

Część **E**

WYMIAROWANIE

Spis treści części E

E53. Wymiarowanie	3
E54. Żelbetowe elementy powłokowe	3
54.1. Zbrojenie wg PN-EN 1992-1-1:2008	4
54.2. Zbrojenie wg PN-B-03264:2002	7
54.3. Zbrojenie - opcje wspólne	8
54.4. Zadaj własne	10
54.5. Usuwanie własnego zbrojenia	11
54.6. Zamiana własnego zbrojenia	11
54.7. Odczyt zbrojenia	12
54.8. Mapy zbrojenia	12
54.9. Zarysowanie wg PN-EN 1992-1-1:2008	13
54.10. Zarysowanie wg PN-B-03264:2002	14
54.11. Zarysowanie - opcje wspólne	14
54.12. Wymiarowanie eksperckie	15
54.13. Dozbrajanie stref przeciążonych	15
54.14. Warunki przeciwpożarowe	15
54.15. Wymiarowanie pojedynczego elementu	16
E55. Żelbetowe elementy prętowe	17
E56. Stalowe elementy prętowe	24
56.1. Wymiarowanie elementu stalowego	27
56.2. Opcja Zestawienie	34
E57. Drewniane elementy prętowe	35
57.1. Wymiarowanie elementu drewnianego	38

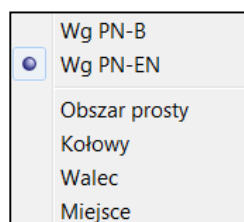
E 53. Wymiarowanie

W programie ABC Obiekt3D można zwymiarować elementy powłokowe na stan zgięciowy i stan tarczowy. Również elementy prętowe, będące np. układem wsporczym mogą być zwymiarowane. Można zwymiarować elementy prętowe: stalowe, drewniane i żelbetowe. W modelu wielu materiałowym najpierw należy wybrać fragment złożony z elementów z jednego materiału. Jeśli w tym fragmencie będą elementy powłokowe i prętowe 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.

E 54. Żelbetowe elementy powłokowe

Po wybraniu przycisku [Wymiar](#) można zwymiarować wybrany fragment żelbetowy obliczając, niezbędne z warunku wytrzymałości SGN zbrojenie, można zadać własne, obszarowo stałe zbrojenie i można wyznaczyć zarysowanie. Wymiarowanie prowadzone jest osobno dla stanu zgięciowego i dla stanu tarczowego, wg PN-EN 1992-1-1:2008 lub PN-B-03264:2002. Materiałem może być beton typu B* jak i beton typu C*/*. Dla betonu typu B* jest dostępne tylko wymiarowanie wg PN-B:2002. Wymiarowanie wg PN-EN:2008 jest w standardowej konfiguracji, natomiast wymiarowanie wg PN-B jest w dodatkowym module. Opcje **Obszar prosty**, **Kołowy** i **Walec** pojawią się dopiero po zdecydowaniu wg jakiej normy będzie prowadzone wymiarowanie. Jeśli w modelu jest beton typu B* to od razu można przejść do wyboru obszaru. Jeśli w konfiguracji jest tylko jedna norma wymiarowania to też od razu przechodzi się do wyboru miejsca.

Wybierając **Obszar prosty** należy wskazać trzy węzły siatki, z których *dwa pierwsze określą kierunek X zbrojenia*. Model zostanie ograniczony do płaskiego fragmentu. Opcją **Kołowy** można zadać zbrojenie biegunowe. W tym przypadku trzeba wybrać trzy węzły na łuku. Przy pomocy opcji **Walec** można wybrać obszar walcowy. Też w tym przypadku wybiera się trzy węzły na łuku poboczniczy. Program pozwala wybrać tylko walec o pionowej osi. Opcja **Miejsce** pokaże się tylko wtedy, kiedy wcześniej z menu [Pokaż](#) wybrano **Markery elementów**. Po jej wybraniu będzie można wymiarować tylko pojedyncze elementy. Ten sposób będzie opisany osobno.



54.1. Zbrojenie wg PN-EN 1992-1-1:2008

Przy pierwszym wywołaniu zbrojenia pokaże się plansza otuleń na której można wprowadzić dodatki związane z cechami obiektu. Głównym parametrem tej planszy są klasy ekspozycji.

Dopiero po zamknięciu planszy otuleń pojawi się główne okno założeń do wymiarowania. Wymiarowanie powinno się odbywać na obwiedni momentów i naprężeń, ale można przeprowadzić te obliczenia dla wybranego wariantu. Jeśli zdefiniowano kombinacje wg EN to pokaże się napis "Wybór z kombinacji wg EN". Jeśli nie ma kombinacji wg EN to pokaże się komunikat ostrzegający, ale będzie można wymiarować z obwiedni przez sumowanie. W przypadku kombinacji wg EN przyciskiem [Lista](#) można wyświetlić składniki kombinacji.

W drugim przypadku będzie to lista wszystkich wariantów. 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 wartościach obliczeniowych.

Nie ma możliwości wyłączenia tego warunku. Warunek, dla którego przeprowadzono zbrojenie jest niezależny od ustawień przy prezentacji wyników. W przypadku braku mnożników obciążenia zgłaszany jest komunikat z ostrzeżeniem.

Gatunek stali, średnice, otulenia i klasy ekspozycji można zapisać do pliku PN-EN_O.dat jako preferencje do kolejnych zadań. O tym, że taki plik jest informuje purpurowy kolor napisu **Zapisz**. W takiej sytuacji nie pojawi się plansza otuleń, ale zawsze będzie można ją wywołać naciskając przycisk [Otulenia/klasy ekspozycji](#).

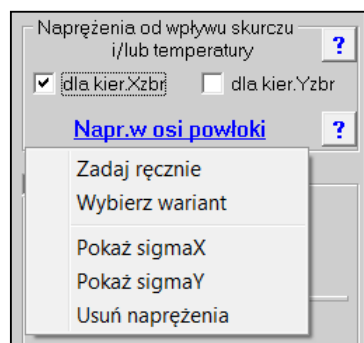
Program oblicza w każdym oczku siatki zbrojenie niezbędne z warunku wytrzymałościowego i użytkownik nie jest w stanie zadać zbrojenia mniejszego - chyba, że włączy warunek **Ekspertyza** na planszy założeń. Może natomiast zadać zbrojenie większe np. po to, aby zachować warunek szczelności (szerokości rozwarcia rys). Będzie o tym mowa dalej. Po każdym wybraniu nowego płaskiego obszaru plansza założeń do zbrojenia pokaże się automatycznie. Po kliknięciu w przycisk [OK] program dla każdego oczka obliczy zbrojenie na zginanie i na stan tarczowy, jeśli będą potrzebne. Zbrojenie będzie pokazywane osobno dla zginania i osobno dla stanu tarczowego. W przypadku zginania zbrojenie będzie orientowane w stosunku do strony elementu powłokowego, ponieważ w obiekcie pojęcia Góra i Dół mają ograniczone zastosowanie. W razie wątpliwości można zawsze wybrać z menu Pokaż opcję [K]Strona elem. lub użyć klawisza [K] do chwilowego pokazania kolorów - stron. Ponadto będzie rysowana kreska o rzeczywistym kierunku zbrojenia. Kreska będzie rysowana dla zbrojenia na zginanie jak i dla stanu tarczowego.

Przy zbrojeniu można uwzględnić średnie naprężenia w osi powłoki wywołane wpływem skurczu lub temperatury. Po włączeniu którejkolwiek opcji "dla kier.Xzbr" lub "dla kier.Yzbr" pojawi się menu z którego będzie można określić jak te naprężenia będą zadawane: czy ręcznie, czy odczytane z wybranego wariantu wyników. W przypadku ręcznego zadawania naprężeń najpierw należy wybrać obszar, a potem wpisać wartości naprężeń dla kierunku X i Y układu zbrojenia. Przyjęto konwencję, odwrotnie niż w programie ABC ale zgodnie z PN-EN, że naprężenia ściskające mają znak dodatni.

Wybierając opcję "Wybierz wariant" można wybrać wariant z bieżącego zadania, określić składową uwzględnianą przy zbrojeniu i w końcu ustalić obszar. Jeśli zadano już naprężenia wtedy przyciskając [Napr.w osi powłoki](#) można je zmienić, pokazać wybraną składową lub zupełnie usunąć.

Na planszy założeń można od razu wprowadzić ograniczenie rozwarcia rys do zadanej szerokości. Ograniczenia te są zadawane osobno dla góry i dołu płyty i dla stanu tarczowego.

Jeśli plansza założeń była wywoływana po raz pierwszy to po włączeniu opcji "Dozbroić ze wzg. na rysę" najpierw pokaże się plansza założeń do zarysowania. Będzie ona pokazana w osobnym rozdziale. Natomiast potem będzie ją można wywołać przyciskając [Dane do zarysowania](#). Dozbrajanie na zadaną szerokość rozwarcia rysy odbywa się drogą dodawania wkładek o zadanej średnicy. Proces ten odbywa się tak długo aż szerokość rozwarcia rysy będzie mniejszy lub równy wartości zadeklarowanej.



Wg PN-EN:2008 zbrojenie tarczowe podlega trzem ograniczeniom od dołu. Zarówno minimalny procent zbrojenia, minimalne pole zbrojenia i maksymalny rozstaw może być zmieniane.

Przyciskiem [Minima wg](#)

[PN-EN](#) można zawsze przywrócić im wartości normowe. Włączając "Tarczę betonową" można określić procent minimalny dla tarczy betonowej.

Wybierając zbrojenie biegunowe program poprosi o wskazanie trzech węzłów/punktów leżących na wspólnym łuku. Współrzędne tego środka zostaną wyświetlone w żółtych okienkach.

W opisach kierunków zbrojenia pojawia się litery R dla promieniewego i O dla obwodowego.

Wybierając do zbrojenia walcowy obszar program na planszy założeń napisze "Układ walcowy" i poda współrzędne środka łuku pobocznicy. Zbrojenie w takim układzie będzie się składało ze zbrojenia pionowego o kierunku osi Z i zbrojenia obwodowego.

Minimalne zbrojenie dla tarczy Na odpowiedzialność projektanta

[?](#) Kierunek Xzbr 0,2% Kierunek Yzbr 0,1% [Minima wg PN-EN](#)

Pole zbr. [mm²/m] 300 300

Rozstaw 150mm 150mm

(na stronę) 300 mm 300 mm

☒ Tarcza betonowa (min. zbrojenie)

Kierunek Xzbr 0,2% Kierunek Yzbr 0,2%

Strona(-)/Kier.R RB500W $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$ ϕ 16 mm c_{nom} 30 mm

Strona(-)/Kier.O RB500W $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$ ϕ 16 mm c_{nom} 30 mm

Strona(+)/Kier.R RB500W $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$ ϕ 16 mm c_{nom} 30 mm

[Otulenia/klasy ekspozycji](#)

[?](#) Układ biegunowy **Xś = 0,0 m** **Yś = 0,0 m** **Zś = 0,0 m**

54.2. Zbrojenie wg PN-B-03264:2002

Jeśli w zadaniu jest beton typu B* będzie można go zbroić tylko wg normy PN-B. Jeśli będzie beton typu C*/* będzie można wybrać zbrojenie wg tej normy. Sam wybór obszaru zbrojonego jest identyczny, trzeba wybrać trzy węzły z których pierwsze dwa określą kierunek X zbrojenia. Plansza założeń jest skromniejsza niż dla normy PN-EN. Wymiarowanie powinno się odbywać na obwiedni momentów i naprężeń, 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 wartościach obliczeniowych. Nie ma możliwości wyłączenia tego warunku. Warunek, dla którego przeprowadzono zbrojenie jest niezależny od ustawień przy prezentacji wyników. W przypadku braku mnożników obciążenia zgłaszany jest komunikat z ostrzeżeniem.

Dane do zbrojenia powłoki żelbetowej (PN-B-03264:2002)

Beton
 Ecm: 31100 MPa ni: 0,2 **C25/30**
 Alfa cc **1,0** Alfa ct **1,0**
 fcd: 16,00 MPa fctd: 1,16 MPa
 fcd*: 13,33 MPa fctd*: 0,97 MPa

Dla obciążeń z
☐ Wariantu ☒ **Obwiedni**
[Lista](#) Obwiednia przez sumowanie

Sytuacja
☒ Trwała i przejściowa
☐ Wyjątkowa [Opis](#)
☐ Wymuszenie

Rozkład mom.skręcającego
 Tradycyjnie (wektorowo)

Strona(-)/Kier.X **Strona(-)/Kier.Y**
RB500W **RB500W**
 A-IIIIN/420 MPa A-IIIIN/420 MPa
16 mm **16 mm**
30 mm **30 mm**

Strona(+).X **Strona(+).Y**
RB500W **RB500W**
 A-IIIIN/420 MPa A-IIIIN/420 MPa
16 mm **16 mm**
30 mm **30 mm**

☒ **Min. zbrojenie z warunku nośności przekroju betonowego**

Stal **Klasa ekspozycji**
 Klasa/tyd **Opis**
Średnica wkładki **XC3**
Otulenie Cnom **Odczytka otulenia** **5 mm**

☐ **Zabezpieczenie przeciwpożarowe**

Konstrukcja **Monolityczna**
Kruszywo **Kwarcytowe**
Średnica kruszywa **4 mm**

Warunki poza normą **Na odpowiedzialność projektanta**
 Min.zbrojenie tarczy żelbetowej
 X **0,2%** Y **0,2%**

☐ **Tarcza betonowa (min.zbrojenie)**

Obiekt **Strop A**

Eks-pertyza
Zapisz
Anuluj

OK

Gatunek stali, średnice, otulenia i klasy ekspozycji można zapisać do pliku PN2002S.dat jako preferencje do kolejnych zadań. O tym, że taki plik jest informuje purpurowy kolor napisu [Zapisz](#).

Program oblicza w każdym oczku siatki zbrojenie niezbędne z warunku wytrzymałościowego i użytkownik nie jest w stanie zadać zbrojenia mniejszego - chyba, że włączy warunek **Eksperyta** na planszy założeń. Może natomiast zadać zbrojenie większe np. po to, aby zachować warunek szczelności (szerokości rozwarcia rys). Będzie o tym mowa dalej. Po każdym wybraniu nowego płaskiego obszaru plansza założeń do zbrojenia pokaże się automatycznie. Po kliknięciu w przycisk [OK] program dla każdego oczka obliczy zbrojenie na zginanie i na stan tarczowy, jeśli będą potrzebne. Zbroje-

nie będzie pokazywane osobno dla zginania i osobno dla stanu tarczowego. W przypadku zginania zbrojenie będzie orientowane w stosunku do strony elementu powłokowego, ponieważ w obiekcie pojęcia Góra i Dół mają ograniczone zastosowanie. W razie wątpliwości można zawsze wybrać z menu Pokaż opcję [K]Strona elem. lub użyć klawisza [K] do chwilowego pokazania kolorów - stron. Ponadto będzie rysowana kreska o rzeczywistym kierunku zbrojenia. Kreska będzie rysowana dla zbrojenia na zginanie jak i dla stanu tarczowego.

Włączając "Wymuszenie" można wybrać jego źródło: "Zewnętrzne", "Wewnętrzne" oraz miejsce: "Góra", "Dół" oraz kierunek X i/lub Y. Można też zadeklarować graniczne rozwarcie rysy oraz określić graniczną wytrzymałość.

Dla stanu tarczowego można określić minimum zbrojenia oraz minimum dla tarczy betonowej.

Wpisując inne minima niż normowe można je przywrócić przyciskiem [Zadaj wg PN](#).

54.3. Zbrojenie - opcje wspólne

Jeśli zwymiarowano więcej niż jeden obszarów to zasadniczo zbrojenie będzie pokazywane dla każdego miejsca oddzielnie, ale jest też możliwość pokazywania go łącznie, dla wszystkich miejsc, tyle, że nie będzie wtedy graficznego oznaczenia kierunku.

Po obliczeniu zbrojenia i po kliknięciu w przycisk [Żelbet](#) pojawi się menu. Pierwszą opcją **Założenia** można wyświetlić planszę na której przyjęto dane do wymiarowania.

Opcja **Miejsce** pokaże listę zazbrojonych obszarów. Na końcu

4.Dane: 4
5.Dane: 5
Całość

będzie opcja **Całość**. Wybierając jakiś obszar program narysuje go w takim układzie, że zbrojenie X będzie równoległe do podstawy monitora, chyba, że będzie to zbrojenie biegunowe.

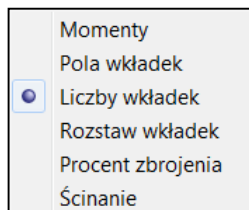
Układ wkładek
Cały model
Wybór obszaru
Grupa elementów
Inna grubość

Opcja **Nowe miejsce** można wybrać kolejny fragment do wymiarowania. Można zadać inny **układ wkładek**, można wybrać z **całego modelu**, można wybrać obszar z już wybranego. Ponadto można skorzystać z definicji grup lub kierować się grubością. Przy wyborze miejsca już zazbrojone będą wyróżnione.

Opcją **Stan zgięciowy** będzie pokazywane zbrojenie na zginanie, opcją **Stan tarczowy** zbrojenie tarczowe. Jeśli któregoś zbrojenia nie będzie to pokaże się odpowiedni komunikat. Jeśli nie będzie zbrojenia w którymś kierunku to nie będzie takiej składowej na liście opcji z kierunkiem. Dla stanu zgięciowego będą to opcje **X strona(+)**, **Y strona(+)**, **X strona(-)** i **Y strona(-)**. Dla stanu tarczowego mogą być tylko dwie opcje **Kierunek X** i **Kierunek Y**.

Opcją **Zadaj własne** można zadać własne zbrojenie obszaru stałe. Opcją **Usuń własne** można usunąć zbrojenie zadane. Opcja **Zamień własne** pozwala zmienić zbrojenie bez zmiany przekroju zbrojenia. Szczegółowy opis tych opcji będzie dalej.

Opcje Pokaż niezbędne, Pokaż założone, Dodane do niezbędnego i Dodane do siatki, pozwalają prezentować różne zbrojenie na różne sposoby.

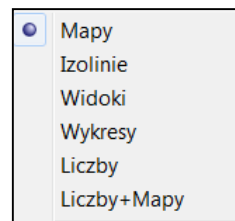


Opcja **Co pokazać** pozwala wybrać pokazywaną wielkość. W przypadku zbrojenia na zginanie będzie można poznać **Momenty** na podstawie których obliczono zbrojenie. Tej opcji nie będzie dla stanu tarczowego. Opcja **Pola wkładek** będzie pokazywać podstawową wielkość wyznaczoną przy zbrojeniu. Inne formy są tylko pochodną pola wkładek. **Liczby wkładek** i **Rozstaw wkładek** to inne formy pokazania pola zbrojenia. Opcją **Procent zbrojenia** będzie można odnieść się do grubości zazbrojonej strefy. Opcja **Ścinanie** będzie występować tylko przy zginaniu i będzie pokazywać miejsc,

które wymagają dozbrojenia poprzecznego.

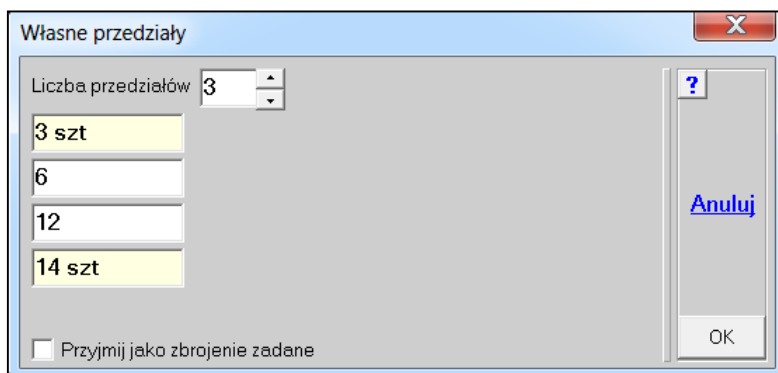
Jeśli w modelu wystąpią strefy przeciążone, czyli naprężenia ściskające będą większe od wytrzymałości betonu na ściskanie wtedy w menu **Co pokazać** pojawią się dwie opcje: **Strefy przeciążone** i **Dodaj opis stref**. Ta ostatnia może być przydatna w sytuacji kiedy strefy przeciążone wystąpią w niedużych elementach.

Opcją **Jak pokazać** można wybrać jedną z sześciu rodzajów prezentacji. Można wybrać kolorowe **Mapy**, **Izolinie**, **Widoki**, **Wykresy** lub **Liczby**. Można też połączyć mapy z liczbami. W zależności od formy mogą pojawić się dodatkowe opcje pozwalające dopracować czytelność formy.



Zarówno ustawienia **Co pokazać** oraz **Jak pokazać** są zapamiętywane i przy następnych zadaniach będą uwzględnione.

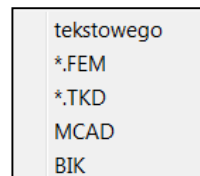
Jeśli wybrano pokazywanie liczby wkładek to opcją **Własne przedziały** można doprowadzić do prezentacji w tych przedziałach. Można też wykorzystać tę opcję do zadania własnego zbrojenia.



Opcja **Odczyt wartości** jest mocno rozbudowana i będzie omówiona dalej. Opcją **Lista** można sporządzić syntetyczne zestawienie o zbrojeniu z podaniem założeń oraz z obliczeniem zapotrzebowania stali i betonu. Listę można zrobić dla pokazywanego miejsca lub dla wszystkich zazbrojonych miejsc.

Opcją **Zapisz do pliku** można wyniki zbrojenia zapisać do pliku i następnie wykorzystać je w programie CAD. Tylko dla programu CAD firmy Glaser jest bezpośrednie przeniesienie wyników.

Po wywołaniu zapisu do pliku tekstowego pojawi się okno pozwalające zadać nazwę i miejsce zapisania pliku, wprowadzić komentarz do pierwszej linii i wybrać zapisanie tylko zbrojenia niezbędnego lub też zbrojenia zadanego, oczywiście razem z niezbędnym.



W każdej linii są podane współrzędne środka kolejnego elementu, następnie zbrojenie dla dolnej i górnej strony płyty - cztery liczby. Potem jest kod. 0 - oznacza zbrojenie w układzie X, Y ewentualnie obrócone o kąt. 0.0 lub kąt podany jest na kolejnej pozycji, potem jest 0 i grubość płyty.

W przypadku zbrojenia obwodowego i promieniowego kod jest równy 1, potem są podane współrzędne środka zbrojenia i grubość płyty.

Opcja TKD i MCAD pozwalają wprowadzić wyniki zbrojenia do oprogramowania p. Kowala i p. Wiśniewskiego.

Opcja Usun z miejsca pozwala usunąć zbrojenie tylko z pokazywanego obszaru. Opcja Usun całe zbrojenie usuwa wszystkie informacje o danych przyjętych do zbrojenia i do zarysowania. Proces obliczania zbrojenia można rozpocząć od nowa.

Jeśli przeprowadzono już wymiarowanie to po kliknięciu w przycisk Wymiar pojawi się pole z dwoma kolejnymi przyciskami: [Żelbet](#), [Rysy](#). Wybierając odpowiedni przycisk można od razu wywołać działania związane z wymiarowaniem żelbetu.



W folderze \Przykłady_Ob3D jest zadanie ZbiornikWGruncie w którym można zobaczyć zbrojenie. Ze względu na szczelność dozbrojono go do rozwarcia rysy równej 0,1 mm

54.4. Zadaj własne

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 rysy pojawi się przełącznik „Pozwól na zmniejszenie zbrojeniaadanego”. Po jego włączeniu zbrojenie zadawane może być mniejsze od zbrojenia przyjętego ze względu na zarysowanie. W przeciwnym przypadku będzie można tylko zwiększać zadane zbrojenie.

Własne zbrojenie można zadawać polem zbrojenia, liczbą wkładek lub rozstawem. Można też zmienić średnicę wkładki. W okienkach „Pole zbrojenia”, „Liczba wkładek” i „Rozstaw” 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 zmieniał się pole zbrojenia. Podobnie będą wyglądały zmiany w okienku „Rozstaw”.

Z okienka „Średnice” można wybrać inne średnice lub układy średnic niż to zadano na planszy założenia.

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 przycisk [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 wykorzystywać. Przyciskiem [Zapisz](#) zapisuje się zdefiniowany zestaw do pliku o nazwie zadanej w okienku pod przyciskiem. Na planszy są dwie predefiniowane nazwy plików „dolne” i „górne”. 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.

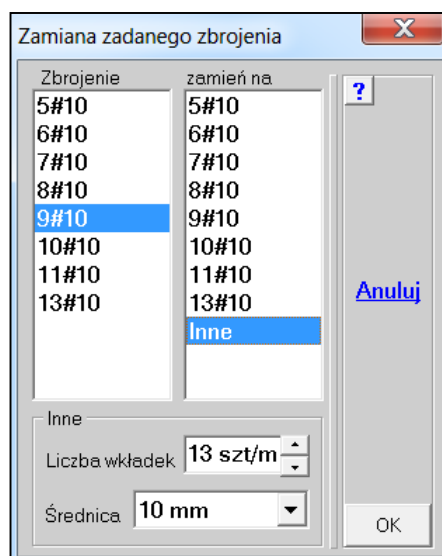
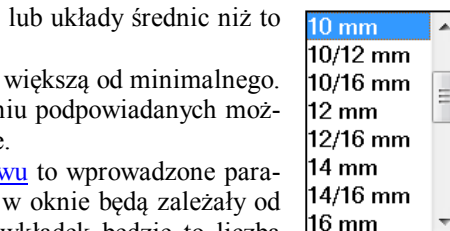
Jeśli na planszy włączy się „Zadaj to zbrojenie w wielu polach” to będzie można wybierać kolejne pola do zbrojenia, aż do naciśnięcia przycisku [Zakończ](#).

54.5. 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. Obszary zadanego zbrojenia będą wyróżnione rastrem.

54.6. Zamiana własnego zbrojenia

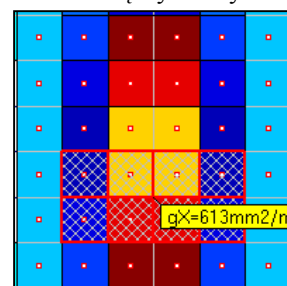
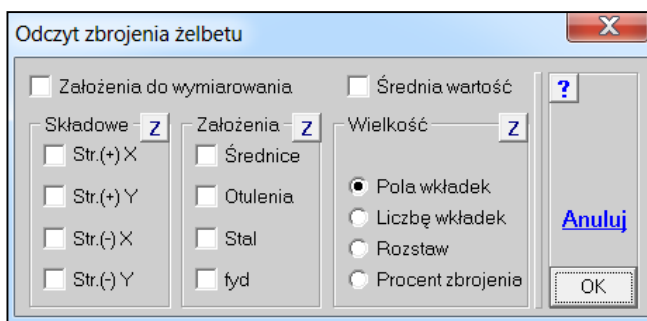
Po wybraniu opcji [Zamień własne](#) pokaże się tabela w której zostaną pokazane wszystkie zbrojenia występujące w zadaniu. Będzie można zastąpić jedne wartości innymi, jak również zupełnie innymi wprowadzonymi po włączeniu linii Inne. Zakres zmian będzie ograniczony do pokazywanego fragmentu modelu, strony płyty i wybranego kierunku.



54.7. Odczyt zbrojenia

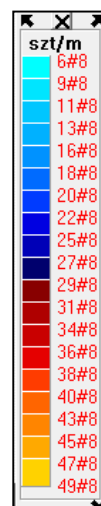
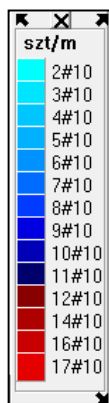
Po wybraniu opcji Odczyt wartości pokaże się plansza założeń do odczytu. Włączając „Założenia do wymiarowania” można wyświetlić planszę z założeniami dla wskazanego elementu. Ten włącznik będzie dostępny tylko w zadaniach, gdzie przyjęto więcej zestawów założeń. Włącznik „Średnia wartość” pozwoli odczytać uśrednioną wartość momentów, pola wkładek lub procentu zbrojenia. Z pola „Składowe” można wybrać nie tylko bieżącą składową, która będzie podpowiadana, ale można włączyć wszystkie składniki. Z pola „Założenia” odczytywaną wielkość można uzupełnić o średnice, otulenia, gatunek stali czy jej wytrzymałość.

Jeśli nie wybrano „Średniej wartości” to w każdym wybranym elemencie pokaże się plakietka z wartościami zaznaczonymi na planszy. Jeśli zostanie włączony odczyt średni wtedy należy wybierać kilka elementów, które zostaną wyróżnione. W środku tego pola będzie plakietka ze średnią wartością ważoną zadanej wielkości. Waga jest pole elementu do całkowitego pola wybranych elementów.



54.8. Mapy zbrojenia

Rozkład zbrojenia domyślnie jest prezentowany w formie barwnych map, gdzie kolorom przyporządkowano wartości. Jeśli różnorodność zbrojenia nie przekracza 20 wtedy następuje dokładne przyporządkowanie wartości do koloru. Przykładem jest legenda po lewej stronie, gdzie cztery ostatnie pola są przyporządkowane liczbom 12, 14, 16 i 17. Taka legenda jest opisana czarnymi liczbami umieszczonymi na środku pól z kolorem. Jeśli różnorodność zbrojenia jest większa od 20 wtedy prezentacja jest przedziałowa. Czyli do jednego koloru mogą należeć różne liczby wkładek. W legendzie po prawej stronie pierwszy kolor będzie pokazywał pola o 6, 7 i 8 wkładkach. Taka legenda opisana jest czerwonymi liczbami umieszczonymi na granicy pól z kolorami. Chcąc precyzyjnie przyporządkować wartości kolorom na ogół wystarczy ograniczyć pokazywany model do mniejszego fragmentu. Jeśli w modelu są różne grubości wystarczy osobno je zwymiarować.



54.9 Zarysowanie wg PN-EN 1992-1-1:2008

W programie ABC Obiekt3D można również obliczyć zarysowanie. Plansza jaka pokaże się po kliknięciu w przycisk Rysy jest następująca.

Przyciskiem Zdefiniuj nowy wariant można określić wariant do zarysowania. Można go wybrać z listy wariantów i można poznać jego składniki - przycisk Lista.

Można określić rodzaj obciążenia i jego typ, wybrać rodzaj cementu i zadać wilgotność powietrza. Można również zdefiniować historię od ułożenia betonu i wprowadzić ją w odpowiednie okno. Ponadto deklaruje się wiek betonu w chwili obciążenia i wiek obiektu, oraz położenie zbrojenia pionowego.

Przyciskiem Zdefiniuj nowy wariant można utworzyć nowy wariant specjalnie tylko do zarysowania. Wybierając Do zarysowania program sam utworzy sumę wartości charakterystycznych dla obciążeń stałych i stałą część obciążeń zmiennych. Domyślnie przyjmowane jest 70% obciążeń zmiennych (wartość charakterystyczna).

Zarysowanie powłok wg PN-EN 1992-1-1:2008

Zdefiniuj nowy wariant 3/1.Dodatkowy Lista ?

Średnia wytrzymałość betonu

Czas: 28 dni ?

f_{ct,eff}: 2,56 MPa ?

Opis Klasa ekspozycji **XC3**

Szerokość rozwarcia rysy w stanie T **0,3 mm**

Historia od ułożenia betonu ?

Liczba dni 28 dni Temper. 20°C

Dodaj do historii

28 dni/20°C

Usuń linie historii

Cement

☒ Zwykły i szybkoztwardniejący

☐ Wolnotwardniejący

☐ Szybkoztwardniejący wysokiej wytr.

Zbrojenie pionowe ?

☒ od strony zewnętrznej

☐ od środka

Obciążenie

☐ Krótkotwałe i jednorazowe ?

☐ Średniotwałe ?

☒ Długotwałe i wielokrotne ?

Wilgotność powietrza ?

☒ Zewnątrz 80 %

☐ Wewnątrz

Czas

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni ?

Wiek obiektu od związania betonu 25500 dni ?

Anuluj

OK

Definicja wariantu dodanego (2/23)

Opis **Dodatkowy** ?

Składniki dodanego wariantu

Lista składników (1-3,5)

Wybrane warianty

Wszystkie warianty

Do zarysowania

☒ Charakterystyczne

☐ Obliczeniowe (+)

☐ Obliczeniowe (-)

☐ Mnożniki własne

Wszystkim 1,0

Lista

Anuluj

OK

54.10 Zarysowanie wg PN-B-03264:2002

Plansza danych do zarysowania wg normy PN-B-03264:2002 jest trochę inna. Najważniejsza różnica jest ta, że pozwala dozbroić do zadanej szerokości rozwarcia rysy.

Przy pierwszym wywołaniu tej planszy nie będzie możliwości zadeklarowania dozbrojenia do zadanej szerokości rys. Dopiero powtórne wywołanie założeń pozwoli określić graniczne rozwarcia i nakazać dozbrojenie.

54.11 Zarysowanie - opcje wspólne

Zarysowanie obliczane jest osobno dla zginania i osobno dla stanu tarczowego. Menu, które pokaże się po kliknięciu w przycisk [Rysy](#) ma postać pokazaną obok.

Opcją **Założenia** można wywołać ponownie planszę założeń. Opcją **Miejsce** można ograniczyć pokazywane miejsca do tych określonych w zbrojeniu. Rysy domyślnie są pokazywane dla całego modelu. Opcją **Tylko zbrojone** można ograniczyć pokazywanie modelu tylko do miejsc zazbrojonych. Dwie kolejne opcje pozwalają przełączać pomiędzy stanem zgięciowym i tarczowym. Opcją **Graniczne** można zadać graniczną wartość rozwarcia i wtedy miejsca z większymi rozzwarzaniem będą wyróżnione. Opcją **Zarysowanie** pokazuje rysy w formie kresek, opcja **Rozzwarzania** pokaże wartości rozzwarzania dla kierunku X i Y zbrojenia. Opcje **Strona(+)** i **Strona(-)** pozwolą pokazać zarysowanie dla stanu zgięciowego osobno dla strony żółtej i zielonej. Opcją **Odczyt wartości** można poznać rozzwarzanie w wybranych miejscach. Opcja **Lista** pozwala sporządzić zestawienie.

54.12. 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 są dokonywane na zbrojeniu zadanym, a ono może być mniejsze od wymaganego.

54.13. Dozbrajanie strefy przeciążonej

Program ABC Obiekt3D pozwala dozbroić strefy przeciążone w stanie tarczowym w kierunku X i/lub Y. 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.

Inne postępowanie jest w sytuacji kiedy pojawiają się strefy z przeciążeniem XY. Dla takich stref należy przyjąć zbrojenie obrócone o kąt 45°, odczytać je tylko w miejscach, które były poprzednio przeciążone i dodać do pierwotnego zbrojenia. Jeśli w tych miejscach będzie występowało też przeciążenie przy zbrojeniu obróconym zostaje tylko zmiana grubości lub klasy betonu.

Program ABC Obiekt3D nie dozbraja stref przeciążonych przy zginaniu.

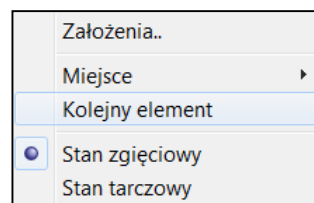
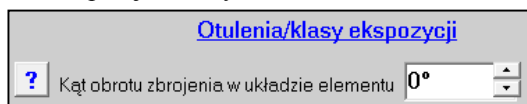
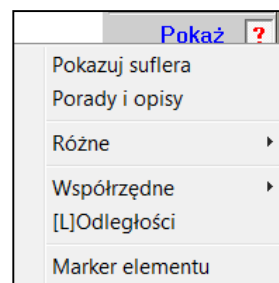
54.14. Warunki przeciwpożarowe

54.15. Wymiarowanie pojedynczego elementu

Są sytuacje kiedy nie można wyznaczyć płaskiego fragmentu złożonego z kilku elementów powłokowych, np.: model spiralnej pochyl- ni. Wtedy można skorzystać z wymiarowania pojedynczego elementu. Takie elementy najpierw się znaczy wybierając w menu [Pokaż](#), opcję Marker elementu. Elementy najlepiej wybierać analizując naprężenia główne. Naprężenie σ_1 pokazuje naprężenia rozciągające i łatwo znaleźć miejsce o największym rozciąganiu. W trybie Obwiednia należy pamiętać, aby wskazać składową wiodącą, ponieważ przy domyślnym sposobie liczenia obwiedni dla każdej składowej są wyznaczanie wielkości ekstremalne i wtedy nie ma możliwości obliczenia naprężeń głównych, bo każdy składnik może być z innego zestawu wyników. Po zaznaczeniu miejsca/miejsc można przejść do wymiarowania.

Plansza założeń będzie taka sama z wyjątkiem pola pod przyciskiem otuleń. Będzie tam można określić kąt obrotu zbrojenia względem układu elementowego wygranego miejsca,

Program obliczy zbrojenie na zginanie i dla stanu tarczowego. Jeśli wybrano kilka miejsc wtedy w menu pokaże się opcja **Kolejny element**, którą można wyznaczyć zbrojenie kolejnego miejsca. W miejscach tak zazbrojonych można też obliczyć zarysowanie.



E 55. Żelbetowe elementy prętowe

W programie ABC Obiekt3D można przeprowadzić wymiarowanie prętowego elementu żelbetowego wg PN-B-03264:2002. Obliczenia wytrzymałościowe są przeprowadzane w oparciu o algorytm tzw. metody dokładnej. Zasady tej metody przedstawiono w punkcie 5.1.1 normy. Możliwe jest wymiarowanie belek i słupów. Moduł wymiarowania automatycznie dobiera algorytm w zależności od wielkości sił ściskających i momentów gnących. Przy wymiarowaniu żelbetowego elementu prętowego wstępnie ustala się warunki obciążenia, a potem wybiera się elementy które mają być zwymiarowane.

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

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

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

Wymiarowanie belek żelbetowych

Opis zestawu

Warunek nośności

☒ Obwiednia wg Mz [Zmień](#)

Obliczeniowe

☐ Wariant

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

☒ Warunek ugięć

Obciążenia długotrwałe 22.Do zarysowania [Definiuj wariant](#) [Lista składników](#)

Obciążenia całkowite 23.Calkowite [Definiuj wariant](#) [Lista składników](#)

Krok analizy (0.5m)

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

[Anuluj](#)

[Dodaj kolejny zestaw](#) [Zamień zestaw](#) [Usuń aktualny zestaw](#) [Usuń wszystkie zestawy](#) [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 wybowoczeniowej. Podobnie jak w konstrukcji stalowej czy drewnianej można zadeklarować przesuwność wskazanego węzła, można włączyć jednostkowe współczynniki długości wybowoczeniowej, obliczyć je z uwzględnieniem rzeczywistej sztywności podparcia resztą konstrukcji lub zadać własne współczynniki.

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

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

W oknie „Ugięcia” pokażą się przesła odcinka wymiarowania. Dla każdego przesła 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 użyteczności będą przeprowadzane dla obciążeń charakterystycznych całkowitych czy też długotrwałych o ile takie warianty obciążenia zostały wcześniej osobno zdefiniowane.

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

Wymiarowanie pręta żelbetowego - Dane początkowe

Materiały

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

Współczynnik $\alpha_{f,c}$: 1,00

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

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

Parametry SGU

Zbrojenie doprowadzone do podpory [%]: 33

Rodzaj cementu: zwykły i szybkotwardniejący

Wiek betonu w chwili obciążenia to [dni]: 28

Czas trwania obciążenia t-to [dni]: 25500

Wilgotność powietrza RH [%]: 50

Graniczna szerokość rysy wlim [mm]: 0,3

Ugięcia

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

Obciążenia charakterystyczne całkowite ☐

Geometria

Diagram przekroju T: $b_{eff,g}=1,20$, $b_w=0,35$, $b_{eff,d}=0,35$, $h_g=0,16$, $h=0,60$, $h_d=0,00$

Parametry zbrojenia

Rozmiar pręty: ☐ SGU - rysy ☐ SGU - ugięcie ☐

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

Obliczenia dla sił krawędziowych: ☒

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

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

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

Postęp wymiarowania: 0%

Długość pręta: 6,0+6,0=12,0m

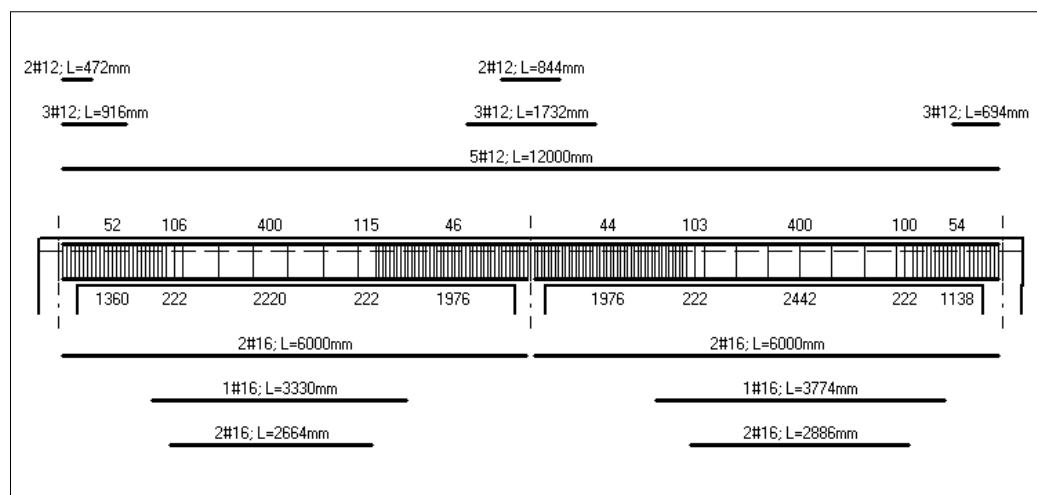
tylko sprawdzenie czy przekrój da się zazbroić, czy od razu mają być przeprowadzone obliczenia z uwzględnieniem rozmieszczenia prętów w przekroju. Dalej czy przy obliczaniu zbrojenia przekroju należy uwzględnić Stan Graniczny Użyteczności – Zarysowania oraz Stan Graniczny Użyteczności – Ugięcia. Należy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

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

Poniżej w pierwszej kolumnie podane są średnice zbrojenia podłużnego górnego i dolnego oraz zbrojenia poprzecznego. W następnej kolumnie są podane otuliny zbrojenia podłużnego. W linii

średnicy 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 kółek, do których będą poprowadzone plansze z podaniem

liczby wkładek, ich średnicy i odpowiadającemu im polu. Plansze te będą miały czerwone tło. Jeżeli natomiast wybrano opcję obliczeń z uwzględnieniem rozmieszczenia prętów w przekroju wówczas plansze będą miały błękitne tło, a ponadto pokaże się rozkład zbrojenia podłużnego. Na szkicu przekroju pokazane też będzie zbrojenie poprzeczne w podaniem liczby, średnicy i rozstawu strzemion. Podana też będzie gęstość zbrojenia na mb.

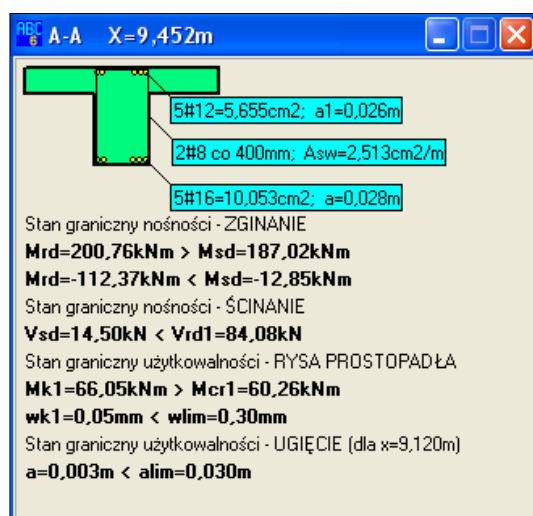
Pod szkicem pokazane są warunki sprawdzające stany graniczne, które były uwzględnione w trakcie wymiarowania wybranego elementu.

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

W sytuacji, gdy do wymiarowania wybrano element, dla którego nie jest możliwe pominię-

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

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

Wymiarowanie pręta żelbetowego - Dane początkowe

Obliczenia Wyniki Drukuj Zakończ Pomoc

Materiały

Beton: B25 fcd=13,3MPa
 Współczynnik $\alpha_{f,c}$: 1,00
 Zbrojenie podłużne: A-III (34GS) fyd=350MPa
 Zbrojenie poprzeczne: A-0 (St0S-b) fyd=190MPa

Parametry SGU

Zbrojenie doprowadzone do podpory [%]: 33
 Rodzaj cementu: zwykły i szybkotwardniejący
 Wiek betonu w chwili obciążenia to [dni]: 28
 Czas trwania obciążenia t-to [dni]: 25500
 Wilgotność powietrza RH [%]: 50
 Graniczna szerokość rysy wlim [mm]: 0,3
 Mimośrodowość: Kond. 1 mw=1,200; ea=0,020m
 Kond. 2 mw=1,200; ea=0,020m
 Obciążenia charakterystyczne całkowite: ☐

Geometria

bw [m]: 0,35
 h [m]: 0,50
 Płaszczyzna zginania: ☒ Moment Mz ☐ Moment My
 Przekrój rzeczywisty: ☒

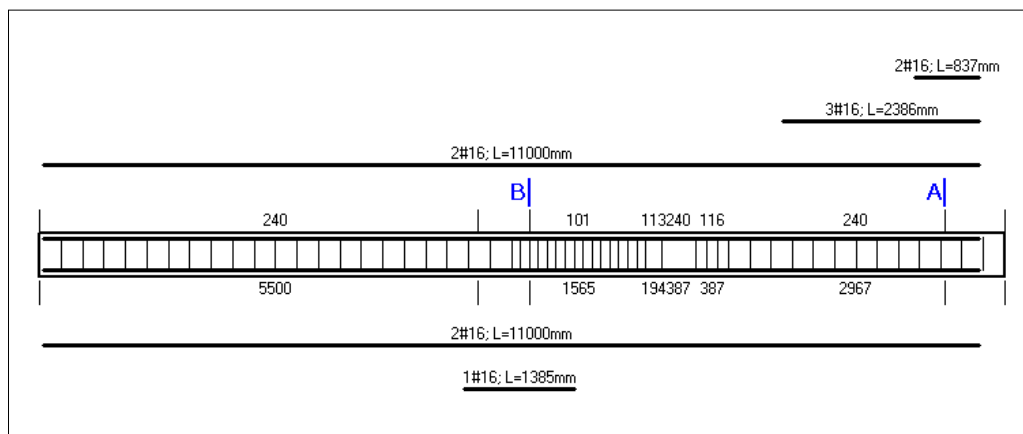
Parametry zbrojenia

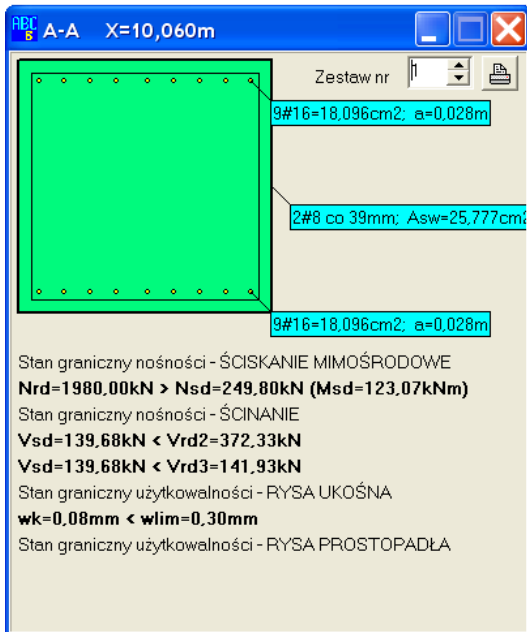
Rozmieść pręty: ☐ SGU - rysy: ☐
 Zbrojenie podłużne na odcinku drugiego rodzaju: ☐ θ [°]: 45
 Obliczenia dla sił krawędziowych: ☒ Zbrojenie symetryczne: ☐
 ϕ_g [mm]: 16 cg [m]: 0,02 Grupy górą: 3
 ϕ_d [mm]: 16 cd [m]: 0,02 Grupy dołem: 3
 ϕ_w [mm]: 8 nw [szt]: 2 Liczba podziałów: 2

Postęp wymiarowania: 0%

Długość pręta: 5,5+5,5=11,0m

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





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

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

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

E 56. Stalowe elementy prętowe

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ponowne wybranie przycisku Wymiar spowoduje pokazanie menu o opcjach jak na rysunku obok.

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

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

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

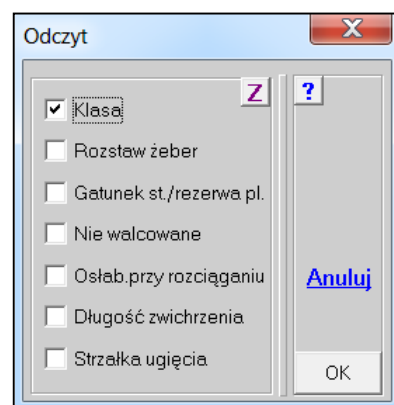
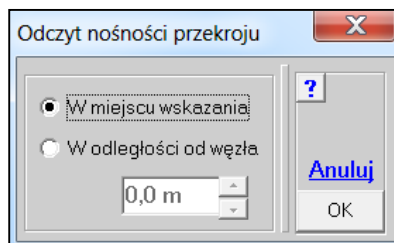
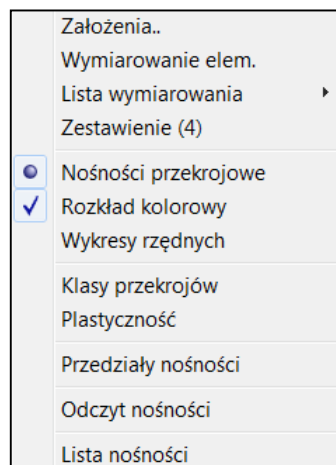
Opcja **Zestawienie** pozwala sporządzić syntetyczny raport z wymiarowania. Opcja ta będzie opisana dalej.

Blok trzech kolejnych opcji pozwala wybrać wielkość, która ma być prezentowana na rysunku. Domyślnie jest włączona opcja **Nośności przekrojowe**, która może pokazać stopień wyczerpania nośności w formie barwnej mapy lub w postaci wykresu rzędnych. 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.

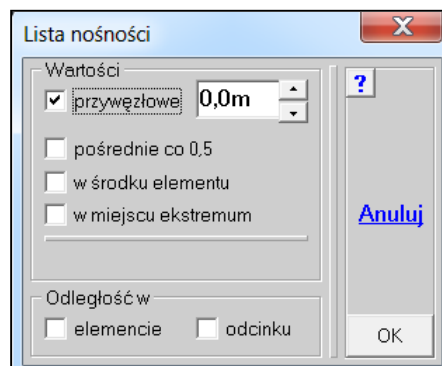
Opcja **Przedziały nośności** pozwala pokazać obszary ustroju, w których stopień wykorzystania nośności będzie zawarty w wybranym przedziale.

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 zwichrzenia i dopuszczalną strzałkę ugięcia.



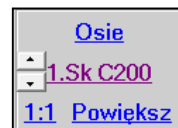
Opcją Lista nośności można sporządzić tabelaryczne zestawienie stopnia wykorzystania nośności przekroju w połączeniu z numerami wybranych elementów. O postaci tej listy można zdecydować na planszy profilu. Można przy tym wybrać tylko wartości przywęzłowe lub dodatkowo środkowe czy pośrednie w przekrojach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



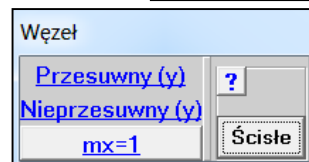
56.1. Wymiarowanie elementu stalowego

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

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



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



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

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

Szttywność stopy

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

☐ Nie pytaj więcej

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

Wymiarowanie elementu stalowego (HKS300-1)

Opis wymiarowanego elementu: Słup (HKS300-1)

Element

L:18,3 m Klasa 3

Materiał

18G2A

☐ Rezerwa plastyczna

Napężenia

☒ Spawana mechanicznie

☐ Spawana ręcznie

Ugięcia ☐ Wspornik

L/350 [Opis](#)

Długość przęsła: 18,3 m

Rozciąganie

Oslabienie elementu otworami na łączniki: PN 0 %

☒ Zwirzenie

f_{tL} 0,66 L/3

Długość zwirzeniowa: 6,2 m

Wyboczenie

Długość obliczeń: Lx 18,3 m Ly 18,3 m

Wsp. dłg. wybocz.: mx 0,31 my 0,33

☒ Podatna stopa słupa utwierdzonego

Wsp. B składniki poprawkowe dla Mg Max

Bx 1,0	Delta x 0,0
By 1,0	Delta y 0,0

dla Mg Min

Bx 1,0	Delta x 0,0
By 1,0	Delta y 0,0

[Oblicz](#)

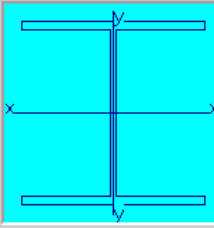
[?](#)

☒ Pełny zakres listy

[Numery wariantów](#)

[Anuluj](#)

OK



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

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

- 28 -

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

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

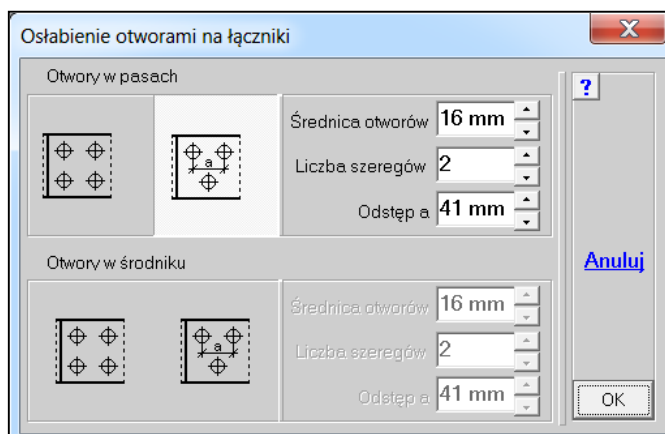
Pole „Rozciąganie” pojawi się wtedy, kiedy program stwierdzi, że w wybranym odcinku występują siły rozciągające. Można wtedy wprowadzić procentowy stopień osłabienia całego przekroju na rozciąganie. Przyciskiem [PN] wywołuje się planszę, na której są szkice złączy śrubowych średnika i/lub pasów przekroju. 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:

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

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. Takí sam napis pokaże się samorzutnie, jeśli wybrany odcinek zakończony jest przegubami.

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

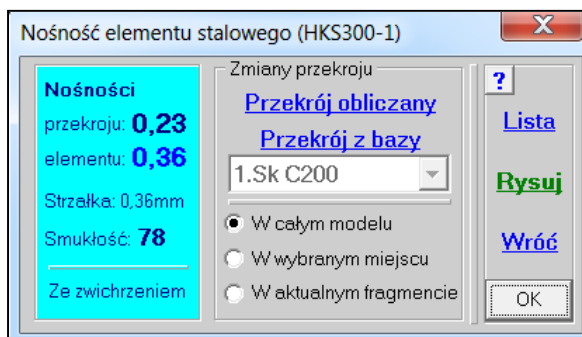
W polu tym może jeszcze pojawić się włącznik podatnej stopy słupa, jeśli na końcu wybranego odcinka występuje podpora ustroju.

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

Po wybraniu przycisku [OK] program obliczy nośność elementu, a wyniki pokaże na osobnej planszy. W zielonkawym oknie tej planszy pokazany jest stopień wykorzystania nośności przekroju oraz elementu. Wartości większe od 1,0 będą miały kolor czerwony. W trzeciej linii podawana jest strzałka ugięcia. Jeśli program stwierdzi, że jeden z końców wybranego odcinka nie jest podparty i dochodzą do niego elementy sąsiednie, to potraktuje ten koniec jako koniec wspornika i wtedy opis tej linii zmieni się na Ugięcie, a podana wartość będzie różnicą przemieszczeń początku i końca odcinka wymiarowanego.

Jeśli wartość strzałki lub ugięcia będzie większa od zadanej wartości granicznej, wtedy napis ten będzie czerwony. W oknie tym będzie podana także smukłość odcinka. Również ta liczba może być wyświetlona na czerwono, jeśli będzie większa od wartości maksymalnej smukłości dla elementów ściskanych wynoszącej 250. Na dole tego okna będzie też napis „Ze zwichrzeniem”, jeśli ten stan uwzględniano w obliczeniach, lub „Bez zwichrzenia”, jeśli kształt przekroju elementu eliminuje to zjawisko lub użytkownik wyłączył odpowiedni przycisk na planszy założeń wymiarowania. Jeśli wymiarowany odcinek jest tylko rozciągany (np. pręt kratownicy) wtedy w tym miejscu będzie napis „Rozciąganie”.

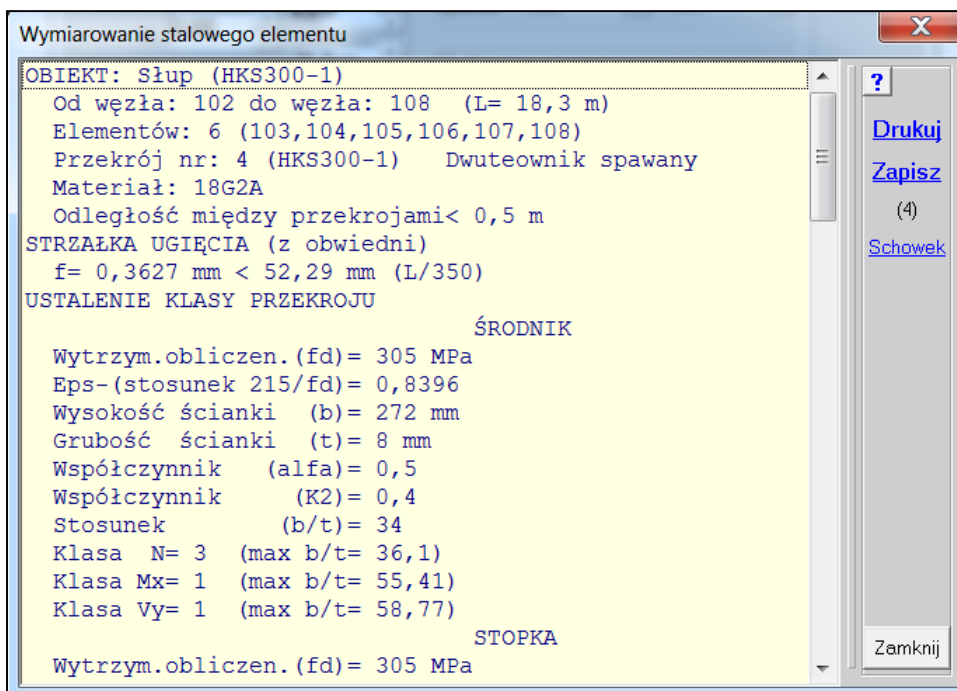
W drugim polu tej planszy, „Zmiany przekroju”, można wprowadzić nowy przekrój, o większej nośności - jeśli nie spełnione są warunki z lewego okna, lub o mniejszej nośności - jeśli użytkownik uznaje to uzasadnione. Nowy przekrój może być albo obliczony modulem MOMBEZ albo odczytany z bazy danych albo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



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

Przyciskiem Lista wywoła się planszę z dokumentacją obliczeń. W dokumentacji będą zawsze następujące informacje:

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



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

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

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

Kolejny blok to NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU, który zawiera nośności potrzebne do dalszych obliczeń. Mogą w nim być podane wartości nośności na ściskanie N_{Rc} , na rozciąganie N_{Rt} , na ścinanie V_{Rx} i V_{Ry} oraz na zginanie M_{Rx} i M_{Ry} . W przypadku przekroju klasy 4

podane są też współczynniki ψ redukcji nośności przekroju ze względu na niestateczność miejscową, a dla przekrojów klasy 1 i 2 - obliczeniowy współczynnik rezerwy plastycznej α_p .

Wymiarowanie stalowego elementu

NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU

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

Na ściskanie (N_{Rc})= 2548 kN

Na ścinanie (V_{Ry})= 384,9 kN

Na ścinanie (V_{Rx})= 1486 kN

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

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

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Warianty i siły dla maksymalnych naprężeń

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

Ściskanie (N_c)= 173,6 kN

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

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

Warianty i siły dla minimalnych naprężeń

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

Rozciąg. (N_t)= 0,001176 kN

Ściskanie (N_c)= 179,7 kN

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

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

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

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

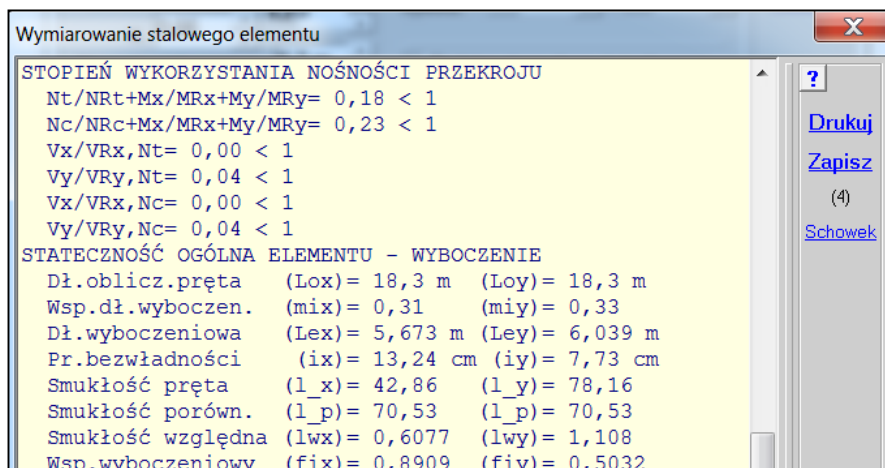
[Drukuj](#)
[Zapisz](#)
(4)
[Schowek](#)

Zamknij

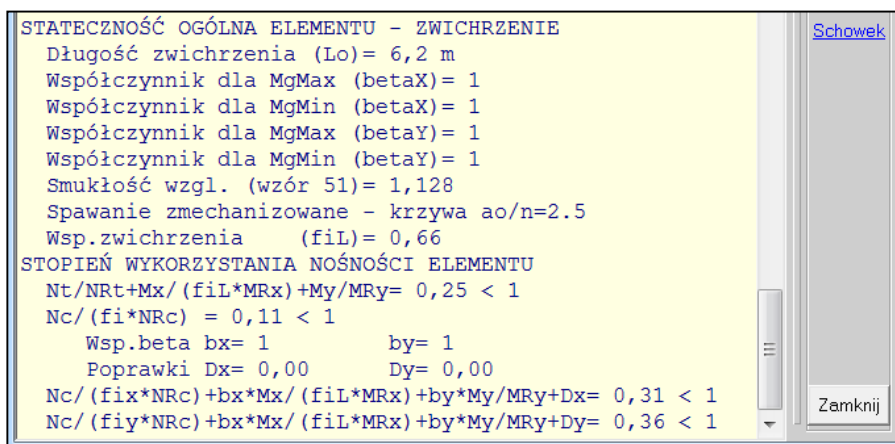
W bloku OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE podane są numery wariantów i siły wewnętrzne, którym odpowiadają największe naprężenia rozciągające i ściskające.

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

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



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

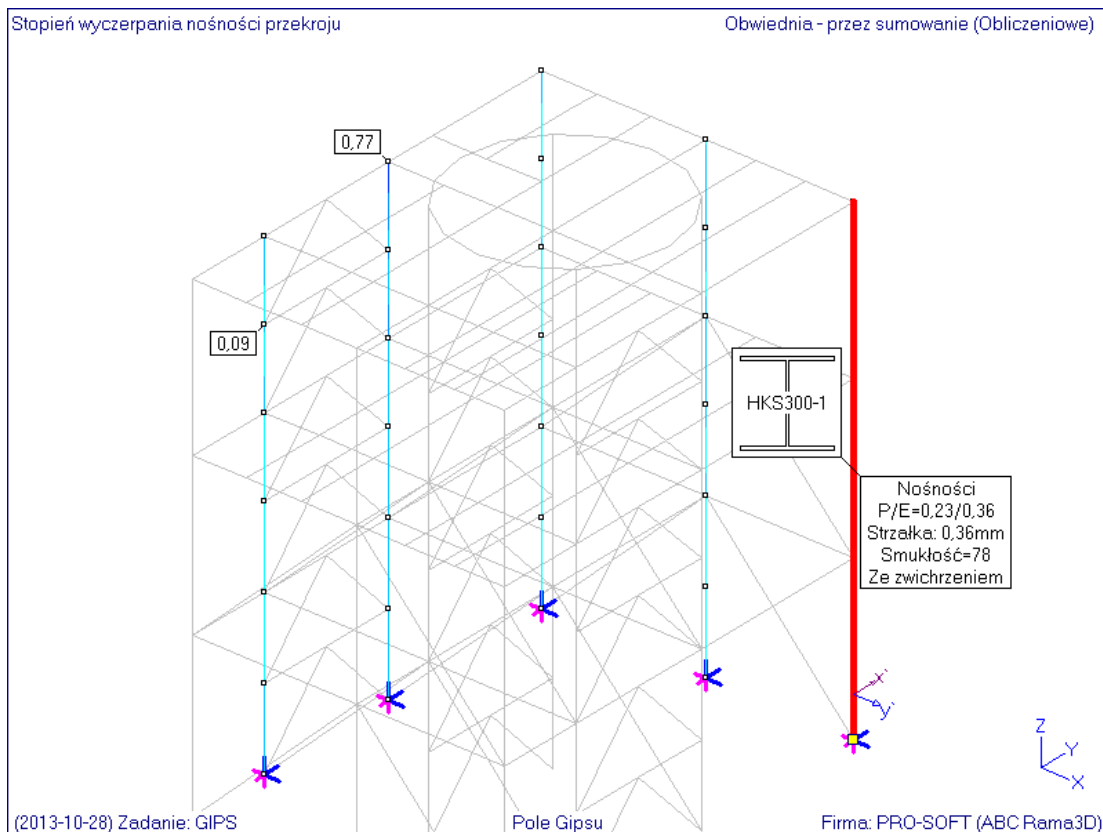


Ostatni blok wyników to STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU. Podane są w nim te normowe warunki nośności (stateczności) elementu, które były sprawdzane w celu wyznaczenia wartości stopnia wykorzystania nośności elementu.

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

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

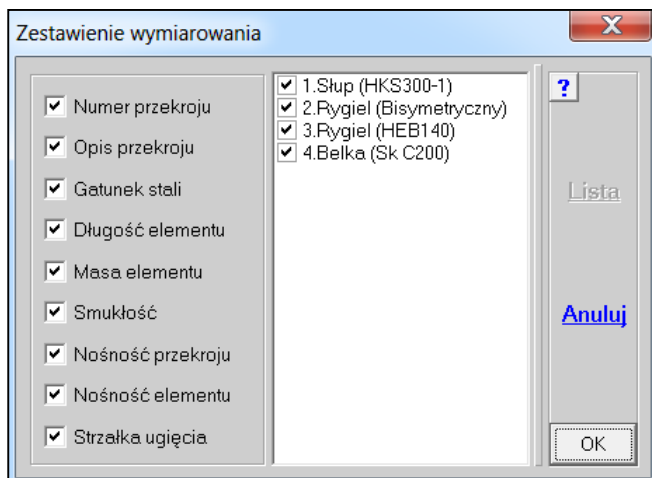
Na planszy ze stopniami wykorzystania nośności przekroju i elementu jest przycisk [Rysuj](#), który pozwala sporządzić rysunek modelu z zaznaczonym odcinkiem wymiarowania, kształtem przekroju i głównymi wynikami obliczeń.



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

56.2. 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.



E 57. Drewniane elementy prętowe

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

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

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

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

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

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

Okno dialogowe "Założenia do wymiarowania drewna" zawiera następujące elementy:

- Plik dokumentacji:**
 - zadanie.WDR
 - ☐ Pełna lista
 - ☐ Od nowa
 - ☒ Dopisać
 - Liczba analiz: 4
- Warunki środowiskowe:**
 - Klasa użytkowania konstrukcji: **Klasa 1** (z menu rozwijanym)
 - [Opis](#)
 - [Lista klas i atrybutów](#)
 - [Zmiana klas](#)
- Typy obliczeń:**
 - ☒ **Obwiednia**
 - ☐ Wariant
- Parametry:**
 - [Krok: 0.5 m](#)
- Przyciski:** [Anuluj](#) (niebieski), [OK](#) (czarny)
- Przycisk dodatkowy:** ☐ Zwiększenie wytrzymałości na zginanie i rozciąganie przekroju prostokątnego

Wprowadzone na niej dane będą pamiętane i przy powtórnym 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.

The dialog box titled "Klasa trwania obciążenia" (Load duration class) has a close button (X) in the top right. On the left, there is a list of load types with checkboxes:

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

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

- ☒ Stałe
- ☐ Długotrwałe
- ☐ Średniotrwałe
- ☐ Krótkotrwałe
- ☐ Chwilowe

 To the right of these is a question mark icon and a button labeled "Anuluj". At the bottom right is an "OK" button.

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 powtórnym wywołaniu tej planszy będzie podpowiadany. W tym oknie jest też przycisk [Krok: x m](#), którym można zmienić odległość między przekrojami analizy.

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

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

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

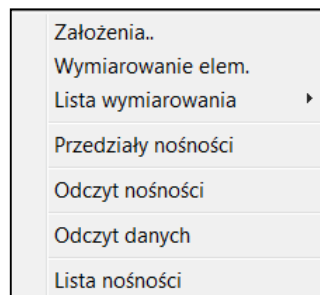
dzie, w której będą zawsze przedziały do 1,0, przedział czerwony pokaże się tylko w sytuacji, kiedy będą miejsca z przekroczoną nośnością.

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

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

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

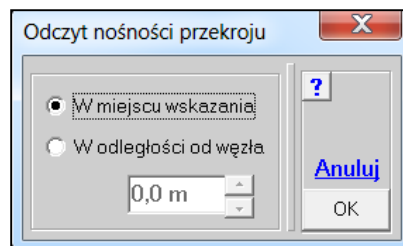
Opcja **Wymiarowanie elem.** pozwala wybrać obszar konstrukcji do zwymiarowania, ze sprawdzeniem warunków stateczności ogólnej. Tok postępowania przy wymiarowaniu jest omówiony w następnym rozdziale.



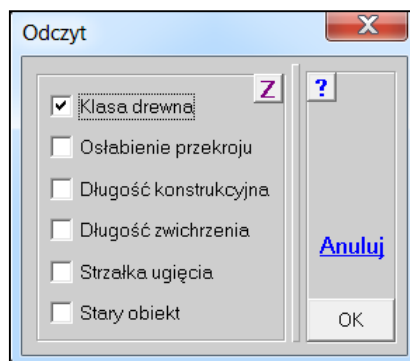
Opcja **Lista wymiarowania** pokaże się tylko wtedy, kiedy zapisano wyniki analiz do pliku .WDR. Po wskazaniu myszą tej opcji rozwija się lista przeprowadzonych i zapisanych analiz. Po wskazaniu odpowiedniej pozycji otrzymuje się planszę z dokumentacją przeprowadzonych obliczeń. Zakres dokumentacji będzie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

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

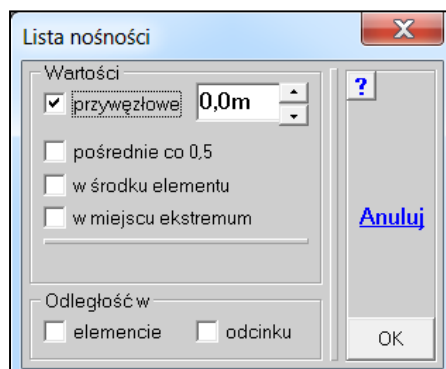
Opcję **Odczyt nośności** można odczytać stopień wykorzystania nośności w wybranych miejscach. Dla ułatwienia wyboru pokaże się plansza pozwalająca określić czy będzie to miejsce wskazania (węzeł ustroju wybrany oknem) czy też przekrój w zadanej odległości od końca elementu.



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



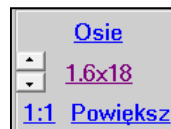
Opcją Lista nośności można sporządzić tabelaryczne zestawienie stopnia wykorzystania nośności przekroju w połączeniu z numerami wybranych elementów. O postaci listy można zdecydować na planszy profilu. Można wybrać tylko wartości przywęzłowe lub dodatkowo środkowe czy pośrednie w przekrojach analizy.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



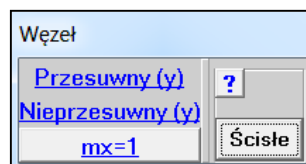
57.1. Wymiarowanie elementu drewnianego

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 wybożenia lub zwężenia jest zazwyczaj większy.

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



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



Jeśli włączony jest pełny zakres opcji to na tej planszy pokaże się przycisk [Ścisłe], który pozwala wyznaczyć współczynniki długości wybożeniowej 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 wybożeniowe 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 wybożeniowej wzdłuż odcinka.

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

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

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

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

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

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

Kolejne pole „Wybochenie” pokazuje się tylko wtedy, gdy wybrany odcinek jest obciążony siłami ściskającymi. W polu tym pokazane są dwie długości obliczeniowe: dla wybochenia względem

osi x' i względem osi y' elementu. Początkowo są to długości L wybranego odcinka. Pod nimi są okienka ze współczynnikami długości wyboczeniowej, w których podpowiadane są wartości wcześniej obliczone w sposób ścisły lub przy uwzględnieniu zadeklarowanej przesuwności węzłów. Jeśli na planszy przesuwności wybrano przycisk $m_x = 1$ to wtedy pokaże się napis „Przyjęto $m_x=1$ ”; podobnie będzie dla drugiego kierunku. Taki sam napis pokaże się samorzutnie, jeśli wybrany odcinek zakończony jest przegubami.

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

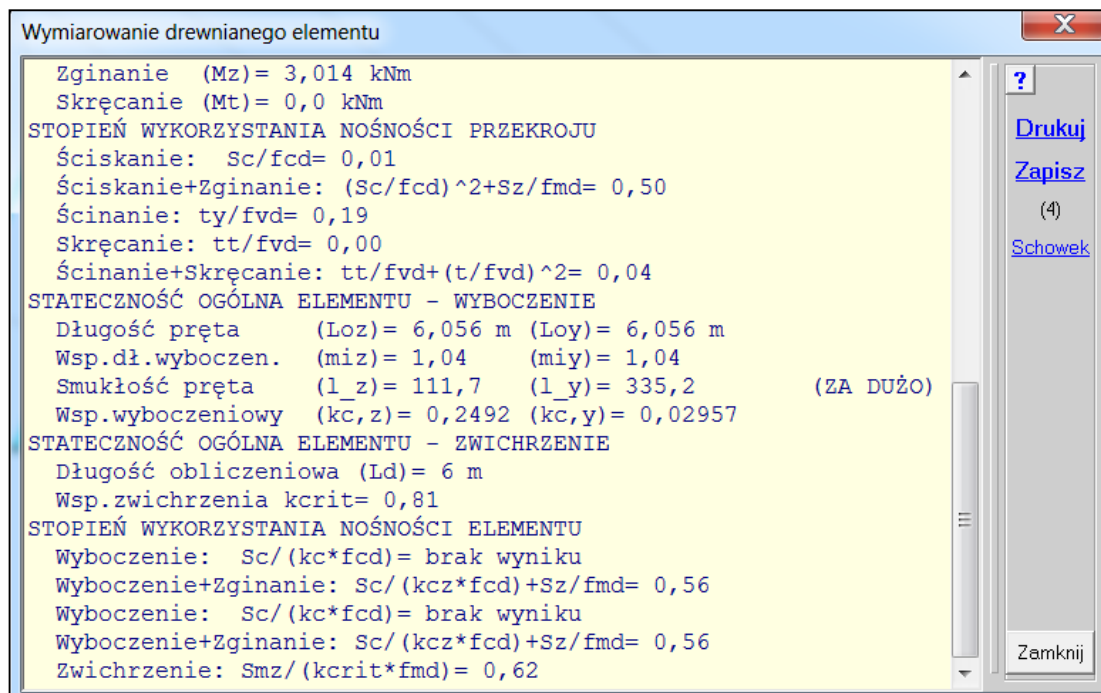
Po prawej stronie planszy założeń do wymiarowania elementu usytuowany jest włącznik „Pełna lista”, który umożliwia na bieżąco sterować zakresem dokumentacji wymiarowania. Przycisk Numery pozwala pokazać na ekranie listę z numerami wariantów przyjętych do wymiarowania. Będą to na ogół dwie listy - jedna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

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

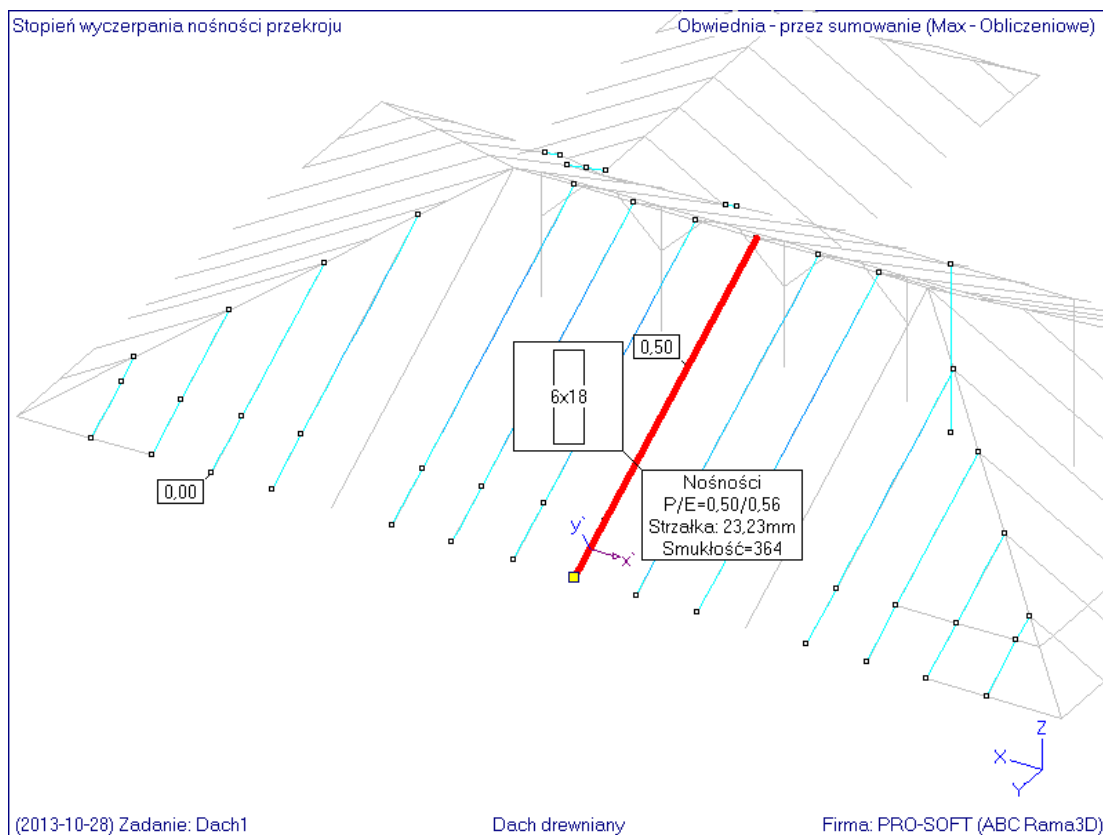
W drugim polu tej planszy, „Zmiany przekroju”, można wprowadzić nowy przekrój, o większej nośności - jeśli nie spełnione są warunki z lewego okna, lub o mniejszej nośności - jeśli użytkownik uznaje to za zasadne. Nowy przekrój może być albo obliczony modulem MOMBEZ albo odczytany z bazy danych albo też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

Wymiarowanie

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



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 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.