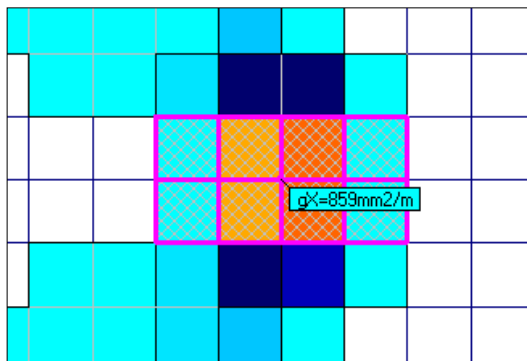
W polu „Składowe” można wybrać, dla których składowych będą pokazywane wielkości. W polu „Założenia” można uzupełnić plakietkę odczytu o: „Średnice” wkładki, wielkości „Otulenia”, gatunek „Stali” i jej wytrzymałość obliczeniową („fyd”). W polu „Wielkość” można wybrać, jaka wielkość ma być na odczycie. Do wyboru są: „Momenty”, „Pola wkładek”, „Liczby wkładek”, „Rozstaw” (wkładek) i „Procent zbrojenia”.

Na planszy profilu odczytu jest włącznik „Średnia wartość”, który jest dostępny tylko wtedy, kiedy Wielkość jest ustawiona na „Momenty” lub „Pola wkładek”. Po jego włączeniu program pozwala odczytywać fragmenty złożone z kilku elementów, ale wartość momentów lub pola zbrojenia będzie uśredniona i pokaże się w środku tego obszaru. Cały odczytany obszar będzie wyróżniony krataczką. Wybierając kilka elementów, przy normalnym odczycie, otrzyma się plakietki z danymi dla każdego elementu osobno.

W każdym polu wyboru jest przycisk [Z]. Jego działanie w polach „Składowe” i „Założenia” są typowe, czyli przełączają włączniki w przeciwne stany. Natomiast w polu „Wielkość” przycisk ten pozwala usunąć aktywność każdej wielkości. Wtedy odczyty mogą dotyczyć tylko założeń.

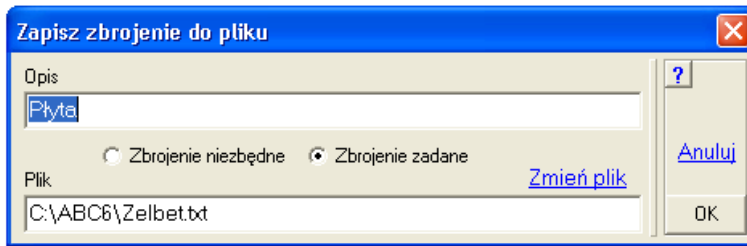
Przycisk Usuń pokaże się tylko wtedy, kiedy wcześniej już były odczyty. Podobnie jak gdzie indziej miejsca odczytu są pamiętane i opcją Stare odczyty można je pokazywać lub wyłączyć. Przyciskiem Usuń można, przed nowym odczytem, skasować stare miejsca. Również w tym przypadku można kliknąć ekran poza modelem, przed nowym odczytem, i w ten sposób skasować stare miejsca.

Opcją Lista można wyświetlić raport z wymiarowania. Raport ten zawiera wszystkie niezbędne dane o zadaniu, założenia przyjęte do wymiarowania, następnie dla każdej strony i dla każdego kierunku są szczegółowe założenia i wartości zbrojenia wymaganego i zadanego.



Ponadto w raporcie będą informacje o powierzchniach: całkowitej fragmentu, zazbrojonej niezbędnie i przez użytkownika, o masie betonu i stali z rozbiciem na wymaganą i zadaną oraz zestawienie stali. Wartości podane w zestawieniu stali są wartościami netto, czyli bez zakładów. Do celów ofertowych są do dane wystarczające, natomiast nie mogą być podstawą do zamówień.

Opcją Do pliku można dane o wymiarowaniu zapisać do pliku tekstowego lub binarnego o rozszerzeniu .FEM. W pliku tekstowym w pierwszej linii jest słowny komentarz.



W następnych liniach są dane o miejscu i wartościach zbrojenia. Pierwsze dwie liczby są współrzędnymi środka elementu w układzie przyjętym do opisu modelu, następne cztery liczby to: pola zbrojenia dla

dołu płyty, kierunku X i Y oraz dla góry płyty dla kierunku X i Y. Potem jest znacznik typu zbrojenia. Zero oznacza zbrojenie o kącie podanym w następnej liczbie i wtedy na końcu linii będzie 0. Przy zbrojeniu biegunowym znacznik przyjmie wartość 1, a w następnych dwóch liczbach będą współrzędne bieguna zbrojenia. Liczba linii w pliku będzie równa liczbie elementów.

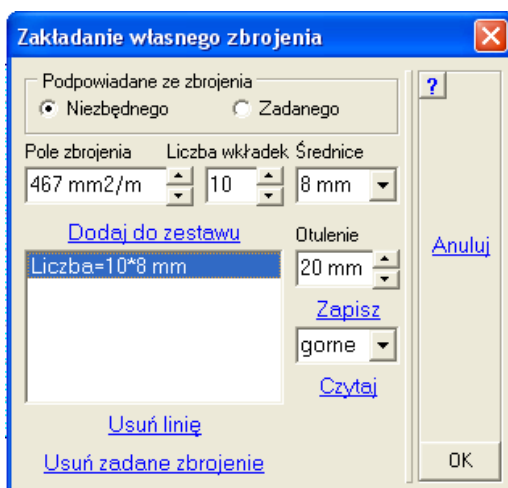
Na planszy, która pokaże się po wybraniu opcji Do pliku.. będzie można wpisać komentarz, wybrać, które zbrojenie ma być zapisane, domyślnie będzie zapisywane zbrojenie zadane, oraz będzie można wybrać miejsce na dysku gdzie ten plik zostanie umieszczony. Jeśli taki plik już będzie to pojawi się ostrzeżenie i będzie można zmienić nazwę lub nadpisać starą zawartość.

Ostatnią pozycją w menu Zelbet jest opcja Usuń zbrojenie. Opcja ta usuwa dane wstępne zbrojenia, opis zbrojenia w elementach, oraz, jeśli było liczone, dane do zarysowania i ugięcia płyt zarysowanych. Operacja ta wymaga potwierdzenia.

E1.1.1. Zadawanie własnego zbrojenia

Zbrojenie wyznaczone przez program jest zbrojeniem niezbędnym z warunku wytrzymałości. Z natury będzie ono dość różnorodne i na ogół technicznie nie realizowalne. Użytkownik powinien zadać własne zbrojenie obszarowo stałe. W programie jest mechanizm, który takie zbrojenie przyjmuje tylko w tych miejscach gdzie zadawane nie jest mniejsze od niezbędnego. Podczas zadawania można zmieniać zarówno średnicę wkładki jak i wielkość otulenia. Ta ostatnia nie może być mniejsza od dopuszczalnej. Te możliwości pozwalają ustawić zbrojenie silniejsze na większym ramieniu (na mniejszej otulinie) niż zbrojenie słabsze (prostopadłe do większego). Można zbroić wkładkami o jednej średnicy, a można też od razu zadać zestaw dopuszczalnych średnic i pozwolić, aby program sam decydował gdzie, jakie zbrojenie zadane ma być. W tym ostatnim przypadku na ogół będzie potrzebne wyrównanie obszarów zbrojenia.

Po wybraniu tej opcji najpierw należy wybrać obszar do zazbrojenia. Następnie pokaże się plansza danych do własnego zbrojenia. Jeśli w wybranym obszarze jest już zadane zbrojenie np. wprowadzone przez automatyczne dozbrojenie w celu ograniczenia szerokości rozwarcia rys będzie można wybrać podpowiadaną wartość. Może to być maksymalne zbrojenie niezbędne, lub maksymalne zbrojenie zadane, przez użytkownika lub przez program.



Własne zbrojenie można zadawać polem zbrojenia lub liczbą wkładek. Można też zmienić średnicę wkładki. W okienkach „Pole zbrojenia” i „Liczba wkładek” będą podpowiadały się ekstremalne wartości z wybranego obszaru. Wprowadzając nową wartość pola zbrojenia automatycznie będzie się zmieniała liczba wkładek. Podobnie przy zmianie liczby wkładek będzie zmieniało się pole zbrojenia. W okienku „Otulenie” będzie można zadać wartość większą od minimalnego.

Po wprowadzeniu nowych wartości lub akceptowaniu podpowiadanych można wybrać przycisk [OK] i program zazbroi wybrane miejsce.

Jeśli użytkownik naciśnie Dodaj do zestawu to wprowadzone parametry pojawiają się w oknie pod tym przyciskiem. Wartości w oknie będą zależały od tego, co ostatnio było zmieniane. Jeśli zmieniano liczbę wkładek będzie to liczba wkładek, jeśli zmieniano pole to do zestawu zostanie wprowadzone pole zbrojenia. W ten sposób można zdefiniować zestaw zbrojeń, które będą przyjmowane automatycznie w tych miejscach gdzie to będzie możliwe.

Po kliknięciu wybranej linii w liście zestawu przyciskiem Usuń linię będzie można usunąć wybrane dane z zestawu.

Zestawy do zbrojenia można zapisać do pliku dyskowego po to, aby w innych zadaniach można je było wykorzystać. Przyciskiem Zapisz zapisuje się zdefiniowany zestaw do pliku o nazwie zadanej w okienku pod przyciskiem. Na planszy są dwie predefiniowane nazwy plików „dolne” i „gorne”. Można wybrać nazwę lub wpisać własną. Jeśli w bieżącym katalogu będą już pliki z definicjami zestawów to w tym miejscu będzie lista tych plików. Oczywiście przy jednym pliku będzie jedna pozycja tej listy. Przyciskiem Czytaj można odczytać zestaw zbrojeniowy z pliku o nazwie wybranej w okienku powyżej przycisku. Wprowadzenie nazwy nie istniejącego pliku spowoduje wyświetlenie odpowiedniego komunikatu.

Na planszy zadawania zbrojenia jest przycisk Usuń zadane zbrojenie. Pozwala on usunąć zadane zbrojenie z wybranego obszaru. Przycisk ten działa podobnie do opcji Usuń wkładki w menu Żelbet.

E1.1.2. Usuwanie własnego zbrojenia

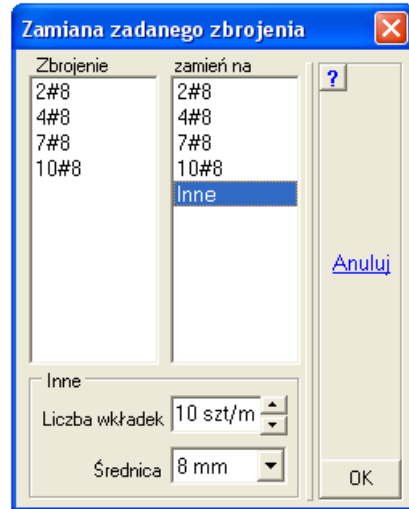
Po wybraniu opcji Usuń własne będzie można wybrać obszary z których zostanie usunięte zbrojenie zadane. Usuwane będzie zarówno zbrojenie zadane przez użytkownika, jak i zbrojenie dodane w czasie dozbrajania stref o zbyt dużym rozwarciu rys. Obszar można wybierać każdą opcją dostępną w danej wersji programu.

E1.1.3. Zamiana własnego zbrojenia

Z różnych względów może zająć potrzeba zamiany własnego zbrojenia przy zachowaniu warunku pola wkładek. Po wybraniu opcji **Zamień własne** pokaże się plansza zamiany. W lewym oknie można wskazać zbrojenie które zostanie zmienione na zbrojenie z prawego okna. W prawym oknie poza istniejącym zbrojeniem będzie linia **Inne**. Po włączeniu tej linii uaktywni się ramka „Inne” i będzie można wprowadzić zbrojenie inne niż już zadane. Zakres zmian zbrojenia jest ograniczony do pokazywanego fragmentu modelu.

E1.1.4. Wymiarowanie eksperckie

Na planszy założeń do zbrojenia jest czerwony włącznik „Ekspertryza”. Po jego uaktywnieniu zostaną zdjęte ograniczenia na wielkość otulenia, które będzie mogło być nawet zerowe, oraz zmieni się sposób zadawania własnego zbrojenia. Będzie ono przyjmowane w takiej wielkości jak zadano na planszy bez względu na to czy wymagane będzie większe. W przypadku zbrojenia eksperckiego można wprowadzić tylko jeden zestaw zbrojenia. Obliczenia zarysowania i ugięcia zarysowanej płyty są dokonywane na zbrojeniu zadany, a ono może być mniejsze od wymaganego.



E1.2. Rysy dla stanu płytowego

Po wybraniu przycisku Rysy można wyznaczyć miejsca zarysowania, kąt rys oraz obliczyć wielkość rozwarcia rys. Rysy są obliczane tylko w elementach zbrojonych, oraz tych gdzie nie ma przeciężenia. Jeśli w modelu są strefy przeciężone, to przy każdym wywołaniu menu Rysy będzie pokazywało się ostrzeżenie. Do obliczenia zarysowania brane są momenty jednego wybranego wariantu wyników. Wg PN powinny to być wyniki dla obciążeń długotrwałych, które są sumą obciążeń stałych i stałych części obciążeń zmiennych.

Jeśli rysy są obliczane po raz pierwszy, to najpierw pojawi się plansza założeń do zarysowania. W okienku „Obciążenia długotrwałe” będzie można wybrać wariant z wynikami odpowiadającymi warunkom obciążeń długotrwałych. Podpowiadany będzie ostatni wariant zadania. Jeśli takiego wariantu nie będzie, to przyciskiem Zdefiniuj nowy wariant będzie można go stworzyć. Definiowanie nowego wariantu jest identyczne jak po

wybraniu opcji Definiuj dodany – Nowy w menu Wariant. Program nie stawia żadnych formalnych ograniczeń na wariant obciążeń długotrwałych.

W polu „Historia od ułożenia betonu” można zdefiniować historię zmian temperatury w trakcie dojrzewania betonu i potem po obciążeniu. Czas dojrzewania betonu jest wpisywany w polu „Czas” w okienku „Wiek betonu w chwili obciążenia”. Drugim parametrem wpisywanym w polu „Czas” jest „Wiek obiektu od związania betonu”. Przyciskiem Dodaj do historii można, wielkości z okienek: „Liczba dni” i „Temperatura”, wprowadzić do okna pod przyciskiem. Przycisk Dodaj do historii uaktywni się po zmianie danych w okienkach z liczbą dni lub temperaturą. Po wskazaniu wiersza w oknie historii, można go usunąć przyciskiem Usuń linię historii lub klawiszem [Delete].

Na planszy będzie można jeszcze zdefiniować obciążenie jako: „Krótkotrwałe”, „Średniotrwałe” lub „Długotrwałe”, dalej wybrać typ: „Obciążenie” lub „Wymuszenie”, wybrać odmianę cementu, oraz określić wilgotność powietrza i zdecydować, czy obiekt jest na zewnątrz lub wewnątrz budynku.

Na planszy można włączyć warunek automatycznego dozbrojenia tych stref gdzie szerokość rozwarcia rys będzie większa od zadanej wartości. Można wprowadzić osobną wartość dla dołu i dla góry płyty. Tak dodane zbrojenie będzie widziane przez program jak zbrojenie zadane przez użytkownika. Będzie je można zobaczyć po wywołaniu w menu Żelbet opcji Zadaj własne.

Po zadaniu danych lub zaakceptowaniu ustaleń podpowiadanych, można od razu zamknąć planszę przyciskiem [OK] lub skorzystać z przycisku **Oblicz** który bez zamykania planszy obliczy i pokaże zarysowanie dla dołu lub dla góry płyty. Miejsce pokazywania zarysowania będzie zależało od ustawienia przycisków **Góra** i **Dół** znajdujących się pod przyciskiem **Oblicz**. Takie podejście pozwoli łatwo zmieniać parametry i sprawdzać ich wpływ na wielkość zarysowania. Jeśli na którejś stronie płyty nie będzie zarysowania, to poinformuje o tym odpowiedni napis.

Przy powtórnym wybraniu przycisku **Rysy** pokaże się menu o opcjach jak na rysunku obok. Opcja **Założenia..** pozwala ponownie pokazać planszę danych do zarysowania i można zmienić założenia. Opcja **Zarysowanie** pokazuje rysy w formie graficznej. Rysy są pokazywane tylko w tych elementach, w których moment główny jest większy od momentu zarysowania. Rysa jest zaznaczana w formie kreski o kącie rysy, ale jej długość nie ma nic wspólnego z rozwarciem. Rysunek zarysowania też nie ma nic wspólnego z rzeczywistą gęstością zarysowania. Natomiast opcja **Rozwarcia** pokaże wielkości rozwarcia rys w kierunku X i Y, a dokładniej w kierunku zbrojenia. Opcją **Graniczne..** można zadać graniczną wartość rozwartości rysy. Wtedy wszystkie rysy o rozwartości większej od granicznej będą pogrubione. Można w ten sposób łatwo wyznaczyć obszary o zbyt dużej szerokości rozwarcia.



Dodatkowo opcją **Odczyt** można poznać szerokości rozwarcia rys w wybranych miejscach modelu. Miejsca odczytane są pamiętane i przy pomocy opcji **Stare odczyty** można włączać lub wyłączać odczyty rozwarcia. Plakietki z szerokością rozwarcia będą pokazywane tylko przy graficznej formie prezentacji zarysowania.

Opcja **Lista** wyświetla przyjęte założenia oraz ekstremalne wartości rozwarcia rys. Zawartość listy może być dokumentacją obliczeń.

Opcje **Na górze** i **Na dole** pozwalają przełączać strony płyty przy graficznej prezentacji zarysowania.

Po włączeniu opcji **Rozwarcie** zamiast formy graficznej pokażą się wartości rozwarcia rys. Osobno w kierunku X i osobno w kierunku Y. Rozwarcie będzie podawane w [1/100mm]. Opcjami **Dolne X**, **Dolne Y**, **Górne X** i **Górne Y** będzie można przełączać strony płyty i kierunki zarysowania. Na ekranie pokażą się też przyciski szybkiego wyboru strony i kierunku rozwarcia.

Po włączeniu opcji **Rozwarcie** pojawi się opcja **Zadaj wkładki**. Pozwoli ona zmienić zbrojenie tak, aby uzyskać wymagane minimalne rozwarcie rysy. Zadawanie zbrojenia odbywa się identycznie jak w menu **Zelbet** z tym, że zaraz po zazbrojeniu program pokazuje rozwarcia rys i można ocenić skuteczność tej operacji.



E1.3. Wymiarowanie stanu tarczowego

Po wybraniu opcji **stan Tarczowy** można zwymiarować tarczę żelbetową obliczając, niezbędne z warunku wytrzymałości, zbrojenie, można zadać własne, obszarowo stałe zbrojenie, można też wyznaczyć zarysowanie wybranego fragmentu w stanie tarczowym.

Domyślnie wymiarowanie odbywa się na obwiedni zbrojenia. Układ obwiedni przez sumowanie jest układem domyślnym. Zachowano też wymiarowanie przez wybór ze stałych, dla których muszą to być warianty z kompletnymi obciążeniami. Można też wymiarować dla wybranego wariantu wyników.

W nowym fragmencie lub w zadaniu, w którym właśnie usunięto zbrojenie, zaraz po włączeniu opcji **stan Tarczowy**, pokaże się plansza danych do wymiarowania.

W oknie „Dla obciążeń z” można wybrać czy wymiarowanie ma być prowadzone dla obwiedni, czy dla wybranego wariantu. Przycisk **Lista** pozwala wyświetlić listę wariantów wraz z mnożnikami obciążenia i atrybutami. Obok tego pola są jeszcze przełączniki, które pozwalają wybrać sposób liczenia obwiedni. Jeśli zostanie włączone wymiarowanie na wariant i zostanie wybrany wariant dodatkowy to przyciskiem **Lista** można pokazać składniki tego wariantu.

Pod tym polem jest okno „Sytuacja”, w którym można zdecydować czy sytuacja jest „Trwała i przejściowa” lub „Wyjątkowa”. Pod polem jest przycisk „Wymuszenie” Domyślnie jest on wyłączony. Dopiero po włączeniu pokaże się pole, w którym można wybrać czy jest to wymuszenie „Zewnętrzne” czy „Wewnętrzne”. Przyciskiem **Opis** można wyświetlić definicję wymuszenia wg PN. Dodatkowo można zdecydować, jakiej szerokości może być rysa, oraz można zmienić wytrzymałość betonu na rozciąganie w momencie zarysowania.

W oknach „Kierunek X” i „Kierunek Y” można wybrać gatunek stali dla zbrojenia poziomego i pionowego oraz średnice wkładek. Program podpowiada też minimalne wymagane otulenie związane z klasą ekspozycji.

W polu „Beton” można zmienić klasę betonu wprowadzając inną niż przyjęto do obliczeń statycznych. Ponadto można skorygować wytrzymałości betonu na rozciąganie i ściskanie oraz wybrać rodzaj kruszywa.

Na planszy jest też pole danych poza normowych. Dane te może wprowadzać projektant na własną odpowiedzialność. Wprowadzenie tych danych może skutkować zwiększonym zarysowaniem tarczy. Po zmianie minimalnego zbrojenia ustalonego w PN na poziomie 0,4% program obliczone zbrojenie będzie odnosił tylko do minimalnego procentu, a

nie do minimalnego procentu i wielkości A_{sk} zależnej od parametrów stali i spodziewanego zarysowania. Drugi warunek poza normowy, to określenie minimalnego procentu zbrojenia tarczy betonowej. Oznacza to pominięcie w zbrojeniu tych stref, w których ze względu na rozciąganie zbrojenie będzie obliczane, ale jego wielkość będzie mniejsza od zadanej granicy i ta strefa będzie niezazbrojona.

Przycisk Zapisz pozwala zapisać dane o gatunku stali, średnicach i klasie ekspozycji do pliku. Przy następnych zadaniach dane te będą przyjmowane jako domyślne. Zasięg danych preferowanych jest ograniczony do bieżącego katalogu i można mieć różne preferencje w różnych miejscach dysku. Jeśli nowe dane będą zapisywane ponownie do pliku preferencyjnego, to pojawi się informacja o tym i będzie można zdecydować, czy ma się uaktualnić preferencje czy zachować stare.

Przyciskiem „Ekspertyza” można pozwolić, aby zadane zbrojenie było mniejsze od niezbędnego.

Przyciski Oblicz oraz X i Y pozwalają obliczyć zbrojenie bez zamykania planszy. Pierwszy oblicza zbrojenie, a pozostałe wybierają kierunek. W ten sposób można od razu sprawdzić skutki przyjętych założeń.

Po zadaniu danych i zamknięciu planszy przyciskiem [OK.] program, z warunku nośności, oblicza niezbędne zbrojenie. Od razu też pokaże zbrojenie w kierunku osi X. Jeśli w tym kierunku nie ma zbrojenia to będzie pokazane zbrojenie w kierunku Y. W sytuacji, kiedy w tarczy nie będzie żadnego zbrojenia, program pokaże osobny komunikat.

Domyślnie zbrojenie będzie pokazywane w formie barwnej mapy, ale można pokazać go na szereg różnych sposobów. Szczegółowo będzie o tym mowa w dalszej części opisu.

Po obliczeniu zbrojenia pojawią się dwa nowe przyciski: Żelbet i Rysy. Przyciski będą znajdowały się na polu o trochę innym kolorze niż reszta. W lewym górnym rogu tego pola jest przycisk [x], którym można go zamknąć i pokazać przyciski spod spodu. Wybierając przycisk Żelbet otrzyma się zestaw opcji pokazany obok. Pierwsza opcja Założenia.. pozwala ponownie wywołać planszę założeń do wymiarowania – omówioną wcześniej. Można na niej wprowadzić zmiany i powtórnie obliczyć zbrojenie. Następne opcje pozwalają zadać własne zbrojenie, usunąć własne zbrojenie, zamienić zbrojenie i dozbudować strefy przeciążone. Oczywiście ta ostatnia opcja pokaże się tylko wtedy, kiedy takie strefy wystąpią w modelu.

Następne dwie opcje wystąpią razem tylko wtedy, kiedy zbrojenie jest w kierunku osi X i Y. Jeśli jakiegoś zbrojenia nie będzie to i nie będzie odpowiedniej opcji. Tym opcjom odpowiadają też przyciski szybkiego wyboru.

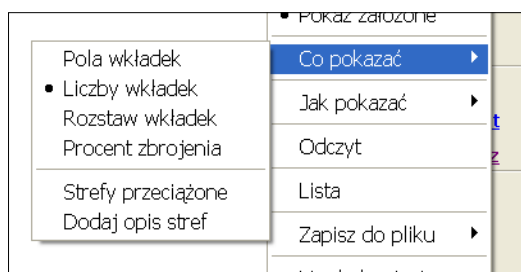
Jeśli w opisie opcji kierunku zbrojenia będzie znak gwiazdki (*) oznaczać to będzie, że dla tego kierunku są strefy przeciążone. Komunikat o tych strefach pokaże się zresztą zaraz po obliczeniach zbrojenia. Elementy, w których wystąpi przeciążenie będą wyróżnione czerwoną kratką. W takich elementach nie jest obliczane zbrojenie ani zarysowanie. W tarczy mogą wystąpić strefy przeciążone, w których składowa naprężenia ściskającego jest zbyt duża oraz takie, kiedy przeciążenie jest wywołane dwiema składowymi. Przy takich strefach pojawi się



opcja Strefy XY(*). W oknie z przyciskami szybkiego wyboru pojawi się też trzeci przycisk [XY]. W menu przybędzie też opcja Zbrojenie stref, która pozwoli dobrać strefy przeciążone. Postępowanie przy dozbieraniu stref przeciążonych będzie szczegółowo opisane w dalszej części tego rozdziału.

Następne dwie opcje: Pokaż niezbędne i Pokaż założone steruje pokazywanym zbrojeniem. Pierwsza jest zawsze i pokazuje zbrojenie obliczone przez program. Jeśli będzie już zbrojenie zadane, to pojawi się opcja Pokaż założone, którą będzie można pokazać zbrojenie zadane przez użytkownika. W zadaniu, w którym jest zbrojenie zadane właśnie ono będzie pokazywane jako domyślne. Jeśli w jakimś miejscu jest zbrojenie niezbędne, a nie ma zbrojeniaadanego to będzie ono pokazywane niezależnie od wybranej opcji.

Kolejna opcja Co pokazać pozwala wybrać pokazywaną wielkość. Jeśli w zadaniu nie będzie stref przeciążonych to będzie można wybrać: Pola zbrojenia, Liczby wkładek. Rozstawy wkładek i Procent zbrojenia. Jeśli są strefy przeciążone, to będzie można wybrać opcję Strefy przeciążone i włączyć Dodaj opis stref. Ta ostatnia opcja ułatwia lokalizację stref przeciążonych w dużych zadaniach, ponieważ elementy przeciążone nie tylko będą wypełnione na czerwono, ale będą dodatkowo opisane plaketką.



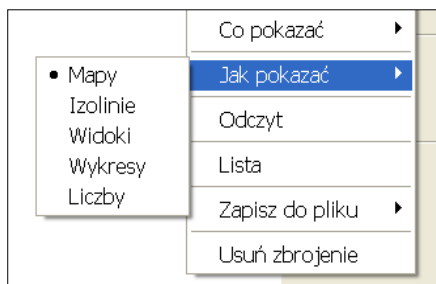
Opcja Pola wkładek pokazuje zbrojenie w [mm²/m]. W tej jednostce nie trzeba używać kropki dziesiętnej, aby pokazać pole z potrzebną dokładnością.

Opcja Liczba wkładek może być włączona tylko wtedy, kiedy w wybranym miejscu stosuje się zbrojenie jedną średnicą. Po włączeniu tej opcji program pokazuje liczbę wkładek o zadanej średnicy na 1mb. Przy tej formie należy pamiętać, że program zawsze zaokrągla w górę, niezależnie od stopnia przekroczenia liczby całkowitej. Oznacza to, że wartość 3.001 wkładki/mb będzie pokazywana jako 4szt/m.

Opcja Rozstaw wkładek pokaże zbrojenie w formie rozstawu w [mm] na 1 metrze bieżącym. Wartość rozstawu wkładek jest obliczana jako 1000 / liczba wkładek/mb.

Opcja Procent zbrojenia pokazuje procent zbrojenia obliczony do grubości efektywnej.

Jeśli przycisk [M] jest włączony to każda wielkość może być pokazywana w jednej z pięciu form. Z menu Jak pokazać można wybrać: Mapy, Izolinie, Widoki, Wykresy i Liczby.



Każda z tych form ma jeszcze pewne odmiany w zależności od pokazywanej wielkości i jej różnorodności. Przy wyłączonym przycisku [M] będzie można pokazać tylko Mapy i Liczby.

Jeśli pokazywane są Pola zbrojenia to wtedy Mapy mają taką samą postać jak przy pokazywaniu innych wyników. Po włączeniu Liczby wkładek lub Rozstawu wkładek, każdy element jest wypełniony kolorem w całości. Powstaje mapa mozaikowa. Jeśli różnorodność wartości będzie mniejsza od 20 to wtedy odwzorowanie koloru do

wartości będzie jednoznaczne. W legendzie obok wartości pokaże się średnica wkładki np. będzie opis 8#12 (liczba wkładek). lub 125#12 (rozstaw). Jeśli różnorodność wartości będzie większa od 20 wtedy w opisie legendy nie będzie podanych średnic, a odwzorowanie będzie

liniowo zmienne od wartości minimalnej do maksymalne. Forma mapy będzie nadal mozaikowa, ale nie będzie już jednoznacznego przyporządkowania wartości do koloru, oczywiście z wyjątkiem wartości skrajnych. W takiej sytuacji wystarczy wybrać odpowiedni fragment modelu, aby zmniejszyć różnorodność wartości poniżej 20.

Po włączeniu opcji Izolinie forma prezentacji Pola zbrojenia będzie taka sama jak przy okazywaniu innych wyników. Każda izolinia będzie opisana numerem, a w legendzie będzie przyporządkowanie numeru do wartości. Po wybraniu Liczby wkładek lub Rozstawu wkładek izolinie będą rysowane po brzegach odpowiednich obszarów. Izolinie będą wprost opisane liczbą wkładek lub rozstawem. Nie będzie legendy z przyporządkowaniem. Ta forma zasadniczo jest przewidziana do prezentacji zbrojenia zadanego, ponieważ ma ono regularne obszary. Dodatkowo można zrezygnować z opisu izolinii – opcje Opis izolinii – Bez opisu i odczytać parametry zbrojenia w kolejnych polach.

Forma Widoki też prezentuje zbrojenie w dwóch odmianach. W obu najlepszą czytelność uzyskuje się po okazaniu modelu w widoku z pionową osią Z. Dla Pola zbrojenia pokazywane są rozkłady w postaci znanej z prezentacji innych wielkości np. naprężeń. Wielkość odwzorowania można zmieniać opcją Skala... Po wybraniu opcji Liczba wkładek lub Rozstaw wkładek zbrojenie będzie rysowane w formie słupkowej znanej z modułu DANE gdzie w ten sposób pokazywane są grubości. Słupki mogą być opisane wartościami. Opcją Bez opisu będzie można usunąć plakietki z wartościami.

Forma Liczby pozwala pokazywać wartości w postaci cyfrowej. Liczby są pokazywane w środku elementów. W elementach, w których jest zbrojenie niezbędne i zadane, o tym, które będzie pokazywane decyduje ustawienie opcji Pokaż niezbędne lub Pokaż zadane. Elementy, w których jest tylko zbrojenie niezbędne będą pokazywane zawsze. Przy prezentacji wartości w formie cyfrowej nie ma opcji Mnożnik, który w innych przypadkach pozwalał pokazać części dziesiętne. Jeśli jest taka potrzeba to należy skorzystać z opcji Odczyt.

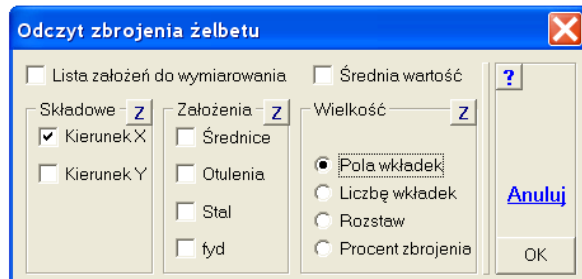
Wybierając opcję Wykres można sporządzić wykres zbrojenia w kierunku X lub Y wzdłuż wybranej linii. Pokazywana jest wielkość aktualna, tzn., jeśli są pokazywane Liczby wkładek to i na wykresie będą liczby wkładek. Jeśli jest zbrojenie zadane to odpowiednim włącznikiem można również pokazać jego przebieg. Na planszy wykresu można też zmienić kierunek pokazywanego zbrojenia.

Ustalenia na planszy wykresu są autonomiczne i nie mają wpływu na ustalenia dokonane wcześniej.

Działanie opcji Odczyt też zależy od stanu przycisku [M]. Przy wyłączonym przycisku [M] odczytywać będzie można tylko aktualną wielkość i aktualną składową. Sytuacja zmieni się po włączeniu przycisku [M]. Przed

odczytem będzie można ustalić, co będzie pokazywane w plakietce odczytu. Planszę profilu odczytu pokazano obok. Po włączeniu „Lista założeń do wymiarowania” można wyświetlić planszę danych odpowiednią do wybranego elementu. Ta możliwość jest przydatna szczególnie w zadaniach, w których wprowadzono strefy z różnymi założeniami.

W polu „Składowe” można wybrać, dla których składowych będą pokazywane wielkości. W polu „Założenia” można uzupełnić plakietkę odczytu o: „Średnice wkładki”, wielkości „Otulenia”, gatunek „Stali” i jej wytrzymałość obliczeniową („fyd”). W polu „Wielkość” można wybrać, jaka wielkość ma być na odczycie. Do wyboru są: „Pola wkładek”,



„Liczby wkładek”, „Rozstaw” (wkładek) i „Procent zbrojenia”. Po wybraniu odczytu „Pola zbrojenia” można uaktywnić odczyt wartości średniej z wybranych elementów.

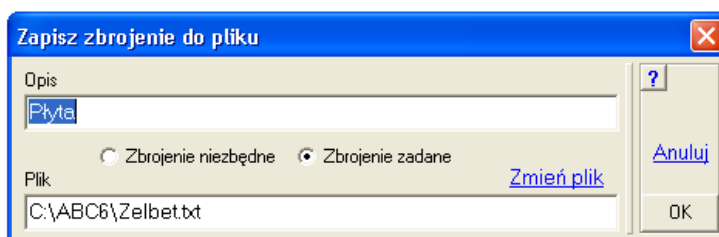
W każdym polu wyboru jest przycisk [Z]. Jego działanie w polach „Składowe” i „Założenia” są typowe, czyli przełączają włączniki w przeciwne stany. Natomiast w polu „Wielkość” przycisk ten pozwala usunąć aktywność każdej wielkości. Wtedy odczyty mogą dotyczyć tylko założeń.

Przycisk Usuń pokaże się tylko wtedy, kiedy wcześniej już były odczyty. Podobnie jak gdzieś indziej miejsca odczytu są pamiętane i opcją **Stare odczyty** można je pokazywać lub wyłączyć. Przyciskiem Usuń można, przed nowym odczytem, skasować stare miejsca. Również w tym przypadku można kliknąć ekran poza modelem, przed nowym odczytem, i w ten sposób skasować stare miejsca.

W menu Zelbet nie ma opcji **Lista**, za to jest opcja **Zestawienie**, która pozwala wyświetlić raport z wymiarowania. Raport ten zawiera wszystkie niezbędne dane o zadaniu, założenia przyjęte do wymiarowania, następnie dla każdego kierunku są szczegółowe założenia i wartości zbrojenia wymaganego i zadanego. Ponadto w raporcie będą informacje o powierzchniach: całkowitej, zabrozonej niezbędnie i przez użytkownika, o masie betonu i stali z rozbiciem na wymaganą i zadaną oraz zestawienie stali. Wartości podane w zestawieniu stali są wartościami netto, czyli bez zakładów. Do celów ofertowych są do dane wystarczające, natomiast nie mogą być podstawą do zamówień.

Opcją **Do pliku..** można dane o wymiarowaniu zapisać do pliku. Do wyboru jest plik tekstowy oraz binarny (opcja *.FEM). W pliku tekstowym, w pierwszej linii jest słowny komentarz. W następnych liniach są dane o miejscu i wartościach zbrojenia. Pierwsze dwie liczby są współrzędnymi środka elementu w układzie przyjętym do opisu modelu, następne dwie liczby to: pola zbrojenia dla kierunku X i Y, kolejne dwie liczby są zerami. Potem jest znacznik typu zbrojenia. Zero oznacza zbrojenie o kącie podanym w następnej liczbie i wtedy na końcu linii będzie 0. Przy zbrojeniu biegunowym znacznik przyjmie wartość 1, a w następnych dwóch liczbach będą współrzędne bieguna zbrojenia. Liczba linii w pliku będzie równa liczbie elementów.

Na planszy, która pokaże się po wybraniu opcji **Do pliku..** będzie można wpisać komentarz, wybrać, które zbrojenie ma być zapisane, domyślnie będzie zapisywane zbrojenie



zadane, oraz będzie można wybrać miejsce na dysku gdzie ten plik zostanie umieszczony. Jeśli taki plik już będzie to pojawi się ostrzeżenie i będzie można zmienić nazwę lub nadpisać starą zawartość.

Ostatnią opcją w menu Zelbet jest opcja **Usuń zbrojenie**. Opcja ta usuwa dane wstępne zbrojenia, opis zbrojenia w elementach, oraz, jeśli było liczone dane do zarysowania. Operacja ta wymaga potwierdzenia.

E1.3.1 Zadawanie własnego zbrojenia

Zbrojenie wyznaczone przez program jest zbrojeniem niezbędnym z warunku wytrzymałości. Z natury będzie ono dość różnorodne i na ogół technicznie nie realizowalne. Użytkownik powinien zadać własne zbrojenie obszarowo stałe. W programie jest mechanizm, który takie zbrojenie przyjmuje tylko w tych miejscach gdzie zadawane nie jest mniejsze od niezbędnego. Podczas zadawania można zmieniać średnicę wkładki. Można zbroić wkładkami o jednej średnicy, a można też od razu zadać zestaw dopuszczalnych średnic i pozwolić, aby program sam decydował gdzie, jakie zbrojenie zadane ma być. W tym ostatnim przypadku na ogół będzie potrzebne wyrównanie obszarów zbrojenia.

Po wybraniu tej opcji najpierw należy wybrać obszar do zazbrojenia. Następnie pokaże się plansza danych do własnego zbrojenia. Początkowo szereg przycisków będzie niedostępnych. Własne zbrojenie można zadawać polem zbrojenia lub liczbą wkładek. Można też zmienić średnicę wkładki. W okienkach „Pole zbrojenia” i „Liczba wkładek” będą podpowiadały się ekstremalne wartości z wybranego obszaru. Wprowadzając nową wartość pola zbrojenia automatycznie będzie się zmieniała liczba wkładek. Podobnie przy zmianie liczby wkładek będzie zmieniało się pole zbrojenia. Po wprowadzeniu nowych wartości lub akceptowaniu podpowiadanych można wybrać przycisk [OK.] i zazbroić wybrane miejsce.

Jeśli użytkownik naciśnie Dodaj do zestawu to wprowadzone parametry pojawią się w oknie pod tym przyciskiem. Wartości w oknie będą zależały od tego, co ostatnio było zmieniane. Jeśli zmieniano liczbę wkładek będzie to liczba wkładek, jeśli zmieniano pole to do zestawu zostanie wprowadzone pole zbrojenia. W ten sposób można zdefiniować zestaw zbrojeń, które będą przyjmowane automatycznie w tych miejscach gdzie to będzie możliwe.

Po kliknięciu wybranej linii w liście zestawu przyciskiem Usuń linię będzie można usunąć wybrane dane z zestawu.

Zestawy do zbrojenia można zapisać do pliku dyskowego po to, aby w innych zadaniach można je było wykorzystać. Przyciskiem Zapisz zapisuje się zdefiniowany zestaw do pliku o nazwie zadanej w okienku pod przyciskiem. Na planszy są dwie predefiniowane nazwy plików „Poziome” i „Pionowe”. Można wybrać nazwę lub wpisać własną. Jeśli w bieżącym katalogu będą już pliki z definicjami zestawów to w tym miejscu będzie lista tych plików. Oczywiście przy jednym pliku będzie jedna pozycja tej listy. Przyciskiem Czytaj można odczytać zestaw zbrojeniowy z pliku o nazwie wybranej w okienku powyżej przycisku. Wprowadzenie nazwy nie istniejącego pliku spowoduje wyświetlenie odpowiedniego komunikatu.

Na planszy zadawania zbrojenia jest przycisk Usuń zadane zbrojenie. Pozwala on usunąć zadane zbrojenie z wybranego obszaru.

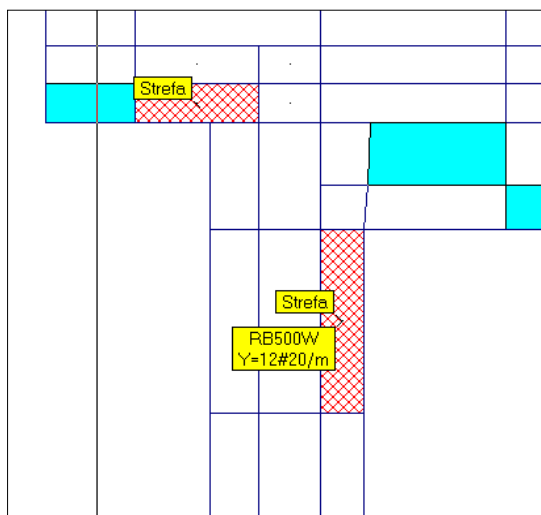
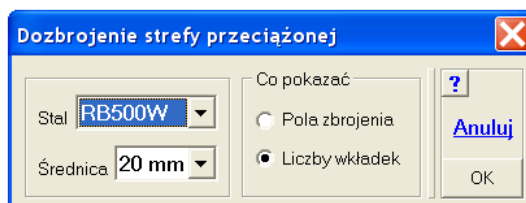


Po zadaniu własnego zbrojenia w menu pojawi się opcja **Zmień własne**. Przy pomocy tej opcji można zamieniać własne zbrojenie na inne występujące w obiekcie lub wprowadzać nowe o innych wkładkach. W lewym oknie planszy zamiany pojawi się lista istniejącego zbrojenia. Taka sama lista będzie dostępna w prawym oknie, tyle, że ta lista będzie uzupełniona pozycją **Inne**. Po wybraniu tej pozycji uaktywni się pole na dole planszy i będzie można zmienić liczbę i/lub zmienić średnicę wkładek. Zamiana jednych zbrojeń na inne odbędzie się po kliknięciu w przycisk [OK.] i będzie dotyczyła tylko pokazывanego fragmentu.

E1.3.2. Dozbrajanie strefy przeciążonej

Program ABC Obiekt3D pozwala, w stanie tarczowym, dozbroić strefy przeciążone dla kierunku X i/lub Y. Program nie dozbraja stref pokazanych jako XY. Wkładki wprowadzone do tych stref będą obciążone siłami ściskowymi, dlatego też projektant musi zadbać o właściwe przytrzymanie takiego zbrojenia na jego całej długości, aby nie uległo ono wyboczeniu. Program oblicza zbrojenie potrzebne do przeniesienia części sił ściskających, tych, które przekraczają 85% nośności betonu na ściskanie.

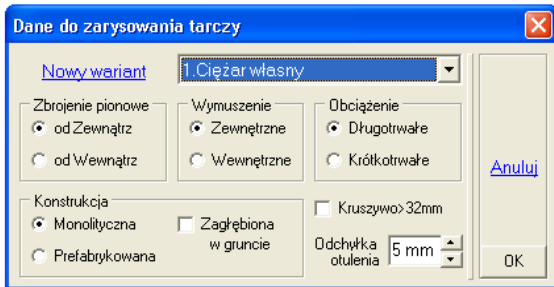
Po wybraniu opcji **Zbrojenie stref** pokaże się plansza, na której można wybrać materiał i średnicę wkładek oraz określić, czy wynik obliczeń ma być pokazywany jako pole zbrojenie czy od razu będzie przeliczony na liczbę wkładek. Po



naciśnięciu przycisku [OK.] można wybierać elementy z przeciążeniem. Program dla każdego elementu podaje potrzebne dozbrojenie.

E1.4. Rysy dla stanu tarczowego

Po wybraniu przycisku Rysy można wyznaczyć miejsca zarysowania, kąt rys oraz obliczyć wielkość rozwarcia rys. Rysy są obliczane tylko w elementach zazbrojonych, oraz tych gdzie nie ma przeciężenia. Jeśli w modelu są strefy przeciężone, to przy każdym wywołaniu menu Rysy będzie pokazywało się ostrzeżenie. Do obliczenia zarysowania brane są naprężenia jednego wybranego wariantu wyników. Wg PN powinny to być wyniki dla obciążeń długotrwałych, które są sumą obciążeń stałych i stałych części obciążeń zmiennych.



Jeśli rysy są obliczane po raz pierwszy, to najpierw pojawi się plansza założeń do zarysowania. W okienku „Obciążenia długotrwałe” będzie można wybrać wariant z wynikami odpowiadającymi warunkom obciążeń długotrwałych. Podpowiadany będzie ostatni wariant zadania. Jeśli takiego wariantu nie będzie, to przyciskiem Nowy wariant będzie można go stworzyć. Definiowanie nowego wariantu jest identyczne jak po wybraniu

opcji Definiuj dodany – Nowy w menu Wariant. Program nie stawia żadnych formalnych ograniczeń na wariant obciążeń długotrwałych.

W polu „Zbrojenie pionowe” można zadeklarować położenie tego zbrojenia w stosunku do zbrojenia poziomego. W polu „Wymuszenie” określa się czy jest to wymuszenie Zewnętrzne lub Wewnętrzne. W polu „Obciążenie” można zadać obciążenie Długotrwałe lub Krótkotrwałe. Ponadto w polu „Konstrukcja” można określić czy jest to obiekt monolityczny lub prefabrykowany, oraz czy jest on zagłębiony w gruncie. Można też wprowadzić kruszywo większe od 32mm, oraz zadać inną niż podpowiadana odchyłkę otulenia.

Po zadaniu danych lub zaakceptowaniu ustaleń podpowiadanych, program obliczy zarysowanie i pokaże układ zarysowania. Jeśli dla danego obciążenia nie wystąpi zarysowanie to pokaże się stosowny komunikat.

Przy powtórным wybraniu przycisku Rysy pokaże się menu o opcjach jak na rysunku obok. Opcja Założenia.. pozwala ponownie pokazać planszę danych do zarysowania i można zmienić założenia. Opcja Zarysowanie pokazuje rysy w formie graficznej. Rysa jest zaznaczana w formie kreski o kącie rysy, ale jej długość nie ma nic wspólnego z rozwarciem. Rysunek zarysowania też nie ma nic wspólnego z rzeczywistą gęstością zarysowania. Natomiast opcja Rozwarcia pokaże wielkości rozwarcia rys w kierunku X i Y, a dokładniej w kierunku zbrojenia. Opcją Graniczne.. można zadać graniczną wartość rozwarcia rysy. Wtedy wszystkie rysy o rozwarcia większej od granicznej będą pogrubione. Można w ten sposób łatwo wyznaczyć obszary o zbyt dużej szerokości rozwarcia.



Dodatkowo opcją Odczyt można poznać szerokości rozwarcia rys w wybranych miejscach modelu. Plakietki z szerokością rozwarcia będą pokazywane tylko przy graficznej formie prezentacji zarysowania. Opcja Lista wyświetla przyjęte założenia oraz ekstremalne wartości rozwarcia rys. Zawartość listy może być dokumentacją obliczeń.

E2. Żelbetowe elementy belkowe

W programie ABC Obiekt3D można przeprowadzić wymiarowanie belkowego 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 belkowego 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

Wariant: 9.DodatkowyD

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

Warunek ugięć

Obciążenia długotrwałe: 9.DodatkowyD

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

Obciążenia całkowite: 10.DodatkowyC

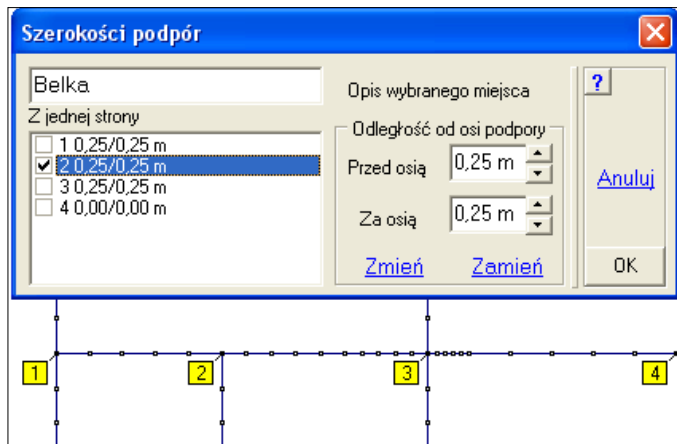
[Definiuj wariant](#) [Lista składników](#)

Opis	Nośność	Dług.	Całk.
1. Bez opisu	Obw	9	10

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

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 wybojeniowej. Podobnie jak w konstrukcji stalowej czy drewnianej można zadeklarować przesuwność wskazanego węzła, można włączyć jednostkowe współczynniki długości wybojeniowej, 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 ścisany. Na wstępie zostanie omówiony przypadek czystego zginania lub zginania z niewielkim udziałem siły ścisającej, której wpływ na obliczenia można pominąć. Graniczną wielkość siły ścisającej określono w punkcie 5.1.1 normy. Na planszy, w polu „Geometria” pokaże się przekrój wybranego odcinka, ale można wprowadzić swój własny układ 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” pokazą 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 odmierzana 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 użytkowalności będą przeprowadzane dla obciążeń charakterystycznych całkowitych czy też długotrwałych o ile takie warianty obciążenia zostały wcześniej osobno zdefiniowane.

Wymiarowanie pręta żelbetowego - Dane początkowe

Obliczenia Wyniki Drukuj Zakończ Pomoc

Materiały

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

Współczynnik alfa,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 t_0 [dni]: 28

Czas trwania obciążenia $t-t_0$ [dni]: 25500

Wilgotność powietrza RH [%]: 50

Graniczna szerokość rysy w_{lim} [mm]: 0,3

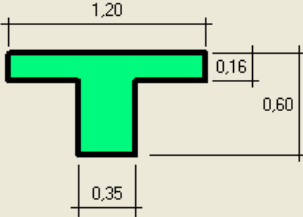
Ugięcia

- Przesła 1 $a_{lim}=0,030\text{m}$; $x=2,914\text{m}$
- Przesła 2 $a_{lim}=0,030\text{m}$; $x=9,086\text{m}$

Obciążenia charakterystyczne całkowite

Postęp wymiarowania: 0%

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 - ugięcia

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

Obliczenia dla sił krawędziowych

\varnothing_g [mm]: 12 cg [m]: 0,02 Grupy góra: 3

\varnothing_d [mm]: 16 cd [m]: 0,02 Grupy dółem: 3

\varnothing_w [mm]: 8 nw [szt]: 2 Liczba podziałów: 2

Długość pręta: 6,0+6,0=12,0m

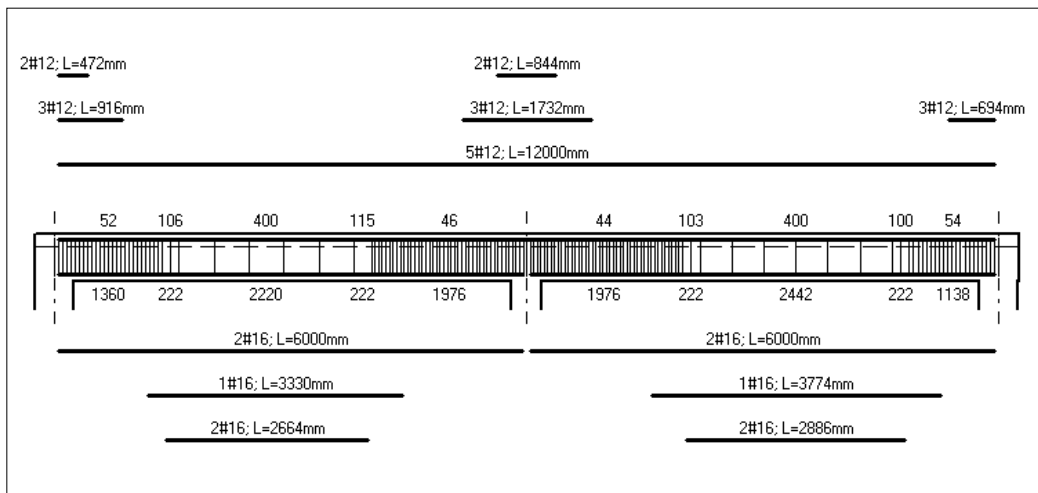
W ramce „Parametry zbrojenia” można zdecydować, czy zakres obliczeń ma obejmować tylko sprawdzenie czy przekrój da się zbroić, czy od razu mają być przeprowadzone obliczenia z uwzględnieniem rozmieszczenia prętów w przekroju. Dalej czy przy obliczaniu zbrojenia przekroju należy uwzględnić Stan Graniczny Użytkowalności – Zarysowania oraz Stan Graniczny Użytkowalności – Ugięcia. Należy zwrócić uwagę że nawet

w sytuacji gdy projektant wybierze wariant obliczeń bez uwzględniania Stanu Granicznego użytkowalności – 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 strzemion 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.

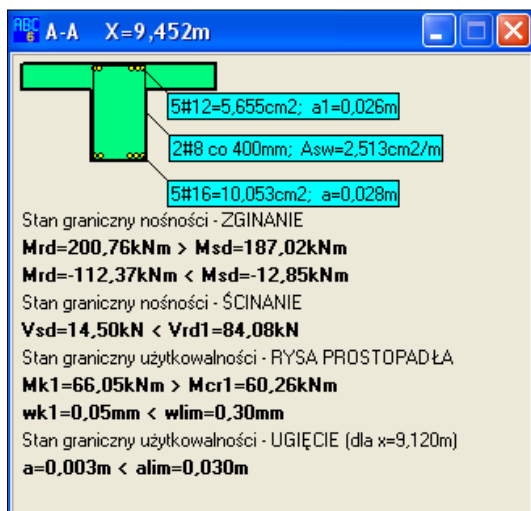
Na górze planszy są przyciski [Obliczenia], [Wyniki], [Drukuj] [Zakończ] i [Pomoc]. Przyciskiem [Obliczenia] uruchamia się procedurę obliczeniową. Po wykonaniu obliczeń uaktywni się przycisk [Wyniki]. Otwiera on planszę prezentacji obliczonego zbrojenia. W ramce „Postęp wymiarowania” pokaże się informacja o możliwości zabrojenia 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 kótek, 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.

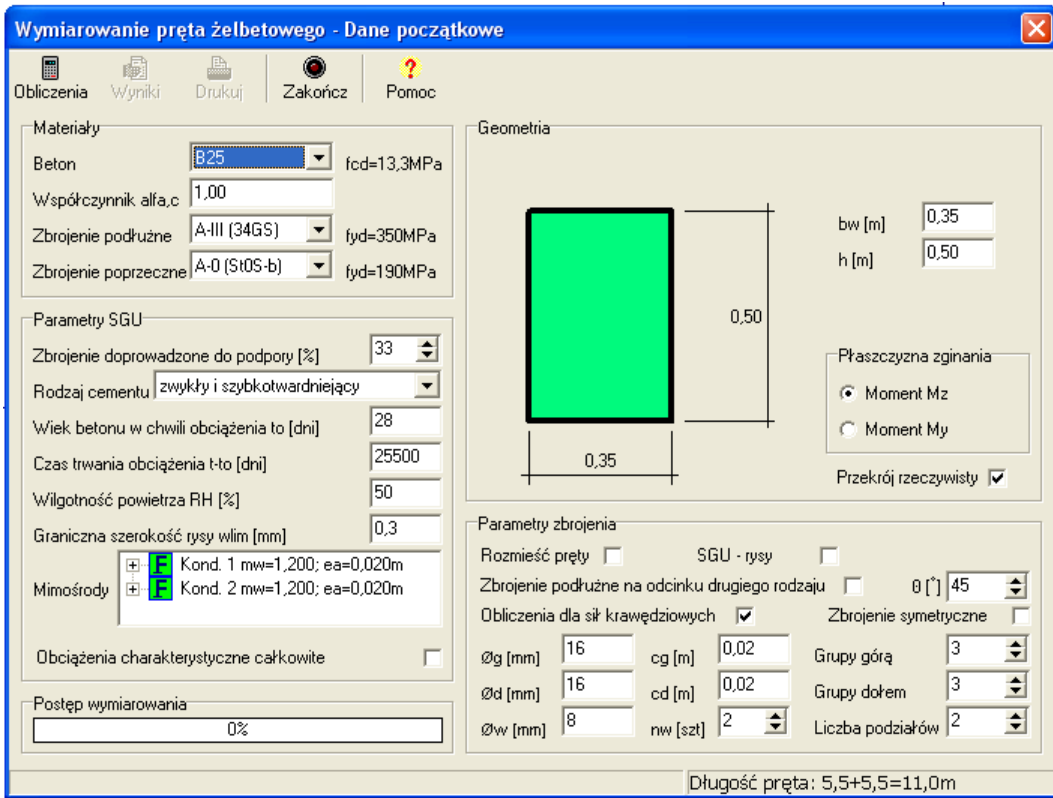
Takich odczytów można zrobić praktycznie nieskończenie wiele. Decydować tutaj będzie czytelność. Po

wydrukowaniu przyjętych założeń oraz otrzymanego zbrojenia można zamknąć plansze i wybrać nowy element do wymiarowania.

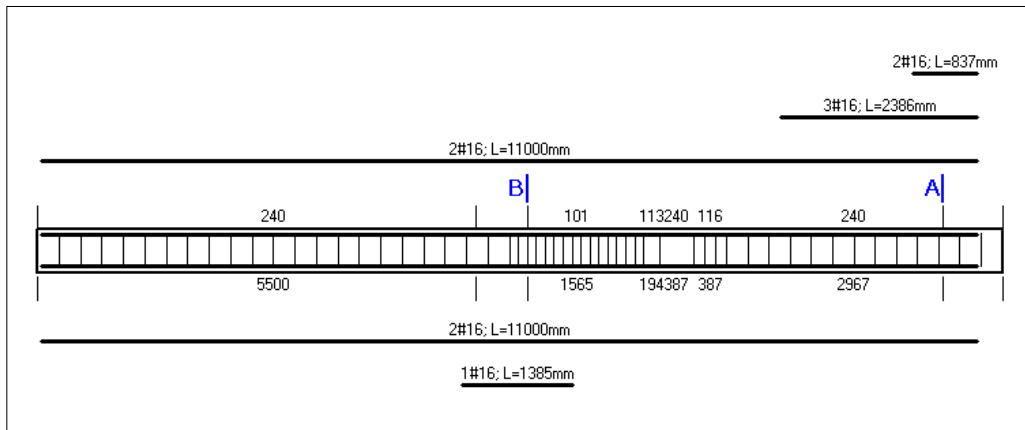
W sytuacji, gdy do wymiarowania wybrano element, dla którego nie jest możliwe pominięcie wpływu siły osiowej, program automatycznie wykorzysta procedurę wymiarowania pręta mimośrodowo ściskanego. W procedurze tej zastosowano metodę przygotowania zestawów sił wewnętrznych (ekstremalne siły osiowe i odpowiadające 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.

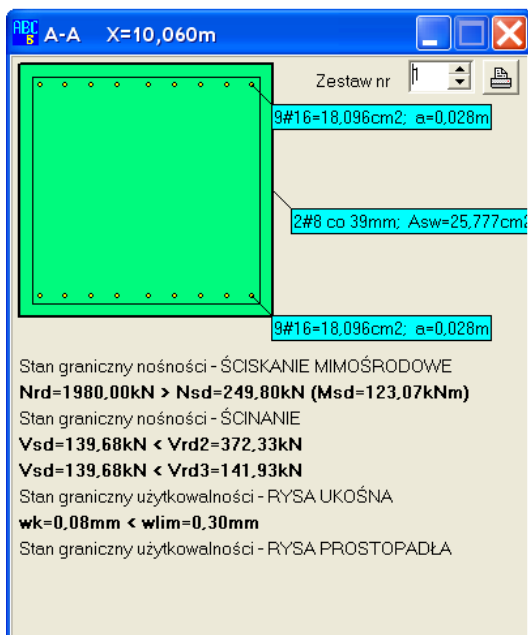
Na planszy w ramce „Geometria” pojawi się możliwość wyboru płaszczyzny zginania. W ramce „Parametry Stanów Granicznych Użyteczności” będzie okno „Mimośrodody”, a dla każdej kondygnacji będzie można przyjąć podpowiadane lub zadać własne współczynniki długości wyboczeniowej i niezamierzone mimośrodody. Odbyna 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 Użytkowalności – rysy.



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.

E3. Stalowe elementy belkowe

W programie ABC Obiekt3D można przeprowadzić wymiarowanie stalowych elementów belkowych wg normy PN-90/B-03200. Wymiarowanie obejmuje wszystkie przekroje przygotowane modułem 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 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 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 powtórny 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 ukaze 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.

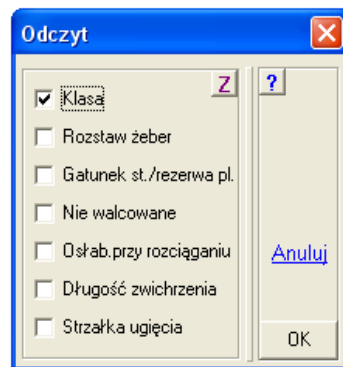
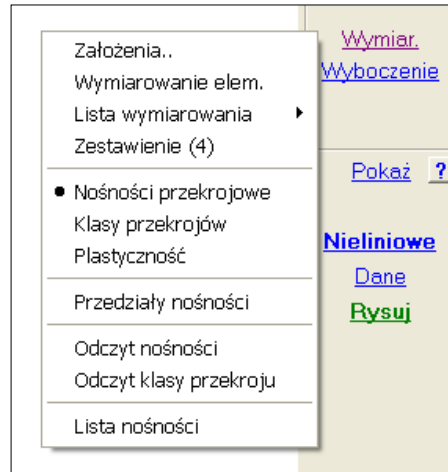
Opcja **Zestawienie** pozwala sporządzić syntetyczny raport z wymiarowania. Opcja ta będzie opisana dalej.

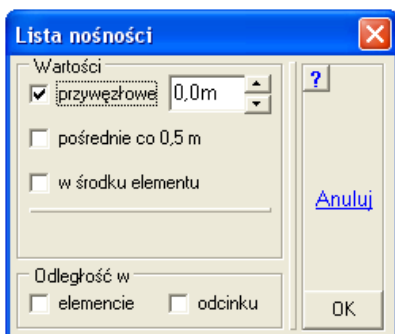
Blok trzech kolejnych opcji pozwala wybrać wielkość, która ma być prezentowana na rysunku. Domyślnie jest włączona opcja **Nośności przekrojowe**, która pokazuje w formie barwnej mapy stopień wykorzystania nośności przekroju. Ponadto można pokazać lokalizację klas przekrojów oraz elementy modelu, dla 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 żeber 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.

E3.1. 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. Nad polem z przyciskami Osie, Fragment, Powiększ pojawi się przycisk z trójkątami, który pozwala sekwencyjnie zmieniać przekrój pokazywanego fragmentu. Przycisk z trójkątami 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 pojawi 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 ($mx=1$). 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' ($mx=1$) 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 węzle z rozgałęzieniami i to osobno w kierunku osi x' i y' .

Jeśli włączony jest pełny zakres opcji i model składa się tylko z elementów belkowych to na tej planszy pojawi 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



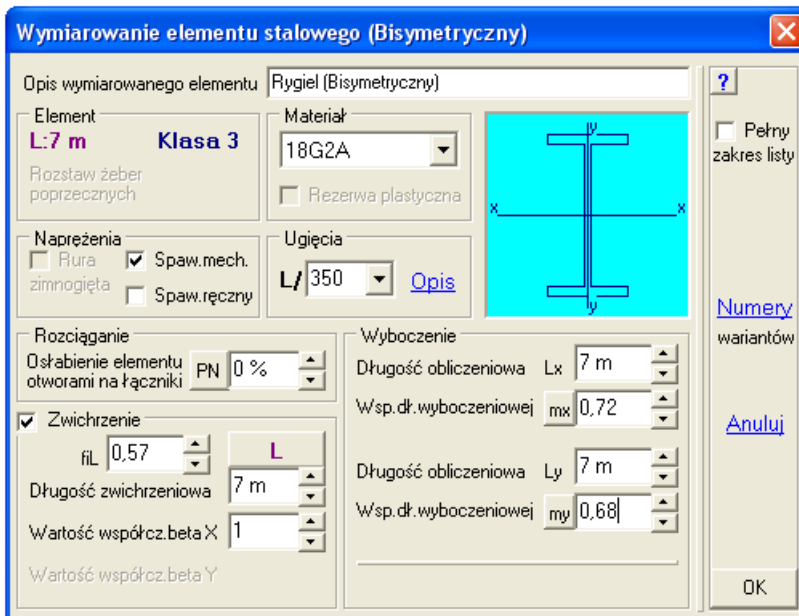
wyznacza liczby wpływu w miejscu rozgałęzień ustroju, a na ich podstawie długości wybocheniowe poszczególnych prętów ustroju. Dla dużych obiektów może to być proces dość długotrwały. Przycisk [Ścisłe] będzie dostępny tylko przy pierwszym pokazaniu się tej planszy. Nie można zmieniać zasad wyznaczania współczynników długości wybocheniowej 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 przyjąć podatność właściwą dla rzeczywistej stopy słupa.



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 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 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 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.

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 do będzie więc nieaktywne. Parametry te sterują wyborem krzywej wyobczeniowej 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 średnika 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 powtórnym 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:

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

w którym:

- f_d – wytrzymałość obliczeniowa stali,
- l – długość zwichrzeniowa,
- b – szerokość półki,
- h – wysokość całkowita przekroju,
- t_f – grubość półki,

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

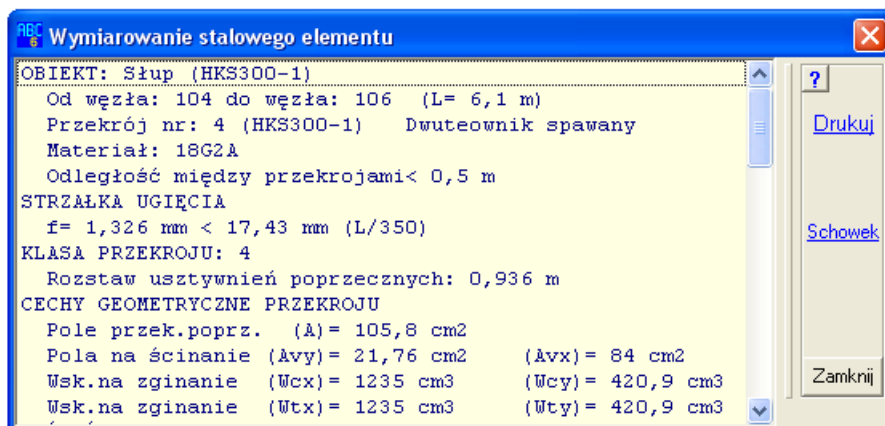


jest stopień wykorzystania nośności przekroju oraz elementu. Wartości większe od 1,0 będą miały kolor czerwony. W trzeciej linii podawana jest strzałka ugięcia. Jeśli program stwierdzi, że jeden z końców wybranego odcinka nie jest podparty i dochodzą do niego elementy sąsiednie, to potraktuje ten koniec 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:

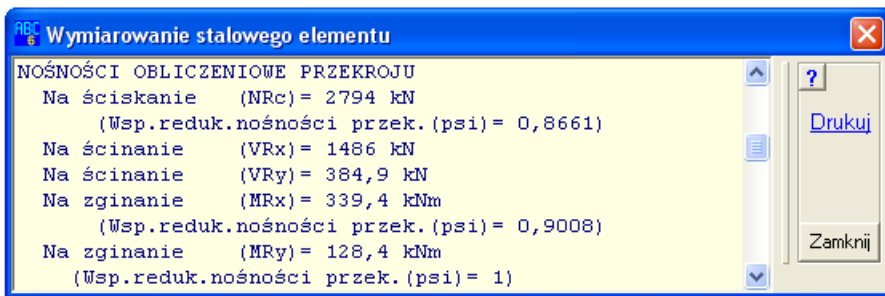
Linia **OBIEKT** podaje opis wymiarowanego fragmentu. Będzie to tekst nadany automatycznie lub wpisany przez użytkownika. W następnej linii będą numery węzłów skrajnych wybranego odcinka i jego długość L . Dalej będzie numer przekroju poprzecznego z symbolem i słownym opisem typu. W kolejnej linii będzie 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.



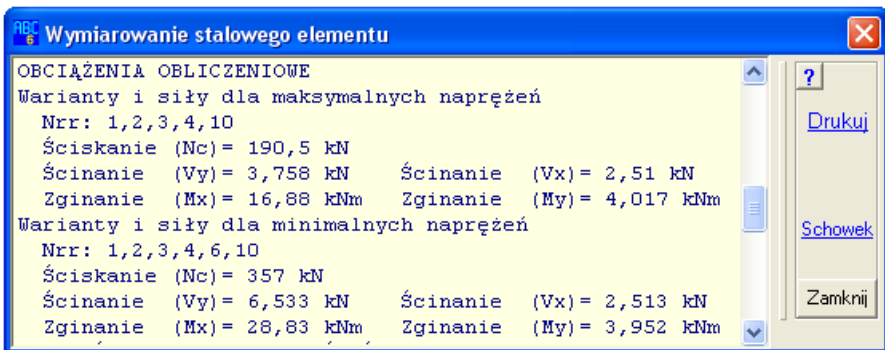
W wierszu KLASA PRZEKROJU podana jest klasa przekroju występującego na analizowanym odcinku. Jeśli będzie to klasa założona przez program (dla przekroju, dla którego program nie ustala klasy), to w nawiasie zostanie dodane słowo (przyjęta). Dla klasy 4 podany będzie także przyjęty rozstaw poprzecznych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

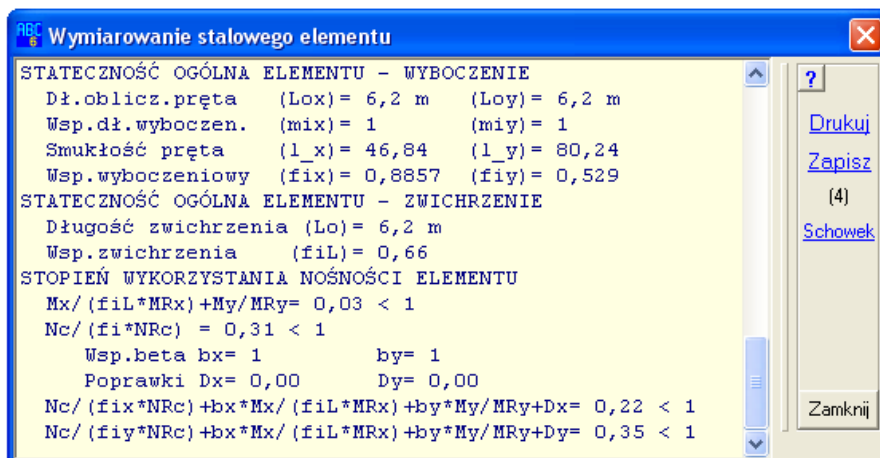


W bloku OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE podane są numery wariantów i siły wewnętrzne, którym odpowiadają największe naprężenia rozciągające i ściskające.



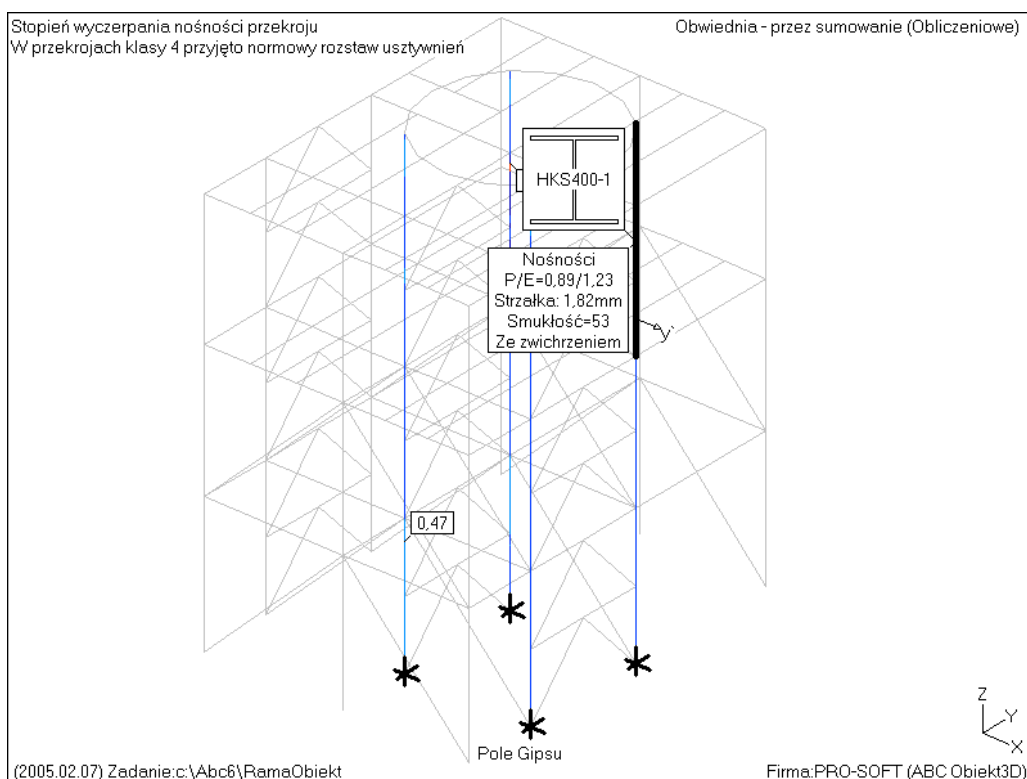
W bloku STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU podawane są normowe warunki nośności (wytrzymałości) przekroju, które były sprawdzane dla tego przekroju, dla którego obliczony stopień wykorzystania nośności przekroju jest maksymalny.

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 m_i , smukłości pręta l_0 oraz odpowiadające im współczynniki wyoboczeniowe φ .



Następny blok to STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU – ZWICHRZENIE, w którym podana jest długość zwicchrzenia Lo oraz współczynnik zwicchrzenia fiL .

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.

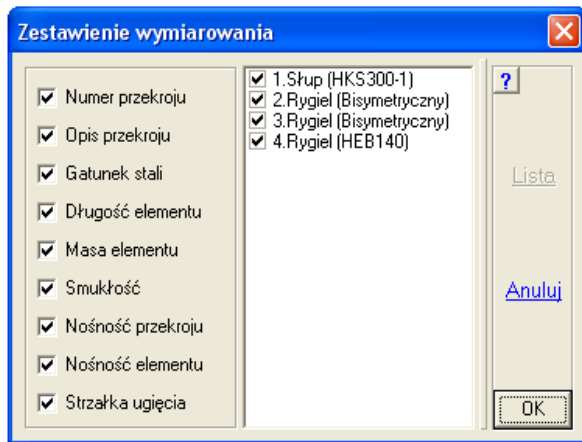
Na planszy z listą dokumentacyjną znajduje się przycisk Zapisz, który pozwala zapisać listę dokumentacyjną do pliku .WST. Pod tym przyciskiem podawana jest liczba zapisanych analiz. W tym miejscu można do pliku tylko dopisywać. W opcji Lista wymiarowania można usunąć wybraną analizę.

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.

E3.2. 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.



Po włączeniu przycisku [OK] otrzymuje się syntetyczny raport z wymiarowania zawierający w kolejnych kolumnach zaznaczone wcześniej wielkości obliczeń.

Nr	Prz	Opis	Stal	L[m]	M[kg]	Smuk.	W	S	f[mm]
1	4	HKS300-1	18G2A	6,1	506,4	43,78	0,24	0,31	1,326
2	8	Bisymetryczny	18G2A	7	780,3	144,4	0,23	0,41	6,805
3	8	Bisymetryczny	18G2A	7	780,3	131,4	0,65	1,14	16,17
4	6	HEB140	18G2A	3,3	111,4	92,27	0,24	0,29	3,859

E4. Drewniane elementy belkowe

W programie ABC Obiekt3D można przeprowadzić wymiarowanie drewnianych elementów belkowych 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.

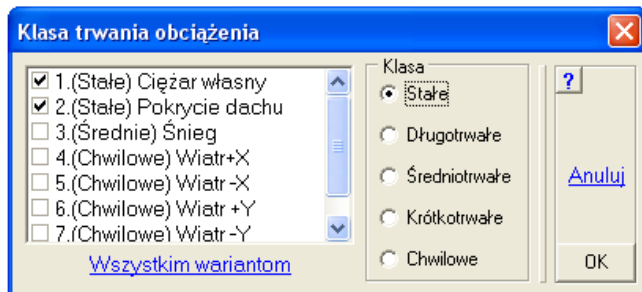
Procedura wymiarująca pozwala zmienić przekrój analizowanego elementu na inny, jeśli aktualny nie spełnia warunków nośności albo warunków ekonomicznych (zbyt mały stopień wykorzystania nośności). Nowy przekrój może być wzięty z modułu MOMBEZ, z bazy danych lub zamieniony na inny istniejący już w modelu. 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 powtórny 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 powtórny 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 informację 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 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 plakiety 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.

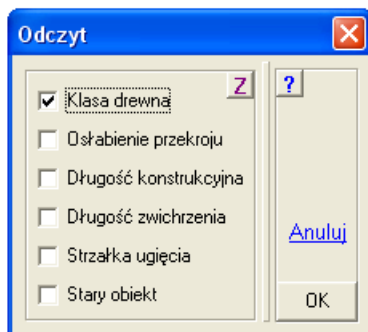
Opcja Wymiarowanie elem. pozwala wybrać obszar konstrukcji do zwymiarowania, ze sprawdzeniem warunków stateczności ogólnej. Tok postępowania przy wymiarowaniu jest omówiony w następnym rozdziale.



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”.

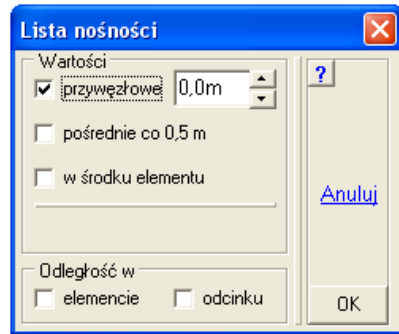
Opcja Przedziały nośności pozwala pokazać obszary ustroju, w których stopień wykorzystania nośności będzie zawarty w wybranym przedziale.

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.



E4.1. 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 wyoboczenia lub zwichrzenia 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. Nad polem z przyciskami Osie, Fragment, Powiększ pojawi się przycisk z trójkątami, który pozwala sekwencyjnie zmieniać przekrój pokazywanego fragmentu. Przycisk z trójkątami 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 wyoboczeniowych. Na ekranie w pobliżu węzła z rozgałęzieniami pokaże się wtedy plansza umożliwiająca wybranie jednego z trzech możliwych sposobów ustalenia długości wyoboczeniowych wskazanego odcinka. W pierwszym sposobie program wyznacza długości wyoboczeniowe (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 wyoboczeniowej ma wartość równą 1 ($m_x=1$). W modelu czysto belkowym można też wybrać trzeci sposób - włączyć przycisk [Ścisłe] uruchamiający procedurę ścisłego wyznaczania siły krytycznej i współczynników długości wyoboczeniowej. Po włączeniu jednostkowego współczynnika długości wyoboczeniowej względem osi x' ($m_x=1$) można będzie podać warunki dla wyoboczenia względem osi y' . W celu ułatwienia orientacji osi przekroju, w środku długości wybranego odcinka rysowany jest układ osi przekrojowych (x' , y'). Jednostkowe współczynniki długości wyoboczeniowej zadaje się tylko raz, natomiast warunki przesuwności muszą być określone w każdym węzle 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 wyoboczeniowej 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 wyoboczeniowe 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.

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 wyboczeniowej 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 wyboczeniowej 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 sprawdzić 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.

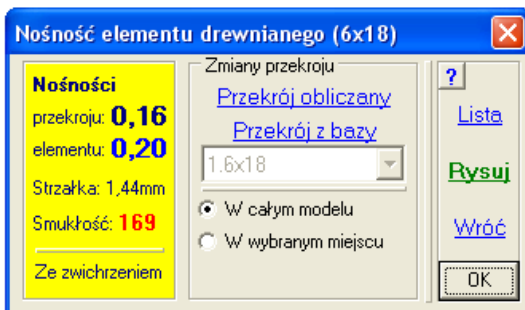
Pole „Zwicherungie” jest aktywne tylko dla tych elementów, w których takie zjawisko może wystąpić i wtedy, kiedy będzie odpowiednia składowa momentu gnącego. Początkowa długość zwicherungiowa przyjmowana jest taka sama jak długość L wybranego odcinka. Po wprowadzeniu własnej długości będzie ona pamiętana i po powtórny wybraniu tego miejsca modelu będzie podpowiadana. W sytuacji pełnego zabezpieczenia elementu przed zwicherungiem 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 L_d i zadanego miejsca (poziomu na wysokości elementu) przyłożenia obciążenia.

Kolejne pole „Wyboczenie” pokazuje się tylko wtedy, gdy wybrany odcinek 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 .

Po prawej stronie planszy założeń do wymiarowania elementu usytuowany jest włącznik „Pełna lista”, który umożliwi 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 linii jest podawana 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 równiej 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.

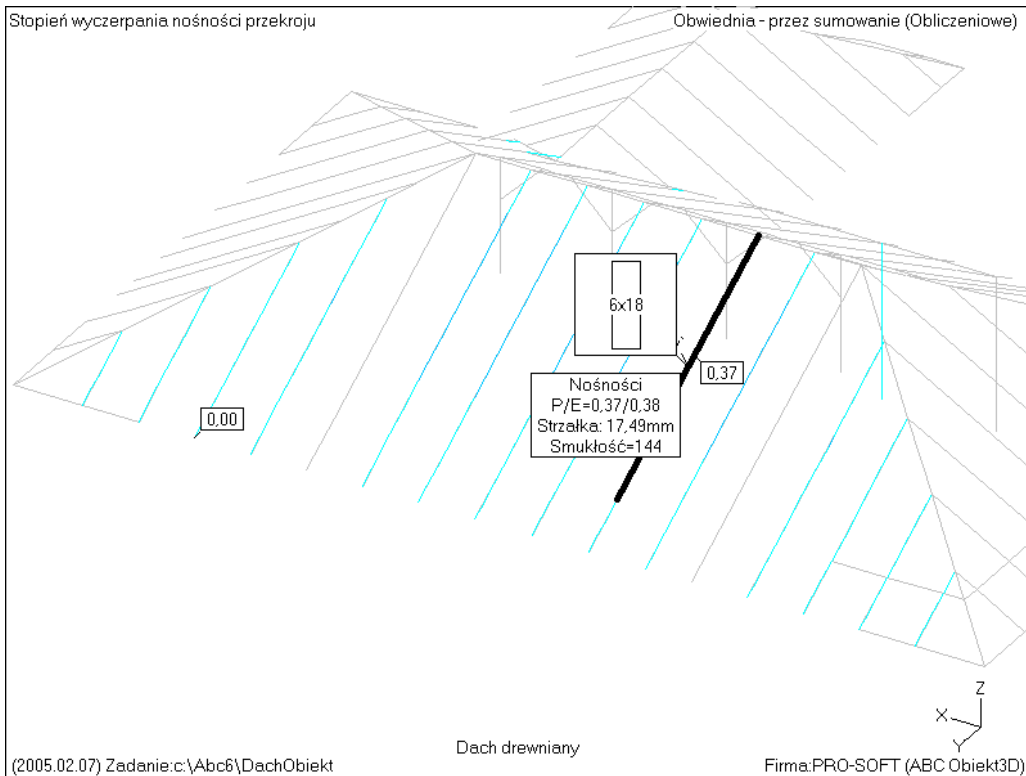
Przyciskiem Lista wywołuje się planszę z dokumentacją obliczeń. W dokumentacji zawarte są podobne bloki informacji jak przy wymiarowaniu elementu stalowego. Na planszy z listą dokumentacyjną znajduje się przycisk Zapisz, który pozwala zapisać listę dokumentacyjną do pliku .WDR. Pod tym przyciskiem podawana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

Wymiarowanie drewnianego elementu

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE
Warianty i siły dla maksymalnych naprężeń
Nrr: 1,2,3,4,7
Ściskanie (Nc)= 2,176 kN
Ścinanie (Vy)= 0,1399 kN
Zginanie (Mz)= 3,014 kNm
Warianty i siły dla minimalnych naprężeń
Nrr: 1,2,3,5,7
Ściskanie (Nc)= 2,183 kN
Ścinanie (Vy)= 0,1399 kN
Zginanie (Mz)= 3,014 kNm
STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU
Ściskanie: $Sc/fcd = 0,01$
Ściskanie+Zginanie: $(Sc/ftd)^2 + Sz/fmd = 0,37$
Ścinanie: $ty/fvd = 0,01$
STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE
Długość pręta (Loz)= 2,5 m (Loy)= 2,5 m
Wsp.dł.wyobczen. (miz)= 1 (miy)= 1
Smukłość pręta (l_z)= 48,11 (l_y)= 144,3
Wsp.wyobczeniowy (kc,z)= 0,8662 (kc,y)= 0,1531
STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE
Długość obliczeniowa (Ld)= 6,056 m
Wsp.zwchrzenia kcrit= 0,7305
STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU
Wyobczenie: $Sc/(kc*fcd) = 0,07$
Wyobczenie+Zginanie: $Sc/(kcz*ftd) + Sz/fmd = 0,38$
Wyobczenie: $Sc/(kc*fcd) = 0,07$
Wyobczenie+Zginanie: $Sc/(kc*ftd) + Sz/fmd = 0,38$
Zwchrzenie: $Sz/(kcrit*fmd) = 0,50$

Sidebar buttons: [Drukuj](#), [Zapisz](#) (4), [Schowek](#), [Zamknij](#)

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 zwirzenia, i otrzymać nowy, powtórnie obliczony, stopień wykorzystania nośności elementu. Przycisk **[OK]** zamyka obie plansze i program wraca do trybu wyboru kolejnego odcinka do wymiarowania.