



**RM-3D**

WERSJA 7.X  
(PN I EN-EN)

**ANALIZA  
STATYCZNA I KINEMATYCZNA  
PRZESTRZENNYCH  
KONSTRUKCJI PRĘTOWYCH**

**INSTRUKCJA UŻYTKOWANIA PROGRAMU**



**BIURO KOMPUTEROWEGO  
WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA**

**OPOLE - KWIECIEŃ 2016**



## SPIS TREŚCI

<b>I. UWAGI OGÓLNE.....</b>	<b>I-1</b>
WPROWADZENIE .....	I-1
PRZEZNACZENIE PROGRAMU ORAZ JEGO MOŻLIWOŚCI.....	I-3
WYMAGANIA SPRZĘTOWE .....	I-6
OGRANICZENIA PROGRAMU .....	I-7
INSTALACJA PROGRAMU W KOMPUTERZE .....	I-8
STOSOWANY UKŁAD JEDNOSTEK.....	I-13
<b>II. IDEA PROGRAMU I MODELOWANIE KONSTRUKCJI PRZESTRZENNEJ .....</b>	<b>II-1</b>
KREOWANIE MODELU KONSTRUKCJI PRZESTRZENNEJ .....	II-1
<i>Podstawowe pojęcia i konwencje</i> .....	II-1
<i>Rola "płaszczyzny roboczej"</i> .....	II-2
<i>Elementy modelu konstrukcji</i> .....	II-5
<i>Opis modelu pręta</i> .....	II-5
<i>Opis modelu węzła</i> .....	II-10
<i>Opis modelu obciążenia</i> .....	II-12
ZAKRES ANALIZY STATYCZNEJ I KINEMATYCZNEJ .....	II-14
<i>Podstawy teoretyczne analizy</i> .....	II-14
<i>Sily przekrojowe w przekrojach pręta</i> .....	II-15
<i>Deformacja pręta</i> .....	II-15
<i>Reakcje podpór</i> .....	II-16
<b>III. UŻYTKOWANIE PROGRAMU .....</b>	<b>III-1</b>
URUCHOMIENIE PROGRAMU .....	III-1
ELEMENTY STEROWANIA OPCJAMI I FUNKCJAMI PROGRAMU .....	III-1
<i>Okno sceny</i> .....	III-2
Animacje wizualne obiektów <i>sceny</i> .....	III-3
Sytuowanie płaszczyzny roboczej .....	III-3
Kreowanie linii pomocniczych .....	III-5
Kreowanie pręta.....	III-5
Selekcja prętów lub węzłów .....	III-7
Kopiowanie i wklejanie struktur prętów .....	III-8
Opcje wizualizacji modelu konstrukcji.....	III-9
<i>Menu główne</i> .....	III-10
<i>Pasek skrótów</i> .....	III-23
<i>Paski narzędzi</i> .....	III-24
<i>Panel identyfikacji modelu konstrukcji</i> .....	III-26
<i>Panel grup obciążeń</i> .....	III-28
<i>Belka statusowa</i> .....	III-29
WSTĘPNE USTAWIENIA PROGRAMU .....	III-29
<i>Lista przekrojów</i> .....	III-29
Edycja nowego przekroju .....	III-31
<i>Biblioteka materiałów</i> .....	III-39
<i>Grupy obciążeń</i> .....	III-41
<i>Opcje kreowania i prezentacji wyników</i> .....	III-43
KREOWANIE MODELU KONSTRUKCJI .....	III-51
<i>Kreowanie geometrii schematu</i> .....	III-51
Kreowanie pręta.....	III-51
Dzielenie pręta (dodawanie węzłów).....	III-53
Scalanie prętów (usuwanie węzłów).....	III-54
Kopiowanie struktury prętowej.....	III-54
Symetryzacja geometrii modelu konstrukcji.....	III-55

Automatyczne generowanie typowych struktur prętowych .....	III-56
Właściwości prętów .....	III-56
Właściwości węzłów .....	III-60
<i>Kreowanie obciążeń</i> .....	III-63
Zadawanie obciążenia prętowego .....	III-63
Zadawanie obciążenia płaszczyznowego .....	III-66
Korekta obciążeń .....	III-69
Kopowanie grupy obciążeń .....	III-71
Kombinacje grup obciążeń .....	III-71
ANALIZA STATYCZNA I KINEMATYCZNA - PREZENTACJA WYNIKÓW .....	III-75
<i>Postawy teoretyczne algorytmów obliczeniowych</i> .....	III-75
<i>Wykonanie obliczeń i prezentacja wyników</i> .....	III-75
Wyniki dla pojedynczego pręta .....	III-76
Wyniki dla grupy prętów .....	III-78
Wyniki dla pojedynczego węzła .....	III-79
Wyniki dla grupy węzłów .....	III-80
SPORZĄDZANIE DOKUMENTU (WYDRUK) .....	III-81
<b>IV. PRZYKŁAD .....</b>	<b>IV-1</b>
CHARAKTERYSTYKA KONSTRUKCJI HALI .....	IV-1
<i>Geometria</i> .....	IV-1
<i>Przekroje</i> .....	IV-1
<i>Obciążenia</i> .....	IV-2
TOK POSTĘPOWANIA .....	IV-2
<i>Przygotowanie listy przekrojów</i> .....	IV-2
<i>Kreowanie geometrii schematu statycznego</i> .....	IV-4
<i>Zadawanie obciążeń</i> .....	IV-9
<i>Analiza statyczna</i> .....	IV-11
TWORZENIE DOKUMENTU .....	IV-12
<i>Przykład dokumentu</i> .....	IV-12
<b>V. DODATEK .....</b>	<b>V-1</b>
LISTA NAJCZĘŚCIEJ UŻYWANYCH OPERACJI .....	V-1
KREATOR PROFILI PARAMETRYCZNYCH .....	V-6
<i>Uwagi ogólne</i> .....	V-6
Przeznaczenie kreatora .....	V-6
Wykorzystanie stworzonego profilu w modelu konstrukcji .....	V-6
<i>Model Profilu</i> .....	V-6
Układ współrzędnych i jednostki .....	V-6
Części składowe modelu .....	V-7
Kontur .....	V-7
Ścianki .....	V-9
Parametry .....	V-10
Rodzina profili (katalog) .....	V-11
Charakterystyki .....	V-11
Klasyfikacja normowa .....	V-12
INTERFEJS .....	V-12
<i>Okno rysunku</i> .....	V-13
<i>Pasek poleceń</i> .....	V-13
<i>Zakładka Ustawienia</i> .....	V-14
<i>Zakładka Edycja</i> .....	V-16
<i>Panel parametrów i właściwości</i> .....	V-16
<i>Dolny panel</i> .....	V-17
UŻYTKOWANIE .....	V-18
<i>Uruchamianie Edytora</i> .....	V-18
<i>Tworzenie nowego profilu</i> .....	V-18

<i>Ustawienia początkowe</i> .....	V-18
<i>Definiowanie Konturu</i> .....	V-18
Import geometrii Konturu z pliku DXF .....	V-18
<i>Definiowanie Ścianek</i> .....	V-19
<i>Zadawanie parametrów i definiowanie geometrii przy pomocy wzorów</i> .....	V-19
<i>Wprowadzanie Rodziny Profili</i> .....	V-20
<i>Zapis profilu</i> .....	V-20
<b>PRZYKŁAD WPROWADZANIA RODZINY PROFILI TEOWYCH</b> .....	V-21
<i>Ustawienia początkowe Edytora</i> .....	V-21
<i>Wprowadzenie Konturu profilu</i> .....	V-21
<i>Wprowadzenie parametrów</i> .....	V-23
<i>Weryfikacja wzorów parametrycznych opisujących geometrię Konturu</i> .....	V-23
<i>Wprowadzenie Ścianek</i> .....	V-24
<i>Opis parametryczny właściwości punktów i linii Ścianek</i> .....	V-26
<i>Wprowadzenie rodziny profili</i> .....	V-27



## I. UWAGI OGÓLNE

### WPROWADZENIE

Niniejsze opracowanie zawiera podstawowe informacje na temat idei oraz podstawowych zasad użytkowania programu komputerowego o skrótowej nazwie **RM-3D** (wersja 7.x), opracowanego przez **Biuro Komputerowego Wspomagania Projektowania CADSiS**, a przeznaczonego do użytkowania na komputerach klasy PC wyposażonych w system **MS Windows** w wersjach **XP, Vista, Win7, Win8, Win10**, zarówno o architekturze 32- jak i 64-bitowej.

Instrukcja jest pomyślana, jako uzupełnienie Systemu Pomocy zintegrowanego z programem, zapewniającego łatwy, wielofunkcyjny i kontekstowy dostęp do informacji na temat szczegółów użytkowania podczas pracy z programem **RM-3D**, dlatego nie zawiera szczegółowych opisów korzystania z ekranowych elementów kontrolnych (przyciski, okna dialogowe, pola edycyjne, listy itd.), służących do sterowania programem oraz operowania jego poszczególnymi opcjami i funkcjami, ponieważ są one zgodne z konwencjami, jakie obowiązują w użytkowaniu zdecydowanej większości aplikacji działających pod systemem Windows. Ponadto - dla wygody oraz szybkiego dostępu do informacji - opisy większości opcji i funkcji programu są dostępne poprzez - typowy dla środowiska Windows - kontekstowy System Pomocy dla programu.

Program **RM-3D** został pomyślany, jako narzędzie przede wszystkim dla projektantów konstrukcji nośnych obiektów inżynierskich budownictwa ogólnego i przemysłowego, zwłaszcza w sytuacji, gdy forma geometryczna projektowanej konstrukcji nie pozwala na racjonalne wydzielenie struktur płaskich, do analizy których ogół projektantów ma większe predyspozycje oraz zdolność intuicyjnej weryfikacji zarówno modelu obliczeniowego jak i wyników analizy. Do konstrukcji, dla których korzystanie z narzędzi analizy (programów) przeznaczonych dla struktur płaskich jest nieracjonalne i niemiarodajne należą: kopuły, wieże, więźby wielopoleciowych dachów. W takich przypadkach celowym i wręcz nieodzownym jest korzystanie z narzędzi analizy trójwymiarowej.

**RM-3D** jest następcą znanego i powszechnie użytkowanego od ponad dwudziestu lat programu **RM-WIN** do analizy płaskich konstrukcji prętowych, cieszącego się dużą popularnością wśród projektantów ze względu na jego intuicyjność w użytkowaniu oraz zaawansowanie merytoryczne w przedmiocie jego przeznaczenia, czyli analizy statyczno-kinematycznej modeli obliczeniowych (schematów) konstrukcji inżynierskich.

Doświadczenie własne uzyskane przy rozwijaniu programu **RM-WIN** oraz liczne sugestie zgłoszone przez użytkowników programu **RM-WIN** stworzyło podstawę idei realizacyjnej programu **RM-3D**.

Przy jego opracowaniu włożono wiele wysiłku, aby kreowanie modelu obliczeniowego przestrzennej konstrukcji prętowej było z jednej strony możliwie proste i komunikatywne, zaś z drugiej - maksymalnie oddające uwarunkowania statyczne i kinematyczne rzeczywistej konstrukcji prętowej.

Mamy nadzieję, że dzięki:

- ✓ traktowaniu prętów konstrukcji, jako elementów obliczeniowych w rozumieniu inżynierskim (belki, słupy płatwie, rygle itd.), a nie jako elementów skończonych modelu MES (metoda elementów skończonych)
- ✓ uwzględnieniu w modelu obliczeniowym konstrukcji szeregu technicznych właściwości konstrukcyjnych (węzły podatne, mimośrod, usztywnianie pręta w określonej płaszczyźnie)
- ✓ zastosowaniu realistycznej wizualizacji geometrii konstrukcji prętowej
- ✓ zaprojektowaniu prostych operacji ekranowych, pozwalających na szybki dostęp do szczegółów modelu konstrukcji
- ✓ operowaniu tzw. *plaszczyzną roboczą* do kreowania płaskich struktur prętowych
- ✓ zastosowaniu funkcji kopiowania i wklejania oraz cofania niezamierzonych operacji lub zdarzeń i ponawiania pomyłkowych cofnięć
- ✓ udostępnieniu wielu opcji umożliwiających użytkownikowi indywidualne ustawienia w zakresie wizualizacji modelu konstrukcji
- ✓ umożliwieniu "wklejania" płaskich struktur prętowych zawartych w plikach zadań sporządzonych przy pomocy programu RM-WIN
- ✓ zapewnieniu ochrony przed dokonywaniem merytorycznie lub logicznie niewłaściwych operacji

program **RM-3D** spełni oczekiwania wielu jego użytkowników i - podobnie jak program RM-WIN - stanie się równie wygodnym i merytorycznie zaawansowanym narzędziem warsztatu projektanta konstrukcji budowlanych.

Informacje podane w niniejszej instrukcji mają charakter ogólny i dotyczą:

- ✓ **przeznaczenia programu oraz jego możliwości**
- ✓ **wymagań odnośnie sprzętu komputerowego**
- ✓ **ograniczeń ilościowych i merytorycznych**
- ✓ **instalacji programu w komputerze**
- ✓ **układu jednostek**
- ✓ **opisu elementów modelu przestrzennej konstrukcji prętowej**
- ✓ **podstaw teoretycznych algorytmów obliczeniowych**
- ✓ **zasad użytkowania programu**
- ✓ **sporządzania wydruków**
- ✓ **przykładów**

## U W A G I

- **Program RM-3D jest chroniony przed nieuprawnionym kopiowaniem i użytkowaniem za pomocą specjalnego klucza elektronicznego dostarczanego przez autorów wraz z programem.**
- **Do zabezpieczenia programu stosowane są klucze elektroniczne typu HASP (USB) - który powinien być podłączony do dowolnego portu tzw. uniwersalnej magistrali szeregowej USB.**



- Dla prawidłowego działania programu RM-3D konieczna jest stała obecność klucza w komputerze.
- Dostarczony klucz jest niepowtarzalnym układem elektronicznym i należy go chronić przed utratą.

### **PRZEZNACZENIE PROGRAMU ORAZ JEGO MOŻLIWOŚCI**

Program **RM-3D** jest przeznaczony do wspomagania projektowania przestrzennych konstrukcji prętowych o dowolnym schemacie statycznym - zarówno pod względem geometrycznym jak i oddziaływań mechanicznych (obciążeń) oraz niemechanicznych (temperatura, wymuszenia kinematyczne – np. osiadania podpór lub wstępne naciągi prętów zaprojektowanych jako ciągła) - w zakresie analizy statycznej, kinematycznej i wytrzymałościowej zarówno wg teorii I-go jak i II-go rzędu.

Najważniejszymi cechami programu są:

#### **... w kształtowaniu geometrii modelu konstrukcji:**

- ✓ możliwość kreowania dowolnego schematu statycznego prętowej konstrukcji przestrzennej, zawierającej pręty o osiach prostych i łukowych,
- ✓ automatyczne generowanie prętów o łukowym kształcie ich osi,
- ✓ możliwość kreowania przekrojów jednokształtownikowych (katalogowych lub własnych) oraz wielokształtownikowych o dowolnym złożeniu ich poszczególnych kształtowników, a także automatyczne generowanie - typowych dla konstrukcji stalowych i drewnianych - przekrojów wielogałęziowych,
- ✓ możliwość deklarowania prętów (o przekrojach jednogałęziowych składanych lub wielogałęziowych) z liniowo zmiennymi wymiarami przekroju wzdłuż zamierzonych odcinków osi pręta, co praktycznie oznacza całkowitą dowolność zmienności przekroju pręta, pod warunkiem zapewnienia zgodności kształtu przekroju na odcinku zmienności przekroju,
- ✓ możliwość deklarowania tzw. mimośrodków połączeń prętów w węzłach mających wpływ na stan sił wewnętrznych w prętach,
- ✓ operowanie prętami, jako elementami obiektu inżynierskiego (belki, słupy, rygle, płatwie, stężenia itd.), a nie modelu MES, jak na ogół ma to miejsce w tego typu programach. Oznacza to, że przy kreowaniu schematu modelu prętowej konstrukcji przestrzennej operuje się elementami w ich sensie konstrukcyjnym (belki, słupy, rygle, płatwie, stężenia itd.) bez potrzeby tworzenia węzłów teoretycznych pod kątem modelu obliczeniowego. Program automatycznie dokonuje identyfikacji modelu obliczeniowego, czyli ustalania potencjalnych punktów wzajemnych powiązań prętów,
- ✓ możliwość generowania dodatkowych węzłów oraz korekty ich położenia (przesuwanie węzłów),
- ✓ możliwość realizacji dowolnego sposobu podparcia węzła oraz zadawania podporom wymuszeń kinematycznych, mimośrodków oraz cech sprężystych, a także parametrów geometrycznych planowanych pod podporą fundamentów bezpośrednich (stóp) jak wymiary podstawy, wysokość, mimośrodowość poziome podstawy fundamentu.

- ✓ możliwość "wklejania" płaskich struktur prętowych zadań utworzonych w programie RM-WIN w dowolne miejsce kreowanej konstrukcji przestrzennej, dzięki czemu doświadczenie zdobyte w użytkowaniu programu RM-WIN może być efektywnie wykorzystane do usprawnienia procesu kreowania modelu konstrukcji przestrzennej w programie **RM-3D**,
- ✓ możliwość automatycznego importowania i generowania geometrii schematu statycznego modelu konstrukcji bezpośrednio z pliku w formacie DXF utworzonego w dowolnym programie typu CAD, np. AutoCad,
- ✓ zastosowanie tzw. *panelu identyfikacji modelu* konstrukcji do grupowania prętów w merytorycznie wydzielone struktury (ramy, stężenia, więzary itd.) dla zapewnienia łatwej identyfikacji podstruktur przy określaniu ich właściwości i zadawaniu obciążeń oraz szybkiego odnajdywania poszczególnych prętów lub węzłów w bardziej skomplikowanych schematach konstrukcji,
- ✓ zaawansowane kopiowanie dowolnie wyselekcjonowanej grupy prętów i wklejanie w dowolne miejsce kreowanego modelu konstrukcji z możliwością automatycznego powielania dowolnej liczby kopii (tzw. *klonowanie*),
- ✓ automatyczna symetryzacja modelu konstrukcji względem dowolnie ustawionej płaszczyzny,
- ✓ automatyczne generowanie geometrii typowych przestrzennych struktur prętowych (hala o ramach portalowych, rama wielonawowa i wielokondygnacyjna, kratownice płaskie, krokwie i żebra),
- ✓ automatyczne generowanie modelu obliczeniowego dla konstrukcji drewnianej wykreowanej w programie systemu Dietrich's. Polega to na imporcie pliku zapisanego w tym systemie, identyfikacji prętów, a następnie wygenerowaniu schematu statycznego konstrukcji zaprojektowanej w tym systemie.

#### ... w kreowaniu obciążeń:

- ✓ automatyczne uwzględnianie ciężaru własnego konstrukcji w postaci odrębnego schematu obciążeń wyznaczanego przez program na podstawie zadeklarowanych przekrojów poprzecznych prętów oraz przypisanych tym przekrojom rodzajów materiałów z możliwością wyłączenia ciężaru własnego poszczególnych prętów lub ich grup,
- ✓ grupowanie poszczególnych obciążeń w merytorycznie odrębne schematy obciążeń dla potrzeb tworzenia ich dowolnych kombinacji z możliwością nadawania nazw zarówno pojedynczych obciążeń, jak i ich grup,
- ✓ deklarowanie normowych cech poszczególnych grup obciążeń, pozwalające na generowanie kombinacji spełniających wymagania norm obciążeniowych,
- ✓ operowanie tzw. *tabelą relacji* służącą do określania relacji pomiędzy poszczególnymi grupami obciążeń pod kątem automatycznego generowania przez program ich kombinacji, spełniających określone kryteria normowe, dzięki czemu nie ma potrzeby ręcznego specyfikowania tych kombinacji,
- ✓ łatwe modyfikowanie właściwości obciążeń polegające na: grupowej zmianie wartości i położenia poszczególnych obciążeń, przenoszeniu obciążeń do innych grup, kopiowanie, usuwanie itp.,
- ✓ kopiowanie i "wklejanie" obciążeń z jednego pręta na inny,

- ✓ operowanie obciążeniami działającymi na powierzchnię (tzw. *obciążenia płaszczyznowe*) określoną poprzez wyselekcjonowanie grupy prętów wraz z automatycznym ich rozdziałem na poszczególne pręty wg tzw. *reguły rusztu*,
- ✓ określanie wzajemnych relacji pomiędzy poszczególnymi grupami obciążeń pod kątem procedury automatycznego generowania ich kombinacji w analizie statycznej (obwiednie sił wewnętrznych i naprężeń),
- ✓ określanie warunków tworzenia kombinacji grup obciążeń wg zasad określonych zarówno w normach PN jak i PN-EN dla potrzeb wyznaczania obwiedni wielkości statycznych i kinematycznych konstrukcji.

#### ... w zakresie wyników analizy:

- ✓ wyznaczanie rozkładów sił przekrojowych (momenty zginające, siły poprzeczne, siły osiowe, momenty skręcające) i ich prezentacja w formie odpowiednio wyskalowanych wykresów lub w postaci tabel liczbowych,
- ✓ wyznaczanie stanu przemieszczeń w formie rysunku zdeformowanej konstrukcji z możliwością skalowania wykresów,
- ✓ wyznaczanie ekstremalnych naprężeń normalnych wg klasycznych zasad wytrzymałości materiałów,
- ✓ wyznaczanie reakcji podpór oraz wielkości osiadań w przypadku podpór podatnych,
- ✓ analiza modelu konstrukcji dla charakterystycznych lub obliczeniowych wartości obciążeń całkowitych lub długotrwałych,
- ✓ analiza konstrukcji w ramach teorii II-go rzędu, czyli z uwzględnieniem interakcji sił osiowych i momentów zginających, szczególnie przydatna w wymiarowaniu wiotkich konstrukcji stalowych,
- ✓ automatyczne wyznaczanie tzw. obwiedni wielkości statycznych (sił przekrojowych w prętach, naprężeń, reakcji podpór) i kinematycznych (przemieszczeń węzłów) przy zachowaniu zadeklarowanych relacji pomiędzy poszczególnymi grupami obciążeń oraz normowych zasad tworzenia kombinacji obciążeń zarówno wg PN jak i PN-EN.

#### ... w tworzeniu dokumentacji zadania:

- ✓ generowanie tabelaryczno-graficznego dokumentu w formacie RTF z możliwością wyboru jego merytorycznej zawartości,
- ✓ podgląd dokumentu, bezpośredni wydruk lub jego eksport do schowka lub bezpośrednio do edytora MS Word (w pełnej formie lub skróconej), co stwarza możliwość włączenia tego dokumentu do całej dokumentacji projektu,
- ✓ kopiowanie do schowka dowolnie ustawionego widoku aksonometrycznego modelu konstrukcji w oknie głównym programu.

#### ... w zakresie użytkowym:

- ✓ łatwość posługiwania się opcjami programu dzięki zaadoptowaniu wielu sprawdzonych konwencji z programu RM-WIN,
- ✓ zastosowanie różnych form wizualizacji geometrii modelu przestrzennej konstrukcji prętowej (kinematyczna i realistyczna), z intencją uzyskania kompro-

- misu między wymaganiami programu, a możliwościami średniej klasy sprzętu komputerowego,
- ✓ zastosowanie prostych operacji ekranowych, pozwalających na szybki dostęp do szczegółów modelu konstrukcji przestrzennej,
  - ✓ operowanie tzw. *plaszczyną roboczą* - swobodnie pozycjonowaną w przestrzeni trójwymiarowej - do kreowania płaskich podstruktur prętowych,
  - ✓ udostępnienie wielu opcji umożliwiających użytkownikowi indywidualne ustawienia parametrów wizualizacji modelu konstrukcji oraz prezentacji wyników obliczeń,
  - ✓ zastosowanie sprawnych animacji widoku modelu konstrukcji na ekranie monitora (obracanie w poziomie i pionie, zbliżanie i oddalanie, przesuwanie, wyszukiwanie obiektu modelu z automatycznym lokowaniem w tzw. *centrum obserwacji*,
  - ✓ eksponowanie wybranej (zaznaczonej) części modelu konstrukcji, czyli ukrywanie części pozostałej,
  - ✓ umożliwienie pobierania zadań utworzonych w programie RM-WIN, dzięki czemu doświadczenie zdobyte w użytkowaniu programu RM-WIN może być efektywnie wykorzystane do usprawnienia procesu kreowania modelu konstrukcji przestrzennej w programie **RM-3D**.

#### WYMAGANIA SPRZĘTOWE

Program **RM-3D** nie wymaga wyposażenia sprzętowego wykraczającego poza wymagania aktualnie stawiane przez system Windows i może być użytkowany na każdym komputerze typu PC, który pozwala na poprawne funkcjonowanie systemu Windows w wersjach: XP/Vista/Windows 7/Windows 8.

Dla osiągnięcia zadowalających efektów zalecana jest następująca konfiguracja:

- procesor o częstotliwości taktowania minimum 2 GHz, najlepiej o architekturze wielordzeniowej gdyż program RM-3D wykorzystuje systemowy mechanizm wielowątkowości systemu Windows i dzięki temu efektywniej wykorzystuje moc obliczeniową komputera zwłaszcza przy czasochłonnej analizie statycznej oraz obliczeń związanych z wymiarowaniem prętów.
- minimum 4 GB pamięci operacyjnej RAM
- karta graficzna z pamięcią minimum 256 MB o dedykowanej dla grafiki wektorowej
- mysz dwuprzyciskowa (najlepiej z rolką przewijania)
- 20 MB wolnego miejsca na dysku sztywnym
- polskojęzyczny system Microsoft Windows w wersji XP / Vista / Windows 7 / Windows 8 / Windows 10

**Uwagi:** Ważnym aspektem sprzętowym jest maksymalne wykorzystanie właściwości karty graficznej zainstalowanej w komputerze, co zasadniczo zależy od ustawień sterownika tej karty. Zalecane jest, aby instalować sterownik pochodzący od producenta tej karty i odpowiedni do jej typu oraz użytkowanego systemu Windows.

Ponieważ wizualizacja modelu konstrukcji programie **RM-3D** wymaga dokonywania tzw. teksturowania (ang. rendering) z uwzględnieniem palety kolorów ustawianej w systemie, to szybkość wykonywania operacji związanych z wizualizacją zależeć będzie również od tych ustawień.

W szczególności istotny jest wybór opcji kolorów w ustawieniach właściwości **Ekran** systemu Windows, a konkretnie - im wyższa opcja (liczba kolorów) tym szybkość wykonywania funkcji związanych z wizualizacją modelu konstrukcji będzie wolniejsza.

Inną ważną kwestią związaną z wydajnością karty graficznej jest odpowiednie ustawienie jej sterownika pod kątem wykonywania funkcji biblioteki **OpenGL**. Większość nowoczesnych kart graficznych pozwala na optymalne ich wykorzystanie w tym względzie.

Dla przyspieszenia operacji ekranowych zaleca się również wyłączenie opcji (jeśli taką karta graficzna posiada), która jest określana terminem angielskim **antialiasing**. Wprowadzenie wyłączenia tej opcji pogarsza nieco jakość obrazu, ale znacząco polepsza wydajność karty w animacji obrazu.

Typ karty graficznej oraz informację o obsługiwanej przez tą kartę wersji OpenGL można odczytać w okienku „O programie”, wyświetlanym za pomocą polecenia menu **Pomoc/O programie**, w którym jest dostępny przycisk **Grafika**. Po jego użyciu ukazać się informacje na ten temat.

#### OGRANICZENIA PROGRAMU

Program **RM-3D** nie posiada formalnych ograniczeń ilościowych, a wielkość możliwych do kreowania zadań, pod tym względem, zależy od zdolności sprzętowych i systemowych konkretnego komputera.

Pod względem merytorycznym program zasadza się na następujących założeniach i uwarunkowaniach:

- osie prętów modelu konstrukcji są proste lub w kształcie łuku kołowego,
- końce prętów są połączone są ze sobą w węzłach sztywno, przegubowo lub podatnie,
- przekroje prętów mogą się składać z dowolnej liczby typowych kształtowników (prostokąt, trójkąt, rura kołowa, rura prostokątna, dwuteownik, ceownik, kątownik, teownik, zetownik), przy czym zakłada się, że są one powiązane ze sobą w sposób zapewniający zachowanie płaskości całego przekroju po deformacji pręta (założenie Kirchhoffa)
- obciążenia (skupione: siła i moment, rozłożone: liniowe i trapezowe oraz płaszczyznowe) są przypisywane do prętów, mają charakter statyczny i są stacjonarne,
- rozkład obciążenia temperaturą wzdłuż pręta jest stały, a w płaszczyźnie przekroju pokrywającej się z tzw. *płaszczyzną orientacji pręta*- zmienny liniowo,
- podpory przypisywane są do węzłów,
- węzły modelu konstrukcji nie mogą się pokrywać,
- numeracja prętów, węzłów i przekrojów jest ciągła i nie może być zmieniana przez użytkownika.

**INSTALACJA PROGRAMU W KOMPUTERZE**

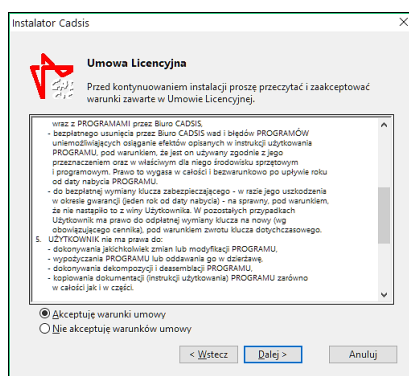
Program **RM\_3D** dostarczany jest na płycie kompaktowej, która zawiera jego pliki robocze i konfiguracyjne oraz program instalacyjny o nazwie „**cad-sis\_instal.exe**”, który musi być uruchamiany w środowisku Windows.

W celu zainstalowania programu w komputerze należy:

1. Podłączyć klucz protekcyjny do komputera,
2. Załadować system Windows,
3. Zalecane jest, aby na czas instalowania programu wyłączyć doraźnie czuwanie wszelkiego rodzaju programów ochrony antywirusowej,
4. Włożyć płytę instalacyjną pakietu RM3D do czytnika CD i poczekać na automatyczne uruchomienie programu instalacyjnego. Jeżeli nie nastąpi automatyczne uruchomienie instalatora, to należy wymusić uruchomienie programu **cad-sis\_instal.exe** bezpośrednio z płyty instalacyjnej (np. przy pomocy eksploratora systemu Windows),
5. Po wyświetleniu okna dialogowego programu instalacyjnego należy stosować się do instrukcji i zaleceń instalatora programu w komputerze. Proces instalacji składa się z kilku kroków realizowanych przez użycie przycisku **Dalej**.

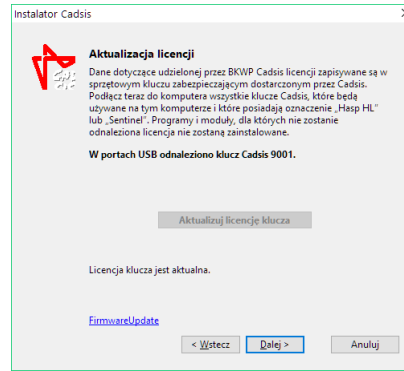


okno 1 – start instalatora



okno 2 - warunki umowy licencyjnej

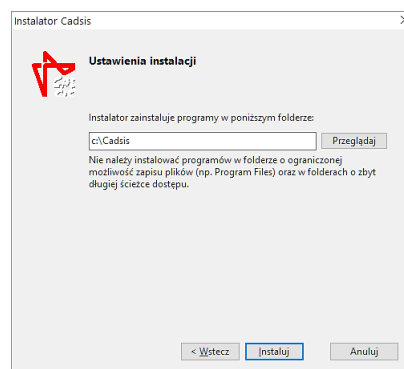
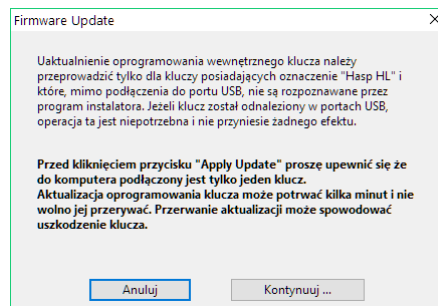
Okno instalatora tego kroku instalacji zawiera tekst umowy licencyjnej. Ponieważ od momentu zakończenia procedury instalowania programu umowa ta uważana jest za zawartą, to zapoznanie się z jej treścią jest ze wszech miar wskazaną.



okno 3 - aktualizacja licencji

W tym kroku instalator skanuje porty USB komputera i wyświetla numery wykrytych w nim kluczy autoryzowanych przez CadSiS. Okno instalatora tego kroku zawiera (oprócz tekstu objaśnienia) zawiera dwa elementy sterowania opcjami instalatora:

- przycisk **Aktualizuj licencję klucza** za pomocą którego można dokonać uaktualnienia licencji dla wykrytych kluczy. Jeśli licencje dla tych kluczy są aktualne, to przycisk ten jest nieaktywny. Jeśli uaktualnienie posiadanych wersji programów jest odpłatne, to pojawi się odpowiedni komunikat in-formujący o warunkach jakie należy spełnić, aby uaktualnienie licencji było możliwe.
- link **FirmwareUpdate** za pomocą którego można dokonać aktualizacji pamięci klucza. Warunki użycia tego linku są wyświetlane w tzw. „dymku”, który się ukazuje po zbliżeniu i unieruchomieniu przez chwilę wskaźnika myszki na tym linku. Po jego użyciu pojawi się dodatkowe okienko z wyjaśnieniami roli związanej z tym operacji oraz z odpowiednim ostrzeżeniem:



okno 4 - lokalizacja plików programów

W tym kroku procedury instalacji programu należy wskazać folder dyskowy, w którym mają być ulokowane pliki programu. Domyślnie instalator wskazuje folder o lokalizacji C:\Cadsis i tam zostaną umieszczone pliki programu jeśli użytkownik nie wskaże innej lokalizacji. Nie jest wskazane instalowanie programu w folderze będącym podfolderem predefiniowanego przez system Windows folderu „Program files”.

Po wskazaniu lokalizacji należy użyć przycisku **Instaluj**.

6. Po pomyślnym zakończeniu instalacji wskazane jest ponowne uruchomienie systemu Windows (reset), a następnie należy odszukać na pulpicie ikonę programu w grupie wskazanej w oknie dialogowym programu instalacyjnego i załadować program do pamięci komputera.

**Uwagi:** System Windows pozwala na przypisanie innej ikony, co pozostaje w gestii użytkownika programu.

Może się zdarzyć, że po zainstalowaniu programu i jego pierwszym uruchomieniu pojawi się komunikat o braku klucza zabezpieczającego, a następnie nastąpi zamknięcie programu. Wówczas należy odłączyć klucz protekcyjny i po chwili ponownie podłączyć do komputera (najlepiej do innego portu USB), a następnie odczekać chwilę, aby system Windows rozpoznał ten klucz jako nowe urządzenie.

Zdarzyć się może również sytuacja, że kolejne próby uruchomienia programu kończą się komunikatem o braku klucza zabezpieczającego. Przyczyną tego może być blokowanie przez system Windows rejestrów w trakcie instalowania programu. W takim przypadku należy posłużyć się programem **haspdinst.exe** dołączanym do plików programu i instalowanym w głównym folderze pakietu (domyślnie: C:\CADSIS), a mianowicie:

1. Przy pomocy funkcji systemowej "Start/Uruchom" uruchomić jednorazowo program **haspdinst.exe** z opcją **-r**  
np. c:\{ścieżka}\hinstall.exe -r
2. Zamknąć system Windows i ponownie uruchomić komputer
3. Przy pomocy funkcji systemowej " Start/Uruchom" uruchomić jednorazowo program **haspdinst.exe** z opcją **-i**  
np. c:\{ścieżka}\hinstall.exe -i
4. Zamknąć system Windows i ponownie uruchomić komputer

Powyższa procedura dotyczy licencji nowych oraz tych, które były zainstalowane poprzednim instalatorem o nazwie **setup.exe**, czyli dla wersji 10.x i wcześniejszych. Natomiast licencje zainstalowane na danych komputerze za pomocą instalatora **cadsis\_instal.exe** nie muszą być uaktualniane za jego pomocą lecz przy użyciu skrótu **AktualizujProgramy** dostępnym w StartMenu systemu Windows.



**Ikona aplikacji RM-3D**

Po dokonaniu pierwszej instalacji programu – w lokalizacji dyskowej wskazanej przez użytkownika (standardowo: C:\CADSIS) – folder tej lokalizacji powinien zawierać:



---


<b>KATALOGI</b>	dyskowy folder kształtników znormalizowanych,
<b>MATERIAŁY</b>	dyskowy folder materiałów,
<b>PROJEKTY</b>	dyskowy folder projektów kreowanych w programie <b>RM-3D</b> ,
<b>RM_3D 7</b>	dyskowy plików wykonawczych programu <b>RM-3D</b> , a w nim:
<b>ARKUSZE</b>	dyskowy folder szablonów dokumentów, służących do generowania dokumentów (wydruków),
<b>rm_3d.exe</b>	plik wykonawczy programu <b>RM-3D</b> ,
<b>borlndmm.dll</b>	
<b>cadsisDXF.bpl</b>	
<b>CadsisGL.bpl</b>	
<b>dclcadsis.bpl</b>	
<b>CadsisGL.bpl</b>	
<b>CadsisDXF</b>	
<b>dclCadsis.bpl</b>	
<b>rm3.bpl</b>	
<b>rm_podgl.dll</b>	
<b>rm_stat.dll</b>	biblioteki stowarzyszone z programem <b>RM-3D</b> ,
<b>rm-3d.chm</b>	plik systemu pomocy programu <b>RM-3D</b> .

#### Folder **PROJEKTY**

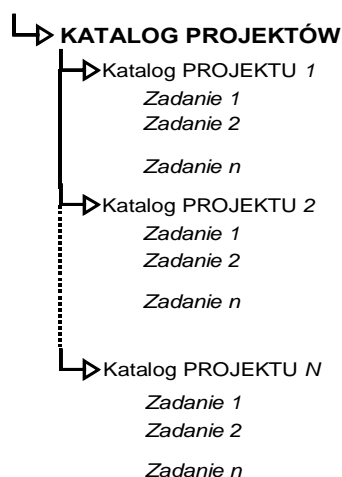
Jest przeznaczony do archiwizowania zadań kreowanych w programie **RM-3D**. Jest to dyskowa lokalizacja domyślna dla archiwizowania plików projektów kreowanych w programie, ale nie jest ona obligatoryjna i może mieć dowolną nazwę oraz lokalizację na dowolnym urządzeniu dyskowym.

Zaleca się, aby pliki zadań związane z konkretnymi projektami technicznymi były archiwizowane w odrębnych folderach będących podfolderami folderu **PROJEKTY**, co obrazowo przedstawiono na schemacie (patrz niżej).

Sugestia odnośnie struktury folderów do archiwizacji zadań (projektów) wynika z powiązania programu **RM-3D** z modułem RM-OBC służącym do sporządzania zestawień obciążeń wg PN. Wskazane jest bowiem, aby jednemu projektowi odpowiadało jedno zestawienie obciążeń, z którym powiązane są poszczególne zadania tego projektu tworzone w programie **RM-3D**.

Dostęp do zadań archiwalnych zapewnia opcja Pliki-Otwórz lub skrót  tzw. paska skrótów. Droga dostępu do aktualnego folderu zadań jest automatycznie zapamiętywana w rejestrach systemu Windows tak, że po ponownym uruchomieniu aplikacji, aktualnym folderem zadań jest właśnie ten folder.

Każde zadanie jest przechowywane w jednym pliku o nazwie nadanej przez użytkownika, a program automatycznie nadaje mu rozszerzenie **rm3**, aby pliki zadań mogły być rozróżniane w systemie plików Windows.



Pliki zadania mogą być zapisywane wraz z wynikami obliczeń (jeśli przez zapisem zostały one wykonane). Ta opcja archiwizacji zadania sprawia, że przy ponownym otwarciu pliku zadania w programie, pobierane są również z pliku wyniki obliczeń, a więc po przejściu do trybu **Statyka** lub **Wymiarowanie** pomijane są procedury związane w analizą statyczną modelu konstrukcji. Jest to szczególnie polecane w sytuacji, gdy obliczenia zostały wykonane z pełną kombinatoryką grup obciążeń.

#### Folder **KATALOGI**

Jest przeznaczony do przechowywania plików zawierających dane katalogowe kształtowników znormalizowanych. Powinien zawierać następujące pliki dyskowe:

- h.kat** katalog rur prostokątnych i kwadratowych
  - i.kat** katalog dwuteowników
  - l.kat** katalog kątowników
  - r.kat** katalog rur okrągłych
  - t.kat** katalog teowników
  - u.kat** katalog ceowników
  - z.kat** katalog zetowników
- obejmujące standardowe kształtowniki walcowane oraz
- s.kat** katalog dwuteowników spawanych,
- a także
- h~.kat** katalog rur prostokątnych
  - l~.kat** katalog ceowników
  - u~.kat** katalog ceowników
  - z~.kat** katalog zetowników
- obejmujące kształtowniki gięte na zimno z blach.

Listy kształtowników zawarte w w/w plikach mogą być uzupełniane lub modyfikowane przez użytkownika za pomocą opcji **Przekroje/Katalogi**. Warunkiem otwarcia listy kształtowników do jej edycji jest obecność w systemie Windows aplikacji Microsoft Excel.

Droga dostępu do dyskowego folderu kształtowników jest zapisywana do rejestrów, ale może być również określana w ustawieniach opcji programu. Brak tej

informacji lub jej błędne podanie, uniemożliwi pobieranie kształtowników przy edycji listy przekrojów.

### **STOSOWANY UKŁAD JEDNOSTEK**

Dla wszystkich wprowadzanych wielkości liczbowych przyjęto następujący, bazowy układ jednostek:

- *długość, wymiar* [m]
- *kąt* [stopnie]
- *siła* [kN]
- *moment* [kNm]
- *naprężenie* [MPa]
- *temperatura* [°C]

W podanych wyżej jednostkach zapamiętywane są wszystkie dane. Nie dotyczy to jednak wymiarów przekroju, dla których – w momencie ich kreowania lub korekty - mogą być zadawane w [mm] lub [cm].



## II. IDEA PROGRAMU I MODELOWANIE KONSTRUKCJI PRZESTRZENNEJ

Przy realizacji programu **RM-3D** położono główny nacisk na dwa aspekty jego użytkowania. Pierwszy obejmuje opcje i funkcje związane z kreowaniem modelu konstrukcji, natomiast drugi skupia opcje i funkcje przeznaczone do prezentacji wyników obliczeń oraz tworzenia dokumentacji.

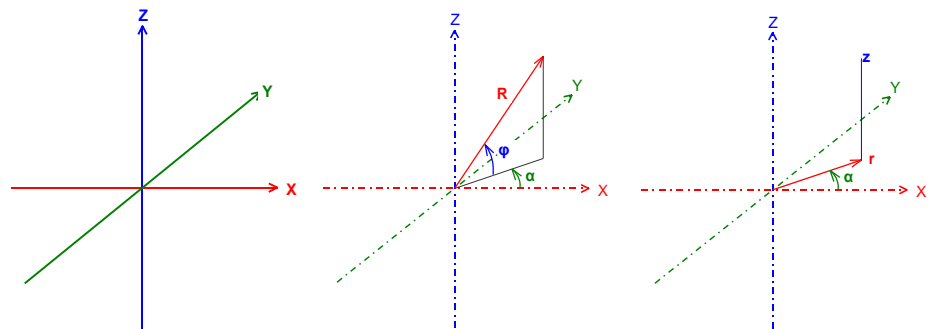
### KREOWANIE MODELU KONSTRUKCJI PRZESTRZENNEJ

#### Podstawowe pojęcia i konwencje

Tryb kreowania modelu przestrzennej konstrukcji prętowej w programie **RM-3D** został pomyślany tak, aby w maksymalnym stopniu kojarzył się z programem RM-WIN przeznaczonym do analizy statycznej i kinematycznej płaskich konstrukcji prętowych. Do takiego stopnia, że po uruchomieniu programu **RM-3D** jest on nastawiony na konstrukcje płaskie i generalnie tryb kreowania geometrii modelu konstrukcji przestrzennej cechuje płaszczyznowość. Polega to na tym, że generowanie geometrii konstrukcji za pomocą myszki sprowadza się do "rysowania" prętów na tzw. *plaszczyźnie roboczej* w sposób podobny do tego, jaki obowiązuje w opcji **Geometria/Definiowanie** programu RM-WIN.

Kreowanie modelu przestrzennej konstrukcji prętowej odbywa się w trójwymiarowym, prawoskrętnym globalnym układzie kartezjańskim, przy czym określanie współrzędnych obiektów modelu konstrukcji (pręty, węzły, obciążenia) może być dokonywane za pomocą współrzędnych prostokątnych **XYZ**, biegunowych  **$\alpha\varphi R$**  lub cylindrycznych  **$arZ$**  (Rys. II-1 Układy współrzędnych).

Poszczególnym osiom globalnego układu odniesienia przypisano szczególne role, a mianowicie: oś **X** i **Y** są zawsze poziome i tworzą płaszczyznę poziomą, natomiast oś **Z** jest zawsze pionowa. a więc należy ją kojarzyć z kierunkiem grawitacji, czyli np. linia działania obciążeń pochodzących od ciężaru własnego ma zawsze kierunek osi **Z**.



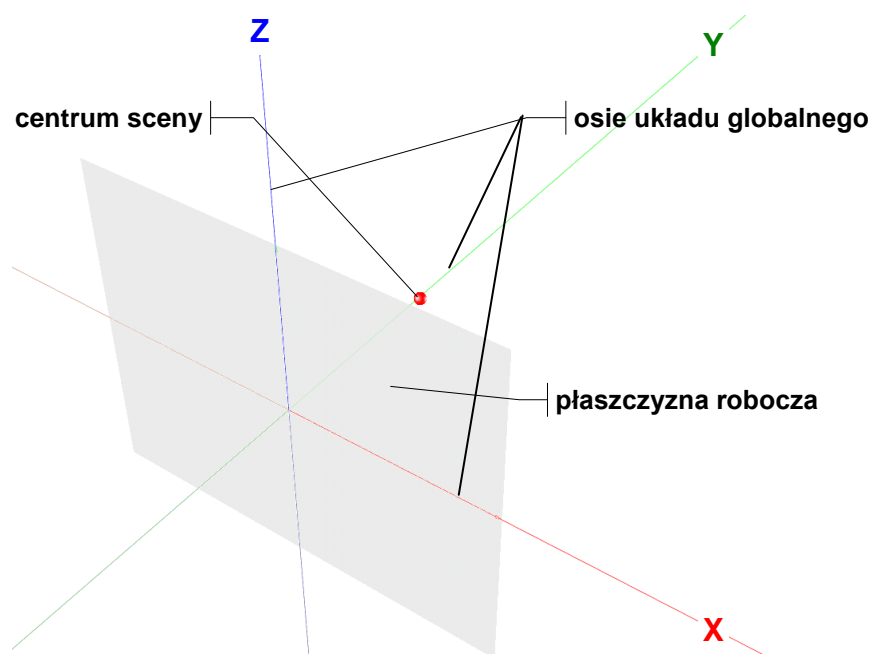
Rys. II-1 Układy współrzędnych

Na ekranie monitora - w oknie kreowania zwanym *sceną* - widoczne są osie prostokątnego układu współrzędnych globalnych, który jest trwale związany ze

*sceną* i podlega jedynie operacjom wizualnym polegającym na obracaniu, zbliżaniu, oddalaniu i przesuwaniu *sceny*.

*Scena* jest kanwą, na której osadzany jest model przestrzennej konstrukcji prętowej. Integralnymi obiektami graficznymi *sceny* są (patrz: Rys. II-1):

- *Osie globalnego układu odniesienia* (X-czerwona, Y-zielona, Z-niebieska), przy czym dodatnie części tych osi są opatrzone ich symbolami literowymi oraz wyróżnione intensywniejszym kolorem.
- *Plaszczyzna robocza* reprezentowana przez prostokąt, którego wymiary oraz położenie na scenie mogą być dowolnie określane. Z *plaszczyzną roboczą* są związane lokalne układy współrzędnych; prostokątny, biegunowy oraz cylindryczny.
- *centrum sceny* - w formie czerwonej kulki - które stanowi środek sceny, czyli punkt skupienia obserwacji *sceny*. Niezależnie od dokonywanych operacji ekranowych na scenie - *centrum* zajmuje zawsze pozycję w środku okna roboczego opcji kreowania i prezentacji wyników obliczeń.



Rys. II-2 Obiekty sceny

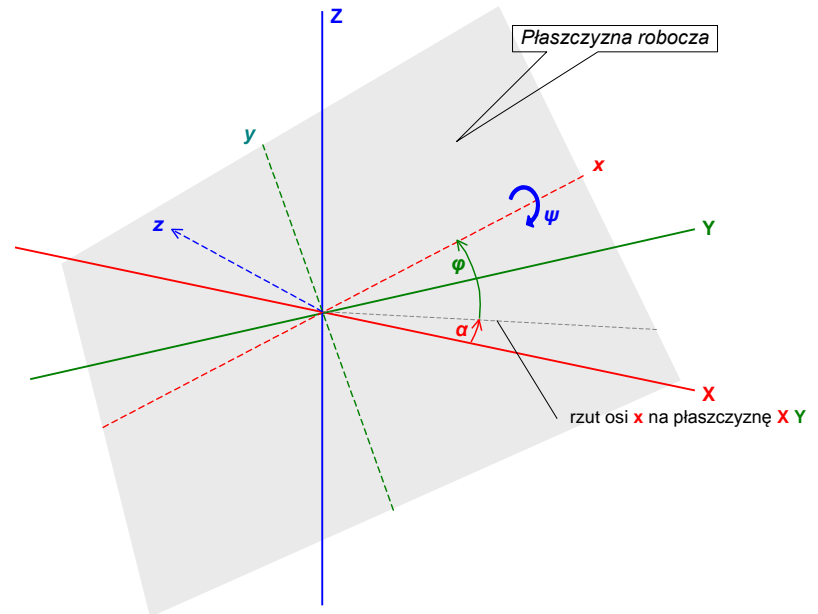
### Rola "plaszczyzny roboczej"

Podstawowym obiektem wizualnym *sceny* prezentowanej w głównym oknie programu, a zarazem kluczowym obiektem wspomaganego kreowania geometrii modelu przestrzennej konstrukcji prętowej, jest *plaszczyzna robocza*, której zadaniem jest ułatwienie i przyśpieszenie trybu kreowania modelu, zwłaszcza w przypadku, gdy schemat konstrukcji zawiera struktury prętów o osiach leżących we wspólnej płaszczyźnie. Wówczas kreowanie modelu konstrukcji może być realizowane za pomocą myszki poprzez "rysowanie" prętów na *plaszczyźnie ro-*

**boczej**, co daje gwarancję, że osie wszystkich prętów kreowanej struktury będą leżeć we wspólnej płaszczyźnie.

Wizualnie **płaszczyzna robocza** jest prezentowana jako półprzezroczysty prostokąt o (regulowanych przez użytkownika) wymiarach **b** i **h** z naniesionymi na nim osiami tzw. *lokalnego układu* współrzędnych **x**, **y** i **z** o początku w środku prostokąta (Rys. II-2). Przy czym oś **z** (prostopadła do **płaszczyzny roboczej**) nie jest widoczna, a jej zwrot wynika z reguły prawoskrętności *układu lokalnego*.

Położenie i orientacja **płaszczyzny roboczej** w globalnym układzie odniesienia **XYZ** może być dowolnie określone przez użytkownika, co może być dokonywane na dwa sposoby, tj. **bezpośrednio** lub **pośrednio** przez tzw. **dokowanie** (osadzanie) na węzłach modelu konstrukcji.



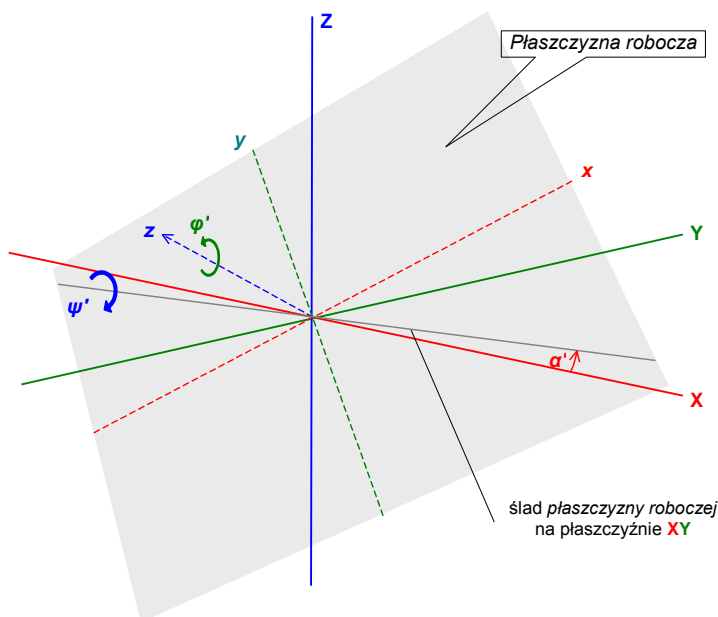
Rys. II-3

Sposób **bezpośredni** sytuowania polega na zadawaniu przez użytkownika położenia początku *lokalnego układu* (środku prostokąta) w układzie globalnym oraz alternatywnym określeniu jego kątów orientacji:

**$\alpha$ ,  $\phi$  i  $\psi$**  - dla konwencji z zachowaniem kąta nachylenia osi **x**, co polega na tym, że po zadaniu kąta obrócenia  **$\alpha$**  (kąt między rzutem osi **x** na płaszczyznę **XY**, a osią **X**) zmiany wartości kątów  **$\phi$**  i  **$\psi$**  nie powodują zmiany tego kąta. Inaczej mówiąc, po zadaniu kąta  **$\alpha$**  kąt  **$\phi$**  jest obrotem osi **x** w płaszczyźnie pionowej, a kąt  **$\psi$**  jest obrotem **płaszczyzny roboczej** wokół osi **x**, (Rys. II-3).

**$\alpha'$ ,  $\phi'$  i  $\psi'$**  - dla konwencji zachowania kąta nachylenia **płaszczyzny roboczej**, co polega na tym, że po zadaniu kąta obrócenia  **$\psi'$**  (kąt między **płaszczyzną roboczą**, a osią **Z**) zmiany wartości kątów  **$\alpha'$**  i  **$\phi'$**  nie powodują zmiany kąta między **płaszczyzną roboczą**, a osią **Z**. Inaczej mówiąc,

kąt  $\alpha'$  jest kątem między śladem *plaszczyny roboczej* na płaszczyźnie  $XY$ , a osią  $X$ , zaś kąt  $\phi'$  wyraża obrót *plaszczyny roboczej* wokół lokalnej osi  $z$ , natomiast kąt  $\psi'$  wyraża obrót *plaszczyny roboczej* wokół śladu *plaszczyny roboczej* z płaszczyzną  $XY$  (Rys. II-4).



Rys. II-4

Przyjęcie tych dwóch konwencji określania orientacji *plaszczyny roboczej* ma na celu zapewnienie alternatywy jej sytuowania w układzie globalnym.

Niezależnie od tych konwencji możliwe jest również sytuowanie płaszczyny roboczej za pomocą niezależnych obrotów wokół osi układu osi związanych z *plaszczyną roboczą*.

Pośredni sposób sytuowania *plaszczyny roboczej* polega na tzw. **dokowaniu** na węzłach modelu konstrukcji, czyli wskazaniu trzech węzłów modelu, na których ma ona być oparta. Obowiązuje przy tym zasada, że pierwszy węzeł określa położenie początku układu lokalnego, drugi wskazuje kierunek osi  $x$ , natomiast trzeci określa nachylenie *plaszczyny roboczej* i zwrot osi  $y$ . Szczegółowy opis tego zagadnienia zawarty jest w rozdziale poświęconym zasadom użytkowania programu.

*Płaszczyzna robocza* odgrywa jeszcze jedną ważną rolę w kreowaniu modelu konstrukcji, polegającą na kojarzeniu jej z prętami modelu. Bowiern wszystkie pręty wygenerowane przy niezmiennym położeniu *plaszczyny roboczej* stanowią podgrupę, dla której program zapamiętuje położenie tej płaszczyny. W ten sposób tworzy się tzw. mapa identyfikacji całej struktury prętowej ułatwiająca identyfikację poszczególnych podgrup prętów, a co za tym idzie, łatwe i czytelne modyfikowanie modelu konstrukcji polegające na kopiowaniu i powielaniu tych podgrup, a także przy określaniu orientacji przypisywanych przekrojów poszczególnym prętom i innych ich właściwości oraz obciążeń.



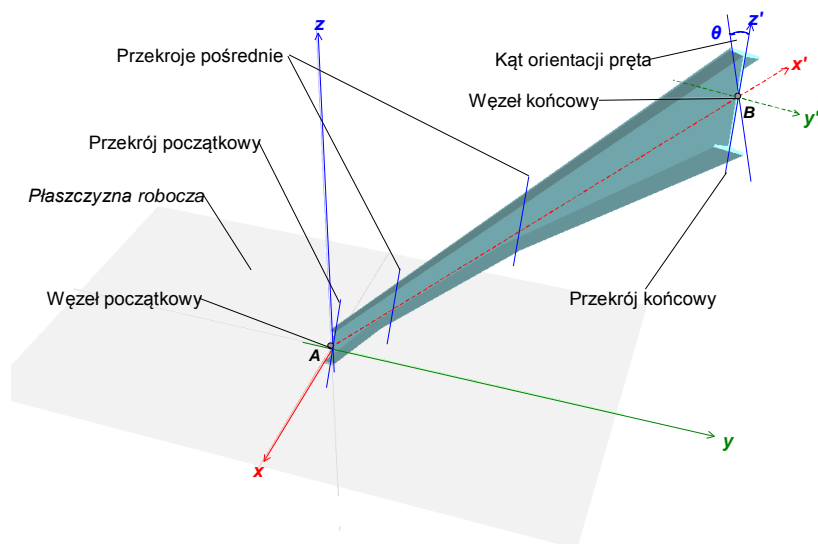
### Elementy modelu konstrukcji

Przestrzenna konstrukcja prętowa jest traktowana jako zbiór elementów konstrukcyjnych zwanych *prętami*, które są połączone ze sobą w *węzłach* oraz z podłożem za pośrednictwem *podpór*, a całość poddana jest działaniu sił zewnętrznych, czyli *obciążeń*.

Kreowanie modelu obliczeniowego przestrzennej konstrukcji prętowej w programie **RM-3D** polega na wygenerowaniu cyfrowego modelu obliczeniowego takiej konstrukcji. Dla zrozumienia zasad modelowania konstrukcji w programie **RM-3D** oraz jego działania niezbędnym jest zapoznanie się z przyjętą koncepcją cyfrowego ujęcia w/w wymienionych elementów konstrukcji, tj.:

- **pręty**
- **węzły**
- **obciążenia**

#### Opis modelu pręta



Rys. II-5 - Model pręta

Przyjęta w programie idea tworzenia modelu przestrzennej konstrukcji prętowej zasada się na założeniu, że pręt jest elementem konstrukcyjnym, a nie elementem skończonym modelu obliczeniowego. Oznacza to, że przy kreowaniu schematu statycznego nie ma potrzeby dzielenia projektowanych elementów konstrukcyjnych (belek, słupów, płatwi, skratowań itp.) na części (elementy) dla potrzeb modelu obliczeniowego. Ten zabieg jest w programie wykonywany automatycznie.

Na Rys. II-5 poglądowo przedstawiono model pojedynczego pręta oraz jego usytuowanie i orientację względem *plaszczyny roboczej*.

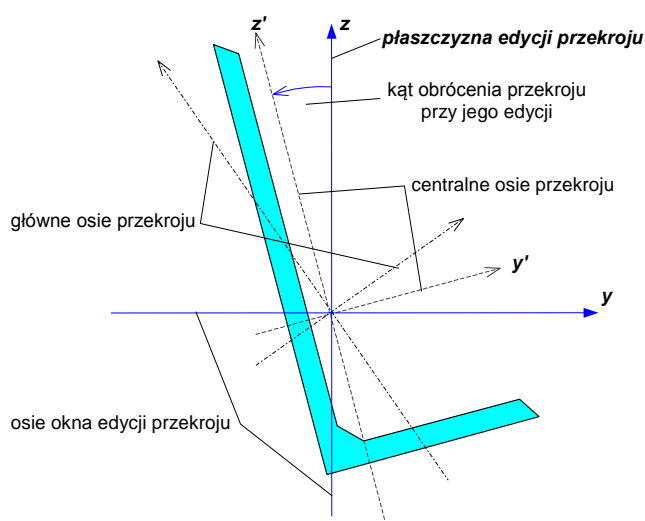
Dla zapewnienia jednoznaczności usytuowania pręta w modelu konstrukcji wykorzystywane są:

- lokalny układ osi  $(x, y, z)$  związanych z *plaszczyną roboczą*,
- układ osi własnych pręta  $(x' - \text{wzdłuż } y', z' - \text{osie centralne przekroju pręta})$ ,
- kąt orientacji  $\theta$  przekroju pręta względem *plaszczyny roboczej*, który określa obrócenie przekrojów pręta wokół osi  $x'$ .

Generalnie operacja kreowania pręta w programie **RM-3D** wymaga:

- określenia położenia początku i końca jego osi,
- określenia jego orientacji ze względu na przekrój (w układzie lokalnym lub globalnym),
- wyspecyfikowania jego właściwości geometrycznych i konstrukcyjnych.

**Położenie osi pręta** w konstrukcji określają współrzędne (lokalne lub globalne) jej końców (początkowym - **A** i końcowym - **B**), które zawsze pokrywają się z konkretnymi węzłami modelu konstrukcji. W programie nie ma oddzielnego trybu kreowania węzłów, bowiem są one tworzone automatycznie w trakcie kreowania prętów. Początek układu własnego pręta jest zaczepiony do końca **A**, a oś własna  $x'$  jest zwrócona ku końcowi **B**.



Rys. II-6

**Orientacja pręta ze względu na przekrój.** Należy mieć na uwadze to, że każdemu wykreowanemu prętowi jest automatycznie przypisywana aktualna *plaszczyna robocza*. Oprócz tego wykreowany pręt jest automatycznie przydzielany do grupy prętów. Obowiązuje przy tym zasada, że wszystkie pręty - kreowane przy określonym i nie zmienianym położeniu i orientacji *plaszczyny roboczej* - są zaliczane do jednej grupy, przy czym jest to tryb domyślny i nie wyklucza możliwości przeniesienia pręta do innej - dowolnie utworzonej przez użytkownika - grupy prętów jak również zmiany położenia przypisanej mu *plaszczyny roboczej*.

W trakcie przygotowywania **listy przekrojów** ustalana jest pierwotna orientacja przekroju (Rys. II-6). Dokonuje się tego w oknie edycji przekroju, w którym rysowany jest kontur przekroju oraz:

- układ osi centralnych, o początku w środku ciężkości przekroju i kierunkach pierwotnych czyli takich, dla jakich zostały określone jego wymiary podstawowe. Z reguły kierunkami tymi są poziom i pion okna edycji przekroju,
- układ osi głównych wynikających z charakterystyki geometrycznej przekroju.

Kierunek pionowy okna edycji przekroju oraz kierunek prostopadły do tego okna tworzą tzw. **płaszczyznę edycji przekroju** (Rys. II-6).

Przy generowaniu pręta obowiązuje zasada, że jeśli pręt został wygenerowany w **płaszczyźnie roboczej**, to w momencie przypisania przekroju do tego pręta **płaszczyzna edycji przekroju** utożsamiana jest z przypisaną mu **płaszczyzną roboczą**. W przeciwnym razie - z płaszczyzną pionową układu globalnego, w której leży oś wygenerowanego pręta.

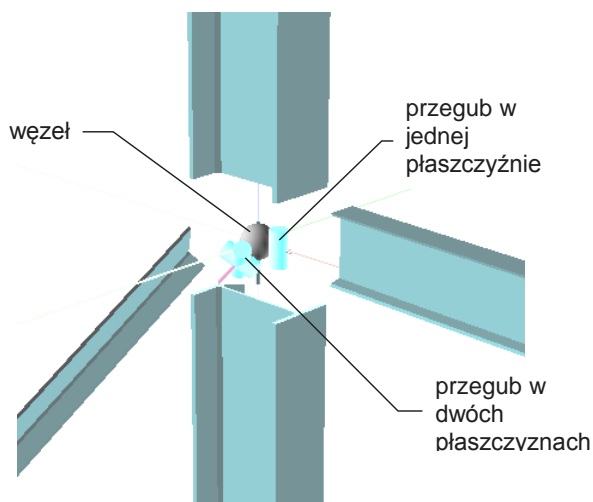
**Uwagi:** W kwestii orientacji pręta w modelu konstrukcji istotnym jest kąt obrócenia (odchylenia) przekroju względem **płaszczyzny edycji przekroju** w trakcie edycji tego przekroju, bowiem w momencie przypisania przekroju do pręta kąt ten jest automatycznie uwzględniany w określaniu orientacji pręta, ale wartość kąta orientacji - nadawana przez program w momencie przypisania przekroju do pręta - jest równa wartości kąta dwuściennego między **płaszczyzną edycji przekroju** ( $x'z$ ) i płaszczyzną wyznaczoną przez prostopadłą do **płaszczyzny roboczej** i oś pręta  $x'$  - dla orientacji lokalnej oraz między **płaszczyzną edycji przekroju** ( $x'z$ ), a płaszczyzną pionową (grawitacyjną), na której leży oś  $x'$  - dla orientacji globalnej.

Innymi słowy, jeśli np. w edycji przekroju dwuteowego jego środek pozostał pionowy, a pręt został wygenerowany przy pionowej **płaszczyźnie roboczej**, to po przypisaniu tego przekroju do pręta jego środek będzie pokrywał się z **płaszczyzną roboczą**, ale kąt dla orientacji lokalnej wyniesie  $\pm 90^\circ$ , natomiast dla orientacji globalnej  $0^\circ$ . Jeśli zaś przy edycji przekrój został obrócony o jakiś kąt, to jego środek będzie odchylony od tej **płaszczyzny roboczej** o ten kąt, ale kąty obu orientacji będą takie same jak w przypadku pierwszym.

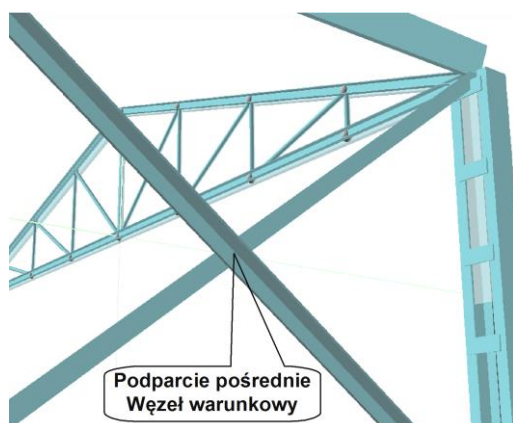
**Właściwości geometryczne i konstrukcyjne pręta.** Położenie i orientacja pręta są jego fundamentalnymi cechami niezbędnymi dla zbudowania standardowego modelu obliczeniowego inżynierskiej konstrukcji przestrzennej. W programie **RM-3D** dodatkowo wprowadzono możliwość nadawania prętowi szeregu właściwości ponad standardowych przybliżających model obliczeniowy do realnych warunków pracy pręta w konstrukcji, a uwzględniających takie jego aspekty jak:

- sposoby mocowania prętów w węzłach (tzw. mimośrodowo konstrukcyjne) oraz ewentualne podparcia pośrednie i podatności połączeń pręta w węzłach,
- zmienność przekrojów prętów wzdłuż ich osi własnych,
- kształt osi pręta i pozycjonowanie oraz usytuowanie zarysu pręta względem tej osi oraz jego węzłów,
- imperfekcje geometryczne wynikające z mimośrodowego (nie osiowego) łączenia pręta z innymi prętami konstrukcji oraz niedokładności wykonania prętów i montażu konstrukcji,

- niezdolność do przenoszenia ściskających sił osiowych, czyli właściwość nazywana w programie jako „ciągnio”,
- skrepowanie zginania pręta w określonej płaszczyźnie, czyli właściwość nazywana w programie jako „płatw”. Chodzi o sytuacje, w których pręt nie może się swobodnie odkształcać (uginać) w określonej płaszczyźnie ze względu na ograniczenie sztywnymi elementami konstrukcji. Np. sztywne pokrycie połaci dachowej uniemożliwia ugięcie płatwi w płaszczyźnie tego pokrycia.



Rys. II-7



Rys. II-8

**Sposoby mocowania prętów w węzłach i podparcia pośrednie** stanowią kluczowy aspekt kreowania modelu przestrzennej konstrukcji prętowej w programie **RM-3D**. Sprowadza się to do określania warunków kinematycznych połączeń końców pręta **A** i **B** z innymi prętami w węzle, a polega to na:

- zadeklarowaniu ewentualnych przegubów umożliwiających swobodę obrotów przekrojów końcowych pręta odpowiednio wokół osi  $y'$  lub  $z'$  oraz obrotu

przekroju wokół osi  $x'$  z ewentualnym ograniczeniem tzw. deplanacji przekroju w miejscu jego połączenia w węzle, (Rys. II-7),

- zadaniu podatności połączeń przekrojów końcowych pręta na obrót wokół osi  $y'$  lub  $z'$ , czyli uwzględnienie w analizie statycznej tzw. *węzłów podatnych*.
- ewentualnym potraktowaniu pręta jako ciągnio, czyli jako pręta nie przenoszącego sił ściskających.
- określeniu sposobu realizacji tzw. *podparć pośrednich*, co ma miejsce w tzw. *węzłach warunkowych*, czyli w teoretycznych punktach przecięcia osi dwóch lub więcej elementów konstrukcyjnych (prętów). W takich węzłach zachodzi konieczność rozstrzygnięcia w jaki sposób pręty są ze sobą połączone (Rys. II-8).

Możliwe są trzy przypadki podparcia pośredniego pręta:

- brak połączenia
- przegubowe połączenie
- sztywne połączenie

Kinematyczne konsekwencje zadeklarowania typów podparć pośrednich dla dwóch krzyżujących się prętów wyjaśnia poniższa tabela:

pręt 2 pręt 1	brak	przegubowe	sztywne
brak	Brak wzajemnych oddziaływań prętów na siebie	Brak wzajemnych oddziaływań prętów na siebie	Brak wzajemnych oddziaływań prętów na siebie
Przegubowe	Brak wzajemnych oddziaływań prętów na siebie	Przemieszczenia przekrojów prętów w miejscu skrzyżowania obu prętów są zgodne	Obrót przekroju pręta 2 w miejscu podparcia wywołuje skręcanie pręta 1
Sztywne	Brak wzajemnych oddziaływań prętów na siebie	Obrót przekroju pręta 1 w miejscu podparcia wywołuje skręcanie pręta 2	Całkowita zgodność przemieszczeń i obrotów przekrojów prętów w miejscu podparcia

Domyślnie przyjmuje się, że pręty krzyżujące się są połączone sztywno, a więc w sposób nie pozwalający na swobodne wzajemne obroty prętów wokół ich osi przy deformacji konstrukcji prętowej.

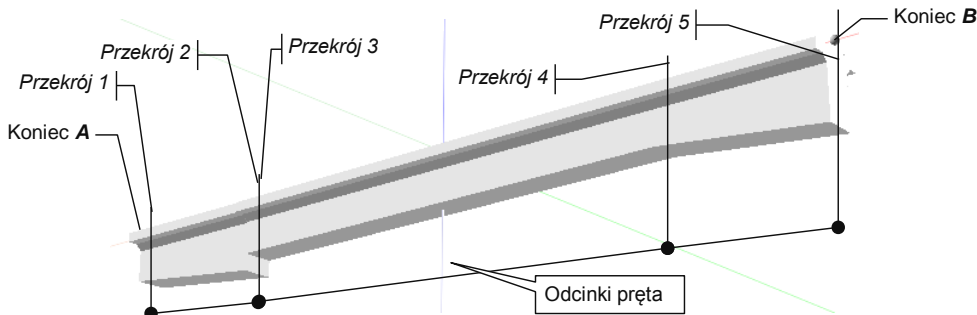
**Zmienność przekrojów wzdłuż pręta.** Program pozwala na deklarowanie dowolnej zmienności przekrojów pręta wzdłuż jego osi. Polega to na odpowiednim przydzielaniu z listy przekrojów zadania *sekwencji przekrojów* na odcinkach pręta od końca *A* do *B*. Na każdym odcinku pręta mogą być zadeklarowane dwa przekroje, tzn. przekrój na początku odcinka i na jego końcu. Oznacza to, że wzdłuż odcinka wymiary przekroju zmieniają się liniowo (Rys. II-9).

Wszystkie przekroje w *sekwencji przekrojów* muszą być tego samego typu co do kształtu, identyczną orientację względem *płaszczyzny edycji przekroju* oraz muszą mieć przydzielony jednakowy materiał.

**Kształt pręta, pozycjonowanie przekroju oraz dopasowanie widoku jego końców.** Dla urealnienia modelu obliczeniowego konstrukcji prętowej pod kątem trójwymiarowości jej prętów, wprowadzono możliwość pozycjonowania bryły pręta względem jego osi teoretycznej, co sprowadza się do wyrównania zarysu bryły do:

- krawędzi górnej bryły,
- osi pręta,

- krawędzi dolnej bryły
- w *płaszczyźnie edycji przekroju* oraz
- lewej krawędzi bryły
- osi pręta
- prawej krawędzi bryły
- w kierunku prostopadłym do *płaszczyzny edycji przekroju*.



Rys. II-9

Wyrównywanie bryły pręta względem jego osi teoretycznej umożliwia usuwanie kolizji materialnej elementów konstrukcyjnych (prętów) oraz wprowadza tzw. **imperfekcje geometryczne** w połączeniach węzłowych, które mają wpływ na rozkłady sił przekrojowych w prętach konstrukcji.

Na Rys. II-9 przedstawiono przykład wyrównania linii obrysu bryły pręta do krawędzi górnej.

**Imperfekcje geometryczne.** Pod tym pojęciem kryją się:

- *mimośrod* w węźle, czyli przesunięcia końców osi teoretycznej pręta względem teoretycznego punktu węzłowego, a zadawane (z odpowiednimi znakami) w kierunkach osi własnych pręta  $y'$ ,  $z'$ ,  $x'$ ,
- *imperfekcje*, czyli wstępne wygięcia i przechyły osi pręta w płaszczyznach  $x'y'$  i  $x'z'$ , które są uwzględniane w obliczeniach wg teorii II-go rzędu.

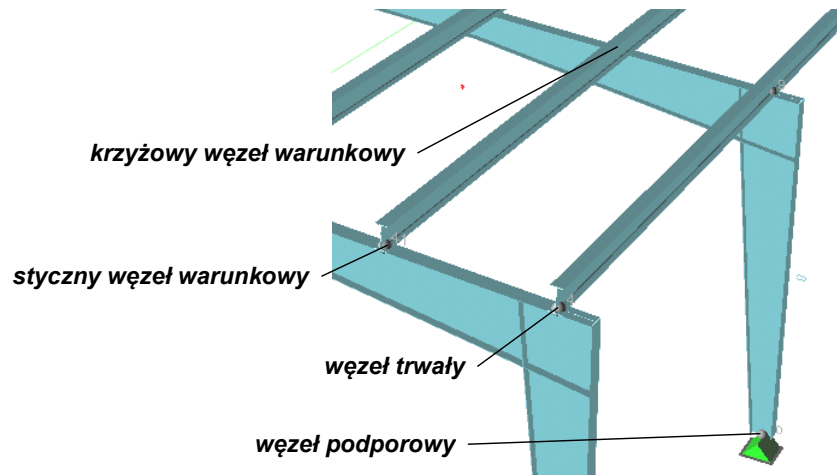
### **Opis modelu węzła**

Węzeł jest to teoretyczny punkt połączenia dwóch lub więcej prętów albo swobodny koniec pręta.

W programie nie ma odrębnego trybu kreowania węzłów ponieważ ich tworzenie następuje automatycznie w trakcie kreowania modelu konstrukcji.

W dokonywanej przez program identyfikacji modelu obliczeniowego konstrukcji rozróżniane są trzy rodzaje węzłów (Rys. II-10), a mianowicie:

- **węzeł trwały**, który stanowi połączenie trwałe schodzących się w nim końców prętów,
- **krzyżowy węzeł warunkowy**, który stanowi tzw. podparcie pośrednie krzyżujących się prętów,
- **styczny węzeł warunkowy**, jako styk końca pręta z innym prętem w jego punkcie pośrednim.



Rys. II-10 - Rodzaje węzłów

Zasadnicza różnica między tymi rodzajami węzłów zaznacza się przy operacjach związanych ze zmianą ich położenia przy modyfikacji modelu konstrukcji. Zmiana położenia *węzła trwałego* nie powoduje rozłączania schodzących się w nim prętów, natomiast zmiana położenia *stycznego węzła warunkowego* może to spowodować, a zmiana położenia *krzyżowego węzła warunkowego* nie jest możliwa bowiem położenie tego węzła jest ona ustalane automatycznie przez program.

W przeciwieństwie do węzłów trwałych i stycznych, które mogą być punktami podparcia, węzły krzyżowe nie mogą być podparte.

**Podpory** są kinematycznymi ograniczeniami przemieszczeń węzłów, a ich właściwości powinny być określone w taki sposób, aby odpowiadały rzeczywistym warunkom konstrukcyjnym projektowanych podparć konstrukcji prętowej.

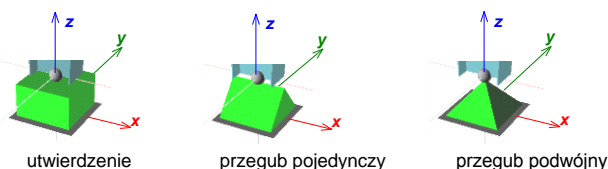
Model podpory składa się z *podstawy* i *korpusu*, a dla podpór przesuwnych - z *rolek* lub *kulek*. Elementy te wyczerpują możliwości realizacji wszystkich wariantów kinematycznych więzów (podparcia) węzła.

Z podporą związany jest układ osi własnych  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , który jest przypisany do *podstawy* w taki sposób, że zmiana orientacji podpory powoduje rekonfigurację tych osi. Wyznaczone przez program reakcje podpory są wyrażane w tym układzie. Sytuowanie podpory polega na określaniu orientacji jej *podstawy* w sposób podobny do określania orientacji *płaszczyzny roboczej*.

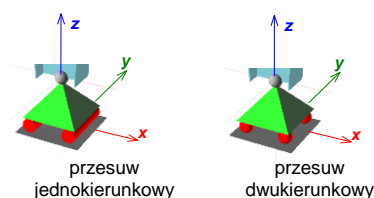
Dla nałożenia więzów kinematycznych (podpory) w węzle należy określić:

- **obroty** i **przesuw**, co polega na uwalnianiu lub całkowitym ograniczaniu tych więzi stosownie do rodzaju realizowanej podpory, (Rys. II-11 i Rys. II-12),
- **orientację** płaszczyzny *podstawy* podpory w lokalnym lub globalnym układzie współrzędnych, co polega na zadaniu wartości kątów obrócenia *podstawy* i *korpusu* podpory zgodnie z konwencją zachowania kąta nachylenia osi  $x$  płaszczyzny *podstawy* względem płaszczyzny globalnej ( $XY$ ) - podobnie jak przy określaniu orientacji **płaszczyzny roboczej** z konwencją zachowania stałego nachylenia osi lokalnej  $x$  względem płaszczyzny globalnej ( $XY$ ),

- **wymuszenia kinematyczne (osiadania)**, co polega na zadaniu wartości liczbowych wymuszeń (obrotów i przesułów),
- **podatności** na przesuwy i obroty podpory w kierunkach i płaszczyznach ograniczeń jakie dana podpora realizuje, co polega na zadaniu ich wartości liczbowych.
- **fundament** (opcja) parametry (wymiary poziome fundamentu, mimośrodowość pozioma i głębokość posadowienia) planowanego fundamentu (stopy), na który ma się przekazywać siły działające w podporze węzła. Deklarowanie fundamentu na zamierzonej podporze implikuje dodatkowe kryteria generowania kombinacji grup obciążeń niekorzystnych z punktu widzenia wartości naprężeń pod planowanym fundamentem.



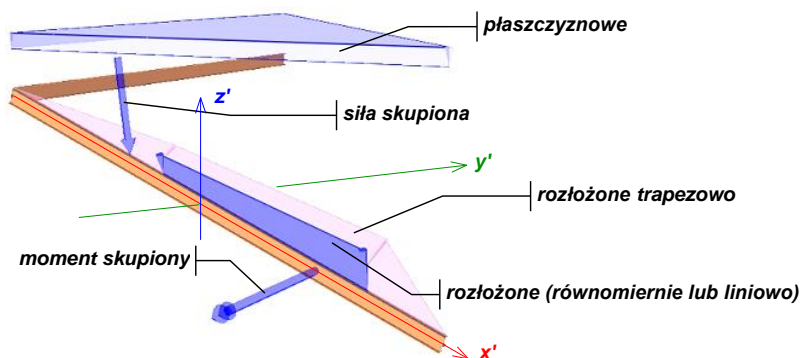
Rys. II-11 - Podpory nieprzesuwne



Rys. II-12 - Podpory przesuwne

### Opis modelu obciążenia

Model konstrukcji prętowej może być poddany w programie **RM-3D** następującym rodzajom obciążeń (Rys. II-13):



Rys. II-13 - Rodzaje obciążeń

- **skupione** (siła skupiona)
- **rozłożone** (równomiernie lub nierównomiernie (liniowo))



- **rozłożone pionowe** (o kierunku działania wzdłuż globalnej osi  $Z$ ).
- **rozłożone trapezowe**
- **moment skupiony**
- **temperatura**

Wszystkie rodzaje obciążeń są przypisywane do prętów, a więc ich położenie na pręcie jest określone wzdłuż *osi własnej*  $x'$ , natomiast kierunek i orientacja może być określana zarówno względem *osi własnych* pręta jak i układu globalnego. Wyjątek stanowi *temperatura*, której właściwości ograniczają się do wartości liczbowych po dwóch stronach pręta oraz orientacji gradientu temperatury w poprzek pręta.

Każde pojedyncze obciążenie charakteryzuje:

- wartości charakterystyczne,
- zwiększający ( $\gamma_{r1}$ ) i zmniejszający ( $\gamma_{r2}$ ) (dla obciążeń stałych) częściowy współczynnik bezpieczeństwa,
- współczynnik części długotrwałej obciążeń zmiennych ( $\Psi_a$ ),
- położenie na pręcie jako odległości od jego końców  $A$  lub  $B$  (nie dotyczy temperatury),
- mimośrodę punktu przyłożenia obciążenia w kierunkach osi własnych  $y'$  i  $z'$  jako odsunięcia linii działania obciążenia od *osi własnej* pręta  $x'$  (nie dotyczy temperatury i momentu skupionego),
- kierunek działania jako kąt odchylenia linii działania od płaszczyzny  $y'z'$  (lokalnie) lub od płaszczyzny  $y'Z$  (globalnie),
- orientacja linii działania obciążenia jako kąt obrócenia tej linii w płaszczyźnie  $y'z'$  (lokalnie - odcierany od osi  $z'$ ) lub w płaszczyźnie  $y'Z$  (globalnie - odcierany od osi  $Z$ ),
- *grupa obciążeń*, do której jest ono przydzielone.

**Uwagi:** Przyjęte właściwości poszczególnych rodzajów obciążeń charakteryzują się tym, że - dla realizacji wszelkich schematów możliwych obciążeń konstrukcji - nie wymagają tworzenia węzłów.

Poszczególne obciążenia mogą być przenoszone z jednego pręta na inny lub do innej grupy oraz kopiowane.

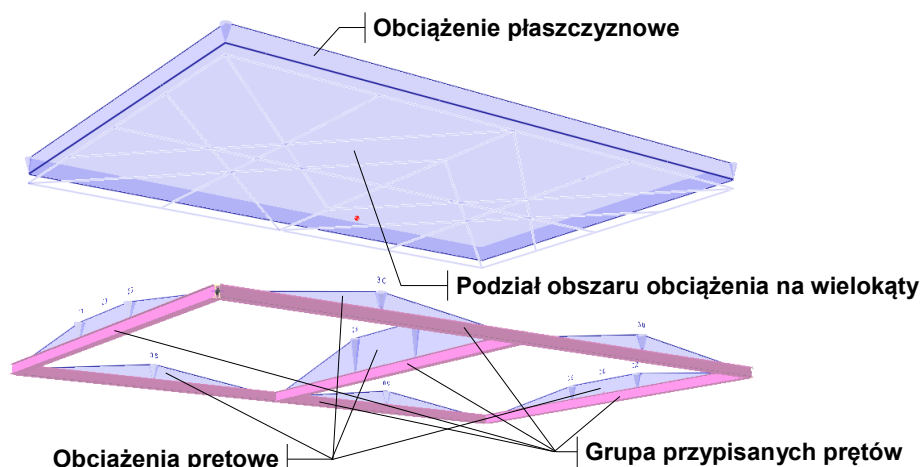
Dla ułatwienia i uproszczenia procesu kreowania obciążeń modelu konstrukcji wprowadzono dodatkowy rodzaj obciążenia, a mianowicie **obciążenie płaszczyznowe**, które są szczególnie przydatne w przypadku takich oddziaływań jak ciężar pokrycia, parcie wiatru lub ciężar śniegu.

Ten rodzaj obciążenia jest przypisywany grupie prętów (na ogół leżących w jednej płaszczyźnie). A więc warunkiem jego kreowania jest zaznaczenie co najmniej dwóch nie współliniowych prętów modelu konstrukcji.

Kreowanie obciążenia płaszczyznowego jest ściśle powiązane z *plaszczyzną roboczą*, która określa jego orientację (kierunek działania) w globalnym układzie współrzędnych.

Obciążenie płaszczyznowe ma charakter pośredni, tzn. w momencie przejścia do trybu **Statyka** lub **Wymiarowanie** program najpierw dokonuje automatycznego

rozdziłu tego obciążenia na poszczególne (przypisane mu) pręty, czyli zamienia obciążenie płaszczyznowe na pojedyncze obciążenia prętowe, a następnie wykonuje obliczenia związane z analizą statyczną.



Rys. II-14 - Rozdział obciążenia płaszczyznowego

Rozdział obciążenia płaszczyznowego dokonywany jest wg tzw. "reguły rusztu", co polega na odpowiednim podziale obszaru obciążenia na wieloboki, a następnie zbieranie z nich obciążeń cząstkowych i przypisywanie do prętów grupy, **względem których są one najbliżej położone** (Rys. II-14). Operacja ta zapewnia równowagę obciążenia płaszczyznowego i wynikających z rozdziału obciążeń prętowych pod względem ich wartości, tzn. suma wartości obciążeń prętowych jest równa całkowitemu obciążeniu płaszczyznowemu. Ponadto operacja rozdziału może być dokonywana z dodatkowymi warunkami, a mianowicie:

- pionowości obciążeń prętowych niezależnie od orientacji płaszczyzny obciążenia płaszczyznowego,
- prostokątności obciążeń prętowych do osi prętów, do których są przypisywane,
- przeliczania obciążeń prętowych na długości prętów, do których są przypisywane.

## ZAKRES ANALIZY STATYCZNEJ I KINEMATYCZNEJ

### Podstawy teoretyczne analizy

Analiza statyczna modelu konstrukcji przestrzennej oparta jest na teorii pręta prostego z możliwością uwzględniania tzw. efektów II-go rzędu (wynikających z interakcji sił osiowych i momentów zginających) i bazuje na ścisłym rozwiązaniu przemieszczeniowego równania równowagi pręta, w ramach zaimplementowanych w programie rodzajów obciążeń. Dzięki temu nie ma potrzeby tworzenia dodatkowych węzłów podyktowanej zróżnicowaniem obciążeń wzdłuż pręta. Taka idea modelowania pręta wynika z założenia, że podstawowym obiektem modelu konstrukcji przestrzennej jest element konstrukcyjny (belka, płatek, rygiel, słup itd.), a nie tzw. element skończony modelu MES. Model

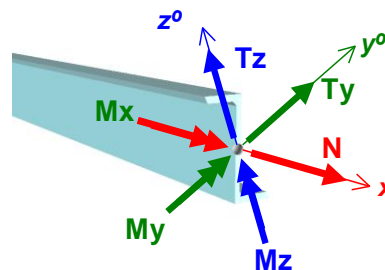
MES jest przez program generowany automatycznie na podstawie geometrycznych i konstrukcyjnych właściwości prętów i węzłów.

Analiza statyczna i kinematyczna poprawnie wykreowanego modelu konstrukcji polega na:

- automatycznym generowaniu modelu obliczeniowego MES,
- wyznaczeniu macierzy sztywności poszczególnych elementów modelu MES,
- dokonaniu tzw. agregacji globalnego układu przemieszczeniowych równań równowagi z uwzględnieniem wszelkich uwarunkowań mocowania prętów w węzłach (sposoby łączenia końców pręta, mimośrodowo konstrukcyjne),
- modyfikacji globalnego układu równań równowagi uwzględniającej podpory,
- rozwiązaniu globalnego układu równań równowagi i wyznaczeniu przemieszczeń węzłów,
- wyznaczeniu sił przekrojowych oraz deformacji w poszczególnych prętach konstrukcji.

Warunkiem pomyślnej analizy statycznej i kinematycznej modelu konstrukcji jest jego poprawność pod względem kinematycznym, a więc wzajemne połączenia prętów oraz właściwości podpór muszą zapewniać geometryczną niezmiennąść modelu konstrukcji.

### Sily przekrojowe w przekrojach pręta



Rys. II-15 - Konwencja znakowania sił przekrojowych

Siły wewnętrzne w przekrojach pręta wyznaczone przez program są zawsze związane z tzw. własnym układem pręta ( $x y^o z^o$ ), gdzie osie  $y^o$  i  $z^o$  są tzw. głównymi centralnymi osiami bezwładności przekroju pręta, a oś  $x$  - osią pręta, (Rys. II-15).

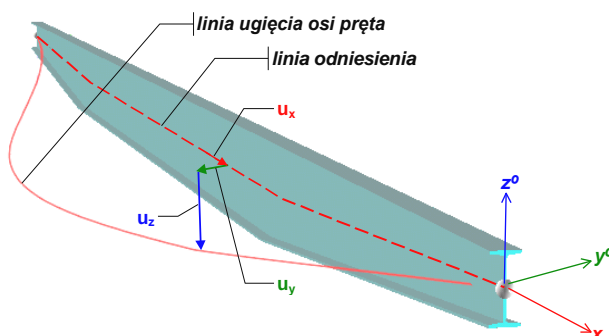
Znakowanie sił przekrojowych opiera się na klasycznej konwencji wytrzymałościowej, tzn. dla przekroju o normalnej dodatniej (o zwrocie zgodnym ze zwrotem osi  $x$  - od końca **A** do **B**) siły przekrojowe, których zwroty wektorów są zgodne ze zwrotami osi są dodatnie, natomiast w przekroju o normalnej ujemnej - przeciwnie (Rys. II-15).

### Deformacja pręta

Deformacja pręta (ugięcie) wynika z przemieszczeń i obrotów węzłów w układzie globalnym oraz obciążeń działających na pręt. Wyraża się przez przemieszczenia punktów osi  $x$  pręta - będących zarazem miejscem geometrycznym

środków ciężkości przekrojów pręta - oraz obrotów przekrojów wokół osi własnych, a za dodatnie uważa się takie, których zwroty są zgodne ze zwrotami osi własnych pręta (Rys. II-16).

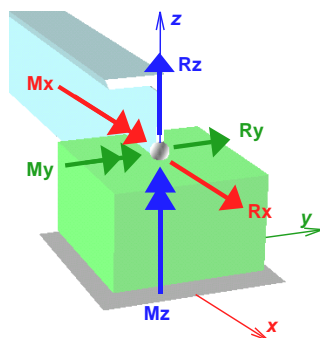
Należy przy tym mieć na uwadze, że linią odniesienia dla wartości przemieszczeń punktów osi pręta jest linia, której położenie uwzględnia również przesunięcia (względem prostej łączącej punkty węzłowe pręta) wynikające ze zmienności przekroju, zadanych mimośrodków oraz wyrównania krawędzi bryły pręta.



Rys. II-16 - Deformacja pręta

### Reakcje podpór

Reakcje podpory zależą od typu podpory i wyrażają się jako siły skupione  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$  oraz momenty skupione  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  przyłożone do węzła podporego.



Rys. II-17 - Reakcje podpory

Wielkości te są związane z układem osi własnych *podstawy* podpory ( $x, y, z$ ) i za dodatnie uważa się takie, których zwroty są zgodne ze zwrotami osi tego układu. Położenie osi własnych ( $x, y, z$ ) względem osi układu globalnego zależy od orientacji płaszczyzny *podstawy* podpory.

Położenie węzła podporowego względem osi prętów, których węzły **A** lub **B** nominalnie pokrywają się z tym węzłem, mogą być przesunięte względem tych osi przez zadanie mimośrodków lub wyrównania brył prętów.

Spowoduje to również mimośrodowość oddziaływania reakcji podpory na końcowe przekroje prętów, a więc wywołanie dodatkowych sił przekrojowych z tego wynikających. Niezależnie od tego samym podporom można zadawać mimośrody podparcia, tzn. przesunięcia ich punktów podparcia względem węzłów, do których zostały przypisane.



### III. UŻYTKOWANIE PROGRAMU

#### URUCHOMIENIE PROGRAMU

Po zainstalowaniu programu **RM-3D** w systemie Windows jest on gotowy do użytkowania na takich samych zasadach jak każda 32-bitowa aplikacja systemu Windows, a więc może być uruchamiany poprzez eksplorator systemu lub za pomocą skrótów na pulpicie, który jest tworzony w trakcie instalowania w komputerze.

Przed pierwszym uruchomieniem programu zalecane jest zapoznanie się z możliwościami zainstalowanej w komputerze karty graficznej pod kątem jej wykorzystania do usprawnienia operacji ekranowych związanych z wizualizacją modelu konstrukcji przestrzennej. Szerzej na ten temat była mowa w poprzednim rozdziale (patrz: Wymagania sprzętowe).

Ponieważ program **RM-3D** dokonuje realistycznej wizualizacji modelu konstrukcji przestrzennej z animacją obrazu w czasie rzeczywistym, co angażuje znaczną pamięć operacyjną, to przy kreowaniu konstrukcji o dużej liczbie prętów wskazane jest maksymalne zredukowanie (zamknięcie) załadowanych w systemie aplikacji.

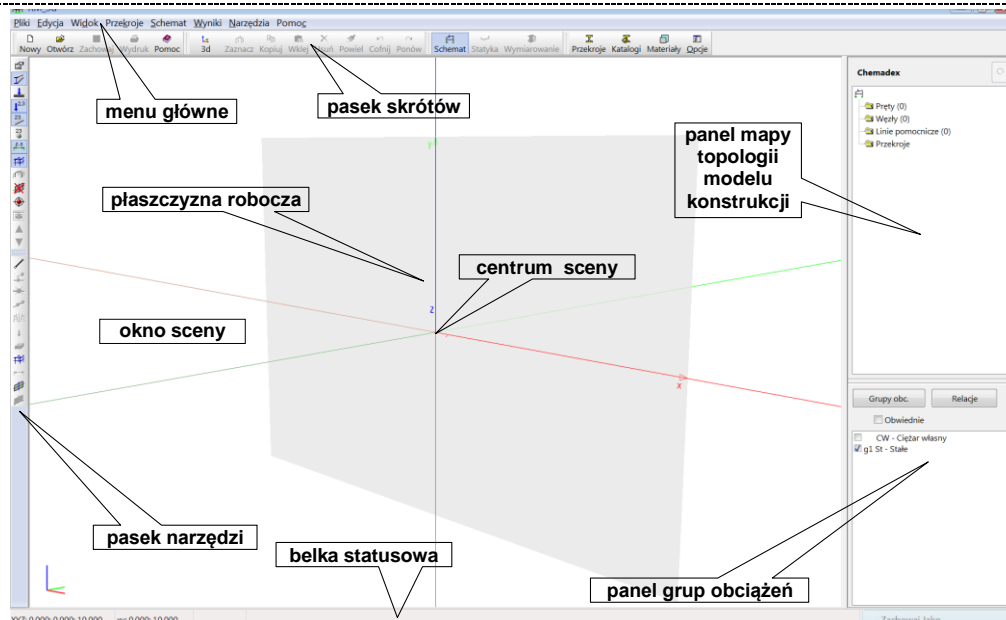
Po załadowaniu programu **RM-3D** ukazuje się jego *okno główne* wyposażone w elementy kontrolne (menu główne, paski narzędzi, przyciski itp.) służące do wyboru jego opcji oraz sterowania jego funkcjami.

Ogólne zasady użytkowania programu są oparte na konwencji typowej dla aplikacji systemu Windows. A więc użytkownik, który korzysta z aplikacji dla Windows, może - po zainstalowaniu programu **RM-3D** - bezpośrednio przystąpić do pracy z programem. W tym celu należy załadować program do pamięci komputera, co polega na podwójnym kliknięciu klawiszem myszy na ikonie skrótów.

#### ELEMENTY STEROWANIA OPCJAMI I FUNKCJAMI PROGRAMU

Po uruchomieniu programu na ekranie pojawia się jego okno główne, którego elementami ekranowymi służącymi do sterowania opcjami i funkcjami programu są (Rys. III-1):

- okno sceny
- menu główne
- pasek skrótów
- pasek narzędzi
- panel identyfikacji modelu konstrukcji
- panel grup obciążeń
- belka statusowa



Rys. III-1 - Okno główne programu

### Okno sceny

Okno *sceny* jest kluczowym elementem ekranowym sterowania programem i służy do kreowania modelu konstrukcji, jego wizualizacji oraz prezentacji wyników obliczeń. Po uruchomieniu programu w oknie *sceny* ukazywane są osie *globalnego układu odniesienia* (**X** - linia czerwona, **Y** - linia zielona i **Z** - linia niebieska) oraz półprzezroczysty prostokąt reprezentujący tzw. **płaszczyznę roboczą** wraz z jej osiami lokalnymi (*x* i *y* - w płaszczyźnie i *z* - prostopadła do niej, ale niewidoczna na ekranie monitora). Dla wizualnego uwydatnienia dodatnich części osi globalnych są one wyświetlane w sposób bardziej wyrazisty niż ich części ujemne, a ponadto są one dodatkowo opatrzone symbolami literowymi.

Oprócz tego na *scenie* (ulożona dokładnie w środku jej okna) widoczna jest czerwona kulka spełniająca rolę tzw. *centrum sceny* (punkt skupienia wzroku na *scenie*, od którego zależy perspektywa, czyli aksonometryczne odwzorowanie modelu rzeczywistego na płaszczyznę ekranu monitora), a jej pozycja względem ramki okna *sceny* nie ulega zmianie.

Operacje ekranowe na oknie *sceny*:

- animacje wizualne obiektów *sceny*
- sytuowanie **płaszczyzny roboczej**
- kreowanie *linii pomocniczych*
- kreowanie pręta
- selekcja prętów i węzłów
- kopiowanie i wklejanie struktur prętów
- opcje wizualizacji



### Animacje wizualne obiektów sceny

Osie układu globalnego mogą być dowolnie usytuowane na *scenie*, czyli względem *centrum widzenia*, a do tego służą następujące operacje ekranowe dokonywane za pomocą myszki:

- zbliżanie/oddalenie sceny do/od obserwatora (tzw. fokus) - dokonuje się za pomocą tzw. rolki przewijania, przy czym obrót rolki "od siebie" powoduje zbliżanie *sceny*, natomiast "do siebie" - oddalenie *sceny*. Konwencja ta może być zmieniona przez użytkownika w ustawienia parametrów programu (opcja Narzędzia/Opcje).

Alternatywą tej operacji (np. jeśli myszka nie jest wyposażona w rolkę) są odpowiednie ruchy "pionowe" kursora myszki przy wciśniętym jej prawym przycisku oraz wciśniętych klawiszach [**Shift**] i [**Ctrl**].

Wizualnie ta operacja ekranowa nie powoduje zmiany położenia osi układu globalnego względem tzw. *centrum obserwacji*.

- zbliżanie/oddalenie obserwatora do/od sceny - dokonuje się za pomocą "pionowych" ruchów kursora myszki przy wciśniętej rolce myszki.

Alternatywą tej operacji (np. jeśli myszka nie jest wyposażona w rolkę) są odpowiednie ruchy "pionowe" kursora myszki przy wciśniętym jej prawym przycisku oraz wciśniętym klawiszu [**Shift**].

Wizualnie ta operacja ekranowa powoduje zmiany położenia osi układu globalnego względem tzw. *centrum obserwacji*.

- obracanie sceny wokół centrum obserwacji - dokonuje się za pomocą ruchów kursora myszki przy wciśniętym jej lewym przycisku. Ruchy "poziome" powodują obroty *sceny* wokół osi pionowej okna *sceny*, a "pionowe" - wokół osi poziomej okna *sceny*. Obie osie przechodzą przez *centrum obserwacji* (czerwoną kulkę).


- przesuwaniu sceny wraz z obserwatorem - dokonuje się za pomocą ruchów myszki z wciśniętym jej prawym przyciskiem oraz wciśniętym klawiszem [**Ctrl**]. Wizualny efekt tej operacji sprowadza się do tego, że *obserwator* przesuwa się w oknie *sceny* wraz z globalnym układem odniesienia.

- przesuwaniu sceny przed obserwatorem - dokonuje się za pomocą ruchów myszki z wciśniętym jej prawym przyciskiem.

Wizualny efekt tej operacji sprowadza się do tego, że globalny układ odniesienia przesuwa się w oknie *sceny* względem nieruchomego *obserwatora*.

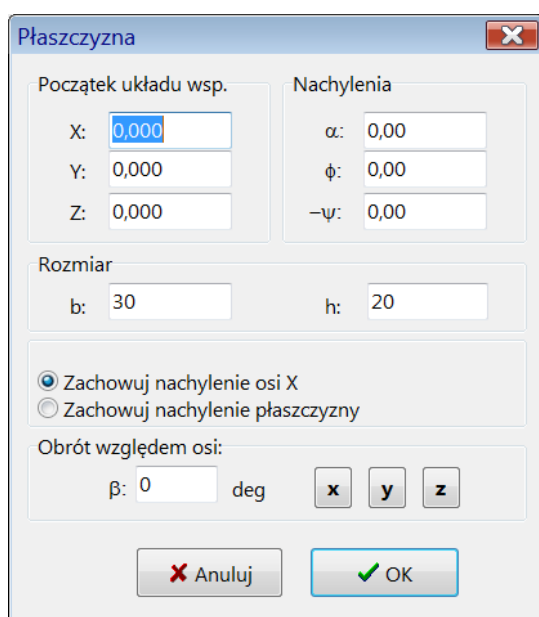
### Sytuowanie płaszczyzny roboczej

Podstawowym trybem kreowania modelu konstrukcji przestrzennej jest tryb *płaszczyzny roboczej*, a więc wodzenie kursora początku i końca kreowanego pręta odbywa się w tej płaszczyźnie. Dzięki temu model konstrukcji przestrzennej można kreować jako kolekcję struktur płaskich. W związku z tym konieczne jest opanowanie sprawnego sytuowania *płaszczyzny roboczej* w globalnym układzie odniesienia. W programie umożliwiono dwa sposoby sytuowania *płaszczyzny roboczej*:


- **sytuowanie bezpośrednio** - polega na bezpośrednim zadaniu współrzędnych położenia środka *płaszczyzny* w układzie globalnym oraz jej orientacji względem płaszczyzn układu globalnego, a także wymiarów prostokąta związanego z *płaszczyzną roboczą*. Do tego służy okno dialogowe Płaszczyzna (Rys. III-2) otwierane za pomocą przycisku  paska narzędzi lub poprzez podwójne kliknięcie w obszarze prostokąta.



Rola współrzędnych **X Y Z** oraz wymiarów **b** i **h** okna dialogowego nie wymaga komentarza. Natomiast funkcje kątów nachylenia  $\alpha, \phi, \psi$  płaszczyzny zależą od wyboru przełącznika określającego dodatkowy warunek jednoznaczności interpretacji geometrycznej tych kątów (patrz: Rola "płaszczyzny roboczej"). Stan "Zachowuj nachylenie osi X" sprawia, że przy obrotach  $\psi$  i  $\alpha$  zachowywane jest nachylenie osi lokalnej **x** (związanej z płaszczyzną) względem płaszczyzny globalnej **XY**.

Stan "Zachowuj nachylenie płaszczyzny" sprawia że, przy obrotach  $\alpha$  i  $\phi$  zachowywane jest nachylenie *płaszczyzny roboczej* względem globalnej osi **Z**.



Rys. III-2 - Okno dialogowe "Płaszczyzna"


- **dokowanie (osadzanie) na węzłach** - polega na "oparciu" *płaszczyzny roboczej* na trzech węzłach modelu konstrukcji. W tym celu należy użyć narzędzia  paska narzędzi trybu kreowania modelu, a następnie wskazać kursorem myszki kolejno trzy węzły modelu konstrukcji. Obowiązują przy tym następujące zasady: pierwszy węzeł wskazuje środek prostokąta *płaszczyzny roboczej* (czyli początek układu lokalnego związanego z tą płaszczyzną), drugi węzeł nadaje kierunek lokalnej osi **x**, a trzeci - determinuje nachylenie płaszczyzny, a zarazem kierunek osi **y** układu lokalnego. Operacja dokowania może być przerwana w dowolnym momencie przez naci-

śnięcie klawisz [Esc]. Jeśli np. zachodzi potrzeba jedynie przesunięcia środka prostokąta *płaszczyzny roboczej* (początku układu lokalnego) do zamierzonego węzła, to - po wybraniu narzędzia  wystarczy wskazać jeden węzeł, a następnie użyć klawisza [Esc]. Jeśli natomiast zachodzi potrzeba, aby oś  $x$  układu lokalnego pokrywała się z jakimś prętem, to - po włączeniu narzędzia  należy kolejno wskazać wpieryw węzeł początkowy, a następnie węzeł końcowy tego pręta i wyłączyć narzędzie dokowania *płaszczyzny roboczej* (klawisz [Esc]).

### Kreowanie linii pomocniczych


Dla ułatwienia kreowania geometrii schematu statycznego modelu konstrukcji stworzono możliwość generowania tzw. *linii pomocniczych* w oknie kreowania modelu. Linie te stanowią aktywną podstawę ułatwiającą kreowanie prętów modelu konstrukcji.

Korzystanie z linii pomocniczych polega na tym, że w trakcie kreowania pręta, tzn. wodzenia kursora początku lub końca pręta ma miejsce automatyczne jego przyciąganie do linii pomocniczych lub ich punktów przecięcia, po odpowiednim zbliżeniu kursora myszy do zamierzonej *linii pomocniczej* lub punktu jej przecięcia z inną *linią pomocniczą*.

Linie pomocnicze mogą być generowane automatycznie jako zbiór wzajemnie ortogonalnych linii prostych w lokalnym układzie współrzędnych (związanych z *płaszczyzną roboczą*) za pomocą opcji Schemat/Generowanie układu/Linie pomocn. lub dodawane pojedynczo za pomocą narzędzia . Oprócz tego istnieje możliwość importowania *linii pomocniczych* z pliku DXF utworzonego za pomocą programu typu CAD do tworzenia rysunków trójwymiarowych (np. AutoCAD 3D). Pobierane *linie pomocnicze* z pliku DXF mogą być "wklejone" do aktualnie wykreowanego modelu konstrukcji przestrzennej. Kierownicą operacji importu linii pomocniczych okna kreowania modelu konstrukcji z pliku DXF jest *płaszczyzna robocza*. Oznacza to, że przed wykonaniem operacji importu należy odpowiednio określić położenie tej płaszczyzny.

Szczegóły odnośnie ręcznego i automatycznego generowania oraz pobierania z pliku DXF *linii pomocniczych*, a także posługiwania się nimi są zawarte w systemie pomocy programu RM-3D.

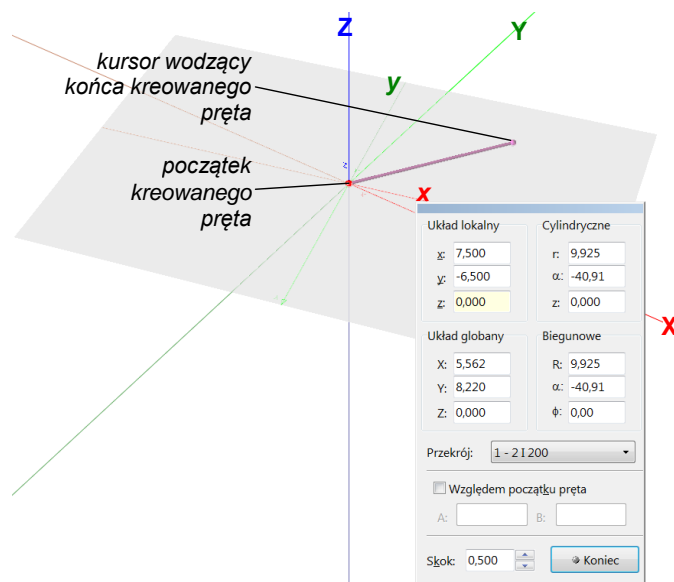
### Kreowanie pręta

Dokonuje się przy pomocy narzędzia  paska narzędzi. Włączenie tego narzędzia powoduje przejście w tryb kreowania prętów modelu konstrukcji. Towarzyszy temu pojawienie się *okienka kreowania pręta*, które zawiera kontrolki ułatwiające pozycjonowanie kursora wodzącego początku lub końca pręta z dokładnością 1 mm rzeczywistego modelu konstrukcji.

Wodzenie kursora *węzła początkowego* lub *węzła końcowego* kreowanego pręta odbywa się po *płaszczyźnie roboczej*, po istniejących prętach, po istniejących węzłach oraz po *liniach pomocniczych*. Wodzenie po płaszczyźnie roboczej i po prętach oraz *liniach pomocniczych* odbywa się po niewidocznych punktach przy-

ciągania (ang. grid), których gęstość zależy od parametru Skok *okienka kreowania pręta*. W trakcie wodzenia kursora w okienku wyświetlane są współrzędne położenia kursora w różnych układach odniesienia:

- Lokalny prostokątny - związany z *płaszczyzną roboczą*
- Lokalny cylindryczny - związany z *płaszczyzną roboczą*
- Lokalny biegunowy - związany z *płaszczyzną roboczą*
- Globalny prostokątny



Rys. III-3 - Kreowanie pręta

Wyboru obiektu wodzenia dokonuje się przez zbliżenie kursora myszy (mały krzyżyk) do zamierzonego obiektu (*płaszczyzny roboczej*, pręta lub węzła) i wstrzymanie na moment ruchów myszy. Wówczas - w zależności od wybranego obiektu - nastąpi przechwycenie kursora *węzła początkowego* lub *węzła końcowego* przez wybrany obiekt, a w odpowiedniej sekcji linii statusu zostanie wyświetlona informacja o obiekcie, który przechwycił kursor. Od tego momentu wodzenie kursora odbywa się po wybranym obiekcie (oczywiście z wyjątkiem, gdy obiektem tym jest istniejący węzeł).

Możliwe jest również kreowanie modelu konstrukcji w trybie alfanumerycznym, co polega na zadawaniu wartości liczbowych współrzędnych położenia kursora w *okienku kreowania pręta* i zatwierdzaniu przyciskiem "Początek/Koniec".

Włączenie włącznika Względem początku pręta sprawia, że po zatwierdzeniu początku pręta, współrzędne w układach odniesienia *okienka kreowania pręta* stają się względnymi tak, jakby doraźnie początki układu zarówno globalnego jak i lokalnego (związanego z *płaszczyzną roboczą*) zostały przesunięte do zatwierdzonego początku pręta.

### Selekcja prętów lub węzłów

Selekcja obiektów modelu konstrukcji służy do wskazania przez użytkownika pręta/węzła lub ich grup z zamiarem określenia ich właściwości.

#### Sposoby selekcji obiektów:

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| Pojedynczy pręt/węzeł | - naprowadzić kursor myszki na zamierzony obiekt i kliknąć lewy przycisk lub wskazać (przez kliknięcie) zamierzony obiekt na liście <i>panelu identyfikacji modelu konstrukcji</i> .  |
| Grupa prętów/węzłów   | - Selekcja sekwencyjna. Utrzymując wciśnięty klawisz [Shift] klikać lewy przycisk na kolejnych obiektach lub zaznaczyć zamierzoną liczbę pozycji na liście <i>panelu identyfikacji modelu konstrukcji</i> . W trakcie sekwencyjnej selekcji grupy obiektów obowiązuje zasada jednorodności, tzn. jeśli pierwszym obiektem selekcji jest pręt, to nie jest możliwe zaznaczanie węzłów i na odwrót.   |
| Grupa prętów/węzłów   | - Selekcja za pomocą prostokąta. Przed wykonaniem tej operacji należy wskazać, które obiekty mają być zaznaczone. W tym celu należy wpierw wskazać dowolny obiekt (pręt lub węzeł). Jeśli zostanie zaznaczony węzeł, to selekcji podlegać będą węzły. W przeciwnym razie - pręty.<br>Utrzymując wciśnięty klawisz [Shift] ograniczyć prostokątem selekcji na oknie <i>sceny</i> zamierzoną grupę prętów/węzłów. Selekcji podlegają tylko te pręty/węzły, których widok w całości zmieścił się w prostokącie selekcji. Jeśli przy selekcji prętów dodatkowo zostaje przyciśnięty klawisz [Ctrl], to selekcji podlegać będą również pręty, których osie tylko w części znajdują się w obrębie prostokąta selekcji.<br>Oprócz w/w sposobów selekcji (zaznaczania) grupy prętów możliwe są sposoby bazujące na elementach <i>panelu identyfikacji modelu</i> . Jeśli w trakcie kreowania modelu konstrukcji dokonuje się odpowiedniej separacji prętów poprzez tworzenie grup prętów wg określonego klucza, to kliknięcie na pozycji grupy <i>panelu identyfikacji modelu</i> spowoduje zaznaczenie wszystkich prętów ulokowanych w tej grupie.<br>Bardzo przydatnym sposobem zaznaczania grupy prętów jest poprzez kliknięcie na miniaturce przekroju w <i>panelu identyfikacji modelu</i> , co spowoduje zaznaczenie wszystkich prętów, którym został przypisany przekrój odpowiadający tej miniaturce.<br>Do zaznaczania prętów lub węzłów można posłużyć się również <i>plaszczyną roboczą</i> w sytuacji, gdy ist- |


nieje potrzeba zaznaczenia tylko prętów (lub węzłów) które leżą w jednej płaszczyźnie. Wówczas należy odpowiednio ustawić *płaszczyznę roboczą*, kliknąć na dowolnym pręcie (lub węźle) leżącym w tej płaszczyźnie, a następnie użyć przycisku **Zaznacz paska skrótów**. W przypadku prętów ten sposób selekcji jest szczególnie przydatny przy zadawaniu *obciążenia płaszczyznowego*.

Jeśli model konstrukcji zawiera pręty zadeklarowane jako ciągną, to możliwe jest ich szybkie wyselekcjonowanie (np. w celu nadania im wstępnego naciągu). W tym celu wystarczy zaznaczyć jedno dowolne ciągną (kliknąć na nim), a następnie użyć przycisku **Zaznacz paska skrótów**.

**Uwagi:** Wyselekcjonowane obiekty są odróżniane na widoku modelu kolorem określonym w opcjach programu dostępnych po użyciu przycisku **Opcje paska skrótów**.

W przypadku trafienia na obiekt kursora myszki w trakcie jego wodzenia następuje "zapalenie" tego obiektu na czerwono, co oznacza, że staje się aktywnym i może podlegać selekcji.

W celu odwołania selekcji wystarczy kliknąć na dowolny, wcześniej zaznaczony obiekt (węzeł lub pręt).

Poprawność selekcji prętów można zweryfikować wizualnie przez wygaszenie (ukrycie) pozostałych prętów modelu konstrukcji. W tym celu wystarczy użyć narzędzia  (ukryj pozostałe) *paska narzędzi*. Pownowne użycie tego narzędzia przywróci widoczność całego modelu.

### Kopiowanie i wklejanie struktur prętów

Funkcje **Zaznacz**, **Kopiuj** i **Wklej** trybu **Schemat** - dostępne poprzez *pasek skrótów* - pozwalają na wydajne usprawnienie kreowania modelu konstrukcji. Przed użyciem funkcji **Wklej** należy wcześniej użyć funkcji **Kopiuj**, która jest aktywna wówczas, gdy co najmniej jeden pręt został uprzednio wyselekcjonowany (patrz: Selekcja prętów lub węzłów).

Przy wykonaniu funkcji **Kopiuj** ważne jest położenie i orientacja *płaszczyzny roboczej*, bowiem kopiowana (do schowka) grupa prętów jest skojarzona z tą płaszczyzną. Przed wykonaniem funkcji skrótu **Wklej** należy dokonać ustawienia *płaszczyzny roboczej* w taki sposób, aby "wkłajenie" prętów nastąpiło w zamierzone miejsce modelu konstrukcji.

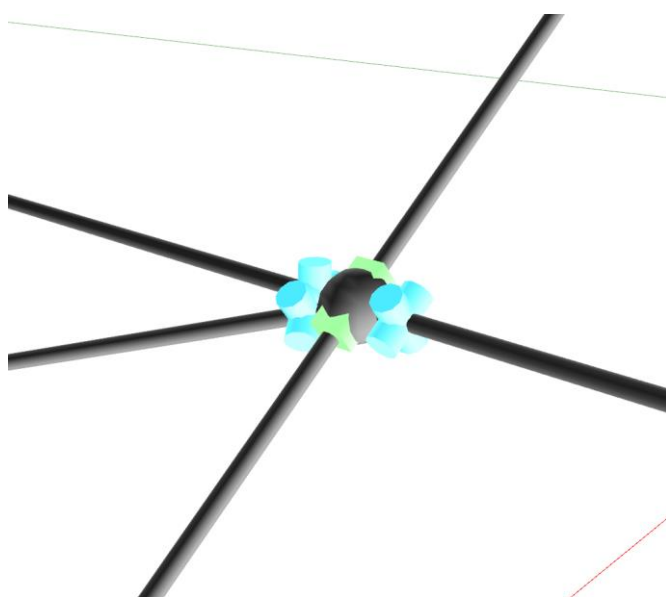
Działanie funkcji skrótu **Zaznacz** odnosi się zarówno do prętów jak i węzłów i możliwe jest wówczas, gdy na widoku modelu konstrukcji wyróżniony jest pręt lub węzeł przy czym efekt działania tej funkcji zależy od położenia pręta/węzła względem *płaszczyzny roboczej*. Jeśli pręt/węzeł leży w *płaszczyźnie roboczej*, to zaznaczone zostaną wszystkie pręty/węzły leżące w tej *płaszczyźnie*, w przeciwnym razie zaznaczone zostaną wszystkie pręty/węzły modelu.

**Uwagi:** Kожарzenie kopiowanej grupy prętów z *plaszczyną roboczą* daje praktycznie nieograniczone możliwości w efektywnym kreowaniu nawet najbardziej skomplikowanego - pod względem geometrycznym - modelu konstrukcji.

Ewentualne błędy dokonane przy operacji "wklejania" mogą być szybko korygowane za pomocą funkcji skrótu **Cofnij**, która pozwala na przywrócenie stanu modelu sprzed operacji "wklejania", a niezamierzone wykonanie operacji **Cofnij** może być skorygowane za pomocą funkcji skrótu **Ponów**. Obie te funkcje nie są ograniczone w stopniu ich zagłębienia, tzn. obejmują całą historię zdarzeń związanych z kreowaniem modelu konstrukcji.

### Opcje wizualizacji modelu konstrukcji

W zależności od doraźnych potrzeb wygląd modelu konstrukcji w oknie *sceny* może mieć różne formy:



Rys. III-4 Symbole więzów kinematycznych


**Kinematyczna** - wszystkie pręty - niezależnie od przypisanych im przekrojom - są jednakowe i mają formę wydłużonych cylindrów, których średnice mogą być regulowane za pomocą odpowiednich przycisków paska narzędzi w trybie **Schemat** lub przez bezpośrednie zadanie wielkości tych średnic w polu Średnica prętów w zakładce **Schemat** okna Parametry otwierany za pomocą skrótu **Opcje**.


Kolory tych cylindrów, czyli prętów, odpowiadają kolorom materiałów przypisanych przekrojom prętów.


Ta forma wizualizacji jest zalecana w sytuacji większej liczby

prętów, zwłaszcza gdy zachodzi potrzeba częstych animacji oraz wówczas, gdy zachodzi potrzeba weryfikacji więzów kinematycznych na końcach prętów w węzłach trwałych i warunkowych. Więzy kinematyczne są w widoku modelu reprezentowane przez specjalne symbole bryłowe (Rys. III-4). Niebieski cylinder oznacza przegub, a orientacja jego osi leży w płaszczyźnie głównej przekroju pręta. Jeśli połączenie pręta jest dwuprzegubowe, to ukazywane są dwa cylindry niebieskie. Zielony prostopadłoscian symbolizuje połączenie sztywne pręta z innym prętem lub węzłem. Wielkość tych symboli jest ściśle związana z wielkością średnicy modelu pręta, która jest zadawana w zakładce Schemat okna Parametry opcji programu.

**Realistyczna** - wszystkie pręty przedstawiane są jako mają wygląd zbliżony do rzeczywistego z uwzględnieniem kształtu przekrojów prętów oraz koloru materiału przypisanego do przekroju pręta. Ta forma wyglądu - przy większej liczbie prętów - na komputerze o mniejszej wydajności może znacznie spowolnić operacje ekranowe związane z animacjami modelu konstrukcji w oknie sceny.

Przełączenia formy wyglądu prętów dokonuje się za pomocą narzędzia  paska narzędzi.

W obu formach wizualizacji możliwe jest ukrywanie części modelu konstrukcji przydatne w sytuacjach, gdy zachodzi potrzeba wyeksponowania w oknie sceny zamierzonej części modelu konstrukcji tak, aby pozostała część modelu nie przysłaniała tej pierwszej. Do operacji ukrywania służy narzędzie  paska narzędzi we wszystkich trybach pracy programu, przy czym działanie tej operacji dokonuje się na dwa sposoby:

- Wyeksponowanie tej części modelu konstrukcji, która znajdzie się w obszarze ograniczonym dwiema płaszczyznami równoległymi do *płaszczyzny roboczej* i oddalonych od niej o wielkości określone w opcjach programu (patrz: III-42). Ten sposób ukrywania (odslaniania) - przez odpowiednie ustawienie płaszczyzny roboczej i dobranie parametrów ukrywania - pozwala również na dokonywanie przekrojów poprzez model konstrukcji. Warunkiem realizacji tego sposobu ukrywania jest brak zaznaczenia (wyróżnienia) jakiegokolwiek pręta.
- Wyeksponowanie grupy prętów, co polega na uprzednim zaznaczeniu (wyselekcjonowaniu) zamierzonej grupy prętów, a następnie użyciu narzędzia . Jeśli żaden pręt nie został zaznaczony, wówczas operacja ukrywania dokonuje się wg sposobu pierwszego.

### Menu główne

Główne menu programu zawiera następujące polecenia:



<u>Pliki</u>	<u>Edycja</u>	<u>Widok</u>	<u>Przekroje</u>	<u>Schemat</u>	<u>Wyniki</u>	<u>Narzędzia</u>	<u>Pomoc</u>
<a href="#">Nowe zadanie</a>	<a href="#">Cofnij</a>	Wstecz	<a href="#">Lista przekrojów...</a>	<a href="#">Definiowanie</a>	<a href="#">Statyka</a>	<a href="#">Właściwości</a>	<a href="#">Pomoc kontekstowa</a>
<a href="#">Otwórz</a>	<a href="#">Ponów</a>	Dalej	<a href="#">Katalogi...</a>	<a href="#">Lista obciążeń</a>	<a href="#">Wymiarowanie</a>	<a href="#">Kopiuj zawartość okna</a>	<a href="#">Aktualizuj programy</a>
<a href="#">Zachowaj</a>	<a href="#">Kopiuj</a>	<a href="#">Widok konstrukcji</a>	<a href="#">Przekroje parametryczne...</a>	<a href="#">Grupy obciążeń</a>	<a href="#">Przełącz reakcje</a>	<a href="#">Komunikaty</a>	<a href="#">O programie...</a>
<a href="#">Zachowaj jako...</a>	<a href="#">Wklej</a>	<a href="#">Numeracja pretów</a>	<a href="#">Materiały...</a>	<a href="#">Relacje obciążeń</a>	<a href="#">Kombinacje obciążeń...</a>	<a href="#">Opcje...</a>	
<a href="#">Import zadania 2D</a>	<a href="#">Usuń</a>	<a href="#">Numeracja węzłów</a>		<a href="#">Zestawienie obciążeń</a>	<a href="#">Teoria II-go rzędu</a>		
<a href="#">Import pretów z DXF</a>	<a href="#">Zaznacz wszystko</a>	<a href="#">Widok obciążeń</a>		<a href="#">Korekta położenia węzłów</a>	<a href="#">Obwiednie</a>		
<a href="#">Import linii pomocn. z DXF</a>	<a href="#">Zaznacz ciągła</a>	<a href="#">Wartości</a>		<a href="#">Generowanie układu...</a>			
<a href="#">Import pretów z Dietrichs</a>	<a href="#">Zaznacz płatwie</a>	<a href="#">Linie wymiarowe</a>					
<a href="#">Wydruk</a>	<a href="#">Znajdź</a>	<a href="#">Linie pomocnicze</a>					
<a href="#">Własności zadania</a>		<a href="#">Ukryj płaszczyznę</a>					
<a href="#">Wyjście</a>		<a href="#">Ukryj pozostałe</a>					
<a href="#">Lista ostatnio otwieranych plików</a>		<a href="#">Ukryj schemat</a>					
<a href="#">Wyniki w pliku zadania</a>		<a href="#">Płaskie przyciski narzędzi</a>					
		<a href="#">Obracanie</a>					
		<a href="#">Ustawienia widoku</a>					
		<a href="#">Rodzaj widoku ▶</a>	3D XY XZ YZ Pl.				

Tabela 1 - Struktura menu głównego programu RM-3D

## Opis opcji programu

### Pliki

Opcja Pliki menu głównego grupuje wszystkie funkcje i polecenia programu związane z archiwizacją oraz dokumentowaniem zadań.

W celu zarządzania zadaniami archiwalnymi należy posługiwać się eksploratorem opartego na konwencji eksploratora plików systemu Windows. Domyślnie - po zainstalowaniu programu **RM-3D** skierowany jest ona na folder (katalog) o nazwie PROJEKTY, który jest tworzony w folderze aplikacji o lokalizacji wskazanej przez użytkownika w trakcie jej instalowania w komputerze (domyślnie: C:\CADSIS\RM-3D 7).

**Nowe zadanie** Rozpoczęcie pracy nad nowym zadaniem. Domyślnie program po załadowaniu gotowy jest do rozpoczęcia pracy nad nowym zadaniem, przy czym bieżącym katalogiem *projektu* jest kata-

log, do którego zapisano lub odczytano zadanie w poprzedniej sesji z programem **RM-3D**. W trakcie pracy z programem - w dowolnym momencie - można rozpocząć pracę nad nowym zadaniem. Wybranie tej opcji powoduje usunięcie z pamięci danych aktualnego zadania i załadowanie domyślnej listy przekrojów zadania. Jeśli aktualne zadanie nie zostało wcześniej zapisane, to pojawi się stosowny komunikat ostrzegawczy.

Alternatywą dla tej pozycji menu są: skrót klawiaturowy - [Ctrl]+[N] lub przycisk *paska skrótów* - Nowy.

#### Otwórz ...

Łaadowanie zadania z katalogu aktualnego *projektu*. W trakcie pracy z programem, w dowolnym momencie, można pobrać z katalogu aktualnego *projektu* zadanie archiwalne. Wybranie tej opcji powoduje usunięcie z pamięci danych aktualnego zadania i załadowanie do pamięci komputera danych zadania pobranego. Jeśli aktualne zadanie nie zostało wcześniej zapisane, to pojawi się stosowny komunikat ostrzegawczy.

Alternatywą dla tej pozycji menu są: skrót klawiaturowy - [Ctrl]+[O] lub przycisk *paska skrótów* - Otwórz.

Jeśli zadanie zostało wcześniej zapisane wraz z wynikami obliczeń, to w momencie jego otwierania możliwe jest pobranie do pamięci tych wyników, dzięki czemu - po przejściu do trybu **Statyka** lub **Wymiarowanie** - nie będzie potrzeby wykonania obliczeń dla wyznaczenia wielkości statycznych i kinematycznych. W tym celu należy włączyć włącznik **Wyniki** w oknie dialogowym **Otwieranie**.

#### Zachowaj ...

Zapis danych zadania do katalogu aktualnego *projektu*. Każde zadanie zapisywane jest w postaci pliku dyskowych o nazwie zadanej przez użytkownika, a program automatycznie nadaje temu plikowi rozszerzenie "**rm3**". Zapis zadania dokonywany jest pod aktualną jego nazwą i w katalogu bieżącego *projektu*. Jeśli aktualnemu zadaniu nie nadano wcześniej nazwy, to przy próbie zapisu program zażąda od użytkownika podania jego nazwy.

Alternatywą dla tej pozycji menu są: skrót klawiaturowy - [Ctrl]+[S] lub przycisk *paska skrótów* - Zachowaj.

**Zachowaj jako ...** Tak jak dla opcji **Zachowaj** lecz z możliwością zmiany nazwy zadania lub katalogu *projektu*.

#### **Import zadania 2D ...**

Pobranie z pamięci zewnętrznej (dysku) zadania utworzonego za pomocą programu RM-WIN. Schemat pobieranego zadania może być "wklejony" do aktualnie wykreowanego modelu konstrukcji przestrzennej i zawsze jest "wklejane" w *płaszczyzną roboczą*, a więc przed wykonaniem tego polecenia należy dokonać zamierzonego ustawienia tej płaszczyzny.

**Import prętów z DXF ...**

Pobranie z pamięci zewnętrznej (dysku) schematu modelu konstrukcji utworzonego za pomocą programu typu CAD w wersji trójwymiarowej (np. AutoCAD 3D) i zapisanego w tym programie w formacie DXF.

Pobierany schemat może być "wklejony" do aktualnie wykreowanego modelu konstrukcji przestrzennej. Kierownicą operacji Importu schematu modelu konstrukcji z pliku **DXF** jest *płaszczyzna robocza*. Oznacza to, że przed wykonaniem operacji importu należy odpowiednio określić położenie tej płaszczyzny.

**Import linii pomocn. z DXF ...**

Pobranie z pamięci zewnętrznej (dysku) *linii pomocniczych* utworzonych za pomocą programu typu CAD w wersji trójwymiarowej (np. AutoCAD 3D) i zapisanego w tym programie w formacie DXF.

Pobierane linie pomocnicze mogą być "wklejone" do aktualnie wykreowanego modelu konstrukcji przestrzennej. Kierownicą operacji importu linii pomocniczych okna kreowania modelu konstrukcji z pliku **DXF** jest *płaszczyzna robocza*. Oznacza to, że przed wykonaniem operacji importu należy odpowiednio określić położenie tej płaszczyzny.

**Import prętów z Dietrichs ...**

Import schematu konstrukcji drewnianej z pliku (o rozszerzeniu „gbd”) utworzonego w systemie o nazwie Dietrich's służącym do projektowania konstrukcji drewnianych. Polecenie to jest dedykowane użytkownikom tego systemu i pozwala na automatyczne wygenerowanie obliczeniowego schematu statycznego zaprojektowanej w tym systemie konstrukcji drewnianej.

 **Wydruk ...**

Wydruk dokumentacji zadania. Opcja wyposażona w szereg przełączników i parametrów umożliwiających selektywne sporządzenie dokumentu zadania. Wydruk sporządzany jest na papierze formatu A-4 i ma formę tabelaryczno-graficzną, a drukowane rysunki mogą być skalowane.

Alternatywą tej opcji jest kombinacja klawiszy [Ctrl]+[P] lub przycisk *paska skrótów* - **Wydruk**.

**Własności zadania ...**

Otwarcie okna dialogowego "Własności", które zawiera tzw. metrykę zadania oraz pola informacyjne podstawowych cech zadania (masa, liczba prętów, liczba węzłów, wymiary gabarytowe modelu konstrukcji).







**Wyjście**

Zakończenie pracy z programem (zamknięcie aplikacji).


## Wyniki w pliku zadania


Włącznik, którego włączenie spowoduje, że zapisywany plik dyskowy zadania będzie zawierał również wyniki obliczeń - jeśli zostały one wykonane. Dzięki temu po ponownym otwarciu tak zapisanego pliku zadania możliwa będzie prezentacja wyników bezpośrednio z pominięciem analizy statyczno-kinematycznej modelu konstrukcji, pod warunkiem, że po załadowaniu pliku zadanie nie zostanie dokonana żadna zmiana w modelu konstrukcji, która miałaby wpływ na wyniki tej analizy.

## E d y c j a

-  **Cofnij** Cofnięcie ostatnio wykonanych operacji związanych z kreowaniem modelu konstrukcji. Alternatywą polecenia są: skrót klawiaturowy - [Alt]+[BkSp] lub przycisk *paska skrótów* **Cofnij**.
-  **Ponów** Ponowienie uprzednio cofniętych operacji związanych z kreowaniem modelu konstrukcji. Alternatywą polecenia są: skrót klawiaturowy - [Shift]+[Alt]+[BkSp] lub przycisk *paska skrótów* **Ponów**.
-  **Kopiuj** Kopiowanie do schowka wyselekcjonowanej struktury prętów z zamiarem jej "wklejenia". Alternatywą polecenia jest kombinacja klawiszy [Ctrl]+[C] lub przycisk *paska skrótów* **Kopiuj**.
-  **Wklej** Wklejanie uprzednio skopiowanej do schowka wyselekcjonowanej struktury prętów w określoną pozycję kreowanego schematu konstrukcji. Alternatywą polecenia jest kombinacja klawiszy [Ctrl]+[V] lub przycisk *paska skrótów* **Wklej**.
-  **Usuń** Usunięcie wyselekcjonowanej (zaznaczonej) struktury prętowej lub obciążeń z modelu konstrukcji. Alternatywą polecenia jest klawisz [Del] lub przycisk *paska skrótów* **Usuń**.
-  **Zaznacz wszystko**

Zaznaczenie prętów lub węzłów z modelu konstrukcji. Alternatywą polecenia jest kombinacja klawiszy [Ctrl]+[A] lub przycisk *paska skrótów* **Zaznacz**.

Operacja **Zaznacz wszystko** działa alternatywnie. Jeśli przed jej wykonaniem został zaznaczony pręt lub węzeł leżący w *płaszczyźnie roboczej*, to zaznaczeniu podlegają wszystkie pręty lub węzły leżące w tej płaszczyźnie. W przeciwnym razie zaznaczane są pręty lub węzły całego modelu konstrukcji.
-  **Zaznacz cięgna**

Zaznaczenie wszystkich prętów, którym we właściwościach pręta nadano atrybut „ciągno”.
-  **Zaznacz płatwie**

Zaznaczenie wszystkich prętów, którym we właściwościach pręta nadano atrybut „płatew”.


 **Znajdź**

Funkcja ustalania położenia (odnajdywania) pręta lub węzła w modelu konstrukcji na podstawie jego numeru. Alternatywą polecenia jest kombinacja klawiszy [Ctrl]+[F].


Po pomyślnym wykonaniu wyszukiwania widok modelu konstrukcji zostanie wyświetlony w taki sposób, że poszukiwany obiekt (pręt lub węzeł) będzie zajmował pozycję w centrum okna *sceny* i zostanie wyróżniony kolorem wyróżnienia.

### **Widok**


 **Wstecz**

Cofanie widoku modelu konstrukcji do poprzedniego położenia stacjonarnego. Alternatywą tego polecenia jest przycisk  paska narzędzi.

 **Dalej**


Wyświetlenie widoku modelu konstrukcji w położeniu stacjonarnym w przód. Alternatywą tego polecenia jest przycisk  paska narzędzi.

 **Widok konstrukcji**


Włączanie i wyłączanie widoku realistycznego modelu konstrukcji w oknie *sceny*. Alternatywą tego polecenia jest przycisk  paska narzędzi.

Realistyczny widok modelu konstrukcji służy przede wszystkim do weryfikacji poprawności przydzielenia przekrojów do prętów, orientacji brył prętów w modelu oraz ich właściwości związanych z wzajemnych powiązań w węzłach.


 **Numeracja prętów**

Ukrywanie i ukazywanie numerów prętów na widoku modelu konstrukcji. Alternatywą tego polecenia jest przycisk  paska narzędzi. Wielkość czcionki dla cyfr numerów prętów może być określana przez użytkownika w opcjach programu (Patrz: [Opcje](#)).

 **Numeracja węzłów**


Ukrywanie i ukazywanie numerów węzłów na widoku modelu konstrukcji. Alternatywą tego polecenia jest przycisk  paska narzędzi. Wielkość czcionki dla cyfr numerów węzłów może być określana przez użytkownika w opcjach programu (Patrz: [Opcje](#)).

 **Widok obciążeń**





Ukrywanie i ukazywanie symboli obciążeń na widoku modelu konstrukcji. Alternatywą tego polecenia jest przycisk  paska narzędzi.

 **Wartości**



Ukrywanie i ukazywanie wartości obciążeń na widoku modelu konstrukcji w trybie schemat lub wartości rzędnych wykresów

wyników obliczeń w trybach Statyka i Wymiarowanie. Alternatywą tego polecenia jest przycisk  paska narzędzi.


#### Linie wymiarowe

Ukrywanie i ukazywanie linii wymiarowych na widoku modelu konstrukcji, które zostały uprzednio naniesione przez użytkownika za pomocą narzędzi    paska narzędzi. Alternatywą tego polecenia jest przycisk  paska narzędzi.


#### Linie pomocnicze

Ukrywanie i ukazywanie linii pomocniczych na widoku modelu konstrukcji, które zostały uprzednio naniesione przez użytkownika za pomocą narzędzia  paska narzędzi lub wygenerowane za pomocą opcji Schemat/Generowanie układu/Linie pomocnicze albo zaimportowane z pliku DXF za pomocą opcji Schemat/Import Linii pomocniczych. Alternatywą tego polecenia jest przycisk  paska narzędzi.


#### Ukryj płaszczyznę

Ukrywanie i ukazywanie płaszczyzny roboczej w *oknie sceny* w trybie Schemat. Alternatywą tego polecenia jest przycisk  paska narzędzi tego trybu.

#### Ukryj schemat

Ukrywanie i ukazywanie modelu konstrukcji w *oknie sceny* w trybach Statyka i Wymiarowanie. Alternatywą tego polecenia jest przycisk  paska narzędzi tych trybów.

#### Ukryj pozostałe

Ukrywanie i ukazywanie części modelu konstrukcji w *oknie sceny*. Alternatywą tego polecenia jest przycisk  paska narzędzi tych trybów.

#### Obracanie

Włączenie/wyłączenie animacji w postaci obracania widoku modelu konstrukcji w *oknie sceny*.

#### Ustawienia widoku

Otwieranie okna dialogowego **Ustawienia widoku** pozwalającego na bezpośrednie zadawanie współrzędnych obserwatora oraz punktu obserwacji w *oknie sceny*.

#### Płaskie przyciski narzędzi

Przełącznik między płaskim i trójwymiarowym wyglądem przycisków paska narzędzi,

#### Rodzaj widoku

Rozwinięcie listy wyboru rodzaju widoku modelu konstrukcji w *oknie sceny*. Alternatywą tego polecenia jest przycisk **Rodzaj widoku** paska skrótów.

## Przekroje

### Lista przekrojów ...

Otwarcie okna dialogowego **Lista przekrojów** służącego do przygotowania listy przekrojów zadania, które są następnie przypisywane są prętom modelu konstrukcji w oknie właściwości prętów. Opcja ta umożliwia edycję przekrojów użytkownika (jedno- lub wielo-kształtownikowych, jednorodnych materiałowo lub wielomateriałowych, tzw. zespolonych) oraz tzw. przekrojów wielogąłęziowych stosowanych w konstrukcjach stalowych i drewnianych. Każdy przekrój kreowany przez użytkownika może składać się z dowolnej liczby kształtowników i dowolnie usytuowanych względem siebie. Kształtowniki mogą być pobierane z gotowych katalogów normowych (walcowane, gięte i spawane) lub definiowane przez użytkownika. Alternatywą tego polecenia jest przycisk *paska skrótów* - **Przekroje**.

### Katalogi ...

Otwarcie okna dialogowego Katalogi umożliwiającego obsługę katalogów znormalizowanych kształtowników stalowych. Alternatywą tego polecenia jest przycisk *paska skrótów* - **Katalogi**.

### Profile parametryczne ...

Uruchomienie kreatora kształtowników o dowolnym kształcie z możliwością tworzenia katalogu tego kształtownika. Po użyciu tego polecenia zostanie otwarte okno kreatora **Edytor profili parametrycznych** wyposażonego w elementy pozwalające na generowania kształtu dowolnego profilu. Idea oraz sposób użycia tego kreatora jest w dodatku Kreator profili parametrycznych.

### Materiały ...

Otwarcie okna dialogowego **Lista materiałów** umożliwiającego obsługę biblioteki materiałów, która zawiera charakterystykę mechaniczną oraz normową materiałów przypisywanych kształtownikom przekrojów. Alternatywą tego polecenia jest przycisk *paska skrótów* - **Materiały**.

## Schemat

### Definiowanie

Przejdźcie do trybu kreowania modelu konstrukcji w oknie *sceny*. Alternatywą tej operacji jest przycisk *paska skrótów* - **Schemat**. Z tym trybem działania programu związany jest odpowiedni zestaw narzędzi ładowany przez program do *paska narzędzi*.

### **Lista obciążeń**

Otwarcie okna listy obciążeń zawierającej wielokolumnową tabelę właściwości poszczególnych obciążeń, która stanowi alternatywny sposób selekcji obciążeń oraz dostęp do ich właściwości.

### Grupy obciążeń

Otwarcie okna dialogowego **Grupy obciążeń** służącego do tworze-

nia grup obciążeń i deklarowania ich właściwości pod kątem zasad ustanowionych w normach obciążeniowych, tzn.:

- określenie rodzaju obciążenia ze względu na zmienność w czasie (*stałe, zmienne, wyjątkowe*),
- określenie jego znaczenia ze względu na kombinację obciążeń,
- zadawanie odpowiednich współczynników bezpieczeństwa,
- zadawanie współczynników określających długotrwałą część obciążeń zmiennych.

Oprócz tego możliwe jest nadawanie symboli i nazw poszczególnym grupom obciążeń dla potrzeb ich identyfikacji na dokumentach.

### Relacje

Otwarcie okna dialogowego **Relacje grup obciążeń** służącego do określania warunków dla grup obciążeń pod kątem procedury generowania obwiedni wielkości statycznych i kinematycznych na podstawie realnych kombinacji grup obciążeń.

### Zestawienie obciążeń

Otwarcie okna dialogowego **Zestawienie obciążeń** służącego do kreowania zestawienia obciążeń na podstawie norm obciążeniowych PN-82/B-02001, PN-82/B-02002, PN-82/B-02003, PN-80/B-02010 i PN-77/B-02011. Funkcja kreowania zestawienia obciążeń jest realizowana przez opcjonalny moduł RM-OBC, a szczegóły jego użytkowania są zawarte w instrukcji użytkowania tego modułu.

### Korekta położenia węzłów ...

Otwieranie okna dialogowego **Dociągnięcie węzłów** służącym do określania warunków (parametrów korekcji) dla procedury dokonującej korekty położenia węzłów modelu konstrukcji. Ta usługa programu może być pomocna lub wręcz konieczna w sytuacji, gdy – na skutek licznych modyfikacji geometrii schematu modelu konstrukcji – nastąpi pokrycie się węzłów lub ich takie zbliżenie, że zachodzi niejednoznaczność modelu konstrukcji.

### Generowanie układu ...

Uruchamianie generatorów automatycznego kreowania typowych struktur prętowych:

- Rama 3D** Generator przestrzennych układów ramowych o prostokątnym układzie prętów (słupów i rygli).
- Hala** Generator konstrukcji nośnej hali o ramach portalowych połączonych płatwiami.
- Kratownica** Generatory kratownic płaskich o typowych skratowaniach.
- Żebra/Krokwie** Generator grupy prętów, które regularnie wypełniają zamknięty (istniejącymi prętami) kontur. Przydatny przy kreowaniu żeber rusztów oraz krokwi więźb dachowych.



### Linie pomocnicze

Generator linii pomocniczych lub konstrukcyjnych w oknie kreowania geometrii schematu modelu konstrukcji

### Wyniki

#### Statyka

Przejdźcie do trybu prezentacji wyników obliczeń modelu konstrukcji w oknie *sceny*. Alternatywą tej operacji jest przycisk *paska skrótów* - **Wyniki**. Z tym trybem działania programu związany jest odpowiedni zestaw narzędzi ładowany do *paska narzędzi*.

#### Wymiarowanie

Przejdźcie do trybu wymiarowania prętów modelu konstrukcji w oknie *sceny*. Alternatywą tej operacji jest przycisk *paska skrótów* - **Wymiarowanie**. Z tym trybem działania programu związany jest odpowiedni zestaw narzędzi ładowany do *paska narzędzi*.

#### Przekaz reakcje

Polecenie służące do wygenerowania pliku o nazwie **reakcje.bin**, z którego możliwe jest zaimportowanie wartości reakcji jako obciążeń fundamentów w programie FD-Win przeznaczonym do analizy posadowienia konstrukcji na fundamentach bezpośrednich; ławy, stopy.

Plik **reakcje.bin** jest tworzony w folderze roboczym, w którym zostały zainstalowane nasze programy (domyślnie o nazwie **CADSIS**). Opcja importu reakcji jako obciążeń fundamentu projektowanego w programie FD-Win sprawdza obecność tego pliku i dokonuje jego otwarcia oraz pobrania zapisanych w nim wartości do tabeli obciążeń fundamentu.

#### Kombinacje

Polecenie umożliwiające dokonanie przez użytkownika wyboru sposobu tworzenia kombinatoryki grup obciążeń stosownie do wybranej normy związanej w wymiarowaniu. Do wyboru są następujące opcje:

- **Auto** - ustawienie to sprawia, że użytkownik pozwala, aby program automatycznie dokonał wyboru normy, wg której ma być realizowana przez program kombinatoryka grup obciążeń. Jeśli co najmniej jeden pręt modelu konstrukcji ma przekrój któremu przypisano materiał z grupy Stal 1993, to kombinatoryka będzie wykonana zgodnie z **PN-EN 1990**. W przeciwnym razie kombinatoryka będzie realizowana zgodnie z **PN-82/B-02000**.
- **PN-82/B-02000** – wybór tego przełącznika sprawi, że kombinatoryka grup obciążeń będzie realizowana zgodnie z zasadami określonymi w **PN-82/B-02000** - niezależnie od tego

z jakiej grupy materiałowej przypisano materiały przekrojom prętów.

- **PN-EN 1990** – wybór tego przełącznika sprawi, że kombinatoryka grup obciążeń będzie realizowana zgodnie z zasadami określonymi w **PN-EN 1990** - niezależnie od tego z jakiej grupy materiałowej przypisano materiały przekrojom prętów.

Oprócz tego, poniżej tej grupy przełączników ulokowane są trzy włączniki służące do określania dodatkowych warunków tworzenia kombinacji obciążeń wg postanowień normy **PN-EN 1990**, a mianowicie:

- **Alternatywne kombinacje obliczeniowe** – włączenie tego włącznika sprawi, że w trakcie obliczeń dla wyznaczenie obiedni będą rozpatrywane **alternatywne kombinacje grup obciążeń** wg reguł zawartych w punkcie 6.5.3 normy **PN-EN 1990**.
- **Wariantowanie wiodących obc. zmiennych** – włączenie tego włącznika sprawi, że w trakcie obliczeń dla wyznaczenie obiedni będzie dodatkowo dokonywane wariantowanie kombinacji względem grup obciążeń zmiennych traktowanych kolejno w każdej podkombinacji jako tzw. obciążenie wiodące.
- **Zalecane wartości  $\gamma_f$  wg PN-EN** – włączenie tego włącznika sprawi, że do obliczeń związanych z kombinatoryką grup obciążeń wzięte będą zalecane przez **PN-EN** częściowe współczynniki bezpieczeństwa obciążeń.

**Obliczeniowe** Włącznik wykonania obliczeń dla obliczeniowych wartości obciążeń. Jego wyłączenie sprawi, że wyznaczone przez program wielkości przekrojowe oraz deformacje prętów odpowiadają obliczeniowym wartościom obciążeń, tzn. z uwzględnieniem wszystkich normowych współczynników obciążeniowych nadanych poszczególnym obciążeniom. Włącznik ten jest dostępny w trybach **Statyka** i **Wymiarowanie**.



#### Charakterystyczne

Włącznik wykonania obliczeń dla charakterystycznych wartości obciążeń. Jego wyłączenie sprawi, że wyznaczone przez program wielkości przekrojowe oraz deformacje prętów odpowiadają charakterystycznym wartościom obciążeń, tzn. z pominięciem wszystkich normowych współczynników obciążeniowych nadanych poszczególnym obciążeniom. Włącznik ten jest dostępny w trybach **Statyka** i **Wymiarowanie**.

**Długotrwałe** Włącznik wykonania obliczeń dla obciążeń długotrwałych. Jego wyłączenie powoduje uwzględnianie w obliczeniach statycznych obciążeń stałych oraz obciążeń zmiennych w części wynikającej z pomnożenia ich wartości przez zadany współczynnik części dłu-


- gotrwałej obciążeń. Obciążenia wyjątkowe są pomijane. Ta opcja prezentacji wyników obliczeń obowiązuje w sytuacji gdy obliczenia zostały wykonane wg zasad **PN-82/B-02000**. Włącznik ten jest dostępny w trybach **Statyka i Wymiarowanie**.
- Quasi-stałe** Włącznik wykonania obliczeń dla kombinacji obciążeń określanych w **PN-EN 1990** jako quasi-stałe. Przełącznik ten jest aktywny jeśli co najmniej jeden ze współczynników  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  lub  $\psi_2$  którejkolwiek z grup obciążeń zmiennych jest mniejszy od **1**. Ta opcja prezentacji wyników obliczeń obowiązuje w sytuacji, gdy obliczenia zostały wykonane wg zasad **PN-EN 1990**. Włącznik ten jest dostępny w trybach **Statyka i Wymiarowanie**.
- Częste** Włącznik wykonania obliczeń dla kombinacji obciążeń określanych w **PN-EN 1990** jako częste. Przełącznik ten jest aktywny jeśli co najmniej jeden ze współczynników  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  lub  $\psi_2$  którejkolwiek z grup obciążeń zmiennych jest mniejszy od **1**. Ta opcja prezentacji wyników obliczeń obowiązuje w sytuacji, gdy obliczenia zostały wykonane wg zasad **PN-EN 1990**. Włącznik ten jest dostępny w trybach **Statyka i Wymiarowanie**.
- Teoria II-go rzędu** Włącznik wykonania analizy statycznej z uwzględnieniem tzw. efektów II-go rzędu (teoria II-go rzędu), tzn. interakcji sił osiowych i momentów zginających w prętach.
- Obwiednie** Włącznik wykonania analizy statycznej dla wyznaczenia obwiedni wielkości statycznych i kinematycznych, czyli wykonania obliczeń dla wszystkich realnych kombinacji grup obciążeń. W przypadku obliczeń z kombinatoryką wg zasad **PN-EN 1990** i włączonym włącznikiem **Alternatywne kombinacje obliczeniowe** wykresy obwiedni na schemacie modelu konstrukcji będą podwójne.

### Narzędzia

-  **Własności** Otwarcie okienka dla właściwości - odpowiedniego do aktualnego trybu pracy programu. Zarówno w trybie kreowania modelu konstrukcji jak i prezentacji wyników obliczeń okienko właściwości zależy od zaznaczonego obiektu modelu konstrukcji (pręt lub węzeł).
-  **Kopiuje zawartość okna** Umieszczenie w schowku systemu Windows widoku (obrazu w postaci mapy bitowej) zawartego w oknie głównym programu z myślą importu tego obrazu jako rysunku do dokumentu tworzo-

nego w edytorze zdolnym do osadzania takich obrazów.

**Komunikaty** Polecenie wyświetlenia okna komunikatów o błędach jakie mogą wystąpić w trakcie sprawdzania przez program poprawności modelu obliczeniowego konstrukcji. Lista ewentualnych komunikatów jest zapamiętywana w pliku tekstowym o nazwie **komunikaty.log** w folderze określonym w zakładce **Foldery dyskowe** okna **Parametry** jako **Folder roboczy** (domyślnie CADSIS). Każda pozycja tej listy zawiera: datę i godzinę zdarzenia, nazwę pliku zadania (projektu) oraz treść komunikatu.

 **Opcje** Otwarcie okna dialogowego **Parametry** służącego do określania parametrów domyślnych programu **RM-3D**. Mają one charakter globalny, a od ich ustawienia zależy działanie niektórych opcji i funkcji programu. Alternatywą tego polecenia jest przycisk *pa-ska skrótów* - **Opcje**.

## P o m o c

### **Pomoc kontekstowa**

Wywołanie systemu pomocy dla programu **RM-3D** i ukazanie tematu bezpośrednio związanego z aktywną opcją aplikacji, co można osiągnąć również przez użycie klawisza [F1].

Informacje systemu pomocy dla programu **RM-3D** są udostępniane przez system pomocy środowiska Windows. Opis posługiwania się opcjami i funkcjami tego systemu jest osiągalny przez użycie klawisza [F1] w momencie wyświetlania informacji systemu pomocy dla programu **RM-3D**. Warunkiem poprawnego działania systemu pomocy jest obecność pliku **rm-3d.chm** w katalogu programu **RM-3D**.

### **Aktualizuj programy**

za pomocą tego polecenia można uruchomić procedurę automatycznej aktualizacji programów w ramach posiadanej licencji na ich użytkowanie. Po wybraniu tego polecenia pojawi się komunikat o konieczności zamknięcia programu. Jeśli aktualne zadanie zostało zachowane (zapisane), to nastąpi zamknięcie tego programu **RM-3D**, a następnie zostanie uruchomiony instalator **cadsis\_instal.exe**, którego działanie i sterowanie nim jest opisane na stronie I-8 (Instalacja programu w komputerze).

**O Programie ...** Wyświetlenie okna informacyjnego o wersji programu, jego autorach oraz danych o użytkowniku. Oprócz tego w okienku wyświetlane są wielkości pamięci fizycznej i wirtualnej przypisanej programowi przez system Windows oraz dostępne są przyciski: **Wersje plików** – do wyświetlenia wersji plików aplikacji; **Grafika** – do wyświetlenia informacji o zainstalowanej w systemie karcie graficznej oraz wersji OpenGL obsługiwanej przez tą kartę.

### Pasek skrótów

Zawiera następujące przyciski:



- zwolnienie pamięci komputera dla rozpoczęcia pracy nad nowym zadaniem.



- otwarcie archiwalnego zadania z *katalogu projektu*.



- zapis aktualnego zadania do bieżącego *katalogu projektu*.



- otwarcia okna dialogowego parametrów podglądu i wydruku dokumentu.



- otwarcie okna pomocy kontekstowej.



- przełączanie pomiędzy perspektywą, a aksonometrycznymi rzutami modelu konstrukcji na płaszczyzny globalnego układu współrzędnych w *oknie sceny*. Przełączanie dokonuje się sekwencyjnie, tzn. kolejne użycie skrótu zmienia widok modelu konstrukcji w kolejności: perspektywa → rzut na płaszczyznę XY → rzut na płaszczyznę XZ → rzut na płaszczyznę YZ → rzut na *płaszczyznę roboczą* → perspektywa.



- selekcja wszystkich prętów lub węzłów modelu konstrukcji. Polecenie jest aktywne wówczas, gdy został wyróżniony pręt lub węzeł. Jeśli przed wykonaniem polecenia został wyróżniony pręt leżący w *płaszczyźnie roboczej*, to selekcja obejmuje tylko pręty leżące w *płaszczyźnie roboczej*. Takie same zasady obowiązują przy selekcji węzłów.



- kopiowanie do schowka wyselekcjonowanej (zaznaczonej) grupy prętów z zamiarem ich wklejania do modelu konstrukcji. Wraz z kopiowaną grupą prętów zapamiętywane jest położenie *płaszczyzny roboczej*, która stanowi "kierownicę" dla skopiowanej grupy prętów. Bowiem "wklejanie" kopii odbywa się zawsze względem *płaszczyzny roboczej*. A więc przez kopiowaniem wskazane jest rozważenie ewentualnej zmiany położenia *płaszczyzny roboczej* pod kątem planowanego "wklejenia" kopii do modelu konstrukcji.



- "wklejanie" ze schowka grupy prętów do modelu konstrukcji. Przed dokonaniem "wklejenia" kopii grupy prętów ze schowka należy dokonać odpowiedniego ustawienia *płaszczyzny roboczej* tak, aby "wklejenie" nastąpiło w zamierzone miejsce modelu.



- usunięcie zaznaczonego pręta/obciążenia lub wyselekcjonowanej grupy prętów/obciążeń z modelu konstrukcji.



- włączenie lub wyłączenie trybu powielania właściwości na pręty lub węzły. Przycisk skrótu staje się aktywny po zaznaczeniu (wskazaniu) dowolnego pręta lub węzła, co oznacza, że operacja powielania będzie towarzyszyć kopiowanie właściwości zaznaczonego pręta lub węzła na inne pręty lub węzły.



Cofnij

- cofnięcie ostatniej operacji dokonanej na modelu konstrukcji. Każde następane użycie tego przycisku cofa stan modelu o kolejną operację wstecz. Liczba możliwych cofnięć zależy od sekwencji wcześniej dokonanych zmian na modelu konstrukcji.



Ponów

- ponowienie ostatnio cofniętej operacji na modelu konstrukcji.



Schemat

- przejście do trybu edycji (kreowania) modelu konstrukcji.



Statyka

- przejście do trybu wyników analizy statycznej modelu konstrukcji.



Wymiarowanie

- przejście do trybu wymiarowania prętów wg norm,



Przekroje

- otwarcie okna dialogowego edycji *listy przekrojów*.



Materiały

- otwarcie okna dialogowego edycji *listy materiałów*.



Opcje

- otwarcie okna dialogowego ustawiania *opcji programu*.

### **Paski narzędzi**

Z trybami kreowania Schemat i prezentacji wyników obliczeń Statyka i Wymiarowanie związane są paski narzędzi do wykonania różnych akcji programu.

#### Grupa narzędzi dla wszystkich trybów okna sceny:



- akcja wyświetlania okienka właściwości, którego zawartość zależy od kontekstu kreowania lub prezentacji wyników obliczeń.



- akcja włączania / wyłączania widoku konstrukcji.



- akcja ukazywania i ukrywania numeracji prętów.



- akcja ukazywania i ukrywania numeracji węzłów.



- akcja ukazywania i ukrywania widoku obciążeń.



- akcja ukazywania i ukrywania wartości liczbowych obciążeń.



- akcja ukazywania i ukrywania wymiarowych.



- akcja ukazywania i ukrywania linii pomocniczych.



- akcja ukazywania i ukrywania części modelu konstrukcji.



- akcja kopiowania zawartości okna *sceny* do schowka.



- akcja zwiększania skali symboli graficznych *sceny*:

w trybie **Schemat** - aktywnych obciążeń na modelu konstrukcji. Przyjęto zasadę, że operacji tej podlegają zawsze obciążenia tego samego co do wymiaru fizycznego, a wyboru dokonuje się przez uaktywnienie reprezentanta zamierzonego rodzaju obciążenia.

w trybach Statyka i Wymiarowanie - wykresów wyświetlanych rodzajów wyników.




- akcja zmniejszania skali symboli graficznych *sceny*:













w trybie Schemat - aktywnych obciążeń na modelu konstrukcji. Przyjęto zasadę, że operacji tej podlegają zawsze obciążenia tego samego co do wymia-



ru fizycznego, a wyboru dokonuje się przez uaktywnienie reprezentanta zamierzonego rodzaju obciążenia.

w trybach Statyka i Wymiarowanie - wykresów wyświetlanych rodzajów wyników.



-  - akcja automatycznego umieszczania widoku modelu całej konstrukcji lub jej wyselekcjonowanego fragmentu w środku okna *sceny*.  
Jeśli przed wykonaniem akcji nie został zaznaczony żaden obiekt *sceny*, to program wyznacza środek aktualnego widoku modelu, a następnie przenosi całość tak, że ten środek pokryje się z *centrum sceny* (czerwona kulka).  
Jeśli natomiast dokonana została wcześniej selekcja grupy obiektów (prętów, węzłów), to bazą wyznaczania środka jest tylko ta grupa.

#### Grupa narzędzi w trybie Schemat:

-  - akcja wyświetlania i gaszenia *płaszczyzny roboczej*.
-  - akcja przejścia do **kreowania pręta** w modelu konstrukcji.
-  - akcja wstawiania węzłów (podział zaznaczonego pręta lub grupy prętów).  
Przed wykonaniem tej akcji należy zaznaczyć co najmniej jeden pręt.
-  - akcja usuwania węzła (scalania współliniowych prętów).  
Przed wykonaniem tej akcji należy zaznaczyć pręty, które mają być scalone (przekształcone w jeden pręt).  
Scalane pręty muszą być współliniowe i mieć ten sam rodzaj przekroju,
-  - akcja otwarcia okna dialogowego Wydłużanie pręta, co umożliwia dokonanie operacji wydłużenia lub skrócenia pręta (od końca **A** lub **B** i wzdłuż jego osi) o zadaną wielkość  $\Delta L$  - mierzoną wzdłuż osi pręta lub  $\Delta x$  - zadaną jako rzut wielkości wydłużenia lub skrócenia pręta na oś  $x$  płaszczyzny roboczej przy jej aktualnym położeniu.
-  - akcja dodania nowego obciążenia prętowego do zaznaczonych prętów.
-  - akcja dodania nowego obciążenia płaszczyznowego dla zaznaczonych prętów.
-  - akcja otwarcia okna generatora linii pomocniczych.
-  - akcja symetryzacji modelu konstrukcji. Przed jej wykonaniem należy zaznaczyć pręty, które mają podlegać symetryzacji oraz ustawić *płaszczyznę roboczą* jako płaszczyznę symetryzacji. Wykonanie tej operacji polega na powieleniu zaznaczonych prętów - leżących po jednej stronie *płaszczyzny roboczej* - po przeciwnej stronie jako ich odbicie lustrzane.
-  - akcja naniesienia linii wymiarowych pomiędzy zaznaczonymi węzłami - kierunek wzdłuż osi  $x$  *płaszczyzny roboczej*.
-  - akcja naniesienia linii wymiarowych pomiędzy zaznaczonymi węzłami - kierunek wzdłuż osi  $y$  *płaszczyzny roboczej*.
-  - akcja naniesienia linii wymiarowych pomiędzy zaznaczonymi węzłami - kierunek linii określają węzły.

-  - akcja otwarcia okna dialogowego sytuowania *płaszczyzny roboczej*.
-  - akcja rozpoczęcia operacji dokowania *płaszczyzny roboczej* na węzłach modelu konstrukcji

#### Grupa narzędzi w trybach Statyka i Wymiarowanie:

-  - akcja ukrywania i wyświetlania wartości liczbowych na wykresach sił przekrojowych na modelu konstrukcji w *oknie sceny*. Ukrycie tych obiektów wpływa na przyspieszenie operacji ekranowych związanych z animacją modelu konstrukcji.
-  - akcja "ukryj schemat", czyli wyświetlanie schematu modelu konstrukcji w stylu "draft" dla uwydatnienia w *oknie sceny* wykresów sił przekrojowych i ugięć.
- Mx** - wyświetlanie / gaszenie wykresu momentów skręcających
- My** - wyświetlanie / gaszenie wykresu momentów zginających w płaszczyźnie *xz* pręta
- Mz** - wyświetlanie / gaszenie wykresu momentów zginających w płaszczyźnie *xy* pręta
- Ty** - wyświetlanie / gaszenie wykresu sił poprzecznych w płaszczyźnie *xy* pręta
- Tz** - wyświetlanie / gaszenie wykresu sił poprzecznych w płaszczyźnie *xz* pręta
- N** - wyświetlanie / gaszenie wykresu sił normalnych (osiowych) pręta
- U** - wyświetlanie / gaszenie wykresu ugięć pręta
- R** - wyświetlanie / gaszenie wektorów reakcji podpór
- ObI** - włączenie/wyłączenie opcji obliczeń dla wartości obliczeniowych obciążeń. Nieaktywna w trybie **Wymiarowanie**.
- Chr** - włączenie/wyłączenie opcji obliczeń dla wartości charakterystycznych obciążeń. Nieaktywna w trybie Wymiarowanie.
- D** - włączenie/wyłączenie opcji obliczeń dla części długotrwałych wartości obciążeń. Obowiązuje dla wyników uzyskanych dla kombinacji obciążeń wg **PN-82/B-02000**. Nieaktywna w trybie Wymiarowanie.
- Cz** - włączenie/wyłączenie opcji obliczeń dla wartości obciążeń określanych przez normę **PN-EN 1990** jako częste. Obowiązuje dla wyników uzyskanych dla kombinacji obciążeń wg **PN-EN 1990**. Nieaktywna w trybie Wymiarowanie.
- QS** - włączenie/wyłączenie opcji obliczeń dla wartości obciążeń określanych przez normę **PN-EN 1990** jako quasi-statyczne. Obowiązuje dla wyników uzyskanych dla kombinacji obciążeń wg **PN-EN 1990**. Nieaktywna w trybie Wymiarowanie.
- T.II** - włączenie / wyłączenie opcji analizy statycznej wg teorii II-go rzędu.

#### **Panel identyfikacji modelu konstrukcji**

Zajmuje prawą górną część okna programu i ma strukturę hierarchiczną umożliwiającą swobodne zarządzanie grupami prętów, węzłów i przekrojów przypisanych do prętów.



### Zarządzanie prętami, węzłami i obciążeniami

Służy do tego komponent zwany "drzewkiem" (ang. tree view), którego głównymi (nadrzędnymi) pozycjami są:

- Tytuł - stanowiąca korzeń (pień) "drzewka" i zawierająca nazwę zadania (nieaktywna)
- Pręty - stanowiąca konar hierarchicznej struktury panelu dla prętów.
- Węzły - stanowiąca konar hierarchicznej struktury panelu dla węzłów.
- Przekroje - stanowiąca konar listy przekrojów przypisanych do prętów konstrukcji.
- Linie pomocnicze - stanowiąca konar listy linii pomocniczych.

Zarówno hierarchia Pręty jak i Węzły są tworzone automatycznie przez program w trakcie kreowania modelu konstrukcji, ale użytkownik może ingerować w jej porządek. Natomiast hierarchia **Przekroje** pełni jedynie rolę informacyjną i służy głównie do selekcji prętów, którym przypisano przekrój wskazany kursorem myszy na pozycji tej hierarchii. Podwójne kliknięcie na określonej pozycji tej hierarchii powoduje otwarcie okna edycji przekroju, co pozwala na wizualizację jego geometrii oraz ewentualną modyfikację (patrz: Edycja nowego przekroju).

Każda automatycznie utworzona gałąź hierarchii Pręty/Węzły zawiera tę grupę prętów/węzłów modelu konstrukcji, które zostały wykreowane przy niezmiennym położeniu *plaszczyny roboczej*, a więc każda grupa prętów/węzłów w hierarchii Pręty/Węzły ma przypisaną *plaszczynę roboczą*, co może być wykorzystane dla usprawnienia kreowania większych struktur prętowych oraz określania ich właściwości geometrycznych lub konstrukcyjnych.

Każda utworzona gałąź obu hierarchii zawiera grupy ponumerowanych prętów/węzłów.

Operacje na panelu hierarchii Pręty/Węzły:

Zmiana tytułu gałęzi: - zaznaczyć kursorem myszki zamierzoną pozycję (gałąź), a następnie kliknąć jeszcze raz na tej pozycji. Wówczas nastąpi udostępnienie pola edycyjnego, w którym można dokonać zmiany nazwy tytułu.

Przeciąganie prętów/węzłów: - zaznaczyć pręt/węzeł (grupę prętów/węzłów), a następnie uchwycić kursorem myszki jeden z zaznaczonych prętów/węzłów i - utrzymując wciśnięty lewy przycisk myszki przeciągnąć kursor na gałąź, w której zaznaczona grupa prętów/węzłów ma być umieszczona.

Dodanie gałęzi: - kliknąć na konarze hierarchii Pręty/Węzły, a następnie użyć klawisza [Ins], co spowoduje pojawienie się nowej gałęzi wybranej hierarchii na panelu.

Usunięcie gałęzi prętów: - kliknąć na zamierzonej gałęzi hierarchii **Pręty**, a następnie użyć klawisza [Del], co spowoduje usunięcie wszystkich prętów zgrupowanych w tej gałęzi, a tym samym - z modelu konstrukcji.

Drugim poziomem hierarchii Pręty są obciążenia przypisane do poszczególnych prętów.


**Uwagi:** Zaznaczenie dowolnej gałęzi hierarchii Pręty lub Węzły powoduje automatyczne przestawienie *pluszczyzny roboczej* w oknie *sceny* do pozycji odpowiadającej wskazanej gałęzi z jednoczesnym wyróżnieniem wszystkich prętów tej gałęzi na modelu konstrukcji w oknie *sceny*. A więc przy pomocy *panelu identyfikacji modelu konstrukcji* można również dokonywać selekcji prętów lub węzłów modelu.

### **Panel grup obciążeń**

Zajmuje prawą dolną część okna programu i zawiera listę zadeklarowanych w zadaniu **grup obciążeń**. Każda pozycja tej listy zawiera symbol i nazwę grupy oraz włącznik do aktywowania i dezaktywowania danej grupy.

#### Operacje na panelu grup obciążeń:

Zaznaczenie grupy obciążeń - zaznaczyć kursorem myszki zamierzoną pozycję listy. Wówczas nastąpi rozwinięcie "drzewka" *panelu identyfikacji modelu konstrukcji* w taki sposób, że ukazane zostaną wszystkie pręty z zaznaczonymi przypisanymi do nich obciążeniami należącymi do wskazanej grupy obciążeń. Pozwala to na grupowe określanie właściwości obciążeń oraz przenoszenie obciążeń z jednej grupy do innej. Ponadto w oknie *sceny* wszystkie obciążenia zaznaczonej grupy zostaną wyróżnione kolorem wyróżnienia.

Jeśli trybie Schemat widok obciążeń jest wyłączony (wyłączony przycisk ) , to operacja wskazania grupy spowoduje doraźne wyświetlenie na widoku konstrukcji oraz selekcję wszystkich obciążeń tej grupy.

Aktywacja/deaktywacja - kliknąć na włączniku obok zamierzonej pozycji listy grup obciążeń. Stan włącznika  oznacza, że ta grupa obciążeń będzie uwzględniona w obliczeniach.

Kopiowanie grupy obciążeń - wskazać kursorem grupę obciążeń, której kopia ma być dołączona do listy, a następnie otworzyć menu podręczne prawym przyciskiem myszy i kliknąć na pozycji **kopiuj obc. grupy** tego menu. Spowoduje to powielenie zaznaczonej grupy obciążeń oraz dołączenie do listy nowej grupy o ta-

kiej samej nazwie z dopiskiem "kopia".  
Właściwości nowej grupy można skorygować w oknie dialogowym **Grupy obciążeń**, które można otworzyć za pomocą pozycji **Edytuj** menu podręcznego.

### **Belka statusowa**

Zajmuje dolną część okna programu i składa się z czterech sekcji:


- sekcja XYZ - do wyświetlania współrzędnych kursora myszki w globalnym układzie odniesienia. Jeśli w trakcie wodzenia kursora zostanie przechwycony węzeł modelu konstrukcji, to wyświetlane są jego współrzędne globalne.
- sekcja **xy** - do wyświetlania współrzędnych kursora na *płaszczyźnie roboczej*. Jeśli w trakcie wodzenia kursora zostanie przechwycony węzeł modelu konstrukcji, to wyświetlane są współrzędne rzutu węzła na *płaszczyznę roboczą*.
- sekcja "**numer**" - do wyświetlania numeru przechwyconego pręta, węzła lub sygnalizowania przechwyconego obciążenia w trakcie wodzenia kursora myszki.
- sekcja "**info**" - do wyświetlania krótkiej charakterystyki przechwyconego (zaznaczonego) obiektu modelu konstrukcji.

### **WSTĘPNE USTAWIENIA PROGRAMU**

Przed rozpoczęciem kreowania nowego zadania wskazane jest dostosowanie ustawień programu do szczególnych cech podejmowanego zadania oraz indywidualnych upodobań co do wizualnej formy wyświetlanych na ekranie monitora obiektów graficznych, a mianowicie:

- lista przekrojów,
- biblioteka materiałów,
- grupy obciążeń,
- opcje kreowania i prezentacji wyników.

### **Lista przekrojów**

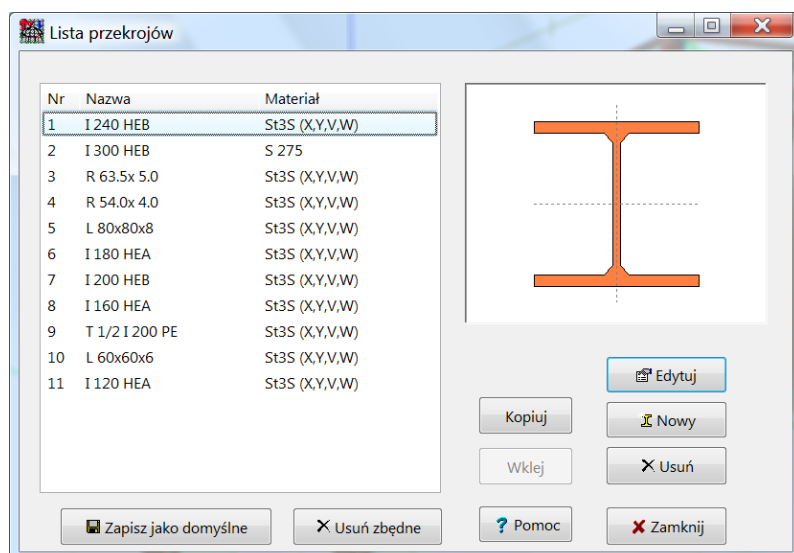
Przygotowanie listy przekrojów odbywa się w oknie dialogowym Lista przekrojów (**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**) otwieranym za pomocą menu głównego programu (Opcja: **Przekroje / Lista przekrojów ...**) lub - bezpośrednio - za pomocą skrótu  paska skrótów.

Elementami sterowania opcjami tego okna są:

*Okno listy przekrojów* - służy do wyświetlania listy przekrojów i zawiera trzy kolumny: numer przekroju, nazwa robocza przekrojów (nadawane przez użytkownika) i nazwa materiału bazowego.

Selekcji pozycji listy (przekroju) dokonuje się przez nasunięcie kursora okna listy na wybraną pozycję listy.

**Uwaga:** Od ustawienia kursora okna listy zależą będzie działanie funkcji: **Nowy** i **Wklej** dialogu, przyjęto bowiem zasadę, że nowy przekrój lub dołączane przekroje z listy innego zadania albo przekrój "wklejany" ze schowka, wstawiane będą w miejsce wskazane przez położenie kursora okna listy, a wskazywany przekrój zostanie odpowiednio przesunięty w dół listy. Z operacją wstawiania nowego przekroju związana jest zmiana ich numerów porządkowych na liście. Nie powoduje to jednak konieczności ponownego przypisania ich do prętów konstrukcji, ponieważ odbywa się to automatycznie w taki sposób, że zachowany jest stan przypisania samych przekrojów, a nie ich numerów porządkowych na liście przekrojów.



Rys. III-5 - Okno listy przekrojów zadania

*Okno widoku przekroju* - spełnia funkcję kontrolną ukazując skalowany rysunek przekroju wskazanego w oknie listy.

*Przycisk Edytuj* - służy do otwarcia okna dialogowego Przekrój, w którym odbywa się kreowanie przekroju.

*Przycisk Nowy* - służy do wywołania okna edycji przekroju dla kreowania nowego przekroju. Do edycji nowego przekroju służy to samo okno dialogowe, co w przypadku edycji przekroju istniejącego.

*Przycisk Usuń* - powoduje usunięcie wskazywanego przez kursor listy (podświetlonego) przekroju z listy przekrojów. Alternatywą tej operacji jest użycie klawisza [Del].

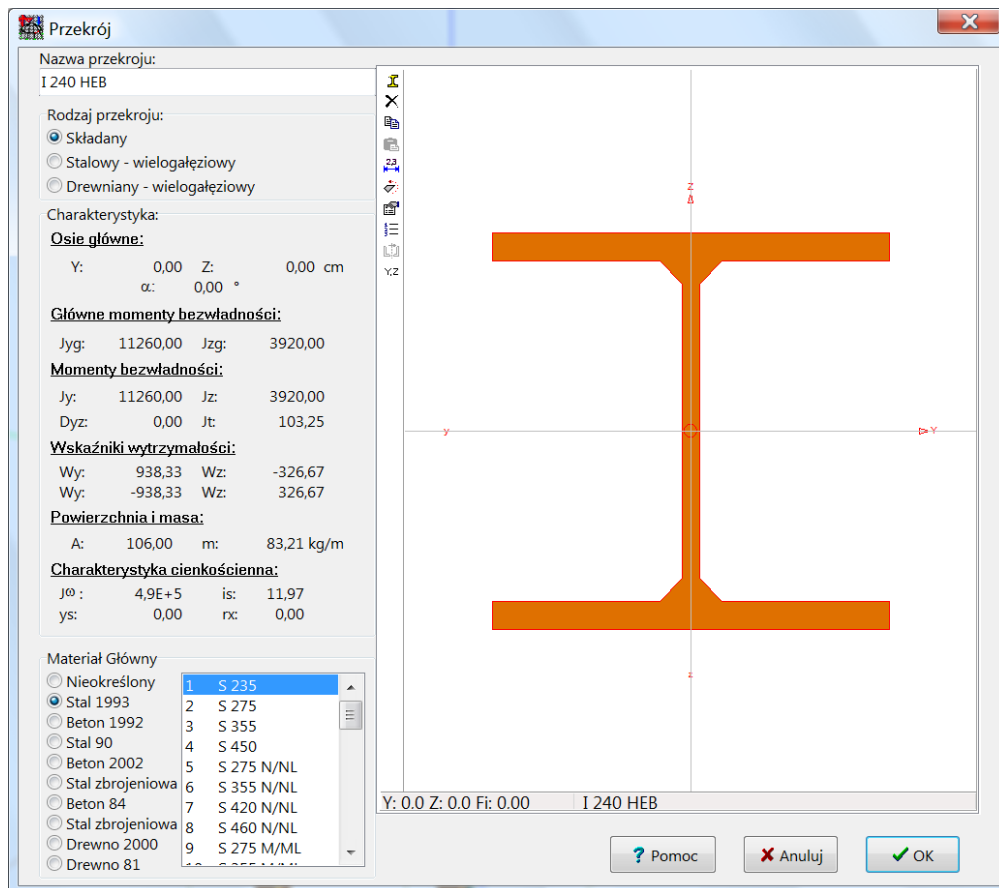
*Przycisk Zapisz jako domyślne* - powoduje zapisanie listy przekrojów jako domyślny zestaw, który będzie automatycznie ładowany przy uruchomieniu programu lub przy przejściu do nowego zadania..

*Przycisk Usuń zbędne* - powoduje usunięcie z listy wszystkich tych przekrojów, które nie zostały przypisane do żadnego pręta modelu konstrukcji.

*Przycisk Kopiuj* - powoduje umieszczenie w schowku systemu Windows wybranego przekroju z listy, który może być następnie "wklejony" (powielony) do listy.

*Przycisk Wklej* - powoduje "wklejenie" uprzednio umieszczonego w schowku systemu Windows przekroju w miejsce poprzedzające pozycję kursora listy. "Wklejenie" nie powoduje żadnego naruszenia porządku przypisania przekrojów prętom.

### Edycja nowego przekroju



Rys. III-6 - Okno kreowania przekroju

Okno edycji przekroju służy zarówno do kreowania nowego przekroju jak i modyfikacji przekroju istniejącego. Elementami kontrolnymi tego okna są:

- *pole edycyjne* Nazwa przekroju,
- *sekcja* Rodzaj przekroju,
- *sekcja* Charakterystyka,
- *sekcja* Materiał główny,
- *okno* edycji przekroju.

*Pole edycyjne* Nazwa przekroju służy do nadania przez użytkownika dowolnej nazwy kreowanego przekroju tak, aby przekrój był łatwo identyfikowany za-

również podczas przypisywania do prętów modelu konstrukcji jak i na sporządzanym dokumencie.

*Sekcja* Rodzaj przekroju zawiera grupę przełączników do wyboru rodzaju przekroju, a mianowicie:

**Składany** - przekrój złożony z dowolnej liczby *kształtowników podstawowych*, które mogą być pobierane z katalogów lub o wymiarach zadawanych przez użytkownika. Każdy kształtownik przekroju składanego może mieć przypisany inny materiał.

Niezależnie od geometrycznej formy złożenia oraz zróżnicowania materiałowego przekroju składanego, obowiązuje założenie, że poszczególne kształtowniki są powiązane ze sobą w sposób zapewniający pełne zespolenie przekroju uprawniające do stosowania zasady płaskich przekrojów (zasada Bernoulli'ego) przy deformacji pręta.

**Stalowy - wielogąłęziowy** - jest to przekrój generowany przy pomocy specjalnego trybu edycji typowych przekrojów stosowanych w konstrukcjach stalowych. Przekroje te mają z góry narzuconą konfigurację zawartych w nich kształtowników i są jednorodnie materiałowe.

Norma PN-B/90-03200 określa szczególne warunki konstruowania i wymiarowania tego typu przekrojów.

Ważną cechą tego typu przekrojów jest możliwość ich przypisywania do prętów o zmiennej wzdłuż ich osi geometrii przekroju. W odróżnieniu od przekrojów składanych, zmienność dotyczy wymiarów charakterystycznych przekroju wielogąłęziowego, a nie kształtowników.

**Drewniany – wielogąłęziowy** - jest to przekrój generowany przy pomocy specjalnego trybu edycji typowych przekrojów stosowanych w konstrukcjach drewnianych. Normy PN-81/B-3150 i PN-B-3150:2000 określają szczególne warunki projektowania i wymiarowania prętów o takich przekrojach. Przekroje te mają z góry narzuconą konfigurację zawartych w nich kształtowników i mogą być zróżnicowane materiałowo.

*Sekcja* Charakterystyka służy do wyświetlania wartości liczbowych wielkości określających charakterystykę geometryczną przekroju.

*Sekcja* Materiał główny służy do przypisania przekrojowi tzw. *materiału głównego* przekroju z listy materiałów. Charakterystyka przekroju *składanego* zróżnicowanego materiałowo jest zawsze sprowadzana do *materiału głównego*. Ponieważ sztywności przekroju na siłę osiową i momenty są wyznaczane dla właściwości tego materiału, to charakterystyka geometryczna poszczególnych kształtowników w przekroju jest sprowadzana do właściwości mechanicznych tego materiału. Zalecaną praktyką jest przyjmowanie za *materiał główny* materiał przypisany dominującego kształtownika w przekroju.


Przypisanie *materiału głównego* polega na wyborze odpowiedniego przełącznika *rodzaju materiału* oraz wskazaniu z sąsiadującej listy konkretnego jego *gatunku*.

*Okno edycji przekroju* stanowi kanwę dla edycji przekroju *składanego* lub dla wizualizacji przekrojów *wielogąłęziowych* (stalowego lub drewnianego).

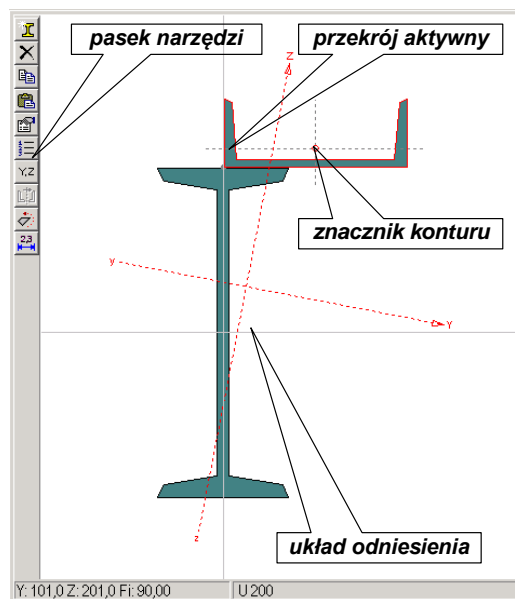
## Edycja przekroju składanego

Jeśli w oknie dialogowym Przekrój w sekcji Rodzaj przekroju został wybrany przełącznik Składany, to kreowanie (składanie) przekroju odbywa się w oknie edycji, co sprowadza się do korzystania z narzędzi stowarzyszonego z tym oknem paska narzędzi (Rys. III-7).

Przyciski paska narzędzi oraz operacje myszką umożliwiają:

Dołączanie nowego kształtownika do przekroju. Aby dołączyć nowy kształtownik do przekroju składanego należy użyć narzędzia  paska narzędzi stowarzyszonego z oknem edycji przekroju lub użyć klawisza [Ins], co spowoduje otwarcie okna dialogowego Profil (Rys. III-8), które umożliwia wybór nominału lub zadanie wymiarów kształtownika oraz określenie jego innych właściwości. Elementami sterowania okna Profil są:

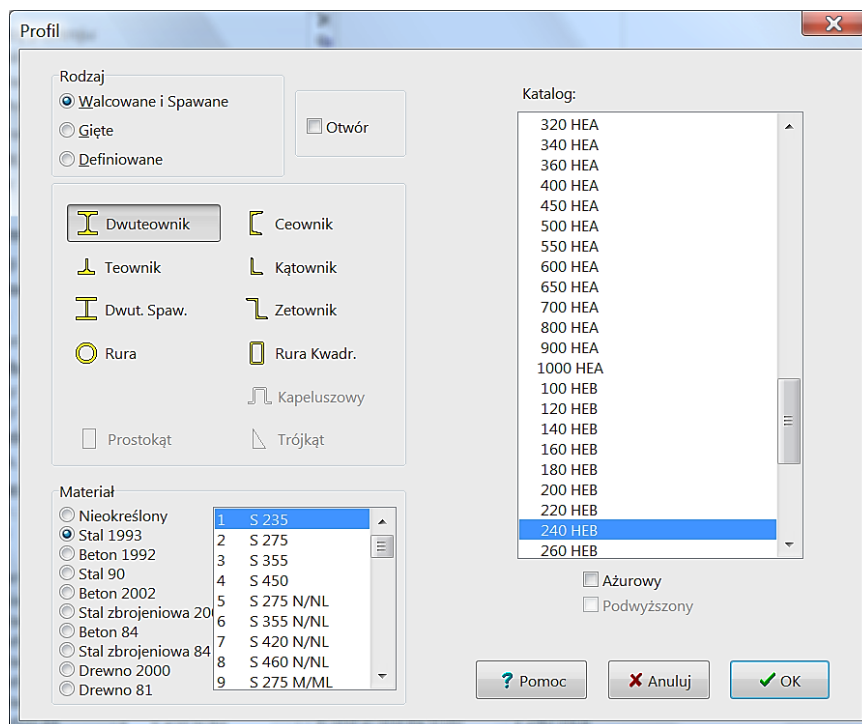
- *Grupa przełączników* Rodzaj służąca do wyboru tzw. technologii kształtownika, a więc: *walcowane i spawane* - pobierane z katalogów, *gięte* - kształtowane na zimno, również pobierane z katalogów oraz *definiowane* - o wymiarach zadawanych przez użytkownika.
- *Włącznik Otwór* do deklarowania kształtownika jako otworu w innym kształtowniku. Pozwala to na uwzględnianie ewentualnych osłabień przekroju spowodowanych wycięciami.
- *Sekcja przycisków-piktogramów* do wyboru rodzaju kształtownika.



Rys. III-7 - Okno edycji przekroju składanego

- Sekcja Materiał do przypisania kształtownikowi rodzaju i gatunku materiału.
- Sekcja wymiarów kształtownika, która zawiera:
  - listę nominałów - dla kształtowników znormalizowanych rodzaju *walcowanie i gięte* (Rys. III-8),

rysunek kształtownika wraz z polami edycyjnymi do zadawania wymiarów - dla kształtowników rodzaju *definiowane* (Rys. III-9).




• Rys. III-8 - Okno pobrania kształtownika z katalogu

Po zamknięciu okna Profil pobierania kształtownika przyciskiem OK pobrany kształtownik ukazuje się w oknie edycji *przekroju składanego* i na ogół wymagana jest korekta jego ustawienia względem wcześniej dołączonych kształtowników.


Uaktywnianie kształtownika w oknie edycji przekroju. Kliknąć wewnątrz jego konturu, co spowoduje jego wyróżnienie przez narysowanie jego konturu kolorem wyróżnienia.


Zmiana pozycji kształtownika w przekroju. Może być dokonana na dwa sposoby:


- Przez przeciąganie za pomocą myszki, co polega na nasunięciu kursora myszki w obszar kształtownika, wciśnięciu lewego przycisku i przeciągnięciu kształtownika na zamierzoną pozycję. W trakcie przeciągania kształtownika wychwytywane są takie jego położenia względem pozostałych kształtowników, przy których ma miejsce pokrywanie wierzchołków konturu kształtownika z wierzchołkami pozostałych kształtowników w przekroju, dzięki czemu można łatwo osiągnąć dokładny wierzchołkowy styk dwóch kształtowników.
- Bezpośrednio za pomocą narzędzia  paska narzędzi stowarzyszonego z oknem edycji przekroju składanego, które powoduje otwarcie okienka umożliwiającego zadanie liczbowych wartości współrzędnych tzw. *znacznika konturu* (w postaci czerwonego kółka rysowanego w wierzchołku konturu aktywnego kształtownika) w układzie odniesienia oraz kąta obrotu kształtownika względem *znacznika*.





*Znacznik* może być ulokowany w dowolnym wierzchołku konturu, co polega na wciśnięciu klawisza [Ctrl], zbliżeniu kursora do zamierzonego wierzchołka konturu aktywnego kształtownika i kliknięciu lewym przyciskiem myszki.

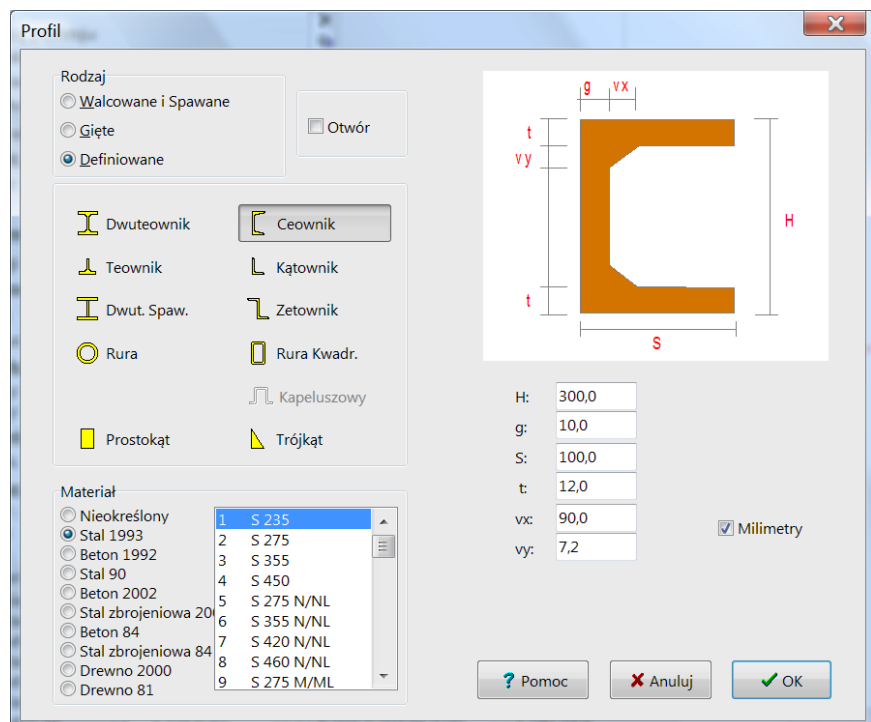
Usuwanie kształtownika z przekroju. Aby usunąć kształtownik z przekroju składanego należy go uaktywnić (kliknąć w jego obszarze), a następnie użyć narzędzia  paska narzędzi stowarzyszonego z oknem edycji przekroju lub użyć klawisza [Del].

Kopiowanie kształtownika do schowka. Należy wpierw uaktywnić zamierzony kształtownik, a następnie użyć narzędzia  paska narzędzi stowarzyszonego z oknem edycji przekroju składanego lub użyć kombinacji klawiszy [Ctrl]+[C].


Wklejanie kształtownika ze schowka. Kliknąć na narzędziu  paska narzędzi stowarzyszonego z oknem edycji przekroju składanego lub użyć kombinacji klawiszy [Ctrl]+[V].

Obrót całego przekroju. Użyć narzędzia  paska narzędzi stowarzyszonego z oknem edycji przekroju składanego, które powoduje otwarcie okienka umożliwiającego zadanie wartości liczbowej kąta obrócenia całego przekroju wokół jego środka ciężkości.

Zmiana właściwości kształtownika. Podwójne kliknięcie w obszarze kształtownika lub użycie narzędzia  paska narzędzi stowarzyszonego z oknem edycji przekroju składanego spowoduje otwarcie okna dialogowego Profil, które umożliwi nadanie cech (rodzaj, kształt, wielkość, materiał) wybranemu kształtownikowi.



Rys. III-9 - Okno kreowania kształtownika *definiowanego*

Transformacja lustrzana kształtownika. Polega na zmianie położenia profilu w przekroju tak, że po jej wykonaniu nowe położenie profilu jest odbiciem lustrzanym poprzedniego położenia względem osi pionowej przechodzącej przez punkt wskazywany przez znacznik konturu. Operacja ta może być nieodzowna w odniesieniu do kształtowników nie mających osi symetrii, takich jak kątownik nierównoramienny, zetownik lub trójkąt. W celu dokonania tej operacji należy: uaktywnić kształtownik przekroju, który ma być poddany transformacji, określić płaszczyznę transformacji poprzez odpowiednie ustawienie *znacznika konturu*, a następnie dokonać transformacji za pomocą narzędzia  paska narzędzi stowarzyszonego z oknem edycji przekroju składanego.

Zmiana położenia osi układu odniesienia. Zbliżyć kursor do początku układu odniesienia i wcisnąć lewy przycisk myszki, a następnie przeciągnąć osie układu na zamierzoną pozycję okna edycji przekroju. W trakcie przeciągania następuje przechwytywanie wierzchołków konturu przeciąganego układu odniesienia przez wierzchołki i boki konturów kształtowników w przekroju, co ułatwia pozycjonowanie osi układu względem nich.

Przypisanie materiału głównego do przekroju. W tym celu należy:

1. W sekcji Materiał **główny** okna dialogowego Przekrój wybrać w pierw rodzaj (grupę) materiału.
2. Z odpowiadającej temu rodzajowi (grupie) listy gatunków/klas wskazać zamierzoną pozycję.

**Uwaga:** W przypadku przekrojów wielomateriałowych (zespolonych), należy deklorować materiał jako główny, tzn. wskazać materiał jednego z kształtowników składowych, do którego będą się odnosić wielkości opisujące charakterystykę geometryczno-wytrzymałościową przekroju.

Deklarowanie połączeń spawanych w przekroju składanym. Dla przekrojów złożonych z wielu elementów (kształtowników) stalowych zachodzi konieczność wskazania punktów ich wzajemnego połączenia (zespawania). Jest to niezbędne do prawidłowego określenia geometrii przekroju cienkościennego oraz określenia smukłości poszczególnych ścianek podczas wymiarowania pręta stalowego wg PN-90/B-03200 i PN-EN 1993. Spawy mogą wstępować tylko w wierzchołkach konturu kształtownika, które leżą się na konturze innego kształtownika. Podczas wprowadzania nowego kształtownika i jego ustawiania automatycznie przyjmowane są spawy w punktach spełniających powyższy warunek. Oprócz tego można ręcznie wprowadzać lub usuwać spawy w następujący sposób: Utrzymując wciśnięty klawisz [Shift] kliknąć lewym przyciskiem myszy na zamierzonym punkcie konturu (potencjalnego połączenia).


**Uwaga:** Jeżeli wskazany punkt może być punktem połączenia kształtowników, wówczas wprowadzony zostanie w tym punkcie spaw. Jeżeli w wybranym punkcie był już wprowadzony spaw, wówczas nastąpi jego usunięcie.

Zmiana obszaru roboczego okna edycji przekroju (zoom). W celu powiększenia fragmentu przekroju należy:

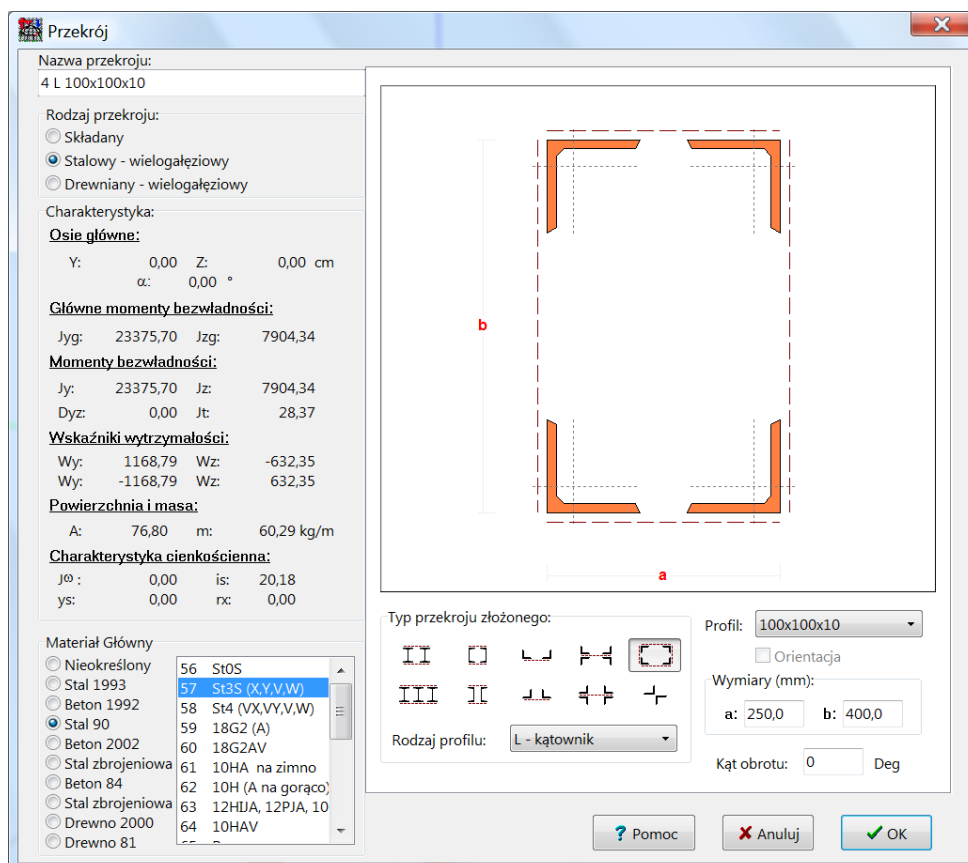
1. Użyć klawisza [F9], co spowoduje zmianę kursora na "krzyżyk"

2. Ogarnąć prostokątem powiększenia obszar okna edycji utrzymując wciśnięty lewy przycisk myszki
3. Zwolnić przycisk myszki, co spowoduje powiększenie rysunku przekroju do rozmiarów określonych prostokątem powiększenia

W celu automatycznego centrowania przekroju w oknie edycji należy użyć kombinacji klawiszy [Ctrl]+[F9].

Wyświetlanie / gaszenie linii wymiarowych przekroju. W tym celu należy kliknąć na narzędziu  paska narzędzi stowarzyszonego z oknem edycji przekroju składanego.

## Edycja stalowego przekroju wielogąłęziowego



Rys. III-10 - Kreowanie stalowego przekroju wielogąłęziowego

Jeśli w oknie dialogowym Przekrój został wybrany przełącznik Stalowy - wielogąłęziowy, to następuje wywołanie trybu kreowania **stalowych przekrojów wielogąłęziowych** w tym oknie dialogowym (Rys. III-10).

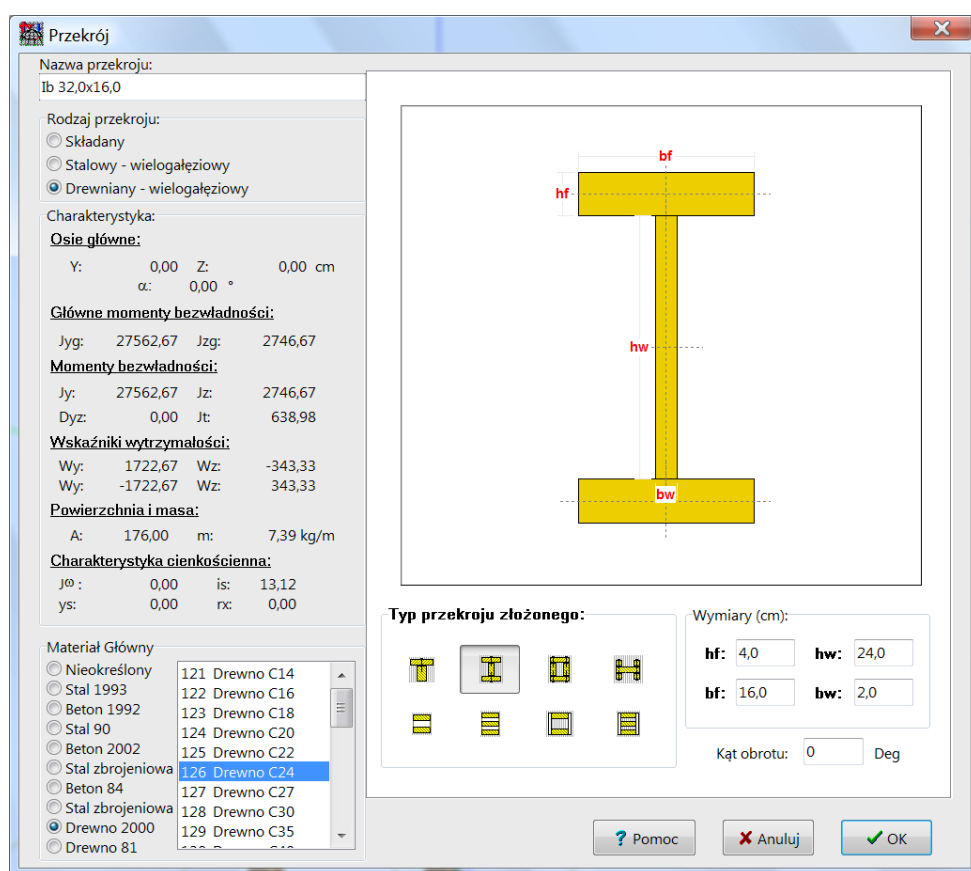
Kreowanie stalowego przekroju wielogąłęziowego polega na:

1. Wybraniu jego typu przez kliknięcie na odpowiednim przycisku sekcji Typ przekroju złożonego

2. Wybraniu kształtownika z listy rozwijalnej Rodzaj profilu. Z każdym typem przekroju wielogałęziowego stowarzyszona jest lista kształtowników zawierająca symbole tych kształtowników, których użycie w wybranym typie przekroju wielogałęziowego ma sens pod względem konstrukcyjnym.
3. Wybraniu nominału katalogowego kształtownika składowego przekroju z listy Profil
4. Zadaniu wymiarów określających wzajemną konfigurację kształtowników składowych
5. Przypisaniu materiału do przekroju w sekcji Materiał Główny.

**Uwaga:** Jeżeli po wykreowaniu przekroju wielogałęziowego zostanie zmieniony jego rodzaj na *składany*, to utraci on wszelkie atrybuty przekroju wielogałęziowego i stanie się przekrojem *składanym*.

### Edycja drewnianego przekroju złożonego



Rys. III-11 - Kreowanie drewnianego przekroju złożonego

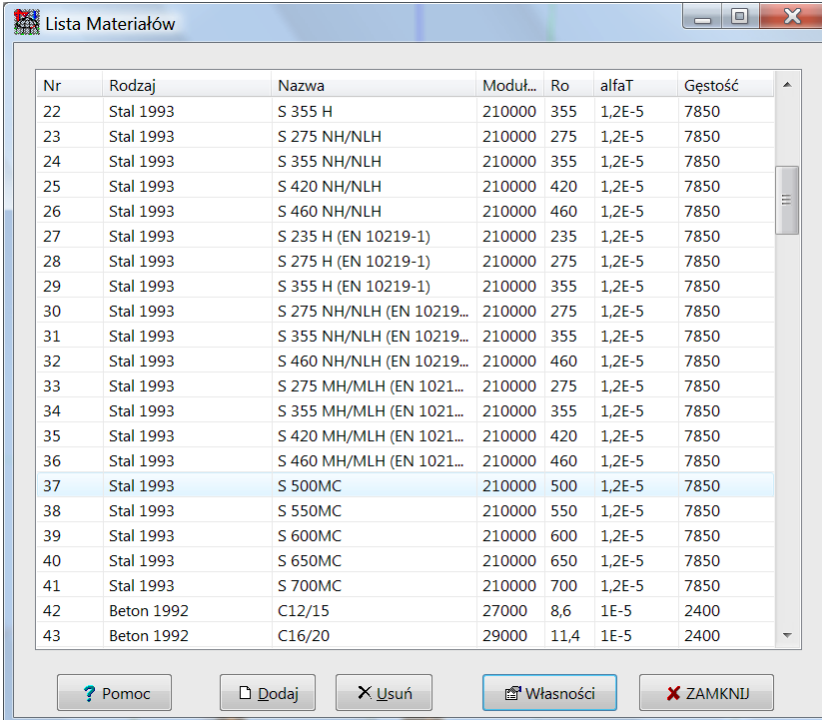
Jeśli w oknie dialogowym **Przekrój** został wybrany przełącznik **Drewno - wielogałęziowy**, to następuje wywołanie trybu generowania **drewnianych przekrojów złożonych** w tym oknie dialogowym (Rys. III-11).

Kreowanie drewnianego przekroju złożonego polega na:

1. Wybraniu jego typu przez kliknięcie na odpowiednim przycisku sekcji Typ przekroju złożonego
2. Zadaniu wymiarów określających wzajemną konfigurację kształtowników składowych
3. Przypisaniu materiału do przekroju w sekcji Materiał Główny.

**Uwaga:** Jeżeli po wykreowaniu przekroju wielogłęziowego zostanie zmieniony jego rodzaj na *składany*, to utraci on wszelkie atrybuty przekroju wielogłęziowego i stanie się przekrojem *składanym*.

### **Biblioteka materiałów**



Nr	Rodzaj	Nazwa	Moduł...	Ro	alfaT	Gęstość
22	Stal 1993	S 355 H	210000	355	1,2E-5	7850
23	Stal 1993	S 275 NH/NLH	210000	275	1,2E-5	7850
24	Stal 1993	S 355 NH/NLH	210000	355	1,2E-5	7850
25	Stal 1993	S 420 NH/NLH	210000	420	1,2E-5	7850
26	Stal 1993	S 460 NH/NLH	210000	460	1,2E-5	7850
27	Stal 1993	S 235 H (EN 10219-1)	210000	235	1,2E-5	7850
28	Stal 1993	S 275 H (EN 10219-1)	210000	275	1,2E-5	7850
29	Stal 1993	S 355 H (EN 10219-1)	210000	355	1,2E-5	7850
30	Stal 1993	S 275 NH/NLH (EN 10219...	210000	275	1,2E-5	7850
31	Stal 1993	S 355 NH/NLH (EN 10219...	210000	355	1,2E-5	7850
32	Stal 1993	S 460 NH/NLH (EN 10219...	210000	460	1,2E-5	7850
33	Stal 1993	S 275 MH/MLH (EN 1021...	210000	275	1,2E-5	7850
34	Stal 1993	S 355 MH/MLH (EN 1021...	210000	355	1,2E-5	7850
35	Stal 1993	S 420 MH/MLH (EN 1021...	210000	420	1,2E-5	7850
36	Stal 1993	S 460 MH/MLH (EN 1021...	210000	460	1,2E-5	7850
37	Stal 1993	S 500MC	210000	500	1,2E-5	7850
38	Stal 1993	S 550MC	210000	550	1,2E-5	7850
39	Stal 1993	S 600MC	210000	600	1,2E-5	7850
40	Stal 1993	S 650MC	210000	650	1,2E-5	7850
41	Stal 1993	S 700MC	210000	700	1,2E-5	7850
42	Beton 1992	C12/15	27000	8,6	1E-5	2400
43	Beton 1992	C16/20	29000	11,4	1E-5	2400


Rys. III-12 - Okno biblioteki materiałów

Jednym z ważnych zasobów programu **RM-3D** jest biblioteka materiałów przechowywana w odrębnym folderze dyskowym o nazwie **MATERIAŁY** oraz w pliku dyskowym o nazwie **mater32.lib**. Zawarte są tam dane fizyczne i mechaniczne materiałów stosowanych w konstrukcjach budowlanych. Wszystkie zawarte w bibliotece materiały zostały sklasyfikowane wg ich rodzajów, tzn. wg norm określających ich właściwości technologiczne i mechaniczne, a mianowicie:

- Nieokreślony (nie związany z żadną normą)
- Stal 1993 (PN-EN 1993)
- Stal 90 (PN-90/B-03200)

- Beton 2002 (PN-B-03264:2002)
- Stal zbrojeniowa (PN-B-03264:2002)
- Beton 84 (PN-84/B-03264)
- Stal zbrojeniowa (PN-84/B-03264)
- Drewno (PN-B-03150:2000)
- Drewno 81 (PN-81/B-03150)

Biblioteka materiałów jest otwarta, a więc może być uzupełniana o materiały, które nie są w niej ujęte. Jeśli dołączany materiał nie można zaklasyfikować do żadnej z w/w norm (ze względu na brak właściwości normowych), to należy go traktować jako *nieokreślony*.

Dostęp do biblioteki (listy) materiałów zapewnia polecenie Przekroje/Materiały ... menu głównego lub alternatywnie - przycisk  paska skrótów. Obie te akcje powodują otwarcie okna dialogowego Lista Materiałów (Rys. III-12), którego elementami sterowania są:

- *Lista materiałów*, której wiersze odpowiadają poszczególnym materiałom biblioteki, natomiast kolumny zawierają tzw. *główne cechy* materiału, które są obligatoryjne, ale nie związane z żadną normą.
- *Przycisk Dodaj* pozwalający na dodanie nowego materiału do biblioteki.
- *Przycisk Usuń* umożliwiający usunięcie materiału z biblioteki.
- **Uwaga:** Usunięcie z biblioteki materiału, który został wcześniej przypisany przekrojom zadania uniemożliwi wykonanie analizy tego zadania.
- *Przycisk Właściwości* otwierający okno właściwości materiału, którego kontroleki służą do zadawania wymaganych przez program cech materiałowych (Rys. III-14), a mianowicie:

*Pole Nazwa materiału* - do wpisania nazwy gatunku lub klasy materiału.

*Grupa pól edycyjnych* - do zadawania tzw. głównych cech mechanicznych, czyli:

- E** - moduł sprężystości podłużnej,
- G** - moduł sprężystości poprzecznej,
- v** - współczynnik Poisson'a,
- Ro** - wytrzymałość umowna (nie związana z żadną normą),
- εT** - współczynnik liniowej odkształcalności cieplnej,
- p** - gęstość masowa.

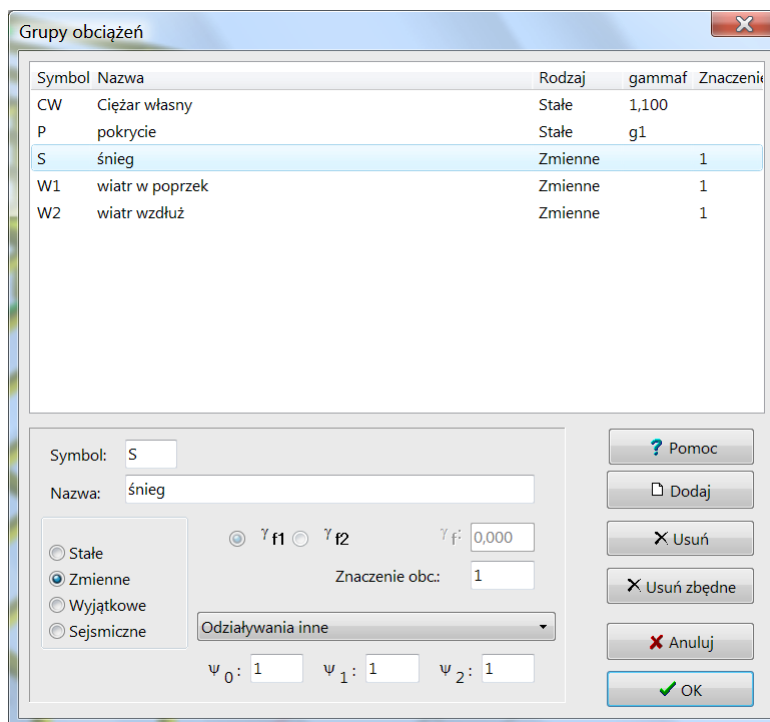
*Sekcja przełączników Rodzaj materiału* - do zaklasyfikowania materiału do grupy normowej. Domyślnie nowy materiał ma status *nieokreślony*.

*Przycisk Kolor* - do otwarcia okna wyboru koloru przypisywanego do danego materiału, którym wypełniane są obszary kształowników przekrojów prętów oraz brył prętów na widoku konstrukcji w oknie *sceny*.

*Sekcja Własności normowe* - do nadawania cech normowych. W zależności od rodzaju materiału zostają udostępniane odpowiednie pola edycyjne do zadawania cech normowych branych pod uwagę przy wymiarowaniu prętów konstrukcji wg normy, z którą dany rodzajowi materiału został związany.

### Grupy obciążeń

Wszystkie pojedyncze obciążenia zadawane w programie **RM-3D** muszą być ujmowane w *grupy* tworzone pod kątem normowych wymogów uwzględnianych w obliczeniach statycznych i wymiarowaniu.



Rys. III-13 - Okno kreowania grup obciążeń

Tworzenie *grup obciążeń* oraz zarządzanie nimi odbywa się w oknie dialogowym **Grupy obciążeń** otwieranym za pomocą polecenia Schemat/Grupy obciążeń menu głównego lub przy użyciu przycisku paska narzędzi oraz przycisku Grupy obciążeń stowarzyszonego z *panelem grup obciążeń*.

Elementami sterowania okna dialogowego Grupy obciążeń są (Rys. III-13):

- *Lista grup*, która zawiera wykaz wszystkich grup obciążeń zadeklarowanych w zadaniu, a kolumnami tej listy są:

**Symbol** - literał składający się maksymalnie z trzech liter alfabetu łacińskiego i musi zawierać co najmniej jedną literę.

**Nazwa** - dowolny tekst zawierający opis grupy obciążeń.

**Rodzaj** - wyraz określający status normowy grupy obciążeń (Stałe, Zmienne, Wyjątkowe, Sejsmiczne).

**$\gamma_f$**  - wartość częściowego współczynnika bezpieczeństwa - dla predefiniowanej grupy **CW** (ciężar własny) lub symbol wskazywanego współczynnika ( **$\gamma_{f1}$**  lub  **$\gamma_{f2}$** ) - dla grupy obciążeń o statusie normowym **Stałe**, dla której obowiązują dwa współczynniki, a ponieważ w programie **RM-3D** współczynniki są przypisywane do poszczególnych obciążeń, to konieczne jest wskazanie, przez któ-

ry współczynnik  $\gamma_f$  mają być mnożone wartości charakterystyczne poszczególnych obciążeń w obrębie danej grupy obciążeń o statusie **Stałe**.

- **Znaczenie** - liczba naturalna nadająca znaczenie danej grupy obciążeń, która ma wpływ na wartość współczynnika redukcji jednoczesności obciążeń przy tworzeniu kombinacji obciążeń.
- Sekcja pól **Symbol, Nazwa, Znaczenie obc.** i  $\gamma_f$  (aktywne tylko dla grupy CW) oraz przełączników **Stałe/Zmienne/Wyjątkowe/Sejsmiczne** i  $\gamma_{f1}/\gamma_{f2}$  (aktywne tylko dla grup o statusie **Stałe**) służących do wyspecyfikowania w/w właściwości wskazanej na liście grupy obciążeń.
- Przycisk listy rozwijalnej do określania kategorii obciążenia o statusie **Zmienne** pod kątem normy **PN-EN 1990**, czyli przy wybranym przełączniku **PN-EN 1993** za pomocą polecenie menu **Wyniki/Kombinacje obciążeń**.
- **Przycisk Dodaj** - do dodawania nowej grupy obciążeń. Niezależnie od pozycji kursora *listy grup obciążeń*, nowa grupa jest dodawana do *listy* na jej pozycję, która wynika z porządku alfabetycznego wg *symboli* grup obciążeń.
- **Przycisk Usuń** - do usuwania - wskazywanej przez kursor *listy* - grupy obciążeń z *listy*, ale dotyczy to wyłącznie grup pustych, czyli takich, które nie mają przypisanych żadnych obciążeń pojedynczych.
- **Przycisk Usuń zbędne** - do usuwania wszystkich grup obciążeń z *listy*, które nie mają przypisanych żadnych obciążeń pojedynczych.

**Nazwa materiału:**  
S 275 N/NL

E: 210000 MPa    Ro: 275 MPa  
 G: 81000 MPa    εT: 1,2E-5 1/K  
 v: 0,3    ρ: 7850 kg/ml

ID: 0  
 ID16: 0

**Rodzaj materiału:**

- Nieokreślony
- Stal 1993
- Beton 1992
- Stal 90
- Beton 2002
- Stal zbrojeniowa 2002
- Beton 84
- Stal zbrojeniowa 84
- Drewno 2000
- Drewno 81

**Własności normowe:**

Norma / Rodzaj stali: EN 10025-3

Liczba zakresów: 2

t <= [mm]	fy [N/mm2]	fu [N/mm2]
40	275	390
80	255	370

? Pomoc    X Anuluj    ✓ OK

• Rys. III-14 - Okno właściwości materiału



Opcje kreowania i prezentacji wyników

Rys. III-15 - Okno ustawień parametrów programu

Doboru opcji i ustawień programu dokonuje się w oknie dialogowym Parametry otwieranym poprzez menu (Narzędzia / Opcje) lub za pomocą przycisku



paska skrótów.

Poszczególne parametry i ustawienia programu są ujęte w czterech zakładkach (Rys. III-15):

Zakładka **Ogólne**

Grupuje kontrolki, które służą do ustawienia opcji programu związanych z wizualizacją modelu w *oknie sceny*, a mianowicie:

*Grupa włączników:*

**Ukryj węzły w widoku konstrukcji** - włączony spowoduje, że symbole graficzne węzłów (w postaci kulek) nie będą wyświetlane przy włączonym widoku konstrukcji, ale wówczas nie będzie możliwa selekcja węzłów w *oknie sceny* za pomocą myszki.

**Ukryj nieaktywne obciążenia** - włączony powoduje, że obciążenia nieaktywne (wyłączone na panelu Grupy obciążeń) nie będą ukazywane na widoku modelu konstrukcji.

**Ukryj osie główne** - włączony spowoduje, że nie będą wyświetlane osie globalnego układu odniesienia w *oknie sceny*.

- Ukryj oznaczenie osi** - włączony sprawia, że na osiach globalnego i lokalnego (związanego z *płaszczyzną roboczą*) układu odniesienia w oknie *sceny* nie będą wyświetlane symbole literowe tych osi.
- Ukryj osie pomocnicze** - włączony spowoduje, że nie będą wyświetlane osie pomocnicze, jeśli zostały one wcześniej zdefiniowane.
- Ukryj środki łuków** - włączony spowoduje wygaszenie w oknie *sceny* obiektów graficznych (w postaci małych kulek), służących do wizualizacji środków łuków osi prętów łukowych.
- Ukryj numery przekrojów** - włączony spowoduje wygaszenie w oknie *sceny* numerów przekrojów wyświetlanych przy środkach prętów.
- Ukryj cel** - włączony spowoduje ukrycie (wygaszenie) w oknie *sceny* tzw. *centrum sceny* w postaci czerwonej kulki.
- Wyglądanie linii** - włączony sprawi, że linie konturów obiektów graficznych modelu konstrukcji (pręty, węzły, obciążenia, podpory) będą wyświetlane bardziej wygładzone. Ten efekt będzie zależał od zdolności karty graficznej i jej ustawień do realizowania tej funkcji.
- Dwustronne wyświetlanie liczb** - włączony powoduje, że cyfry liczb (numerów węzłów i prętów, wymiarów, wartości wyników itd.) będą zawsze wyświetlane obserwatorowi w szyku od lewej do prawej, niezależnie od kąta obrócenia modelu konstrukcji w płaszczyźnie poziomej *sceny*.
- Odwrotne działanie kółka myszy** - włączony powoduje, że działanie tzw. rolki przewijania myszki (jeśli myszka taką posiada) będzie odwrotne od domyślnego, czyli takiego, przy którym obracanie rolką do siebie powoduje oddalanie *sceny*, a od siebie - zbliżanie, co jest uważane za standard i symuluje zbliżanie lub oddalanie obserwatora względem *sceny*.
- Odwrotne działanie klawiszy strzałek** - włączony powoduje, że efekt reakcji na używanie klawiszy strzałek na klawiaturze będzie odwrotny od domyślnego.
- Uprozczone rysowanie przy obracaniu** - włączony spowoduje, że obiekty modelu konstrukcji rysowane będą w sposób uproszczony w trakcie wykonywania animacji (np. obracania *sceny*), co wydatnie zwiększa ich szybkość, zwłaszcza na komputerach z kartą graficzną o mniejszych możliwościach przetwarzania grafiki.
- Nie rysuj obciążeń przy obracaniu** - włączony spowoduje, że obciążenia nie będą rysowane przy wykonywaniu animacji (np. obracaniu *sceny*), co wydatnie zwiększa szybkość animacji, zwłaszcza na komputerach z kartą graficzną o mniejszych możliwościach przetwarzania grafiki.
- Nie rysuj wykresów przy obracaniu** - włączony spowoduje, że wykresy wyników obliczeń (sił przekrojowych, ugięć) nie będą rysowane w trakcie wykonywania animacji, co wydatnie zwiększa szybkość animacji, zwłaszcza na komputerach z kartą graficzną o mniejszych możliwościach przetwarzania grafiki.

**Użyj koloru materiału dla schematu** - włączony powoduje, że kolory prętów na schemacie *kinematycznym* modelu konstrukcji będą identyczne z kolorem materiału przypisanego do przekrojów poszczególnych tych prętów w trakcie tworzenia listy przekrojów.

**Zaznaczaj wybrane elem. na diagramie** - włączony powoduje, zaznaczaniu obiektów graficznych na w oknie *sceny* towarzyszyć będzie jednoczesne wyróżnianie odpowiadającym im pozycjom na drzewku panelu identyfikacji modelu konstrukcji.

**Automatycznie wczytaj ostatnie zadanie** - włączony spowoduje, że otwarciu programu towarzyszyć będzie wczytanie pliku zadania, z którym program został ostatnio zamknięty.

#### **Sekcja Obracanie**

Zawiera dwa pola liczbowe dla określenia parametrów funkcji automatycznego obracania modelu konstrukcji w oknie *sceny*, tj. **Skok**: do zadania liczby określającej o jaki kąt poziomy ma się obrócić model konstrukcji w jednostce czasu określonej w polu **Interwał**.

#### **Sekcja Ukrywanie**

Zawiera dwa pola liczbowe dla określenia położenia płaszczyzn określających warstwę strefy eksponowania modelu konstrukcji. Wartość **Nad płaszczyzną** określa płaszczyznę równoległą do *płaszczyzny roboczej* w odległości równej zadawanej wielkości w [m] w kierunku dodatniej części osi lokalnej z układu związanego z *płaszczyzną roboczą*, natomiast wartość **Pod płaszczyzną** określa położenie drugiej płaszczyzny w odległości zadawanej wielkości w [m] w kierunku ujemnej części osi lokalnej z. Akcja ukrywania modelu konstrukcji polega na wygaszeniu wszystkich szczegółów widoku, które nie zawierają się pomiędzy tymi płaszczyznami. Wartości obu liczb muszą być dodatnie i różne od zera.

#### **Sekcje Położenie źródła światła nr 1 i Położenie źródła światła nr 2:**

Zawierają pola liczbowe dla określenia położenia dwóch źródeł światła względem globalnego układu odniesienia oraz przyciski **Przywróć domyślne** do przywracania współrzędnych domyślnych położenia tych źródeł światła. Położenie źródeł światła ma jedynie wpływ na efekty wizualne modelu konstrukcji w oknie *sceny*.

#### **Pole edycyjne Domyślna nazwa grupy prętów i węzłów**

Służy do wpisania nazwy grup prętów i węzłów nadawanej automatycznie na *panelu identyfikacji modelu konstrukcji* przy ich generowaniu w trakcie kreowania modelu konstrukcji.

#### **Pole edycyjne Zapis awaryjny co:**

Służy do zadania interwału czasu między kolejnymi zapisami zadania do pliku awaryjnego, który jest automatycznie wczytywany po powtórnym uruchomieniu programu nieprawidłowo zamkniętego. Dzięki temu zapisowi awaryjnemu możliwe jest odzyskanie zadania utraconego wskutek niespodziewanego zamknięcia lub zawieszenia programu.

**Pole edycyjne Sprawdzenie aktualizacji co:**

Służy do zadania liczby dni określająca częstotliwość automatycznego sprawdzania przez program czy na serwerze znajdują się nowsze wersje programów w ramach posiadanej licencji. Pierwsze uruchomienie programu w dniu, w którym przypada sprawdzenie aktualizacji spowoduje uruchomienie procedury sprawdzania i ewentualne dokonanie tej aktualizacji, co jest opisane w punkcie *Instalacja programu w komputerze*.

**Przycisk Czcionka okien: nazwa:**

Służy do otwarcia okna systemowego o nazwie **Czcionka**, w którym można dokonać wyboru (kroju i rozmiaru) czcionki jak ma być użyta w opisach zawartych w oknach dialogowych interfejsu programu.

**Włącznik Przywróć ustawienia domyślne przy ponownym uruchomieniu programu:**

Jego włączenie spowoduje, że po zamknięciu programu i ponownym jego uruchomieniu wszelkim parametrom ustawień programu zostaną nadane stany i wartości domyślne.

**Zakładka Schemat**

Grupuje kontrolki, które służą do ustawienia opcji programu związanych z kreowaniem modelu w *oknie sceny*, a mianowicie:

**Pola liczbowe:**

**Tolerancja** - wielkość określająca promień przechwytywania obiektów modelu konstrukcji w trakcie wodzenia kursora myszki po *płaszczyźnie roboczej* w trakcie kreowania pręta.

**Skok** - parametr tzw. grida, tzn. skoku kursora początku lub końca kreowanego pręta w *płaszczyźnie roboczej*.

**Średnica prętów** - ma zastosowania w *kinematycznej* wizualizacji modelu konstrukcji, w której pręty są ukazywane jako wydłużone walce.

**Średnica węzłów** - ukazywanych w postaci kul na modelu konstrukcji zarówno w jego *kinematycznej* jak i *realistycznej* formie wizualizacji.

**Wielkość podpory** - ma zastosowania do symboli graficznych podpór na modelu konstrukcji i determinuje ich wielkość.

**Średnica wektorów obc.** - ma zastosowania do symboli graficznych obciążeń skupionych na modelu konstrukcji i determinuje średnicę wektorów tych symboli.

**Skala obc. skupionych** - ma zastosowania do symboli graficznych obciążeń skupionych na modelu konstrukcji i determinuje wielkość (długość) tych symboli względem geometrii obiektów modelu konstrukcji. Wartość tej skali można również określać za pomocą narzędzi ▲ ▼ paska narzędzi stowarzyszonego z trybem **Schemat**. (Patrz: **Paski narzędzi**).

**Skala obc. rozłożonych** - ma zastosowania do symboli graficznych obciążeń rozłożonych na modelu konstrukcji i determinuje wielkość tych symboli względem geometrii modelu konstrukcji. Wartość tej skali można rów-

niez określać za pomocą narzędzi ▲ ▼ paska narzędzi stowarzyszonego z trybem **Schemat**. (Patrz: **Paski narzędzi**).

**Skala obc. powierzch.** - ma zastosowania do symboli graficznych obciążeń płaszczynowych na modelu konstrukcji i determinuje wielkość tych symboli względem geometrii modelu konstrukcji. Wartość tej skali można również określać za pomocą narzędzi ▲ ▼ paska narzędzi stowarzyszonego z trybem **Schemat**. (Patrz: **Paski narzędzi**).

#### *Sekcja* **Ilość cyfr dziesiętnych**

Zawiera pola liczbowe do określania liczby cyfr po przecinku wartości obciążeń i opisów naniesionych linii wymiarowych.

#### *Sekcja* **Wielkość czcionki**

Zawiera pola liczbowe do określania rozmiaru czcionki numeracji prętów i węzłów, wartości obciążeń oraz wielkości wymiarów względem geometrii obiektów modelu konstrukcji. Wartości tych wielkości są wyrażane w [m], aby łatwiej osiągnąć ich relacje do wymiarów obiektów modelu konstrukcji.

#### Zakładka **Wyniki**

Grupuje kontrolki, które służą do ustawienia opcji programu związanych z generowaniem modelu obliczeniowego konstrukcji oraz prezentacją wyników obliczeń w trybie **Statyka okna sceny**, a mianowicie:

*Pola liczbowe:*

**Ilość wątków obliczeniowych** - liczba naturalna określająca liczbę tzw. **wątków obliczeniowych**, na jakie proces rozwiązywania układów równań ma być podzielony. Domyślnie liczba ta ma wartość 0 (zero), co jest równoznaczne z tym, że proces rozwiązywania równań sprowadza się do jednego wątku i takie ustawienie jest zalecane dla modelu konstrukcji o małej liczbie węzłów (do kilkudziesięciu). Przy większej liczbie węzłów modelu konstrukcji zaleca się zadanie większej liczby wątków, przy czym przy doborze tej liczby należy się kierować liczbą rdzeni, jaką posiada główny procesor komputera. Jeśli w czasie użytkowania programu nie ma w systemie uruchomionych innych aplikacji wykonujących jakieś ważne procesy, to zaleca się, aby liczba deklarowanych wątków obliczeniowych była równa liczbie rdzeni procesora głównego. Wówczas osiągnie się optymalny efekt przyspieszenia procesu obliczeń związanego z analizą statyczno-kinematyczną modelu konstrukcji. Zwiększanie liczby wątków ponad liczbę rdzeni w procesorze jest niecelowe i nie wiąże się z podwyższeniem efektywności obliczeń.

**Dokładność identyfikacji schematu** - liczba wyrażona w [m], a określająca promień przyciągania tzw. węzłów warunkowych (np. końców swobodnych prętów położonych w pobliżu osi innych prętów) do innych prętów. Brana jest pod uwagę przy generowaniu modelu obliczeniowego konstrukcji dla rozstrzygnięcia, czy ten węzeł leży na osi innego pręta.

- Dokładność podziału łuku** - liczba określająca wielkość kąta segmentu łuku, na jakie mają być dzielone - w modelu obliczeniowym konstrukcji - pręty zadeklarowane, jako łuki kołowe.
- Domyślny podział przek. Zmiennego** - liczba całkowita określająca gęstość podziału pręta o zmiennym przekroju w modelu obliczeniowym konstrukcji.
- Ilość cyfr dziesiętnych** - liczba cyfr dziesiętnych po przecinku, z jaką mają być wyświetlane wartości liczbowe wyników.
- Wielkość czcionki** - wysokość czcionki wartości liczbowych wyników wyświetlanych na wykresach wyników obliczeń.
- Dokładność wykresów** - odległość pomiędzy rysowanymi rzędnymi wykresów sił przekrojowych (gęstość kreskowania).
- Skala wykresów momentów** - mnożnik rzędnych wykresów momentów zginających (**Mx**, **My**, **Mz**), który determinuje ich wielkość względem geometrii obiektów modelu konstrukcji.
- Skala wykresów sił** - mnożnik rzędnych wykresów sił (**Ty**, **Tz** i **N**), który determinuje ich wielkość względem geometrii obiektów modelu konstrukcji.
- Skala reakcji** - mnożnik długości wektorów reakcji podporowych, który determinuje ich wielkość względem geometrii obiektów modelu konstrukcji.
- Skala wykresów przemieszczeń** - mnożnik rzędnych wykresów przemieszczeń, który determinuje ich wielkość względem geometrii obiektów modelu konstrukcji.
- Średnica wektorów reakcji** - wartość określająca wymiar poprzeczny wektorów reakcji podporowych, który determinuje ich wielkość względem geometrii obiektów modelu konstrukcji.
- Wypełnianie wykresu** - *włącznik*, którego włączenie spowoduje, że wykresy sił przekrojowych - zamiast kreskowania - będą wypełniane kolorem określonym w zakładce **Kolory**.
- Język wydruków** - *lista rozwijalna* (ang. *combobox*) służąca do wyboru języka, w jakim mają być sporządzane dokumenty (wydruki). Lista ta zawiera cztery pozycje odpowiadające językom: polski, angielski, francuski, niemiecki.
- Opóźnienie przy zmianie obciążeń** - *pole edycyjne* do zadawania czasu (w sekundach) opóźnienia reakcji programu na zmiany kombinacji grup obciążeń dokonywanych na panelu **Grupy obciążeń**. Parametr ten ma znaczenie jedynie w trybach **Statyka** i **Wymiarowanie**, w których każda zmiana kombinacji grup obciążeń wymaga ponownego wykonania obliczeń. W celu umożliwienia wyspecyfikowania zamierzonej kombinacji grup obciążeń (włączeniu lub wyłączeniu włączników przy poszczególnych grupach obciążeń) bez natychmiastowej inicjacji obliczeń po każdej elementarnej operacji na panelu **Grupy obciążeń**, program oczekuje na kolejną operację na panelu (włączenie lub wyłączenie włącznika) zanim

upłynie czas określony w tym parametrze. Jeśli w tym czasie nie zostanie wykonana kolejna operacja na panelu, to dopiero wówczas program inicjuje procedurę obliczeń. Jeśli wyspecyfikowanie konkretnej kombinacji grup obciążeń wymaga dłuższego czasu na zastanowienie się, to mechanizm ten może być doraźnie zawieszony przez utrzymywanie wciśniętego klawisza [Ctrl].

**Separator grup obciążeń** - *pole edycyjne*, które służy do zadania sekwencji znaków (maksymalnie trzech) stanowiącej separator grup obciążeń w literałach kombinacji tych grup .

**Wyniki obliczeń w pliku zadania** - *włącznik*, którego włączenie spowoduje, że wyniki obliczeń zostaną zapisane do pliku zadania wraz z danymi. Dzięki temu, po ponownym otwarciu tego zadania z folderu archiwalnego, nie będzie potrzeby ponownego wykonywania obliczeń.

*Sekcja* **Kombinacje obciążeń** zawiera:

Grupę *przełączników*:

- Auto
- PN-82/B-02000
- PN-EN 1990

służącą do wyboru reguł, wg których mają być w programie tworzone kombinacje grup obciążeń w analizie statyczno-kinematycznej modelu konstrukcji. Ustawienie **Auto** sprawi, że program dokona wyboru normy automatycznie tj., jeśli choć jeden pręt będzie miał przypisany materiał z grupy materiałowej właściwej dla którejkolwiek z norm PN-EN (np. **Stal1993**), to tworzenie kombinacji obciążeń będzie odbywać się w programie wg PN-EN 1990, a w przeciwnym razie – wg PN-82/B-02000.

*Przełączniki*:

- Alternatywne kombinacje obliczeniowe PN-EN**, którego włączenie sprawi, że reguły tworzenia kombinacji wg PN-EN będą rozszerzone o tzw. kombinacje alternatywne, o których mowa w p.6.4.3.2 normy PN-EN 1990.
- Wariantowanie wiodących obc. zmiennych**, którego włączenie sprawi, że kombinatoryka grup obciążeń zostanie poszerzona o podkombinacje względem grup obciążeń zmiennych, traktowanych z osobna, jako tzw. obciążenia wiodące.

Należy mieć świadomość tego, że włączenie tych włączników generalnie powiększa konieczną do wykonania liczbę kombinacji w analizie statyczno-kinematycznej modelu konstrukcji, ale nie zawsze ich włączenie jest celowe z racjonalnego punktu widzenia, bowiem w większości realnych przypadków poszerzenie kombinatoryki, wiążące się z tymi włącznikami, niczego nie wnosi do wyników analizy. Np. w większości przypadków można z góry zakwalifikować określoną grupę obciążeń zmiennych, jako tzw. obciążenie wiodące i wówczas nie jest potrzebne włączanie włącznika Wariantowanie wiodących obc. zmiennych.

### Zakładka Wymiarowanie

Zawiera trzy *włączniki*:

**Aktualizuj wyniki obliczeń** - którego włączenie spowoduje, że po każdej zmianie parametrów wymiarowania prętów w trybie **Wymiarowanie** mającej wpływ na pracę statyczną modelu konstrukcji (np. zmiana przekroju lub metody wyznaczania długości wyboczeniowej pręta) automatycznie będą powtórzone obliczenia w zakresie analizy statycznej i kinematycznej dla aktualnej kombinacji grup obciążeń.

**Aktualizuj obwiednie sił wewn.** - którego włączenie spowoduje, że po każdej zmianie parametrów wymiarowania prętów w trybie **Wymiarowanie** mającej wpływ na pracę statyczną modelu konstrukcji (np. zmiana przekroju lub metody wyznaczania długości wyboczeniowej pręta) automatycznie będą powtórzone obliczenia w zakresie analizy statycznej i kinematycznej dla pełnej kombinatoryki grup obciążeń (obwiedni).

**Zlinearyzowany warunek 6.41 PN-EN 1993-1-1** - mający jedynie związek z modulem STAL1993-3D, a jego włączenie spowoduje, że w obliczeniach związanych z wymiarowaniem prętów stalowych wg PN-EN 1993 warunek 6.41 będzie używany w formie zlinearyzowanej, co pozwala na uzyskanie zgodności tego warunku z innymi warunkami stanu granicznego nośności w przypadkach szczególnych. Warunek 6.41 ma zastosowanie w przypadku dwukierunkowego zginania z udziałem siły podłużnej (osiowej) elementów o przekroju klasy 1 i 2, czyli - w szczególności - obejmuje również przypadek jednokierunkowego zginania bez udziału siły podłużnej, podlegający również warunkowi 6.12. Linearyzacja warunku 6.41 polega na odpowiednim „spierwiastkowaniu” stron nierówności tego warunku.

### Zakładka Kolory

Służy do ustawiania kolorów obiektów graficznych wizualizacji modelu konstrukcji i prezentacji wyników obliczeń. Dla większości obiektów ustawienie koloru polega na określeniu koloru rozproszenia wraz ze współczynnikiem rozproszenia i koloru otaczającego wraz ze współczynnikiem odbicia światła. Ustawienie kolorów obiektów graficznych ma jedynie aspekt czysto wizualny.

### Zakładka Foldery dyskowe

Umożliwia wskazanie domyślne ścieżek dostępu do odpowiednich katalogów dyskowych (folderów) opisanych w oknie zakładki.

Ustawienia dokonane w zakładkach okna dialogowego **Parametry** te są zapamiętywane przy zamykaniu programu, co oznacza, że po ustawienia te są odtwarzane przez program przy jego ponownym uruchomieniu.




## KREOWANIE MODELU KONSTRUKCJI

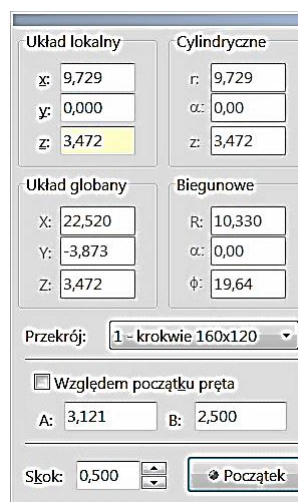
Ogólna koncepcja kreowania modelu przestrzennej konstrukcji prętowej polega na generowaniu schematu statycznego i określeniu właściwości jego obiektów (pręty, węzły, podpory, obciążenia).

Po uruchomieniu programu aktywny jest tryb **Schemat** okna sceny, a *płaszczyzna robocza* zorientowana jest w taki sposób, że jej osie  $x$  i  $y$  leżą w płaszczyźnie ekranu. Zatem można powiedzieć, że wstępnie program **RM-3D** jest domyślnie nastawiony na zadanie "płaskie". Jeśli ustawienie płaszczyzny nie zostanie zmienione, to sposób kreowania schematu podobny jest do tego, jaki obowiązuje w programie RM-WIN w opcji **Geometria/Definiowanie**.

### Kreowanie geometrii schematu

#### Kreowanie pręta

Kreowanie geometrii schematu statycznego wymaga użycia narzędzia  paska narzędzi, co powoduje ukazanie się kursora (w postaci krzyżyka) oraz *węzła początkowego pręta* (w postaci kulki o średnicy równej średnicy symbolu węzła, określanej w zakładce **Schemat** okna dialogowego ustawień parametrów programu). Jednocześnie pojawia się *okienko kreowania pręta* (Rys. III-16).



Układ lokalny		Cylindryczne	
x:	9,729	r:	9,729
y:	0,000	α:	0,00
z:	3,472	z:	3,472
Układ globalny		Biegunowe	
X:	22,520	R:	10,330
Y:	-3,873	α:	0,00
Z:	3,472	φ:	19,64
Przekrój: 1 - krokwie 160x120			
<input type="checkbox"/> Względem początku pręta			
A:	3,121	B:	2,500
Skok: 0,500		<input type="button" value="Początek"/>	

Rys. III-16 - Okienko kreowania pręta

Ruchy myszką sprawiają, że *węzeł początkowy pręta* jest wodzony:

- Po *płaszczyźnie roboczej*, a wodzenie *węzła początkowego* odbywa się po niewidocznych punktach tzw. grida, którego gęstość określa parametr *Skok okienka kreowania pręta*. Jednocześnie w *okienku kreowania pręta* aktualizowane są współrzędne położenia tego węzła.
- Po istniejącym pręcie, a wodzenie *węzła początkowego* odbywa się wzdłuż osi tego pręta ze skokiem określonym przez parametr *Skok okienka kreowa-*

nia pręta. Jeśli włącznik Względem początku pręta jest włączony, to położenie węzła początkowego na pręcie jest wielokrotnością wartości Skok od początku pręta **A**. Jeśli natomiast ów włącznik jest wyłączony, to położenie węzła początkowego na pręcie jest wielokrotnością wartości **Skok** od końca pręta **B**. Niezależnie od tego, podczas wodzenia kursora początku lub końca pręta możliwe jest zadanie bezpośrednich wartości liczbowych określających położenie tego kursora w polach **A** i **B** okienka kreowania pręta.

- Po istniejących węzłach modelu konstrukcji, co następuje po zbliżeniu kursora „+” do dowolnego węzła istniejącego.

**Uwaga:** Wyboru obiektu wodzenia dokonuje się poprzez zbliżenie kursora do zamierzonego obiektu (płaszczyzny roboczej, pręta lub węzła) i wstrzymaniu na krótki moment ruchu myszką. Wówczas nastąpi przechwycenie węzła początkowego kreowanego pręta, a trzecia sekcja linii statusu będzie:

**pusta** - w przypadku przechwycenia węzła początkowego kreowanego pręta przez płaszczyznę roboczą,

**zawierać nr pręta** - w przypadku przechwycenia węzła początkowego kreowanego pręta przez pręt istniejący,

**zawierać nr węzła** - w przypadku przechwycenia węzła początkowego kreowanego pręta przez węzeł istniejący,

Zamierzone położenie początku pręta może być osiągnięte **bezpośrednio** - przez ulokowanie kursora za pomocą ruchów myszki lub **pośrednio** - przez nadanie wartości współrzędnym lokalnym (kartezjańskim, biegunowym lub cylindrycznym) lub globalnym. Najbardziej efektywne jest łączenie tych sposobów, co polega na wstępnym (wizualnym) nasunięciu węzła początkowego pręta na zamierzoną pozycję, a następnie - jeśli nie zostały w pełni osiągnięte współrzędne tego węzła - zadać dokładne wartości tych współrzędnych w okienku kreowania pręta, co polega na przeniesieniu kursora myszki do pól edycyjnych okienka. Aby jednak przy przenoszeniu kursora myszki do okienka nie utracić wstępnej pozycji węzła początkowego należy wcześniej wcisnąć i utrzymać klawisz [Ctrl].

Przy sposobie **bezpośrednim** zatwierdzenia położenia początku pręta na **płaszczyźnie roboczej** lub istniejącym pręcie dokonuje się wprost przez kliknięcie lewym przyciskiem myszki. Natomiast przy sposobie pośrednim należy użyć przycisku **Początek** okienka kreowania pręta.


Po zatwierdzeniu początku pręta pojawia się *cursor pręta* w postaci wydłużonego walca oraz *węzeł końcowy pręta* (w postaci identycznej z *węzłem początkowym*). Od tego momentu wodzenie kursora myszki pociąga za sobą wodzenie węzła końcowego pręta, a sposoby jego pozycjonowania i zatwierdzania są takie same jak dla węzła początkowego.

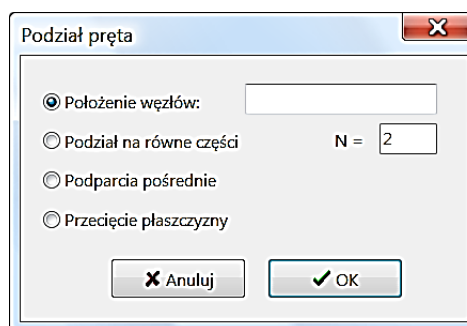
Jeśli schemat statyczny projektowanej konstrukcji ma strukturę płaszczyznową, to zalecane jest korzystanie z **płaszczyzny roboczej** przy kreowaniu poszczególnych podstruktur płaskich tej konstrukcji.

Po wykreowaniu części geometrii schematu statycznego na **plaszczyźnie roboczej** wodzenie węzła początkowego lub końcowego może odbywać się po istniejących węzłach lub prętach. Pozwala to na szybkie kreowanie prętów łączących ze sobą dowolne części schematu statycznego. Dla upewnienia się czy zamierzony węzeł lub pręt przechwycił *węzeł wodzony* należy obserwować linię statusu, w której wyświetlany jest numer węzła lub pręta, który przechwycił *wodzony węzeł*. Dopiero wówczas można zatwierdzić koniec lub początek kreowanego pręta mając pewność, że będzie pokrywał się z zamierzonym węzłem lub leżał na zamierzonym pręcie.

**Uwaga:** W trakcie kreowania prętów schematu statycznego konstrukcji tworzony jest tzw. *panel identyfikacji modelu konstrukcji*, którego odzwierciedleniem jest hierarchiczna (drzewiasta) struktura tekstowa wyświetlana w panelu umieszczonym z prawej strony okna *sceny* (patrz: *Panel identyfikacji modelu konstrukcji*).

### Dzielenie pręta (dodawanie węzłów)

Jeśli z jakichś względów zachodzi potrzeba utworzenia węzła lub kilku węzłów na pręcie lub grupie prętów (np. w przypadku konieczności zróżnicowania przekrojów wzdłuż pręta lub utworzenia tzw. węzła trwałego), to można tego dokonać przy pomocy narzędzia  paska narzędzi, którego użycie spowoduje wyświetlenie okienka Podział pręta (Rys. III-17). Podział pręta, czyli tworzenie węzłów na pręcie może być dokonane na cztery sposoby:




Rys. III-17 - Podział pręta

1. Przez utworzenie węzłów w określonych odległościach od końca *A* pręta, co polega na uprzednim wskazaniu pręta lub grupy prętów, wybraniu przełącznika *Polozenie węzłów* i zadaniu sekwencji wartości liczbowych (odległości w [m] oddzielonych spacjami) w polu edycyjnym obok tego przełącznika, a następnie potwierdzenie tej operacji przyciskiem **OK**.
2. Poprzez podział pręta na *n* równych części, co polega na uprzednim wskazaniu pręta lub grupy prętów, wybraniu przełącznika *Podział na równe części* i zadaniu liczby odcinków w polu edycyjnym *N =*, stowarzyszonym z tym przełącznikiem, a następnie potwierdzenie tej operacji przyciskiem **OK**.

3. Poprzez utworzenie węzłów w miejscach krzyżowania się osi wskazane-  
go pręta z innymi prętami (w tzw. podparciach pośrednich), co polega na  
uprzednim wskazaniu zamierzonego pręta lub grupy prętów, wybraniu  
przełącznika Podparcie pośrednie, a następnie potwierdzeniu tej operacji  
przyciskiem OK. Po wykonaniu tej funkcji na wybranym pręcie lub prę-  
tach zostaną utworzone węzły w punktach podparć pośrednich pręta (prę-  
tów) innymi prętami, a tym samym, nastąpi podział pręta (prętów).
4. Poprzez tworzenie węzłów na osiach zaznaczonych prętów w miejscach,  
które są punktami przebicia osi tych prętów z *płaszczyzną roboczą*. Ten  
sposób podziału pręta (prętów) wymaga: odpowiedniego ustawienia  
*płaszczyzny roboczej* (patrz: **Sytuowanie płaszczyzny roboczej**), zazna-  
czenia pręta lub grupy prętów, wybrania przełącznika **Przecięcie płasz-  
czyzny**, a następnie potwierdzenia tej operacji przyciskiem OK.

### Scalanie prętów (usuwanie węzłów)

Jeśli z jakichś względów zachodzi potrzeba scalenia grupy współliniowych prętów, czyli usuwania węzłów (np. jeśli te pręty mają stanowić jeden element konstrukcyjny), to można tego dokonać przy pomocy narzędzia  paska narzędzi, które jest dostępne wówczas, gdy co najmniej dwa pręty zostały zaznaczone. Użycie tego narzędzia po uprzednim zaznaczeniu grupy prętów spowoduje usunięcie zbędnych węzłów i zamianę tych prętów na jeden pręt.

**Uwaga:** Operacja będzie możliwa do wykonania tylko wówczas, gdy wybrane do scalenia pręty są współliniowe, mają tę samą orientację oraz ten sam rodzaj przekroju. W przeciwnym razie próba scalenia spowoduje wyświetlenie komunikatu: "**Nie można scalić prętów**".

### Kopiowanie struktury prętowej

W przypadku konstrukcji o regularnych strukturach prętowych istnieje możliwość znacznego uproszczenia i przyśpieszenia procesu kreowania geometrii schematu statycznego modelu konstrukcji. Służą do tego polecenia **Zaznacz, Kopiuj** i **Wklej** paska skrótów.

Aby powielić określony fragment modelu konstrukcji należy wyselekcjonować uprzednio zamierzony fragment. Służą do tego operacje przeznaczone do selekcji prętów lub węzłów (patrz: Selekcja prętów lub węzłów). Przed tą czynnością ważna jest pozycja i orientacja *płaszczyzny roboczej*, ponieważ grupa zaznaczonych prętów jest zawsze kojarzona z aktualną *płaszczyzną* w momencie wykonania polecenia Kopiuj.

Po wyselekcjonowaniu grupy prętów należy użyć polecenia **Kopiuj** paska skrótów, a następnie koniecznie odwołać dokonaną selekcję fragmentu modelu konstrukcji poprzez kliknięcie na dowolnym pustym obszarze okna *sceny*, co spowoduje uaktywnienie przycisku **Wklej** paska skrótów, który służy do wykonania polecenia "wklejania" uprzednio skopiowanej do schowka struktury.

Poleceniu **Wklej** towarzyszy pojawienie się okienka Wklejanie prętów (Rys. III-18), które służy do określania sposobu działania tej operacji, czyli liczbę kopii (zadawaną w polu edycyjnym Liczba kopii:) oraz tzw. strategię klonowania (określaną za pomocą wielkości geometrycznych zadawanych w polach edycyjnych sekcji Przesunięcie). Domyślnie parametr Liczba kopii jest równy jeden, a wielkości przesunięć i obrotów w sekcji Przesunięcie są równe zeru.


Rys. III-18 - Parametry "wklejania" struktury prętowej

Strategia klonowania jest ściśle związana z *płaszczyzną roboczą*, która stanowi tzw. *kierownicę klonowania*. Jej rola polega na tym, że przed kolejnym wygenerowaniem kopii struktury prętowej w modelu konstrukcji początek jej układu lokalnego jest przesuwany na scenie o przyrosty ( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta z$ ), sama płaszczyna jest obracana wokół osi jej układu lokalnego o kąty ( $\Delta\phi_x$ ,  $\Delta\phi_y$ ,  $\Delta\phi_z$ ) względem jej poprzedniego położenia. Dzięki temu możliwe jest kopiowanie umieszczonej uprzednio struktury prętowej zarówno w szyku prostym jak i kołowym. Jeśli np. umieszczonym uprzednio w schowku (skopiowanym) fragmentem modelu była rama hali, a kopie tej ramy mają być umieszczone w szyku prostym i w płaszczyznach równoległych do oryginału, to należy wcześniej skojarzyć *płaszczyznę roboczą* z płaszczyzną ramy i skopiować ramę do schowka, a następnie zadać takie wartości przesunięć w polach ( $\Delta\phi_x$ ,  $\Delta\phi_y$ ,  $\Delta\phi_z$ ), aby określały zamierzony kierunek klonowania względem lokalnego układu odniesienia, związanym z *kierownicą klonowania*.

Włączenie *włącznika* Utwórz nowe grupy prętów sprawi, że dla każdej „wklejonej” grupy prętów zostanie utworzona osobna podgrupa w hierarchii Pręty w *panelu identyfikacji modelu konstrukcji*.

### Symetryzacja geometrii modelu konstrukcji

Jeśli schemat statyczny podejmowanego zadania cechuje płaszczynowa symetria geometryczna, to do jego kreowania warto wykorzystać funkcję automatycznego generowania tzw. odbicia lustrzanego zaznaczonego fragmentu sche-

matu. W tym celu należy wpiery zaznaczyć (wyselekcjonować) pręty fragmentu schematu, a następnie ustawić *płaszczyznę roboczą* tak, aby stała się płaszczyzną symetryzacji, czyli pełniła rolę lustra. Teraz wystarczy użyć narzędzia  paska narzędzi, co spowoduje wygenerowanie zaznaczonego wcześniej fragmentu schematu jako jego odbicia lustrzanego, po drugiej stronie *płaszczyzny roboczej*.

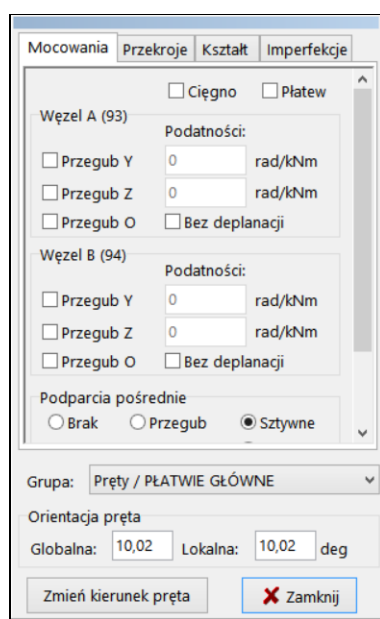
### Automatyczne generowanie typowych struktur prętowych

Tryb Schemat programu **RM-3D** wyposażono w generatory automatycznego kreowania typowych struktur prętowych, a mianowicie:

- przestrzenna rama wielokondygnacyjna i wielonawowa o wzajemnie prostopadłych prętach
- jednonawowa hala o ramach portalowych
- kratownice płaskie o różnych typach skratowań
- wypełnienia prętami (krokwiemi, żebrami) płaskich obszarów zamkniętych, tworzonych przez uprzednio wykreowane pręty

Korzystanie z generatorów jest ściśle związane z *płaszczyzną roboczą*, tzn. sytuowanie generowanej struktury w modelu konstrukcji zależy od położenia tej płaszczyzny, która stanowi tzw. kierownicę (bazę) generacji. Dzięki tym generatorom można znacznie usprawnić kreowanie modelu całej konstrukcji. Każde użycie generatora jest zapamiętywane jako obiekt *panelu identyfikacji modelu konstrukcji*. Umożliwia to korygowanie wygenerowanej struktury, ale do momentu, gdy za pomocą elementarnych operacji kreowania (korekta węzłów, podział lub scalanie prętów) struktura ta nie zostanie naruszona.

### Właściwości prętów




Okno dialogowe "Właściwości prętów" zawiera następujące elementy:

- Zakładki: Mocowania, Przekroje, Kształt, Imperfekcje.
- Opcje:  Ciężno,  Płatew.
- Węzeł A (93):
  - Podatności:  Przegub Y: 0 rad/kNm,  Przegub Z: 0 rad/kNm,  Przegub O:  Bez deplanacji.
- Węzeł B (94):
  - Podatności:  Przegub Y: 0 rad/kNm,  Przegub Z: 0 rad/kNm,  Przegub O:  Bez deplanacji.
- Podparcia pośrednie:  Brak,  Przegub,  Szttywne.
- Grupa: Pręty / PŁATWIE GŁÓWNE.
- Orientacja pręta: Globalna: 10,02, Lokalna: 10,02 deg.
- Przyciski: Zmień kierunek pręta, Zamknij.

Rys. III-19 - Okienko właściwości prętów

Właściwości prętów - konieczne dla uwzględnienia ich cech mających wpływ na realną pracę statyczną i kinematyczną - zostały w programie ujęte w cztery kategorie:

- Mocowania
- Przekroje
- Kształt
- Imperfekcje

Określanie właściwości prętów odbywa się w *okienku właściwości pręta* (Rys. III-19) otwieranym za pomocą narzędzia  paska narzędzi lub przez podwójne kliknięcie na pręcie modelu. Poszczególnym kategoriom właściwości odpowiadają zakładki tego okienka.

Stałymi elementami kontrolnymi *okienka właściwości pręta* są:

*Lista Grupa*, która służy do desygnowania specyfikowanego pręta lub grupy prętów do określonej grupy w hierarchii Pręty na *panelu identyfikacji modelu konstrukcji*.

#### W sekcji **Orientacja pręta**:

- Pole Globalna* - określa odchylenie płaszczyzny kreowania przekroju pręta od pionowej płaszczyzny globalnej pokrywającej się z osią  $x$  pręta (patrz: **Opis modelu pręta**).
- Pole Lokalna* - określa odchylenie płaszczyzny kreowania przekroju pręta od płaszczyzny prostopadłej do ***płaszczyzny roboczej***, a pokrywającej się z osią  $x$  pręta (patrz: **Opis modelu pręta**).
- Przycisk Zmień kierunek pręta* - powoduje transformację pręta polegającą na zamianie węzłów **A** i **B**, czyli obrót pręta w płaszczyźnie orientacji o kąt  $180^\circ$ .

---

W zakładce **Mocowania** ujęto:

**Włącznik Ciężno**, którego włączenie sprawi, że w obliczeniach pręt będzie traktowany jako element konstrukcji nie przenoszący siły ściskającej.

**Włącznik Płatew**, którego włączenie sprawia nadanie prętowi szczególnej właściwości, polegającej na tym, że jest on skrępowany w jednej z płaszczyzn zginania, a konkretnie w płaszczyźnie prostopadłej do jego płaszczyzny orientacji (płaszczyzny większej sztywności pręta). Taka sytuacja ma miejsce w przypadku np. płatwi pokrytych sztywnym przekryciem (np. blachami trapezowymi). W takiej sytuacji składowa obciążenia prostopadła do tzw. płaszczyzny orientacji pręta jest przenoszona przez sztywne przekrycie, co w sposób istotny wpływa na rozkład sił przekrojowych w pręcie oraz linię ugięcia jego osi. Włączenie tej właściwości jest celowe zawsze w sytuacji, gdy pręt ma skrępowaną zdolność do deformacji w jakiejś płaszczyźnie.

#### W sekcjach **Węzeł A** i **Węzeł B**:

**Włącznik PrzegubY** - jego włączenie uwalnia obrót pręta względem węzła **A** lub **B** wokół osi własnej  $y$  pręta. Włączenie ma dwa stany:

"szary" - przy którym możliwe jest zadanie liczbowej wartości podatności połączenia pręta w węźle w [rad/kNm] - w stowarzyszonym z włącznikiem polu liczbowym,  
 "biały" - który oznacza, że połączenie pręta w tym węźle zapewnia całkowicie swobodny obrót pręta.

**Włącznik PrzegubZ** - jak wyżej, lecz dla obrotu wokół osi z pręta w węźle **A** lub **B**.

**Włącznik PrzegubO** - włączenie tego włącznika uwalnia obrót pręta względem węzła **A** lub **B** wokół osi własnej  $x$  pręta. Stowarzyszony włącznik **Bez deplanacji** służy do ograniczenia deplanacji przekroju w węźle na skutek skręcania nieswobodnego.

W sekcji **Podparcia pośrednie przełączniki**:

- Brak** - miejsca skrzyżowań osi pręta z osiami innych prętów nie będą niczym skrępowane (brak jakiegokolwiek połączenia).
- Przegub** - miejsca skrzyżowań osi pręta z osiami innych prętów będą traktowane jako przegubowe (nożycowo).
- Sztywne** - miejsca skrzyżowań osi pręta z osiami innych prętów będą traktowane jako sztywne.
- Różne** - podparcia na poszczególnych skrzyżowaniach osi pręta z osiami innych prętów mogą być zróżnicowane, co polega na określaniu sposobu każdego podparcia (**brak, przegub, sztywne**) w pozycjach tabelki stowarzyszonej z tym przełącznikiem. Tabela zawiera dwie kolumny. W pierwszej wyświetlane są liczby ułamkowe określające względne położenie poszczególnych podparć pośrednich od węzła początkowego pręta. W drugiej kolumnie wyświetlane są zadeklarowane przez użytkownika rodzaje podparć. W celu dokonania zmiany sposobu podparcia w zamierzonym miejscu podparcia należy wskazać kursorem odpowiadającą mu pozycję w tabelce i wykonywać podwójne kliknięcia do momentu uzyskanie zamierzonego sposobu podparcia (brak, przegubowe, sztywne).

Zakładka **Przekroje** wyposażona jest w specjalny komponent do deklarowania zmienności przekroju wzdłuż osi pręta, a składający się z sekcji zmienności przekroju. Każda z sekcji zawiera:

- Okno przekroju* - do wizualizacji wybranego przekroju
- Listę nazw przekrojów* - do wyboru przekroju z listy przekrojów
- Pola  $x$ : i  $x/L$ :* - do określania pozycji przydzielanego przekroju
- Włącznik Następny** - do dołączenia następnej sekcji zmienności przekroju
- Pole Mnożnik ciężaru własnego** - do ewentualnego zwiększenia, zmniejszenia lub wyłączenia ciężaru własnego pręta jako wynika z jego przekrojów i przypisanym im materiałów.



**Uwaga:** Kreowanie sekwencji zmienności przekrojów wzdłuż osi pręta rozpoczyna się od przydzielenia przekroju do pręta w węźle **A** ( $x=0$ ). Następne kroki polegają na przydzielaniu przekrojów w zamierzonych punktach zmienności przekrojów wzdłuż pręta. Jeśli w konkretnym miejscu pręt doznaje skokowej zmienności przekroju, to w tym miejscu muszą być zadeklarowane dwa przekroje.

Zakładka **Kształt** zawiera kontrolki do kształtowania bryły pręta wzdłuż jego osi:

**Włącznik łuk** - włączenie tego włącznika sprawi, że pręt będzie traktowany jako element o kształcie łuku zadaną strzałką łuku w *polu liczbowym F*, przy czym wartość może być ujemna, co oznacza, że łukowe wygięcie osi pręta może dokonane w obu kierunkach płaszczyzny orientacji pręta.

Sekcja *przełączników* **Wyrównanie** (w płaszczyźnie orientacji):

**krawędź górna** - wyrównanie górnych krawędzi wszystkich sekcji pręta do jednej linii łączącej węzły pręta

**oś pręta** - osie sekcji pręta leżą w jednej linii równoległej do linii łączącej węzły pręta (ustawienie domyślne)

**krawędź dolna** - wyrównanie dolnych krawędzi wszystkich sekcji pręta do jednej linii łączącej węzły pręta

Sekcja *przełączników* **Wyrównanie**

(w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny orientacji):

**do lewej** - wyrównanie lewych (od strony dodatniej części osi  $y$  pręta) krawędzi wszystkich sekcji pręta do jednej linii łączącej węzły pręta

**oś pręta** - płaszczyzny kreowania przekrojów poszczególnych sekcji pręta leżą w linii łączącej węzły pręta (ustawienie domyślne)

**do prawej** - wyrównanie prawych (od strony ujemnej części osi  $y$  pręta) krawędzi wszystkich sekcji pręta do jednej linii łączącej węzły pręta

Sekcje **Widok węzła A/B:**

**$\Delta x$**  - skrócenie/wydłużenie pręta w widoku konstrukcji poza węzeł. Dla węzła **A** wartość ujemna oznacza wydłużenie pręta poza węzeł **A**, natomiast dla węzła **B** oznacza jego skrócenie

**$\Phi y$**  - obrócenie przekroju początkowego (końcowego) wokół osi  $y$ , co może być wykorzystane do pasowania końców prętów zbiegających się w węźle

**$\Phi z$**  - obrócenie przekroju początkowego (końcowego) wokół osi  $z$ , co może być wykorzystane do pasowania końców prętów zbiegających się w węźle

*Sekcje łączniki* (dotyczy tylko wielogałęziowych przekrojów stalowych):

**Pole Liczba pól** - liczba naturalna określająca liczbę pól na jakie dzieli pręt przewiązki.

**Przyciski Przewiązki/Skratowanie** - przełączniki wyboru sposobu łączenia gałęzi pręta wielogałęziowego oraz związane z tym wyborem: **h** - wysokość blachy przewiązki, **g** - grubość blachy przewiązki lub **przełączniki kątownik/ceownik** i lista **Profil skratowania** do wyboru nominału kształtownika skratowania.

Zakładka **Imperfekcje** zawiera pola liczbowe do zadawania mimośrodków połączeń prętów w węzłach oraz geometrycznych imperfekcji dla potrzeb analizy konstrukcji w ramach teorii II-go rzędu, a mianowicie:

#### Sekcje **Mimośrodki w węzle A/B:**

- x** - przesunięcie końca pręta względem węzła w kierunku osi własnej **x**,
- y** - przesunięcie końca pręta względem węzła w kierunku osi własnej **y**,
- z** - przesunięcie końca pręta względem węzła w kierunku osi własnej **z**.

#### Sekcja **Imperfekcje pręta (Teoria II-go rzędu):**


**Włącznik PN-EN 1993** - służy do udostępnienia pól  $m_y$  i  $m_z$  dla zadania liczby prętów (z reguły słupów) jakie występują w rzędzie wraz z wymiarowanym prętem w kierunkach osi **y** i **z** pręta, które są ukazywane na pręcie w widoku modelu konstrukcji. Parametry te służą do określenia globalnych imperfekcji przechyłowych dla potrzeb teorii II-rzędu w ujęciu normy **PN-EN 1993**, zgodnie z pkt. 5.3 normy.

Jeśli **włącznik PN-EN 1993** nie jest włączony, to imperfekcje dla potrzeb teorii II-go rzędu należy zadawać w polach:

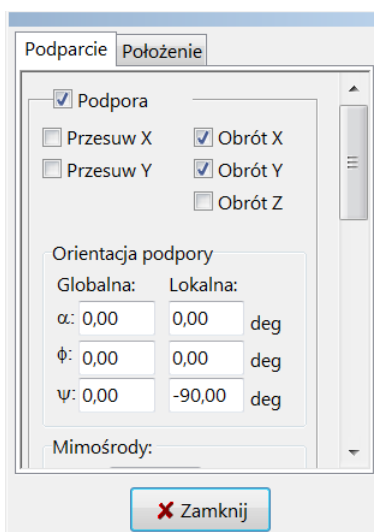
- w<sub>oy</sub>/L** - przechyłowy parametr imperfekcji - tangens kąta pochylenia pręta w lokalnej płaszczyźnie **xy**,
- w<sub>oz</sub>/L** - przechyłowy parametr imperfekcji - tangens kąta pochylenia pręta w lokalnej płaszczyźnie **xz**,
- f<sub>oy</sub>/L** - krzywoliniowy parametr imperfekcji - stosunek strzałki wygięcia pręta w lokalnej płaszczyźnie **xy** do długości pręta,
- f<sub>oz</sub>/L** - krzywoliniowy parametr imperfekcji - stosunek strzałki wygięcia pręta w lokalnej płaszczyźnie **xz** do długości pręta.

### Właściwości węzłów

Węzły schematu statycznego modelu konstrukcji są tworzone w trakcie kreowania prętów jako punkty zbiegających się końców osi prętów. Węzłom można nadawać różne właściwości kinematyczne, które odzwierciedlają rzeczywiste warunki posadowienia konstrukcji na podłożu lub jej wsparcia na innej konstrukcji.

Określanie właściwości węzłów odbywa się w *okienku właściwości węzła* (Rys. III-20) otwieranym za pomocą narzędzia  paska narzędzi (w przypadku selekcji grupy węzłów) lub przez podwójne kliknięcie na pojedynczym węźle

modelu. *Okienko właściwości węzła* zawiera dwie zakładki o nazwach **Podparcie** i **Położenie**.



Rys. III-20 - Okienko właściwości węzła

W zakładce **Podparcie** ujęto kontrolki do określania sposobu podparcia węzła, a mianowicie:

**Włącznik Podpora** - do deklarowania podpory w węzle, z którym związane są włączniki:

**PrzesuwX** - zwolnienie więzi przesuwu w kierunku osi **X** płaszczyzny podstawy podpory

**PrzesuwY** - zwolnienie więzi przesuwu w kierunku osi **Y** płaszczyzny podstawy podpory

**ObrótX** - zwolnienie więzi obrotu wokół osi **X** płaszczyzny podstawy podpory

**ObrótY** - zwolnienie więzi obrotu wokół osi **Y** płaszczyzny podstawy podpory

**ObrótZ** - zwolnienie więzi obrotu wokół osi **Z** prostopadłej do płaszczyzny podstawy podpory

Sekcja **Orientacja podpory** (w układzie globalnym i lokalnym)

**α** - kąt obrócenia podstawy podpory wokół osi Z (globalnej lub lokalnej)

**φ** - kąt obrócenia podstawy podpory wokół osi Y (globalnej lub lokalnej)

**ψ** - kąt obrócenia podstawy podpory wokół osi X (globalnej lub lokalnej)

**Uwaga:** Szczegółowe zasady pozycjonowania płaszczyzny podstawy podpory są takie same jak dla *płaszczyzny roboczej* z konwencją zachowania kąta nachylenia osi **X** względem płaszczyzny globalnej (**X Y**) lub lokalnej (**x y**).

Sekcja: **Mimośrody**

**x:** - mimośród punktu podparcia względem węzła w kierunku osi **x** podstawy podpory

**y:** - mimośród punktu podparcia względem węzła w kierunku osi **y** podstawy podpory

**z:** - mimośród punktu podparcia względem węzła w kierunku osi **z** podstawy podpory

### Sekcja: **Fundament**

**Bx:** - poziomy wymiar planowanego fundamentu (stopy) w kierunku osi **x** układu związanego z podstawą podpory

**By:** - poziomy wymiar planowanego fundamentu (stopy) w kierunku osi **y** układu związanego z podstawą podpory

**H<sub>z</sub>:** - głębokość posadowienia fundamentu względem położenia węzła

**Ex:** - mimośród podstawy planowanego fundamentu (stopy) w kierunku osi **x** układu związanego z podstawą podpory

**Ey:** - mimośród podstawy planowanego fundamentu (stopy) w kierunku osi **y** układu związanego z podstawą podpory

Dla wizualnej weryfikacji zadanych w tych polach wielkości w oknie roboczym kreowania modelu konstrukcji ukazywane są prostokąty odwzorowujące posadowienie fundamentu (stopy). Dotyczy to wyłącznie podpór, dla których zadeklarowano fundament, czyli włączono włącznik.

**Uwaga:** Poszerzenie kreowania modelu obliczeniowego konstrukcji o Fundament ma na celu poszerzenie listy kryteriów wyłaniania (w trakcie analizy statyczno-kinematycznej konstrukcji) kombinacji grup obciążeń pod kątem niekorzystnym przypadkom sił reakcji podporowych na statykę planowanego fundamentu. Obliczeniowy aspekt tego zagadnienia zawarty jest w temacie kombinacje reakcji podpór

### Sekcja: **Wymuszenia**

**W<sub>x</sub>:** - wymuszenie przesuwu podpory w kierunku osi **X** jej podstawy

**W<sub>y</sub>:** - wymuszenie przesuwu podpory w kierunku osi **Y** jej podstawy

**W<sub>z</sub>:** - wymuszenie przesuwu podpory w kierunku osi **Z** jej podstawy

**Φ<sub>x</sub>:** - wymuszenie obrotu podpory wokół osi **X** jej podstawy

**Φ<sub>y</sub>:** - wymuszenie obrotu podpory wokół osi **Y** jej podstawy

**Φ<sub>z</sub>:** - wymuszenie obrotu podpory wokół osi **Z** jej podstawy

### Sekcja **Podatności podpory**

**D<sub>x</sub>:** - podatność na przesuw podpory w kierunku osi **X** jej podstawy

**D<sub>y</sub>:** - podatność na przesuw podpory w kierunku osi **Y** jej podstawy

**D<sub>z</sub>:** - podatność na przesuw podpory w kierunku osi **Z** jej podstawy

**D<sub>Φ<sub>x</sub></sub>:** - podatność podpory na obrót wokół osi **X** jej podstawy

**D<sub>Φ<sub>y</sub></sub>:** - podatność podpory na obrót wokół osi **Y** jej podstawy

**D<sub>Φ<sub>z</sub></sub>:** - podatność podpory na obrót wokół osi **Z** jej podstawy

W zakładce **Położenie** ujęto liczbowe pola edycyjne związane z określaniem położenia węzła w modelu konstrukcji, a mianowicie:

Sekcja: **Względem płaszczyzny**

- $x,y,z$  - współrzędne położenia węzła w układzie lokalnym, związanym z *płaszczyzną roboczą*.
- $\Delta x, \Delta y, \Delta z$  - wartości ewentualnych przesunięć węzła lub grupy węzłów poddyktowanych zamiarem dokonania korekty ich położenia w modelu.

Sekcja: **W układzie globalnym**

- $X,Y,Z$  - współrzędne położenia węzła w układzie globalnym,
- $\Delta Z, \Delta Y, \Delta Z$  - wartości ewentualnych przesunięć węzła lub grupy węzłów.

Sekcja: **Współrzędne cylindryczne**

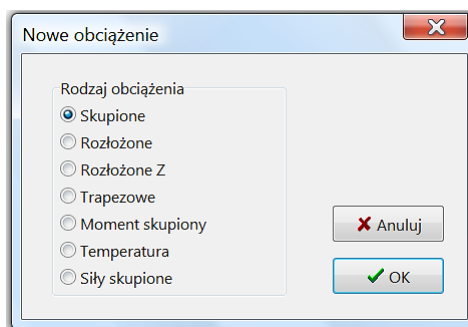
- $r, \alpha, z$  - współrzędne cylindryczne położenia węzła w układzie lokalnym, związanym z *płaszczyzną roboczą*,
- $\Delta r, \Delta \alpha, \Delta z$  - wartości ewentualnych przesunięć węzła lub grupy węzłów wyrażonych jako przyrosty współrzędnych cylindrycznych.

Sekcja: **Współrzędne biegunowe**


- $R, \alpha, \phi$  - współrzędne cylindryczne położenia węzła w układzie lokalnym, związanym z *płaszczyzną roboczą*,
- $\Delta R, \Delta \alpha, \Delta \phi$  - wartości ewentualnych przesunięć węzła lub grupy węzłów wyrażonych jako przyrosty współrzędnych biegunowych.

**Kreowanie obciążeń****Zadawanie obciążenia prętowego**

Wszystkie kreowane obciążenia są przypisywane do prętów, a więc dla ich zadawania należy uprzednio wskazać (zaznaczyć) pręt lub grupę prętów wg reguł jakie obowiązują z selekcją prętów (patrz: Selekcja prętów lub węzłów).



Rys. III-21 - Okno wyboru rodzaju obciążenia

W momencie zaznaczania pręta (grupy prętów) w trybie **Schemat** okna *sceny*, uaktywniane jest narzędzie  paska narzędzi, którego użycie uruchamia sekwencję zdarzeń związanych z zadawaniem nowego obciążenia na zaznaczony pręt

(grupę prętów). Najpierw pojawia się okienko **Nowe obciążenie** (Rys. III-21), zawierające grupę przełączników, które służy do wskazania rodzaju obciążenia.

Po dokonaniu tego wyboru i zaakceptowaniu przyciskiem OK - pojawia się *okienko właściwości obciążenia* (Rys. III-22) wyposażone w:

*Edycyjne pola liczbowe:*

- Pa** - wartość (charakterystyczna i obliczeniowa) obciążenia rozłożonego (liniowego lub trapezowego) od strony węzła **A**  
wartość (charakterystyczna i obliczeniowa) siły skupionej lub momentu skupionego  
wartość (charakterystyczna i obliczeniowa) temperatury w płaszczyźnie orientacji - po stronie dodatniej części jej osi pionowej
- Pb** - wartość (charakterystyczna i obliczeniowa) obciążenia rozłożonego (liniowego lub trapezowego) od strony węzła **B**  
wartość (charakterystyczna i obliczeniowa) temperatury w płaszczyźnie orientacji - po stronie ujemnej części jej osi pionowej
- $\gamma_{f1}$ ,  $\gamma_{f2}$  - częściowe współczynniki bezpieczeństwa obciążenia
- $\psi_d$  - współczynnik części długotrwałej obciążenia

Rys. III-22 - Okienko właściwości obciążenia

*Lista Grupa obciążeń* - dla przypisania obciążenia do grupy obciążeń. Przycisk [...] ulokowany obok listy stanowi skrót do otwarcia okna dialogowego **Grupy obciążeń**, co umożliwia utworzenie nowej grupy obciążeń w trakcie zadawania obciążenia.

*Zakładka Położenie*, a w niej:

#### Sekcja **Położenie początku**:

- x:** - bezwzględna odległość:  
- początku obciążenia rozłożonego od węzła **A** pręta  
- siły skupionej lub momentu skupionego od węzła **A** pręta

- x/L:** - względna odległość
- początku obciążenia rozłożonego od węzła **A** pręta
  - siły skupionej lub momentu skupionego od węzła **A** pręta
- e<sub>y</sub>** - odległość punktu przyłożenia siły skupionej lub początku linii obciążenia rozłożonego od osi **x** pręta w kierunku osi **y**.
- e<sub>z</sub>** - odległość punktu przyłożenia siły skupionej lub początku linii obciążenia rozłożonego od osi **x** pręta w kierunku osi **z**.

#### Sekcja **Położenie końca:**

- x:** - bezwzględna odległość końca obciążenia rozłożonego od węzła **A** pręta
- x/L:** - względna odległość końca obciążenia rozłożonego od węzła **A** pręta
- e<sub>y</sub>** - odległość końca linii obciążenia rozłożonego od osi **x** pręta w kierunku osi **y**.
- e<sub>z</sub>** - odległość końca linii obciążenia rozłożonego od osi **x** pręta w kierunku osi **z**.

#### *Pola liczbowe:*

- Kierunek** - kąt między kierunkiem działania obciążenia, a płaszczyzną przekroju pręta (**Lok.**)  
lub między kierunkiem obciążenia, a płaszczyzną pionową przechodzącą przez oś pręta (**Glob.**)
- Orientacja** - kąt między rzutem obciążenia na płaszczyznę przekroju pręta, a osią **z** (**Lok.**)  
lub między rzutem obciążenia na płaszczyznę pionową (prostopadłą do płaszczyzny orientacji pręta), a globalną osią **Z** (**Glob.**)  
(patrz: Opis modelu obciążenia)

**Uwagi:** Żółte tło pola liczbowego oznacza, że odpowiadająca mu wartość będzie zachowana przy ewentualnej rekonfiguracji pręta spowodowana przesunięciem jego końców lub reorientacją.  
Pola liczbowe wyposażone są w przyciski (strzałki), które ułatwiają zadawanie wartości kątów będących wielokrotnością kąta prostego (90°).

*Zakładka **Zestawienie**, a w niej:*

**Przycisk Pobierz z zestawienia obc.**, którego użycie uruchamia program RM-OBC służący do sporządzania zestawień obciążeń na podstawie PN, co umożliwia pobranie normowych właściwości kreowanego obciążenia z tworzonych lub przygotowanego wcześniej *zestawienia obciążeń*. Szczegółowe informacje na temat tworzenia *zestawienia obciążeń* w programie RM-OBC są zawarte w instrukcji użytkownika tego programu oraz w jego systemie pomocy.

#### Sekcja pól informacyjnych:


- Poz.** - numer i nazwa pozycji zestawienia,  
**Rodzaj:** - normowy charakter obciążenia,  
**Qk:** - wartość charakterystyczna obciążenia.

Sekcja pól edycyjnych: **b:**, **L:**, **h:**, **r:** do zadawania wymiarów obszaru przeliczania (zbierania) obciążenia na pręt modelu konstrukcji. Chodzi mianowicie o zapewnienie zgodności jednostek pobieranej wielkości obciążenia z *zestawienia*, a wielkością obciążenia kreowanego w programie **RM-3D**.

Jeśli np. pobierane obciążenie ma wymiar powierzchniowy [ $\text{kN}/\text{m}^2$ ], a zadeklarowanym rodzajem kreowanego obciążenia jest siła skupiona, to domyślnie przyjmuje się, że wartość liczbowa tej siły jest równoważna pobieranemu obciążeniu, zbranemu z powierzchni prostokąta o wymiarach **b·L**. Wówczas pozostałe liczbowe pola edycyjne są niedostępne, gdyż ich zawartość nie ma wpływu na wynik.

**Włącznik Zestawienie** służy do uwalniania obciążenia od *zestawienia obciążeń*. W momencie pobrania wartości obciążenia z *zestawienia* jest on automatycznie włączany, co oznacza trwałe sprzężenie wartości obciążenia z wielkością pobraną z *zestawienia*, polegające na tym, że wszelkie ewentualne zmiany wartości pozycji *zestawienia* dokonywane w programie RM-OBC są automatycznie uwzględniane w sprzężonym z tą pozycją obciążeniu kreowanym w programie **RM-3D**.

**Pole tekstowe Nazwa** - do wpisania dowolnego tekstu dla zapewnienia łatwiejszej identyfikacji obciążenia na *panelu identyfikacji modelu konstrukcji*.

W trakcie określania właściwości kreowanego obciążenia w oknie *sceny* dokonuje się wizualna aktualizacja symboli graficznych reprezentujących zadawane lub korygowane obciążenia, pod warunkiem, że włączona jest opcja wizualizacji obciążeń (przycisk  paska narzędzi) oraz że grupa, do której należy zadawane obciążenie, jest aktywna (włączony włącznik grupy na panelu obciążeń).

### Zadawanie obciążenia płaszczyznowego


Rys. III-23 - Okienko właściwości obciążenia płaszczyznowego

W celu zadania obciążenia płaszczyznowego należy:

1. Zaznaczyć (wyselekcjonować) grupę prętów, na które ma być przekazane zadawane obciążenie płaszczyznowe (patrz: **Selekcja prętów lub węzłów** - str. III-7).
2. Ustawić *płaszczyznę roboczą* (patrz: **Sytuowanie płaszczyzny roboczej** - str. III-3) w taki sposób, aby określała ona kierunek działania zamierzonego obciążenia



płaszczyznowego, które z założenia działa prostopadle do *płaszczyzny roboczej*, a dodatnia wartość tego obciążenia oznacza, że jego zwrot jest przeciwny do zwrotu lokalnej (związanej z płaszczyzną roboczą) osi  $z$ .

3. Użyć narzędzia  paska narzędzi w trybie **Schemat**, co spowoduje pojawienie się w *oknie sceny* wizualnej formy tego obciążenia oraz *okienka właściwości* obciążenia płaszczyznowego (Rys. III-23 - Okienko właściwości obciążenia płaszczyznowego). Kształt obszaru tego obciążenia będzie zależał od konfiguracji wyselekcjonowanej grupy prętów, na które ma ono być rozłożone. Kształt tego obszaru jest wyznaczany przez program, ale użytkownik może dokonać jego korekty w *okienku właściwości*.

*Okienko właściwości* obciążenia płaszczyznowego jest wyposażone w następujące kontrolki:

*Edycyjne pola liczbowe:*

**Pa** - wartość (charakterystyczna i obliczeniowa) obciążenia płaszczyznowego w wierzchołku jego obszaru, którego współrzędna  $x$  na skojarzonej *płaszczyźnie roboczej* jest najmniejsza,

**Pb** - wartość (charakterystyczna i obliczeniowa) obciążenia płaszczyznowego w wierzchołku jego obszaru, którego współrzędna  $x$  na skojarzonej *płaszczyźnie roboczej* jest największa,

$\gamma_{t1}$ ,  $\gamma_{t2}$  - częściowe współczynniki bezpieczeństwa obciążenia płaszczyznowego,


$\psi_d$  - współczynnik części długotrwałej obciążenia płaszczyznowego.

**Lista Grupa obciążeń** - dla przypisania obciążenia płaszczyznowego do grupy obciążeń. Przycisk [...] ulokowany obok listy stanowi skrót do otwarcia okna dialogowego **Grupy obciążeń**, co umożliwi utworzenie nowej grupy obciążeń w trakcie zadawania obciążenia płaszczyznowego.

**Zakładka Położenie**, a w niej *grupa zakładek*:

**Zakładka Ogólne** zawierająca:

**Przycisk Płaszczyzna** otwierający okno dialogowe **Płaszczyzna** do określania położenia i orientacji płaszczyzny obciążenia płaszczyznowego, co jest analogiczne z pozycjonowaniem *płaszczyzny roboczej* (patrz: str. II-2).

**Przycisk Aktualna**, którego użycie spowoduje automatyczne ustawienie obciążenia płaszczyznowego w aktualnym położeniu *płaszczyzny roboczej*. Przed wykonaniem tej operacji zaleca się ustawienie *płaszczyzny roboczej* w zamierzonej pozycji, np. za pomocą narzędzia  jej pozycjonowania.

**Grupę włączników:**

**Pionowe**, którego włączenie wymusza kierunek działania obciążenia płaszczyznowego jako równoległy do globalnej osi  $Z$ .

**Prostopadle do prętów**, którego włączenie sprawi, że kierunek wygenerowanych obciążeń prętowych, w trakcie redystrybucji obciążenia płaszczyznowego na poszczególne pręty, będzie prostopadły do osi tych prętów. Jest to przydatne w sytuacji, gdy obciążenie płaszczyznowe ma być prze-

kazane na grupę prętów jako parcie (np. wiatru lub cieczy), zwłaszcza, gdy pręty mają kształt łuku.

**Wartości na długość rzutu prętów**, którego włączenie sprawi, że wartości wygenerowanych obciążeń prętowych, w trakcie redystrybucji obciążenia płaszczyznowego na poszczególne pręty, będą wyrażać intensywność tych obciążeń na rzut pręta, do którego zostały przypisane. Przy czym chodzi tu o rzut pręta na płaszczyznę skojarzoną z obciążeniem płaszczyznowym.

**Pokaż obc. prętów**, którego włączenie spowoduje ukazanie na schemacie konstrukcji w *oknie sceny* wszystkich obciążeń prętowych pochodzących z redystrybucji aktywnego obciążenia płaszczyznowego.

*Pola edycyjne* **ea** i **eb** do zadawania rozkładu mimośrodków obciążenia płaszczyznowego. Za pomocą tych wielkości możliwe jest określenie miejsca przyłożenia obciążeń prętowych (względem osi **x'** prętów) pochodzących z rozłożenia obciążenia płaszczyznowego na poszczególne pręty grupy, z którą związane jest to obciążenie. Należy przy tym mieć na uwadze, że kierunek mimośrodków jest zawsze prostopadły do płaszczyzny obciążenia płaszczyznowego oraz to, że zwrócone są zawsze (przy dodatnich wartościach **ea** i **eb**) od osi pręta ku płaszczyźnie obciążenia płaszczyznowego. Mimośrodki umożliwiają przyłożenie obciążeń prętowych (wynikających z rozłożenia) do zewnętrznych powierzchni prętów (od strony płaszczyzny obciążenia) jak to ma miejsce np. przy przekazywaniu obciążenia pokrycia dachowego na płatwie połaci dachowej.

*Przycisk* **Przekształć na obc. prętów**, którego użycie spowoduje wykonanie trwałego przekształcenia obciążenia płaszczyznowego na pojedyncze obciążenia prętowe. Operacja ta może być cofnięta jedynie za pomocą *skrótów* **Cofnij**.

**Uwaga:** Po wykonaniu tej operacji, zapisaniu zadania i zamknięciu programu, obciążenie płaszczyznowe jest tracone.

*Zakładka* **Pręty obciążone** zawierająca:

*Listę* **Pręty** - stanowiącą wykaz numerów prętów schematu, na które ma być rozdzielane aktywne obciążenie płaszczyznowe.

*Przycisk* **Dodaj pręt** - umożliwiający dodanie do *listy* **Pręty** kolejnego pręta schematu konstrukcji.

*Przycisk* **Usuń pręt** - umożliwiający usunięcie z *listy* **Pręty** wskazanego pręta.

*Przycisk* **Ze schowka** - umożliwiający dołączenie do *listy* **Pręty** numerów prętów uprzednio zaznaczonych i skopiowanych do schowka za pomocą funkcji **Kopiuj paska skrótów**. Umożliwia to poszerzenie grupy prętów, na które ma być rozłożone *obciążenie płaszczyznowe*.

*Zakładka* **Kontur** zawierająca:

*Listę* stanowiącą wykaz numerów węzłów schematu konstrukcji, na których został oparty kontur obszaru obciążenia płaszczyznowego.

*Przycisk **Dodaj węzeł*** - umożliwiający dodanie do *listy* kolejnego węzła schematu konstrukcji.

*Przycisk **Usuń węzeł*** - umożliwiający usunięcie z *listy* wskazanej pozycji (węzła).


*Przyciski  $\uparrow$   $\downarrow$*  - do porządkowania *listy* węzłów dla osiągnięcia zamierzonego kształtu obszaru *obciążenia płaszczyznowego*.

*Przycisk **Wyznacz*** - do korekty konturu obszaru *obciążenia płaszczyznowego* po modyfikacji *listy* węzłów określającej płaszczyznę obszaru tego obciążenia.


*Pola liczbowe **dx, dy*** - służące do zadawania przesunięć wierzchołków konturu obszaru *obciążenia płaszczyznowego* względem odpowiadającym im węzłom schematu konstrukcji umieszczonym na *liście*. Pozwala to na modyfikację obszaru tego obciążenia względem jego kształtu nominalnego.



### Korekta obciążeń

Do korekty właściwości obciążeń służy to samo *okienko* z tym, że przed jego otwarciem należy zaznaczyć obciążenie lub grupę obciążeń w oknie *sceny*.

Selekcji obciążeń dokonuje się w sposób analogiczny do selekcji prętów lub węzłów. Selekcja pojedynczego obciążenia polega na nasunięciu kursora myszki na obszar symbolu graficznego obciążenia w oknie *sceny* tak, aby jego symbol został wyróżniony kolorem wyróżnienia. W tym momencie wystarczy podwójnie kliknąć lewym przyciskiem myszki lub użyć narzędzia  paska narzędzi, co spowoduje wyświetlenie *okienka właściwości obciążenia*. Alternatywą tej operacji jest odszukanie i zaznaczenie zamierzonego obciążenia na *panelu identyfikacji modelu konstrukcji*.

Selekcja grupy obciążeń polega na sekwencyjnym zaznaczaniu pojedynczych obciążeń przy wciśniętym klawiszu [**Shift**] lub przez ogarnięcie *prostokątem selekcji* zamierzonej grupy obciążeń. Warunkiem prawidłowego wykonania selekcji za pomocą *prostokąta selekcji* jest uprzednie wyróżnienie dowolnego obciążenia na schemacie modelu konstrukcji. Selekcji wszystkich obciążeń przypisanych do określonej grupy obciążeń można dokonać wprost przez zaznaczenie nazwy tej grupy na panelu obciążeń.

Usuwanie obciążeń sprowadza się do zaznaczenia obciążenia lub grupy obciążeń, a następnie użyciu klawisza [**Del**] lub przycisku  paska skrótów.

Podobnie jak w kreowaniu geometrii schematu modelu konstrukcji, wszelkie operacje związane z kreowaniem obciążeń mogą być łatwo anulowane za pomocą skrótów  i .

Oprócz bezpośredniego dostępu do właściwości pojedynczego obciążenia lub ich wyselekcjonowanej liczby, istnieje możliwość przeglądania i korekty właściwości obciążeń za pośrednictwem tzw. *listy obciążeń*. W celu wyświetlenia *listy obciążeń* na tle *okna sceny* należy użyć polecenia **Schemat/Lista obciążeń** głównego menu programu, którego efektem będzie pojawienie się *okna listy obciążeń*.

Lista obciążeń:

Grupa	Pręt	Rodzaj	Nazwa	Wartość	Współczyn...	Położenie	Poz.	Przeliczani...
Wwz-Wiatr ...		Powierzc...	Powierzchnio...	0,88 / 0,00	1,250			
Wwz-Wiatr ...	1	Rozłożone	Rozłożone	2,00	1,000	0,000 / 10,000		
Wwz-Wiatr ...	2	Rozłożone	Rozłożone	2,00	1,000	0,000 / 10,000		
Wwz-Wiatr ...	2	Rozłożone	Rozłożone	2,00	1,000	0,000 / 10,000		
Wwz-Wiatr ...	4	Rozłożone	Rozłożone	2,00	1,000	0,000 / 10,000		
St-Stałe	1	Skupione	Skupione	1,30	1,300 / 1,000	0,000		
St-Stałe	1	Skupione	Skupione	1,30	1,300 / 1,000	1,000		
St-Stałe	1	Skupione	Skupione	1,30	1,300 / 1,000	2,000		
St-Stałe	1	Skupione	Skupione	1,30	1,300 / 1,000	3,000		
St-Stałe	1	Skupione	Skupione	1,30	1,300 / 1,000	4,000		

Pomnóż

Własności

Zamknij

Rys. III-24 - Okno listy obciążeń

Okno to zawiera tabelę, której wiersze odpowiadają poszczególnym zadaniem obciążeniom, a kolumny zawierają istotniejsze właściwości tych obciążeń, pozwalających na łatwiejszą ich identyfikację, a mianowicie:

- Grupa** - nazwa grupy obciążeń, do której zadane obciążenie zostało przypisane,
- Pręt** - numer pręta, do którego zadane obciążenie zostało przyłożone,
- Rodzaj** - nazwa rodzaju obciążenia (rozłożone, skupione itd.),
- Nazwa** - nadana przez użytkownika nazwa obciążenia,
- Wartość** - wartość obliczeniowa danego obciążenia,
- Położenie** - parametry położenia obciążenia na pręcie, do którego zostało ono przyłożone,
- Poz.** - numer pozycji *zestawienia obciążeń*, z której została pobrana jego wartość w zakładce **Zestawienie** *okienka właściwości obciążenia*,
- Przelicz.** - geometryczne parametry przeliczeniowe z wartości pobranej z *zestawienia obciążeń* na wartość danego obciążenia.

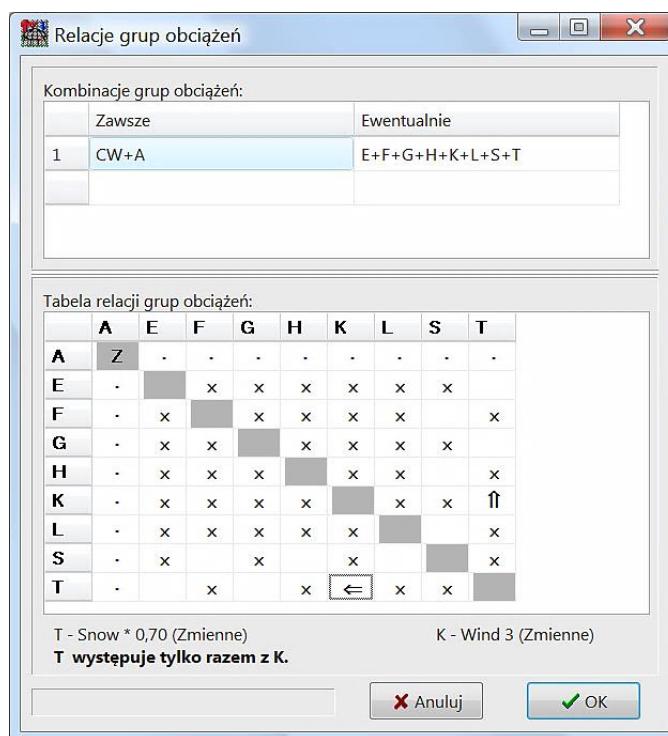
W oknie listy obciążeń można dokonywać następujących operacji:

- Selekcja obciążeń, co polega na podświetlaniu kursorem myszy pojedynczego wiersza tabeli lub kilku wierszy z dodatkowym użyciem klawiszy **[Shift]** i **[Ctrl]**
- Sortowanie wierszy tabeli wg wskazanego klucza, co polega na kliknięciu zamierzonej pozycji nagłówka tabeli. Zasada sortowania polega na tym, że dla kolumny o wartościach numerycznych sortowanie dokonuje się od wartości algebraicznie najmniejszej do największej, natomiast dla kolumny o wartościach alfanumerycznych (tekstowych) - alfabetycznie wg pierwszej litery tekstu
- Wyświetlenie *okienka właściwości obciążenia* przez podwójne kliknięcie na pozycji tabeli - dla korekty pojedynczego obciążenia - lub za pomocą przycisku **Zmień** - dla korekty właściwości wyselekcjonowanej grupy obciążeń.

## Kopiowanie grupy obciążeń

W razie konieczności powielenia obciążeń należących do jednej grupy można tego dokonać poprzez skopiowanie grupy. Operacji tej dokonuje się w *panelu grup obciążeń* za pomocą polecenia **Kopiuj obc. grupy** menu poręcznego (otwieranego prawym przyciskiem myszy) - patrz: *Panel grup obciążeń*.

## Kombinacje grup obciążeń



Rys. III-25 Okno relacji grup obciążeń

Wszelkie obliczenia wykonywane przez program **RM-3D** są mogą być przeprowadzane dla tzw. *aktualnej kombinacji grup obciążeń* lub dla wszystkich realnych kombinacji grup obciążeń, wynikiem czego są tzw. obwiednie wielkości statycznych lub kinematycznych.

### Kreowanie kombinacji aktualnej

Aby uzyskać wyniki obliczeń dla określonej (aktualnej) kombinacji grup obciążeń należy posłużyć się *panelem grup obciążeń* który zawiera listę nazw grup opatrzonych z lewej strony włącznikami przeznaczonymi do włączania i wyłączania grup obciążeń. Tworzenie aktualnej kombinacji sprowadza się do tych operacji. Jeśli okno *sceny* jest w jednym z trybów opcji **Wyniki**, to każda zmiana stanu tych włączników powoduje ponowne wykonanie procedury obliczeń i uaktualnienie prezentacji wyników na modelu konstrukcji w *oknie sceny*. Ten tryb analizy pod kątem kombinacji grup obciążeń jest możliwy tylko wtedy, gdy wyłączony jest włącznik **Obwiednie** na *panelu grup obciążeń*.

## Kreowanie kombinatoryki automatycznej - obwiednie

Przy wyznaczaniu obwiedni wielkości statycznych i kinematycznych, czyli przy wykonywaniu obliczeń z włączonym włącznikiem **Obwiednie** na *panelu grup obciążeń*, w jednym z trybów opcji **Wyniki** realizowana jest procedura automatycznego generowania kombinacji grup obciążeń. Sposób działania tej procedury może być w pełni automatyczny (tryb domyślny) lub półautomatyczny - określany poprzez tzw. klasy kombinacji, których deklaracja odbywa się w oknie **Relacje grup obciążeń** otwieranym przez użycie przycisku **Relacje panelu grup obciążeń** (Rys. III-25).

Głównymi elementami okna warunków dla automatycznej kombinatoryki są:

- **Tabela Kombinacje grup obciążeń**, której wiersze służą do deklarowania tzw. *klas kombinacji* w postaci dwóch łańcuchów znakowych umieszczonych w kolumnach **Zawsze** i **Ewentualnie**. Łańcuchy te mogą zawierać jedynie symbole grup obciążeń oraz znaki „+” i „/”. Użycie znaku „/” między symbolami dwu lub więcej grup obciążeń oznacza generowanie kombinacji, w których występuje tylko jedna z wymienionych w danej sekwencji grup obciążeń (patrz przykłady poniżej).

Domyślnie tabela ta ma jeden wiersz, a łańcuchy w kolumnach **Zawsze** i **Ewentualnie** są inicjowane na podstawie normowych statusów poszczególnych grup obciążeń. Deklarowanie kolejnych *klas kombinacji* polega na dodawaniu kolejnych wierszy tej tabeli i odpowiednim specyfikowaniu reguł w kolumnach **Zawsze** i **Ewentualnie**. Kreowanie kolejnych klas nie jest obowiązkowe i ma sens wówczas, gdy - w związku z dużą liczbą grup obciążeń - czas konieczny do wykonania procedury w pełni automatycznego tworzenia kombinacji dla konkretnego zadania będzie zbyt długi.

Przykłady zasad generowania kombinacji:

1. Zawsze: (pusta)  
Ewentualnie:**A+B+C+D**  
Kombinacje:  

1)	5) <b>D</b>	9) <b>BC</b>	13) <b>ABD</b>
2) <b>A</b>	6) <b>AB</b>	10) <b>BD</b>	14) <b>ACD</b>
3) <b>B</b>	7) <b>AC</b>	11) <b>CD</b>	15) <b>BCD</b>
4) <b>C</b>	8) <b>AD</b>	12) <b>ABC</b>	16) <b>ABCD</b>
2. Zawsze: **A**  
Ewentualnie:**B+C+D**  
Kombinacje:  

1) <b>A</b>	5) <b>ABC</b>
2) <b>AB</b>	6) <b>ABD</b>
3) <b>AC</b>	7) <b>ACD</b>
4) <b>AD</b>	8) <b>ABCD</b>
3. Zawsze: (pusta)  
Ewentualnie:**A+B+C/D/E**  
Kombinacje:  

1)	5) <b>AB</b>	9) <b>D</b>	13) <b>E</b>
2) <b>A</b>	6) <b>AC</b>	10) <b>AD</b>	14) <b>AE</b>

- |             |               |                |                |
|-------------|---------------|----------------|----------------|
| 3) <b>B</b> | 7) <b>BC</b>  | 11) <b>BD</b>  | 15) <b>BE</b>  |
| 4) <b>C</b> | 8) <b>ABC</b> | 12) <b>ABD</b> | 16) <b>ABE</b> |

Sekwencja „C/D/E” powoduje generację kombinacji grup obciążeń tak jak dla trzech klas prostych: „A+B+C”, „A+B+D”, „A+B+E”.

4. Zawsze: **A/B**  
 Ewentualnie: **C/D+E**  
 Kombinacje:

- |               |               |                |                |
|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 1) <b>A</b>   | 5) <b>AD</b>  | 9) <b>BE</b>   | 13) <b>BDE</b> |
| 2) <b>AC</b>  | 6) <b>ADE</b> | 10) <b>BCE</b> |                |
| 3) <b>AE</b>  | 7) <b>B</b>   | 11) <b>BD</b>  |                |
| 4) <b>ACE</b> | 8) <b>BC</b>  | 12) <b>BE</b>  |                |

- **Tabela relacji grup obciążeń**, która służy do określania współzależności (relacji) pomiędzy poszczególnymi grupami obciążeń podyktowanymi specyfiką obciążeń przypisanych do tych grup, co pozwala na pominięcie nierealnych kombinacji w wynikach obliczeń.

W **Tabeli relacji** można określić następujące współzależności między dwiema dowolnymi grupami obciążeń:

- **wykluczenie** jednoczesnego działania obciążeń (Np. *Wiatr z lewej* - *wiatr z prawej*; *Śnieg* - *temperatura latem*). Symbolem tej relacji jest znak  $\times$ .
- **łączne** działanie obciążeń - obie grupy obciążeń muszą występować w danej kombinacji. Symbolem tej relacji jest znak  $+$ .
- **warunkowe** występowanie obciążeń - obciążenia jednej grupy mogą występować tylko pod warunkiem występowania obciążeń drugiej grupy (Np. obciążenia poziome pochodzące od suwnicy mogą występować tylko wtedy, gdy występują obciążenia pionowe od suwnicy). Symbolem tej relacji są znaki  $\Leftarrow$ ,  $\Uparrow$ , przy czym obowiązuje zasada, że znak "strzałka" wskazuje grupę podrzędną, a więc tą, która ma być brana do kombinacji warunkowo, czyli wówczas, gdy w danej kombinacji występuje grupa nadrzędna.

Oprócz tego możliwe jest również określenie atrybutu dla pojedynczej, wybranej grupy obciążeń:

- **Obciążenia nie występują** - wykluczenie obciążeń danej grupy z kombinatoryki obciążeń. Symbolem tego atrybutu jest znak **X** (nigdy).
- **Obciążenia występują zawsze** (Np. obciążenia stale działające na ustrój nie będące ciężarem własnym). Symbolem tego atrybutu jest znak **Z** (zawsze).

**Tabela relacji grup obciążeń** pełni rolę podrzędną w stosunku do tabeli **Kombinacje grup obciążeń**. Oznacza to, że jeżeli konkretna kombinacja obciążeń - ustalona na podstawie *klas kombinacji* - nie spełnia relacji grup obciążeń, wówczas nie jest ona brana pod uwagę podczas wyznaczania obwiedni wielkości statycznych.

### Uwagi

Przy kreowaniu kombinacji aktualnej grup obciążeń należy mieć na względzie aspekty związane z częściowymi współczynnikami bezpieczeństwa obcią-

żeń oraz współczynnikami ich części długotrwałej. O tym w jaki sposób wartości obciążeń są brane do obliczeń decydują stany przycisków **Obl**, **Chr** i **D**, **D+k** paska narzędzi w trybie **Wyniki** okna *sceny* lub alternatywnie - stany włączników **Obliczeniowe** i **Obc. długotrwałe** opcji **Wyniki** menu głównego.

### Kombinacje dla obliczeniowych wartości obciążeń

Program **RM-3D** wykonuje obliczenia statyczne i kinematyczne dla obliczeniowych wartości obciążeń przy włączonej opcji **Wyniki / Obliczeniowe**. Wartości te zależne są od częściowych współczynników bezpieczeństwa oraz od aktualnej kombinacji obciążeń zmiennych.

Ustalanie wartości obliczeniowych obciążeń dokonywane przez program jest w pełni zgodne z normą PN-82/B-02000 i odbywa się na podstawie właściwości określonych dla grup obciążeń w oknie dialogowym **Grupy obciążeń**.

Dla *kombinacji podstawowych* wg PN-82/B-02000 p.4.2.2. współczynniki redukcji jednoczesności obciążeń ( $\psi_o$ ) ustalane są na podstawie uszeregowania obciążeń zmiennych występujących w danej kombinacji według ich znaczenia. Temu celowi służy właściwość **Znaczenie** nadawana *grupom obciążeń*. Liczba ta jest liczbą naturalną od 1 do 99 i służy jedynie określeniu kolejności obciążeń wg ich znaczenia od najmniejszej liczby do największej. Na podstawie tej kolejności ustalany jest współczynnik redukcji jednoczesności obciążeń. Jeżeli kilka grup obciążeń posiada taką samą liczbę **Znaczenie**, wówczas nadawana jest im ta sama wartość współczynnika  $\psi_o$ . W szczególności gdy wszystkie grupy posiadają **Znaczenie** równe **1**, to współczynnik  $\psi_o$  dla wszystkich grupy obciążeń wynosi **1,0**.

Dla *kombinacji wyjątkowej* wszystkim grupom obciążeń zmiennych nadawany jest współczynnik  $\psi_o = 0,8$  niezależnie od wartości ich właściwości **Znaczenie**.

Włączenie opcji **Wyniki / Obc. długotrwałe** powoduje, że dodatkowo dla obciążeń zmiennych uwzględniane są współczynniki ich części długotrwałej, a obciążenia wyjątkowe są pomijane.

### Kombinacje dla charakterystycznych wartości obciążeń

Charakterystyczne wartości obciążeń uzyskuje się przy wyłączonej opcji **Wyniki / Obliczeniowe**. Są to kombinacje obciążeń w stanach granicznych użytkowania, dla których nie stosuje się współczynników jednoczesności obciążeń i częściowych współczynników bezpieczeństwa. W tego rodzaju obliczeniach pomijane są zawsze obciążenia wyjątkowe. Dla *kombinacji obciążeń długotrwałych* uwzględniane są dodatkowo współczynniki części długotrwałej obciążeń zmiennych przypisywane poszczególnym grupom obciążeń.

Kombinacje obciążeń długotrwałych uzyskuje się przy włączonej opcji **Wyniki / Obc. długotrwałe**.

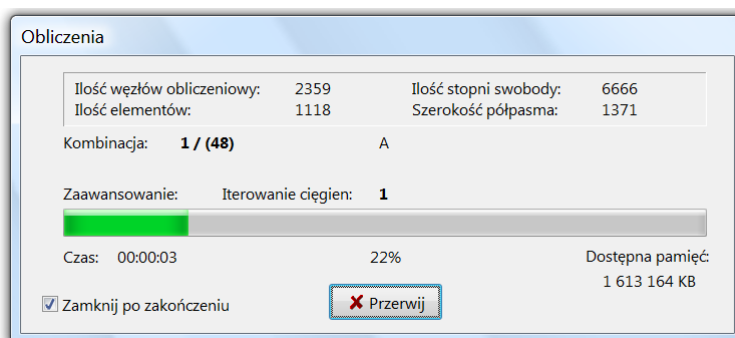


**ANALIZA STATYCZNA I KINEMATYCZNA - PREZENTACJA WYNIKÓW****Postawy teoretyczne algorytmów obliczeniowych**


Podstawą teoretyczną algorytmu obliczeń jest liniowa pod względem fizycznym teoria pręta prostego I-go rzędu lub II-go rzędu, czyli z uwzględnieniem interakcji między momentami zginającymi i siłą osiową, a zastosowana w algorytmie metoda analizy statycznej i kinematycznej układów prętowych jest odpowiednio zmodyfikowaną metodą przemieszczeń uwzględniającą zarówno odkształcenia wywołane momentami zginającymi i skręcającymi jak i siłami osiowymi. Dzięki tej metodzie uzyskiwane w programie wyniki obliczeń statycznych i kinematycznych mają charakter ścisły w ramach teorii pręta pryzmatycznego I-go rzędu.

Zastosowana parametryzacja elementów (prętów) modelu obliczeniowego schematu konstrukcji prętowej została pomyślana w taki sposób, że model obliczeniowy całkowicie pokrywa się z kreowanym przez użytkownika schematem geometrycznym modelu konstrukcji, tzn. przy agregacji układu równań nie dokonuje się dodatkowego podziału prętów na elementy ze względu na obciążenia, a wyniki odnoszące się do prętów (siły przekrojowe, ugięcia) są wyznaczone w sposób algebraiczny - na podstawie wyznaczonych kinematycznych parametrów węzłowych.

Naprężenia normalne wyznaczone są według formuły ściskania ze zginaniem ukośnym, przy założeniu zachowania płaskości przekroju po deformacji pręta.

**Wykonanie obliczeń i prezentacja wyników**

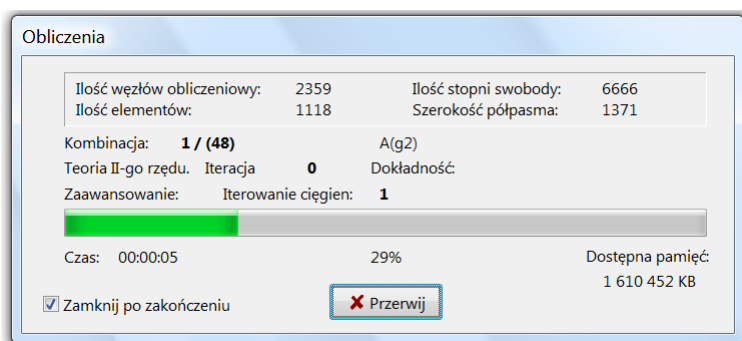
Rys. III-26 - Okno stanu obliczeń

Jeśli schemat statyczny modelu konstrukcji został poprawnie wykreowany, to możliwe staje się wykonanie obliczeń i przeglądanie wyników obliczeń. W tym celu należy użyć przycisku  paska skrótów lub za pomocą polecenia **Wyniki/Statyka** menu głównego programu. Na czas wykonywania obliczeń pojawia się *okienko stanu obliczeń* informujące o rozmiarach zadania pod względem numerycznym oraz o stopniu zaawansowania obliczeń (Rys. III-26). Jeśli obliczenia mają być wykonane dla obwiedni, to w *okienku stanu obliczeń* dodatkowo wy-

świetlana jest liczba porządkowa kombinacji grup obciążeń wraz z całkowitą liczbą możliwych kombinacji oraz odpowiadający jej literal grup obciążeń.

Po pomyślnym wykonaniu obliczeń następuje przejście w tryb **Statyka** okna *sceny*. Domyślnie na prętach modelu konstrukcji - wzdłuż ich osi - rysowane są wykresy momentów zginających **My** i **MZ** oraz dokonuje się aktualizacja paska narzędzi, udostępniając narzędzia do prezentacji wyników obliczeń (patrz: Paski narzędzi).

Obliczenia mogą być wykonane w ramach tzw. teorii I-go rzędu (zalecane w przypadku konstrukcji o małej wiotkości) lub w ramach tzw. teorii II-go rzędu, czyli z uwzględnieniem interakcji pomiędzy siłami osiowymi, a momentami zginającymi w prętach, wywołanej ich ugięciami (zalecana w obliczeniach konstrukcji wiotkich, czyli o prętach wrażliwych na wyboczenie giętne). Wyboru opcji dokonuje się poprzez menu główne (włączenie opcji: **Wyniki/Teoria II-go rzędu**) lub przez włączenie narzędzia **T.II** paska narzędzi w trybach **Statyka** i **Wymiarowanie**. W tym przypadku obliczenia są wykonywane iteracyjnie, aż do osiągnięcia takiego stanu równowagi modelu konstrukcji, w którym zmiany przemieszczeń w kolejnych iteracjach są mniejsze od założonej dokładności obliczeń, (Rys. III-27).



Rys. III-27 - Okno stanu obliczeń wg teorii II-go rzędu

Wyniki obliczeń mogą być prezentowane szczegółowo dla pojedynczego pręta lub w formie skrótowej dla wyselekcjonowanej grupy prętów.

### Wyniki dla pojedynczego pręta

Szczegółowa prezentacja wielkości statycznych i kinematycznych dla pojedynczego pręta jest przedstawiana w *okienku wyników dla pręta* otwieranym przez podwójne kliknięcie na zamierzonym pręcie modelu konstrukcji. Elementami kontrolnymi tego okienka są (Rys. III-28).

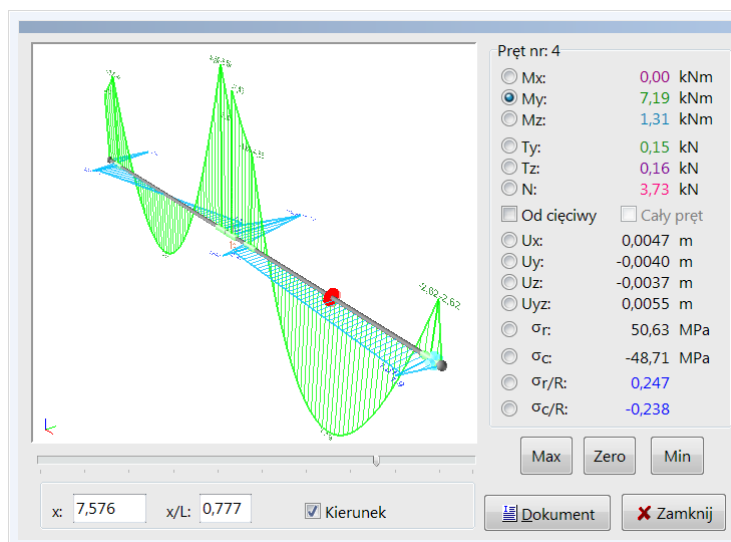
**Okno wykresów** - zawiera schematyczny (uproszczony) rysunek pojedynczego (wskazanego w oknie *sceny*) pręta wraz z wykresami włączonych wielkości na pasku narzędzi w trybie **Statyka**.

Okno wykresów ma takie same właściwości jak okno *sceny*, tzn. pozwala na zbliżanie, oddalanie, obracanie zawartego w nim rysunku za pomocą odpowiednich manipulacji myszką.

**Suwak** - ulokowany pod oknem wykresów służy do ustawiania tzw. *znacznika przekroju* (w formie czerwonego krążka) na osi pręta


za pomocą myszki. Ustawianie *znacznika przekroju* może być dokonywane bezpośrednio w oknie rysunku przez uchwycenie kursorem myszki i przeciągnięcie na zamierzoną pozycję na osi pręta.

- x: / x/L:** - pola liczbowe do bezpośredniego określania położenia *znacznika przekroju* na osi pręta
- Kierunek** - włącznik do zmiany orientacji *znacznika przekroju* względem zwrotu osi  $x$  pręta, co jest istotne w sytuacji, gdy w przekroju dana wielkość przekrojowa ma różne wartości (skok wykresu) po obu stronach tego przekroju.
- Pręt nr ...** - Sekcja pól liczbowych wartości poszczególnych *sił przekrojowych* oraz *przemieszczeń (ugięć)* w przekroju wskazywanym przez *znacznik przekroju*.  
Dodatkowo wyświetlane są również wartości naprężeń:  $\sigma_r$  (rozciągających) i  $\sigma_c$  (ściskających) - największych bezwzględnie w przekroju oraz ich relacji ( $\sigma_r/R$  i  $\sigma_c/R$ ) do umownej granicy wytrzymałości materiału przypisanego do przekroju pręta  
Każde pole liczbowe związane z wielkością wynikającą z analizy jest zaopatrzone w przełącznik wyboru służący do wskazania wielkości, która z nich ma podlegać operacji wyszukiwania jej wartości ekstremalnej za pomocą przycisków **Max**, **Zero** i **Min**.
- Max, Zero, Min** - przyciski do wyszukiwania wartości ekstremalnych oraz miejsc zerowych wskazanej wielkości przekrojowej. Użycie któregoś z nich powoduje wskazanie przekroju, czyli ustawienie *znacznika przekroju* na osi pręta w miejscu, gdzie wskazana wielkość ma oczekiwaną wartość (**maksimum zero** lub **minimum**) w sensie algebraicznym.



Rys. III-28 - Okienko wyników dla pręta

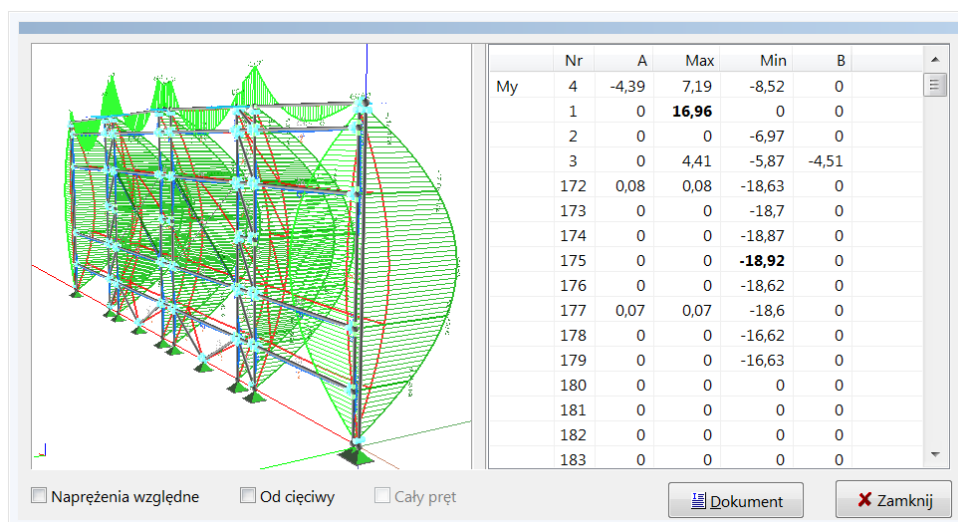
## Wyniki dla grupy prętów

W sytuacji, gdy została wyselekcjonowana grupa prętów, to użycie narzędzia  (*własności*) w trybie **Wyniki** powoduje wyświetlenie *okienka wyników zbiorczych* (Rys. III-29) zawierającego tabelę wyników liczbowych oraz *okienko sceny* z ukazaną wyselekcjonowaną grupą prętów.

Elementami sterowania tego okna są:

*Tabela wyników:*

- Nr** - numer pręta,
- A** - wartość wielkości przekrojowej na początku pręta,
- Max** - wartość maksymalna wielkości przekrojowej w pręcie,
- Min** - wartość minimalna wielkości przekrojowej w pręcie,
- B** - wartość wielkości przekrojowej na końcu pręta.



Rys. III-29 - Okno wyników zbiorczych

Wyniki prezentowane w tabeli są pogrupowane w bloki, z których każdy obejmuje poszczególne wielkości przekrojowe, a wartości ekstremalne w obrębie bloku są wyróżnione pogrubieniem czcionki.

Podwójne kliknięcie na wybranej pozycji tabeli powoduje takie ustawienie modelu konstrukcji w *okienku sceny*, że wybrany pręt w tabeli znajdzie się w centrum *sceny*.

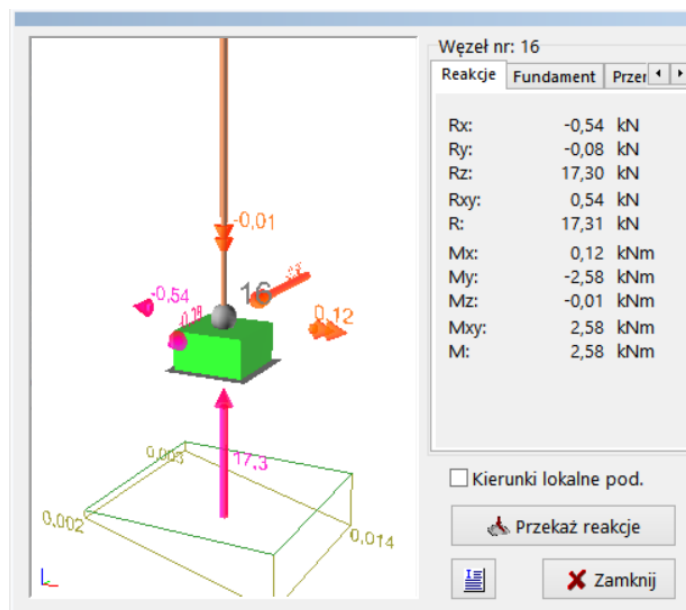
Niezależnie od wyboru wielkości statycznych na pasku narzędzi trybu **Statyka**, do tabeli dołączane są dwa bloki wyników z wartościami naprężeń (rozciągających i ściskających).

*Włączniki:*

- Napężenia względne** - włączenie tego włącznika spowoduje, że wartości naprężeń będą odniesione do umownej granicy wytrzymałości materiału przypisanego do przekroju pręta.
- Od cięciwy** - włączenie tego włącznika spowoduje, że wartości przemieszczeń (ugięć) pręta będą wyznaczone względem

tw. cięciwy, czyli z pominięciem przesunięcia sztywnego osi pręta.

### Wyniki dla pojedynczego węzła



Rys. III-30 - Okienko wyników dla węzła

Szczegółowa prezentacja wielkości statycznych (*reakcji*) i kinematycznych (przemieszczeń) dla pojedynczego węzła jest przedstawiana w *okienku wyników dla węzła* otwieranym przez podwójne kliknięcie na zamierzonym węźle modelu konstrukcji. Elementami kontrolnymi tego okienka są (Rys. III-30):

**Okno węzła** - zawiera schematyczny (uproszczony) rysunek pojedynczego (wskazanego w oknie *sceny*) węzła wraz z ewentualnymi wektorami reakcji podporowymi.

Okno wykresów ma takie same właściwości jak okno *sceny*, tzn. pozwala na zbliżanie, oddalanie, obracanie zawartego w nim rysunku za pomocą odpowiednich manipulacji myszką.

**Węzeł nr ...** - Sekcja złożona z trzech zakładek grupujących wyniki obliczeń dla węzła w kategoriach:

**Reakcje:**

z polami liczbowymi zawierającymi wartości *reakcji* podpory.

**Fundament:**


z polami edycyjnymi umożliwiającymi zadawanie lub korygowanie parametrów geometrycznych fundamentu oraz liczbowych pól ekstremalnych naprężeń bryły odporu podłoża pod na poziomie podstawy fundamentu.

**Przemieszczenia:**

z wynikami w postaci przemieszczeń **U<sub>x</sub>**, **U<sub>y</sub>**, **U<sub>z</sub>** i **U** (wypadkowe)

i obrotów  $\Phi_x$ ,  $\Phi_y$ ,  $\Phi_z$  węzła w układzie globalnym lub lokalnym (po włączeniu włącznika **Kierunki lokalne pod.**)

### Wyniki dla grupy węzłów

W sytuacji, gdy uprzednio została wyselekcjonowana grupa węzłów, to użycie narzędzia  (*własności*) w trybie **Wyniki** powoduje wyświetlenie *okienka wyników zbiorczych dla grupy węzłów*. Elementami kontrolnymi tego okienka są (Rys. III-31):

Nr	Rx	Ry	Rz	Rxy	R	Mx	My	Mz	Mxy	M
16	-0,54	-0,08	17,30	0,54	17,31	0,12	-2,58	-0,01	2,58	2,58
3	5,94	1,55	47,64	6,14	48,03	0,10	20,48	-0,08	20,48	20,48
8	6,39	-1,97	54,35	6,69	54,76	0,14	22,35	0,07	22,35	22,35
14	3,92	0,04	37,62	3,92	37,82	-0,08	13,40	-0,01	13,40	13,40
23	-0,61	0,19	20,10	0,64	20,11	-0,28	-2,77	0,01	2,78	2,78
58	-3,28	0,03	-9,02	3,28	9,60	-0,30	-1,45	0,01	1,48	1,48
59	-3,47	-0,34	-8,11	3,48	8,83	1,63	-1,52	0,01	2,23	2,23
60	-4,50	0,19	59,71	4,51	59,88	1,45	-1,55	0,02	2,12	2,12

Reakcje     Przemieszczenia  
 Kierunki lokalne podpór

Rys. III-31 - Okienko wyników dla grupy węzłów

*Tabela wyników:*

- Nr** - numer węzła,  
**Ux,Uy,Uz,U** - wartości składowych przemieszczeń oraz przemieszczenie wypadkowe (całkowite) w układzie globalnym,  
**Fix,Fiy,Fiz,Fi** - wartości obrotów węzłów oraz obroty wypadkowe (całkowite) w układzie globalnym.

przy wybranym przełączniku **Przemieszczenia** lub

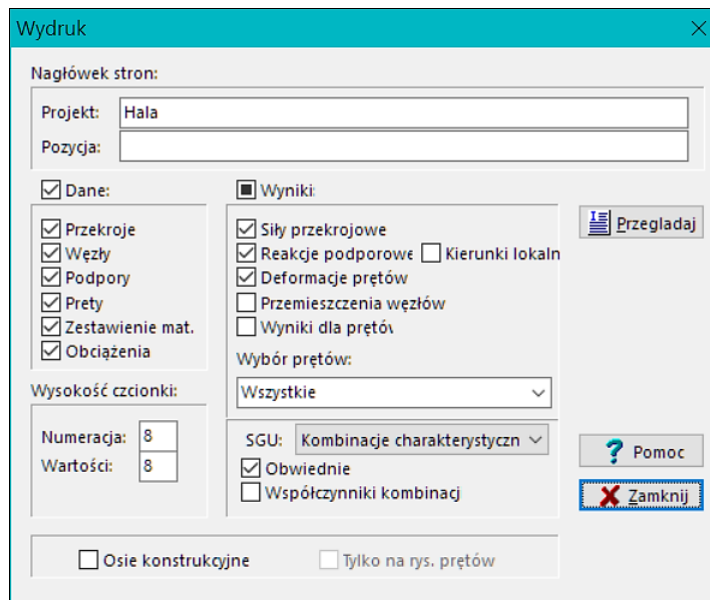
- Nr** - numer węzła,  
**Rx,Ry,Rz,R** - wartości składowych reakcji podpór oraz reakcja wypadkowa (całkowita) w układzie globalnym  
**Mx,My,Mz,M** - wartości momentów podporowych oraz moment wypadkowy (całkowity) w układzie globalnym

przy wybranym przełączniku **Reakcje**, których wartości mogą być prezentowane zarówno w układzie globalnym (wyłączony włącznik **Kierunki lokalne podpór**) jak i w układach lokalnych poszczególnych podpór (włączony włącznik **Kierunki lokalne podpór**).


Oprócz tego wartości prezentowanych reakcji mogą być wyeksportowane do pliku z myślą ich importu w programie FD-Win jako obciążenia fundamentów. Do tego celu służy przycisk **Przełącz reakcje**.


### SPORZĄDZANIE DOKUMENTU (WYDRUK)

Wydruki są jedną z najważniejszych funkcji każdego użytkowego programu komputerowego, dlatego dołożono starań, aby opcję wydruku programu **RM-3D** cechowała z jednej strony prostota, a z drugiej elastyczność w redagowaniu dokumentu.



Rys. III-32 - Parametry wydruku

Forma redakcyjna stron wydruku dokumentu nie jest w programie sztywno narzucana ponieważ dokument generowany jest w postaci tabelaryczno-graficznej w standardowym formacie RTF (ang. Rich Text Format) i może być drukowany wprost z programu albo eksportowany do dowolnego edytora akceptującego format RTF (np. MS Word, MS Works, Star Office, Open Office). Jednak przy wydruku bezpośrednim podział na strony odbywa się automatycznie zgodnie z parametrami strony wydruku określonymi w oknie dialogowym **Ustawienia strony** otwieranym w oknie **Podglądu wyników** za pomocą przycisku  tego okna.

Do określenia zawartości sporządzanego dokumentu zadania służy okno dialogowe **Wydruk** (Rys. III-32) otwierane za pomocą przycisku  paska skrótów lub poleceniem **Plik/Wydruk** menu głównego.

Elementy sterowania opcjami okna:

**Sekcja Dane** - zawiera grupę włączników, za pomocą których można określić zakres wydruku w części obejmującej wprowadzone dane w trakcie kreowania modelu konstrukcji. Włączenie włącznika przy określonej pozycji grupy włączników spowoduje, że przy tworzeniu dokumentu zostanie wygenerowana jego część, która jest ściśle związana z tą pozycją.

**Sekcja Wyniki** - zawiera grupę włączników, za pomocą których można określić zakres wydruku w części obejmującej wyniki analizy statycznej i kinematycznej.

Spośród tych włączników wyjaśnienia wymaga włącznik **Wyniki dla prętów** i związana z nim lista wyboru. Włącznik umożliwia wzbogacenie dokumentu o szczegółowe wyniki tabelaryczno-graficzne dla poszczególnych prętów modelu konstrukcji, natomiast stowarzyszona z nim lista wyboru pozwala na selekcję prętów bazującą na grupach prętów *panelu identyfikacji modelu konstrukcji*.

*Przyciski:*

**Przeglądaj** - otwiera okno dialogowe **Podgląd wyników**, które służy do tabelaryczno-graficznej prezentacji dokumentu wygenerowanego na podstawie zadeklarowanych opcji wydruku w standardowym formacie RTF co stwarza użytkownikowi dużą swobodę w tworzeniu ostatecznej formy dokumentu.

Elementy sterowania okna **Podgląd wyników**:

**Lista wyboru Skala** - służy do wyboru skali wyświetlania tekstu i rysunku dokumentu w oknie, co pozwala na odpowiednie dostosowanie jego czytelności stosownie do możliwości monitora i warunków pracy.

**Włącznik Skrócony** - służy zadeklarowania skróconej wersji dokumentu, którego zawartość ogranicza się do zbiorczych informacji o danych i wynikach analizy modelu konstrukcji, w odróżnieniu od wersji pełnej, w której dane i wyniki analizy są wyodrębnione dla poszczególnych grup prętów.

*Przyciski:*



- polecenie bezpośredniego wydruku wyświetlanego dokumentu na drukarce zainstalowanej w systemie Windows,



- polecenie otwarcia okna dialogowego **Ustawienia strony** dla określenia parametrów typograficznych podziału wydruku bezpośredniego na strony.



- polecenie umieszczenia wyświetlanego dokumentu w schowku systemu Windows, czyli eksport dokumentu do schowka, z zamiarem ewentualnego pobrania ze schowka i "wklejenia" do dokumentu redagowanego przy użyciu edytora zdolnego do "wklejania" tekstu w formacie RTF (np. WordPad, Star Office, Open Office, MS Works),



- polecenie bezpośredniego "wklejenia" wyświetlanego dokumentu do aktywnego dokumentu redagowanego w edytorze MS Word. Warunkiem pomyślnego wykonania tego polecenia jest obecność programu w systemie Windows.




**Uwagi:** Części graficzne tworzonego przez program dokumentu są rysunkami wektorowymi, co pozwala na ich formatowanie (powiększanie, pomniejszanie, modyfikowanie) bez utraty stopnia ich szczegółowości. Większość rysunków jest odwzorowaniem perspektywicznym modelu konstrukcji na płaszczyznę ekranu monitora przy aktualnym ustawieniu tej perspektywy. Dlatego przed wywołaniem funkcji podglądu dokumentu wskazane jest dokonanie w oknie *sceny* pożądanego ustawienia perspektywy modelu konstrukcji, tzn. odpowiedniego ustawienia obserwatora względem obiektów *sceny*.

Polecenie **Przełączaj** uruchamia procedurę przygotowania dokumentu w formacie RTF. W przypadku złożonego zadania wykonanie procedury przygotowania dokumentu może trwać dłuższy czas, a czas oczekiwania zależy od mocy obliczeniowej komputera. Dlatego w trakcie działania procedury wyświetlane jest okno komunikatów informujące o stanie zaawansowania procedury oraz umożliwiające przerwanie jej działania.

**Zaznacz** - włącza wszystkie włączniki sekcji **Dane i Wyniki**.

**Wyłącz** - wyłącza wszystkie włączniki sekcji **Dane i Wyniki**.

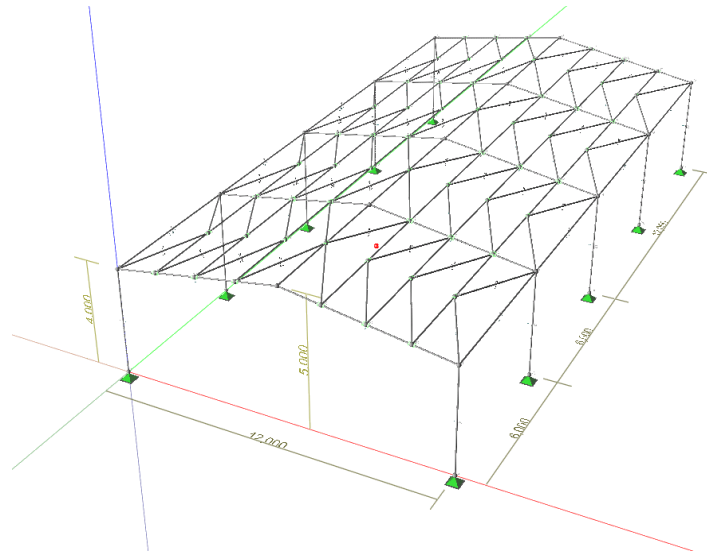
Oprócz opisanej wyżej opcji wydruku dokumentu, istnieje również możliwość eksportu widoku modelu konstrukcji wyświetlanego w oknie *sceny*. Służy

temu przycisk  paska narzędzi. Wyeksportowany widok konstrukcji ma postać bitmapy i może być "wklejony" do dokumentu tworzonego w edytorze zdolnym do importu tego typu obiektów. Przed dokonaniem eksportu należy odpowiednio ustawić model konstrukcji w oknie *sceny*.



#### IV. PRZYKŁAD

W niniejszym rozdziale zamieszczono przykład użycia "krok po kroku" programu **RM-3D** do analizy statycznej i kinematycznej hali jednonawowej o konstrukcji stalowej (Rys. IV-1).



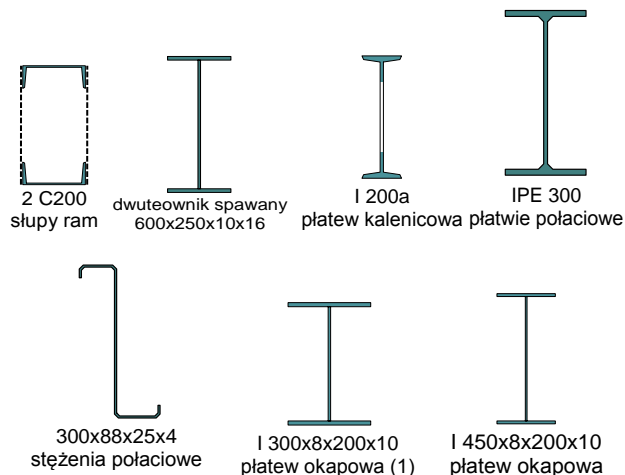
Rys. IV-1 - Poglądowy schemat hali

#### CHARAKTERYSTYKA KONSTRUKCJI HALI

##### Geometria

Konstrukcja hali składa się z ram portalowych powiązanych płatwiami i stężeniami połaciowymi. Wymiary hali wynoszą: szerokość (rozpiętość ram) - 12,00 m, długość (4 x 6,00 m) - 24,00 m, wysokość w okapie - 4,00 m, wysokość w kalenicy - 5,00 m.


##### Przekroje



**Obciążenia**

Ciężar pokrycia połaci dachowej	1,25 kN/m <sup>2</sup>	$\gamma=1,1$
Obciążenie śniegiem	0,67 kN/m <sup>2</sup>	$\gamma=1,4$
Parcie wiatru w poprzek (nawietrzna)	0,41 kN/m <sup>2</sup>	$\gamma=1,3$
Parcie wiatru w poprzek (zawietrzna)	0,18 kN/m <sup>2</sup>	$\gamma=1,3$
Parcie wiatru wzdłuż	0,32 kN/m <sup>2</sup>	$\gamma=1,3$

**TOK POSTĘPOWANIA****Przygotowanie listy przekrojów**

- użyć skrótu  do okna dialogowego **Lista przekrojów**, a w nim użyć przycisku **Usuń zbędne**
- przejść do edycji pierwszego przekroju przyciskiem **Nowy** w oknie dialogowym **Przekrój**

**Przekrój "słupy ram":**

- wybrać rodzaj przekroju - **Stalowy-wielogąteziowy**
- z sekcji **Typ przekroju złożonego** wybrać przekrój złożony z dwóch ceowników zwróconych do siebie półkami
- z listy **Profil** wybrać ceownik **200**, a w polu **a** zadać wartość **400** oraz kąt obrotu - **90** stopni
- w sekcji **Materiał** wskazać rodzaj "**Stal**", a z listy wybrać gatunek "**18G2(A)**"
- w polu **nazwa** wpisać "**słupy ram**" i zamknąć okno **Przekrój** przyciskiem **OK**.

**Przekrój "rygle ram":**

- w oknie **Lista przekrojów** ustawić kursor listy na koniec i przejść do edycji przekroju przyciskiem **Nowy**
- w oknie **Przekrój** użyć klawisza [**Ins**], a w oknie **Profil** wybrać: **Rodzaj - definiowane**, kształt - **Dwut. Spaw.**
- zadać wymiary (w [mm]) dwuteownika spawanego odpowiednio: **H=400**, **g=8**, **S=160**, **t=12**, **S'=160**, **t'=12**
- zamknąć okno **Profil** przyciskiem **OK**, w oknie **Przekrój** nadać nazwę - "**rygle ram**"
- w sekcji **Materiał** wskazać rodzaj "**Stal**", a z listy wybrać gatunek "**18G2(A)**"
- zamknąć okno **Przekrój** przyciskiem **OK**.

**Przekrój "płatew kalenicowa":**

- w oknie **Lista przekrojów** ustawić kursor listy na koniec i przejść do edycji przekroju przyciskiem **Nowy**
- w oknie **Przekrój** użyć klawisza [**Ins**], a w oknie **Profil** wybrać: **Rodzaj - Walcowane i Spawane**, kształt - **Dwuteownik**
- włączyć włącznik **Ażurowy** i z listy **Katalog** wybrać nominal **200a**
- zamknąć okno **Profil** przyciskiem **OK**, a w oknie **Przekrój** nadać nazwę - **płatew kalenicowa**

- w sekcji **Materiał** wskazać rodzaj "**Stal**", a z listy wybrać gatunek "St3SX"
- zamknąć okno **Przekrój** przyciskiem OK.

Przekrój "płatwie połaciowe":

- w oknie **Lista przekrojów** ustawić kursor listy na koniec i przejść do edycji przekroju przyciskiem **Nowy**
- w oknie **Przekrój** użyć klawisza [Ins], a w oknie **Profil** wybrać: **Rodzaj - Walcowane**, kształt - **Dwuteownik**
- z listy **Katalog** wybrać nominal **300 PE**
- zamknąć okno **Profil** przyciskiem **OK**, a w oknie **Przekrój** nadać nazwę - **płatwie połaciowe**
- w sekcji **Materiał** wskazać rodzaj "**Stal**", a z listy wybrać gatunek "St3SX"
- zamknąć okno **Przekrój** przyciskiem **OK**.

Przekrój "stężenia połaciowe":

- w oknie **Lista przekrojów** ustawić kursor listy na koniec i przejść do edycji przekroju przyciskiem **Nowy**
- w oknie **Przekrój** użyć klawisza [Ins], a w oknie **Profil** wybrać: **Rodzaj - Gięte**, kształt - **Zetownik**
- z listy **Katalog** wybrać nominal **300x88x25x4**
- zamknąć okno **Profil** przyciskiem **OK**, a w oknie **Przekrój** nadać nazwę - **stężenia połaciowe**
- w sekcji **Materiał** wskazać rodzaj "**Stal**", a z listy wybrać gatunek "18G2(A)"
- zamknąć okno **Przekrój** przyciskiem **OK**.

Przekrój "płatew okapowa (1)":

- w oknie **Lista przekrojów** ustawić kursor listy na koniec i przejść do edycji przekroju przyciskiem **Nowy**
- w oknie **Przekrój** użyć klawisza [Ins], a w oknie **Profil** wybrać: **Rodzaj - Definiowane**, kształt - **Dwut. Spaw.**
- zadać wymiary (w [mm]): **H=300, g=8, S=200, S'=200, t=10, t'=10**
- zamknąć okno **Profil** przyciskiem **OK**, a w oknie **Przekrój** nadać nazwę - **płatew okapowa (1)**
- w sekcji **Materiał** wskazać rodzaj "**Stal**", a z listy wybrać gatunek "St3SX"
- zamknąć okno **Przekrój** przyciskiem **OK**.


Przekrój "płatew okapowa (2)":

- w oknie **Lista przekrojów** użyć przycisku **Kopiuj**, ustawić kursor listy na koniec, użyć przycisku **Wklej** i przejść do edycji przekroju przyciskiem **Edytuj**
- w oknie **Przekrój** podwójnie kliknąć w obszarze kształtownika, a w oknie **Profil** zmienić wymiar **H** z **300** na **450**
- zamknąć okno **Profil** przyciskiem **OK**, a w oknie **Przekrój** nadać nazwę - **płatew okapowa (2)**
- w sekcji **Materiał** wskazać rodzaj "**Stal**", a z listy wybrać gatunek "St3SX"

- zamknąć okno **Przekrój** przyciskiem **OK**
- zamknąć okno **Lista przekrojów** przyciskiem **Zamknij**.



### Kreowanie geometrii schematu statycznego

#### Pręty ramy nr 1:



- w oknie *sceny* włączyć narzędzie  paska narzędzi
- ulokować kursor w pozycji (x=0,y=0) i kliknąć (początek słupa lewego)
- ulokować kursor w pozycji (x=0,y=4) i kliknąć (koniec słupa lewego), a następnie - nie zmieniając pozycji kursora - kliknąć (początek rygla lewego)
- ulokować kursor w pozycji (x=6,y=5) i kliknąć (koniec lewego rygla), a następnie - nie zmieniając pozycji kursora - kliknąć (początek prawego rygla)
- ulokować kursor w pozycji (x=12,y=4) i kliknąć (koniec rygla prawego), a następnie - nie zmieniając pozycji kursora - kliknąć (początek słupa prawego)
- ulokować kursor w pozycji (x=12,y=0) i kliknąć (koniec słupa prawego)
- na panelu **Projekt** zmienić nazwę grupy z **Pozycja nr 1** na **Rama-1**.


**Uwaga:** Alternatywą graficznego sposobu kreowania schematu jest korzystanie z okienka *właściwości kreowania*.

#### Podpory ramy:




- w oknie *sceny* wyłączyć narzędzie  paska narzędzi
- nasunąć kursor na dolny koniec słupa lewego i kliknąć (wyróżnić) węzeł nr 1, a następnie - przy wciśniętym klawiszu [**Shift**] nasunąć kursor na dolny koniec słupa prawego (węzeł nr 5) i kliknąć (wyróżnić)
- włączyć narzędzie  (*właściwości węzłów*), a w okienku *właściwości* włączyć włącznik **Podpora**, a następnie włączniki **Obrót X** i **Obrót Y** i zamknąć *okienko właściwości*

#### Przydzielanie przekrojów prętom ramy:



- zaznaczyć słupy ramy (przy wciśniętym klawiszu [**Shift**] kliknąć na słupach ramy lub - przy wciśniętym klawiszu [**Shift**] - ogarnąć słupy ramy *prostokątem selekcji*)
- włączyć narzędzie  (*właściwości prętów*), a w okienku *właściwości* przejść do zakładki **Kształt** a następnie przewinąć zawartość zakładki do pozycji **łączniki** i wybrać: **Przewiązki** oraz zadać: **Liczba pól - 5, Wysokość h - 150, Grubość g - 10**
- zamknąć *okienko właściwości pręta*
- zaznaczyć rygle ramy (przy wciśniętym klawiszu [**Shift**] kliknąć na ryglach ramy lub - przy wciśniętym klawiszu [**Shift**] - ogarnąć rygle ramy *prostokątem selekcji*)
- włączyć narzędzie  (*właściwości prętów*), a w *okienku właściwości* przejść do zakładki **Przekrój** a następnie z listy przekrojów wybrać przekrój "**rygle ram**"
- zamknąć *okienko właściwości pręta*

**Uwaga:** Na bieżąco można weryfikować poprawność wykonanych operacji, przechodząc wizualizacji modelu **Widok konstrukcji** (narzędzie .


Powielanie ram hali:

- zaznaczyć wszystkie pręty rami nr 1 (ogarniając prostokątem selekcji wszystkie pręty rami lub zaznaczyć pozycję **Rama-1** na panelu **Projekt** albo (alternatywnie) wskazać dowolny pręt rami, a następnie użyć skrótu  paska skrótów.
- kliknąć na przycisku  paska skrótów, co spowoduje umieszczenie kopii rami w schowku systemu Windows
- kliknąć na przycisku , co spowoduje pojawienie się okienka klonowania **Wklejanie prętów**, a następnie w polu **Liczba kopii** tego okienka zadać liczbę **4**, natomiast w polu **Δz** - wartość **-6,00** i potwierdzić operację powielania przyciskiem **OK**. Spowoduje to automatyczne powielenie rami w szyku prostym wzdłuż dodatniego kierunku osi **Y** układu globalnego
- na *panelu identyfikacji modelu konstrukcji* zmienić odpowiednio nazwy rami: **Rama-2, Rama-3, Rama-4, Rama-5**.




Kreowanie prętów kalenicy:

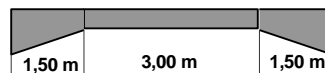
- ustawić **płaszczyznę roboczą** tak, aby była pionowa, a wszystkie węzły kalenicowe rami w niej leżały. W tym celu można włączyć narzędzie  paska narzędzi i kolejno wskazać kursorem węzły kalenicowe rami nr 1 i nr 2 (węzły 3 i 8), a następnie użyć klawisza [**Esc**] (dla wyłączenia narzędzia)
- włączyć narzędzie  paska narzędzi wykreować pręty kalenicowe pomiędzy węzłami kalenicowymi rami, tj. 3-8, 8-13, 13-18, 18-23.

**Uwaga:** W trakcie kreowania należy utrzymywać wcisnięty klawisz [**Ctrl**] przy włączonym przełączniku **Przyciąganie do: węzła** okienka kreowania. Bowiem w takich warunkach następuje przechwytywanie kursora kreowania pręta przez węzły.

- na panelu **Projekt** nadać nazwę tej grupie prętów: **Pręty kalenicy**
- włączyć narzędzie  (*właściwości prętów*), a w okienku *właściwości* przejść do zakładki **Przekrój** i z listy przekrojów wybrać przekrój **płatw kalenicowa**, natomiast w zakładce **Imperf.** w polach "z" mimośrodków zadać wartości **0,35** (dla wyrównania z płaszczyzną połąci) i zamknąć *okno właściwości prętów*.

Kreowanie prętów okapu prawego:

- ustawić **płaszczyznę roboczą** tak, aby wszystkie słupy prawe w niej leżały. W tym celu można włączyć narzędzie  paska narzędzi wskazać kursorem prawy-górny węzeł rami nr 1 (węzeł 4), a następnie użyć klawisza [**Esc**] (dla wyłączenia narzędzia)
- włączyć narzędzie  paska narzędzi wykreować pręty prawego okapu pomiędzy węzłami narożnymi rami (nr 4,9,14,19,24)
- włączyć narzędzie  (*właściwości prętów*), a w okienku *właściwości* przejść do zakładki **Przekrój**, a następnie z listy przekrojów dokonać przypisania sekwencji przekrojów **płatw okapowa (1)** i **płatw okapowa (2)** tak, aby



uzyskać następującą zmienność przekroju pręta  $1,50\text{ m}$   $3,00\text{ m}$   $1,50\text{ m}$ , co polega na zadeklarowaniu kolekcji zmienności przekrojów w zakładce **Przekrój** z użyciem włącznika **następny** i wskazywaniu przekroju z listy oraz określaniu położenia tego przekroju za pomocą pola "**x**". W sumie w kolekcji powinno być 4 przekroje (**x=0 - płatew okapowa (2)**, **x=1,50 - płatew okapowa (1)**, **x=4,50 - płatew okapowa (1)**, **x=6,00 - płatew okapowa (2)**)

- wybrać zakładkę **Kształt** i w sekcji **Wyrównanie** przełączyć **krawędź górna**

#### Kreowanie prętów okapu lewego:

- na panelu **Projekt** zaznaczyć pozycję **Okap prawy** (zostaną wyróżnione pręty prawej płatwi okapowej)
- ustawić  **płaszczyznę roboczą** tak, aby była płaszczyzną symetrii wzdłuż hali. W tym celu można włączyć narzędzie paska narzędzi wskazać kursorem górny węzeł ramy nr 1 (węzeł 3), a następnie użyć klawisza [**Esc**] (dla wyłączenia narzędzia)
- kliknąć na narzędziu paska narzędzi, co spowoduje wygenerowanie prętów lewej płatwi okapowej
- zmienić nazwę grupy prętów na panelu **Projekt** na: **Okap lewy**.

#### Kreowanie płatwi prawej połąci:




- ustawić  **płaszczyznę roboczą** tak, aby pokrywała się z prawą połącią. W tym celu można włączyć narzędzie paska narzędzi wskazać kursorem kolejno: prawy-górny węzeł ramy nr 1 (węzeł 4)  
prawy-górny węzeł ramy nr 2 (węzeł 9)  
górny węzeł ramy nr 1 (węzeł 3)  
co sprawi, że  **płaszczyzna robocza** będzie pokrywać się z prawą połącią hali
- włączyć narzędzie paska narzędzi i w okienku właściwości kreowania korzystać ze współrzędnych układu lokalnego (w  **płaszczyźnie roboczej**)

**Uwaga:** Długość rygla ramy wynosi 6,083 m i zakładając trzy płatwie na połąci, to odległość między nimi wzdłuż rygla wyniesie około 1,52 m.


- w okienku **właściwości kreowania** wykonać:
  - (**x=0, y=1,52**) - przycisk **Początek**
  - (**x=24, y=1,52**) - przycisk **Koniec** - pojawi się pierwsza płatew
  - (**x=0, y=3,04**) - przycisk **Początek**
  - (**x=24, y=3,04**) - przycisk **Koniec** - pojawi się druga płatew
  - (**x=0, y=4,56**) - przycisk **Początek**
  - (**x=24, y=4,56**) - przycisk **Koniec** - pojawi się trzecia płatew
- na panelu **Projekt** nadać nazwę tej grupy prętów - **Płatwie prawe**
- włączyć narzędzie (**właściwości prętów**), a w **okienku właściwości** przejść do zakładki **Przekrój**, a następnie z listy przekrojów wybrać przekrój **płatwie połąciowe**, natomiast w zakładce **Imperf.** w polach mimośrodków w węzłach **A** i **B** zadać **z=0,4** m i zamknąć **okno właściwości prętów**.








Kreowanie płatwi lewej połaci:

- na panelu **Projekt** zaznaczyć pozycję **Płatwie prawe** (zostaną wyróżnione płatwie prawej połaci)
- ustawić *płaszczyznę roboczą* tak, aby była płaszczyzną symetrii wzdłuż hali. W tym celu można włączyć narzędzie  paska narzędzi wskazać kursorem górny węzeł ramy nr 3 (węzeł 13), a następnie użyć narzędzia  paska narzędzi i w okienku **Płaszczyzna** wyzerować kąt  $\psi$
- kliknąć na narzędziu  paska narzędzi, co spowoduje wygenerowanie płatwi lewej połaci
- zmienić nazwę nowej grupy prętów na panelu **Projekt** na: **Płatwie lewe**.

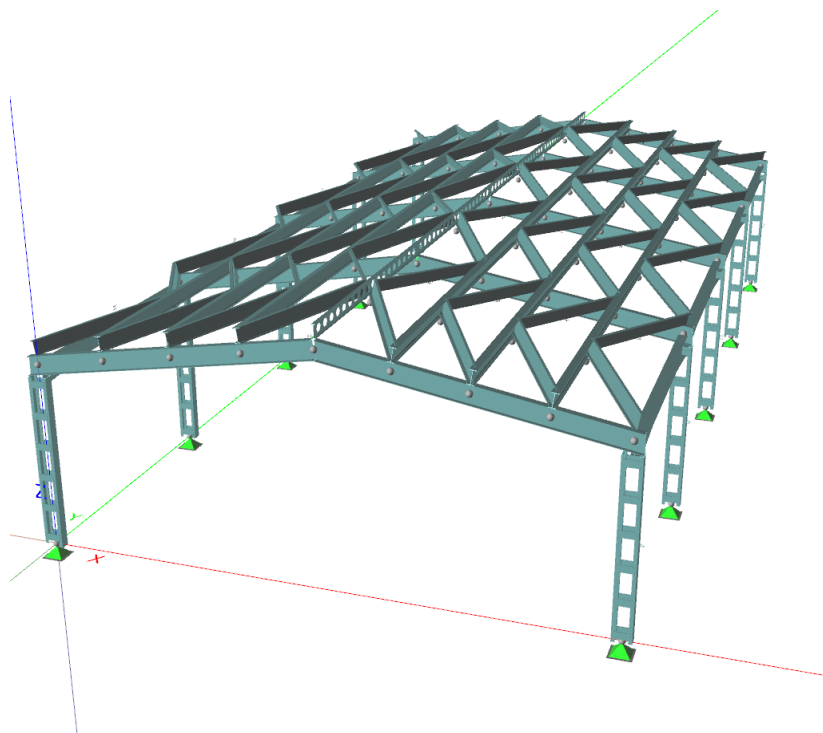
**Uwaga:** Tej grupie prętów została przypisana płaszczyzna, przy której zostały one wygenerowane, ale z innych względów byłoby korzystniej przypisać im płaszczyznę połaci lewej. W tym celu należy:

- na panelu **Projekt** zaznaczyć grupę **Płatwie lewe**
- ustawić *płaszczyznę roboczą* w płaszczyźnie połaci lewej przy pomocy narzędzia 
- na panelu **Projekt** użyć prawego przycisku myszki i z wyświetlonego menu wybrać pozycję **Zmień płaszczyznę**, a po pojawieniu się okna **Płaszczyzna** użyć przycisku **OK**.

Kreowanie stężeń prawej połaci:




- za pomocą narzędzia  ustawić *płaszczyznę roboczą* w płaszczyźnie połaci prawej tak, aby początek układu lokalnego pokrywał się ze środkiem pierwszego pręta prawej płatwi okapowej, a oś  $x$  pokrywała się z prętami tej płatwi
- włączyć narzędzie  paska narzędzi i w okienku właściwości kreowania skorzystać ze współrzędnych układu lokalnego (w *płaszczyźnie roboczej*)  
 $(x=-3, y=0)$  - przycisk **Początek**  
 $(x=0, y=1,52)$  - przycisk **Koniec** (pojawi się pierwsze stężenie) przycisk **Początek**  
 $(x=3, y=0)$  - przycisk **Koniec** (pojawi się drugie stężenie)  
 $(x=-3, y=1,52)$  - przycisk **Początek**  
 $(x=0, y=3,04)$  - przycisk **Koniec** (pojawi się trzecie stężenie) przycisk **Początek**  
 $(x=3, y=1,52)$  - przycisk **Koniec** (pojawi się czwarte stężenie)  
.....  
 $(x=-3, y=4,56)$  - przycisk **Początek**  
 $(x=0, y=6,083)$  - przycisk **Koniec** (pojawi się siódme stężenie) przycisk **Początek**  
 $(x=3, y=4,56)$  - przycisk **Koniec** (pojawi się ósme stężenie)
- na panelu **Projekt** nadać nazwę tej grupy prętów - **Stężenia -p1** i pozostawić tą pozycję panelu zaznaczoną
- włączyć narzędzie  (właściwości prętów), a w okienku właściwości przejść do zakładki **Przekrój**, a następnie z listy przekrojów wybrać przekrój **stężenia połaciowe**, natomiast w zakładce **Imperf.** w polach mimośrodków w węzłach **A** i **B** zadać  $z=0,39$  m i zamknąć *okno właściwości prętów*
- użyć skrótu  paska skrótów, a następnie przesunąć *płaszczyznę roboczą* do pozycji  $y=9$  i użyć skrótu 
- powtórzyć akcje **Wklej** dla położenia płaszczyzny:  $y=15$  i  $y=21$ .

- na panelu **Projekt** nadać nazwy nowym grupom prętów stężenia odpowiednio:- **Stężenia-p2, Stężenia-p3 i Stężenia-p4**
- na panelu **Projekt** przeciągać pręty grup: **Stężenia-p2, Stężenia-p3 i Stężenia-p4** do grupy **Stężenia-p1** i usunąć puste grupy, a nazwę grupy **Stężenia-p1** zmienić na **Stężenia prawe**.




Rys. IV-2 - Końcowy efekt trybu kreowania geometrii modelu konstrukcji hali


#### Kreowanie stężeń prawej połąci:

- na panelu **Projekt** zaznaczyć pozycję **Stężenia prawe** (zostaną wyróżnione stężenia prawej połąci)
- ustawić **płaszczyznę roboczą** tak, aby była płaszczyzną symetrii wzdłuż hali. W tym celu można włączyć narzędzie  paska narzędzi wskazać kursorem górny węzeł ramy nr 3 (węzeł 13), a następnie użyć narzędzia  paska narzędzi i w okienku **Płaszczyzna** wyzerować kąt  $\psi$
- kliknąć na narzędziu  paska narzędzi, co spowoduje wygenerowanie stężeń lewej połąci
- zmienić nazwę nowej grupy prętów na panelu **Projekt** na: **Stężenia lewe**.

**Uwaga:** Tej grupie prętów została przypisana płaszczyzna, przy której zostały one wygenerowane, ale z innych względów byłoby korzystniej przypisać im płaszczyznę połąci lewej. W tym celu należy:


- na panelu **Projekt** zaznaczyć grupę **Stężenia lewe**
- ustawić **płaszczyznę roboczą** w płaszczyźnie połąci lewej przy pomocy narzędzia 

- na panelu **Projekt** użyć prawego przycisku myszki i z wyświetlonego menu wybrać pozycję **Zmień płaszczyznę**, a po pojawieniu się okna **Płaszczyzna** użyć przycisku **OK**.


- wyróżnić wszystkie pręty (na panelu **Projekt** zaznaczyć pozycję **Pręty**)
- włączyć narzędzie , a w okienku właściwości przejść do zakładki **Mocowania**, a następnie w sekcji **Podparcia pośrednie** wybrać przełącznik **Szytywne**.

### Zadawanie obciążeń


#### Deklarowanie grup obciążeń:

- otworzyć okno dialogowe **Grupy obciążeń** (narzędzie  lub przycisk **Grupy obciążeń** panelu obciążeń)
- zmienić nazwę pierwszej grupy (domyślnej) z **Stałe** na **Ciążar pokrycia**
- dodać nową grupę: Symbol - **Wl**, nazwa - **Wiatr z lewej**, status normowy - **zmienne**
- dodać nową grupę: Symbol - **Ww**, nazwa - **Wiatr wzdłuż**, status normowy - **zmienne**
- dodać nową grupę: Symbol - **Sn**, nazwa - **Śnieg**, status normowy - **zmienne**

#### Zadawanie obciążeń grupy **Ciążar pokrycia (St)**:




- na panelu **Projekt** włączyć grupę **St-Ciążar pokrycia**, a pozostałe wyłączyć
- na panelu **Projekt** zaznaczyć grupy prętów: "Płatwie lewe", "Stężenia lewe", "Pręty kalenicy".
- włączyć narzędzie  i w okienku *właściwości obciążenia* wykonać:
  - w polach **Pa** i **Pb** wpisać wartość **1,25**,
  - z listy **Grupa obciążeń** wybrać **St-Ciążar pokrycia**,
  - w polu  $\gamma_{f1}$  wpisać wartość **1,1**,
  - w zakładce **Ogólne** włączyć włącznik **Pionowe**,
  - w polach **ea** i **eb** wpisać wartość **0,2**,
  - w polu **Nazwa** wpisać: "Pokrycie lewe".
- powtórzyć powyższe operacje dla połączeń prawej, zaznaczając wcześniej na panelu **Projekt** grupy "Płatwie prawe", "Stężenia prawe", "Pręty kalenicy" i nadać obciążeniu nazwę: "Pokrycie prawe".

#### Zadawanie obciążeń grupy **Śnieg (Sn)**:


- na panelu **Projekt** włączyć grupę **Sn-Śnieg**, a pozostałe wyłączyć
- zaznaczyć na panelu **Projekt** grupy prętów: "Płatwie lewe", "Stężenia lewe", "Płatwie prawe", "Stężenia prawe"
- włączyć narzędzie  i w okienku *właściwości obciążenia* wykonać:
  - za pomocą przycisku **Zmień płaszczyznę** otworzyć okno **Płaszczyzna**, a w polu  $-\psi$  wpisać wartość **90**, co ma na celu ustawienie płaszczyzny obciążenia w poziomie,
  - w polach **Pa** i **Pb** wpisać wartość **0,67**,
  - z listy **Grupa obciążeń** wybrać **Sn-Śnieg**,
  - w polu  $\gamma_{f1}$  wpisać wartość **1,4**,


- w zakładce **Ogólne** włączyć włącznik **Pionowe**,
- w polach **ea** i **eb** wpisać wartość **0,2**,
- w polu **Nazwa** wpisać: "Śnieg na całej połaci".

#### Zadawanie obciążeń grupy **Wiatr z lewej (WI)**:

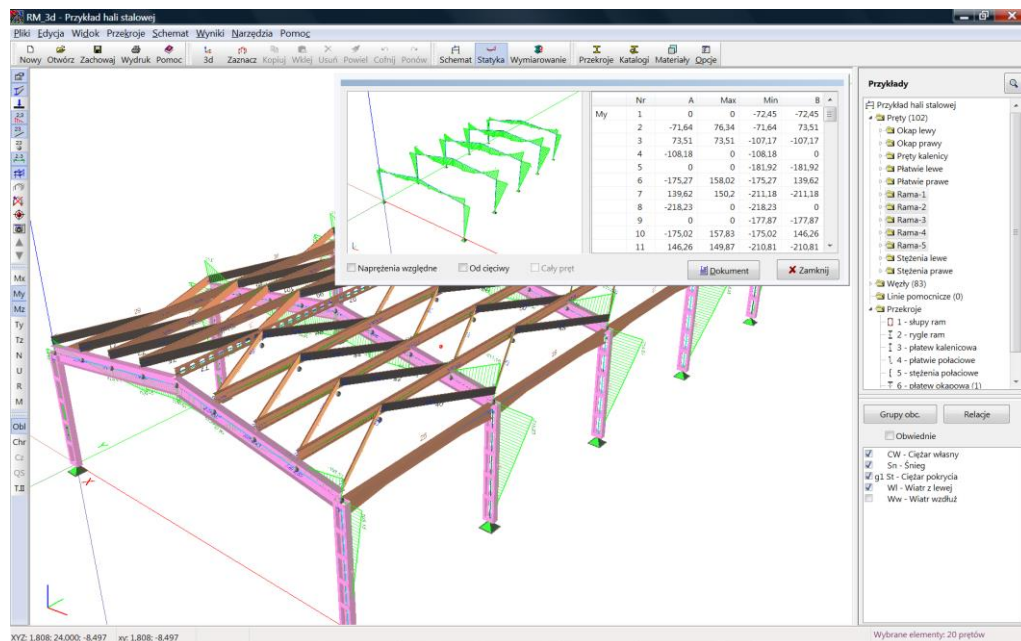
- na panelu **Projekt** włączyć grupę **WI-Wiatr z lewej**, a pozostałe wyłączyć
- zaznaczyć (wyróżnić) wszystkie lewe słupy ram
- włączyć narzędzie  i w okienku *właściwości obciążenia* wykonać:
  - w polach **Pa** i **Pb** wpisać wartość **0,41**,
  - z listy **Grupa obciążeń** wybrać **WI-Wiatr z lewej**,
  - w polu  $\gamma_{f1}$  wpisać wartość **1,3**,
  - w zakładce **Ogólne** włączyć włącznik **Prostopadle do prętów**,
  - w polach **ea** i **eb** wpisać wartość **0,2**,
  - w polu **Nazwa** wpisać: "Parcie".
- zaznaczyć (wyróżnić) wszystkie prawe słupy ram
- włączyć narzędzie  i w okienku *właściwości obciążenia* wykonać:
  - w polach **Pa** i **Pb** wpisać wartość **-0,18**,
  - z listy **Grupa obciążeń** wybrać **WI-Wiatr z lewej**,
  - w polu  $\gamma_{f1}$  wpisać wartość **1,3**,
  - w zakładce **Ogólne** włączyć włącznik **Prostopadle do prętów**,
  - w polach **ea** i **eb** wpisać wartość **0,2**,
  - w polu **Nazwa** wpisać: "Ssanie".
- zaznaczyć na panelu **Projekt** grupy prętów: "Płatwie lewe", "Stężenia lewe", "Pręty kalenicy"
- włączyć narzędzie  i w okienku *właściwości obciążenia* wykonać:
  - w polach **Pa** i **Pb** wpisać wartość **-0,18**,
  - z listy **Grupa obciążeń** wybrać **WI-Wiatr z lewej**,
  - w polu  $\gamma_{f1}$  wpisać wartość **1,3**,
  - w zakładce **Ogólne** włączyć włącznik **Prostopadle do prętów**,
  - w polach **ea** i **eb** wpisać wartość **0,2**,
  - w polu **Nazwa** wpisać: "Ssanie na połaci lewej".
- powtórzyć powyższe operacje dla grup prętów "Płatwie prawe", "Stężenia prawe", "Pręty kalenicy"

#### Zadawanie obciążeń grupy **Wiatr wzdłuż (Ww)**:


- na panelu **Projekt** włączyć grupę **Ww-Wiatr wzdłuż**, a pozostałe wyłączyć
- zaznaczyć (wyróżnić) grupę prętów **Rama-1**
- włączyć narzędzie  i w okienku *właściwości obciążenia* wykonać:
  - w polach **Pa** i **Pb** wpisać wartość **0,32**,
  - z listy **Grupa obciążeń** wybrać **Ww-Wiatr wzdłuż**,
  - w polu  $\gamma_{f1}$  wpisać wartość **1,3**,
  - w zakładce **Ogólne** włączyć włącznik **Prostopadle do prętów**,
  - w polach **ea** i **eb** wpisać wartość **0,1**,
  - w polu **Nazwa** wpisać: "Nawietrzna".

- zaznaczyć (wyróżnić) grupę prętów **Rama-5**
- włączyć narzędzie  i w okienku *właściwości obciążenia* wykonać:
  - w polach **Pa** i **Pb** wpisać wartość **0,14**,
  - z listy **Grupa obciążeń** wybrać **Ww-Wiatr wzdłuż**,
  - w polu  $\gamma_{f1}$  wpisać wartość **1,3**,
  - w zakładce **Ogólne** włączyć włącznik **Prostopadle do prętów**,
  - w polach **ea** i **eb** wpisać wartość **-0,1**,
  - w polu **Nazwa** wpisać: "Zawietrzna".



### Analiza statyczna




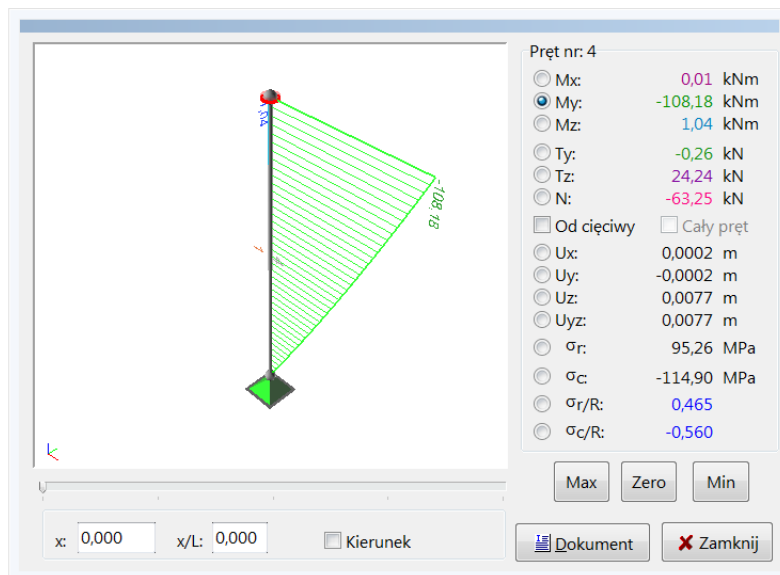
Rys. IV-3 - Obraz monitora po wykonaniu obliczeń

Analiza statyczna jest dokonywana w opcji **Wyniki/Statyka** (skrót ). Przed wykonaniem obliczeń każdorazowo należy określić kombinację grup obciążeń na panelu **Projekt** przez włączanie lub wyłączanie włączników stowarzyszonych z grupami obciążeń.

Wyniki dla kombinacji: **Ciężar własny + Ciężar pokrycia + Śnieg + Wiatr z lewej**


- na panelu **Obciążenia** włączyć wyżej wymienione grupy obciążeń, a pozostałe wyłączyć
- kliknąć skrót  i poczekać na zakończenie procedury obliczeń statycznych
- na pasku narzędzi włączyć opcje wyników: **My**, **U**, **R**
- na panelu **Projekt** zaznaczyć pozycje od "Rama-1" do "Rama-5"
- włączyć okienko zbiorczych wyników liczbowych narzędziem , co spowoduje wyświetlenie *okna tabeli wyników zbiorczych* (Rys. IV-3)

- w okienku wyników liczbowych odszukać pozycję największej dodatniej wartości dla momentu **My** i wykonać na niej podwójne kliknięcie, co spowoduje ustawienie widoku modelu konstrukcji w oknie *sceny*, że pręt o maksymalnej wartości **My** zostanie umieszczony w centrum *sceny*, a to ułatwia identyfikację i selekcję pręta na modelu konstrukcji.
- zaznaczyć (wyróżnić) wyszukany pręt i włączyć narzędzie  w celu wyświetlenia okienka szczegółowych wyników dla tego pręta (Rys. IV-4).



Rys. IV-4 - Okienko szczegółowych wyników analizy dla pręta

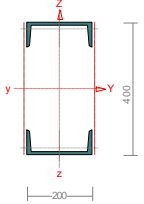
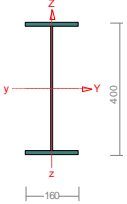
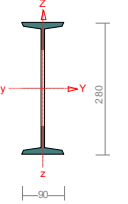
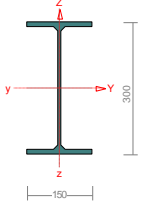
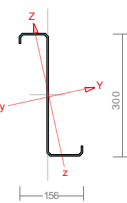
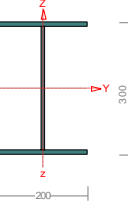
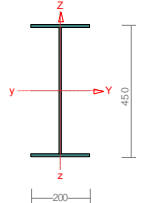
## TWORZENIE DOKUMENTU

- użyć skrótu  lub kombinacji klawiszy [Ctrl]+[P] w celu otwarcia okna dialogowego **Wydruk**
- dokonać ustawień włączników sekcji **Dane** i **Wyniki** tego okna, określających zakres dokumentu
- użyć przycisku **Przeglądaj**, które umożliwi przeglądanie, sporządzenie wydruku oraz bezpośredni eksport dokumentu do edytora MS Word lub do schowka systemu Windows.

### Przykład dokumentu

Poniżej załączono przykład dokumentu dla przedstawionego wyżej przykładu hali stalowej. Dokument został wyeksportowany do edytora MS Word i sformatowany do właściwości typograficznych niniejszej instrukcji. Dokument zawiera: charakterystykę przekrojów, dane prętów, dane obciążeń, wyniki zbiorcze dla wszystkich prętów i wyniki szczegółowe dla prętów grupy **Rama-1**.

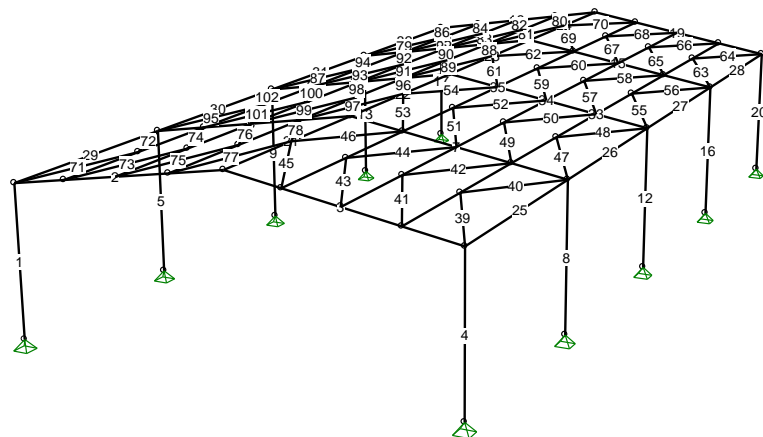
## Przekroje:

1 - słupy ram	2 - rygle ram	3 - płytew kalenicowa
		
Material: 2 - St3S (X,Y,V,W)	Material: 4 - 18G2 (A)	Material: 2 - St3S (X,Y,V,W)
A [cm <sup>2</sup> ] 64,40	A [cm <sup>2</sup> ] 60,96	A [cm <sup>2</sup> ] 27,44
Jy [cm <sup>4</sup> ] 21138,42	Jy [cm <sup>4</sup> ] 17114,70	Jy [cm <sup>4</sup> ] 4437,00
Jz [cm <sup>4</sup> ] 3820,00	Jz [cm <sup>4</sup> ] 819,88	Jz [cm <sup>4</sup> ] 116,72
Dyz [cm <sup>4</sup> ] 0,00	Dyz [cm <sup>4</sup> ] 0,00	Dyz [cm <sup>4</sup> ] 0,00
α [Deg] 0,00	α [Deg] 0,00	α [Deg] 0,00
ly [cm <sup>4</sup> ] 21138,42	ly [cm <sup>4</sup> ] 17114,70	ly [cm <sup>4</sup> ] 4437,00
lz [cm <sup>4</sup> ] 3820,00	lz [cm <sup>4</sup> ] 819,88	lz [cm <sup>4</sup> ] 116,72
Jt [cm <sup>4</sup> ] 25,50	Jt [cm <sup>4</sup> ] 21,23	Jt [cm <sup>4</sup> ] 14,25
Jω [cm <sup>4</sup> ] 0,00	Jω [cm <sup>4</sup> ] 308314,11	Jω [cm <sup>4</sup> ] 21147,55
iy [cm] 18,12	iy [cm] 16,76	iy [cm] 12,72
iz [cm] 7,70	iz [cm] 3,67	iz [cm] 2,06
is [cm] 19,69	is [cm] 17,15	is [cm] 12,88
m [kg/m] 50,55	m [kg/m] 47,85	m [kg/m] 26,30
4 - płatwie połaciowe	5 - stężenia połaciowe	6 - płytew okapowa (1)
		
Material: 2 - St3S (X,Y,V,W)	Material: 2 - St3S (X,Y,V,W)	Material: 2 - St3S (X,Y,V,W)
A [cm <sup>2</sup> ] 53,80	A [cm <sup>2</sup> ] 18,97	A [cm <sup>2</sup> ] 62,40
Jy [cm <sup>4</sup> ] 8360,00	Jy [cm <sup>4</sup> ] 2301,00	Jy [cm <sup>4</sup> ] 9876,80
Jz [cm <sup>4</sup> ] 604,00	Jz [cm <sup>4</sup> ] 203,00	Jz [cm <sup>4</sup> ] 1334,53
Dyz [cm <sup>4</sup> ] 0,00	Dyz [cm <sup>4</sup> ] -481,91	Dyz [cm <sup>4</sup> ] 0,00
α [Deg] 0,00	α [Deg] 12,34	α [Deg] 0,00
ly [cm <sup>4</sup> ] 8360,00	ly [cm <sup>4</sup> ] 2406,40	ly [cm <sup>4</sup> ] 9876,80
lz [cm <sup>4</sup> ] 604,00	lz [cm <sup>4</sup> ] 97,60	lz [cm <sup>4</sup> ] 1334,53
Jt [cm <sup>4</sup> ] 18,84	Jt [cm <sup>4</sup> ] 1,14	Jt [cm <sup>4</sup> ] 18,28
Jω [cm <sup>4</sup> ] 125934,05	Jω [cm <sup>4</sup> ] 31227,36	Jω [cm <sup>4</sup> ] 280333,33
iy [cm] 12,47	iy [cm] 11,26	iy [cm] 12,58
iz [cm] 3,35	iz [cm] 2,27	iz [cm] 4,62
is [cm] 12,91	is [cm] 11,49	is [cm] 13,40
m [kg/m] 42,23	m [kg/m] 14,89	m [kg/m] 48,98
7 - płytew okapowa (2)		
		
Material: 2 - St3S (X,Y,V,W)	Material:	Material:
A [cm <sup>2</sup> ] 74,40	A [cm <sup>2</sup> ]	A [cm <sup>2</sup> ]
Jy [cm <sup>4</sup> ] 24663,80	Jy [cm <sup>4</sup> ]	Jy [cm <sup>4</sup> ]
Jz [cm <sup>4</sup> ] 1335,17	Jz [cm <sup>4</sup> ]	Jz [cm <sup>4</sup> ]

Dyz [cm <sup>4</sup> ]	0,00	Dyz [cm <sup>4</sup> ]		Dyz [cm <sup>4</sup> ]	
$\alpha$ [Deg]	0,00	$\alpha$ [Deg]		$\alpha$ [Deg]	
Iy [cm <sup>4</sup> ]	24663,80	Iy [cm <sup>4</sup> ]		Iy [cm <sup>4</sup> ]	
Iz [cm <sup>4</sup> ]	1335,17	Iz [cm <sup>4</sup> ]		Iz [cm <sup>4</sup> ]	
Jt [cm <sup>4</sup> ]	20,84	Jt [cm <sup>4</sup> ]		Jt [cm <sup>4</sup> ]	
J $\omega$ [cm <sup>4</sup> ]	645333,33	J $\omega$ [cm <sup>4</sup> ]		J $\omega$ [cm <sup>4</sup> ]	
iy [cm]	18,21	iy [cm]		iy [cm]	
iz [cm]	4,24	iz [cm]		iz [cm]	
is [cm]	18,69	is [cm]		is [cm]	
m [kg/m]	58,40	m [kg/m]		m [kg/m]	

## Materiały:

Nr:	Rodzaj:	Nazwa:	E:	G:	v:	$\alpha_T$ :	$\rho$ :	Ro:
			[GPa]	[GPa]	[-]	[1/K]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[MPa]
2	Stal	Przykład hali stalowej.rm3	205,0	80,0	0,3	0,0	7850,0	205,0
4	Stal	Przykład hali stalowej.rm3	205,0	80,0	0,3	0,0	7850,0	295,0



## Pręty:

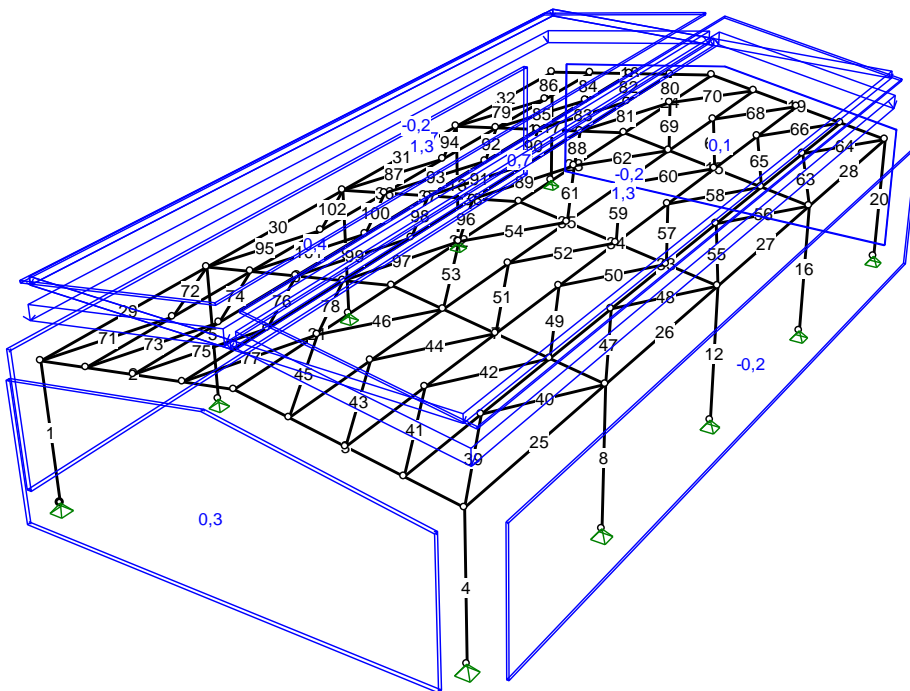
Nr:	Węzły:		Mocowania	Podat- ności	Mimośrod Imperfekcje	Orient. [deg]	L[m]:	F [m]:	Przekrój:
	A:	B:							
<b>Rama-1</b>									
1	1	2	P.P.: Szttywne			180,0	4,000		1 słupy ram
2	2	3	P.P.: Szttywne			0,0	6,083		2 rygle ram
3	3	4	P.P.: Szttywne			0,0	6,083		2 rygle ram
4	4	5	P.P.: Szttywne			0,0	4,000		1 słupy ram
<b>Rama-2</b>									
5	6	7	P.P.: Szttywne			180,0	4,000		1 słupy ram
6	7	8	P.P.: Szttywne			0,0	6,083		2 rygle ram
7	8	9	P.P.: Szttywne			0,0	6,083		2 rygle ram
8	9	10	P.P.: Szttywne			0,0	4,000		1 słupy ram
<b>Rama-3</b>									
9	11	12	P.P.: Szttywne			180,0	4,000		1 słupy ram
10	12	13	P.P.: Szttywne			0,0	6,083		2 rygle ram
11	13	14	P.P.: Szttywne			0,0	6,083		2 rygle ram
12	14	15	P.P.: Szttywne			0,0	4,000		1 słupy ram
<b>Rama-4</b>									
13	16	17	P.P.: Szttywne			180,0	4,000		1 słupy ram
14	17	18	P.P.: Szttywne			0,0	6,083		2 rygle ram
15	18	19	P.P.: Szttywne			0,0	6,083		2 rygle ram
16	19	20	P.P.: Szttywne			0,0	4,000		1 słupy ram
<b>Rama-5</b>									
17	21	22	P.P.: Szttywne			180,0	4,000		1 słupy ram
18	22	23	P.P.: Szttywne			0,0	6,083		2 rygle ram
19	23	24	P.P.: Szttywne			0,0	6,083		2 rygle ram
20	24	25	P.P.: Szttywne			0,0	4,000		1 słupy ram



<b>Pręty kalenicy</b>									
21	8	3	P.P.: Szttywne		az:0,350	0,0	6,000		3 płatew kalenicowa
					bz:0,350				
22	13	8	P.P.: Szttywne		az:0,350	0,0	6,000		3 płatew kalenicowa
					bz:0,350				
23	18	13	P.P.: Szttywne		az:0,350	0,0	6,000		3 płatew kalenicowa
					bz:0,350				
24	23	18	P.P.: Szttywne		az:0,320	0,0	6,000		3 płatew kalenicowa
					bz:0,320				
<b>Okap prawy</b>									
25	4	9	P.P.: Szttywne		Wyr. Góra	0,0	6,000		7(0,000) 6(0,250) 6(0,750) 7(1,000)
26	9	14	P.P.: Szttywne		Wyr. Góra	0,0	6,000		7(0,000) 6(0,250) 6(0,750) 7(1,000)
27	14	19	P.P.: Szttywne		Wyr. Góra	0,0	6,000		7(0,000) 6(0,250) 6(0,750) 7(1,000)
28	19	24	P.P.: Szttywne		Wyr. Góra	0,0	6,000		7(0,000) 6(0,250) 6(0,750) 7(1,000)
<b>Okap lewy</b>									
29	2	7	P.P.: Szttywne		Wyr. Góra	0,0	6,000		7(0,000) 6(0,250) 6(0,750) 7(1,000)
30	7	12	P.P.: Szttywne		Wyr. Góra	0,0	6,000		7(0,000) 6(0,250) 6(0,750) 7(1,000)
31	12	17	P.P.: Szttywne		Wyr. Góra	0,0	6,000		7(0,000) 6(0,250) 6(0,750) 7(1,000)
32	17	22	P.P.: Szttywne		Wyr. Góra	0,0	6,000		7(0,000) 6(0,250) 6(0,750) 7(1,000)
<b>Płatwie prawe</b>									
33	27	26	P.P.: Szttywne		az:-0,350	170,5	24,000		4 płatwie połaciowe
					bz:-0,350				
34	29	28	P.P.: Szttywne		az:-0,350	170,5	24,000		4 płatwie połaciowe
					bz:-0,350				
35	31	30	P.P.: Szttywne		az:-0,350	170,5	24,000		4 płatwie połaciowe
					bz:-0,350				
<b>Płatwie lewe</b>									
36	32	33	P.P.: Szttywne		az:0,350	-9,5	24,000		4 płatwie połaciowe
					bz:0,350				
37	34	35	P.P.: Szttywne		az:0,350	-9,5	24,000		4 płatwie połaciowe
					bz:0,350				
38	36	37	P.P.: Szttywne		az:0,350	-9,5	24,000		4 płatwie połaciowe
					bz:0,350				
<b>Stężenia prawe</b>									
39	4	38	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
40	38	9	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
41	26	39	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
42	39	40	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				

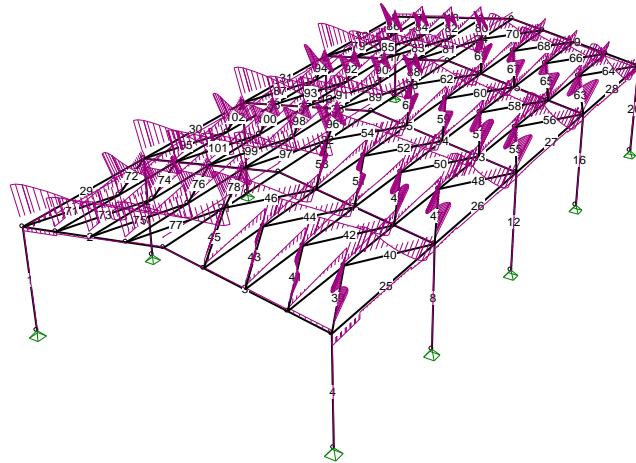
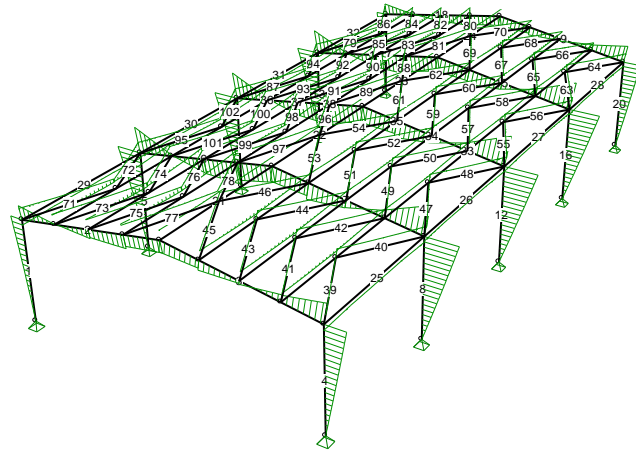
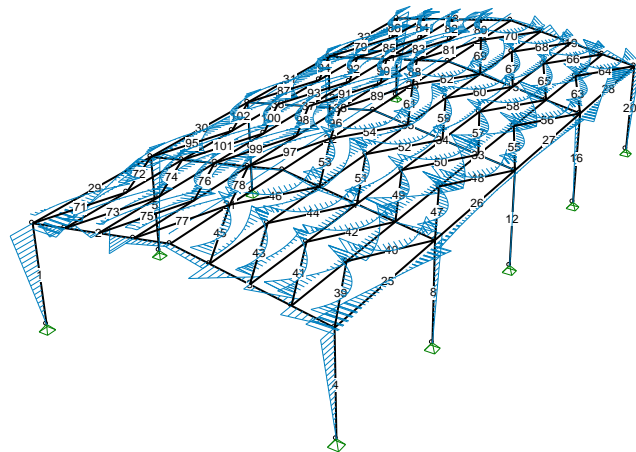
43	28	41	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
44	41	42	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
45	30	43	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,364		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
46	43	44	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,364		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
63	19	59	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
70	62	31	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,364		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
69	58	62	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,364		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
68	61	29	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
67	56	61	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
66	60	27	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
65	54	60	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
64	59	24	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
55	14	52	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
62	57	58	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,364		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
61	51	57	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,364		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
60	55	56	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
59	49	55	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
58	53	54	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
57	47	53	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
56	52	19	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
47	9	45	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
54	50	51	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,364		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
53	44	50	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,364		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
52	48	49	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
51	42	48	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
50	46	47	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
49	40	46	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
48	45	14	P.P.: Szttywne		az:0,350	8,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:0,350				
<b>Stężenia lewe</b>									
71	63	2	P.P.: Szttywne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:-0,350				
72	7	63	P.P.: Szttywne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:-0,350				
73	64	32	P.P.: Szttywne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia połaciowe
					bz:-0,350				
74	65	64	P.P.: Szttywne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia połaciowe

					bz:-0,350				
75	66	34	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
76	67	66	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
77	43	36	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,364		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
78	68	43	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,364		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
79	69	17	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
80	37	62	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,364		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
81	62	70	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,364		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
82	35	71	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
83	71	72	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
84	33	73	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
85	73	74	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
86	22	69	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
87	75	12	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
88	70	57	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,364		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
89	57	76	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,364		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
90	72	77	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
91	77	78	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
92	74	79	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
93	79	80	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
94	17	75	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
95	81	7	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
96	76	50	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,364		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
97	50	68	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,364		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
98	78	82	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
99	82	67	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
100	80	83	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
101	83	65	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				
102	12	81	P.P.: Sztwyne		az:-0,350	-171,5	3,363		5 stężenia polaciowe
					bz:-0,350				

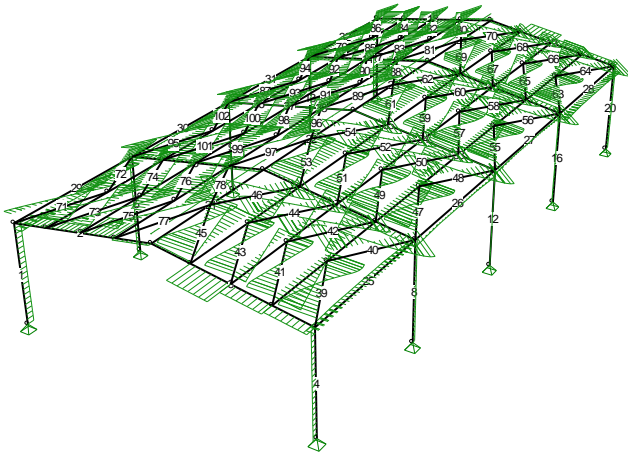


**Obciążenia:**

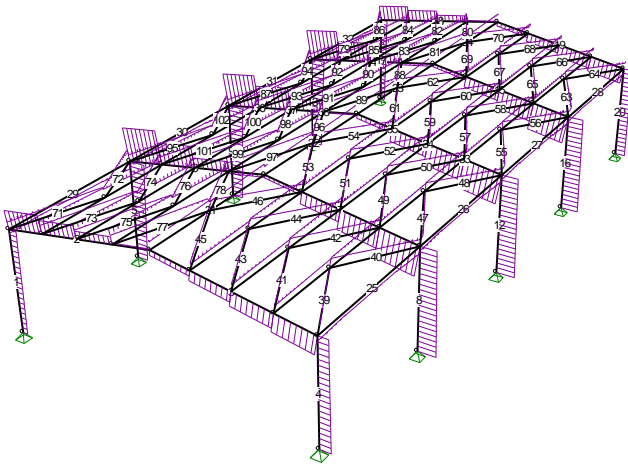
Nr pręta	Rodzaj:	Wartości obl.		Współczynniki			Orient. [deg]	Kier.: [deg]	Położenie		Nazwa:	
		Pa:	Pb:	$\gamma f1:$	$\gamma f2:$	$\psi d:$			xa:	xb:		
<b>Snl: Śnieg - Zmienne(Znaczenie: 1)</b>												
	Powierzchniowe	0,94	0,94	1,40		1,00					Powierzchniowe	1.1. Śnieg
	Powierzchniowe	0,94	0,94	1,40		1,00	Pionowe				Śnieg na całej połaci	
<b>St: Ciężar pokrycia - Stałe(Znaczenie: 1)</b>												
	Powierzchniowe	1,25	1,25	1,00	1,00	1,00	Pionowe				Pokrycie lewe	
	Powierzchniowe	1,38	1,38	1,10	1,00	1,00	Pionowe				Pokrycie prawe	
<b>Wl: Wiatr z lewej - Zmienne(Znaczenie: 1)</b>												
	Powierzchniowe	0,55	0,55	1,34		1,00					Parcie	
	Powierzchniowe	-0,23	-0,23	1,30		1,00					Ssanie	
	Powierzchniowe	-0,23	-0,23	1,30		1,00					Ssanie na połaci lewej	
	Powierzchniowe	-0,23	-0,23	1,30		1,00					Ssanie na połaci prawej	
<b>Ww: Wiatr wzdłuż - Zmienne(Znaczenie: 1)</b>												
	Powierzchniowe	0,42	0,42	1,30		1,00					Nawietrzna	
	Powierzchniowe	0,18	0,18	1,30		1,00					Zawietrzna	2.2. Wiatr na ściany szczytowe - zawietrzna

**Wyniki Obliczeń  
Teoria I rzędu****Mx****My****Mz**

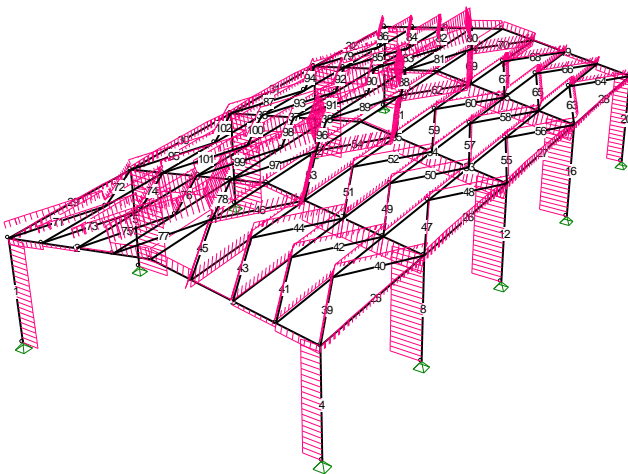
Ty



Tz



N



## Siły Przekrojowe: Obciążenia obliczeniowe D+K: CW Sni St WI (fragment wydruku)

Nr preta:	x [m]:	x/L:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:	Ty [kN]:	Tz [kN]:	N [kN]:
<b>Rama-1</b>								
1	0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,3	-14,2	-60,3
	4,000	1,000	0,0	-69,8	1,4	0,3	-20,7	-58,1
2	0,000	0,000	0,0	-68,9	-0,3	0,8	44,5	-20,3
	3,040	0,500	0,0	38,1	<b>-0,7</b>	<b>1,5</b>	18,5	4,5
	4,560	0,750	0,0	<b>65,4</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	17,6	4,6
	4,560	0,750	<b>0,0</b>	54,4	0,5	<b>-0,2</b>	3,5	32,9
	6,083	1,000	0,0	59,0	0,3	-0,2	2,6	33,1
3	0,000	0,000	0,0	59,0	0,3	0,1	-12,5	31,4
	1,523	0,250	0,0	49,9	<b>1,4</b>	<b>-1,4</b>	-24,6	2,2
	3,043	0,500	0,0	11,9	<b>-0,7</b>	<b>-1,4</b>	-25,4	2,1
	4,563	0,750	<b>0,0</b>	-35,0	0,8	-0,5	-44,7	-24,1
	6,083	1,000	0,0	-103,6	0,0	-0,5	-45,6	-24,3
4	0,000	0,000	0,0	-104,8	1,0	-0,3	24,8	-58,7
	4,000	1,000	0,0	0,0	0,0	-0,3	27,6	-60,9
<b>Rama-2</b>								
5	0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	-0,2	-29,9	-116,9
	4,000	1,000	0,0	-146,0	-0,7	-0,2	-43,1	-114,7
6	0,000	0,000	0,0	-137,1	-0,6	0,4	85,5	-64,5
	1,520	0,250	<b>0,0</b>	-6,5	-0,2	0,2	54,0	-62,7
	3,040	0,500	0,0	74,8	0,1	0,1	24,5	<b>-65,4</b>
	4,560	0,750	0,0	<b>111,4</b>	0,3	0,1	23,6	-65,2
	4,560	0,750	<b>0,0</b>	90,4	<b>0,3</b>	<b>-0,2</b>	-5,4	-11,4
	6,083	1,000	0,0	81,4	0,0	-0,2	-6,3	-11,2
7	0,000	0,000	0,0	81,4	0,0	0,2	-7,8	-13,6
	1,523	0,250	0,0	<b>89,0</b>	<b>0,3</b>	-0,2	-31,1	-67,4
	3,043	0,500	0,0	41,0	0,0	-0,2	-32,0	<b>-67,5</b>
	3,043	0,500	<b>0,0</b>	39,4	0,1	-0,2	-52,5	-62,7
	4,563	0,750	0,0	-44,6	0,0	<b>-0,5</b>	-77,0	-62,1
	6,083	1,000	0,0	-162,4	-0,7	-0,5	-77,9	-62,2
8	0,000	0,000	0,0	-172,8	-0,7	0,2	40,4	-103,0
	4,000	1,000	0,0	0,0	0,0	0,2	46,0	-105,2
<b>Rama-5</b>								
17	0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	-0,4	-14,1	-60,3
	4,000	1,000	0,0	-69,6	-1,6	-0,4	-20,7	-58,1
18	0,000	0,000	0,0	-68,6	0,3	-0,8	44,5	-20,3
	3,040	0,500	0,0	38,3	<b>0,7</b>	<b>-1,5</b>	18,4	4,2
	4,560	0,750	0,0	<b>65,5</b>	<b>-1,6</b>	<b>-1,5</b>	17,5	4,4
	4,560	0,750	<b>0,0</b>	54,5	-0,6	<b>0,3</b>	3,3	32,4
	6,083	1,000	0,0	58,8	-0,2	0,3	2,4	32,6
19	0,000	0,000	0,0	58,8	-0,2	-0,2	-12,4	30,9
	1,523	0,250	0,0	49,7	<b>-1,4</b>	<b>1,4</b>	-24,5	2,0
	3,043	0,500	0,0	11,7	<b>0,7</b>	<b>1,4</b>	-25,4	1,9
	4,563	0,750	<b>0,0</b>	-35,1	-0,8	0,5	-44,6	-24,2
	6,083	1,000	0,0	-103,6	0,0	0,5	-45,5	-24,3
20	0,000	0,000	0,0	-104,8	-1,1	0,3	24,8	-58,6
	4,000	1,000	0,0	0,0	0,0	0,3	27,6	-60,8
<b>Pręty kalenicy</b>								
21	0,000	0,000	0,0	1,7	0,0	0,0	3,3	-15,9
	3,000	0,500	0,0	3,6	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	1,1	<b>0,3</b>
	3,000	0,500	0,0	2,5	0,0	<b>0,0</b>	-2,0	<b>-15,9</b>
	3,844	0,641	0,0	<b>4,1</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,3</b>
	6,000	1,000	0,0	0,0	0,0	0,0	-4,3	0,3
22	0,000	0,000	0,0	-0,3	0,0	0,0	2,9	-8,2
	3,000	0,500	0,0	-0,5	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,0</b>	<b>-15,5</b>
	3,000	0,500	0,0	<b>-0,6</b>	0,0	<b>0,0</b>	<b>-2,4</b>	<b>-8,2</b>
	4,969	0,828	0,0	<b>2,9</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,1	<b>-15,5</b>
	6,000	1,000	0,0	1,8	0,0	0,0	-2,3	-15,5
23	0,000	0,000	0,0	1,5	0,0	0,0	2,4	-13,1
	1,031	0,172	0,0	<b>2,7</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,0	<b>-13,1</b>
	3,000	0,500	0,0	-0,6	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-3,0</b>	<b>-13,1</b>
	3,000	0,500	0,0	<b>-0,7</b>	0,0	<b>0,0</b>	<b>2,4</b>	<b>-8,2</b>
	6,000	1,000	0,0	-0,3	0,0	0,0	-2,9	-8,2
24	0,000	0,000	0,0	0,1	0,0	0,0	4,2	0,5
	3,000	0,500	0,0	3,5	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	-1,1	<b>0,5</b>
	3,000	0,500	0,0	2,6	0,0	<b>0,0</b>	2,0	<b>-13,5</b>
	4,406	0,734	0,0	<b>4,2</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,1	<b>-13,5</b>
	6,000	1,000	0,0	1,8	0,0	0,0	-3,3	-13,5
<b>Okap prawy</b>								
25	0,000	0,000	0,0	-3,0	-1,4	0,4	3,0	17,9

	1,500	0,250	<b>0,0</b>	0,8	-0,8	<b>0,4</b>	1,2	<b>18,0</b>
	3,750	0,625	<b>0,0</b>	<b>2,1</b>	0,0	<b>0,4</b>	0,0	<b>18,0</b>
	5,750	0,958	0,0	-0,1	0,7	<b>0,4</b>	-2,0	18,0
	6,000	1,000	0,0	-0,6	0,8	0,4	-2,2	17,9
26	0,000	0,000	0,0	-7,0	0,3	-0,1	4,2	33,4
	0,500	0,083	<b>0,0</b>	-5,0	0,2	<b>-0,1</b>	3,9	33,4
	1,250	0,208	<b>0,0</b>	-2,3	0,2	<b>-0,1</b>	3,4	33,4
	1,500	0,250	0,0	-1,4	0,2	<b>-0,1</b>	1,6	<b>33,6</b>
	4,500	0,750	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	0,0	<b>-0,1</b>	-1,7	33,5
	4,500	0,750	0,0	<b>1,0</b>	0,0	<b>-0,1</b>	0,0	<b>33,6</b>
	6,000	1,000	0,0	-2,1	-0,1	-0,1	-2,6	33,5
27	0,000	0,000	0,0	-2,1	-0,1	0,1	2,5	33,4
	0,250	0,042	<b>0,0</b>	-1,4	0,0	<b>0,1</b>	2,4	33,4
	1,500	0,250	0,0	<b>1,1</b>	0,0	<b>0,1</b>	0,0	<b>33,4</b>
	1,500	0,250	<b>0,0</b>	<b>1,1</b>	0,0	<b>0,1</b>	1,6	33,4
	4,500	0,750	<b>0,0</b>	-1,4	0,2	<b>0,1</b>	-3,3	33,3
	5,750	0,958	<b>0,0</b>	-6,0	0,2	<b>0,1</b>	-4,0	33,3
	6,000	1,000	0,0	-7,1	0,3	0,1	-4,2	33,3
28	0,000	0,000	0,0	-0,6	0,8	-0,4	2,2	17,8
	1,500	0,250	<b>0,0</b>	2,0	0,3	<b>-0,4</b>	0,4	<b>17,9</b>
	2,250	0,375	<b>0,0</b>	<b>2,1</b>	0,0	<b>-0,4</b>	0,0	<b>17,9</b>
	4,500	0,750	<b>0,0</b>	0,8	-0,8	<b>-0,4</b>	-2,1	17,8
	5,750	0,958	<b>0,0</b>	-2,3	-1,3	<b>-0,4</b>	-2,8	17,8
	6,000	1,000	0,0	-3,1	-1,4	-0,4	-3,0	17,8
<b>Okap lewy</b>								
29	0,000	0,000	0,0	-3,8	1,4	-0,4	4,7	17,2
	0,750	0,125	<b>0,0</b>	-0,7	1,1	<b>-0,4</b>	3,7	17,3
	1,500	0,250	<b>0,0</b>	1,7	0,9	<b>-0,4</b>	1,9	<b>17,4</b>
	3,000	0,500	<b>0,0</b>	<b>3,1</b>	0,3	<b>-0,4</b>	0,0	<b>17,4</b>
	5,500	0,917	0,0	-1,7	-0,7	<b>-0,4</b>	-4,0	17,2
	6,000	1,000	0,0	-3,8	-0,8	-0,4	-4,7	17,2
30	0,000	0,000	0,0	-9,0	-0,3	0,1	6,1	30,4
	1,500	0,250	0,0	-1,3	-0,2	<b>0,1</b>	2,6	<b>30,6</b>
	3,656	0,609	0,0	<b>1,4</b>	-0,1	<b>0,1</b>	-0,1	<b>30,6</b>
	4,500	0,750	<b>0,0</b>	0,9	0,0	<b>0,1</b>	-2,6	30,5
	4,750	0,792	<b>0,0</b>	0,2	0,0	<b>0,1</b>	-2,9	30,5
	6,000	1,000	0,0	-4,4	0,1	0,1	-4,6	30,5
31	0,000	0,000	0,0	-4,3	0,1	-0,1	4,5	30,2
	0,750	0,125	<b>0,0</b>	-1,2	0,0	<b>-0,1</b>	3,5	30,3
	1,500	0,250	0,0	1,0	0,0	<b>-0,1</b>	1,1	<b>30,4</b>
	2,344	0,391	0,0	<b>1,5</b>	-0,1	<b>-0,1</b>	0,0	<b>30,4</b>
	4,500	0,750	<b>0,0</b>	-1,4	-0,2	<b>-0,1</b>	-4,2	30,2
	5,750	0,958	<b>0,0</b>	-7,6	-0,3	<b>-0,1</b>	-5,8	30,2
	6,000	1,000	0,0	-9,1	-0,3	-0,1	-6,1	30,1
32	0,000	0,000	0,0	-3,8	-0,8	0,4	4,6	17,0
	1,500	0,250	<b>0,0</b>	1,7	-0,3	<b>0,4</b>	1,8	<b>17,2</b>
	3,000	0,500	<b>0,0</b>	<b>3,1</b>	0,3	<b>0,4</b>	0,0	<b>17,2</b>
	4,500	0,750	<b>0,0</b>	1,7	0,9	<b>0,4</b>	-2,7	17,1
	5,750	0,958	<b>0,0</b>	-2,8	1,3	<b>0,4</b>	-4,3	17,0
	6,000	1,000	0,0	-3,9	1,4	0,4	-4,7	17,0
<b>Platwie prawe</b>								
33	0,000	0,000	0,0	-2,9	-1,4	1,2	-5,4	20,0
	3,000	0,125	<b>0,1</b>	-10,6	0,5	0,1	0,3	20,0
	6,000	0,250	0,1	<b>8,8</b>	-1,1	-1,2	<b>8,7</b>	-10,6
	6,000	0,250	-0,1	6,8	<b>-1,8</b>	<b>1,5</b>	-6,7	12,3
	15,000	0,625	0,0	-4,8	<b>1,3</b>	-0,6	1,2	12,1
	18,000	0,750	-0,1	8,8	-1,1	1,2	<b>-8,7</b>	<b>-10,7</b>
	18,000	0,750	0,0	6,3	-1,8	<b>-1,5</b>	6,2	12,1
	21,000	0,875	<b>-0,1</b>	-10,6	0,5	-0,1	-0,3	<b>20,1</b>
	21,188	0,883	-0,1	<b>-10,7</b>	0,5	-0,2	0,0	<b>20,1</b>
	24,000	1,000	0,0	-3,0	-1,4	-1,2	5,4	20,1
34	0,000	0,000	0,0	-1,1	-0,7	0,6	-6,9	26,9
	3,000	0,125	<b>0,1</b>	-13,0	-0,4	-0,4	-1,1	26,9
	6,000	0,250	0,0	5,0	-0,5	<b>0,6</b>	-6,8	19,0
	6,000	0,250	0,1	6,3	-0,1	-0,6	<b>8,4</b>	-8,4
	12,000	0,500	0,0	<b>8,0</b>	-0,3	-0,5	7,5	8,6
	18,000	0,750	-0,1	6,2	-0,1	0,6	<b>-8,4</b>	<b>-8,5</b>
	19,688	0,820	0,0	-5,2	<b>0,4</b>	0,0	-5,2	<b>-8,5</b>
	21,000	0,875	<b>-0,1</b>	<b>-13,1</b>	-0,4	0,4	1,1	<b>27,0</b>
	24,000	1,000	0,0	-1,0	-0,7	-0,6	6,9	27,0
35	0,000	0,000	0,0	1,5	0,2	0,2	-8,1	53,3
	3,000	0,125	<b>0,1</b>	<b>-14,2</b>	-0,9	-0,9	-2,4	53,3
	3,000	0,125	-0,1	-12,8	-0,7	0,9	3,0	<b>6,6</b>



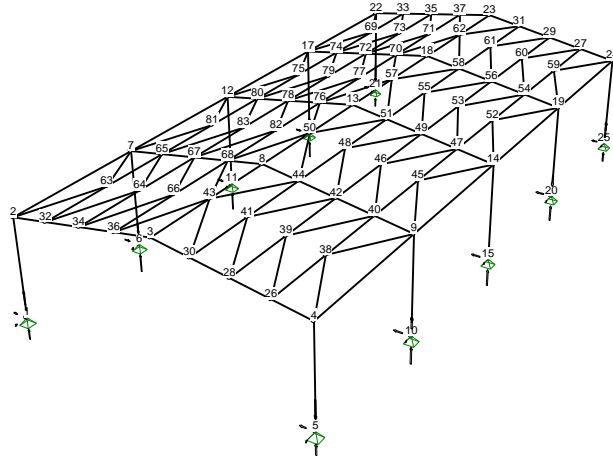
	6,000	0,250	0,0	4,9	0,5	-0,1	<b>8,8</b>	<b>6,6</b>
	12,000	0,500	0,0	8,2	<b>0,5</b>	0,0	8,1	8,5
	12,000	0,500	0,0	<b>8,8</b>	0,5	0,0	<b>-8,8</b>	9,6
	15,000	0,625	0,1	-9,0	-1,0	<b>-1,0</b>	-3,1	9,6
	15,000	0,625	-0,1	-9,3	<b>-1,0</b>	<b>1,0</b>	1,9	17,4
	21,000	0,875	<b>-0,1</b>	-14,2	-0,9	0,9	2,4	<b>54,0</b>
	24,000	1,000	0,0	1,4	0,2	-0,2	8,1	54,0
<b>Płatwie lewe</b>								
36	0,000	0,000	0,0	1,5	1,2	-1,2	8,9	17,8
	3,000	0,125	<b>0,1</b>	13,8	0,1	0,4	-0,7	<b>17,8</b>
	3,000	0,125	0,0	11,7	-0,4	-0,4	-3,5	<b>-9,5</b>
	6,000	0,250	0,0	<b>-13,2</b>	0,9	1,3	<b>-13,1</b>	<b>-9,5</b>
	6,000	0,250	0,0	-11,1	1,6	<b>-1,6</b>	10,8	10,3
	9,187	0,383	0,0	6,6	<b>-0,7</b>	0,0	-1,7	11,3
	18,000	0,750	0,0	-11,1	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	-10,8	10,5
	18,000	0,750	0,0	<b>-13,2</b>	0,9	-1,3	<b>13,1</b>	-9,3
	21,000	0,875	<b>-0,1</b>	13,8	0,1	-0,5	0,7	17,6
	21,187	0,883	-0,1	<b>13,8</b>	0,0	-0,3	0,1	17,6
	24,000	1,000	0,0	1,5	1,2	1,2	-8,9	17,6
37	0,000	0,000	0,0	-0,4	0,4	-0,7	10,5	25,3
	3,000	0,125	<b>0,1</b>	16,7	<b>0,9</b>	1,0	0,9	<b>25,3</b>
	3,000	0,125	0,0	14,0	0,4	-1,0	-3,4	<b>-4,5</b>
	4,781	0,199	0,0	2,8	<b>-0,5</b>	0,0	-9,1	<b>-4,5</b>
	6,000	0,250	0,0	-10,7	-0,1	0,7	<b>-13,1</b>	<b>-4,5</b>
	9,000	0,375	0,0	8,9	0,7	<b>-1,1</b>	-2,2	10,4
	12,000	0,500	0,0	<b>-12,1</b>	0,1	-0,6	11,8	10,1
	15,000	0,625	0,0	8,8	0,7	<b>1,1</b>	2,1	10,1
	18,000	0,750	0,0	-10,8	-0,1	-0,7	<b>13,1</b>	-4,2
	21,000	0,875	<b>-0,1</b>	<b>16,7</b>	0,9	-1,0	-0,9	25,2
	24,000	1,000	0,0	-0,3	0,4	0,7	-10,5	25,2
38	0,000	0,000	0,0	-3,0	-0,4	-0,3	11,6	51,9
	3,000	0,125	<b>0,1</b>	17,3	1,4	1,4	1,9	<b>51,9</b>
	6,000	0,250	0,0	-9,6	-0,6	0,2	<b>-13,4</b>	10,0
	9,000	0,375	0,1	11,1	1,5	<b>1,6</b>	1,8	18,1
	12,000	0,500	0,0	<b>-13,1</b>	-0,7	-0,1	12,8	10,7
	15,000	0,625	-0,1	11,2	<b>1,5</b>	<b>-1,6</b>	-2,1	17,7
	18,000	0,750	0,0	-9,6	-0,7	-0,2	<b>13,5</b>	<b>10,0</b>
	18,375	0,766	0,0	-4,8	<b>-0,7</b>	0,0	12,3	<b>10,0</b>
	21,000	0,875	<b>-0,1</b>	<b>17,6</b>	1,4	-1,4	-2,1	51,3
	24,000	1,000	0,0	-3,1	-0,4	0,3	-11,7	51,3
<b>Stężenia prawe</b>								
39	0,000	0,000	0,2	-9,5	-1,1	1,4	6,0	-20,0
	1,812	0,539	0,0	-1,4	<b>0,4</b>	0,0	2,4	-19,6
	2,613	0,777	-0,2	<b>-0,4</b>	0,0	-0,9	0,2	-19,4
	3,363	1,000	-0,2	-0,9	-0,9	-1,5	-1,2	-19,3
40	0,000	0,000	0,2	1,2	-0,9	1,4	0,9	15,2
	0,633	0,188	0,2	<b>1,6</b>	0,0	1,1	0,0	15,1
	1,554	0,462	0,0	0,4	<b>0,5</b>	0,0	-2,7	14,9
	3,363	1,000	-0,2	-8,1	-0,9	-1,4	-6,3	14,6
41	0,000	0,000	0,2	-3,2	-0,7	1,0	3,1	-22,5
	1,681	0,500	0,0	0,1	<b>0,3</b>	0,0	0,6	-22,3
	2,012	0,598	0,0	<b>0,1</b>	0,2	-0,2	0,0	-22,2
	3,363	1,000	-0,2	-1,4	-0,7	-1,0	-2,0	-22,1
42	0,000	0,000	0,2	1,7	-0,5	1,0	1,5	17,7
	0,003	0,001	<b>0,2</b>	1,7	-0,5	1,0	1,5	<b>17,7</b>
	1,022	0,304	0,1	<b>2,5</b>	0,2	0,4	0,0	17,6
	1,599	0,475	0,0	2,3	<b>0,4</b>	0,0	-1,0	17,5
	3,363	1,000	-0,2	-2,0	-0,6	-1,1	-3,7	17,3
43	0,000	0,000	0,2	-0,8	-0,7	1,0	2,6	-29,7
	1,679	0,499	0,0	<b>1,6</b>	<b>0,3</b>	0,0	0,1	-29,5
	3,363	1,000	-0,2	-0,7	-0,6	-1,0	-2,6	-29,2
44	0,000	0,000	0,2	1,0	-0,5	1,0	2,5	23,5
	1,664	0,495	0,0	3,4	<b>0,4</b>	0,0	0,1	23,3
	1,742	0,518	0,0	<b>3,4</b>	0,4	-0,1	-0,1	23,3
	3,363	1,000	-0,2	1,1	-0,6	-1,0	-2,5	23,0
45	0,000	0,000	0,2	1,2	-0,9	1,3	2,9	-62,5
	1,549	0,461	0,0	<b>3,7</b>	0,4	0,2	0,0	-62,3
	1,768	0,526	0,0	3,6	<b>0,4</b>	0,0	-0,5	-62,2
	3,364	1,000	-0,2	0,4	-0,6	-1,1	-3,2	-62,0
46	0,000	0,000	0,2	1,2	-0,6	1,1	3,2	-51,1
	1,668	0,496	0,0	4,4	<b>0,4</b>	0,0	0,3	-51,4
	1,814	0,539	0,0	<b>4,5</b>	0,4	-0,1	0,0	-51,4
	3,364	1,000	-0,2	1,9	-0,8	-1,3	-2,9	-51,7

63	0,000	0,000	0,2	-8,1	-1,0	1,4	6,3	14,5
	1,809	0,538	0,0	0,4	<b>0,5</b>	0,0	2,7	14,8
	2,726	0,810	-0,2	<b>1,6</b>	0,0	-1,1	0,0	15,0
	3,363	1,000	-0,2	1,2	-0,9	-1,5	-0,9	15,1
70	0,000	0,000	0,2	0,4	-0,6	1,1	3,2	-61,4
	1,596	0,474	0,0	3,6	<b>0,4</b>	0,0	0,5	-61,6
	1,815	0,539	0,0	<b>3,7</b>	0,4	-0,2	0,0	-61,6
	3,364	1,000	-0,2	1,2	-0,9	-1,3	-2,9	-61,9
69	0,000	0,000	0,2	2,2	-0,7	1,0	2,1	-52,4
	1,550	0,461	0,0	<b>4,4</b>	<b>0,4</b>	0,2	0,1	-52,2
	1,769	0,526	0,0	4,4	<b>0,4</b>	0,0	-0,4	-52,1
	3,364	1,000	-0,2	1,3	-0,6	-1,1	-3,1	-51,9
68	0,000	0,000	0,2	-0,7	-0,6	1,0	2,6	-29,0
	1,684	0,501	0,0	<b>1,6</b>	<b>0,3</b>	0,0	-0,1	-29,2
	3,363	1,000	-0,2	-0,8	-0,7	-1,0	-2,6	-29,5
67	0,000	0,000	0,2	1,0	-0,6	1,0	2,6	22,8
	1,699	0,505	0,0	<b>3,4</b>	<b>0,4</b>	0,0	0,0	23,0
	3,363	1,000	-0,2	1,0	-0,5	-1,0	-2,5	23,3
66	0,000	0,000	0,2	-1,3	-0,7	1,0	2,0	-22,0
	1,350	0,401	0,0	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	0,2	0,0	-22,1
	1,679	0,499	0,0	0,1	<b>0,3</b>	0,0	-0,6	-22,2
	3,363	1,000	-0,2	-3,2	-0,7	-1,0	-3,1	-22,4
65	0,000	0,000	0,2	-2,0	-0,6	1,1	3,7	17,2
	1,766	0,525	0,0	2,2	<b>0,4</b>	0,0	1,0	17,4
	2,344	0,697	-0,1	<b>2,5</b>	0,2	-0,4	0,0	17,5
	3,363	1,000	-0,2	1,6	-0,5	-1,0	-1,4	17,6
64	0,000	0,000	0,2	-0,9	-0,9	1,4	1,1	-19,2
	0,750	0,223	0,2	<b>-0,4</b>	0,0	0,9	-0,2	-19,3
	1,551	0,461	0,0	-1,4	<b>0,4</b>	0,0	-2,4	-19,5
	3,363	1,000	-0,2	-9,5	-1,1	-1,4	-6,1	-19,8
55	0,000	0,000	0,2	-9,2	-1,0	1,4	6,3	-1,8
	1,733	0,515	0,0	-0,9	<b>0,5</b>	0,0	2,8	-1,5
	2,723	0,810	-0,2	<b>0,5</b>	0,0	-1,1	0,0	-1,3
	3,363	1,000	-0,2	0,2	-0,9	-1,4	-0,9	-1,2
62	0,000	0,000	0,2	0,1	-0,6	1,1	3,4	-63,6
	1,596	0,474	0,0	3,6	<b>0,4</b>	0,0	0,6	-63,9
	1,888	0,561	0,0	<b>3,7</b>	0,4	-0,2	0,0	-63,9
	3,364	1,000	-0,2	1,5	-0,9	-1,3	-2,7	-64,1
61	0,000	0,000	0,2	1,0	-0,8	1,3	2,9	-65,6
	1,545	0,459	0,0	<b>3,5</b>	0,4	0,2	0,0	-65,3
	1,762	0,524	0,0	3,5	<b>0,4</b>	0,0	-0,4	-65,3
	3,364	1,000	-0,2	0,3	-0,6	-1,1	-3,1	-65,0
60	0,000	0,000	0,2	0,0	-0,6	1,0	2,4	-7,5
	1,594	0,474	0,0	<b>2,1</b>	<b>0,3</b>	0,0	0,0	-7,7
	1,677	0,499	0,0	2,1	<b>0,3</b>	0,0	-0,2	-7,7
	3,363	1,000	-0,2	-0,5	-0,7	-1,0	-2,7	-8,0
59	0,000	0,000	0,2	-0,5	-0,6	1,0	2,8	1,2
	1,687	0,502	0,0	2,2	<b>0,3</b>	0,0	0,2	1,4
	1,769	0,526	0,0	<b>2,2</b>	0,3	0,0	0,1	1,4
	3,363	1,000	-0,2	0,2	-0,6	-1,0	-2,3	1,6
58	0,000	0,000	0,2	0,3	-0,6	1,0	1,2	-8,2
	0,005	0,001	<b>0,2</b>	0,3	-0,6	1,0	1,2	<b>-8,2</b>
	0,858	0,255	0,1	<b>0,9</b>	0,1	0,5	-0,1	-8,4
	1,640	0,488	0,0	0,3	<b>0,3</b>	0,0	-1,4	-8,5
	3,363	1,000	-0,2	-4,5	-0,7	-1,0	-4,0	-8,7
57	0,000	0,000	0,2	-4,3	-0,9	1,3	4,5	2,8
	1,701	0,506	0,0	1,1	<b>0,5</b>	0,0	1,3	3,1
	2,161	0,643	-0,1	<b>1,3</b>	0,4	-0,5	0,1	3,2
	3,363	1,000	-0,2	0,0	-0,8	-1,3	-1,9	3,4
56	0,000	0,000	0,2	0,1	-0,9	1,5	0,7	-1,6
	0,529	0,157	0,2	<b>0,3</b>	-0,2	1,2	0,0	-1,6
	1,627	0,484	0,0	-1,4	<b>0,5</b>	0,0	-3,1	-1,9
	3,363	1,000	-0,2	-10,2	-0,9	-1,4	-6,6	-2,2
47	0,000	0,000	0,2	-10,2	-0,9	1,4	6,6	-2,1
	1,736	0,516	0,0	-1,4	<b>0,5</b>	0,0	3,1	-1,7
	2,827	0,841	-0,2	<b>0,3</b>	-0,2	-1,2	0,1	-1,5
	3,363	1,000	-0,2	0,1	-0,9	-1,6	-0,8	-1,4
54	0,000	0,000	0,1	0,5	-0,5	0,9	2,7	-66,3
	1,645	0,489	0,0	3,3	<b>0,3</b>	0,0	0,5	-66,5
	2,016	0,599	0,0	<b>3,4</b>	0,3	-0,2	0,0	-66,6
	3,364	1,000	-0,2	1,6	-0,7	-1,2	-2,4	-66,8
53	0,000	0,000	0,2	1,7	-0,9	1,3	2,6	-63,8
	1,398	0,416	0,0	<b>3,8</b>	0,4	0,3	0,0	-63,6

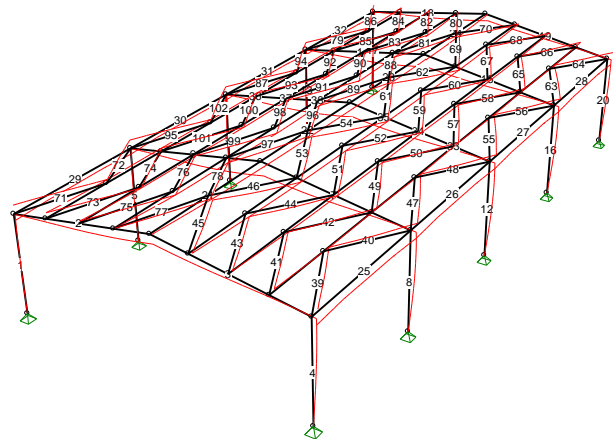
	1,764	0,524	0,0	3,6	<b>0,4</b>	0,0	-0,7	-63,5
	3,364	1,000	-0,2	0,0	-0,6	-1,1	-3,5	-63,3
52	0,000	0,000	0,2	0,3	-0,6	1,0	2,3	1,1
	1,517	0,451	0,0	<b>2,2</b>	0,3	0,1	0,0	0,9
	1,682	0,500	0,0	2,2	<b>0,3</b>	0,0	-0,3	0,9
	3,363	1,000	-0,2	-0,6	-0,6	-1,0	-2,9	0,7
51	0,000	0,000	0,2	-0,6	-0,7	1,0	2,8	-8,0
	1,686	0,501	0,0	2,1	<b>0,3</b>	0,0	0,2	-7,8
	1,768	0,526	0,0	<b>2,1</b>	0,3	0,0	0,1	-7,8
	3,363	1,000	-0,2	0,0	-0,6	-1,0	-2,4	-7,6
50	0,000	0,000	0,2	0,5	-0,6	1,0	1,3	3,2
	0,932	0,277	0,1	<b>1,2</b>	0,1	0,5	-0,1	3,1
	1,680	0,499	0,0	0,7	<b>0,3</b>	0,0	-1,3	3,0
	3,363	1,000	-0,2	-3,9	-0,7	-1,1	-4,0	2,8
49	0,000	0,000	0,2	-4,9	-0,9	1,3	4,7	-8,7
	1,708	0,508	0,0	0,7	<b>0,4</b>	0,0	1,4	-8,4
	2,225	0,662	-0,1	<b>1,0</b>	0,3	-0,5	0,1	-8,2
	3,363	1,000	-0,2	-0,2	-0,8	-1,2	-1,7	-8,1
48	0,000	0,000	0,2	0,2	-0,9	1,4	0,7	-1,4
	0,605	0,180	0,2	<b>0,5</b>	-0,1	1,1	0,0	-1,4
	1,614	0,480	0,0	-0,9	<b>0,5</b>	0,0	-2,8	-1,7
	3,363	1,000	-0,2	-9,2	-0,9	-1,4	-6,3	-2,0
<b>Stężenia lewe</b>								
71	0,000	0,000	0,2	1,0	0,9	-1,4	-1,3	-18,4
	0,759	0,226	0,1	<b>0,4</b>	0,0	-0,9	0,0	-18,6
	1,554	0,462	0,0	1,2	<b>-0,4</b>	0,0	2,1	-18,7
	3,363	1,000	-0,2	8,5	1,0	1,3	5,5	-19,1
72	0,000	0,000	0,2	7,2	0,9	-1,3	-5,8	11,6
	1,809	0,538	0,0	-0,6	<b>-0,5</b>	0,0	-2,4	11,9
	2,691	0,800	-0,2	<b>-1,7</b>	0,0	1,0	-0,1	12,1
	3,363	1,000	-0,2	-1,3	0,8	1,4	0,9	12,2
73	0,000	0,000	0,1	1,4	0,6	-1,0	-2,3	-20,0
	1,599	0,475	0,0	<b>-0,6</b>	-0,3	-0,1	0,0	-20,2
	1,681	0,500	0,0	-0,6	<b>-0,3</b>	0,0	0,1	-20,2
	3,363	1,000	-0,1	1,8	0,6	1,0	2,5	-20,4
74	0,000	0,000	0,1	0,7	0,6	-0,9	-3,0	13,1
	0,011	0,003	<b>0,1</b>	0,7	0,6	<b>-1,0</b>	<b>-3,1</b>	<b>13,1</b>
	1,748	0,520	0,0	-2,7	<b>-0,3</b>	0,0	-0,6	13,3
	2,139	0,636	0,0	<b>-2,9</b>	-0,3	0,3	0,0	13,4
	3,363	1,000	-0,1	-1,7	0,5	0,9	1,7	13,5
75	0,000	0,000	0,1	0,5	0,6	-0,8	-2,6	-27,3
	0,001	0,000	<b>0,1</b>	0,5	0,6	<b>-0,8</b>	<b>-2,6</b>	<b>-27,3</b>
	1,682	0,500	0,0	-2,4	<b>-0,3</b>	0,0	-0,4	-27,5
	1,929	0,574	0,0	<b>-2,4</b>	-0,3	0,2	0,0	-27,5
	3,363	1,000	-0,1	-0,9	0,6	1,0	2,0	-27,7
76	0,000	0,000	0,1	-2,3	0,5	-1,0	-2,0	19,3
	1,434	0,427	0,0	<b>-3,8</b>	-0,3	-0,2	0,0	19,5
	1,682	0,500	0,0	-3,8	<b>-0,4</b>	0,0	0,4	19,5
	3,363	1,000	-0,1	-0,8	0,5	1,0	2,8	19,7
77	0,000	0,000	0,2	-0,6	0,6	-1,0	-3,5	-60,0
	1,600	0,476	0,0	-4,4	<b>-0,4</b>	0,0	-0,9	-60,2
	2,036	0,605	0,0	<b>-4,6</b>	-0,3	0,3	0,0	-60,3
	3,364	1,000	-0,2	-2,9	0,8	1,2	2,3	-60,5
78	0,000	0,000	0,2	-3,1	0,6	-0,8	-1,4	-53,1
	0,674	0,200	0,1	-4,1	0,1	<b>-0,9</b>	-1,6	-53,1
	0,674	0,200	0,1	-4,1	0,1	-0,9	<b>-1,6</b>	-53,1
	1,401	0,416	0,0	<b>-4,7</b>	-0,4	-0,3	-0,1	-52,9
	1,764	0,524	0,0	-4,5	<b>-0,4</b>	0,0	0,7	-52,9
	3,364	1,000	-0,2	-1,1	0,5	1,0	3,3	-52,6
79	0,000	0,000	0,2	-1,3	0,8	-1,4	-1,0	12,0
	0,672	0,200	0,2	<b>-1,7</b>	0,0	-1,0	0,1	11,9
	1,554	0,462	0,0	-0,6	<b>-0,5</b>	0,0	2,4	11,7
	3,363	1,000	-0,2	7,2	0,9	1,3	5,8	11,4
80	0,000	0,000	0,2	-2,9	0,8	-1,2	-2,3	-60,0
	1,329	0,395	0,0	<b>-4,7</b>	-0,3	-0,3	0,0	-59,8
	1,765	0,524	0,0	-4,4	<b>-0,4</b>	0,0	0,9	-59,7
	3,364	1,000	-0,2	-0,6	0,6	1,0	3,5	-59,5
81	0,000	0,000	0,2	-1,1	0,6	-1,1	-3,3	-53,3
	1,672	0,497	0,0	-4,6	<b>-0,4</b>	0,0	-0,5	-53,5
	1,963	0,583	0,0	<b>-4,7</b>	-0,4	0,3	0,0	-53,5
	3,364	1,000	-0,2	-2,7	0,8	1,2	2,5	-53,8
82	0,000	0,000	0,1	-0,8	0,6	-1,0	-2,0	-27,5
	1,434	0,426	0,0	<b>-2,4</b>	-0,3	-0,2	0,0	-27,3

	1,681	0,500	0,0	-2,4	<b>-0,3</b>	0,0	0,4	-27,3
	3,363	1,000	-0,1	0,6	0,6	1,0	2,8	-27,1
83	0,000	0,000	0,1	-0,8	0,5	-1,0	-2,8	19,3
	1,681	0,500	0,0	-3,7	<b>-0,4</b>	0,0	-0,4	19,1
	1,929	0,573	0,0	<b>-3,8</b>	-0,3	0,2	0,0	19,1
	3,363	1,000	-0,1	-2,2	0,5	1,0	2,0	18,9
84	0,000	0,000	0,1	1,7	0,6	-1,0	-2,6	-20,1
	1,682	0,500	0,0	-0,7	<b>-0,3</b>	0,0	-0,1	-19,9
	1,764	0,525	0,0	<b>-0,7</b>	-0,3	0,1	0,0	-19,9
	3,363	1,000	-0,1	1,4	0,6	1,0	2,3	-19,7
85	0,000	0,000	0,1	-1,7	0,5	-0,9	-1,7	13,3
	1,269	0,377	0,0	<b>-2,9</b>	-0,3	-0,2	0,1	13,1
	1,599	0,475	0,0	-2,8	<b>-0,3</b>	0,0	0,6	13,1
	3,363	1,000	-0,1	0,7	0,6	1,0	3,2	12,8
86	0,000	0,000	0,2	8,5	1,0	-1,4	-5,5	-18,8
	1,809	0,538	0,0	1,2	<b>-0,4</b>	0,0	-2,1	-18,5
	2,604	0,774	-0,1	<b>0,4</b>	0,0	0,9	0,0	-18,3
	3,363	1,000	-0,2	1,0	0,9	1,4	1,3	-18,2
87	0,000	0,000	0,2	-0,2	0,8	-1,4	-1,0	-2,8
	0,687	0,204	0,2	<b>-0,6</b>	0,0	-1,0	0,0	-2,9
	1,627	0,484	0,0	0,6	<b>-0,4</b>	0,0	2,5	-3,2
	3,363	1,000	-0,2	8,2	0,9	1,3	5,8	-3,5
88	0,000	0,000	0,2	-2,5	0,7	-0,8	-1,3	-62,6
	0,673	0,200	0,1	-3,4	0,1	<b>-0,9</b>	-1,5	-62,5
	0,673	0,200	0,1	-3,4	0,1	-0,9	<b>-1,5</b>	-62,5
	1,401	0,417	0,0	<b>-3,9</b>	-0,3	-0,3	0,0	-62,4
	1,766	0,525	0,0	-3,8	<b>-0,4</b>	0,0	0,7	-62,3
	3,364	1,000	-0,2	-0,2	0,5	1,0	3,3	-62,1
89	0,000	0,000	0,2	-0,2	0,5	-1,0	-3,3	-66,2
	1,603	0,476	0,0	-3,7	<b>-0,4</b>	0,0	-0,7	-66,5
	1,966	0,584	0,0	<b>-3,9</b>	-0,4	0,3	0,0	-66,5
	3,364	1,000	-0,2	-1,9	0,8	1,2	2,5	-66,7
90	0,000	0,000	0,1	-0,4	0,6	-1,0	-2,3	-8,5
	1,599	0,475	0,0	<b>-2,4</b>	-0,3	-0,1	0,0	-8,3
	1,681	0,500	0,0	-2,4	<b>-0,3</b>	0,0	0,1	-8,3
	3,363	1,000	-0,1	0,0	0,6	0,9	2,5	-8,1
91	0,000	0,000	0,1	-0,3	0,5	-1,0	-2,4	-0,3
	1,681	0,500	0,0	<b>-2,6</b>	<b>-0,3</b>	0,0	0,0	-0,6
	3,363	1,000	-0,1	-0,4	0,6	1,0	2,4	-0,8
92	0,000	0,000	0,1	3,2	0,6	-1,0	-3,4	-9,5
	1,679	0,499	0,0	-0,7	<b>-0,3</b>	0,0	-1,0	-9,3
	2,255	0,670	-0,1	<b>-1,0</b>	-0,2	0,3	-0,1	-9,2
	3,363	1,000	-0,1	0,0	0,6	0,9	1,4	-9,1
93	0,000	0,000	0,1	-0,2	0,5	-0,9	-1,6	2,2
	1,184	0,352	0,0	<b>-1,3</b>	-0,2	-0,3	0,0	2,0
	1,679	0,499	0,0	-1,1	<b>-0,3</b>	0,0	0,8	2,0
	3,363	1,000	-0,1	2,5	0,6	1,0	3,3	1,7
94	0,000	0,000	0,2	9,1	0,9	-1,3	-6,1	-2,8
	1,736	0,516	0,0	1,1	<b>-0,4</b>	0,0	-2,8	-2,5
	2,775	0,825	-0,2	<b>-0,4</b>	0,1	1,1	-0,1	-2,3
	3,363	1,000	-0,2	-0,1	0,9	1,4	0,7	-2,2
95	0,000	0,000	0,2	-0,1	0,9	-1,4	-0,7	-1,9
	0,588	0,175	0,2	<b>-0,4</b>	0,1	-1,1	0,1	-2,0
	1,627	0,484	0,0	1,1	<b>-0,4</b>	0,0	2,8	-2,3
	3,363	1,000	-0,2	9,1	0,9	1,3	6,1	-2,5
96	0,000	0,000	0,2	-1,8	0,8	-0,9	-1,8	-68,0
	0,674	0,200	0,1	-3,1	0,1	<b>-1,0</b>	-2,0	-67,9
	0,674	0,200	0,1	-3,1	0,1	-1,0	<b>-2,0</b>	-67,9
	1,546	0,460	0,0	<b>-4,0</b>	-0,4	-0,2	0,0	-67,7
	1,800	0,535	0,0	-3,9	<b>-0,5</b>	0,0	0,5	-67,7
	3,364	1,000	-0,2	-0,1	0,7	1,3	3,8	-67,4
97	0,000	0,000	0,2	-0,5	0,6	-1,0	-3,3	-62,2
	1,598	0,475	0,0	-4,0	<b>-0,4</b>	0,0	-0,7	-62,4
	1,963	0,583	0,0	<b>-4,1</b>	-0,3	0,3	0,0	-62,5
	3,364	1,000	-0,2	-2,1	0,8	1,2	2,5	-62,7
98	0,000	0,000	0,1	-0,4	0,6	-1,0	-2,4	-1,1
	1,682	0,500	0,0	<b>-2,5</b>	<b>-0,3</b>	0,0	0,0	-0,9
	3,363	1,000	-0,1	-0,2	0,5	1,0	2,4	-0,7
99	0,000	0,000	0,1	-0,1	0,5	-0,8	-2,2	-7,7
	0,001	0,000	<b>0,1</b>	-0,1	0,5	<b>-0,8</b>	<b>-2,2</b>	<b>-7,7</b>
	1,682	0,500	0,0	-2,4	<b>-0,3</b>	0,0	-0,1	-7,9
	1,764	0,525	0,0	<b>-2,4</b>	-0,3	0,1	0,0	-7,9
	3,363	1,000	-0,1	-0,4	0,6	1,0	2,3	-8,1

100	0,000	0,000	0,1	2,5	0,6	-1,0	-3,3	1,4
	1,683	0,500	0,0	-1,1	-0,3	0,0	-0,8	1,7
	2,178	0,648	0,0	-1,3	-0,2	0,3	0,0	1,7
	3,363	1,000	-0,1	-0,2	0,5	0,9	1,6	1,9
101	0,000	0,000	0,1	-0,1	0,6	-0,9	-1,4	-8,8
	1,076	0,320	0,1	-1,0	-0,2	-0,4	0,0	-8,9
	1,651	0,491	0,0	-0,7	-0,3	0,0	0,9	-9,0
	3,351	0,996	-0,1	3,1	0,6	1,0	3,5	-9,2
	3,363	1,000	-0,1	3,2	0,6	1,0	3,5	-9,2
102	0,000	0,000	0,2	8,2	0,9	-1,3	-5,8	-3,7
	1,736	0,516	0,0	0,6	-0,4	0,0	-2,6	-3,4
	2,679	0,797	-0,2	-0,6	0,0	1,0	0,0	-3,2
	3,363	1,000	-0,2	-0,2	0,8	1,4	1,0	-3,1


**Reakcje podporowe: Obciążenia obliczeniowe D+K: CW Sni St Wl**

Nr węzła:	$\alpha$ :	$\phi$ :	$\psi$ :	Rx [kN]:	Ry [kN]:	Rz [kN]:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:
1	0,0	0,0	0,0	14,2	0,3	60,3	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	-27,6	0,3	60,9	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	29,9	-0,2	116,9	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	-46,0	-0,2	105,2	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	31,6	0,0	116,9	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	-47,7	0,0	105,7	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	29,8	0,1	117,1	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	-45,8	0,1	104,6	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0	14,1	-0,4	60,3	0,0	0,0	0,0
25	0,0	0,0	0,0	-27,6	-0,3	60,8	0,0	0,0	0,0



Deformacje: Obciążenia charakterystyczne D+K: CW Sni St WI (fragment wydruku)

Nr preta:	x [m]:	x/L:	Ux [m]:	Uy [m]:	Uz [m]:	Uyz [m]:	Uy [m]:	Uz [m]:	Uyz [m]:
							Liczone od ciężewy		
<b>Rama-1</b>									
1	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	0,750	0,188	0,0000	-0,0001	0,0001	0,0001	-0,0001	0,0006	0,0006
	2,250	0,563	-0,0001	<b>-0,0002</b>	-0,0004	0,0004	<b>-0,0002</b>	<b>0,0013</b>	<b>0,0014</b>
	2,375	0,594	-0,0001	<b>-0,0002</b>	-0,0005	0,0005	<b>-0,0002</b>	<b>0,0014</b>	<b>0,0014</b>
	2,625	0,656	-0,0001	<b>-0,0002</b>	-0,0007	0,0007	<b>-0,0001</b>	0,0013	0,0013
	4,000	1,000	-0,0002	-0,0001	-0,0031	0,0031	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,000	0,000	0,0030	-0,0001	-0,0007	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000
	3,040	0,500	<b>0,0030</b>	-0,0010	-0,0114	0,0115	-0,0006	-0,0032	0,0033
	3,752	0,617	<b>0,0030</b>	-0,0011	-0,0135	0,0135	-0,0007	<b>-0,0035</b>	<b>0,0036</b>
	4,132	0,679	<b>0,0030</b>	-0,0012	-0,0143	0,0144	<b>-0,0007</b>	-0,0034	0,0035
	4,322	0,711	<b>0,0030</b>	<b>-0,0012</b>	-0,0147	0,0148	<b>-0,0007</b>	-0,0033	0,0034
	5,654	0,930	<b>0,0030</b>	-0,0009	-0,0159	<b>0,0159</b>	-0,0002	-0,0012	0,0012
	6,083	1,000	0,0030	-0,0007	-0,0158	0,0158	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,000	0,000	0,0080	-0,0007	-0,0140	0,0140	0,0000	0,0000	0,0000
	1,713	0,282	<b>0,0080</b>	<b>-0,0011</b>	-0,0112	0,0113	<b>-0,0006</b>	<b>-0,0015</b>	<b>0,0016</b>
	1,855	0,305	<b>0,0080</b>	<b>-0,0011</b>	-0,0109	0,0109	<b>-0,0006</b>	-0,0015	0,0016
	3,043	0,500	<b>0,0080</b>	-0,0009	-0,0072	0,0073	-0,0004	-0,0008	0,0009
	5,133	0,844	0,0080	-0,0005	-0,0004	0,0006	-0,0002	<b>0,0008</b>	0,0008
	6,083	1,000	0,0080	-0,0002	0,0012	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,000	0,000	0,0002	-0,0002	0,0080	0,0080	0,0000	0,0000	0,0000
	0,250	0,063	<b>0,0001</b>	-0,0002	0,0082	<b>0,0082</b>	0,0000	0,0006	0,0006
	0,375	0,094	0,0001	-0,0002	0,0082	0,0082	0,0000	0,0009	0,0009
	1,125	0,281	0,0001	<b>-0,0002</b>	0,0077	0,0077	-0,0001	0,0019	0,0019
	1,750	0,438	0,0001	-0,0002	0,0066	0,0066	<b>-0,0001</b>	<b>0,0021</b>	<b>0,0021</b>
	4,000	1,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<b>Rama-2</b>									
5	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1,625	0,406	-0,0001	<b>0,0000</b>	0,0018	0,0018	<b>0,0001</b>	0,0024	0,0024
	2,000	0,500	-0,0001	<b>0,0000</b>	0,0019	<b>0,0019</b>	<b>0,0001</b>	0,0027	0,0027
	2,125	0,531	-0,0002	<b>0,0000</b>	0,0019	<b>0,0019</b>	<b>0,0001</b>	0,0028	0,0028
	2,250	0,563	-0,0002	<b>0,0000</b>	0,0019	0,0019	<b>0,0001</b>	<b>0,0028</b>	<b>0,0028</b>
	2,375	0,594	-0,0002	<b>0,0000</b>	0,0018	0,0018	<b>0,0001</b>	<b>0,0028</b>	<b>0,0028</b>
	4,000	1,000	-0,0003	-0,0001	-0,0016	0,0016	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,000	0,000	0,0015	-0,0001	-0,0006	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000
	0,902	0,148	0,0015	<b>0,0000</b>	-0,0053	0,0053	<b>0,0001</b>	-0,0010	0,0010
	3,705	0,609	0,0014	-0,0003	-0,0222	0,0222	-0,0001	<b>-0,0060</b>	<b>0,0060</b>
	4,417	0,726	0,0013	<b>-0,0003</b>	-0,0247	0,0247	<b>-0,0002</b>	-0,0055	0,0055
	5,702	0,937	<b>0,0013</b>	-0,0002	-0,0263	<b>0,0263</b>	-0,0001	-0,0017	0,0017
	6,083	1,000	0,0013	-0,0001	-0,0262	0,0262	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,000	0,000	0,0098	-0,0001	-0,0243	0,0243	0,0000	0,0000	0,0000
	1,713	0,282	0,0097	<b>-0,0003</b>	-0,0205	0,0205	<b>-0,0002</b>	-0,0034	0,0034
	1,950	0,321	0,0097	<b>-0,0003</b>	-0,0196	0,0196	<b>-0,0001</b>	<b>-0,0035</b>	<b>0,0035</b>
	5,180	0,852	0,0096	<b>-0,0001</b>	-0,0019	0,0019	<b>0,0001</b>	0,0006	0,0006
	5,418	0,891	0,0096	<b>-0,0001</b>	-0,0008	0,0008	<b>0,0001</b>	<b>0,0007</b>	0,0007
	6,083	1,000	0,0096	-0,0001	0,0013	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000
8	0,000	0,000	0,0003	-0,0001	0,0097	0,0097	0,0000	0,0000	0,0000
	0,750	0,188	0,0002	-0,0001	0,0104	<b>0,0104</b>	0,0001	0,0025	0,0025
	1,750	0,438	0,0002	0,0000	0,0089	0,0089	<b>0,0001</b>	<b>0,0035</b>	<b>0,0035</b>
	2,750	0,688	0,0001	<b>0,0000</b>	0,0056	0,0056	0,0001	0,0026	0,0026
	4,000	1,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

<b>Rama-5</b>									
17	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	0,750	0,188	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0006	0,0006
	2,250	0,563	-0,0001	0,0003	-0,0004	0,0005	<b>0,0002</b>	<b>0,0013</b>	<b>0,0014</b>
	2,375	0,594	-0,0001	0,0003	-0,0005	0,0006	<b>0,0002</b>	<b>0,0013</b>	<b>0,0014</b>
	2,875	0,719	-0,0001	<b>0,0003</b>	-0,0010	0,0011	0,0002	0,0012	0,0012
	4,000	1,000	-0,0002	0,0002	-0,0031	0,0031	0,0000	0,0000	0,0000
18	0,000	0,000	0,0031	0,0002	-0,0007	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000
	3,040	0,500	<b>0,0030</b>	0,0011	-0,0115	0,0115	0,0006	-0,0032	0,0033
	3,752	0,617	<b>0,0030</b>	0,0012	-0,0135	0,0136	0,0007	<b>-0,0035</b>	<b>0,0036</b>
	4,132	0,679	<b>0,0030</b>	<b>0,0013</b>	-0,0144	0,0144	<b>0,0007</b>	-0,0034	0,0035
	4,322	0,711	<b>0,0030</b>	<b>0,0013</b>	-0,0147	0,0148	<b>0,0007</b>	-0,0033	0,0034
	5,654	0,930	<b>0,0031</b>	0,0009	-0,0159	<b>0,0159</b>	0,0002	-0,0012	0,0012
	6,083	1,000	0,0031	0,0007	-0,0158	0,0158	0,0000	0,0000	0,0000
19	0,000	0,000	0,0080	0,0007	-0,0139	0,0140	0,0000	0,0000	0,0000
	1,713	0,282	<b>0,0080</b>	<b>0,0012</b>	-0,0112	0,0113	<b>0,0006</b>	<b>-0,0015</b>	<b>0,0016</b>

	1,855	0,305	<b>0,0080</b>	<b>0,0012</b>	-0,0108	0,0109	<b>0,0006</b>	-0,0015	0,0016
	3,043	0,500	<b>0,0080</b>	0,0009	-0,0072	0,0072	0,0004	-0,0008	0,0009
	5,133	0,844	0,0080	0,0005	-0,0004	0,0007	0,0002	<b>0,0008</b>	0,0008
	6,083	1,000	0,0080	0,0002	0,0012	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000
20	0,000	0,000	0,0002	0,0002	0,0081	0,0081	0,0000	0,0000	0,0000
	0,250	0,063	<b>0,0001</b>	0,0002	0,0082	<b>0,0082</b>	0,0000	0,0006	0,0006
	0,375	0,094	0,0001	0,0002	0,0082	0,0082	0,0001	0,0009	0,0009
	1,000	0,250	0,0001	<b>0,0003</b>	0,0079	0,0079	0,0001	0,0018	0,0018
	1,750	0,438	0,0001	0,0002	0,0067	0,0067	<b>0,0001</b>	<b>0,0021</b>	<b>0,0021</b>
	4,000	1,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<b>Pręty kalenicy</b>									
21	0,000	0,000	-0,0001	0,0054	-0,0256	0,0262	0,0000	0,0000	0,0000
	3,000	0,500	<b>-0,0002</b>	<b>0,0054</b>	-0,0219	0,0225	<b>0,0001</b>	<b>-0,0015</b>	<b>0,0015</b>
	3,188	0,531	<b>-0,0002</b>	<b>0,0054</b>	-0,0215	0,0222	<b>0,0001</b>	<b>-0,0015</b>	<b>0,0015</b>
	5,531	0,922	<b>-0,0002</b>	<b>0,0054</b>	-0,0163	0,0171	<b>0,0000</b>	-0,0004	0,0004
	6,000	1,000	-0,0002	0,0054	-0,0151	0,0160	0,0000	0,0000	0,0000
22	0,000	0,000	0,0000	0,0054	-0,0273	0,0279	0,0000	0,0000	0,0000
	0,562	0,094	<b>0,0000</b>	0,0054	-0,0273	<b>0,0279</b>	<b>0,0000</b>	-0,0002	0,0002
	3,281	0,547	-0,0001	<b>0,0054</b>	-0,0269	0,0275	<b>0,0001</b>	-0,0005	0,0005
	3,844	0,641	-0,0001	<b>0,0054</b>	-0,0268	0,0273	<b>0,0001</b>	<b>-0,0005</b>	<b>0,0005</b>
	6,000	1,000	-0,0001	0,0054	-0,0256	0,0262	0,0000	0,0000	0,0000
23	0,000	0,000	0,0001	0,0054	-0,0255	0,0261	0,0000	0,0000	0,0000
	2,062	0,344	0,0000	0,0054	-0,0266	0,0272	<b>0,0001</b>	<b>-0,0005</b>	<b>0,0005</b>
	2,625	0,437	0,0000	<b>0,0055</b>	-0,0268	0,0273	<b>0,0001</b>	-0,0005	0,0005
	6,000	1,000	0,0000	0,0054	-0,0273	0,0279	0,0000	0,0000	0,0000
24	0,000	0,000	0,0001	0,0054	-0,0151	0,0160	0,0000	0,0000	0,0000
	0,469	0,078	<b>0,0001</b>	0,0054	-0,0163	0,0172	<b>0,0000</b>	-0,0004	0,0004
	3,000	0,500	<b>0,0001</b>	<b>0,0055</b>	-0,0218	0,0225	<b>0,0001</b>	<b>-0,0015</b>	<b>0,0015</b>
	6,000	1,000	0,0000	0,0054	-0,0255	0,0261	0,0000	0,0000	0,0000
<b>Okap prawy</b>									
25	0,000	0,000	-0,0002	-0,0082	-0,0001	0,0082	0,0000	0,0000	0,0000
	1,172	0,195	-0,0002	<b>-0,0080</b>	-0,0003	0,0080	0,0006	-0,0001	0,0006
	1,781	0,297	-0,0002	-0,0081	-0,0004	0,0081	<b>0,0007</b>	-0,0002	<b>0,0007</b>
	3,188	0,531	-0,0001	-0,0087	-0,0005	0,0087	0,0005	<b>-0,0003</b>	0,0006
	3,469	0,578	-0,0001	-0,0088	-0,0005	0,0089	0,0005	<b>-0,0003</b>	0,0006
	6,000	1,000	-0,0001	-0,0101	-0,0003	0,0101	0,0000	0,0000	0,0000
26	0,000	0,000	-0,0001	-0,0101	-0,0003	0,0101	0,0000	0,0000	0,0000
	0,836	0,139	-0,0001	-0,0102	-0,0002	0,0102	<b>0,0000</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
	1,211	0,202	-0,0001	-0,0102	-0,0002	0,0102	<b>0,0000</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
	4,313	0,719	0,0000	-0,0104	-0,0003	0,0104	0,0001	<b>0,0000</b>	0,0001
	4,500	0,750	0,0000	-0,0104	-0,0003	0,0104	<b>0,0001</b>	<b>0,0000</b>	0,0001
	6,000	1,000	0,0000	-0,0105	-0,0003	0,0105	0,0000	0,0000	0,0000
27	0,000	0,000	0,0000	-0,0105	-0,0003	0,0105	0,0000	0,0000	0,0000
	1,500	0,250	0,0000	-0,0104	-0,0003	0,0104	<b>0,0001</b>	<b>0,0000</b>	0,0001
	4,789	0,798	0,0001	-0,0102	-0,0002	0,0102	<b>0,0000</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
	5,156	0,859	0,0001	-0,0102	-0,0002	0,0102	<b>0,0000</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>
	6,000	1,000	0,0002	-0,0101	-0,0003	0,0101	0,0000	0,0000	0,0000
28	0,000	0,000	0,0001	-0,0101	-0,0003	0,0101	0,0000	0,0000	0,0000
	2,531	0,422	0,0002	-0,0089	-0,0005	0,0089	0,0005	<b>-0,0003</b>	0,0006
	2,813	0,469	0,0002	-0,0087	-0,0005	0,0087	0,0005	<b>-0,0003</b>	0,0006
	4,219	0,703	0,0002	-0,0081	-0,0004	0,0081	<b>0,0007</b>	-0,0002	<b>0,0007</b>
	4,805	0,801	0,0002	<b>-0,0080</b>	-0,0003	0,0080	0,0006	-0,0001	0,0006
	6,000	1,000	0,0002	-0,0083	-0,0001	0,0083	0,0000	0,0000	0,0000

<b>Stężenia prawe</b>									
39	0,000	0,000	-0,0036	-0,0064	0,0026	0,0069	0,0000	0,0000	0,0000
	0,211	0,063	<b>-0,0036</b>	-0,0064	0,0025	0,0069	<b>0,0001</b>	0,0002	0,0002
	1,156	0,344	-0,0036	-0,0077	0,0011	0,0078	-0,0006	<b>0,0006</b>	0,0009
	1,666	0,495	-0,0036	-0,0083	0,0002	0,0083	-0,0009	0,0006	<b>0,0011</b>
	1,812	0,539	-0,0037	-0,0084	-0,0001	0,0084	<b>-0,0010</b>	0,0005	<b>0,0011</b>
	2,103	0,625	-0,0037	<b>-0,0084</b>	-0,0007	0,0085	-0,0009	0,0004	0,0010
	3,363	1,000	-0,0037	-0,0083	-0,0034	0,0089	0,0000	0,0000	0,0000
40	0,000	0,000	0,0037	-0,0083	-0,0034	0,0089	0,0000	0,0000	0,0000
	0,508	0,151	0,0037	-0,0086	-0,0025	0,0089	-0,0004	<b>0,0000</b>	0,0004
	1,482	0,441	0,0038	<b>-0,0093</b>	-0,0005	<b>0,0093</b>	-0,0014	0,0001	0,0014
	1,626	0,484	0,0038	-0,0093	-0,0002	0,0093	<b>-0,0014</b>	0,0001	<b>0,0014</b>
	2,565	0,763	0,0038	-0,0083	0,0017	0,0085	-0,0006	<b>0,0003</b>	0,0007
	3,363	1,000	0,0038	-0,0075	0,0030	0,0081	0,0000	0,0000	0,0000
41	0,000	0,000	-0,0032	-0,0064	-0,0007	0,0065	0,0000	0,0000	0,0000
	0,852	0,253	-0,0032	-0,0074	-0,0031	0,0081	-0,0004	<b>0,0001</b>	0,0004
	1,681	0,500	-0,0032	-0,0084	-0,0057	0,0102	<b>-0,0007</b>	0,0001	<b>0,0007</b>
	3,235	0,962	<b>-0,0033</b>	-0,0089	-0,0104	0,0137	<b>0,0000</b>	0,0000	0,0000

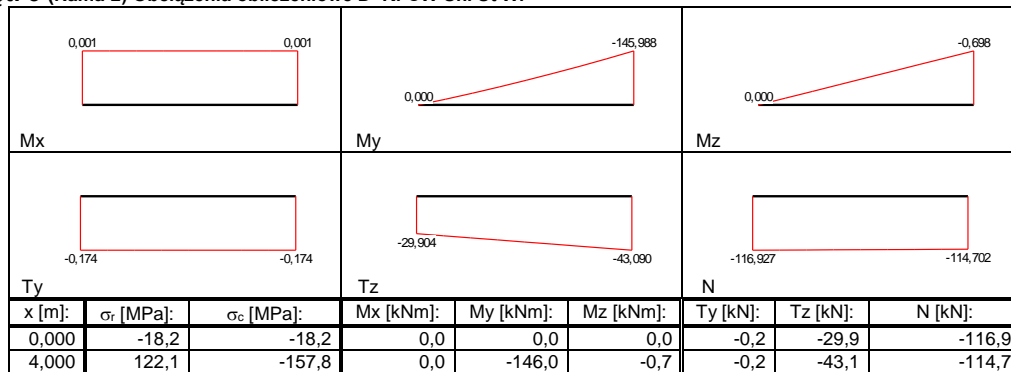
	3,363	1,000	-0,0033	-0,0090	-0,0108	0,0141	0,0000	0,0000	0,0000
42	0,000	0,000	0,0033	-0,0091	-0,0108	0,0141	0,0000	0,0000	0,0000
	1,352	0,402	0,0033	<b>-0,0097</b>	-0,0084	0,0128	-0,0011	<b>-0,0004</b>	0,0012
	1,599	0,475	0,0034	-0,0097	-0,0078	0,0124	<b>-0,0012</b>	<b>-0,0004</b>	<b>0,0013</b>
	3,363	1,000	0,0034	-0,0078	-0,0036	0,0085	0,0000	0,0000	0,0000
43	0,000	0,000	-0,0031	-0,0074	-0,0057	0,0094	0,0000	0,0000	0,0000
	1,679	0,499	-0,0032	-0,0096	-0,0115	0,0150	<b>-0,0008</b>	<b>-0,0003</b>	<b>0,0008</b>
	3,363	1,000	-0,0034	-0,0103	-0,0167	0,0196	0,0000	0,0000	0,0000
44	0,000	0,000	0,0033	-0,0104	-0,0167	0,0196	0,0000	0,0000	0,0000
	1,585	0,471	0,0034	<b>-0,0113</b>	-0,0154	0,0191	<b>-0,0013</b>	<b>-0,0007</b>	<b>0,0015</b>
	1,742	0,518	0,0034	-0,0113	-0,0152	0,0189	<b>-0,0013</b>	<b>-0,0007</b>	<b>0,0015</b>
	3,363	1,000	0,0034	-0,0097	-0,0123	0,0157	0,0000	0,0000	0,0000
45	0,000	0,000	-0,0034	-0,0087	-0,0101	0,0133	0,0000	0,0000	0,0000
	1,622	0,482	-0,0036	-0,0116	-0,0149	0,0188	-0,0012	<b>-0,0008</b>	0,0014
	1,768	0,526	-0,0036	-0,0118	-0,0152	0,0192	<b>-0,0012</b>	<b>-0,0008</b>	<b>0,0014</b>
	3,364	1,000	-0,0039	-0,0123	-0,0184	0,0221	0,0000	0,0000	0,0000
46	0,000	0,000	0,0042	-0,0121	-0,0185	0,0221	0,0000	0,0000	0,0000
	1,595	0,474	0,0040	<b>-0,0134</b>	-0,0197	0,0239	<b>-0,0014</b>	<b>-0,0010</b>	<b>0,0017</b>
	1,814	0,539	0,0040	-0,0134	-0,0197	<b>0,0239</b>	-0,0014	<b>-0,0010</b>	0,0017
	1,960	0,582	0,0040	-0,0133	-0,0197	0,0238	-0,0013	-0,0009	0,0016
	3,364	1,000	0,0038	-0,0120	-0,0191	0,0225	0,0000	0,0000	0,0000
63	0,000	0,000	-0,0038	-0,0075	0,0030	0,0081	0,0000	0,0000	0,0000
	0,798	0,237	-0,0038	-0,0084	0,0018	0,0085	-0,0006	<b>0,0003</b>	0,0007
	1,737	0,516	-0,0037	-0,0093	-0,0002	0,0093	<b>-0,0014</b>	0,0001	<b>0,0014</b>
	1,881	0,559	-0,0037	<b>-0,0093</b>	-0,0005	<b>0,0093</b>	-0,0014	0,0001	0,0014
	2,865	0,852	-0,0037	-0,0086	-0,0025	0,0089	-0,0004	<b>0,0000</b>	0,0004
	3,363	1,000	-0,0037	-0,0083	-0,0034	0,0090	0,0000	0,0000	0,0000
70	0,000	0,000	0,0039	-0,0123	-0,0184	0,0221	0,0000	0,0000	0,0000
	1,596	0,474	0,0037	-0,0118	-0,0152	0,0192	<b>-0,0012</b>	<b>-0,0008</b>	<b>0,0014</b>
	1,742	0,518	0,0037	-0,0116	-0,0148	0,0188	-0,0012	<b>-0,0008</b>	0,0014
	3,364	1,000	0,0035	-0,0087	-0,0100	0,0133	0,0000	0,0000	0,0000
69	0,000	0,000	-0,0038	-0,0120	-0,0189	0,0224	0,0000	0,0000	0,0000
	1,478	0,439	-0,0040	-0,0134	-0,0196	0,0238	-0,0013	-0,0009	0,0016
	1,623	0,483	-0,0040	-0,0134	-0,0196	<b>0,0238</b>	-0,0013	<b>-0,0010</b>	<b>0,0017</b>
	1,769	0,526	-0,0040	<b>-0,0134</b>	-0,0196	<b>0,0238</b>	<b>-0,0014</b>	<b>-0,0010</b>	<b>0,0017</b>
	3,364	1,000	-0,0042	-0,0121	-0,0184	0,0221	0,0000	0,0000	0,0000
68	0,000	0,000	0,0034	-0,0103	-0,0166	0,0196	0,0000	0,0000	0,0000
	1,684	0,501	0,0033	-0,0096	-0,0115	0,0150	<b>-0,0008</b>	<b>-0,0003</b>	<b>0,0008</b>
	3,363	1,000	0,0032	-0,0074	-0,0057	0,0094	0,0000	0,0000	0,0000
67	0,000	0,000	-0,0034	-0,0098	-0,0122	0,0156	0,0000	0,0000	0,0000
	1,699	0,505	-0,0033	-0,0114	-0,0152	0,0189	<b>-0,0013</b>	<b>-0,0007</b>	<b>0,0015</b>
	1,857	0,552	-0,0033	<b>-0,0114</b>	-0,0154	0,0191	-0,0013	<b>-0,0007</b>	0,0014
	3,363	1,000	-0,0032	-0,0104	-0,0166	0,0196	0,0000	0,0000	0,0000
66	0,000	0,000	0,0034	-0,0091	-0,0108	0,0141	0,0000	0,0000	0,0000
	0,120	0,036	<b>0,0034</b>	-0,0089	-0,0104	0,0137	<b>0,0000</b>	0,0000	0,0000
	1,679	0,499	0,0033	-0,0084	-0,0056	0,0101	<b>-0,0007</b>	0,0001	<b>0,0007</b>
	2,510	0,746	0,0033	-0,0075	-0,0031	0,0081	-0,0004	<b>0,0001</b>	0,0004
	3,363	1,000	0,0032	-0,0064	-0,0006	0,0065	0,0000	0,0000	0,0000
65	0,000	0,000	-0,0034	-0,0078	-0,0035	0,0085	0,0000	0,0000	0,0000
	1,766	0,525	-0,0033	-0,0097	-0,0077	0,0124	<b>-0,0012</b>	<b>-0,0004</b>	<b>0,0013</b>
	2,014	0,599	-0,0033	<b>-0,0097</b>	-0,0083	0,0128	-0,0011	<b>-0,0004</b>	0,0012
	3,363	1,000	-0,0033	-0,0091	-0,0107	0,0141	0,0000	0,0000	0,0000
64	0,000	0,000	0,0038	-0,0083	-0,0034	0,0089	0,0000	0,0000	0,0000
	1,260	0,375	0,0037	<b>-0,0085</b>	-0,0007	0,0085	-0,0009	0,0004	0,0010
	1,551	0,461	0,0037	-0,0084	-0,0001	0,0084	<b>-0,0010</b>	0,0005	<b>0,0011</b>
	1,697	0,505	0,0037	-0,0083	0,0002	0,0083	-0,0009	0,0006	<b>0,0011</b>
	2,207	0,656	0,0037	-0,0077	0,0012	0,0078	-0,0006	<b>0,0006</b>	0,0009
	3,152	0,937	<b>0,0036</b>	-0,0065	0,0025	0,0069	<b>0,0001</b>	0,0002	0,0002
	3,363	1,000	0,0036	-0,0064	0,0026	0,0070	0,0000	0,0000	0,0000
55	0,000	0,000	-0,0041	-0,0077	0,0031	0,0083	0,0000	0,0000	0,0000
	1,080	0,321	<b>-0,0041</b>	-0,0091	0,0013	0,0092	-0,0009	<b>0,0005</b>	0,0010
	1,733	0,515	<b>-0,0041</b>	-0,0098	-0,0001	0,0098	<b>-0,0013</b>	0,0004	<b>0,0014</b>
	2,023	0,602	<b>-0,0041</b>	<b>-0,0099</b>	-0,0008	0,0099	-0,0012	0,0003	0,0013
	3,363	1,000	-0,0041	-0,0093	-0,0038	0,0101	0,0000	0,0000	0,0000
62	0,000	0,000	0,0044	-0,0140	-0,0231	0,0270	0,0000	0,0000	0,0000
	1,231	0,366	0,0043	<b>-0,0144</b>	-0,0223	0,0265	-0,0011	-0,0007	0,0013
	1,596	0,474	0,0042	-0,0143	-0,0219	0,0261	<b>-0,0013</b>	<b>-0,0008</b>	<b>0,0015</b>
	1,742	0,518	0,0042	-0,0142	-0,0217	0,0259	-0,0012	<b>-0,0008</b>	<b>0,0015</b>
	3,364	1,000	0,0040	-0,0119	-0,0189	0,0224	0,0000	0,0000	0,0000
61	0,000	0,000	-0,0040	-0,0125	-0,0204	0,0239	0,0000	0,0000	0,0000
	1,617	0,481	-0,0042	-0,0145	-0,0224	0,0267	-0,0012	<b>-0,0007</b>	0,0014
	1,762	0,524	-0,0042	-0,0145	-0,0226	0,0268	<b>-0,0013</b>	<b>-0,0007</b>	<b>0,0014</b>
	2,053	0,610	-0,0042	<b>-0,0146</b>	-0,0227	0,0270	-0,0012	-0,0007	0,0014



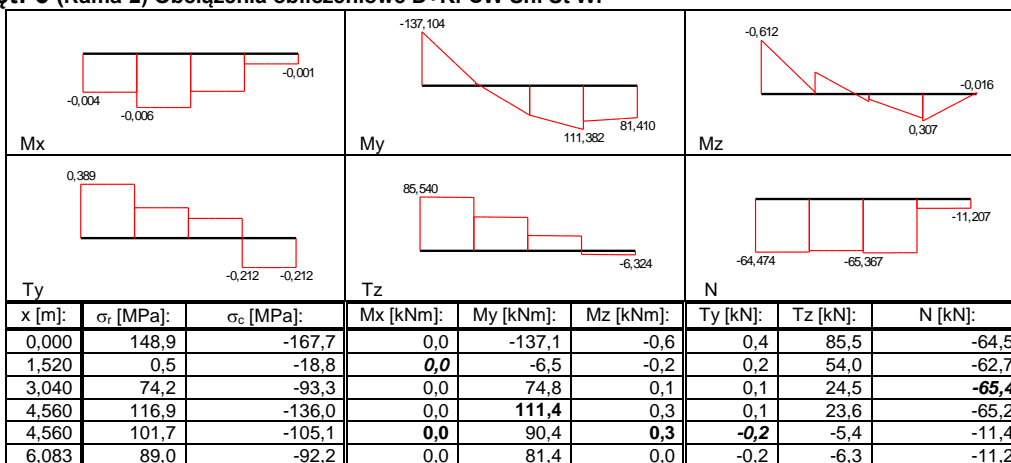
	2,415	0,718	-0,0043	-0,0145	-0,0229	<b>0,0271</b>	-0,0009	-0,0006	0,0011
	3,364	1,000	-0,0044	-0,0140	-0,0231	0,0270	0,0000	0,0000	0,0000
60	0,000	0,000	0,0036	-0,0118	-0,0208	0,0239	0,0000	0,0000	0,0000
	1,098	0,327	0,0036	<b>-0,0118</b>	-0,0184	0,0219	-0,0008	-0,0004	0,0008
	1,677	0,499	0,0036	-0,0117	-0,0169	0,0206	<b>-0,0010</b>	<b>-0,0004</b>	<b>0,0010</b>
	3,363	1,000	0,0036	-0,0097	-0,0122	0,0156	0,0000	0,0000	0,0000
59	0,000	0,000	-0,0035	-0,0101	-0,0131	0,0166	0,0000	0,0000	0,0000
	1,687	0,502	<b>-0,0035</b>	-0,0120	-0,0174	0,0212	<b>-0,0010</b>	<b>-0,0004</b>	<b>0,0011</b>
	2,100	0,624	<b>-0,0035</b>	<b>-0,0121</b>	-0,0183	0,0220	-0,0009	-0,0004	0,0010
	3,363	1,000	-0,0035	-0,0118	-0,0208	0,0239	0,0000	0,0000	0,0000
58	0,000	0,000	0,0036	-0,0101	-0,0135	0,0169	0,0000	0,0000	0,0000
	0,776	0,231	0,0036	-0,0100	-0,0112	0,0150	-0,0004	<b>0,0000</b>	0,0004
	1,640	0,488	0,0036	-0,0098	-0,0086	0,0130	<b>-0,0009</b>	0,0000	<b>0,0009</b>
	2,671	0,794	0,0035	-0,0085	-0,0054	0,0101	-0,0003	<b>0,0001</b>	0,0003
	3,363	1,000	0,0035	-0,0077	-0,0035	0,0085	0,0000	0,0000	0,0000
57	0,000	0,000	-0,0035	-0,0080	-0,0038	0,0089	0,0000	0,0000	0,0000
	0,375	0,111	<b>-0,0035</b>	-0,0085	-0,0048	0,0097	-0,0002	<b>0,0000</b>	0,0002
	1,701	0,506	-0,0035	-0,0105	-0,0088	0,0137	<b>-0,0014</b>	-0,0001	<b>0,0014</b>
	2,032	0,604	<b>-0,0035</b>	<b>-0,0106</b>	-0,0098	0,0144	-0,0013	<b>-0,0001</b>	0,0013
	2,139	0,636	<b>-0,0035</b>	<b>-0,0106</b>	-0,0101	0,0146	-0,0012	<b>-0,0001</b>	0,0012
	3,363	1,000	-0,0035	-0,0101	-0,0135	0,0169	0,0000	0,0000	0,0000
56	0,000	0,000	0,0042	-0,0093	-0,0039	0,0100	0,0000	0,0000	0,0000
	1,338	0,398	<b>0,0042</b>	<b>-0,0097</b>	-0,0007	0,0097	-0,0012	0,0004	0,0013
	1,627	0,484	<b>0,0042</b>	-0,0096	-0,0001	0,0096	<b>-0,0013</b>	0,0005	<b>0,0014</b>
	2,277	0,677	<b>0,0042</b>	-0,0089	0,0014	0,0090	-0,0009	<b>0,0006</b>	0,0011
	3,363	1,000	0,0042	-0,0073	0,0030	0,0079	0,0000	0,0000	0,0000
47	0,000	0,000	-0,0042	-0,0073	0,0030	0,0079	0,0000	0,0000	0,0000
	1,086	0,323	<b>-0,0042</b>	-0,0089	0,0013	0,0090	-0,0009	<b>0,0006</b>	0,0011
	1,736	0,516	<b>-0,0042</b>	-0,0096	-0,0001	0,0096	<b>-0,0013</b>	0,0005	<b>0,0014</b>
	2,026	0,602	<b>-0,0042</b>	<b>-0,0097</b>	-0,0008	0,0098	-0,0012	0,0004	0,0013
	3,363	1,000	-0,0042	-0,0093	-0,0039	0,0101	0,0000	0,0000	0,0000
54	0,000	0,000	0,0045	-0,0140	-0,0232	0,0271	0,0000	0,0000	0,0000
	0,698	0,208	0,0044	-0,0142	-0,0231	<b>0,0271</b>	-0,0006	-0,0004	0,0007
	1,275	0,379	0,0043	<b>-0,0144</b>	-0,0228	0,0270	-0,0010	-0,0007	0,0012
	1,604	0,477	0,0043	-0,0143	-0,0226	0,0268	<b>-0,0011</b>	<b>-0,0007</b>	<b>0,0013</b>
	1,748	0,520	0,0042	-0,0143	-0,0225	0,0266	-0,0011	<b>-0,0007</b>	<b>0,0013</b>
	3,364	1,000	0,0040	-0,0125	-0,0204	0,0239	0,0000	0,0000	0,0000
53	0,000	0,000	-0,0039	-0,0120	-0,0191	0,0225	0,0000	0,0000	0,0000
	1,619	0,481	-0,0041	-0,0142	-0,0218	0,0261	-0,0012	<b>-0,0008</b>	0,0015
	1,764	0,524	-0,0041	-0,0143	-0,0220	0,0263	<b>-0,0013</b>	<b>-0,0008</b>	<b>0,0015</b>
	2,138	0,635	-0,0042	<b>-0,0144</b>	-0,0224	0,0266	-0,0011	-0,0007	0,0013
	3,364	1,000	-0,0044	-0,0141	-0,0232	0,0271	0,0000	0,0000	0,0000
52	0,000	0,000	0,0036	-0,0118	-0,0210	0,0241	0,0000	0,0000	0,0000
	1,270	0,377	<b>0,0036</b>	<b>-0,0121</b>	-0,0185	0,0221	-0,0009	-0,0004	0,0010
	1,682	0,500	<b>0,0036</b>	-0,0120	-0,0175	0,0212	<b>-0,0010</b>	<b>-0,0004</b>	<b>0,0011</b>
	3,363	1,000	0,0036	-0,0101	-0,0132	0,0166	0,0000	0,0000	0,0000
51	0,000	0,000	-0,0035	-0,0097	-0,0123	0,0157	0,0000	0,0000	0,0000
	1,686	0,501	-0,0035	-0,0117	-0,0171	0,0207	<b>-0,0009</b>	<b>-0,0004</b>	<b>0,0010</b>
	2,264	0,673	-0,0036	<b>-0,0119</b>	-0,0185	0,0220	-0,0007	-0,0004	0,0008
	3,363	1,000	-0,0036	-0,0118	-0,0210	0,0241	0,0000	0,0000	0,0000
50	0,000	0,000	0,0036	-0,0101	-0,0136	0,0169	0,0000	0,0000	0,0000
	1,098	0,326	<b>0,0036</b>	<b>-0,0102</b>	-0,0105	0,0146	-0,0008	<b>-0,0001</b>	0,0008
	1,680	0,499	0,0036	-0,0100	-0,0088	0,0133	<b>-0,0010</b>	-0,0001	<b>0,0010</b>
	2,926	0,870	<b>0,0036</b>	-0,0085	-0,0050	0,0098	-0,0002	<b>0,0001</b>	0,0002
	3,363	1,000	0,0036	-0,0080	-0,0038	0,0089	0,0000	0,0000	0,0000
49	0,000	0,000	-0,0035	-0,0077	-0,0036	0,0085	0,0000	0,0000	0,0000
	0,580	0,173	-0,0035	-0,0085	-0,0052	0,0100	-0,0004	<b>0,0001</b>	0,0004
	1,708	0,508	-0,0035	-0,0102	-0,0087	0,0134	<b>-0,0013</b>	0,0000	<b>0,0013</b>
	2,096	0,623	-0,0035	<b>-0,0104</b>	-0,0099	0,0143	-0,0011	<b>-0,0001</b>	0,0011
	2,354	0,700	-0,0035	-0,0103	-0,0106	0,0148	-0,0009	<b>-0,0001</b>	0,0009
	3,363	1,000	-0,0035	-0,0101	-0,0136	0,0169	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,000	0,000	0,0042	-0,0093	-0,0039	0,0101	0,0000	0,0000	0,0000
	1,360	0,404	<b>0,0042</b>	<b>-0,0098</b>	-0,0007	0,0099	-0,0012	0,0003	0,0013
	1,614	0,480	<b>0,0042</b>	-0,0098	-0,0002	0,0098	<b>-0,0013</b>	0,0004	<b>0,0013</b>
	2,311	0,687	<b>0,0042</b>	-0,0090	0,0014	0,0092	-0,0009	<b>0,0005</b>	0,0010
	3,363	1,000	0,0042	-0,0077	0,0031	0,0083	0,0000	0,0000	0,0000

Przykład wyników szczegółowych dla prętów ramy "Rama-2"

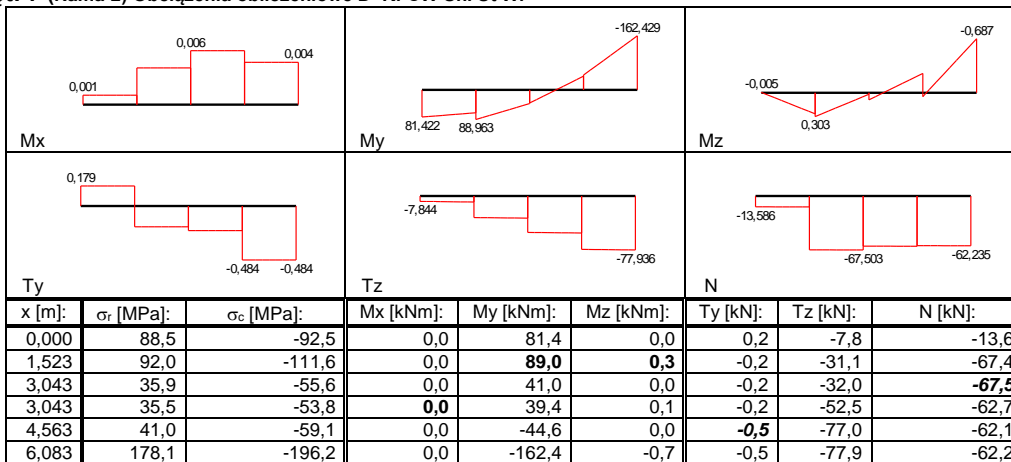
Pręt: 5 (Rama-2) Obciążenia obliczeniowe D+K: CW Sni St WI



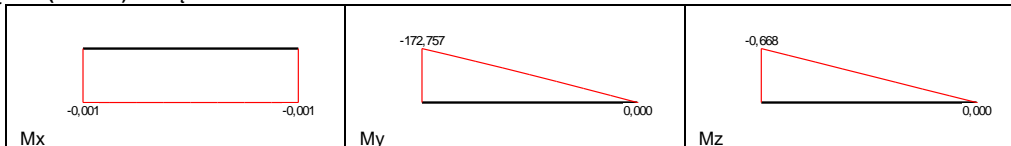
Pręt: 6 (Rama-2) Obciążenia obliczeniowe D+K: CW Sni St WI



Pręt: 7 (Rama-2) Obciążenia obliczeniowe D+K: CW Sni St WI



Pręt: 8 (Rama-2) Obciążenia obliczeniowe D+K: CW Sni St WI





Ty			Tz			N		
x [m]:	$\sigma_r$ [MPa]:	$\sigma_c$ [MPa]:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:	Ty [kN]:	Tz [kN]:	N [kN]:
0,000	149,2	-181,2	0,0	-172,8	-0,7	0,2	40,4	-103,0
4,000	-16,3	-16,3	0,0	0,0	0,0	0,2	46,0	-105,2









## V. DODATEK

**LISTA NAJCZĘŚCIEJ UŻYWANYCH OPERACJI**

Poniżej zebrano najbardziej użyteczne skróty z klawiatury i myszki różnych operacji ekranowych dokonywanych w programie **RM-3D**.




Opis operacji	Operacja	Uwagi
<b>Operacje związane z wizualizacją sceny</b>		
Obracanie <i>sceny</i> wokół <i>centrum</i>	<b>Poziome ruchy kursorem myszki przy wciśniętym jej lewym przycisku.</b>	
Przesuwanie sceny przed <i>obserwatorem</i>	<b>Ruchy kursora myszki przy wciśniętym jej prawym przycisku.</b>	
Obracanie <i>sceny</i> wokół obserwatora	<b>Ruchy myszką przy wciśniętym jej prawego przycisku wraz z wciśniętym klawiszem [Ctrl].</b>	
Zbliżanie lub oddalanie <i>sceny</i>	<b>Obroty rolki przewijania.</b>	Alternatywnie: pionowe ruchy kursora myszki przy wciśniętym jej prawym przycisku i klawiszy <b>[Ctrl] + [Shift]</b> .
Zbliżanie lub oddalanie <i>sceny</i> do/od <i>centrum</i>	<b>Pionowe ruchy kursorem myszki przy wciśniętej rolce przewijania.</b>	Alternatywnie: pionowe ruchy kursora myszki przy wciśniętym jej prawym przycisku i klawisza <b>[Shift]</b> .
Automatyczne umieszczenie widoku modelu całej konstrukcji lub jest wyselekcjonowanego fragmentu w środku okna <i>sceny</i> .	<b>Przycisk  paska narzędzi.</b>	Operacja polega na ulokowaniu <i>sceny</i> w taki sposób, że <i>centrum</i> (czerwona kulka) znajdzie się w środku prostopadłościanu ogarniającego zaznaczone pręty lub węzły.
Automatyczne umieszczenie środka <i>pręta</i> lub <i>węzła</i> modelu konstrukcji w <i>centrum</i> .	<b>- zbliżyć kursor myszki do pręta lub węzła tak, aby został wyróżniony, - wcisnąć klawisz [Ctrl] i kliknąć lewym przyciskiem myszki.</b>	Ta operacja jest przydatna wówczas, gdy zachodzi potrzeba oglądania szczegółów pręta lub węzła, bowiem umożliwia obracanie modelu konstrukcji wokół środka pręta lub węzła.
Ustawianie <i>modelu konstrukcji</i> , jako rzutów aksonometrycznych w <i>oknie sceny</i> .	<b>- użyć skrótu  paska skrótów.</b>	Model konstrukcji zostanie wyświetlony w formie rzutu aksonometrycznego w płaszczyźnie globalnego układu współrzędnych. Kolejne użycie tego skrótu spowoduje wyświetlenie rzutu aksonometrycznego w innej płaszczyźnie układu.

Opis operacji	Operacja	Uwagi
Ukrywanie części modelu konstrukcji w oknie sceny.	- zaznaczyć grupę prętów, która ma być widoczna w oknie sceny - użyć przycisku  paska narzędzi	Model konstrukcji zostanie wyświetlony w taki sposób, że zaznaczone pręty zostaną wyeksponowane, a pozostałe ukryte.
Ukazywanie przekroju płaskiego przez model konstrukcji.	- zadbać, aby żaden pręt nie był zaznaczony na modelu konstrukcji - ustawić <i>płaszczyznę roboczą</i> w położenie gwarantujące zamierzony przekrój - użyć przycisku  paska narzędzi	Model konstrukcji zostanie wyświetlony w taki sposób, że ukazane zostaną wszystkie jego szczegóły, które znajdują się w warstwie określonej dwoma płaszczyznami równoległymi do płaszczyzny roboczej, położonymi względem niej w odległościach określanych w sekcji Ukrywanie zakładki Ogólne opcji programu.
<b>Ustawianie płaszczyzny roboczej</b>		
Ustawianie za pomocą współrzędnych	Kliknąć podwójnie w obrębie prostokąta płaszczyzny lub użyć przycisku  paska narzędzi.	Nastąpi otwarcie okienka dialogowego Płaszczyzna z polami do zadawania współrzędnych położenia płaszczyzny i kątów jej orientacji. Dotyczy tylko trybu Schemat.
Ustawianie płaszczyzny przez tzw. dokowanie na węzłach modelu konstrukcji.	- wybrać narzędzie  paska narzędzi - kolejno wskazać trzy węzły: pierwszy - jako początek układu lokalnego (środek prostokąta płaszczyzny), drugi - wskazujący kierunek osi x układu lokalnego, trzeci - determinujący kierunek osi y, a zarazem orientację płaszczyzny.	Sekwencja wskazywania węzłów może być przerwana klawiszem [Esc]. Przerwanie po wskazaniu pierwszego węzła spowoduje przestawienie płaszczyzny z zachowaniem jej orientacji.
Ustawianie płaszczyzny roboczej w płaszczyźnie orientacji pręta.	- wybrać narzędzie  paska narzędzi - na modelu konstrukcji wskazać (kliknąć na) zamierzony pręt.	<i>Płaszczyzna robocza</i> pokryje się z <i>płaszczyzną orientacji</i> wskazanego pręta.
Ustawianie płaszczyzny za pomocą panelu identyfikacji modelu konstrukcji.	Kliknąć na zamierzonej pozycji listy Pręty lub Węzły panelu.	<i>Płaszczyzna robocza</i> pokryje się z płaszczyzną przypisaną do wskazanej grupy prętów lub węzłów w trakcie kreowania geometrii schematu statycznego modelu konstrukcji.
<b>Operacje kreowania prętów</b>		
Inicjowanie operacji kreowania pręta.	Włączyć narzędzie  trybu Schemat lub użyć klawisza [Ins].	Pojawi się okienko kreowania pręta umożliwiające zadawanie współrzędnych początku końca lub kreowanego pręta.

Opis operacji	Operacja	Uwagi
Lokowanie początku lub końca kreowanego pręta w węźle.	Zbliżyć kursor myszki do zamierzonego węzła i wstrzymać na moment ruchu myszą, a po przechwyceniu przez zamierzony węzeł kursora węzła początkowego lub końcowego kreowanego pręta - kliknąć lewy przycisk myszki.	Przed zatwierdzeniem początku lub końca kreowanego pręta należy upewnić się, czy w linii statusu wyświetlany jest numer zamierzonego węzła.
Lokowanie początku lub końca kreowanego pręta na pręcie.	zbliżyć kursor myszki do zamierzonego pręta i wstrzymać na moment ruchu myszą, a po przechwyceniu przez zamierzony pręt kursora węzła początkowego lub końcowego kreowanego pręta - Wodzenie kursora po pręcie ustawić kursor w odpowiednie miejsce na pręcie i kliknąć lewy przycisk myszki.	Przed zatwierdzeniem początku lub końca kreowanego pręta należy upewnić się, czy w linii statusu wyświetlany jest numer zamierzonego pręta. Wodzenie kursora po pręcie odbywa się ze skokiem zadającym miejsce na pręcie i kliknąć lewym w okienku kreowania pręta.
<b>Selekcja obiektów modelu konstrukcji</b>		
Sekwencyjna selekcja prętów.	- kliknąć na pierwszym pręcie sekwencji - wcisnąć klawisz [Shift] - klikać (zaznaczać) następne pręty zamierzonej sekwencji - zwolnić klawisz	Przed zaznaczeniem kolejnego pręta musi on być wyróżniony. Potwierdzeniem tego jest kolor wyróżnienia oraz napis "Pręt nr ..." w trzeciej sekcji linii statusu.
Sekwencyjna selekcja węzłów.	- kliknąć na pierwszym węźle sekwencji - wcisnąć klawisz [Shift] - klikać (zaznaczać) kolejne węzły zamierzonej sekwencji - zwolnić klawisz	Przed zaznaczeniem kolejnego węzła musi on być wyróżniony. Potwierdzeniem tego jest kolor wyróżnienia oraz napis "Węzeł nr ..." w trzeciej sekcji linii statusu.
Sekwencyjna selekcja obciążeń.	- kliknąć na pierwszym obciążeniu sekwencji - wcisnąć klawisz [Shift] - klikać (zaznaczać) kolejne obciążenia zamierzonej sekwencji - zwolnić klawisz	Przed zaznaczeniem kolejnego obciążenia musi ono być wyróżniony. Potwierdzeniem tego jest kolor wyróżnienia oraz napis "Obciążenie" w trzeciej sekcji linii statusu.
Selekcja prętów za pomocą prostokąta selekcji.	- kliknąć na dowolnym pręcie - wcisnąć klawisz [Shift], - wskazać lewy-górny narożnik prostokąta selekcji i wcisnąć lewy przycisk myszki - wskazać prawy-dolny narożnik prostokąta selekcji i zwolnić przycisk myszki	Po wykonaniu tej operacji zostaną zaznaczone wszystkie pręty, które w całości mieściły się w prostokącie selekcji. Jeśli w trakcie wykonywania tej operacji będzie dodatkowo wciśnięty klawisz [Ctrl], to będą uwzględnione również pręty, których widok tylko w części znajdzie się w obrębie prostokąta selekcji.

Opis operacji	Operacja	Uwagi
Selekcja węzłów za pomocą prostokąta selekcji.	- kliknąć na dowolnym węźle - wcisnąć klawisz [Shift], - wskazać lewy-górny narożnik prostokąta selekcji i wcisnąć lewy przycisk myszki - wskazać prawy-dolny narożnik prostokąta selekcji i zwolnić przycisk myszki	Po wykonaniu tej operacji zostaną zaznaczone wszystkie węzły, które w całości mieściły się w prostokącie selekcji.
Selekcja obciążeń za pomocą prostokąta selekcji.	- kliknąć na dowolnym obciążeniu - wcisnąć klawisz [Shift], - wskazać lewy-górny narożnik prostokąta selekcji i wcisnąć lewy przycisk myszki - wskazać prawy-dolny narożnik prostokąta selekcji i zwolnić przycisk myszki	Po wykonaniu tej operacji zostaną zaznaczone wszystkie obciążenia, których widok co najmniej w części mieścił się w prostokącie selekcji.
Selekcja prętów za pomocą drzewka panelu Projekt	- rozwinąć "drzewko" panelu - wcisnąć klawisz [Ctrl] - klikać na kolejnych pozycjach "drzewka" Pręty odpowiadających zamierzonym prętom.	Kliknięcie na nazwie grupy prętów powoduje selekcję wszystkich prętów tej grupy. Dla selekcji wszystkich prętów modelu konstrukcji wystarczy kliknąć na tytule Pręty(...).
Selekcja węzłów za pomocą drzewka panelu Projekt	- rozwinąć "drzewko" panelu - wcisnąć klawisz [Ctrl] - klikać na kolejnych pozycjach "drzewka" Węzły odpowiadających zamierzonym prętom.	Kliknięcie na nazwie grupy węzłów powoduje selekcję wszystkich węzłów tej grupy. Dla selekcji wszystkich węzłów modelu konstrukcji wystarczy kliknąć na tytule Węzły(...).
<b>K o p i o w a n i e i w k l e j a n i e</b>		
Kopiowanie prętów do schowka systemu Windows z zamiarem ich wklejania.	- wyselekcjonować pręty - użyć skrótu Kopiaj paska skrótów	Przed wykonaniem operacji należy mieć na uwadze to, wraz z kopiowanymi prętami zapamiętywane jest usytuowanie płaszczyzny roboczej jako tzw. kierownicy kopiowania. Po skopiowaniu prętów funkcja Wklej nie jest aktywna, bo wklejenie nie może nastąpić w to samo miejsce modelu konstrukcji. Należy zmienić położenie płaszczyzny roboczej.
Wklejanie prętów ze schowka systemu Windows do modelu konstrukcji.	- odpowiednio ustawić płaszczyznę roboczą - użyć skrótu Wklej paska skrótów	Sposób wklejenia grupy prętów będzie zależeć od ustawienia płaszczyzny roboczej przed wklejeniem. Wklejenie prętów odbywa się wraz z ich wszystkimi właściwościami i obciążeniami, dlatego po tej operacji może zajść konieczność dokonania ich korekty.



Opis operacji	Operacja	Uwagi
<b>Linie wymiarowe</b>		
Nanoszenie linii wymiarowych	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ustawić odpowiednio <i>plaszczynę roboczą</i></li> <li>- kliknąć na jednym z narzędzi  ,  ,  paska narzędzi trybu Schemat</li> </ul>	W zależności od wybranego narzędzia zostaną wyświetlone linie wymiarowe pomiędzy wyselekcjonowanymi węzłami wraz z liczbowymi opisami odległości w [m].
Korygowanie położenia linii wymiarowych	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kliknąć podwójnie na zamierzonej linii wymiarowej</li> <li>- uchwycić kursorem tą linię wymiarową (wcisnąć i trzymać wciśnięty lewy przycisk)</li> <li>- przeciągnąć myszką linię wymiarową na zamierzoną pozycję</li> </ul>	Przeciąganie linii wymiarowej odbywa się zawsze w kierunku prostopadłym do linii i w płaszczyźnie, przy której została ona wygenerowana.
Usuwanie linii wymiarowych	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyselekcjonować (zaznaczyć) linie wymiarowe przeznaczone do usunięcia</li> <li>- kliknąć skrót Usun paska skrótów lub użyć klawisza [Del]</li> </ul>	
<b>Wyszukiwanie prętów i węzłów</b>		
Wyszukiwanie pręta (lub grupy prętów) o określonym numerze (numerach)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- użyć kombinacji klawiszy [Ctrl] + [F]</li> <li>- w wyświetlonym okienku <b>Znajdź</b> wybrać przełącznik <b>Pręty</b></li> <li>- w polu edycyjnym wpisać numer (lub sekwencję numerów oddzielonych spacjami) poszukiwanego pręta (poszukiwanych prętów)</li> <li>- kliknąć na przycisku <b>OK</b>.</li> </ul>	Po wyszukaniu pręta następuje rekonfiguracja widoku modelu w oknie <i>sceny</i> w taki sposób, że środek wyszukanego pręta (lub grupy prętów) ulokowany jest w <i>centrum sceny</i> .
Wyszukiwanie węzła (lub grupy węzłów) o określonym numerze (numerach)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- użyć kombinacji klawiszy [Ctrl] + [F]</li> <li>- w wyświetlonym okienku <b>Znajdź</b> wybrać przełącznik <b>Węzły</b></li> <li>- w polu edycyjnym wpisać numer (lub sekwencję numerów oddzielonych spacjami) poszukiwanego węzła (poszukiwanych węzłów)</li> <li>- kliknąć na przycisku <b>OK</b>.</li> </ul>	Po wyszukaniu węzła następuje rekonfiguracja widoku modelu w oknie <i>sceny</i> w taki sposób, że wyszukany węzeł ulokowany zostaje w <i>centrum sceny</i> .
Wyszukiwanie pręta o określonym numerze przekroju z listy przekrojów	<ul style="list-style-type: none"> <li>- użyć kombinacji klawiszy [Ctrl] + [F]</li> <li>- w wyświetlonym okienku <b>Znajdź</b> wybrać przełącznik <b>Przekroje</b></li> <li>- w polu edycyjnym wpisać numer przekroju poszukiwanego węzła</li> <li>- kliknąć na przycisku <b>OK</b>.</li> </ul>	Po wyszukaniu pręta następuje rekonfiguracja widoku modelu w oknie <i>sceny</i> w taki sposób, że pręty o zadeklarowanym numerze przekroju ulokowane zostaną w <i>centrum sceny</i> .


**KREATOR PROFILI PARAMETRYCZNYCH****Uwagi ogólne****Przeznaczenie kreatora**

Podstawową funkcją **Kreatora profili** jest możliwość stworzenia przez użytkownika dowolnego profilu, który może następnie stanowić przekrój pręta w modelu konstrukcji.

Szczegółowa funkcjonalność:

- import geometrii z pliku DXF
- możliwość stworzenia całej rodziny profili na bazie jednego modelu, w którym geometria jest opisana parametrycznie (jak np. rodzina dwuteowników z parametrami H,B,tw,tf,R1,R2)
- wprowadzenie profilu poprzez zdefiniowanie jego konturu (dopuszczalne otwory)
- wprowadzenie profilu giętego przy pomocy zdefiniowania jego linii środkowej
- szybkie definiowanie wyokrągłeń pomiędzy liniami (konturu/linii środkowej)
- dla profilu zdefiniowanego poprzez kontur możliwe wprowadzenie modelu ściankowego, pozwalającego na wyznaczenie charakterystyk cienkościennych oraz na ustalenie smukłości ścianek potrzebnych na etapie wymiarowania pręta
- zdefiniowanie klasyfikacji normowej profilu, uwzględnianej na etapie wymiarowania pręta
- automatyczne wyznaczanie charakterystyk geometrycznych profilu
- możliwość ręcznego wprowadzenia charakterystyk geometrycznych w celu zapewnienia zgodności z danymi producenta profili.

**Wykorzystanie stworzonego profilu w modelu konstrukcji**

Aby wykorzystać profil zdefiniowany w **Kreatorze profili**, należy podczas definiowania przekroju pręta w oknie dialogowym **Lista przekrojów** użyć przycisku **Nowy**, a po pojawieniu się okna dialogowego **Przekrój** użyć ikony  (Nowy profil) lub klawisza [Ins], co spowoduje otwarcie okna dialogowego **Profil**, w którym w sekcji **Rodzaj** należy przełączyć **Parametryczne**. Wówczas stanie się możliwym wybranie z listy wykreowanego wcześniej profilu parametrycznego.

**Model Profilu****Układ współrzędnych i jednostki**

Jednostką rysunku **Kreatora profili** jest [mm]. Oznacza to, że współrzędne punktów oraz wszelkie właściwości linii oraz punktów zadawane są w [mm]. Charakterystyki geometryczne natomiast wyznaczane są w [cm]/[cm<sup>2</sup>]/[cm<sup>4</sup>].

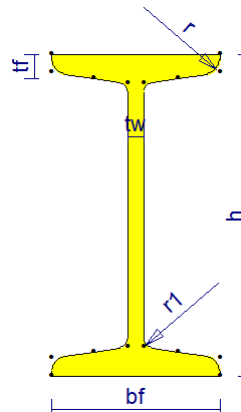
Przyjęto układ współrzędnych o prostopadłych osiach X,Y – oś X zorientowana jest w prawo, zaś Y do góry.

### Części składowe modelu

Pełny model profilu składa się z następujących elementów, omówionych szczegółowo w kolejnych częściach niniejszego opisu:

- **Kontur** – linie (także łuki), stanowiące geometrię profilu. Do konturu mogą należeć również otwory.
- **Ścianki:**
  - w przypadku braku konturu są to linie stanowiące linię środkową profilu giętego o stałej grubości
  - w przypadku zdefiniowanego konturu są to linie definiujące ścianki, stanowiące model cienkościenny profilu oraz jednocześnie podstawę do wyznaczania smukłości ścianek, która jest potrzebna na etapie wymiarowania pręta
- **Parametry** – oznaczenia symboliczne (jak np. H,B), pozwalające opisać geometrię konturu/ścianek w sposób parametryczny; oznacza to, że w zależności od wartości przypisanej do symbolu (H, B), profil zmienia swoje wymiary
- **Rodzina profili** – jeśli kontur/ścianki są zdefiniowane parametrycznie, to poprzez wprowadzenie tabelaryczne wartości tych parametrów, można uzyskać całą rodzinę profili opisanych tym samym modelem, jednak różniących się wymiarami
- **Charakterystyki** – charakterystyki geometryczne są obliczane w sposób automatyczny, jednak istnieje możliwość ich nadpisania poprzez wprowadzenie wartości, jakie podaje producent profilu
- **Klasyfikacja normowa** – oznaczenia (np. profil spawany), wymuszające konkretne procedury na etapie wymiarowania pręta

### Kontur



Rys. V-1 - kontur dwuteownika

**Kontur** składa się z linii oraz punktów. Aby kontur był poprawnie zdefiniowany, muszą być spełnione następujące warunki:

- każda linia konturu musi łączyć się z sąsiednią na końcach

- jeden punkt może być wspólny tylko dla dwóch linii
- kreowany profil może mieć kilka konturów. Wówczas ten, który zawiera największe pole powierzchni, interpretowany jest jako główny, a pozostałe kontury jako otwory.

Jeśli kontur zdefiniowany jest poprawnie, to jego wnętrze wypełnia się kolorem warstwy Kontur, a jego otwory – kolorem warstwy Tło. Przykładowy kontur profilu parametrycznego pokazano na Rys. V-1.

### Linie konturu

Każda linia **konturu** posiada jedną właściwość – **R**. Jest to promień wyokrąglenia tej linii. Wartość 0 oznacza linię prostą.

Każda linia **konturu** posiada swój kierunek – zgodnie z kolejnością punktów na liście **Punkty** zakładki **Edycja**.

Jeśli promień **R** jest dodatni, to łuk jest tworzony od pierwszego do drugiego punktu zgodnie z ruchem wskazówek. Jedna linia może tworzyć zatem łuk o kącie nie większym od  $180^\circ$ . Promień **R** może być także ujemny – wtedy łuk jest tworzony przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.

Kierunek linii można odwrócić poprzez użycie menu kontekstowego w zakładce **Edycja**.

### Punkty konturu

Każdy punkt konturu posiada 3 właściwości: **x, y, R**. (**x,y**) to współrzędne punktu, natomiast **R** jest promieniem wyokrąglenia końców linii, schodzących się w tym punkcie. Promień wyokrąglenia **R** musi być wielkością większą od 0. Na jego podstawie generowany jest dodatkowo łuk o promieniu **R**, styczny do linii schodzących się w tym punkcie, a linie te są przycinane do punktów styczności.

### Automatyczne korygowanie Konturu

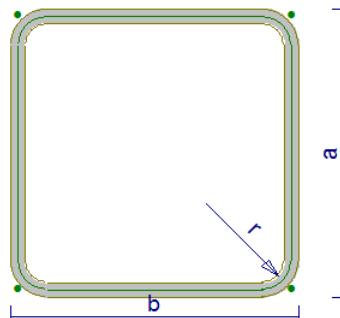
Przy generowaniu rysunku konturu istnieje pewna tolerancja na błędnie zadane linie/punkty. Reguły, według których korygowany jest kontur, są następujące:

- Jeśli w jakimś punkcie schodzą się 3 linie (sytuacja ta nie powinna wystąpić, ale może się zdarzyć podczas wprowadzania konturu) i w tym punkcie zdefiniowane jest niezerowe wyokrąglenie, to wyokrąglenie to jest ignorowane.
- Wyokrąglenia w punktach, które należą tylko do jednej linii, są ignorowane.
- Wyokrąglenia w punktach, które mają wartość ujemną, są ignorowane.
- Jeśli pewnej linii zadano niezerowe wyokrąglenie, a jednocześnie którykolwiek z punktów tej linii ma zadane wyokrąglenie, to brane pod uwagę jest tylko wyokrąglenie linii, zaś wyokrąglenia punktowe na końcach tej linii są ignorowane.
- Jeśli promień wyokrąglenia linii jest za mały (tzn. jest ponad dwukrotnie mniejszy niż odległość między punktami linii), to wyokrąglenie jest ignorowane.
- Jeśli wyokrąglenia w punktach linii są za duże (tzn. punkt styczności leży poza linią lub w sumie wyokrąglenia z obu punktów linii są za duże), to są one ignorowane.

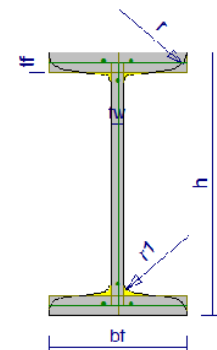
## Ścianki

Ścianki składają się ze zbioru punktów i linii. Mogą one pełnić 2 funkcje:

1. Wyznaczać linię środkową w przypadku np. kształtownika giętego. W tej sytuacji linie muszą spełniać następujące warunki:
  - Wszystkie linie muszą posiadać tę samą grubość.
  - Każda linia musi mieć jeden punkt wspólny z sąsiednią.
  - Linia środkowa może być otwarta lub zamknięta (w przypadku przekroju z otworem (np. Rys. V-2)).
  - Dopuszczalne są wyokrąglenia linii oraz wyokrąglenia w punktach.
  - Muszą istnieć co najmniej 2 linie.
  - Promienie wyokrągłeń ścianek i grubość ścianek muszą być tak dobrane, żeby było możliwe wygenerowanie konturu.



**Rys. V-2 Model ściankowy rury prostokątnej**



**Rys. V-3 Model ściankowy dwuteownika**

Automatycznie wygenerowany kontur jest podstawą wyznaczania charakterystyk pręta.

2. Definiować model cienkościenny dla kształtownika o zdefiniowanym osobno konturze (p. Rys. V-3). W tym przypadku linie muszą spełniać następujące warunki:
  - Każda linia musi być połączona z każdą poprzez inne (nie może być odseparowanych ścianek).
  - Dopuszczalne są wyokrąglenia linii (ścianek), jednak ignorowane są wyokrąglenia w punktach.

W przypadku spełnionych warunków dla linii środkowej, Ścianki automatycznie definiują także model cienkościenny.

Ścianki pełnią zasadniczą funkcję przy normowym wyznaczaniu smukłości ścianek. Stąd linie ścianek posiadają charakterystyczne dla siebie właściwości, służące do zdefiniowania tej smukłości zgodnie z normą. Właściwości te są opisane poniżej.

### Linie ścianek

Każda z linii Ścianek posiada właściwości: **R**, **of1**, **of2**, **gr**. Właściwość **R** ma identyczne zastosowanie jak w podpunkcie **Linie konturu**. **gr** jest grubością ścianki, **of1** oraz **of2** to oddalenia punktów służących do wyznaczania smukłości ścianki, od punktów linii. **of1** i **of2** odnoszą się odpowiednio do pierwszego i drugiego punktu linii (p. Linie konturu).

Jeśli właściwość off jest różna od 0, to punkt służący do wyznaczenia smukłości ścianki jest dodatkowo rysowany, co widać przykładowo na rysunku dwuteownika (p. Rys. V-3). Zielone punkty na półkach i środku oznaczają miejsce od którego jest liczona wysokość ścianki, służąca do wyznaczenia smukłości. **of1** i **of2** mogą mieć wartości ujemne.

### Punkty ścianek

Punkty ścianek mają identyczną definicję jak punkty **Konturu** (p. Punkty konturu). Jedyne co je odróżnia, to fakt przynależności do warstwy Model ściankowy.

### Automatyczne korygowanie Ścianek

Przy generowaniu rysunku ścianek istnieje pewna tolerancja na błędnie zdefiniowane linie/punkty. Należy pamiętać, że w zależności od spełnionych warunków (p. **Ścianki**), linie są traktowane albo jako jedna linia środkowa profilu, albo tylko jako zbiór linii, odpowiadających ściankom modelu cienkościennego. W zależności od przypadku, zastosowanie ma część z reguł, które opisano w Automatyczne korygowanie Konturu.

### Parametry

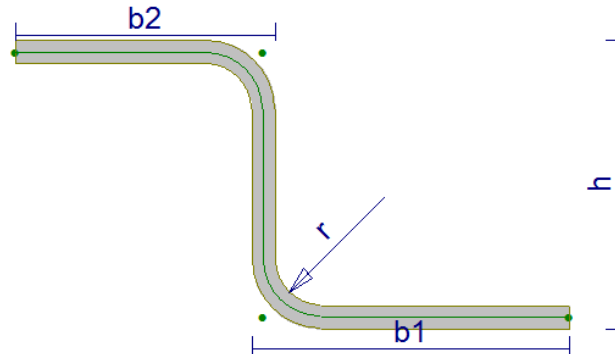
Parametry są oznaczeniami symbolicznymi, pozwalającymi opisać geometrię profilu przy pomocy wzorów. Odpowiada to typowej sytuacji, kiedy profil (np. dwuteownik) jest opisany poprzez wymiary i reprezentuje całą rodzinę profili o wymiarach spisanych w formie tabelarycznej.

Oznacza to, że wszystkie właściwości linii (**x**, **y**, **R**) i punktów (**R**, **of1**, **of2**, **gr**) mogą być opisane przy pomocy określonych wzorów.

Rozróżnić można parametry:

- Liniowy – odpowiada on wymiarowi liniowemu (odległości między dwoma punktami na rysunku). Rysunek parametru liniowego przypisany jest do dwu konkretnych punktów.
- Promieniowy
  - Wyokrąglenie linii – odpowiada strzałce (symbolizującej promień) przyłożonej w środku linii na rysunku. Rysunek tego parametru przypisany jest do konkretnej linii.
  - Wyokrąglenie w punkcie – odpowiada strzałce (symbolizującej promień) przyłożonej w środku wyokrąglenia na rysunku. Rysunek tego parametru przypisany jest do konkretnego punktu.

Jeśli wartość wyokrąglenia linii lub wyokrąglenia w punkcie nie jest taka sama jak wartość parametru, to strzałka promienia jest rysowana w odpowiedniej odległości, co obrazuje Rys. V-4. Odsunięcie strzałki parametru „r” od wyokrąglenia (linii środkowej). W tym przypadku wartość parametru to  $r = 8 \text{ mm}$ , a promień wyokrąglenia opisany jest wzorem  $r+gr/2$ , gdzie  $gr = 2 \text{ mm}$  to parametr oznaczający dodatkowo grubość ścianki.



Rys. V-4. Odsunięcie strzałki parametru „r” od wyokrąglenia (linii środkowej)

Każdy z parametrów posiada zdefiniowaną przez użytkownika unikalną nazwę. Wzory parametryczne mogą być tworzone poprzez użycie operatorów matematycznych (\*,/,+,-) oraz nawiasów okrągłych.

#### Rodzina profili (katalog)

Rodzina profili jest reprezentowana przez tabelę wartości parametrów, podobnie jak to ma miejsce w tabelach profili dostarczanych przez producentów.

Istnieją 2 sposoby definiowania nazw poszczególnych pozycji:

- 1) Nazwy poszczególnych pozycji mogą być generowane automatycznie według podanego przez użytkownika szablonu nazwy, który może zawierać nazwy parametrów (podane w nawiasie kwadratowym). I tak np. jeśli szablon dla dwuteownika przyjęto „I [h]x[b]”, to nazwy pozycji będą wyglądały następująco: „I 80x42”, „I 100x50”, itd.
- 2) Alternatywnie użytkownik może podać dla każdej pozycji własną nazwę.

W obu przypadkach należy zadbać o to, żeby każda pozycja miała unikalną nazwę.

Szczególnym przypadkiem rodziny profili jest tylko jeden profil. Taka sytuacja jest dopuszczalna i wystąpi głównie wtedy, gdy celem użytkownika będzie zdefiniowanie jednego konkretnego profilu, bez parametrów.

#### Charakterystyki

Charakterystyki geometryczne są obliczane automatycznie na podstawie Konturu, bądź w przypadku jego braku – na podstawie automatycznie wygenerowanego konturu wokół linii środkowej Ścianek.

Edytor Profili wyznacza następujące charakterystyki:

- **F** – pole powierzchni
- **F<sub>m</sub>** – pole powierzchni uwzględniane przy wyznaczaniu masy pręta na jednostkę długości (przy automatycznych obliczeniach zawsze  $F=F_m$ )
- **J<sub>x</sub>** – centralny moment bezwładności względem osi poziomej układu współrzędnych
- **J<sub>y</sub>** – centralny moment bezwładności względem osi pionowej układu współrzędnych
- **J<sub>g(min)</sub>** – mniejszy główny moment bezwładności

W przypadku, kiedy użytkownik chce wymusić późniejsze obliczenia dla zadanych przez siebie charakterystyk, istnieje możliwość ich nadpisania. Sytuacja taka może mieć miejsce np. wtedy, kiedy producent podaje inne wartości charakterystyk niż to bezpośrednio wynika z geometrii profilu.

Dodatkowo Edytor podaje położenie środka ciężkości wprowadzonego profilu.

### Klasyfikacja normowa

Klasyfikacja normowa jest definiowana poprzez 2 rodzaje ustawień, z których każde może posiadać jedną opcję:

- Kształt
  - Dwuteownik
  - Ceownik
  - Kątownik
  - Teownik
  - Zetownik
  - Rura Kwadratowa
  - Rura Prostokątna
  - Prostokąt
  - brak
- Technologia
  - Spawany
  - Walcowany
  - Gięty
  - brak

Wybranie odpowiednich opcji ma wpływ na późniejsze procedury wymiarowania pręta w programie **RM-3D**.

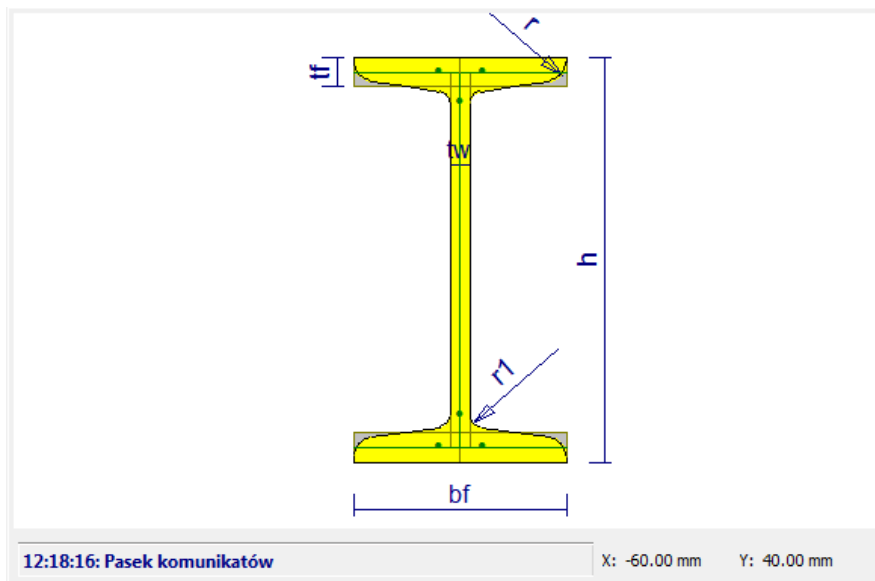
### INTERFEJS

W tej części zostały nazwane i krótko scharakteryzowane elementy składowe interfejsu. Szczegóły dotyczące ich praktycznego wykorzystania znajdują się w [Użytkowanie].



### Okno rysunku

Okno rysunku znajduje się w centralnej części okna Edytora Profili. Pod rysunkiem profilu znajduje się pasek komunikatów (podpowiadający stosowne czynności w trakcie wprowadzania profilu), a obok niego współrzędne kursora.

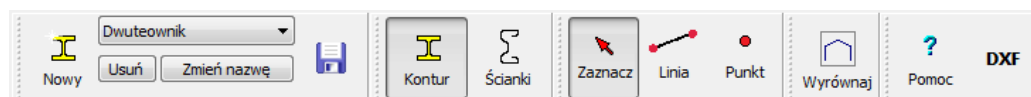


Rys. V-5 Okno rysunku profilu

Jeśli aktywne jest polecenie **Zaznaczenie**, przy pomocy myszy można na rysunku zaznaczyć (klikając lewym przyciskiem myszy) linie/punkty. W celu wielokrotnego zaznaczenia należy użyć klawisza CTRL.

Operowanie rolką myszy pozwala na zwiększenie/zmniejszenie rysunku, zaś przesunięcie rysunku odbywa się podczas przytrzymania lewego przycisku myszy i przemieszczeniu kursora.

### Pasek poleceń



Rys. V-6 Pasek poleceń

Pasek poleceń zawiera następujące panele (które mogą być przesuwane względem siebie w pionie i poziomie na pasku):

- Panel nazwy i zapisu
  - **Nowy** – przycisk ten powoduje utworzenie nowego profilu
  - **Lista rozwijana** – pozwala wybrać profil, który ma być edytowany
  - **Usuń** – przycisk powodujący usunięcie definicji profilu
  - **Zmień nazwę** – przycisk powodujący zmianę nazwy edytowanego profilu

- **Zapis** – przycisk powodujący zapis edytowanego profilu wraz z ustawieniami rysunku
- Panel trybu pracy
  - **Kontur** – gdy aktywny, wprowadzany jest Kontur, a wszystkie elementy rysowane są na warstwie Kontur
  - **Ścianki** – gdy aktywny, wprowadzane są Ścianki, a wszystkie elementy rysowane są na warstwie Model Ściankowy
- Panel opcji wprowadzania
  - **Zaznacz** – gdy opcja jest aktywna, można zaznaczać punkty/linie w oknie rysunku [p. Okno rysunku]
  - **Linia** – gdy opcja aktywna, można wprowadzać nową linię Konturu lub Ścianek
  - **Punkt** – gdy opcja aktywna, można wprowadzać nowy punkt Konturu lub Ścianek
- Panel z przyciskiem **Wyrównaj** – przycisk powoduje wyśrodkowanie rysunku i dopasowanie jego rozmiaru do rozmiaru okna
- Panel Pomoc/DXF:
  - **Pomoc** – przycisk powoduje wyświetlenie pomocy programu
  - **DXF** – przycisk umożliwia import geometrii Konturu z pliku DXF

### Zakładka Ustawienia

Zakładka ta zawiera następujące sekcje:

- Przyciąganie
- Rozmiary
- Symetria
- Widok

Sekcja **Przyciąganie** posiada następujące opcje:

- **Siatka** – określa, czy podczas wprowadzania punktu, kursor ma być przyciągany do linii siatki. W polu edycyjnym podane jest aktualne oczko siatki (w [mm]).
- **Linie** – określa, czy jest możliwe zaznaczanie linii.
- **Punkty** – określa, czy jest możliwe zaznaczanie punktów, a także przyciąganie do istniejących punktów w trakcie wprowadzania nowej linii.
- **Ciągnięcie (Linia)** – określa, czy początek nowej linii ma być tam, gdzie koniec przed chwilą wprowadzonej linii.

W przypadku, kiedy model profilu składa się z wielu punktów i linii oraz nie ma potrzeby korzystania z konkretnych opcji przyciągania, należy je odznaczyć. Będzie to skutkowało szybszym odświeżaniem rysunku.

Sekcja **Rozmiary** pozwala ustalić rozmiar specyficznych elementów rysunku:

- **Punkty** – ustalenie rozmiaru kół, rysowanych jako symbol punktów

- **Tekst** – ustalenie wielkości liter (nazwy wymiarów) oraz numeracji punktów
- **Siatka** – ustalenie ilości oczek siatki
- **Układ współrzędnych** – ustalenie wielkości krzyżyka, wyznaczającego środek układu współrzędnych

Sekcja **Symetria** posiada następujące opcje:

- **Symetria pozioma** – jeśli włączona, generowane jest lustrzane odbicie wszystkich elementów narysowanych po prawej stronie osi pionowej układu współrzędnych
- **Symetria pionowa** – jeśli włączona, generowane jest lustrzane odbicie wszystkich elementów narysowanych nad poziomą osią układu współrzędnych
- **Efekt rozmycia** – jeśli włączony, powoduje efekt graficzny „rozmycia” automatycznie wygenerowanych części rysunku (jeśli włączone opcje symetrii); pozwala to na lepsze skupienie uwagi użytkownika na wprowadzanej przez niego części rysunku

Symetria pozioma i pionowa mogą być włączone jednocześnie. Wtedy użytkownik wprowadza rysunek tylko w prawej górnej ćwiartce, a reszta jest generowana automatycznie.

Sekcja **Widok** pozwala na zmianę koloru oraz na włączenie/wyłączenie wyświetlania poszczególnych warstw:

- **Kontur** – linie i punkty wprowadzone w trybie Kontur
- **Model ściankowy** – linie i punkty, wprowadzone w trybie Ścianki
- **Obrys ścianek** – automatycznie wygenerowane obrysy poszczególnych ścianek Modelu ściankowego, a w przypadku jeśli istnieje linia środkowa – obrys linii środkowej
- **Wymiary** – nazwy parametrów wraz z liniami wymiarowymi (jeśli wymiar liniowy) bądź strzałkami promienia wyokrąglenia (jeśli wymiar promieniowy)
- **Numeracja punktów** – numery punktów Konturu oraz Ścianek
- **Układ współrzędnych** – krzyżyk, wyznaczający środek układu współrzędnych
- **Linie siatki** – linie siatki o ustalonym oczku oraz o zadanej ilości
- **Wypełnienie konturu** – automatycznie generowane, jeśli poprawnie wprowadzony kontur
- **Wypełnienie ścianek** – wypełnienie obrysów z warstwy Obrys ścianek
- **Zaznaczenie** – kolor zaznaczonych linii/punktów
- **Kolor tła**
- **Punkty** – Czy mają być wyświetlane koła, symbolizujące punkty Konturu i Ścianek.

### Zakładka Edycja

Zakładka **Edycja** zawiera drzewo Punktów, linii Konturu, linii Ścianek oraz Parametrów.

W obrębie każdej z tych grup możliwe jest zaznaczenie kilku obiektów i ich modyfikacja/usunięcie przy pomocy **menu kontekstowego** (ukazującego się po wciśnięciu prawego przycisku myszy). Polecenia dostępne w **menu kontekstowym** w ramach poszczególnych grup są następujące:

- Punkty:
  - **Usuń zaznaczone** – powoduje usunięcie zaznaczonych punktów
- Kontur/Ścianki:
  - **Zmień kierunek** – powoduje odwrócenie kolejności punktów linii [p. Linie konturu]
  - **Usuń zaznaczone** – powoduje usunięcie zaznaczonych linii
- Parametry:
  - **Zmień nazwę** – pozwala na zmianę nazwy parametru
  - **Zmień położenie** – pozwala na zmianę położenia rysunku wymiaru związanego z parametrem
  - **W górę** – przesuwa położenie parametru o jedną pozycję w górę. Jednocześnie powoduje to zmianę kolejności parametrów w tabeli **Rodzina profili**
  - **W dół** – przesuwa położenie parametru o jedną pozycję w dół. Jednocześnie powoduje to zmianę kolejności parametrów w tabeli **Rodzina profili**
  - **Usuń** – usuwa parametr i odpowiadający mu rysunek wymiaru

Zaznaczenie obiektów w drzewie powoduje jednocześnie zaznaczenie ich na rysunku (w kolorze warstwy **Zaznaczenie**).

### Panel parametrów i właściwości

Dla aktualnie zaznaczonej pozycji w **Rodzinie profili** wyświetlone są wartości parametrów oraz nazwa pozycji. Mogą one zostać zmodyfikowane. Oprócz tego możliwe jest wprowadzenie nowego parametru liniowego bądź promieniowego (p. Parametry) przy pomocy odpowiedniego przycisku. W przypadku tej czynności należy kierować się podpowiedziami z Paska komunikatów (p. Okno rysunku).

U dołu panelu można zmienić właściwości aktualnie edytowanych linii/punktów wpisując odpowiednie wzory w polach **x**, **y**, **R**, **of1**, **of2**, **gr**. Znaczenie odpowiednich właściwości opisane zostało w [Kontur] oraz [Ścianki].

Nazwa zestawu:  
I 80

Parametr	Wartość
h	80
bf	42
tw	3.9
tf	5.9
r	3.9
r1	2.3

Nowy parametr

x

y

R

of1

of2

gr

Rys. V-7 Panel parametrów i właściwości

### Dolny panel

Dolny panel zawiera 3 sekcje:

- Rodzina profili
- Klasyfikacja normowa
- Charakterystyki

Sekcja **Rodzina profili** umożliwia wybranie aktualnie wyświetlanej pozycji, co oznacza wygenerowanie rysunku dla wybranego zestawu wartości parametrów. Możliwe jest zaznaczenie kilku pozycji i ich usunięcie (klawisz [Del]). Dodanie nowej pozycji umożliwia przycisk z symbolem „+”. **Nazwa pozycji** może być definiowana automatycznie (dla wszystkich pozycji) bądź osobno dla każdej pozycji (p. Rodzina profili). Program generuje też proponowaną automatyczną nazwę (**Podpowiedź**) na bazie istniejących nazw parametrów. Aby z niej skorzystać, należy wcisnąć przycisk **Użyj**.

Sekcja **Klasyfikacja normowa** pozwala przy pomocy list rozwijanych zadać klasyfikację normową profilu w ramach **Kształtu** oraz **Technologii** (p. Klasyfikacja normowa).

Sekcja **Charakterystyki** zawiera automatycznie policzone charakterystyki (p. Charakterystyki) dla wybranej pozycji w **Rodzynie profili**. Ich nadpisanie jest możliwe po dwukrotnym kliknięciu w polu edycyjnym zlokalizowanym przy wartości, którą użytkownik chce nadpisać. Powrót do wartości obliczonej automatycznie odbywa się także poprzez dwukrotne kliknięcie.

Oprócz powyższych, Dolny panel zawiera przycisk **Zamknij**, powodujący zamknięcie **Edytora Profili**.

## **UŻYTKOWANIE**

### **Uruchamianie Edytora**

Edytor Profili można włączyć za pomocą menu głównego programu (opcja: **Przekroje / Profile Parametryczne**).

Innym sposobem włączenia edytora jest wybranie przycisku **Edycja** w oknie dialogowym **Profil**, kiedy w sekcji **Rodzaj** zaznaczona jest opcja **Parametryczne**. Spowoduje to otwarcie Edytora Profili dla zaznaczonego w sekcji kształtu profilu.

### **Tworzenie nowego profilu**

Aby stworzyć nowy profil, należy w Pasku poleceń nacisnąć przycisk **Nowy**. Spowoduje to pytanie o nazwę nowego profilu. Po jej wpisaniu i zatwierdzeniu (**OK**), Edytor Profili jest gotowy do wprowadzenia nowego profilu.

### **Ustawienia początkowe**

Przed wprowadzeniem Konturu/Ścianek należy ustawić odpowiednio następujące opcje (zakładka **Ustawienia**):

- Podać rozmiar oczka siatki, dla jakiej wygodnie będzie wprowadzić kontur
- Dopasować rozmiar siatki tak, by obejmował przewidywany rysunek
- Zdecydować czy rysunek jest wprowadzany w trybie symetrii
- Zaznaczyć wszystkie opcje przyciągania (oprócz **Linie**) – są one przydatne w fazie wprowadzania geometrii.

### **Definiowanie Konturu**

Definiowanie konturu profilu musi odbywać się w trybie **Kontur** (pasek poleceń).

Ogólnie, może ono dokonać się na 2 sposoby:

1. Wprowadzenie punktów, a następnie połączenie ich liniami
2. Bezpośrednie wprowadzanie linii

Po jednej z powyższych czynności najwygodniej jest dopiero zadać wyokrąglenia linii bądź wyokrąglenia w punktach w Panelu parametrów i właściwości.

W razie błędnego wprowadzenia punktu/linii, można zmodyfikować ich właściwości w Panelu parametrów i właściwości.

### **Import geometrii Konturu z pliku DXF**

Aby zaimportować geometrię Konturu z pliku DXF, należy w Pasku poleceń nacisnąć przycisk **DXF**. Spowoduje to otwarcie okna dialogowego, w którym należy wybrać plik zapisany w formacie DXF. Import jest możliwy tylko wtedy, gdy użytkownik nie wprowadził żadnych linii/punktów.

**Uwaga:** Poprawnie przygotowany plik DXF powinien zawierać jedynie linie proste oraz łuki o kącie nie większym od 180°. Wszelkie inne obiekty są ignorowane podczas importu.

### Definiowanie Ścianek

Definiowanie ścianek zawiera wszystkie etapy opisane w Definiowanie Konturu. Oprócz tych etapów, w Panelu parametrów i właściwości, należy:

- zadać liniom właściwości **of1**, **of2** w celu wymuszenia odpowiedniego wyznaczania smukłości ścianek
- zadać liniom właściwość **gr** w celu odpowiedniej definicji grubości ścianek

### Zadawanie parametrów i definiowanie geometrii przy pomocy wzorów

Uwagi wstępne:

- Etap ten jest konieczny w przypadku, gdy użytkownik chce wprowadzić całą rodzinę profili, opisaną przy pomocy jednego modelu (z parametrami).
- Przy zadawaniu parametru (liniowego czy promieniowego), należy stosować się do komunikatów (Pasek komunikatów w Okno rysunku).
- Program zawiera funkcje, automatycznie generujące wzory dla współrzędnych punktów w pewnych oczywistych przypadkach. Przykładowo, jeśli nowy wymiar o nazwie „B” jest poziomy i zdefiniowany między punktem o współrzędnych (0,0) a (20,0), to automatycznie współrzędne drugiego punktu stają się (B,0). Od tej chwili dowolna zmiana parametru „B” powoduje także zmianę rysunku.
- Jeśli włączona jest symetria, wzory dla punktów/linii położonych symetrycznie, są uaktualniane automatycznie w trakcie modyfikacji punktów/linii przez użytkownika

Etapy wprowadzania parametru liniowego:

- Podanie nazwy
- Wskazanie pierwszego, a następnie drugiego punktu bądź wskazanie linii, przy której ma być rysowany wymiar związany z definiowanym parametrem
- Zdefiniowanie orientacji wymiaru – może być ona pionowa, pozioma bądź ukośna; definicja odbywa się poprzez odpowiednie usytuowanie kursora myszy na ekranie
- Usytuowanie wymiaru (w pewnej odległości od zaznaczonych punktów/linii) przy pomocy kursora myszy

**Uwaga:** Niezależnie od sposobu wprowadzenia, wymiar będzie związany z dwoma punktami. Ich usunięcie nie będzie możliwe dopóki parametr nie zostanie usunięty bądź nie nastąpi zmiana położenia (p. [Zakładka Edycja])

Etapy wprowadzania parametru promieniowego:

- Podanie nazwy
- Wskazanie punktu (wyokrąglenie w punkcie) bądź wskazanie linii (wyokrąglenie linii)

**Uwaga 1:** Po wskazaniu punktu/linii automatycznie rysowana jest strzałka promienia. Jest ona związana z tą linią/punktem i nie można usunąć linii/punktu dopóki wprowadzony parametr promieniowy nie zostanie usunięty bądź nie nastąpi zmiana położenia (p. Zakładka Edycja)

**Uwaga 2:** Po wskazaniu punktu/linii wzór na właściwość **R** tego punktu/linii jest tożsamy z nazwą nowo wprowadzonego parametru

Po wprowadzeniu nowego parametru w tabeli sekcji **Rodzina profili** pojawi się nowa kolumna z nagłówkiem o nazwie parametru. Wartością parametru wpisaną w tabeli będzie w przypadku parametru liniowego odległość (pozioma / pionowa / ukośna) między punktami na rysunku, a w przypadku parametru promieniowego – promień wyokrąglenia na rysunku.

Definiowanie geometrii przy pomocy wzorów parametrycznych:

- Jak zostało wspomniane, po wprowadzeniu parametrów, niektóre właściwości linii/punktów będą już posiadały automatycznie wygenerowane parametryczne wzory.
- Aby wprowadzić pozostałe wzory należy w polach edycyjnych właściwości (p. Panel parametrów i właściwości) wpisać wzory, używając nazw stworzonych parametrów.

**Uwaga 1:** Wzory parametryczne mogą być tworzone poprzez użycie operatorów matematycznych („\*”, „/”, „+”, „-”, „.”) oraz nawiasów okrągłych.

**Uwaga 2:** Zmieniając wartości parametrów w Panelu parametrów i właściwości można obserwować zmiany rysunku oraz dzięki temu zweryfikować poprawność zdefiniowanej parametrycznie geometrii

### **Wprowadzanie Rodziny Profili**

Po ukończeniu kreowania geometrii konturu profilu przy pomocy parametrycznych wzorów, można przystąpić do wprowadzenia całej rodziny profili (sekcja **Rodzina Profili**). Do użytkownika należy decyzja, czy nazwy pozycji będą generowane automatycznie, czy chce je zadać samodzielnie. Należy wówczas zadbać, aby nazwa żadnej z pozycji się nie powtórzyła.

Po dodaniu nowych pozycji, możliwa jest zmiana ich parametrów (jednej pozycji lub kilku pozycji jednocześnie) w **Panelu parametrów i właściwości**. W ten sposób można wprowadzić całą tabelę rodziny profili, które potem można będzie wykorzystać jako przekrój pręta w RM-3D.

### **Zapis profilu**

Aby zapisać profil, należy nacisnąć przycisk **Zapisz** z Paska poleceń. W przypadku błędów, niepozwalających na użycie w RM-3D wyświetlanego aktualnie profilu, podczas zapisu pojawi się odpowiedni komunikat. Mimo to, profil zostanie zapisany.



**PRZYKŁAD WPROWADZANIA RODZINY PROFILI TEOWYCH**

Reprezentatywnym przykładem – bo z jednej strony nieskomplikowanym, a z drugiej pokazującym niemal wszystkie możliwości programu – jest wprowadzenie profilu teowego (1/2 HEB). Instrukcja wprowadzania tego profilu będzie podzielona na następujące części:

- Ustawienia początkowe Edytora
- Wprowadzenie Konturu profilu
- Wprowadzenie parametrów
- Weryfikacja wzorów parametrycznych opisujących geometrię Konturu
- Wprowadzenie Ścianek
- Opis parametryczny właściwości punktów i linii Ścianek
- Wprowadzenie rodziny profili (tworzenie katalogu)

Kolejność ta nie jest obligatoryjna, jednak wydaje się wygodna ze względu na prezentację przykładu.

Należy pamiętać, żeby możliwie często zapisywać (przycisk **Zapisz** w Pasku poleceń) aktualny stan pracy.

**Ustawienia początkowe Edytora**

Po otwarciu Edytora, w Pasku poleceń, należy nacisnąć przycisk **Nowy**, a następnie wprowadzić nazwę, np. „przTeownik”. Należy pamiętać, że nazwa nie może być taka sama jak innych, wprowadzonych już profili. W przeciwnym razie Edytor przedstawi stosowny komunikat.

W sekcji **Przyciąganie** (zakładka **Edycja**) na początku mogą pozostać wszystkie domyślne ustawienia. Również rozmiar oczka siatki nie ma znaczenia, jeżeli cała geometria będzie opisana wzorami parametrycznymi.

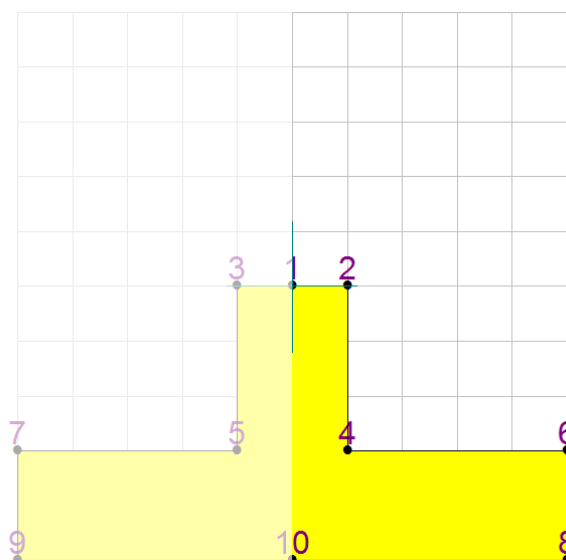
W sekcji **Symetria** dla teownika można pozostawić zaznaczone opcje **Symetria pozioma** oraz **Efekt rozmycia**, co sprawi, że wystarczające będzie wprowadzenie tylko połowy profilu.

W sekcji **Widok**, początkowo można pozostawić włączone wszystkie warstwy, ponieważ w pierwszych fazach rysowania, rysunek nie będzie skomplikowany.

**Wprowadzenie Konturu profilu**

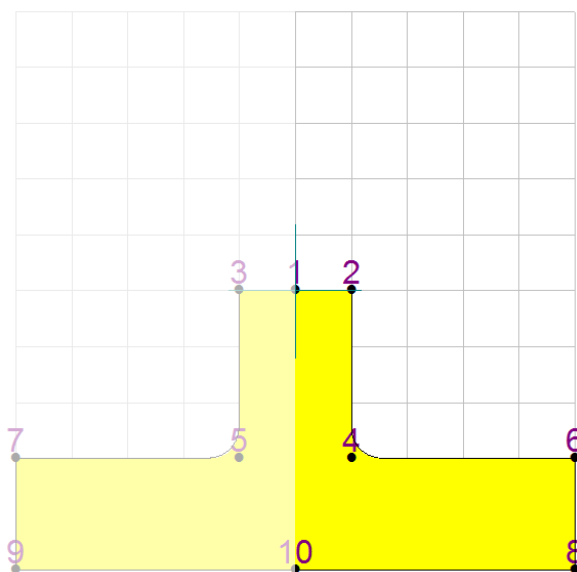
Aby wprowadzić Kontur, należy uaktywnić tryb **Kontur** (Panel trybu pracy). W tym przykładzie przedstawiono prosty sposób wprowadzenia Konturu na domyślnej siatce przy pomocy linii. Należy więc wcisnąć przycisk **Linia** (Panel opcji wprowadzania). klikając kolejne punkty wprowadzić początkową geometrię konturu:

Kolejne linie wprowadzono poprzez kolejne wprowadzenie punktów: 1,2,4,6,8,10. Pozostałe zostały wygenerowane automatycznie po „rozmytej” stronie rysunku.



Rys. V-8 Przykładowa kolejność wprowadzania punktów Konturu

Na tym etapie warto jeszcze zmienić wyokrąglenie w punkcie 4 (oraz automatycznie 5): należy nacisnąć przycisk **Zaznaczenie** (Pasek opcji wprowadzania), a następnie kliknąć punkt 4 (alternatywnie w zakładce **Edycja** wybrać Punkty/Punkt 4). Następnie w Panelu parametrów i właściwości w polu edycyjnym **R** wpisać dowolną nieujemną wartość wyokrąglenia (w przykładzie  $R=5$ ). Rysunek powinien przyjąć następującą postać:

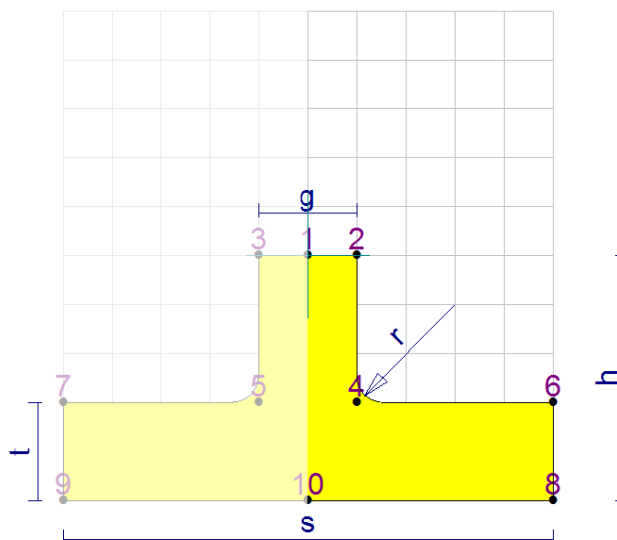


Rys. V-9 Kontur po wprowadzeniu wyokrąglenia

### Wprowadzenie parametrów

Parametry powinny jednoznacznie określać geometrię profilu. W przykładzie posłużymy się parametrami: **h,s,g,t,r**.

Docelowo należy uzyskać następujący rysunek:



Rys. V-10 Kontur z wprowadzonymi wymiarami

W celu wprowadzenia parametrów liniowych (**h,s,g,t**) należy:

1. W sekcji **Nowy parametr** (Panel parametrów i właściwości) wcisnąć przycisk parametru liniowego.
2. Postępować zgodnie z instrukcjami pojawiającymi się w Pasku komunikatów, tzn.:
  - a. Parametr **h**: wybrać punkt **8** i **2** i ustawić położenie wymiaru
  - b. Parametr **s**: wybrać punkt **9** i **8** i ustawić położenie wymiaru
  - c. Parametr **g**: wybrać punkt **3** i **2** i ustawić położenie wymiaru
  - d. Parametr **t**: wybrać punkt **7** i **9** (lub wybrać linię **7-9**) i ustawić położenie wymiaru

W celu wprowadzenia parametru promieniowego **r** należy:

1. W sekcji **Nowy parametr** (Panel parametrów i właściwości) wcisnąć przycisk parametru promieniowego.
2. Postępować zgodnie z instrukcjami pojawiającymi się w Pasku komunikatów, tzn. kliknąć punkt **4** (można też wybrać punkt **5**).

### Weryfikacja wzorów parametrycznych opisujących geometrię Konturu

Po wprowadzeniu parametrów, warto przejrzeć właściwości punktów Konturu (dokonać tego można wybierając żądany punkt, gdy aktywny jest przycisk **Zaznaczenie**):

Tabela 2 Automatycznie wygenerowane wzory dla właściwości punktów Konturu

PARAMETR	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 4	Punkt 6	Punkt 8	Punkt 10
<b>x</b>	<b>0</b>	<b>g/2</b>	<b>g/2</b>	<b>s/2</b>	<b>s/2</b>	<b>0</b>
<b>y</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-h+t</b>	<b>-h+t</b>	<b>-h</b>	<b>-h</b>
<b>R</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>r</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Jak widać, wszystkie właściwości są już określone poprawnie w sposób parametryczny. Poniżej opis kolejności, w jakiej zachodziło automatyczne generowanie wzorów:

1. Wprowadzenie parametru **h** – ponieważ punkt **2** ma współrzędną **y=0**, to punktom **6,8,10** automatycznie zostaje przypisana współrzędna **y=-h**
2. Wprowadzenie parametru **s** – ponieważ punkt **8** i **9** mają tę samą, lecz przeciwną wartość współrzędnej **x**, to wiadomo, że punktowi **8** ma być przypisana współrzędna **x=s/2**. Ponieważ punkt **6** ma taką samą współrzędną **x**, to również w tym przypadku dokonuje się automatyczne przypisanie wzoru **x=s/2**.
3. Wprowadzenie parametru **g** – ponieważ punkt **3** i **2** mają tę samą, lecz przeciwną wartość współrzędnej **x**, to wiadomo, że punktowi **2** ma być przypisana współrzędna **x=g/2**. Ponieważ punkt **4** ma taką samą współrzędną **x**, to również w tym przypadku dokonuje się automatyczne przypisanie wzoru **x=g/2**.
4. Wprowadzenie parametru **t** – ponieważ punkt **9** ma współrzędną **y=-h**, punktowi **7** zostaje przypisana współrzędna **y=-h+t**. Punkty **4** i **6** mają tę samą współrzędną **y**, więc i dla nich zachodzi przypisanie **y=-h+t**.
5. Wprowadzenie parametru **r** – podczas przypisania parametru do wyokrąglenia w punkcie, automatycznie właściwości **R** jest przypisany parametr **r**.

W symetrycznej części wszystkie właściwości również są automatycznie przypisane.

Warto dodatkowo zauważyć, że w Panelu Dolnym w sekcji **Rodzina profili**, zostały dodane kolumny o nagłówkach jak nazwy parametrów, zaś w pozycji pierwszej tabeli znajdują się wartości parametrów odpowiadające odległościom na rysunku.

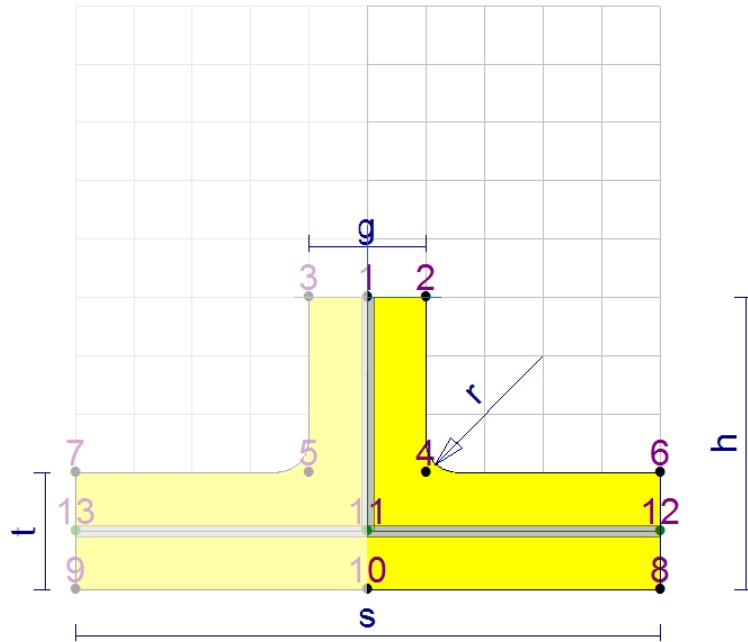
Już na tym etapie użytkownik może dowolnie manipulować parametrami (Panel parametrów i właściwości) i uzyskać w ten sposób żądany kształt profilu.

### Wprowadzenie Ścianek

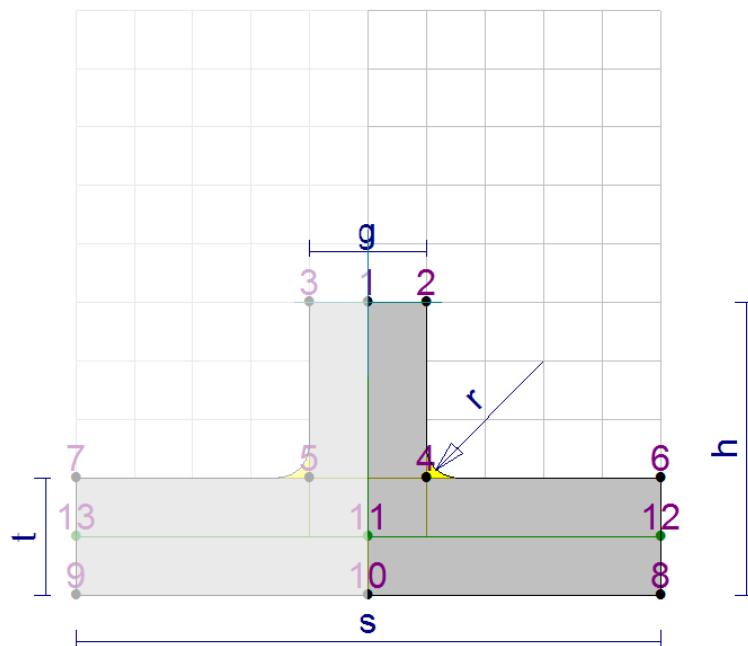
Linie modelu cienkościennego powinny spotykać się w miejscu przecięcia osi poszczególnych ścianek. Aby wprowadzić te linie, należy przejść do trybu **Ścianki** (Panel trybu pracy), a następnie użyć polecenia **Linia** (Panel opcji wprowadzania). Należy wprowadzić dwie linie (trzecia zostanie wygenerowana automatycznie) – p.Rys. V-11 Wprowadzenie linii modelu cienkościennego.

W przykładzie linie zostały wprowadzone od punktu **1** do **11**, a następnie od **11** do **12**. Linia **11-13** została wygenerowana automatycznie. Należy zauważyć, że podczas rysowania pierwszej linii, automatycznie został utworzony nowy para-

metr o nazwie **gr**. Domyślna jego wartość to **2**, co oznacza, że początkowo wszystkie rysowane ścianki będą miały grubość **2 mm**.



Rys. V-11 Wprowadzenie linii modelu cienkościennego



Rys. V-12 Model cienkościenny po zmianie grubości ścianek

Trzy szare prostokąty odpowiadają ściankom modelu cienkościennego. Aby zmienić ich grubość, w omawianym przykładzie możemy posłużyć się parametrami **g** oraz **t**. W tym celu należy zaznaczyć (Panel opcji wprowadza-

nia/**Zaznaczenie**) linię **1-11**, a następnie zmienić właściwość **gr** z **gr** na **g** (Panel parametrów i właściwości). Analogicznie dla linii **11-12**, należy zmienić właściwość **gr** z **gr** na **t**.

Ponieważ parametr **gr** jest od tego momentu zbędny, można go usunąć poprzez kliknięcie na nim prawym przyciskiem myszy w zakładce **Edycja** oraz wybranie **Usuń** z menu kontekstowego.

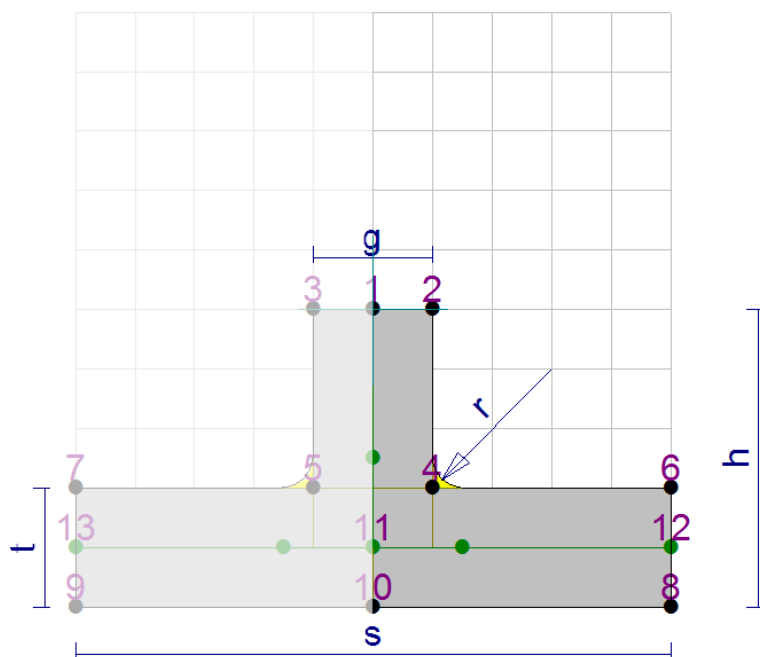
Po zmianie grubości rysunek powinien wyglądać następująco:

### Opis parametryczny właściwości punktów i linii Ścianek

W tym etapie należy zadbać, by wszystkie punkty/linie Ścianek były zdefiniowane w sposób parametryczny, włączając właściwości **of1** i **of2**, potrzebne do określenia smukłości ścianek.

Aby określić **of1** i **of2**, w trybie **Ścianki** (Panel trybu pracy), należy zaznaczyć linię **11-12** (zakładka **Edycja**) i zmienić właściwość **of1** na **g/2+r** (Panel parametrów i właściwości). Podobnie dla linii **1-11**, należy zmienić właściwość **of2** na **t/2+r** (To, czy zmieniana jest właściwość **of1** czy **of2** zależy od kolejności punktów w nazwie linii, np. **1-11** albo **11-1**).

Ostatecznie powinno się otrzymać rysunek:



Rys. V-13 Model cienkościenny po określeniu parametrów **of1** i **of2**

Zielone punkty bez numerów są miejscami definiującymi koniec ścianki podczas wyznaczania jej smukłości. Zgodnie z zalecaniami normowymi, dla teownika, punkty te znajdują się poza promieniem wyokrąglenia ścianek – czyli tak, jak zostało to wprowadzone w przykładzie.

Na końcu należy ustawić właściwości (Panel parametrów i właściwości) punktu **11** i **12** tak, by były opisane parametrycznie, tzn. dla punktu **11** ( $x=0, y=-h+t/2$ ) oraz dla punktu **12** ( $x=s/2, y=-h+t/2$ ).

W ten sposób uzyskano pełny parametryczny opis profilu. Można to zweryfikować poprzez manipulowanie wartościami parametrów.

### Wprowadzenie rodziny profili

Aby wprowadzić kolejne pozycje w sekcji **Rodzina profili** (Panel dolny), należy nacisnąć przycisk „+”.

Spowoduje to utworzenie kolejnej pozycji w tabeli z takimi wartościami parametrów, jak dla zaznaczonej pozycji.

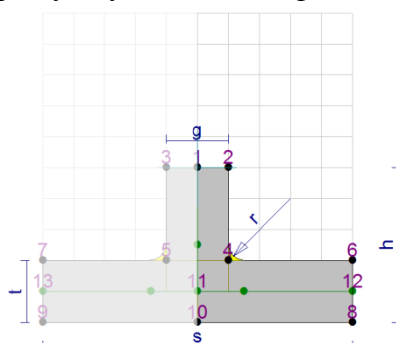
Aby każda pozycja miała swoją unikalną nazwę, można użyć **Podpowiedzi** (sekcja **Nazwy pozycji**), naciskając przycisk **Użyj**. Jeśli wprowadzono profil tak jak to do tej pory pokazano w przykładzie, szablon automatycznych nazw powinien być następujący: „przTeownik [h]x[s]x[g]x[t]x[r]”.

Teraz po zaznaczeniu w tabeli wybranej pozycji, można manipulować wartościami jej parametrów (Panel parametrów i właściwości) oraz obserwować jednoczesną zmianę rysunku oraz nazwy pozycji.

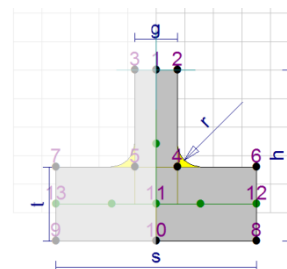
Rodzina profili					
Nazwa	h	s	g	t	r
przTeownik 50x100x20x20x5	50	100	20	20	5
przTeownik 60x70x15x26x8	60	70	15	26	8

Rys. V-14 Przykładowe zestawy parametrów

Dla powyższych zestawów parametrów otrzymano następujące rysunki:



Rys. V-15 Pozycja „przTeownik 50x100x20x20x5”



Rys. V-16 Pozycja „przTeownik 60x70x15x26x8”

W przedstawiony sposób można wprowadzić całą tabelę rodziny profili, zdefiniowanych w sposób parametryczny.