

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE	1
PRZEZNACZENIE PROGRAMU	3
WYMAGANIA SPRZĘTOWE.....	4
MOŻLIWOŚCI PROGRAMU.....	5
OGRANICZENIA PROGRAMU	8
INSTALACJA PROGRAMU W KOMPUTERZE	9
STOSOWANY UKŁAD JEDNOSTEK.....	12
OPIS ELEMENTÓW MODELU KONSTRUKCJI PRĘTOWEJ	13
ELEMENTY STEROWANIA PROGRAMEM	16
MENU GŁÓWNE:	16
OKNA ROBOCZE OPCJI.....	18
PASEK NARZĘDZI:.....	19
OKNO STATUSU:	21
OKNA DIALOGOWE:	22
OPIS OPCJI PROGRAMU.....	23
PLIKI	23
PRZEKROJE.....	24
GEOMETRIA.....	25
OBCIĄŻENIA	25
WYNIKI	26
PARAMETRY	28
OKNA	28
POMOC	29
POSTAWY TEORETYCZNE ALGORYTMÓW OBLICZENIOWYCH.....	30
MODEL OBLICZENIOWY KONSTRUKCJI.....	30
PRZEKROJE O POCHYLONYCH GŁÓWNYCH OSIACH BEZWŁADNOŚCI	30
KOMBINACJE OBCIĄŻEŃ	31
DŁUGOŚCI WYBOCZENIOWE	34
SPORZĄDZANIE WYDRUKÓW.....	37
PRZYKŁAD „KROK PO KROKU”	I
<i>Opis zadania.....</i>	<i>I</i>
<i>Kreowanie modelu obliczeniowego.....</i>	<i>III</i>
<i>Analiza statyczna i wytrzymałościowa ramy</i>	<i>XVII</i>
<i>Dokumentacja zadania - wydruki.....</i>	<i>XXII</i>

WPROWADZENIE

Niniejsze opracowanie zawiera podstawowe informacje na temat programu komputerowego o skrótowej nazwie **RM-MINI** (wersja 8.0-mini), opracowanego przez **Biuro Komputerowego Wspomagania Projektowania CADSIS**, a przeznaczonego do użytkowania na komputerach klasy IBM-PC wyposażonych w system **Windows**.

Instrukcja nie ma cech typowej dokumentacji technicznej programu komputerowego i nie zawiera szczegółowych opisów odnośnie sterowania programem i operowania jego poszczególnymi opcjami ponieważ szczegóły posługiwania się programem dostępne są poprzez System Pomocy dla Windows, który umożliwia łatwy, wielofunkcyjny i kontekstowy dostęp do informacji podczas pracy z programem RM-MINI.

RM-MINI jest zredukowaną wersją popularnego już programu RM-WIN stanowiącego główny składnik pakietu RM. Ograniczenia w stosunku do możliwości programu RM-WIN sprowadzają się do ograniczenia możliwości kształtowania geometrii schematu statycznego konstrukcji oraz wyeliminowania niektórych - rzadko używanych w RM-WIN - opcji.

Informacje podane w niniejszej instrukcji mają charakter ogólny i dotyczą:

- **przeznaczenia programu**
- **wymagań odnośnie sprzętu komputerowego**
- **możliwości programu**
- **ograniczeń ilościowych i merytorycznych**
- **instalacji programu w komputerze**
- **układu jednostek**
- **opisu elementów modelu konstrukcji prętowej**
- **elementów sterowania programem**
- **podstaw teoretycznych algorytmów obliczeniowych**
- **sporządzania wydruków**
- **przykładów**

U W A G I

- Program RM-MINI jest chroniony przed nieuprawnionym kopiowaniem i użytkowaniem za pomocą specjalnego klucza elektronicznego (ang. hardlock) dostarczanego przez autorów wraz z programem.
- Do zabezpieczenia programu stosowane są dwa typy kluczy elektronicznych: typu HASP (LPT) - który powinien być podłączony do dowolnego portu równoległego typu LPT, do którego z reguły podłączona jest drukarka oraz typu HASP (USB) - który powinien być podłączony do dowolnego portu szeregowego typu USB. Jeśli komputer wyposażony jest w dodatkowe porty równoległe LPT lub szeregowy USB, to zaleca się podłączenie go do jednego z tych portów.

- Jeśli program RM-MINI jest zabezpieczony kluczem HASP (LPT), a inne programy posiadane przez użytkownika wymagają również obecności kluczy elektronicznych w porcie LPT, to klucz dla programu RM-MINI należy połączyć z innymi w szereg.
- Przed podłączaniem lub odłączaniem klucza typu HASP (LPT) należy bezwzględnie wyłączyć zasilanie komputera. Nie jest to wymagane w przypadku klucza typu HASP (USB).
- Dla prawidłowego działania programu RM-MINI konieczna jest stała obecność klucza w komputerze.
- Dostarczony klucz jest niepowtarzalnym układem elektronicznym i należy go chronić przed utratą.

PRZEZNACZENIE PROGRAMU

Program RM-MINI przeznaczony jest do wspomagania projektowania w zakresie analizy statycznej, kinematycznej i wytrzymałościowej szerokiej klasy płaskich konstrukcji prętowych i ze względu na:

- ✓ *prostotę jego użytkowania w środowisku Windows,*
- ✓ *graficzną wizualizację danych i wyników obliczeń,*
- ✓ *dużą szybkość wykonywania operacji obliczeniowych,*
- ✓ *swobodę tworzenia dokumentacji graficzno-tabelarycznej,*
- ✓ *automatyzację większości operacji ekranowych,*
- ✓ *pełną ochronę przed dokonywaniem merytorycznie lub logicznie niewłaściwych operacji,*

stanowi sprawne, merytorycznie zawansowane i efektywne narzędzie warsztatu pracy projektanta konstrukcji w zakresie budownictwa ogólnego i przemysłowego.

WYMAGANIA SPRZĘTOWE

Program RM-MINI nie wymaga wyposażenia sprzętowego wykraczającego poza wymagania stawiane przez środowisko Windows i może być użytkowany na każdym komputerze typu IBM-PC, który pozwala na poprawne funkcjonowanie systemu Windows w wersjach: 95, 98, NT, 2000, XP, Vista (32-bitowa).

Dla osiągnięcia zadowalających efektów zalecana jest następująca konfiguracja:

- procesor PENTIUM
- 16 MB pamięci operacyjnej RAM
- karta graficzna SVGA
- mysz
- 8 MB wolnego miejsca na dysku sztywnym
- polskojęzyczny system Microsoft Windows w wersji 95, 98, NT, 2000, XP, Vista (32-bitowa).

MOŻLIWOŚCI PROGRAMU

W zakresie kształtowania geometrii konstrukcji:

- Automatyczne generowanie typowych struktur prętowych:
regularne - kratownice, ramy wielokondygnacyjne i wielonawowe, łuki,
nieregularne - przy wykorzystaniu tzw. szablonów (predefiniowanych schematów statycznych dostarczanych w formie gotowych plików instalowanych w podkatalogu SZABLONY), obejmujących schematy typowych konstrukcji prętowych, często stosowanych w projektowaniu budowli inżynierskich (belki ciągłe, ramy portalowe, więźby dachowe),
z możliwością łatwej modyfikacji geometrii schematu.
- Kreowanie przekrojów jednokształtownikowych (katalogowych lub własnych).
- Kreowanie prętów (o przekrojach jednokształtownikowych) z liniowo zmiennymi wymiarami przekroju wzdłuż osi pręta
- Zadawanie podporom wymuszeń kinematycznych oraz cech sprężystych.

... w zakresie obciążeń:

- automatyczne uwzględnianie ciężaru własnego konstrukcji w postaci odrębnego schematu obciążeń wyznaczanego przez program na podstawie zdefiniowanych przekrojów poprzecznych prętów oraz przypisanych tym przekrojom rodzajów materiałów
- grupowanie poszczególnych obciążeń w merytorycznie odrębne schematy obciążeń dla potrzeb tworzenia ich dowolnych kombinacji
- ręczne, automatyczne i półautomatyczne generowanie kombinacji obciążeń
- deklarowanie wzajemnych relacji pomiędzy grupami obciążeń w celu wyeliminowania nierealistycznych kombinacji grup obciążeń podczas automatycznego generowania kombinacji
- deklarowanie normowych cech poszczególnych grup obciążeń, pozwalające na generowanie kombinacji spełniających wymagania norm obciążeniowych
- łatwe modyfikowanie obciążeń za pomocą tzw. *listy obciążeń*, polegające na: grupowej zmianie wartości i położenia poszczególnych obciążeń, przenoszeniu obciążeń do innych grup, kopiowanie, usuwanie

... w zakresie obliczeń:

- wyznaczanie rozkładów sił przekrojowych (momenty zginające, siły poprzeczne, siły osiowe) i przedstawianie ich zarówno w formie odpowiednio wyskalowanych wykresów jak i w postaci liczbowej
- wyznaczanie stanu przemieszczeń w formie rysunku zdeformowanej konstrukcji
- wyznaczanie rozkładów naprężeń w płaszczyźnie dowolnie wybranego przekroju pręta oraz w kierunku jego osi we włóknach skrajnych, odrębnie dla wszystkich materiałów poszczególnych kształtowników przekroju

- wyznaczanie reakcji podpór
- wyznaczanie stopnia wykorzystania nośności poszczególnych prętów w ramach podstawowego warunku wytrzymałościowego
- automatyczne wyszukiwanie ekstremów bezwarunkowych i warunkowych dla wartości sił przekrojowych, naprężeń deformacji, przemieszczeń i reakcji
- automatyczne wyznaczanie obwiedni sił przekrojowych, deformacji i naprężeń dla zadeklarowanych relacji pomiędzy grupami obciążeń i klas kombinacji
- analiza konstrukcji dla charakterystycznych lub obliczeniowych wartości obciążeń
- wyznaczanie długości wyboczeniowych poszczególnych prętów konstrukcji w sposób zapewniający zgodność z wymaganiami norm dotyczących projektowania
- wymiarowania poszczególnych prętów konstrukcji zgodnie z **PN** przy pomocy jednego ze specjalnych modułów wykorzystujących mechanizm dynamicznej wymiany danych z programem głównym, a mianowicie:
 - RM-Stal - wymiarowanie prętów konstrukcji stalowych wg PN-90/B-03200,
 - RM-Spol - wymiarowanie połączeń prętów w węzłach konstrukcji stalowych wg PN-90/B-03200, PN-85/B-03215 oraz PN-B-03215:1998,
 - RM-Sin - wymiarowanie dźwigarów ze środkiem falistym,
 - RM-Azur - wymiarowanie dwuteowych dźwigarów ażurowych,
 - RM-Zelb - wymiarowanie prętów konstrukcji żelbetowych wg PN-B-03264:1999,
 - RM-Drew - wymiarowanie prętów i połączeń w konstrukcjach drewnianych wg PN-B-03150:2000,

... w zakresie tworzenia dokumentacji zadania:

- bezpośrednie wydruk lub eksport dokumentu w formie tabelaryczno-graficznej z podziałem na blok danych i blok wyników, z możliwością swobodnego wyboru zawartości wydruku
- skalowanie drukowanych rysunków
- sporządzanie skalowanych wydruków dowolnego, aktywnego okna roboczego lub dialogowego
- określania parametrów typograficznych stron wydruku (marginesy, nagłówki, czcionka)
- przekazywanie do schowka lub bezpośrednio do edytora MS Word wyników wymiarowania prętów w postaci przygotowanych i dostępnych dla użytkownika arkuszy stanowiących dokumentację wymiarowania
- możliwość wyboru wersji językowej wydruku (polska, angielska, francuska)

... w zakresie użytkowym:

- duża swoboda korzystania z poszczególnych opcji i funkcji programu w trybie interakcyjnym przy jednoczesnej jego ochronie przed próbami wykonywania operacji merytorycznie nielogicznych lub wykraczających poza zakres stosowalności programu
- graficzna wizualizacja wszelkich danych i wyników obliczeń w postaci konwencjonalnych wykresów wybranych wielkości z możliwością określania niektórych parametrów wyświetlania przez użytkownika
- możliwość korzystania ze standardowej funkcji „Pomocy” na zasadach oferowanych przez środowisko Windows
- gotowe katalogi - zgodnych z PN - kształtowników walcowanych i giętych, wyposażone w opcje modyfikowania (dodawania, usuwania i korekcji danych)
- możliwość zapisu zadania i jego odczytu ze wskazanego przez użytkownika katalogu dyskowego
- odzyskiwanie utraconych danych zadania w przypadku awarii programu lub zawieszenia systemu

OGRANICZENIA PROGRAMU

Program RM-MINI został opracowany z myślą o jego użytkowaniu na komputerach o minimalnej konfiguracji dla jakiej możliwe jest prawidłowe działanie systemu Windows oraz przy założeniu, że operacje obliczeniowe wykonywane są na danych ulokowanych w pamięci operacyjnej RAM. Z tego względu program posiada następujące ograniczenia:

w zakresie ilościowym:

- maksymalna liczba węzłów w układzie prętowym: **255**
- maksymalna liczba prętów w układzie prętowym: **312**
- maksymalna liczba przekrojów listy przekrojów zadania: **60**
- maksymalna liczba grup obciążeń: **24**
- maksymalna liczba prętów w węźle: **12**

Ograniczenia pozostałych struktur danych (np. obciążenia) i wyników obliczeń wynikają jedynie z wielkości wolnej pamięci operacyjnej (RAM) komputera i w praktyce prawdopodobieństwo ich przekroczenia jest niewielkie.

w zakresie merytorycznym:

- układ prętów modelu konstrukcji i obciążenia leżą w jednej płaszczyźnie
- osie prętów modelu konstrukcji są proste
- pręty połączone są ze sobą sztywno lub przegubowo
- przekroje prętów są pojedynczymi kształtownikami (prostokąt, trójkąt, rura kołowa, rura prostokątna, dwuteownik, ceownik, kątownik, teownik, zetownik) dowolnie zorientowanymi względem płaszczyzny schematu statycznego konstrukcji
- obciążenia (skupione: siła i moment, rozłożone: liniowe i trapezowe oraz temperatura) są przypisywane do prętów, mają charakter statyczny i są stacjonarne, a miejscem ich przyłożenia jest oś teoretyczna pręta
- rozkład obciążenia temperaturą wzdłuż pręta jest stały, a w płaszczyźnie przekroju - zmienny liniowo
- podpory (przegubowa-stała, przegubowa-przesuwna, utwierdzenie całkowite, utwierdzenie przesuwne) przypisywane są do węzłów
- węzły modelu konstrukcji nie mogą się pokrywać
- numeracja prętów, węzłów i przekrojów jest ciągła.

INSTALACJA PROGRAMU W KOMPUTERZE

Program RM-MINI dostarczany jest na płycie kompaktowej, która zawiera pliki aplikacji oraz program instalacyjny o nazwie **setup.exe**, który musi być uruchamiany w środowisku Windows.

W celu zainstalowania programu w komputerze należy:

1. Podłączyć klucz zabezpieczający do komputera,
2. Załadować system Windows,
3. Włożyć płytę instalacyjną pakietu RMmini do czytnika CD i poczekać na automatyczne uruchomienie programu instalacyjnego. Jeżeli nie nastąpi automatyczne uruchomienie instalatora, to należy wymusić jego uruchomienie bezpośrednio z płyty instalacyjnej (np. przy pomocy eksploratora systemu Windows),
4. Po wyświetleniu okna dialogowego programu instalacyjnego należy stosować się do zaleceń na temat instalacji programu w komputerze,
5. Po pomyślnym zakończeniu instalacji należy odszukać ikonę programu w grupie wskazanej w oknie dialogowym programu instalacyjnego i załadować program do pamięci komputera.

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

Po dokonaniu instalacji katalog główny pakietu powinien zawierać:

DAT		katalog dyskowy zadań,
KAT		katalog dyskowy kształowników normowych,
rm-win	exe	program aplikacji RM-MINI,
rm-win	hlp	plik systemu pomocy aplikacji RM-MINI,
rm-win	ini	plik tekstowy inicjujący domyślne parametry aplikacji,
material	lib	plik stanowiący bibliotekę materiałów,
mater32	lib	plik stanowiący bibliotekę materiałów,
nowe	rms	plik zawierający domyślną listę przekrojów.
font	ini	plik inicjujący domyślny rodzaj i rozmiar czcionki używanej do wydruku,
rme	fon	plik zawierający czcionki ekranowe dla trybu <i>Small fonts</i> .
rmf	fon	plik zawierający czcionki ekranowe dla trybu <i>Large fonts</i> .
bwcc	dll	biblioteka procedur standardowych.
rm-enw	dll	biblioteka angielskiej wersji językowej wydruku
rm-frw	dll	biblioteka francuskiej wersji językowej wydruku
rm-plw	dll	biblioteka polskiej wersji językowej wydruku

Katalog **DAT**

jest przeznaczony do przechowywania zadań archiwalnych i może mieć dowolną nazwę oraz usytuowanie na dowolnym urządzeniu dyskowym. Pliki zadań mogą być przechowywane w różnych dyskowych katalogach zadań, co pozwala na segregację tych zadań wg. określonego klucza, np. wg. poszczególnych projektów.

Dostęp do zadań archiwalnych zapewnia opcja **Pliki-Otwórz**. Droga dostępu do aktualnego katalogu zadań jest automatycznie zapamiętywana w pliku **rm-win.ini** tak, że po ponownym uruchomieniu aplikacji bieżącym katalogiem zadań jest właśnie ten katalog.

Każde zadanie jest przechowywane w formie dwóch plików o tej samej nazwie lecz o różnych rozszerzeniach (*nazwa.rmt* i *nazwa.rms*).

Oprócz tego, w *katalogu zadań* zachowywane są wyniki obliczeń stanowiące rezultat analizy kombinacji obciążeń, czyli obwiedni. Dzięki temu po załadowaniu do programu zadania, dla którego te obliczenia zostały wcześniej wykonane, są one dostępne bez potrzeby ponownego wykonywania obliczeń. Wszystkie pliki zawierające wyniki obliczeń mają tę samą nazwę przy różnych rozszerzeniach i mogą być archiwizowane przez użytkownika.

Katalog **KAT**

jest przeznaczony do przechowywania plików zawierających dane odnośnie katalogów kształtowników znormalizowanych. Powinien zawierać następujące pliki dyskowe: **h.kat i.kat l.kat r.kat s.kat t.kat u.kat z.kat** - obejmujące kształtowniki walcowane oraz **h~.kat l~.kat u~.kat z~.kat** - obejmujące kształtowniki gięte na zimno.

Droga dostępu do dyskowego katalogu kształtowników powinna być podana w pliku tekstowym **rm-win.ini**, brak tej informacji lub jej błędne podanie, uniemożliwi pobieranie kształtowników przy edycji przekrojów.

Plik **rm-win.ini**

Jest plikiem tekstowym, inicjującym domyślne parametry aplikacji RM-MINI. Plik ten jest czytany w momencie uruchamiania aplikacji. Struktura tego pliku składa się z sekcji, grupujących parametry domyślne. Każda pozycja tego pliku odnosi się do innego parametru i ma postać:

<opis_parametru><znak_równości><parametr>

Sekcje pliku „rm-win.ini”:

- | | |
|-----------------|--|
| [RM] | - zawiera specyfikację dróg dostępu do katalogów dyskowych używanych przez program oraz podstawowe parametry określające sposób jego funkcjonowania. |
| [Kolory] | - określa kolory poszczególnych elementów wyświetlanych przez program na schemacie statycznym ustroju. |

- [Marginesy] - zawiera parametry określające marginesy stron wydruku (rozmiar strony określony jest w parametrach drukarki).
- [Polskie znaki] - określa sposób traktowania polskich znaków podczas wydruku.
- [Edytor] - Zawiera informacji o edytorze tekstu, z którym współpracuje aplikacja RM-MINI.

Plik **rm-win.ini** jest automatycznie aktualizowany przez program dlatego użytkownik nie musi modyfikować go bezpośrednio. Wystarczy bowiem odpowiednio dobrać parametry w opcji **Parametry**. Wyjątek stanowi sekcja [Edytor].

Oto przykład pliku:

```
[RM]
Droga dostępu do katalogu danych=c:\cadsis\rm-win\dat\
Droga dostępu do katalogu profili=c:\cadsis\rm-win\kat\
Droga dostępu do katalogu arkuszy=c:\cadsis\rm-win\arkusze\
Droga dostępu do katalogu szablonów=c:\cadsis\rm-win\szablony\
Droga dostępu do katalogu roboczego=c:\cadsis\rm-win\
HaspLPT=0
Ciezar własny ciegien=Nie
Tolerancja [m]=0,1000
Tolerancja myszy=10
HNum=11
Ilość cyfr dziesiętnych=2
[Kolory]
Obciazenia=00FF0000
Podpory=00008000
Podpory wyrozniowane=0000FF00
Wyróżniony pret=000000FF
Linie wymiarowe=00808080
Przekroje=0000FFFF
Wykresy=00FF00FF
Prety wygaszone=00808080
Przekroje - Stal=00C0C0C0
Przekroje - Beton=00FFFFFF
Przekroje - Drewno=0000FFFF
[Marginesy]
Lewy=1,00
Prawy=1,00
Gorny=1,00
Dolny=1,00
[Polskie znaki]
Zamiana=0
[Edytor]
Nazwa=Microsoft Word
Okno=OpusApp
Command=108
Przycisk=D&o Worda
```

STOSOWANY UKŁAD JEDNOSTEK

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

- *długość*
przemieszczenia
ugięcie [m]
- *kąt* [stopnie]
- *siła skupiona* [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 wprowadzania lub korekty, możliwe jest deklarowanie jednostki w jakiej te wymiary są wprowadzane.

OPIS ELEMENTÓW MODELU KONSTRUKCJI PRĘTOWEJ

Modelowanie rzeczywistej konstrukcja prętowej podlega ogólnym zasadom, których znajomość jest niezbędna dla poprawnego formułowania zadania analizy statyczno-wytrzymałościowej tej konstrukcji. Elementami modelu konstrukcji prętowej są:

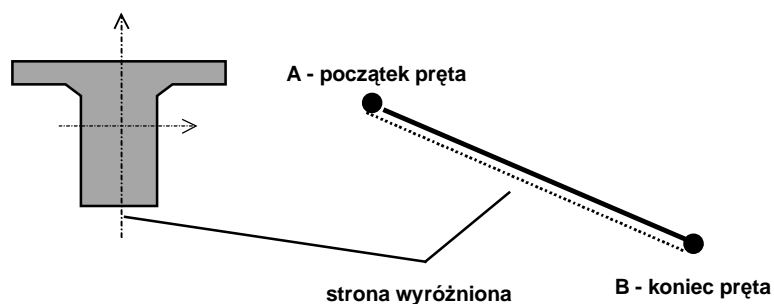
- pręt
- węzeł
- podpora
- obciążenie

Pręt jest to prostoliniowy, pryzmatyczny lub o liniowo zmiennych (wzdłuż jego osi) wymiarach poprzecznych, element konstrukcyjny posiadający następujące cechy:

- schemat statyczny
- przekrój poprzeczny
- położenie w konstrukcji
- orientacja

Schemat statyczny pręta odzwierciedla sposób powiązania pręta z innymi prętami modelu konstrukcji, a mianowicie:

Typ	A:	B:	Połączenie
00	●	●	sztywno-sztywne
01	●	○	sztywno-przegubowe
10	○	●	przegubowo-sztywne
11	○	○	przegubowo-przegubowe
22	○	○	ciągno (lina)



Przekrój poprzeczny pręta jest pojedynczym kształtownikiem lub złożonym zestawem pojedynczych kształtowników i dowolnie skonfigurowanych względem siebie. Poszczególne kształtowniki przekroju mogą mieć przypisane różne materiały, co oznacza, że możliwe jest przypisywanie prętom tzw. przekrojów zespolonych. Zakłada się jednak, że wszystkie

kształtowniki przekrojów złożonych są powiązane konstrukcyjnie w taki sposób, który zapewnia płaskość przekroju po deformacji pręta.

Położenie w konstrukcji określane jest poprzez kojarzenie początku i końca pręta z *węzłami* modelu konstrukcji. Program nie posiada odrębnego trybu deklarowania węzłów modelu konstrukcji, gdyż są one automatycznie generowane w trakcie kreowania struktury prętowej.

Orientacja pręta jest pojęciem wynikającym z konieczności odróżnienia stron pręta względem jego osi. Określenie orientacji pręta polega na wskazaniu który węzeł pręta jest początkowym (**A**), a który końcowym (**B**). Za *wyróżnioną stronę* pręta uważa się jego włókna skrajne, które leżą po prawej stronie pręta - patrząc z początku pręta (**A**) w kierunku końca pręta (**B**). Jest to podyktowane względami:





- jednoznacznego przypisania przekroju do pręta, co jest istotne w przypadku przekrojów niesymetrycznych oraz przekrojów o zmiennych wzdłuż osi wymiarach. Dla zachowania jednoznaczności przyjęto, że spód przekroju jest skojarzony z *wyróżnioną stroną* pręta
- właściwego zadania wartości temperatury po obu stronach pręta, a mianowicie: dolna wartość temperatury T_d jest skojarzona z *wyróżnioną stroną* pręta.

Węzeł jest to punkt teoretyczny modelu konstrukcji prętowej określający:

- połączenie dwóch lub więcej prętów,
- swobodny koniec pręta (np. wspornika),
- punkt podparcia (niezależnie od typu podpory),
- punkt skokowej zmiany przekroju poprzecznego pręta,
- punkt skokowej zmiany w rozkładzie temperatury wzdłuż osi pręta,

Położenie poszczególnych prętów określane jest w prawoskrętnym, kartezjańskim układzie współrzędnych leżącym w płaszczyźnie modelu konstrukcji.

Podpora jest to element modelu konstrukcji prętowej odzwierciedlający sposób zapewnienia jej geometrycznej niezmienności. Podpory kojarzone są tylko z węzłami i mogą być następującego typu:

Typ:	Symbol:
przegubowo-nieprzesuwna	
przegubowo-przesuwna	
szttywne utwierdzenie	
utwierdzenie przesuwne	

Niezależnie od typu podpory możliwe jest zadawanie wymuszeń kinematycznych (osiadań) oraz nadawania cech sprężystych w kierunkach ograniczeń realizowanych przez te podpory.

Obciążenie jest to element modelu konstrukcji prętowej odzwierciedlający sposób działania obciążeń na konstrukcję. Możliwe jest modelowanie rodzajów obciążenia pokazanych na rysunku:

Wszystkie obciążenia traktowane są jako przesłowe czyli przypisywane do prętów. Położenie obciążenia jest dowolne zarówno co do miejsca jak i kierunku działania względem osi pręta.

Rodzaj:

siła skupiona

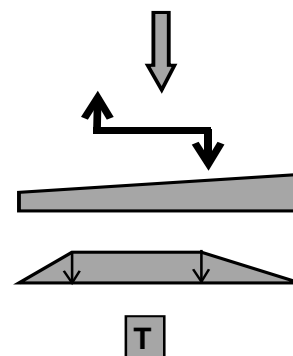
moment skupiony

ciągłe - rozłożone liniowo

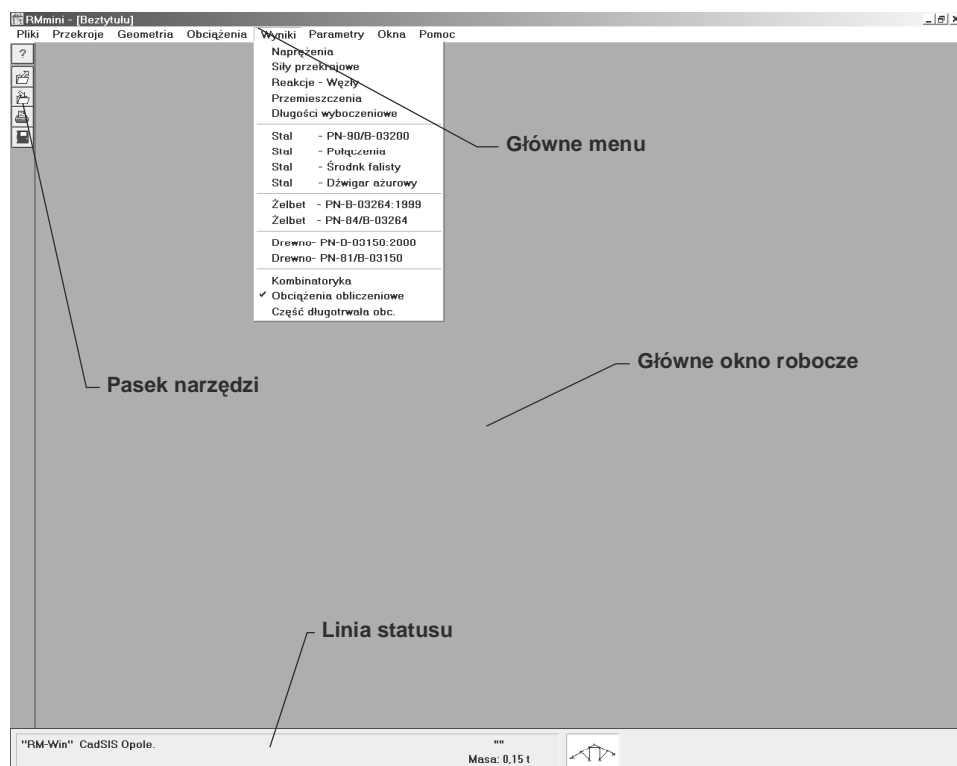
ciągłe - rozłożone trapezowo

temperatura

Symbol:



ELEMENTY STEROWANIA PROGRAMEM



Główne okno aplikacji RM-MINI

Ogólne zasady sterowania programem i używania jego opcji są oparte na konwencji typowej dla wszystkich aplikacji systemu Windows. A więc użytkownik, który korzysta z aplikacji dla Windows, może - po zainstalowaniu aplikacji RM-MINI - bezpośrednio przystąpić do pracy z programem. W tym celu należy załadować program do pamięci komputera, co polega na podwójnym kliknięciu klawiszem myszy na ikonie RM-MINI. Po załadowaniu programu na ekranie monitora pojawi się główne okno aplikacji. Do komunikowania się z programem służą następujące elementy sterowania:

- menu główne
- okna robocze opcji
- pasek narzędzi
- okno statusu opcji
- okna dialogowe

Menu główne:

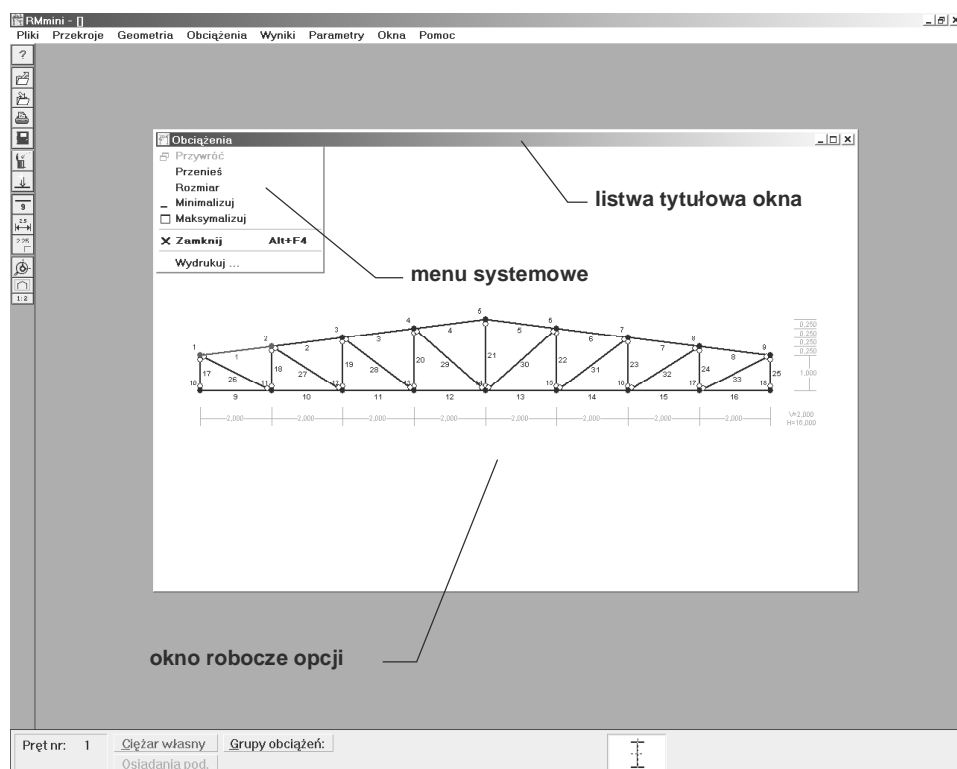
Jest to menu rozwijalne, które zapewnia dostęp do poszczególnych podopcji aplikacji. Struktura menu odzwierciedla metodykę postępowania związaną

z analizą statyczną konstrukcji. W poszczególnych opcjach głównych zgrupowane są opcje, które są merytorycznie powiązane z opcjami głównymi:

Pliki	Przekroje	Geometria	Obciążenia	Wyniki	Parametry	Okna	Pomoc
Nowy		Schemat	Definiowanie	Naprężenia	Parametry aplikacji	Zoom	Spis treści
Otwórz ...		Pręty	Lista obciążeń	Siły przekrojowe	Kolory	Zoom 1:2	Pomoc kontekstowa
Zapisz		Węzły	Zestawienie obciążeń	Reakcje-węzły		Auto-zoom	O „RM-MINI”...
Zapisz jako ...			Grupy obciążeń	Przemieszczenia		Ułóż obok	
Metryka ...			Relacje grup obc.	Długości wyboczeniowe		Kaskada	
Usuń ...			Kombinacje grup obc.	Stal - PN-90/B-03200		Zamknij wszystkie	
Kopiuj ...				Stal - Połączenia		Uporządkuj ikony	
Usuń pliki >				Stal - Środek falisty			
Drukuj ...				Stal - Dźwigar ażurowy			
Strona wydruku ...				Żelbet - PN-B-03264:1999			
Drukarka ...				Drewno - PN-B-03150:2000			
Wyjście				Kombinatoryka			
Lista plików				Obciążenia obliczeniowe			
				Część długo-trwała obc.			

Struktura menu głównego aplikacji RM-MINI

Okna robocze opcji



Okno robocze opcji

Okna robocze opcji są tworzone automatycznie dla poszczególnych opcji związanych z kreowaniem elementów konstrukcji oraz prezentacji wyników analizy, a mianowicie:

- edycja przekrojów prętów
- specyfikacja prętów
- specyfikacja węzłów
- deklarowanie obciążeń
- prezentacja naprężeń
- prezentacja sił przekrojowych
- prezentacja reakcji
- prezentacja przemieszczeń i deformacji prętów
- prezentacja długości wyboczeniowych
- wymiarowanie prętów konstrukcji stalowych wg PN-90/B-03200
- wymiarowanie połączeń prętów w węzłach konstrukcji stalowych
- wymiarowanie dźwigarów ze środkiem falistym
- wymiarowanie dwuteowych dźwigarów ażurowych
- wymiarowanie prętów konstrukcji żelbetowych wg PN-B-03264:1999
- wymiarowanie prętów konstrukcji żelbetowych wg PN-84/B-03264

- wymiarowanie prętów konstrukcji drewnianych wg PN-B-03150:2000
- wymiarowanie prętów konstrukcji drewnianych wg PN-81/B-03150

Okna robocze dla wszystkich wymienionych wyżej trybów pracy programu są zarządzane za pomocą standardowego mechanizmu aplikacji wielodokumentowych (ang. MDI), co oznacza, że mają jednolity styl i są zaopatrzone w elementy kontrolne służące do zarządzania nimi, a mianowicie:

- **ramka okna**, która jest elementem kontrolnym zmiany wymiarów fizycznych okna,
- **obszar roboczy**, w którym wyświetlane są rysunki związane z opcją,
- **listwa tytułowa** zawierająca nazwę-identyfikator okna,
- **przycisk menu systemowego**, który służy do uaktywnienia menu systemowego,
- **systemowe przyciski** służące do: maksymalizacji, minimalizacji, przywracania i zamykania okna,
- **paski przewijania**, których użycie powoduje przesuwanie powiększonego rysunku (związanego z daną opcją) w obszarze okna roboczego.

Szczegóły na temat funkcji wymienionych elementów kontrolnych okna roboczego są zawarte w systemie pomocy systemu Windows i w podręczniku jego użytkowania.

Domyślnie nowo tworzone okno robocze opcji jest rozwijane na cały obszar głównego okna roboczego aplikacji RM-MINI ale jego wielkość i pozycja w oknie głównym może być w każdej chwili zmieniona. Do tego celu służą polecenia opcji **Okna**.

Jednocześnie może być otwarte kilka okien roboczych opcji, co pozwala na równoległą pracę w kilku trybach pracy z programem i kontrolowania skutków dokonywanych zmian w różnych aspektach.

Pasek narzędzi:

Jest usytuowany pionowo z lewej strony głównego okna aplikacji, składający się z ikon (piktogramów) symbolizujących często używane funkcje w danej opcji.

Każda ikona paska narzędzi stanowi przycisk, którego kliknięcie powoduje natychmiastowe wykonanie przypisanej mu operacji, a mianowicie:



- wywołanie kontekstowego systemu pomocy dla aplikacji RM-MINI,



- czytanie zadania z dyskowego katalogu zadań,



- zapis zadania do bieżącego, dyskowego katalogu zadań,



- zamknięcie aplikacji RM-MINI - wyjście z programu,



- wywołanie opcji wydruku,

-  - automatyczne centrowanie rysunku wyświetlanego w oknie roboczym opcji,
-  - automatyczne dwukrotne zmniejszenie rysunku wyświetlanego w oknie roboczym opcji,
-  - wywołanie trybu dowolnego powiększania rysunku wyświetlanego w oknie roboczym opcji,
-  - usuwanie elementów konstrukcji - niedostępna w wersji RM-MINI,
-  - automatyczne wyszukiwanie wartości ekstremalnych wyników obliczeń,
-  - wygaszanie lub wyświetlanie symboli obciążeń na rysunku schematu konstrukcji,
-  - wygaszanie lub wyświetlanie numerów prętów i węzłów na schemacie konstrukcji,
-  - wygaszanie lub wyświetlanie linii wymiarowych na rysunku schematu konstrukcji,
-  - wygaszanie lub wyświetlanie wartości liczbowych rzędnych wykresów,
-  - wywołanie trybu sekwencyjnej zmiany numeracji prętów lub węzłów,
-  - wywołanie trybu przypisywania przekrojów do prętów poprzez stemplowanie,
-  - wyświetlanie liczbowej charakterystyki geometrycznej przekroju w oknie edycji przekroju,
-  - wywołanie opcji dzielenia pręta (tworzenia nowego węzła) - niedostępna w wersji RM-MINI,
-  - obracanie kształtownika w przekroju,
-  - obracanie całej konstrukcji prętowej - w opcji **Właściwości węzłów** lub całego przekroju - przy jego edycji - niedostępna w wersji RM-MINI,
-  - pobranie nowego kształtownika przy edycji przekroju - niedostępna w wersji RM-MINI,
-  - dodanie nowego obciążenia do pręta,
-  - wyświetlanie diagramu stopnia wykorzystania nośności prętów, co jest dostępne z poziomu okien roboczych opcji **Wyniki / Naprężenia**, **Wyniki / Stal-PN-90/B-03200**, **Wyniki / Drewno-PN-81/B-03150** oraz **Wyniki / Drewno-PN-B-03150:2000**,



- automatyczna symetryzacja schematu ustroju polegająca na dołączeniu zwierciadlanego odbicia aktualnej części schematu w opcji **Geometria**
- **Węzły** - niedostępna w wersji RM-MINI,



- umieszczanie w schowku systemu Windows struktur danych związanych z wymiarowaniem aktywnego pręta w opcjach wymiarowania - z myślą kopiowania tych danych do danych innego pręta.



- kopiowanie ze schowka - uprzednio w nim umieszczonej - struktury danych - związanej z wymiarowaniem pręta w opcjach wymiarowania - do danych wymiarowania aktywnego pręta, czyli - po prostu - powielanie danych wymiarowania na pręty o podobnych warunkach i parametrach wymiarowania.

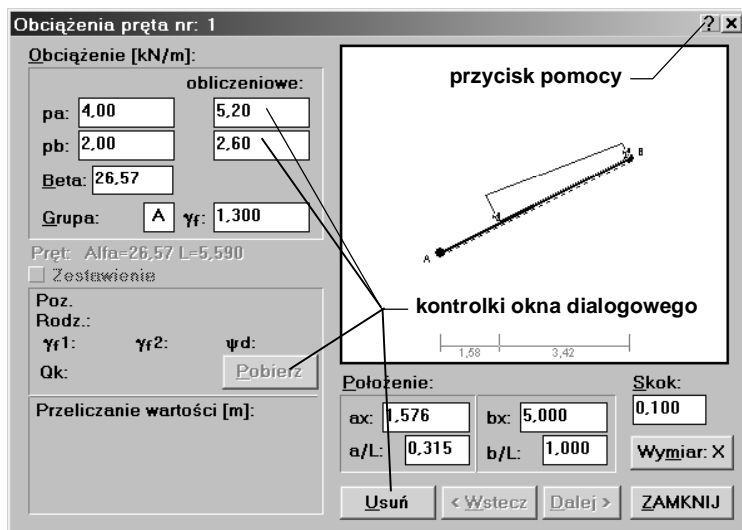
Każde okno robocze opcji jest wyposażone w indywidualny pasek narzędzi, w skład którego wchodzi tylko te przyciski, którym odpowiadają dostępne w danym momencie funkcje.

Okno statusu:

Jest usytuowane w dolnej części głównego okna aplikacji RM-MINI i jest ściśle związane z aktywnym oknem roboczym.

Okno statusu służy do wyświetlania najistotniejszych informacji mających związek z aktywnym oknem roboczym danej opcji. Informacje te są merytorycznie pogrupowane w prostokątnych polach wypełnionych kolorem szarym. Niektóre z tych pól pełnią rolę przycisków, co można rozpoznać po ich cieniowanych krawędziach. Oznacza to, że kliknięcie myszką na tym polu lub użycie kombinacji klawiszy **[Ctrl]+<podkreślona litera nazwy elementu pola>** spowoduje pojawienie się okna dialogowego, którego elementy kontrolne mają związek z informacjami wyświetlanymi w polu okna statusu pełniącym rolę przycisku.

Okna dialogowe:



Okna dialogowe

Są to okna specjalnego typu przeznaczone do wyświetlania i modyfikowania fragmentarycznych informacji związanych z zadaniem.

Okno dialogowe jest wyświetlane doraźnie, tzn. na czas wykonania operacji na jego elementach kontrolnych i wszelkie polecenia pochodzące z klawiatury lub od myszy dotyczą tylko tego okna. W celu zamknięcia okna dialogowego należy użyć elementu kontrolnego zamknięcia (najczęściej są to przyciski **OK**, **Anuluj**, **Zamknij**).


Oprócz elementów kontrolnych, takich jak:

- pola liczbowe,
- przełączniki,
- listy,
- przyciski,

właściwych dla danego dialogu, każde okno dialogowe jest wyposażone jest w:

- **listwę tytułową**, w której wyświetlana jest nazwa okna dialogowego.

Uwaga: Otwarcia menu systemowego dokonuje się przez kliknięcie prawym przyciskiem myszy na listwie lub przy użyciu kombinacji klawiszy [Alt]+[Space].

- **przycisk pomocy kontekstowej**  do wywołania kontekstu systemu pomocy dla aplikacji RM-MINI, którego użycie powoduje wyświetlenie tematu pomocy bezpośrednio związanego z oknem dialogowym.

OPIS OPCJI PROGRAMU

Pliki

Nowy

Rozpoczęcie pracy nad nowym zadaniem. Domyślnie program po załadowaniu gotowy jest do rozpoczęcia pracy nad nowym zadaniem. 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.

Po wybraniu tej podopcji pojawi się dodatkowe menu zawierające listę generatorów różnych (typowych) struktur prętowych, a mianowicie:



Łuk 1
Łuk 2
Rama
Kratownica
Inne...

Pierwsze cztery pozycje tego menu służą do automatycznego generowania tzw. regularnych struktur prętowych (łuki, ramy prostokątne, kratownice), natomiast ostatnia pozycja menu "Inne..." pozwala na generowanie schematu statycznego na podstawie tzw. szablonów, tj. predefiniowanych i sparametryzowanych struktur prętowych, które najczęściej występują w praktyce projektowej (wiązary dachowe, nieregularne ramy, belki ciągłe itp.). Szablony są zakodowane w plikach dyskowych instalowanych w podkatalogu SZABLONY. System szablonów jest otwarty, tzn. może być - na życzenie użytkownika - dowolnie wzbogacany o nowe jego składniki.

W zależności od wybranej pozycji menu - zostanie przywołane odpowiednie okno dialogowe generatora struktury prętowej.

Otwórz ...

Załadowanie zadania z dyskowego katalogu zadań. W trakcie pracy z programem, w dowolnym momencie, można pobrać z katalogu zadań 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.

Zapisz	Zapis danych aktualnego zadania do dyskowego katalogu zadań. Każde zadanie zapisywane jest w postaci dwóch plików dyskowych o tych samych nazwach lecz różnych rozszerzeniach, a mianowicie: <i>nazwa.rmm</i> i <i>nazwa.rms</i> . Zapis zadania dokonywany jest pod aktualną jego nazwą i w bieżącym katalogu dyskowym.
Zapisz jako ...	Tak jak dla opcji Zapisz lecz z możliwością zmiany nazwy zadania lub katalogu dyskowego.
Metryka ...	Wypełnianie tzw. metryki pliku zadania zawierającej podstawowe informacje o zadaniu, które ułatwiają jego identyfikację przy przeglądaniu katalogu zadań.
Usuń ...	Usuwanie zadań archiwalnych z katalogu dyskowego. Przydatna w przypadku konieczności zwolnienia pamięci zewnętrznej (dysk sztywny, dyskietki).
Kopiuj ...	Kopiowanie zadań z jednego katalogu do drugiego. Przydatna w przypadku potrzeby wykonania archiwalnej kopii zapasowej na dyskietce.
Usuń pliki	Usuwanie plików roboczych zadania tworzonych przez procedurę automatycznego tworzenia kombinacji grup obciążeń lub usunięcie pliku zadania zawierającego dane związane z wymiarowaniem (<i>*.rmm</i>). Zalecana w przypadku "zawieszenia" programu lub systemu - bez możliwości zapisu dokonanych zmian. W takich przypadkach może zachodzić niezgodność pomiędzy poszczególnymi plikami zadania.
Drukuj ...	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.
Strona wydruku	Ustawienie parametrów typograficznych strony wydruku dokumentu.
Drukarka ...	Wybór drukarki oraz ustawienie jej parametrów systemowych.
Wyjście	Zakończenie pracy z programem (zamknięcie aplikacji).
Lista zadań	Lista nazw plików ostatnio używanych zadań.

Przekroje

Przygotowanie listy przekrojów zadania, które w opcji **Geometria / Pręty** przypisywane są prętom konstrukcji. Umożliwia edycję przekrojów jednokształtownikowych. Kształtowniki mogą być pobierane z gotowych katalogów

normowych (walcowane, gięte i spawane) lub definiowane przez użytkownika. Do listy przekrojów zadania mogą być dołączane przekroje z listy innego zadania.

Geometria

Schemat	Kreowanie struktury prętowej konstrukcji czyli geometrii jej schematu statycznego odbywa się za pomocą tzw. generatorów różnych typowych struktur prętowych. Podopcja Schemat pozwala na modyfikowanie wcześniej wygenerowanego schematu zadania za pomocą opcji Pliki / Nowy... , co polega na przywołaniu zastosowanego wcześniej generatora dla wykreowanej struktury i ewentualnej zmiany parametrów generacji geometrii schematu statycznego zadania.
Pręty	Określanie typologii prętów poprzez przypisywanie przekrojów do prętów, zmianę schematu prętów.
Węzły	Deklarowanie lub usuwanie podpór wraz z ich charakterystyką.

Obciążenia

Definiowanie	Kreowanie obciążeń konstrukcji. Obciążenia mogą mieć postać: siły skupionej, momentu skupionego, rozłożoną liniowo, rozłożoną trapezowo, temperatury i są przypisywane do prętów oraz do grupy stanowiącej merytorycznie wydzielony schemat obciążeń. Każde obciążenie może być dowolnie zorientowane względem pręta, zarówno co do kierunku jak i położenia na przecie. Operacja grupowego kreowania obciążeń pozwala na szybkie utworzenie obciążeń tego samego typu.
Lista obciążeń	Wyświetlanie obciążeń w formie listy z możliwościami ich modyfikacji, powielania, usuwania.
Grupy obciążeń	Deklarowanie normowego charakteru poszczególnych grup obciążeń to znaczy: określenie rodzaju obciążenia (<i>stałe, zmienne, wyjątkowe</i>); określenie jego znaczenia ze względu na kombinację obciążeń; zadawanie odpowiednich wartości częściowych współczynników bezpieczeństwa; zadawanie współczynników określających długotrwałą część obciążeń zmiennych. Oprócz tego możliwe jest nadawanie nazw poszczególnym grupom obciążeń.
Relacje grup obciążeń	Określanie tabeli relacji logicznych pomiędzy grupami obciążeń. Polega to na deklarowaniu kontekstu dla automatycznego i półautomatycznego tworzenia kombinacji grup obciążeń przy

wyznaczaniu obwiedni, co pozwala na automatyczne wykluczenie z obliczeń kombinacji nierealistycznych merytorycznie (np. jednoczesne parcie wiatru z lewej i prawej strony)

Kombinacje grup obciążeń

Deklarowanie tzw. klas kombinacji. Umożliwia deklarowanie warunków półautomatycznego tworzenia kombinacji obciążeń. Pozwala to na uzyskanie obwiedni w przypadku większej liczby grup obciążeń, przy której realne wykonanie przez program pełnej (automatycznej) kombinatoryki nie jest możliwe.

Wyniki

Naprężenia

Wyznaczanie rozkładów naprężeń względnych wzdłuż skrajnych włókien prętów oraz rzeczywistych w płaszczyźnie dowolnego przekroju pręta. Rozkłady naprężeń - wyświetlane w odrębnym oknie aplikacji - mają postać wyskalowanych wykresów i mogą być selekcjonowane względem rodzaju materiałów. Funkcja wyszukiwania naprężeń ekstremalnych pozwala na określenie miejsca i wartości tych naprężeń. Kontekst wyszukiwania może być określany przez użytkownika.

Siły przekrojowe

Wyznaczanie rozkładów sił przekrojowych (momenty zginające, siły poprzeczne, siły osiowe). Rozkłady sił przekrojowych - wyświetlane w odrębnym oknie aplikacji - mają postać wyskalowanych wykresów i mogą być przełączane względem ich rodzaju. Funkcja wyszukiwania sił ekstremalnych pozwala na określenie miejsca i wartości tych sił. Wyszukiwanie może dotyczyć wyspecyfikowanej grupy prętów.

Reakcje-Węzły

Wyznaczanie i prezentacja reakcji podpór, przemieszczeń węzłów oraz weryfikacja warunków równowagi węzłów. W odrębnym oknie aplikacji wyświetlany jest schemat konstrukcji wraz z symbolami i wartościami reakcji podpór.

Przemieszczenia

Wyznaczanie i prezentacja deformacji konstrukcji. W odrębnym oknie aplikacji wyświetlany jest schemat konstrukcji oraz wyskalowany wykres przemieszczeń w postaci przesunięć ugięć poszczególnych prętów. Funkcja wyszukiwania pozwala na wyszukanie pręta o największej wartości miary deformacji wyrażonego jako iloraz długości pręta do efektywnej strzałki ugięcia.

Długości

wyboczeniowe

Wyznaczanie długości wyboczeniowych dla poszczególnych prętów i prezentacja form ich wyboczenia. Wielkości te są wyznaczane metodą opisaną w dalszej części niniejszej instrukcji.

Generalnie metoda ta polega na analizie zagadnienia Eulera pręta zastępczego, w którym oddziaływania sąsiednich prętów (połączonych z analizowanym prętem) zastąpiono działaniem mechanicznie ekwiwalentnych sprężyn.

Stal - PN-90/B-03200

Wymiarowanie prętów konstrukcji wg norm określających zasady obliczeń i wymiarowania dla konstrukcji stalowych. Działanie tej opcji polega na ustanawianiu konwersacji z opcjonalnym modulem RM-STAL.

Stal - Połączenia

Wymiarowanie połączeń prętów wg norm określających zasady obliczeń i wymiarowania dla konstrukcji stalowych. Działanie tej opcji polega na ustanawianiu konwersacji z opcjonalnym modulem RM-SPOL.

Stal - Środek falisty

Wymiarowanie prętów o przekroju zadeklarowanym jako blachownica ze środkiem falistym. Działanie tej opcji polega na ustanawianiu konwersacji z opcjonalnym modulem RM-SIN.

Stal - Dźwigar ażurowy

Wymiarowanie prętów o przekroju zadeklarowanym jako dwuteownik ażurowy. Działanie tej opcji polega na ustanawianiu konwersacji z opcjonalnym modulem RM-AZUR.

Żelbet - PN-B-03264:1999

Wymiarowanie prętów konstrukcji wg normy **PN-B-03264: 1999** określającej zasady obliczeń i wymiarowania dla konstrukcji betonowych i żelbetowych. Działanie tej opcji polega na ustanawianiu konwersacji z opcjonalnym modulem RM-ZELB.

Drewno - PN-B-03150:2000

Wymiarowanie prętów konstrukcji wg normy **PN-B-03150: 2000** określającej zasady obliczeń i wymiarowania dla konstrukcji drewnianych. Działanie tej opcji polega na ustanawianiu konwersacji z opcjonalnym modulem RM-DREW.

Kombinatoryka Klauzula wykonania obliczeń dla zadeklarowanych kombinacji obciążeń. Jej włączenie powoduje wykonanie obliczeń dla obwiedni.

Obciążenia obliczeniowe

Klauzula wykonania obliczeń dla obliczeniowych wartości obciążeń. Jej wyłączenie powoduje wyznaczanie wielkości przekrojowych dla charakterystycznych wartości obciążeń, tzn. z pominięciem wszystkich współczynników nałożonych na obciążenia.

Część długotrwała obc.

Klauzula wykonania obliczeń dla obciążeń długotrwałych. Jej wyłączenie powoduje uwzględnianie w obliczeniach statycznych obciążeń stałych oraz obciążeń zmiennych pomnożonych przez współczynnik części długotrwałej obciążeń. Obciążenia wyjątkowe są pomijane.

Parametry**Parametry aplikacji**

Określanie parametrów domyślnych aplikacji RM-MINI. Mają one charakter globalny, a od ich ustalenia zależy działanie niektórych opcji i funkcji programu.

Kolory

Określanie kolorów dla niektórych elementów graficznych obrazu na ekranie monitora. Pozwala na dobór kolorów stosownie do możliwości sprzętu oraz do upodobań użytkownika.

Okna**Zoom**

Powiększanie skali wyświetlania schematu konstrukcji w oknach roboczych opcji. Pozwala na wybranie fragmentu rysunku, który ma być powiększony do rozmiarów okna roboczego. Wraz ze powiększeniem następuje proporcjonalne powiększenie poszczególnych elementów graficznych rysunku (grubość linii prętów, węzły, numeracja).

Zoom 1:2

Dwukrotne automatyczne pomniejszanie skali wyświetlania schematu konstrukcji w oknach roboczych opcji.. Wraz ze pomniejszeniem następuje proporcjonalne zmniejszenie poszczególnych elementów graficznych rysunku (grubość linii prętów, węzły, numeracja).

Auto-Zoom

Automatyczne dostosowanie skali wyświetlania rysunków do rozmiarów fizycznych okna roboczego czyli tzw. centrowanie.

Ułóż obok

Automatyczne rozmieszczenie wszystkich otwartych okien poszczególnych opcji sąsiadująco, z wykorzystaniem całego okna głównego aplikacji RM-MINI. Przydatne, gdy zachodzi potrzeba wizualizacji obrazu konstrukcji dla porównania wyników obliczeń lub sprawdzenia poprawności danych wzajemnie powiązanych.

Kaskada

Automatyczne rozmieszczenie wszystkich otwartych okien poszczególnych opcji kaskadowo, z wykorzystaniem całego okna głównego aplikacji RM-MINI. Przydatne, gdy zachodzi potrzeba częstego przełączania pomiędzy poszczególnymi oknami.

Zamknij wszystkie	Automatyczne zamknięcie wszystkich otwartych okien roboczych opcji.
Uporządkuj ikony	Automatyczne uporządkowanie ikon wszystkich otwartych okien, które wcześniej zostały zwinięte do ikony.
Lista okien	Zawiera nazwy otwartych okien aplikacji RM-MINI, a jej wartość zmienia się w trakcie wywoływania różnych opcji programu. Służy do przełączania (uaktywniania) okien za pośrednictwem menu, co jest szczególnie przydatne w przypadku wzajemnego przysłaniania się okien.

Pomoc

Spis treści	Wywołanie systemu pomocy dla aplikacji RM-MINI i ukazanie spisu treści, co można osiągnąć również przez użycie kombinacji klawiszy [Shift]+[F1] .
Pomoc kontekstowa	<p>Wywołanie systemu pomocy dla aplikacji RM-MINI i ukazanie tematu bezpośrednio związanego z aktywną opcją aplikacji, co można osiągnąć również przez użycie klawisza [F1].</p> <p>Informacje systemu pomocy dla aplikacji RM-MINI 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 aplikacji RM-MINI. Warunkiem poprawnego działania systemu pomocy jest obecność pliku rm-win.hlp w katalogu aplikacji RM-MINI.</p>
O „RM”	Wyświetlenie okna informacyjnego o wersji programu, jego autorach oraz danych o użytkowniku.

POSTAWY TEORETYCZNE ALGORYTMÓW OBLICZENIOWYCH

Model obliczeniowy konstrukcji

Podstawą teoretyczną algorytmu obliczeń jest liniowa - zarówno pod względem geometrycznym jak i fizycznym - teoria pręta, a zastosowana w algorytmie metoda rozwiązania układów prętowych jest zmodyfikowaną metodą przemieszczeń, w realizacji której uwzględniono również odkształcalność osiową pręta.

Zastosowana parametryzacja elementów (prętów) modelu obliczeniowego układu prętowego została pomyślana w taki sposób, że model obliczeniowy całkowicie pokrywa się z - kreowanym przez użytkownika - modelem (schematem) geometrycznym ustroju, tzn. przy agregacji układu równań nie dokonuje się dodatkowego podziału prętów na elementy lub innych uproszczeń, a wyniki odnoszące się do prętów (siły przekrojowe, ugięcia) są wyznaczane w sposób algebraiczny.

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

Przekroje o pochylonych głównych osiach bezwładności

Program główny pakietu RM-MINI wyznacza siły przekrojowe i współczynniki podatności węzłów pręta, w płaszczyźnie układu. Dla przekrojów o pochylonych osiach głównych, zachodzi konieczność sprowadzenia wymienionych wielkości do kierunków określonych poprzez główne osie bezwładności przekroju.

Sposób przekształcania sił przekrojowych nie wymaga szerszego komentarza, gdyż odpowiada on zwykłej transformacji wektorów przy obrocie układu współrzędnych, wyrażonej następująco:

$$\begin{aligned}M_z &= -M_u \cos(\alpha) + M_p \sin(\alpha) \\M_y &= M_u \sin(\alpha) + M_p \cos(\alpha) \\Q_y &= Q_u \cos(\alpha) + Q_p \sin(\alpha) \\Q_z &= -Q_u \sin(\alpha) + Q_p \cos(\alpha)\end{aligned}$$

gdzie α jest kątem nachylenia osi przekroju, wielkości z indeksem „u” są wielkościami dotyczącymi zginania w płaszczyźnie układu, natomiast z indeksem „p” dotyczą zginania w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu.

Współczynniki podatności węzłów potrzebne do wyznaczenia długości wyboczeniowych pręta transformowane są według następującej reguły:

$$\begin{aligned}\kappa_x &= \kappa_u \cos^2(\alpha) + \kappa_p \sin^2(\alpha) \\ \kappa_y &= \kappa_u \sin^2(\alpha) + \kappa_p \cos^2(\alpha)\end{aligned}$$

gdzie:

κ_x, κ_y - współczynniki podatności węzła dla wyboczenia względem osi głównych przekroju,

κ_u , κ_p - współczynniki podatności węzła dla wyboczenia w płaszczyźnie układu i w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu.

Przy pomocy powyższej formuły przekształcane są poszczególne współczynniki podatności węzłów, tzn. κ_a , κ_b i κ_v . Dzięki tak przyjętej transformacji, dla osi nachylonych pod kątem 45° , następuje uśrednienie długości wyboczeniowych.

Kombinacje obciążeń

Przez *kombinację obciążeń* należy rozumieć zestaw grup obciążeń, które uwzględniane są w obliczeniach statycznych realizowanych przez program RM-MINI. Za *kombinację obciążeń* należy uznać zestaw aktywnych grup obciążeń wyświetlany w oknach statusów poszczególnych opcji oraz wszystkie zestawy tych grup uzyskiwane podczas automatycznego generowania kombinatoryki obciążeń.

Przy wyznaczaniu obwiedni wielkości statycznych, czyli przy wykonywaniu obliczeń z kombinatoryką obciążeń realizowana jest procedura automatycznego generowania kombinacji grup obciążeń. Sposób tworzenia tych kombinacji określany jest poprzez klasy kombinacji, które definiowane są w opcji **Obciążenia / Kombinacje grup obc.** W opcji tej można zdefiniować 9 klas kombinacji składających się z dwóch łańcuchów znakowych **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 wszystkie łańcuchy **Zawsze** inicjowana są jako puste, natomiast łańcuch **Ewentualnie** pierwszej klasy kombinacji zawiera wszystkie grupy obciążeń zdefiniowanych dla danego ustroju. W takiej sytuacji program generuje wszystkie możliwe kombinacje istniejących grup obciążeń.

Przykłady generowania kombinacji:

1. Zawsze: **A+B+C+D**
Ewentualnie:

Kombinacje:

1)		5)	D	9)	BC	13)	ABD
2)	A	6)	AB	10)	BD	14)	ACD
3)	B	7)	AC	11)	CD	15)	BCD
4)	C	8)	AD	12)	ABC	16)	ABCD

2. Zawsze: **A**
Ewentualnie: **B+C+D**

Kombinacje:

1)	A	5)	ABC
2)	AB	6)	ABD
3)	AC	7)	ACD
4)	AD	8)	ABCD

3. Zawsze:

Ewentualnie: **A+B+C/D/E**

Kombinacje:

1)	5) AB	9) D	13) E
2) A	6) AC	10) AD	14) AE
3) B	7) BC	11) BD	15) BE
4) C	8) ABC	12) ABD	16) ABE

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/BEwentualnie: **C/D+E**

Kombinacje:

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

Zanim dla wygenerowanej kombinacji obciążeń zostaną przeprowadzone obliczenia statyczne sprawdzana jest jej zgodność z relacjami grup obciążeń zawartymi w specjalnej tabeli (opcja **Obciążenia / Relacje grup obc.**). Relacje zawarte w tej tabeli pozwalają na eliminację niedopuszczalnych kombinacji, które nie mogą wstąpić ze względu na fizyczny charakter niektórych obciążeń. W tabeli relacji można określić następujące relacje między dwoma grupami obciążeń:

- **wykluczenie** jednoczesnego działania obciążeń (Np. *Wiatr z lewej* - *wiatr z prawej*; *Śnieg* - *temperatura latem*),
- **łączne** działanie obciążeń - obie grupy obciążeń muszą występować w danej kombinacji,
- **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).

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

- **Obciążenia nie występują** - wykluczenie obciążeń danej grupy z kombinatoryki obciążeń,
- **Obciążenia występują zawsze** (Np. obciążenia stale działające na ustrój nie będące ciężarem własnym).

Jeżeli dana kombinacja obciążeń nie spełnia relacji grup obciążeń, wówczas nie jest ona brana pod uwagę podczas wyznaczania obwiedni wielkości statycznych.

Przykłady relacji grup obciążeń:

- Ad 1.** a) Obciążenia **B** i **C** wykluczają się wzajemnie.
W obliczeniach nie uwzględniane są kombinacje, w których występują obie grupy, tzn. kombinacja nr: **9, 12, 15 i 16**.
- b) Obciążenia **C** i **D** występują łącznie.
W obliczeniach uwzględniane są tylko kombinacje, w których występują obie grupy, tzn. kombinacja nr: **11, 14, 15 i 16**.
- c) Obciążenia **D** występują pod warunkiem występowania obciążeń **A**.
Nie uwzględniane są w obliczeniach kombinacje, w których występuje grupa **D** i nie występuje grupa **A**, tzn. kombinacja nr: **5, 10 i 11**.
- Ad 4.** a) Obciążenia **A** występują zawsze.
W obliczeniach uwzględniane są tylko kombinacje, w których występuje grupa **A**, tzn. kombinacja o numerach od **1** do **6**.

Kombinacje dla obliczeniowych wartości obciążeń

Program RM-MINI wykonuje obliczenia statyczne dla obliczeniowych wartości obciążeń przy włączonej klauzuli **Wyniki / Obciążenia obliczeniowe**. Wartości te zależne są od częściowych współczynników bezpieczeństwa oraz od aktualnej kombinacji obciążeń zmiennych.

Ustalanie wartości obliczeniowych obciążeń realizowane przez program RM-MINI jest w pełni zgodne z normą PN-82/B-02000 i odbywa się na podstawie danych określonych w opcji **Obciążenia / Grupy obciążeń**.

Dla **kombinacji podstawowych** wg PN-82/B-02000 p.4.2.2. współczynniki redukcji jednoczesności obciążeń (Ψ_0) ustalane są na podstawie uszeregowania obciążeń zmiennych występujących w danej kombinacji według ich znaczenia. Temu celowi służy liczba **Znaczenie** definiowana w opcji **Obciążenia / Grupy obciążeń**. Liczba ta jest liczbą naturalną od 1 do 99 i służy jedynie określeniu kolejności obciążeń wg ich znaczenia od najmniejszej liczb 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 Ψ_0 . W szczególności gdy wszystkie grupy posiadają **Znaczenie** równe **1**, to współczynnik Ψ_0 dla wszystkich grupy obciążeń wynosi **1,0**.

Przykład:

Dla grup obciążeń z przykładu 2 przypisane zostały znaczenia w następujący sposób:

A - obc. stałe; **B** - 3; **C** - 1; **D** - 2

Wartości współczynnika Ψ_0 dla poszczególnych kombinacje:

- | | |
|--------------|----------------|
| 1) A | |
| 2) AB | B - 1,0 |
| 3) AC | C - 1,0 |

4) AD	D - 1,0		
5) ABC	B - 0,9	C - 1,0	
6) ABD	B - 0,9	D - 1,0	
7) ACD	C - 1,0	D - 0,9	
8) ABCD	B - 0,8	C - 1,0	D - 0,9

Dla **kombinacji wyjątkowej** wszystkim grupom obciążeń zmiennych nadawany jest współczynnik $\Psi_0 = 0,8$ niezależnie od ich znaczenia.

Obciążenia należące do określonej grupy obciążeń mogą mieć zdefiniowane jedną lub dwie wartości częściowego współczynnika bezpieczeństwa γ_f . Uwzględnianie alternatywnej wartości współczynnika γ_{f2} dla określonej grupy obciążeń odbywa się automatycznie podczas generowania kombinacji obciążeń, a sygnalizowane jest przez wyświetlanie symbolu tej grupy jako małej litery.

Włączenie klauzuli **Wyniki / Część długotrwałą obc.** 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 klauzuli **Wyniki / Obciążenia 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 w opcji **Obciążenia / Grupy obciążeń**.

Kombinacje obciążeń długotrwałych uzyskuje się przy włączonej klauzuli **Wyniki / Część długotrwałą obc..**

Długości wyboczeniowe

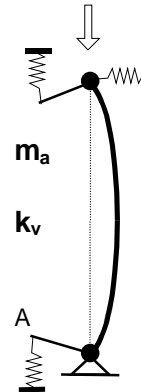
Uaktywnienie opcji **Wyniki / Długości wyboczeniowe** powoduje wyznaczenie długości wyboczeniowych dla wszystkich prętów ustroju. Przyjęty algorytm wyznaczania długości wyboczeniowych prętów ram oparty został na sugestiiach zawartych w opracowaniu: *Stanisław Weiss, Marian Giżejowski: Stateczność konstrukcji metalowych. Układy prętowe. Arkady Warszawa 1991.*

W celu wyznaczenia długości wyboczeniowej pręta ramy rozwiązywane jest zagadnienie wyboczenia pręta zastępczego podpartego i zamocowanego sprężyscie. Podatności sprężyn mocujących pręt wyznaczane są jako rzeczywiste podatności węzłów ustroju, z którymi połączony jest pręt (węzeł A i B na rysunku poniżej). Wyznaczane są podatności węzłów na obrót (C_a , C_b) oraz podatność na przesuw w kierunku prostopadłym do pręta (C_v) jako unormowane wielkości bezwymiarowe. Podatności węzłów przyjmują wartości z zakresu od **0** do **1**, przy czym zero odpowiada całkowitemu zamocowaniu pręta, a jedynce - brak zamocowania.

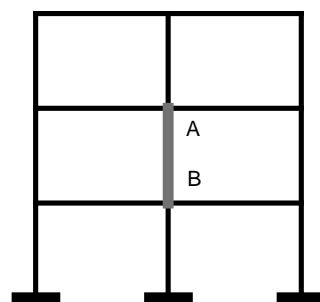
Podatności węzłów określone są następującymi relacjami:

$$C_a = \frac{m_a}{m_a + 4EJ/L}, \quad C_b = \frac{m_b}{m_b + 4EJ/L}, \quad C_v = \frac{k_v}{k_v + EJ/L},$$

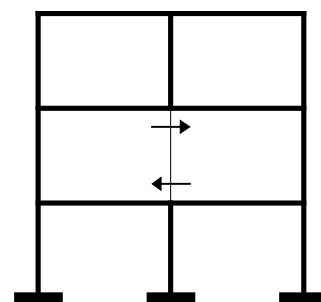
gdzie m_a , m_b , k_v - sztywności ustroju w węzłach A i B, natomiast EJ/L dotyczy analizowanego pręta.



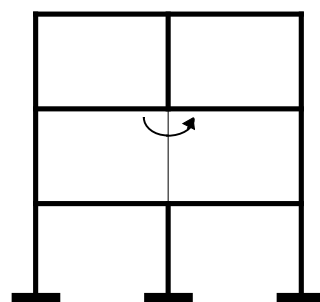
Model wyboczenia pręta



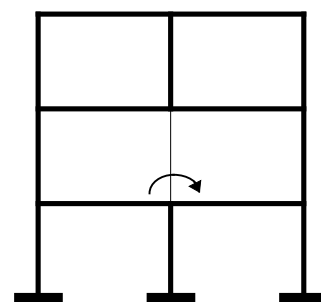
Schemat



k_v , C_v



m_a , C_a



m_b , C_b

Sposób wyznaczania podatności węzłów A i B.

Jeżeli w układzie występują pręty typu *ciągno*, wówczas wyznaczane są podatności węzłów w obu kierunkach i do dalszych obliczeń przyjmowane są większe

z nich. Podczas wyznaczania podatności węzłów eliminowany jest wpływ sztywności analizowanego pręta, a na węzły A i B nakładane są dodatkowe więzy kinematyczne.

Przy wyznaczaniu podatności węzłów układu uwzględniany jest efekt redukcji sztywności giętnej prętów ustroju zależny od stosunku siły osiowej występującej w pręcie do siły krytycznej dla tego pręta (N/N_{cr}). Realizowane jest to poprzez poprawianie macierzy sztywności ustroju o tzw. macierz geometryczną, która jest wykorzystywana przez program RM-MINI w obliczeniach wg teorii II-go rzędu. Uzyskiwane w ten sposób długości wyboczeniowe zależne są od rozkładu sił osiowych w prętach ustroju, a tym samym od aktualnego układu obciążeń. Oznacza to również, że dla obciążeń przewyższających obciążenie krytyczne ustroju może pojawić się brak sztywności węzłów utrzymujących pręt.

SPORZĄDZANIE WYDRUKÓW

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

Forma redakcyjna stron wydruku dokumentu jest w programie ustalona i zakłada, że:

- strona wydruku ma format znormalizowany A-4,
- na wszystkich stronach wydruku drukowany jest obowiązkowy nagłówek zawierający informacje dotyczące użytkownika oraz zadania, a także numerację stron,
- wszystkie strony wydruku mają jednakowe marginesy (lewy, prawy, górny, dolny) określone przez użytkownika,
- dla całego wydruku obowiązuje jednakowa czcionka (określana przez użytkownika), zarówno co do rodzaju jak i wielkości,
- każdy wydruk składa się z sekcji danych i sekcji wyników,
- wydruk kolejnych pozycji dokumentu rozpoczyna się od nowej strony,

Do określenia zawartości sporządzanego dokumentu zadania służy okno dialogowe **Wydruk**:

Parametry wydruku

Elementy kontrolne okna dialogowego wydruku są uporządkowane w następujących sekcjach:

1. **Nagłówek stron wydruku**, gdzie umieszczono elementy:

- *pole edycyjne* **Data** do określenia daty wydruku (pole może być puste),
- *pole edycyjne* **Projekt** do wpisania nazwy projektu obejmującego analizowane zadanie,
- *pole edycyjne* **Pozycja** do wpisania nazwy pozycji projektu, którą stanowi wydruk analizowanego zadania,
- *pole edycyjne* **Strona** do wpisania numeru pierwszej strony wydruku, co pozwala na dowiązanie do numeracji całej dokumentacji projektu,
- *pole edycyjne* **Arkusze** do wpisania numeru arkusza pierwszej strony wydruku, co może być wykorzystane do numerowania w obrębie drukowanego dokumentu.

2. **Ustrój**, gdzie zgrupowano elementy obejmujące dane o zadaniu:

- *włącznik* **Charakterystyka przekrojów**, którego włączenie spowoduje wydrukowanie pełnej charakterystyki geometryczno-wytrzymałościowej przekrojów prętów zadania,
- *przycisk* **Wszystkich** do wyselekcjonowania przekrojów, dla których ma być wydrukowana pełna charakterystyka geometryczno-wytrzymałościowa,
- *włącznik* **Współrzędne węzłów**, którego włączenie spowoduje wydrukowanie tabeli zawierającej współrzędne węzłów konstrukcji,
- *włącznik* **Podpory**, którego włączenie spowoduje wydrukowanie tabeli zawierającej informacje liczbowe odnośnie podpór,
- *włącznik* **Układ prętów**, którego włączenie spowoduje wydrukowanie tabeli zawierającej informacje odnośnie prętów,
- *włącznik* **Obciążenia**, którego włączenie spowoduje wydrukowanie tabeli zawierającej dane odnośnie obciążeń, które będą drukowane zbiorczo lub oddzielnie dla każdej grupy obciążeń, co zależy od stanu *przełącznika radiowego* **Razem**,
- *włącznik* **Lista przekrojów**, którego włączenie spowoduje wydrukowanie tabeli zawierającej skrócone dane odnośnie przekrojów prętów,
- *włącznik* **Imperfekcje**, którego włączenie spowoduje wydrukowanie tabeli zawierającej wartości zadeklarowanych imperfekcji geometrycznych prętów konstrukcji,
- *włącznik* **Wykaz materiałów**, którego włączenie spowoduje wydrukowanie zbiorczej listy materiałów, automatycznie generowanej na podstawie listy przekrojów oraz długości prętów konstrukcji,

3. **Wyniki**, gdzie zgrupowano elementy odnoszące się do wyników analizy numerycznej zadania:

- **włącznik Siły przekrojowe**, którego włączenie spowoduje wydrukowanie tabeli zawierającej wartości sił przekrojowych w poszczególnych prętach konstrukcji,
- **włącznik Naprężenia**, którego włączenie spowoduje uwzględnienie w wydruku tabeli zawierającej ekstremalnych wartości naprężeń w przekrojach prętów konstrukcji,
- **włącznik Reakcje podporowe**, którego włączenie spowoduje wydrukowanie tabeli zawierającej wartości reakcji podpór konstrukcji,
- **włącznik Przemieszczenia**, którego włączenie spowoduje wydrukowanie tabeli zawierającej wartości przemieszczeń węzłów konstrukcji,
- **włącznik Długości wybocz.**, którego włączenie spowoduje zamieszczenie w wydruku tabeli zawierającej wielkości związane z wyznaczanymi przez program długościami wyboczeniowymi,
- **włącznik Deformacje**, którego włączenie spowoduje wydrukowanie tabeli zawierającej wartości miary deformacji prętów konstrukcji,
- **włącznik Wyniki dla prętów...**, od stanu którego zależy czy wyniki będą drukowane zbiorczo, czy dzielnie dla poszczególnych prętów określonych w sekwencji za pomocą sąsiadującego przycisku **Wszystkich**. Oprócz tego możliwy jest wariant wydruku dla poszczególnych prętów w postaci szczegółowej - (dla wszystkich rzędnych wykresów) lub tylko dla wartości ekstremalnych. Decyduje o tym stan *przełącznika radiowego Wszystkie wartości*,
- **włącznik Stal**, którego włączenie spowoduje dołączenie do wydruku wyników wymiarowania prętów stalowych otrzymanych za pomocą zintegrowanego modułu RM-STAL. Szczegóły odnośnie formy i zawartości tej części wydruku są zawarte w instrukcji użytkowania modułu RM-STAL. Włączenie opcji wydruku związanej z omawianym przełącznikiem udostępni przycisk **Opcje...**, którego użycie spowoduje wyświetlenie okna dialogowego **Zakres wydruku wymiarowania stali wg PN-90/B-03200**, którego elementy kontrolne umożliwiają określić zakres wydruku w części dotyczącej wymiarowania prętów wg PN-90/B-03200.

*Uwagi: W przypadku wyłączenia włącznika **Wyniki z kombinatoryką obciążeń**, wyniki obliczeń statycznych będą odpowiadały aktualnej kombinacji grup obciążeń. W przeciwnym przypadku moduł RM-STAL będzie ustalał najniekorzystniejsze, ze względu na nośność poszczególnych prętów, kombinacje grup obciążeń na podstawie obwiedni sił przekrojowych oraz pozostałych statycznych wielkości ekstremalnych dla pręta wynikających z kombinatoryki obciążeń.*

*Włącznik **Obciążenia obliczeniowe** - w przypadku włączenia przełącznika **Stal** - zostaje automatycznie włączony i staje się niedostępny. Wynika to z faktu, że obliczenia związane z nośnością prętów stalowych są wykonywane zawsze dla obciążeń obliczeniowych, natomiast związane ze stanem granicznym użytkownika - zawsze dla obciążeń charakterystycznych.*

4. **Opcje**, gdzie zgrupowano elementy odnoszące się do globalnych parametrów wydruku:

- **włącznik Obciążenia oblicz.**, którego włączenie spowoduje, że wszystkie obliczenia będą wykonane dla obciążeń obliczeniowych (z uwzględnieniem współczynników γ), w przeciwnym razie - dla obciążeń charakterystycznych (bez uwzględnienia współczynników).
- **włącznik Część długotrwała obc.**, którego włączenie powoduje uwzględnianie we wszystkich obliczeniach współczynników części długotrwałej obciążeń zmiennych (ψ_0) oraz pomijanie obciążeń wyjątkowych.
- **włącznik Wyniki z kombinatoryką obciążeń**, którego włączenie spowoduje, że wszystkie wyniki analizy numerycznej zadania będą wydrukowane jako obwiednie,
- **włącznik Tekst**, którego włączenie umożliwi drukowanie części tekstowej wydruku. Domyślnie jest on włączony, a jego wyłączenie ma sens wówczas, gdy oczekiwany jest wydruk tylko rysunków.
- **włącznik Wartości na schem.**, którego włączenie spowoduje wypisanie wartości liczbowych rzędnych wykresów na schematach części graficznej wyników obliczeń. Włączanie tej opcji nie jest wskazane w przypadku małej skali rysunków schematu konstrukcji ponieważ, na skutek dużego zagęszczenia rzędnych wykresów, rysunki mogą być mało czytelne. Dla uzyskania należytej czytelności wartości rzędnych wykresów należy dobrać odpowiednią skalę rysunków oraz wielkość wyświetlanej czcionki określanej w podopcji **Parametry Aplikacji** opcji **Parametry**. Przed wykonaniem wydruku można dokonać jego przejrzania na ekranie monitora przy pomocy funkcji dialogu **Przeglądaj**, co pozwoli na odpowiedni dobór wspomnianych parametrów.
- **włącznik Grafika**, od stanu którego zależeć będzie włączenie do wydruku wyskalowanych rysunków konstrukcji i jej elementów. Ponieważ wydruki z włączoną grafiką są bardziej skomplikowane, a więc bardziej czasochłonne (zwłaszcza na drukarkach igłowych lub kolorowych). Dlatego w przypadku konieczności sporządzania częściowych wydruków roboczych wskazane jest wyłączenie grafiki z wydruku.
- **włącznik Węzły**, którego włączenie spowoduje, że na wszystkich schematach ustroju będą rysowane symbole węzłów w postaci kółek. Natomiast wyłączenie tego przełącznika sprawi, że symbole te nie będą rysowane, co może być wskazane dla poprawienia czytelności rysunków w sytuacji dużego zagęszczenia węzłów.
- **włącznik Linie wymiar.**, którego włączenie powoduje umieszczanie na ry-

sunkach schematów ustroju, linii wymiarowych wraz z odpowiednimi wymiarami.

Uwagi: Podczas drukowania rysunków ustroju uwzględniane są następujące parametry określone w programie:

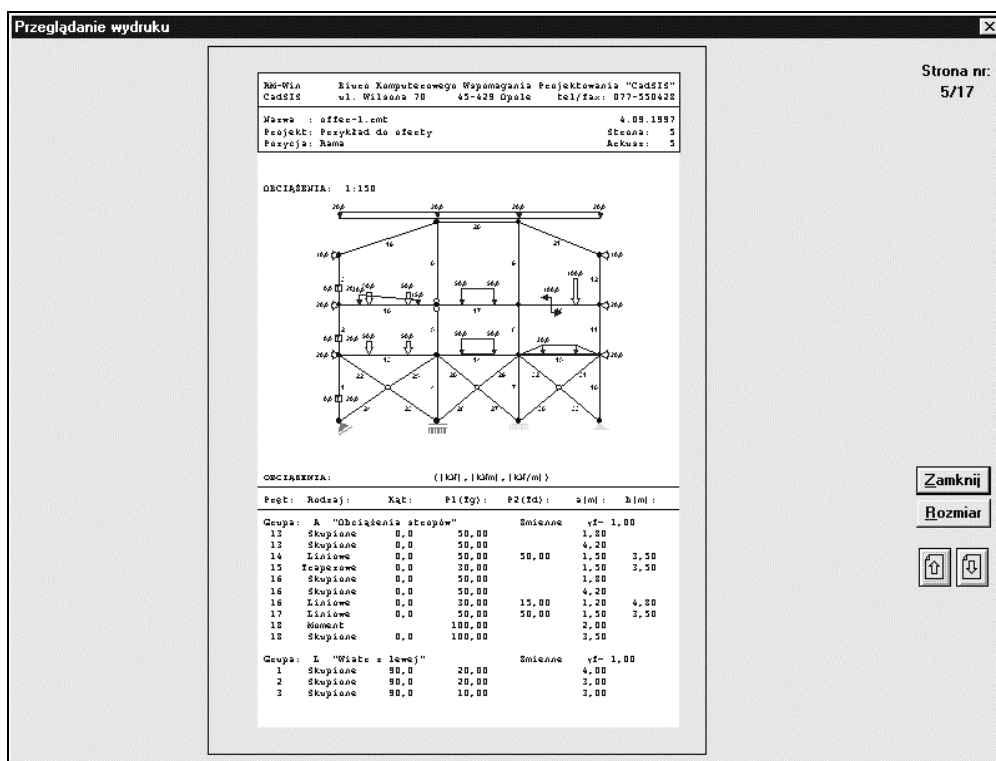
- ✓ **Wysokość numeracji – Parametry aplikacji,**
 - ✓ **Skala rysunku - Parametry aplikacji,**
 - ✓ **Skala wykresu – Parametry opcji:**
 - **Obciążenia / Definiowanie,**
 - **Wyniki / Naprężenia,**
 - **Wyniki / Siły Przekrojowe,**
 - **Wyniki / Reakcje-Węzły,**
 - **Wyniki / Przemieszczenia.**
- *pole edycyjne* **Skala** do wpisania skali metrycznej rysunków części graficznej wydruku. Deklarowanie skali rysunków polega na wpisaniu odpowiedniej wartości liczbowej mianownika skali. W przypadku, gdy dla zadanej skali rysunki nie będą mieścić się na szerokości roboczej strony wydruku, dokonany będzie automatycznie podział rysunku na sekcje poziome i pionowe, drukowane kolejno pasmami poziomymi. Dlatego należy unikać zbyt małej oraz zbyt dużej wartości mianownika skali, gdyż ma to do wpływ na estetykę wydruków.
- Parametr ten nie dotyczy rysunków odnoszących się do części wydruku związanej z charakterystyką przekrojów, dla których skala dobierana jest automatycznie tak, aby mieściły się one w całości na szerokości roboczej strony wydruku, a współczynnik skali miał jedną wartości znormalizowanych, tj. **1:1, 1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50 1:100**.
- Współczynnik skali dotyczy przede wszystkim geometrii schematów konstrukcji generowanych na wydrukach dokumentów, ale dotyczy on również rzędnych wszystkich wykresów, które na wydrukach są proporcjonalne do współczynnika skali geometrycznej schematu konstrukcji.
- Dla uzyskania na wydrukach pożądanej skali wykresów naprężeń, sił przekrojowych, przemieszczeń oraz symboli reakcji - można posłużyć się parametrem **Skala wykresu**, który jest dostępny w oknach dialogowych **Parametry opcji** dla każdej z wymienionych wielkości osobno, po uaktywnieniu okien wyników obliczeń opcji **Naprężenia, Siły przekrojowe, Przemieszczenia i Reakcje**. Dla wizualnej weryfikacji wartości tych współczynników można posłużyć się funkcją **Przeglądaj**, opisanej w następnym punkcie.

5. Grupa przycisków dialogu:

- **Drukuj** - polecenie wykonania wydruku na drukarce. Jeśli obliczenia nie zostały wcześniej wykonane, to przed wydrukiem zostaną one automatycznie wykonane, a następnie program automatycznie przystąpi do przygotowania wydruku.

Proces wydruku przebiega w dwóch etapach. Najpierw przygotowywane są poszczególne jego strony w celu odpowiedniego rozmieszczenia poszcze-

gólnych pozycji wydruku, a po zakończeniu pierwszego etapu pojawia się okno dialogu **Drukuj**, w którym można określić: zakres numerów stron, które mają być wydrukowane oraz liczba kopii. Po zaakceptowaniu dokonanych ustawień program przekazuje wydruk do menedżera wydruku systemu Windows.



Okno podglądu wydruku

- **Przeglądaj** - polecenie wyświetlenia wydruku na ekranie monitora, które umożliwia dokonanie podglądu wydruku przed jego wykonaniem na drukarce, co pozwala na dokonanie ewentualnych korekt parametrów wydruku. Jeśli obliczenia nie zostały wcześniej wykonane, to przed sporządzeniem wydruku zostaną one automatycznie wykonane.

Uwaga: Ze względu na znaczną różnicę rozdzielczości obrazu na ekranie monitora i drukarki, forma typograficzna strony wydruku na ekranie nie jest dokładnym odwzorowaniem wydruku na drukarce. Np. niewielkie wykroczenia tekstu poza marginesy w oknie strony wydruku nie oznaczają, że będzie to miało również miejsce na wydruku rzeczywistym.

Przeglądanie wydruku sprowadza się do:

- sekwencyjnego wyświetlania poszczególnych stron wydruku, któremu służą przyciski: ↑ i ↓, dialogu **Przeglądanie wydruku**, lub klawisze [PgDn], [PgUp], [End] i [Home],

- b) zmiany skali wyświetlania strony wydruku, polegającej na zwiększaniu lub zmniejszaniu wielkości okna wyświetlania strony wydruku.
- **Do schowka** - polecenie umieszczenia w schowku systemu Windows, wydruku graficzno-tekstowego. Użycie tego przycisku uruchamia procedurę przygotowania wydruku dokumentu w formacie RTF, (ang. Reach Text Format) i umieszczeniu go schowku systemu Windows. Dzięki temu możliwe jest wklejenie zawartości tego wydruku do dowolnego dokumentu edytora pracującego w systemie Windows i akceptującego format RTF (np. MS Word, WordPad, MS Works itp.). Forma tego wydruku jest podobna do formy wydruku bezpośredniego, a o jego zawartości decyduje stan przełączników okna dialogowego **Wydruk**. W przypadku złożonego zadania wykonanie procedury przygotowania wydruku 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.
 - **Czcionka** - polecenie wywołania standardowego dialogu umożliwiającego wybór rodzaju i wysokości typograficznej czcionki jaka ma być użyta do wydruku.
Standardowymi elementami kontrolnymi okna dialogowego **Czcionka** są:
Okno Czcionka - zawiera listę dostępnych w RM-WIN krojów czcionek, których liczba zależy od typu zainstalowanej w systemie Windows drukarki.
Okno Rozmiar - zawiera liczby określające typograficzną wysokość czcionki.
Okno Przykład - służące do ekranowej prezentacji wybranej czcionki. W przypadku czcionek drukarkowych przykładowy tekst wyświetlany jest czcionką systemu Windows, która najlepiej odwzorowuje czcionkę drukarkową. Dlatego, oraz ze względu na znaczną różnicę rozdzielczości obrazu i urządzenia drukującego, ich postać ekranowa może znacznie odbiegać od drukowanej.

oraz przyciski **OK** i **Anuluj**.

Niestandardowym elementem kontrolnym - tworzonym przez RM-WIN - jest rozwijalna lista **Zamiana polskich znaków**, która umożliwia określenie sposobu drukowania polskich znaków diakrytycznych części tekstowej wydruku dokumentu w sytuacji gdy:

- wybrano krój czcionki skalowanej, która nie zawiera polskich znaków diakrytycznych,
- wybrano czcionkę drukarkową, ale drukarka nie posiada zdolności sprzętowej generowania polskich znaków diakrytycznych zgodnie z tablicą kodową 1250 systemu Windows.

Możliwa jest wówczas do wyboru jedna z trzech opcji:

- Brak** - co oznacza, że program RM-WIN nie ma żadnego wpływu na drukowanie polskich znaków diakrytycznych, a ich drukowanie lub nie zależy wyłącznie od typu czcionki oraz zdolności sprzętowej samej drukarki, co szczególnie odnosi się do czcionek drukarkowych. Ta opcja jest zalecana w sytuacji, gdy dokonano wyboru czcionki skalowanej, uwzględniającej polskie znaki diakrytyczne lub wówczas, gdy dokonano wyboru czcionki drukarkowej, a drukarka jest sprzętowo zdolna wydrukować te znaki dla wybranej czcionki.
- Bez polskich znaków** - co oznacza, że niezależnie od wybranego rodzaju czcionki, w miejsce znaków strony kodowej odpowiadających polskiemu znakom, będą wstawiane litery będące pierwowzorem polskiego znaku diakrytycznego. Np. znak o numerze **9B**, odpowiadający standardowo znakowi podniesionej jedynek **ą**, zastąpiony zostanie znakiem **a**. Opcja ta jest zalecana w sytuacji, gdy tablica znaków związana z wybranym krojem czcionki nie zawiera polskich znaków diakrytycznych (co ma miejsce np. w przypadku skalowanej czcionki **Co-urrier New** lub czcionki drukarkowej, która sprzętowo nie zapewnia polskich znaków), a użytkownik chce skorzystać z czcionki, która tych znaków nie zawiera. Ostateczny efekt działania tej opcji jest taki, że część tekstowa wydruku będzie wykonana zgodnie z alfabetem angielskim.
- Składanie znaków** - Opcja ta - niezależnie od wybranej czcionki - pozwala na wydrukowanie polskiego znaku diakrytycznego, co polega na odpowiednim złożeniu zawsze dostępnych znaków. Np. litera **ą** jest składana ze znaku **a** oraz przecinka, litera **ł** - ze znaków **l** i / itd. Taki sposób drukowania polskich znaków nie zawsze będzie zadowalający pod względem estetycznym ale gwarantuje rozróżnienie polskich znaków. Jego przydatność zaznacza się w przypadku drukarek igłowych, których szybkość drukowania czcionek True Type jest zbyt mała. W takiej sytuacji zaleca się wybór czcionki drukarkowej oraz opcję składania polskich znaków. Jakość składania polskich znaków zależy od rozdzielczości drukarki (określanej w oknie dialogowym wywoływany przy pomocy przyci-

sku **Drukarka** okna dialogowego **Wydruk**). Podobna uwaga odnosi się do funkcji podglądu wydruku na ekranie monitora, gdzie o jakości wyświetlania polskich znaków diakrytycznych decyduje rozdzielczość obrazu, która zależy od wybranego w systemie Windows sterownika obsługującego kartę graficzną.

Lista możliwych do wybrania czcionek zależy od zasobów posiadanego systemu Windows oraz typu - podłączonej do systemu - drukarki.

Ponieważ wydruk - w części tekstowej - ma formę tabelaryczną, to program umożliwia wybór czcionek tylko nieproporcjonalnych., tzn. o jednokowej szerokości drukowanych znaków. W przypadku czcionek skalowanych typu TT (ang. True Type) istnieje możliwość wyboru ich wielkości. Z oczywistych względów zakres liczbowy wysokości typograficznej czcionki jest ograniczony.

Uwagi: Sterowniki niektórych - zainstalowanych w systemie Windows - drukarek pozwalają korzystać z czcionek drukarkowych, a więc takich, których matryce są zdefiniowane w drukarce. Wybranie tych czcionek w dialogu może znacznie przyspieszyć proces wydruku w jego części tekstowej, co ma szczególne znaczenie w przypadku drukarek igłowych. Wybór tego typu czcionek zalecany jest zwłaszcza dla wydruków roboczych.

*Kwestia polskich znaków diakrytycznych leży przede wszystkim w gestii systemu Windows. Dlatego przy dokonywaniu wyboru czcionki należy upewnić się czy wybrany rodzaj czcionki zawiera polskie znaki diakrytyczne. Standardowo polska wersja Windows 3.1 jest wyposażona w trzy rodzaje czcionek skalowanych typu TT (ang. True Type), które zawierają polskie znaki tj. **Courier CE** oraz **Arial CE** i **New Times Roman CE** ale lista dialogu wyboru czcionki w aplikacji RM-WIN będzie zawierać tylko **Courier CE** ponieważ jest ona nieproporcjonalna. Dotyczy to również czcionek drukarkowych, gdyż nie wszystkie drukarki są wyposażone w matryce znaków zawierające polskie znaki diakrytyczne. W takich przypadkach można skorzystać z opcji **Składanie znaków** opisanej wyżej.*

- **Drukarka** - polecenie wywołania dialogu wyboru drukarki, w którym można dokonać wyboru drukarki, na którą ma być kierowany wydruk oraz ustawień parametrów wybranej drukarki. Ta operacja jest standardowa dla większości aplikacji dla systemu Windows, a znaczenie parametrów ustawień jest szczegółowo opisane w podręcznikach użytkownika Windows.
- **Zaznacz** - polecenie powodujące włączenie wszystkich przełączników grup **Ustrój** i **Wyniki** dialogu.
- **Wyłącz** - polecenie powodujące wyłączenie wszystkich przełączników grup **Ustrój** i **Wyniki** dialogu.

Oprócz opisanej wyżej opcji wydruku dokumentu dla konkretnego zadania, stworzono również możliwość sporządzania wydruku całej zawartości dowolnego aktywnego **okna roboczego** lub **okna dialogowego** wyświetlanego na ekranie monitora.

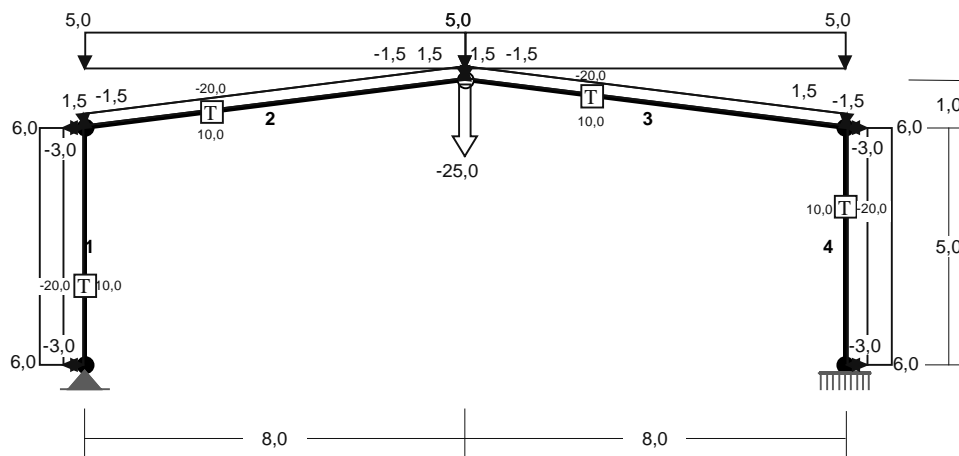
Każde z tych okien wyposażone jest w **przycisk menu systemowego** (patrz: **Okna robocze opcji** i **Okna dialogowe**) umieszczony na początku listwy tytułowej okna. Uaktywnienia menu systemowego dokonuje się poprzez kliknięcie lewego klawisza myszy na tym przycisku lub przez użycie kombinacji klawiszy **[Alt]+[Spacja]**, co spowoduje wyświetlenie listy standardowych opcji menu systemowego, do końca której dołączona zostanie dodatkowa opcja o nazwie **Wydrukuj....** Zadaniem tej właśnie opcji jest wykonanie kopii aktywnego okna na drukarce. Po jej uaktywnieniu na ekranie monitora pojawi się dodatkowe okno dialogowe „**Wydruk zawartości okna**” umożliwiające określenie parametrów wydruku (wymiarzy okna na wydruku oraz położenie jego lewego-górnego narożnika względem lewej i górnej krawędzi arkusza papieru), a po ich zaakceptowaniu wykonana zostanie procedura wydruku.

Wydruk, o którym tu mowa, jest kopią całego aktywnego okna, a więc będzie zawierał wszystkie elementy tego okna, widoczne na ekranie monitora. Pewnej modyfikacji ulegają jedynie kolory: kolor tła okna, który zamieniany jest na biały (niezależnie od tego jaki został przypisany w opcji **Kolory** aplikacji **Panel sterowania** systemu Windows) oraz kolor elementów kontrolnych (jasny szary), który jest zamieniany na biały. Ma to na celu oszczędzanie akcesoriów barwiących drukarek. Pozostałe kolory nie ulegają zmianie, co umożliwia wykonywanie wydruków kolorowych na drukarkach barwnych.

Wydruk będzie zawsze wykonywany na drukarce domyślnej, której wyboru można dokonać w opcji **Pliki-Drukarka....**

PRZYKŁAD „KROK PO KROKU”

W niniejszym rozdziale zamieszczono przykład „krok po kroku” użycia aplikacji RM-MINI do analizy statycznej i wytrzymałościowej ramy jednonawowej o schemacie statycznym i obciążeniu jak na rysunku 1.



Rys.1

Opis zadania

Schemat statyczny

Schemat statyczny ustroju stanowi geometrycznie symetryczna rama jednonawowa o rozpiętości 16 m i wysokości 6 m. Lewy słup rama jest oparty na podporze przegubowo-nieprzesuwnej, a prawy - sztywno zamocowany w fundamencie. Rygle są połączone ze słupami sztywno, natomiast między sobą - przegubowo.

Przekroje

Wszystkie przekroje prętów ramy są oparte na dwuteowniku zwykłym I 400, tzn.:

- przekrój nr 1 wywodzi się z dwuteownika I 400 przez obniżenie jego wysokości do 300 mm,
- przekrój nr 2 wywodzi się z dwuteownika I 400 przez podwyższenie jego wysokości do 500 mm,

Przekrojom przypisano materiał biblioteczny z rodziny *stal* i o nazwie 18G2.

Słupowi lewemu ramy przypisano dwa przekroje; dla dolnego końca - przekrój nr 1, natomiast dla górnego końca - przekrój nr 2, co oznacza że słup jest prętem o przekroju, którego wymiary (w tym przypadku wysokość) są zmienne liniowo wzdłuż jego osi.

Lewy rygiel ramy jest również prętem o przekroju zmiennym, co wynika z przypisania przekroju nr 2 do jego lewego (dolnego) końca i przekroju nr 1 - do prawego (górnego) końca.

Prawy rygiel jest odbiciem zwierciadlanym rygla lewego, a więc jest także prętem o przekroju zmiennym.

Prawemu słupowi przypisano przekrój nr 2, co oznacza, że jest on prętem o stałym przekroju.

Obciążenia

Obciążenie ramy stanowią następujące grupy:

1. Grupa **L** „Parcie wiatru z lewej” - obejmująca obciążenia stanowiące ekwiwalent parcia wiatru z lewej strony ramy. Wszystkie obciążenia tej grupy są rozłożone wzdłuż osi prętów i działają prostopadle, mianowicie:
 - słup lewy - 6,0 kN/m (parcie)
 - rygiel lewy - 1,5 kN/m (parcie),
 - rygiel prawy - 1,5 kN/m (ssanie),
 - słup prawy - 3,0 kN/m (ssanie).
2. Grupa **P** „Parcie wiatru z prawej” - obejmująca obciążenia stanowiące ekwiwalent parcia wiatru z prawej strony ramy. Wszystkie obciążenia tej grupy są rozłożone wzdłuż osi prętów i działają prostopadle, mianowicie:
 - słup lewy - 3,0 kN/m (ssanie)
 - rygiel lewy - 1,5 kN/m (ssanie),
 - rygiel prawy - 1,5 kN/m (parcie),
 - słup prawy - 6,0 kN/m (parcie).
3. Grupa **S** „Obciążenie śniegiem” - jest ekwiwalentem ciężaru śniegu pochodzącego z połaci przekrycia i jest rozłożony równomiernie na rzut rygli, a jego wartość wynosi 5,0 kN/m.
4. Grupa **U** „Obciążenie użytkowe” - stanowi siła skupiona o wartości 25,0 kN przyłożona w połączeniu rygli.
5. Grupa **T** „Działanie temperatury” - odpowiada oddziaływaniu różnicy temperatury względem temperatury stanu naturalnego (montażu), a konkretnie obniżeniu temperatury na zewnątrz konstrukcji ramy o 20 stopni i podwyższeniu wewnątrz konstrukcji ramy o 10 stopni.

Przykład ten ma na celu przybliżenie koncepcji i możliwości programu oraz wskazaniu sposobów postępowania w konkretnych sytuacjach. Niezależnie od charakteru zadania, ogólna strategia użycia programu polega na:

- ✓ wykreowania zadania w pamięci komputera, czyli na wyspecyfikowaniu wszystkich danych o ustroju prętowym
- ✓ dokonaniu analizy statycznej i wytrzymałościowej ustroju
- ✓ sporządzaniu dokumentacji zadania w formie wydruków

Kreowanie modelu obliczeniowego

W tym zakresie program narzuca konkretną procedurę postępowania, która wynika z idei programu RM-MINI. Polega ona na tym, że każde nowe zadanie należy rozpocząć od wygenerowania schematu statycznego projektowanej konstrukcji, wykorzystując w tym celu odpowiedni generator geometrii schematu. A więc kształtowanie schematu statycznego konstrukcji jest ograniczone do możliwości jakie zawierają się w opcjach generowania.

Pierwszy etap analizy zadania obejmuje opcje, które służą do jego wykreowania, czyli określenia wszystkich niezbędnych danych dotyczących:

- ✓ geometrii schematu statycznego konstrukcji
- ✓ charakterystyki przekrojów
- ✓ obciążeń ustroju

Generowanie schematu statycznego

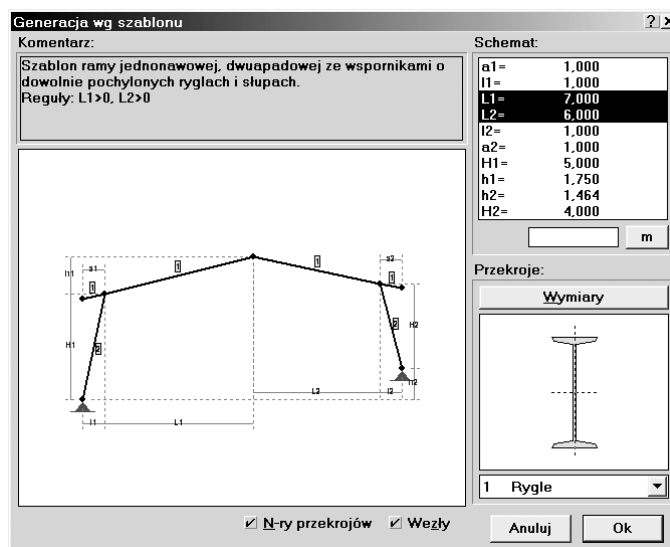
W celu wykreowania schematu statycznego opisanego wyżej zadania należy:

1. Wybrać opcję **Pliki / Nowy**, a po ukazaniu się dodatkowego menu - wybrać pozycję **Inne...**

Pojawi się dialog Pobierz szablon umożliwiający pobranie odpowiedniego szablonu.

2. Z listy Katalogi wybrać katalog Ramy, a - po ukazaniu się listy szablonów w oknie Pliki - wybrać szablon o nazwie "r-12.rsz" i zamknąć okno przyciskiem OK.

Pojawi się okno dialogowe Generacja wg szablonu, którego elementy sterowania służą do określenia geometrii schematu statycznego konstrukcji.



Okno dialogowe generatora

Okno dialogowe generatora opartego na szablonach wyposażone jest w kilka elementów kontrolnych, przy pomocy których określa się geometrię schematu statycznego projektowanej konstrukcji, a mianowicie:

- ✓ **Okno rysunku schematu szablonu**, którego elementami są: pręty, węzły, numery przekrojów przypisanych prętom oraz linie wymiarowe parametrów generacji opatrzone symbolami literowymi.

Symbole literowe parametrów na rysunku są aktywne, tzn. zbliżenie kursora do symbolu i kliknięcie sprawia, że wskazany symbol literowy parametru przechodzi w stan migania. Równocześnie na *liście parametrów Schemat* podświetlona zostaje - odpowiadająca temu parametrowi - pozycja, a w *edycyjnym polu liczbowym* - umieszczonym pod *listą* - wyświetlana jest aktualna wartość wybranego parametru (wymiaru), co pozwala na jego ewentualną zmianę. Powtórne kliknięcie na migającym symbolu literowym powoduje jego de aktywację.

Możliwa jest również grupowa selekcja parametrów polegająca na klikaniu na zamierzonych symbolach literowych przy wciśniętym klawiszu [Shift]. W takim przypadku wszystkim wybranym symbolom nadawany jest stan migania, a odpowiadające im pozycje na *liście parametrów* zostają podświetlane.

- ✓ **Lista parametrów szablonu Schemat**, której elementami są wiersze zawierające symbol parametru oraz jego wartość liczbową. *Lista* może odbierać - typowe dla tego typu elementu - polecenia. Kliknięcie na pozycji listy ma taki sam skutek jak uaktywnienie symbolu literowego parametru na rysunku.
- ✓ **Pole edycyjne parametru** - umieszczone pod *listą* - służy do zadawania wartości liczbowych parametrowi lub grupie parametrów.
- ✓ **Lista przekrojów** w sekcji *Przekroje*, która służy do wyboru przekroju z myślą jego ewentualnej modyfikacji.
- ✓ **Przycisk Wymiary** służący do wywołania okna dialogowego umożliwiającego korektę przekroju.

3. Uaktywnić symbole L1 i L2 i zadać im wartość "8",

4. Uaktywnić symbole H1 i H2 i zadać im wartość "5",

5. Uaktywnić symbole a1 i a2 i zadać im wartość "0",

6. Uaktywnić symbole l1 i l2 i zadać im wartość "0",

7. Uaktywnić symbol h2 i zadać mu wartość "0",

8. Uaktywnić symbol h1 i zadać mu wartość "1"

9. Zamknąć dialog przy użyciu przycisku OK.

Nastąpi automatyczne wygenerowanie geometrii schematu statycznego i przejście do opcji **Obciążenia / Definiowanie**.


Modyfikacja schematu statycznego

W celu zapewnienia zgodności schematu statycznego ramy z tematem przykładowego zadania - należy zadeklarować połączenie przegubowe obu części rygla.

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Wywołanie opcji Geometria /Pręty	Menu: Geometria /Pręty	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[G]+[P]	Zostanie otwarte okno robocze opcji Geometria /Pręty .	W oknie roboczym opcji wyświetlony zostanie rysunek schematu ramy z wyróżnionym prętem nr 1 (lewy rygiel).
Zmiana schematu pręta nr 1 (lewy rygiel)	Kliknąć na obszarze linii statusu o nazwie Typ pręta: .	Użyć kombinacji klawiszy [Ctrl]+[T]	Na tle okna roboczego opcji pojawi się okno dialogowe Typ pręta	Okno dialogowe zawiera m.in. rysunek schematu pręta oraz włączniki Przegub A i Przegub B .
Deklarowanie przegubu węzła B pręta nr 1.	Włączyć włącznik Przegub B .	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[B]	Na rysunku schematu pręta - w węźle B - zostanie narysowany symbol przegubu w postaci niewypełnionego kółka.	
Zamknięcie okna dialogowego Typ pręta .	Kliknąć na przycisku OK .	Użyć klawisza [Enter] .	Nastąpi powrót do okna roboczego opcji Geometria /Pręty .	W oknie roboczym opcji zostanie uaktualniony rysunek schematu statycznego ramy.
Wybranie pręta nr 3 (prawy rygiel)	Kliknąć na przecie nr 3 rysunku schematu statycznego ramy.	Użyć klawisza [+] do momentu wyróżnienia pręta nr 3.	Wybrany pręt zostanie wyróżniony kolorem wyróżnienia.	
Zmiana schematu pręta nr 3 (prawy rygiel)	Kliknąć na obszarze linii statusu o nazwie Typ pręta: .	Użyć kombinacji klawiszy [Ctrl]+[T]	Na tle okna roboczego opcji pojawi się okno dialogowe Typ pręta	Okno dialogowe zawiera m.in. rysunek schematu pręta oraz włączniki Przegub A i Przegub B .
Deklarowanie przegubu węzła a pręta nr 3.	Włączyć włącznik Przegub a .	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[A]	Na rysunku schematu pręta - w węźle A - zostanie narysowany symbol przegubu w postaci niewypełnionego kółka.	
Zamknięcie okna dialogowego Typ pręta .	Kliknąć na przycisku OK .	Użyć klawisza [Enter] .	Nastąpi powrót do okna roboczego opcji Geometria /Pręty .	W oknie roboczym opcji zostanie uaktualniony rysunek schematu statycznego ramy z tytułu dokonanej zmiany. Ponieważ łączone końce obu części rygla są przegubowe, to na schemacie ramy ten węzeł rysowany jest jako tzw. "przegub centralny".

Przygotowanie listy przekrojów


Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Wywołanie listy przekrojów	Menu: Przekroje	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[P]	Na tle okna roboczego aplikacji pojawi się okno dialogowe Lista przekrojów . Okno Listy zawiera domyślny zestaw przekrojów zawarty w pliku szablonu.	Lista przekrojów może być wywoływana z poziomu dowolnego okna roboczego opcji. Jeśli przekroje listy domyślnej nie odpowiadają warunkom zadania, to należy je usunąć
Ewentualne usuwanie przekrojów listy domyślnej	Kliknąć na zamierzonej pozycji listy, a następnie na przycisku Usuń .	Przy pomocy klawiszy [←] [→] wybrać przekrój z listy, a następnie użyć klawisza [Del]	Usunięcie przekroju z listy będzie każdorazowo poprzedzone komunikatem żądającym potwierdzenia dokonania operacji usuwania przekroju z listy. Lista musi zawierać co najmniej jeden przekrój, a więc ostatni przekrój nie może być usunięty.	Należy mieć na uwadze fakt, że po usunięciu przekroju następuje automatycznie renumeracja przekrojów listy, co powoduje zmianę ich przypisania do prętów ustroju. Dlatego przy ewentualnych późniejszych zmianach listy przekrojów należy unikać usuwania przekrojów. Zamiast tego lepiej usunąć profile z przekroju i zdefiniować przekrój na nowo.

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Przygotowanie przekroju nr 1 - „I 400 --> 300”				
Przejdźcie do trybu edycji przekroju nr 1	Kliknąć na przycisku Utwórz nowy .	Użyć klawisza [Ins] lub kombinacji klawiszy [Alt]+[N]	Zostanie otwarte okno robocze typu MDI trybu edycji przekroju wraz z przynależnym mu paskiem narzędzi.	W obszarze okna rysowane są osie lokalnego układu odniesienia.
Dołączenie nowego kształtownika (dwuteownika)	Kliknąć na przycisku paska narzędzi 	Użyć klawisza [Ins]	Pojawi się okno dialogowe Nowy Profil , zawierające listę kształtowników symbolizowanych przy pomocy przycisków ikonowych oraz przełącznik Profil definiowany .	Stan przełącznika Profil definiowany decyduje o tym, czy wymiary kształtownika mają być pobrane z katalogu dyskowego, czy zadawane przez użytkownika. W tym przypadku przełącznik powinien być wyłączony
Wybranie rodzaju kształtownika (dwuteownika)	Kliknąć na ikonie symbolizującej dwuteownik	Użyć klawisza [I]	Pojawi się okno dialogowe Profile katalogowe zawierające listę symboli dwuteowników wyposażoną w pasek przewijania pozycji listy	
Pobranie kształtownika z katalogu dyskowego	Przy pomocy paska przewijania ustawić kursor listy kształtowników katalogowych na pozycji wskazującej dwuteownik 400 , a następnie kliknąć na przycisku Wymiary .	Przy pomocy klawiszy-strzałek nasunąć kursor listy dwuteowników na pozycję 400 , a następnie użyć klawisza [W]	Pojawi się okno dialogowe Profile definiowane , zawierające pola liczbowe wymiarów katalogowych dwuteownika.	Wszystkie wymiary kształtowników katalogowych są podawane w mm , ale przy użyciu przycisku mm/cm można przełączyć wpisywanie wartości liczbowych w cm .
Zmiana wysokości kształtownika katalogowego	W polu H : zmienić wartość 400 na 300 , a następnie zaakceptować - zamykając okno dialogowe - klikając na przycisku OK	W polu H : zmienić wartość 400 na 300 , a następnie zaakceptować - zamykając okno dialogowe klawiszem [Enter]	Nastąpi powrót do okna roboczego kreowania przekroju, w którym pojawi się pobrany i zmodyfikowany dwuteownik.	Ponieważ projektowany przekrój ma pracować na zginanie w płaszczyźnie średnika, to nie ma potrzeby dokonywania żadnych operacji związanych z jego orientacją.

Przygotowanie przekroju nr 2 - „I 400 --> 500”

W celu przygotowania przekroju nr 2 należy powtórzyć tok postępowania opisany wyżej z tą różnicą, że wysokość katalogową dwuteownika należy zwiększyć z 400 mm do 500 mm.

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Wywołanie listy przekrojów	Menu: Przekroje	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[P]	Na tle okna roboczego aplikacji pojawi się okno dialogowe Lista przekrojów . Okno Listy zawiera domyślny zestaw przekrojów zawarty w pliku szablonu.	Lista przekrojów może być wywoływana z poziomu dowolnego okna roboczego opcji. Jeśli przekroje listy domyślnej nie odpowiadają warunkom zadania, to należy je usunąć
Ewentualne usuwanie przekrojów listy domyślnej	Kliknąć na zamierzonej pozycji listy, a następnie na przycisku Usuń .	Przy pomocy klawiszy [←] [→] wybrać przekrój z listy, a następnie użyć klawisza [Del]	Usunięcie przekroju z listy będzie każdorazowo poprzedzone komunikatem żądającym potwierdzenia dokonania operacji usuwania przekroju z listy. Lista musi zawierać co najmniej jeden przekrój, a więc ostatni przekrój nie może być usunięty.	Należy mieć na uwadze fakt, że po usunięciu przekroju następuje automatycznie renumeracja przekrojów listy, co powoduje zmianę ich przypisania do prętów ustroju. Dlatego przy ewentualnych późniejszych zmianach listy przekrojów należy unikać usuwania przekrojów. Zamiast tego lepiej usunąć profile z przekroju i zdefiniować przekrój na nowo.

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Przygotowanie przekroju nr 1 - „I 400 --> 300”				
Przejdźcie do trybu edycji przekroju nr 1	Kliknąć na przycisku Utwórz nowy .	Użyć klawisza [Ins] lub kombinacji klawiszy [Alt]+[N]	Zostanie otwarte okno robocze typu MDI trybu edycji przekroju wraz z przynależnym mu paskiem narzędzi.	W obszarze okna rysowane są osie lokalne układu odniesienia.
Dołączenie nowego kształtownika (dwuteownika)	Kliknąć na przycisku paska narzędzi 	Użyć klawisza [Ins]	Pojawi się okno dialogowe Nowy Profil , zawierające listę kształtowników symbolizowanych przy pomocy przycisków ikonowych oraz przełącznik Profil definiowany .	Stan przełącznika Profil definiowany decyduje o tym, czy wymiary kształtownika mają być pobrane z katalogu dyskowego, czy zadawane przez użytkownika. W tym przypadku przełącznik powinien być wyłączony
Wybranie rodzaju kształtownika (dwuteownika)	Kliknąć na ikonie symbolizującej dwuteownik	Użyć klawisza [I]	Pojawi się okno dialogowe Profile katalogowe zawierające listę symboli dwuteowników.	
Pobranie kształtownika z katalogu dyskowego	Ustawić kursor listy kształtowników katalogowych na pozycji wskazującej dwuteownik 400 , a następnie kliknąć na przycisku Wymiary .	Przy pomocy klawiszy-strzałek nasunąć kursor listy dwuteowników na pozycję 400 , a następnie użyć klawisza [W]	Pojawi się okno dialogowe Profile definiowane , zawierające pola liczbowe wymiarów katalogowych dwuteownika.	Wszystkie wymiary kształtowników katalogowych są podawane w mm , ale przy użyciu przycisku mm/cm można przełączyć wpisywanie wartości liczbowych w cm .
Zmiana wysokości kształtownika katalogowego	W polu H : zmienić wartość 400 na 300 , a następnie zaakceptować - zamykając okno dialogowe - klikając na przycisku OK	W polu H : zmienić wartość 400 na 300 , a następnie zaakceptować - zamykając okno dialogowe klawiszem [Enter]	Nastąpi powrót do okna roboczego kreowania przekroju, w którym pojawi się pobrany i zmodyfikowany dwuteownik.	Ponieważ projektowany przekrój ma pracować na zginanie w płaszczyźnie środnika, to nie ma potrzeby dokonywania żadnych operacji związanych z jego orientacją.

Przygotowanie przekroju nr 2 - „I 400 --> 500”

W celu przygotowania przekroju nr 2 należy powtórzyć tok postępowania opisany wyżej z tą różnicą, że wysokość katalogową dwuteownika należy zwiększyć z 400 mm do 500 mm.

Przydzielenie przekrojów prętom ramy

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Przejdźcie do opcji Geometria-Pręty dla przydzielenia przekrojów prętom ramy	Wybrać z menu kolejno opcje: Geometria-Pręty .	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[G]+[P]	Nastąpi otwarcie okna roboczego opcji Pręty , w którym rysowany jest schemat ramy z wyróżnionym prętem nr 1, który jest prętem aktywnym. Każdy pręt ramy jest opatrzony numerem przydzielonego przekroju.	Z oknem roboczym opcji stowarzyszona jest linia statusu - właściwa dla tej opcji. Wszystkie funkcje dotyczą pręta aktywnego. Domyślnie program przydziela wszystkim prętom ramy pierwszy przekrój (nr 1) z listy przekrojów.

Przydzielenie przekroju prętowi nr 3 (słup lewy)

Wywołanie dialogu Przekrój pręta dla lewego słupa ramy.	Kliknąć podwójnie na pręcie nr 3 lub na sekcji Przekrój linii statusu.	Użyć klawiszy [Enter] lub kombinacji klawiszy [Ctrl]+[P]	Pojawi się okno dialogu Przekrój pręta z elementami: <ul style="list-style-type: none"> okno rysunku przekroju lista przekrojów przełącznik Przekrój zmienny, Pole Redukcja EJ. 	Pole Redukcja EJ : służy do wprowadzenia liczby bezwymiarowej (w zakresie od 0 do 1) określającej stopień redukcji sztywności przekroju. Konieczność redukcji sztywności może mieć miejsce w przypadku niepełnego zespolenia kształtowników przekrojów zespolonych.
--	---	--	--	--

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Zadeklarowanie zmienności przekroju wzdłuż słupa	Kliknąć na przełączniku Przekrój zmienny	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[Z]	W dialogu pojawi się drugie okno rysunku przekroju wraz z przynależną mu listą przekrojów.	W obu oknach rysunków i listach przekrojów ukazane są te same przekroje ponieważ domyślnie program przydziela prętom przekrój stały, wzdłuż ich długości.
Deklarowanie przekroju początkowego słupa	Na liście dialogu Przekrój A: kliknąć na pozycji 1 I400 --> 300.	Klawiszami strzałkami naprowadzić kursor listy na pozycję 1 I400 -> 300.	W oknie rysunku przekroju odpowiadającemu liście Przekrój A: pojawi się rysunek przekroju 1 I400 -> 300.	
Deklarowanie przekroju końcowego słupa	Na liście dialogu Przekrój B: kliknąć na pozycji 1 I400 --> 500.	Klawiszami strzałkami naprowadzić kursor listy na pozycję 1 I400 -> 500.	W oknie rysunku przekroju odpowiadającemu liście Przekrój B: pojawi się rysunek przekroju 1 I400 -> 500.	
Akceptacja deklaracji przydzielenia przekroju słupowi lewemu	Kliknąć na przycisku OK dialogu	Użyć klawisza [Enter]	Nastąpi zamknięcie dialogu i powrót do okna roboczego opcji Pręty oraz uaktualnienie numerów przekrojów przydzielonych do pręta nr 1 (słupa lewego) ramy.	Zaakceptowanie przekroju zmiennego będzie możliwe gdy oba przekroje: <ul style="list-style-type: none"> • są tego samego typu, • mają przypisany ten sam materiał, • mają identyczną orientację.

Przydzielenie przekroju prętowi nr 1 (rygiel lewy)


Uaktywnienie pręta nr 1 (rygla lewego) ramy.	Kliknąć na przęcie nr 1	Używając klawiszy [+] i [-] uaktywnić pręt nr 1	Wybrany pręt zostanie wyróżniony <i>kolorem elementów wyróżnionych</i> .	Bezpośredniego uaktywnienia pręta przy pomocy klawiatury można dokonać również następująco: Wcisnąć klawisz [Alt] i utrzymując go wciśniętym nacisnąć kolejno klawisze <u>bloku numerycznego</u> klawiatury: 0 (zero) 1 i ostatecznie zwolnić klawisz [Alt].
Wywołanie dialogu Przekrój pręta dla lewego rygla ramy.	Kliknąć podwójnie na przęcie nr 2 lub na sekcji Przekrój linii statusu.	Użyć klawiszy [Enter] lub kombinacji klawiszy [Ctrl]+[P]	Pojawi się okno dialogu Przekrój pręta .	
Zadeklarowanie zmienności przekroju wzdłuż rygla lewego	Kliknąć na przełączniku Przekrój zmienny	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[Z]	W dialogu pojawi się drugie okno rysunku przekroju wraz z przynależną mu listą przekrojów.	
Deklarowanie przekroju początkowego słupa	Na liście dialogu Przekrój A: kliknąć na pozycji 1 I400 --> 500.	Klawiszami strzałkami naprowadzić kursor listy na pozycję 1 I400 -> 500.	W oknie rysunku przekroju odpowiadającemu liście Przekrój A: pojawi się rysunek przekroju 1 I400 -> 500.	
Deklarowanie przekroju końcowego rygla lewego	Na liście dialogu Przekrój B: kliknąć na pozycji 1 I400 --> 300.	Klawiszami strzałkami naprowadzić kursor listy na pozycję 1 I400 -> 300.	W oknie rysunku przekroju odpowiadającemu liście Przekrój B: pojawi się rysunek przekroju 1 I400 -> 300.	
Akceptacja deklaracji przydzielenia przekroju rygliowi lewemu	Kliknąć na przycisku OK dialogu	Użyć klawisza [Enter]	Nastąpi zamknięcie dialogu i powrót do okna roboczego opcji Pręty oraz uaktualnienie numerów przekrojów przydzielonych do pręta nr 2 (rygla lewego) ramy.	Zaakceptowanie przekroju zmiennego będzie możliwe gdy oba przekroje: <ul style="list-style-type: none"> • są tego samego typu, • mają przypisany ten sam materiał, • mają identyczną orientację.

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Przydzielenie przekroju prętowi nr 3 (rygiel prawy)				
Uaktywnienie pręta nr 2 (rygla prawego) ramy.	Kliknąć na pręcie nr 2	Używając klawiszy [+] i [-] uaktywnić pręt nr 2	Wybrany pręt zostanie wyróżniony <i>kolorem elementów wyróżnionych</i> .	Bezpośredniego uaktywnienia pręta przy pomocy klawiatury można dokonać również następująco: Wcisnąć klawisz [Alt] i utrzymując go wciśniętym nacisnąć kolejno klawisze <u>bloku numerycznego</u> klawiatury: 0 (zero) 2 i ostatecznie zwolnić klawisz [Alt] .
Wywołanie dialogu Przekrój pręta dla prawego rygla ramy.	Kliknąć podwójnie na pręcie nr 3 lub na sekcji Przekrój linii statusu.	Użyć klawiszy [Enter] lub kombinacji klawiszy [Ctrl]+[P]	Pojawi się okno dialogu Przekrój pręta z elementami: <ul style="list-style-type: none"> okno rysunku przekroju lista przekrojów przełącznik Przekrój zmienny, Pole Redukcja EJ. 	
Zadeklarowanie zmienności przekroju wzdłuż rygla prawego	Kliknąć na przełączniku Przekrój zmienny	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[Z]	W dialogu pojawi się drugie okno rysunku przekroju wraz z przynależną mu listą przekrojów.	
Deklarowanie przekroju początkowego rygla prawego	Na liście dialogu Przekrój A: kliknąć na pozycji 1 I400 --> 300 .	Klawiszami strzałkami na prowadzić kursor listy na pozycję 1 I400 --> 300 .	W oknie rysunku przekroju odpowiadającemu liście Przekrój A: pojawi się rysunek przekroju 1 I400 --> 300 .	
Deklarowanie przekroju końcowego rygla prawego	Na liście dialogu Przekrój B: kliknąć na pozycji 1 I400 --> 500 .	Klawiszami strzałkami na prowadzić kursor listy na pozycję 1 I400 --> 500 .	W oknie rysunku przekroju odpowiadającemu liście Przekrój B: pojawi się rysunek przekroju 1 I400 --> 500 .	
Akceptacja deklaracji przydzielenia przekroju rygliowi prawemu	Kliknąć na przycisku OK dialogu	Użyć klawisza [Enter]	Nastąpi zamknięcie dialogu i powrót do okna roboczego opcji Pręty oraz uaktualnienie numerów przekrojów przydzielonych do pręta nr 3 (rygla prawego) ramy.	Zaakceptowanie przekroju zmiennego będzie możliwe gdy oba przekroje: <ul style="list-style-type: none"> są tego samego typu, mają przypisany ten sam materiał, mają identyczną orientację.
Przydzielenie przekroju prętowi nr 4 (słup prawy)				
Uaktywnienie pręta nr 4 (słupa prawego) ramy.	Kliknąć na pręcie nr 4	Używając klawiszy [+] i [-] uaktywnić pręt nr 4	Wybrany pręt zostanie wyróżniony <i>kolorem elementów wyróżnionych</i> .	Bezpośredniego uaktywnienia pręta przy pomocy klawiatury można dokonać również następująco: Wcisnąć klawisz [Alt] i utrzymując go wciśniętym nacisnąć kolejno klawisze <u>bloku numerycznego</u> klawiatury: 0 (zero) 4 i ostatecznie zwolnić klawisz [Alt] .
Wywołanie dialogu Przekrój pręta dla prawego słupa ramy.	Kliknąć podwójnie na pręcie nr 4 lub na sekcji Przekrój linii statusu.	Użyć klawiszy [Enter] lub kombinacji klawiszy [Ctrl]+[P]	Pojawi się okno dialogu Przekrój pręta z elementami: <ul style="list-style-type: none"> okno rysunku przekroju lista przekrojów przełącznik Przekrój zmienny, Pole Redukcja EJ. 	

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Deklarowanie przekroju dla słupa prawego	Na liście dialogu Przekrój A: kliknąć na pozycji 1 1400 --> 500.	Klawiszami strzałkami na-prowadzić kursor listy na pozycję 1 1400 -> 500.	W oknie rysunku prze-kroju odpowiadającemu liście Przekrój: pojawi się rysunek przekroju 1 1400 -> 500.	
Akceptacja deklaracji przydzielenia przekroju ryglowi le-wemu	Kliknąć na przyci-sku OK dialogu	Użyć klawisza [Enter]	Nastąpi zamknięcie dia-logu i powrót do okna roboczego opcji Pręty oraz uaktualnienie nume-ru przekroju przydzielo-nego do pręta nr 4 (słupa prawego) ramy.	

Deklarowanie podpór



Szablon, z którego został wygenerowany schemat statyczny zadania ma przypisane podpory nieprzesuwne do węzłów dolnych słupów. Ponieważ w omawianym przy-kładzie u podstawy prawego słupa projektowane jest zamocowanie, to należy doko-nać odpowiedniej korekty, a więc zmiany rodzaju podpory.

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Przejsie do opcji Geome- tria-Węzły dla zadekla- rowania podpór	Wybrać z menu kolejno opcje: Geometria- Węzły.	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[G]+[W]	Nastąpi otwarcie okna roboczego opcji Węzły , w którym narysowany jest schemat ramy z wyróż- nionym (innym kolorem) węzłem nr 1, który jest węzłem aktywnym.	Z oknem roboczym opcji stowarzyszona jest linia statusu - właściwa dla tej opcji. Wszystkie funkcje dotyczą węzła aktywnego
Zadeklaro- wanie sztyw- nego zamo- cowania w węźle nr 5	Dwukrotne klik- nąć w pobliżu węzła nr 5.	Uaktywnić węzeł nr 5 przy pomocy klawiszy [+] i [-] , a następnie użyć klawisza [Enter]	Pojawi się dialog Pod- parcie węzła umożli- wiający wybranie lub zmianę zamierzonego rodzaju podpory.	Bezpośredniego uaktywnienia węzła przy pomocy klawiatury można dokonać również następująco: Wcisnąć kla- wisz [Alt] i utrzymując go wci- śniętym nacisnąć kolejno klawisze <u>bloku numeryczne- go</u> klawiatury: 0 (zero) 5 i ostatecznie zwolnić klawisz [Alt] ..
	Kliknąć na ikonie sztywnego zamo- cowania.	Uaktywnić sekcję ikon Rodzaj podpory klawi- szem [Tab] , a następnie klawi- szami-strzałkami wybrać podporę stałą i nacisnąć klawisz [Space]	Na kontrolnym rysunku podpory okna dialogowe- go pojawi się wybrana podpora	
	Klikać na rysunku kontrolnym pod- pory do momentu osiągnięcia po- ziomej orientacji podpory, a na- stępnie zamknąć dialog przyci- skiem OK.	Wpisać wartość 90 w polu liczbo- wym Alfa: okna dialogowego, a następnie za- mknąć dialog klawiszem [En- ter] .	Nastąpi powrót do okna roboczego opcji Węzły , a w węźle nr 5 narysowana zostanie wybrana podpo- ra (zamocowanie sztyw- ne)	Ewentualnego usunięcia podpory z aktywnego węzła dokonuje się z poziomu okna roboczego opcji Węzły przez:  kliknięcie na ikonie paska narzędzi, użycie klawisza [Del] .


Deklarowanie obciążeń ramy

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Przejdźcie do opcji Obciążenia-Definiowanie	Kliknąć kolejne pozycje menu: Obciążenia-Definiowania	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[O]+[D] .	Nastąpi otwarcie okna roboczego opcji deklarowania obciążeń wraz z przynależną mu linią statusu.	
Włączenie do obliczeń obciążenia ciężarem własnym ramy	Kliknąć na sekcji Ciężar własny linii statusu.	Użyć kombinacji klawiszy [Ctrl]+[C] .	Kolor tekstu sekcji Ciężar własny zmieni się na <i>kolor elementów wyróżnionych</i> określony w opcji Parametry-Kolory .	Ciężar własny ustroju jest ustalany na podstawie przydzielonych przekrojów do prętów.

Zadanie obciążenia wiatrem (z lewej) na pręcie nr 3


Dodanie nowego obciążenia	Kliknąć na ikonie  paska narzędzi	Użyć klawisz [Ins] .	Pojawi się dialog Nowe obciążenie .	Jeśli jednakowe obciążenie (co do rodzaju i wartości) działa na kilku prętach, to można posłużyć się procedurą grupowego deklarowania obciążeń. Polega to na zaznaczaniu prętów przy wciśniętym klawiszu [Shift] .
Wybranie rodzaju obciążenia	Z listy Rodzaj obciążenia dialogu wybrać (kliknąć) pozycję Obc. rozłożone i zamknąć dialog przyciskiem OK .	Z listy Rodzaj obciążenia dialogu wybrać pozycję Obc. rozłożone i zamknąć dialog klawiszem [Enter] .	Pojawi się dialog Obciążenie pręta nr:3 .	
Nadanie wartości obciążenia oraz grupy	W polach pa: i pb: wpisać wartość 6 , a w polu Grupa: wpisać literę L .		Rysunek obciążenia zostanie uaktualniony stosownie do zadanych wartości obciążenia.	Wszystkie obciążenia są przypisywane do prętów. Jeśli na pręcie zadano wcześniej obciążenia, to mogą one udostępnione przy pomocy przycisków [<] i [>] .
Zamknięcie okna dialogu.	Kliknąć na przycisku Zamknij .	Użyć klawisza [Enter]	Zadane obciążenie zostanie narysowane na schemacie ramy w oknie roboczym opcji, a w linii statusu uaktualniona zostanie sekcja Grupy obciążeń (pojawi się przycisk z literą L w <i>kolorze elementów wyróżnionych</i>)	Wartości poszczególnych obciążeń mogą być - dla kontroli - wyświetlana na schemacie ramy. Do tego celu służy przycisk  paska narzędzi lub poprzez włączenie klauzuli Wartości opcji Parametry .



Zadanie obciążenia wiatrem (z lewej) na pręcie nr 1

Uaktywnienie pręta nr 1 (rygiel lewy).	Kliknąć na pręcie numer 1	Użyć sekwencyjnie klawiszy [+] i [-] .	Wybrany pręt wyróżniony zostanie <i>kolorem elementów wyróżnionych</i> .	Bezpośredniego uaktywnienia pręta przy pomocy klawiatury można dokonać również następująco: Wcisnąć klawisz [Alt] i utrzymując go wciśniętym nacisnąć kolejno klawisze bloku numerycznego klawiatury: 0 (zero) 1 i ostatecznie zwolnić klawisz [Alt] .
Dodanie nowego obciążenia	Kliknąć na ikonie  paska narzędzi	Użyć klawisz [Ins] .	Pojawi się dialog Nowe obciążenie .	

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Wybranie rodzaju obciążenia	Z listy Rodzaj obciążenia dialogu wybrać (kliknąć) pozycję Obc. rozłożone i zamknąć dialog przyciskiem OK .	Z listy Rodzaj obciążenia dialogu wybrać (kliknąć) pozycję Obc. rozłożone i zamknąć dialog klawiszem [Enter] .	Pojawi się dialog Obciążenie pręta nr: 1 .	W przypadku obciążenia rozłożonego istotna jest jego orientacja względem osi pręta. Domyślnie obciążenie to jest prostopadłe do pręta.
Nadanie wartości obciążenia oraz grupy	W polach pa: i pb: wpisać wartość 1,5 , a w polu Grupa: wpisać literę L .		Rysunek obciążenia zostanie uaktualniony stosownie do zadanych wartości obciążenia.	Wszystkie obciążenia są przypisywane do prętów. Jeśli na pręcie zadano wcześniej obciążenia, to mogą one udostępnione przy pomocy przycisków [<] i [>] .
Zamknięcie okna dialogu.	Kliknąć na przycisku Zamknij .	Użyć klawisza [Enter]	Zadane obciążenie zostanie narysowane na schemacie ramy w oknie roboczym opcji.	


Zadanie obciążenia wiatrem (z lewej) na pręcie nr 2

Uaktywnienie pręta nr 2 (rygiel pracy).	Kliknąć na pręcie numer 2	Użyć sekwencyjnie klawiszy [+] i [-] do momentu uaktywnienia pręta nr 2.	Wybrany pręt wyróżniony zostanie <i>kolorem elementów wyróżnionych</i> .	Bezpośredniego uaktywnienia pręta przy pomocy klawiatury można dokonać również następująco: Wcisnąć klawisz [Alt] i utrzymując go wciśniętym nacisnąć kolejno klawisze <u>bloku numerycznego</u> klawiatury: 0 (zero) 2 i ostatecznie zwolnić klawisz [Alt] .
Dodanie nowego obciążenia	Kliknąć na ikonie  paska narzędzi	Użyć klawisz [Ins] .	Pojawi się dialog Nowe obciążenie .	
Wybranie rodzaju obciążenia	Z listy Rodzaj obciążenia dialogu wybrać (kliknąć) pozycję Obc. rozłożone i zamknąć dialog przyciskiem OK .	Z listy Rodzaj obciążenia dialogu wybrać (kliknąć) pozycję Obc. rozłożone i zamknąć dialog klawiszem [Enter] .	Pojawi się dialog Obciążenie pręta nr: 2 .	W przypadku obciążenia rozłożonego istotna jest jego orientacja względem osi pręta. Domyślnie obciążenie to jest prostopadłe do pręta.
Nadanie wartości obciążenia oraz grupy	W polach pa: i pb: wpisać wartość -1,5 , a w polu Grupa: wpisać literę L .		Z powodu ujemnej wartości obciążenia, jego zwrot na rysunku ulegnie zmianie na przeciwny, co - w tym przypadku - oznaczać będzie ssanie wiatru na ryglu prawym	Zmiany orientacji obciążenia (kąta jego nachylenia względem kierunku pionowego) można dokonać poprzez: 1. Użycie klawisza [Space] dla sekwencyjnej zmiany orientacji obciążenia wg reguły: globalnie co 90 stopni i lokalnie co 90 stopni. 2. Wpisanie wartości kąta nachylenia obciążenia - wyświetlany w polu Beta: jest odmierzany od pionu i zgodnie z ruchem wskazówek zegara
Zamknięcie okna dialogu.	Kliknąć na przycisku Zamknij .	Użyć klawisza [Enter]	Zadane obciążenie zostanie narysowane na schemacie ramy.	

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Zadanie obciążenia wiatrem (z lewej) na pręcie nr 4				
Uaktywnienie pręta nr 4 (słup prawy).	Kliknąć na pręcie numer 4	Użyć sekwencyjnie klawiszy [+] i [-] do momentu uaktywnienia pręta nr 4.	Wybrany pręt wyróżniony zostanie <i>kolorem elementów wyróżnionych</i> .	Bezpośredniego uaktywnienia pręta przy pomocy klawiatury można dokonać również następująco: Wcisnąć klawisz [Alt] i utrzymując go wciśniętym nacisnąć kolejno klawisze <u>bloku numerycznego</u> klawiatury: 0 (zero) 4 i ostatecznie zwolnić klawisz [Alt] .
Dodanie nowego obciążenia	Kliknąć na przycisku  paska narzędzi	Użyć klawisz [Ins] .	Pojawi się dialog Nowe obciążenie .	
Wybranie rodzaju obciążenia	Z listy Rodzaj obciążenia dialogu wybrać (kliknąć) pozycję Obc. rozłożone i zamknąć dialog przyciskiem OK .	Z listy Rodzaj obciążenia dialogu wybrać (klawisze-strzałki) pozycję Obc. rozłożone i zamknąć dialog klawiszem [Enter] .	Pojawi się dialog Obciążenie pręta nr:4 .	W przypadku obciążenia rozłożonego istotna jest jego orientacja względem osi pręta. Domyślnie obciążenie to jest prostopadłe do pręta.
Nadanie wartości obciążenia oraz grupy		W polach pa: i pb: wpisać wartość -3 , a w polu Grupa: wpisać literę L .	Z powodu ujemnej wartości obciążenia, jego zwrot na rysunku ulegnie zmianie na przeciwny, co - w tym przypadku - oznaczać będzie ssanie wiatru z lewej na słupie prawym	
Zadanie obciążenia wiatrem (z prawej)				
Deklarowanie obciążeń pochodzących o parcia wiatru z prawej strony odbywa się w podobny sposób jak dla obciążeń pochodzących od parcia wiatru z lewej strony lecz w kolejności prętów: 4-2-1-3 oraz literą grupy P .				
Zadanie obciążenia śniegiem na pręty nr 1 i 3 (rygle)				
Inicjacja grupowego deklarowania obciążenia	Przy wciśniętym klawiszu [Shift] kliknąć na prętach 1 i 3.		Wybrane pręty zostaną wyróżnione kolorem wyróżnienia:	
Pobranie rodzaju obciążenia dla wybranych prętów.	Kliknąć na przycisku  paska narzędzi	Użyć klawisza [Ins] .	Pojawi się dialog Nowe obciążenie .	
Wybranie rodzaju obciążenia	Z listy Rodzaj obciążenia dialogu wybrać (kliknąć) pozycję Obc. rozłożone-Y i zamknąć dialog przyciskiem OK .	Z listy Rodzaj obciążenia dialogu wybrać (klawisze-strzałki) pozycję Obc. rozłożone-Y i zamknąć dialog klawiszem [Enter] .	Pojawi się dialog Obciążenie pręta nr: 1	Obciążenie tego typu ma charakter globalny, a jego wartość liczona jest na rzut pręta (w tym przypadku na rzut poziomy). Jeśli w grupie prętów wystąpi numer pręta, który jest prostopadły do zamierzonego obciążenia globalnego, to ten typ obciążenia nie będzie dostępny.
Nadanie wartości obciążenia oraz grupy		W polach pa: i pb: wpisać wartość 5 , a w polu Grupa: wpisać literę S .		

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Zamknięcie okna dialogu.	Kliknąć na przycisku Zamknij .	Użyć klawisza [Enter]	Zadane obciążenie zostanie narysowane na schemacie ramy w oknie roboczym opcji, a w sekcji Grupa obciążeń : pojawi się przycisk z literą S .	


Zadanie obciążenia użytkowego w postaci siły skupionej w połączeniu rygli

Uaktywnienie pręta nr 1 (rygiel lewy).	Kliknąć na przycisku numer 1	Użyć sekwencyjnie klawiszy [+] i [-] do momentu uaktywnienia pręta nr 1.	Wybrany pręt wyróżniony zostanie <i>kolorem elementów wyróżnionych</i> .	Uaktywnienia pręta za pomocą klawiatury: Wcisnąć klawisz [Alt] i utrzymując go nacisnąć kolejno klawisze <u>bloku numerycznego</u> klawiatury: 0 (zero) 1 i zwolnić klawisz [Alt] .
Dodanie nowego obciążenia	Kliknąć na ikonie  paska narzędzi	Użyć klawisz [Ins] .	Pojawi się dialog Nowe obciążenie .	
Wybranie rodzaju obciążenia	Z listy Rodzaj obciążenia dialogu wybrać (kliknąć) pozycję Siła skupiona i zamknąć dialog przyciskiem OK .	Z listy Rodzaj obciążenia dialogu wybrać (klawisze-strzałki) pozycję Siła skupiona i zamknąć dialog klawiszem [Enter] .	Pojawi się dialog Obciążenie pręta nr: 1 .	W przypadku obciążenia skupionego istotna jest jego orientacja względem osi pręta. Domyślnie obciążenie to jest prostopadłe do pręta i usytuowane środkiem jego rozpiętości.
Nadanie wartości obciążenia oraz grupy	W polu pa : wpisać wartość -25 , a w polu Grupa : wpisać literę U .		Z powodu ujemnej wartości obciążenia, jego zwrot na rysunku ulegnie zmianie na przeciwny.	
Zmiana orientacji obciążenia	Sposób 1: W polu Beta : wpisać wartość 180 . Sposób 2: Uaktywnić okno rysunku obciążenia (kliknąć w jego obszarze), a następnie nacisnąć klawisz [Space] do momentu uzyskania pionowego położenia siły zwróconej w dół.	Każdej operacji zmiany orientacji obciążenia towarzyszy aktualizacja rysunku obciążenia.		Zmiany orientacji obciążenia względem kierunku pionowego dokonuje się poprzez: 1. Użycie klawisza [Space] , co powoduje sekwencyjną zmianę orientacji obciążenia wg reguły: globalnie co 90 stopni i lokalnie co 90 stopni. 2. Użycie klawiszy : • [Z] - dla obrócenia w lewo o 15° • [V] - dla obrócenia w prawo o 15° • [X] - dla obrócenia w lewo o 1° • [C] - dla obrócenia w prawo o 1°. 3. Wpisanie wartości kąta nachylenia obciążenia - wyświetlany w polu Beta : jest odczytywany od pionu i zgodnie z ruchem wskazówek zegara

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Zmiana położenia obciążenia na pręcie	Uaktywnić okno rysunku pręta (kliknąć w jego obszarze), a następnie kliknąć na węźle B pręta.	W polu a/L: dialogu wpisać wartość 1 .	Obciążenie zostanie przeniesione na koniec pręta, co jest równoważne działaniu siły w węźle 3 .	Zmiany położenia siły można dokonać animacyjnie, tzn: 1. Wcisnąć lewy przycisk myszy w pobliżu punktu zaczepienia siły, a następnie - utrzymując wciśnięty przycisk myszy - nasuwać obciążenie na zamierzoną pozycję.
Zamknięcie okna dialogu.	Kliknąć na przycisku Zamknij .	Użyć klawisza [Enter]	Zadane obciążenie zostanie narysowane na schemacie ramy w oknie roboczym opcji, a w sekcji Grupa obciążeń: pojawi się przycisk z literą U .	

Zadanie obciążenia temperaturą na wszystkich prętach

Grupa obciążeń pochodzących od działania temperatury odpowiada sytuacji obniżenia temperatury na zewnątrz ramy o 20°C podwyższenia o 20°C wewnątrz ramy - względem temperatury montażu.

Inicjacja grupowego deklarowania obciążenia	Wcisnąć klawisz [Shift] , a kursor myszy zbliżyć do lewego-górnego rogu okna roboczego i wcisnąć lewy przycisk myszy.		Pojawi się prostokąt selekcji prętów	
Zaznaczenie wszystkich prętów schematu	Ruchem myszy ogarnąć prostokątem selekcji cały schemat.		Wszystkie pręty schematu zostaną wyróżnione kolorem wyróżnienia.	
Dodanie obciążenia	Kliknąć na ikonie  paska narzędzi	Użyć klawisz [Ins] .	Pojawi się dialog Nowe obciążenie .	
Wybranie rodzaju obciążenia	Z listy Rodzaj obciążenia dialogu wybrać (kliknąć) pozycję Temperatura i zamknąć dialog przyciskiem OK .	Z listy Rodzaj obciążenia dialogu wybrać (klawisze-strzałki) pozycję Temperatura i zamknąć dialog klawiszem [Enter] .	Pojawi się dialog Obciążenie pręta nr:1 .	Rozkład obciążenia wzdłuż pręta jest stały, natomiast w kierunku prostopadłym jest liniowy.
Nadanie wartości obciążenia oraz grupy	W polu Tg: wpisać wartość -20 , w polu Td: wpisać wartość 10 , a w polu Grupa: wpisać literę T .		W oknie rysunku obciążenia uaktualniony zostanie wykres rozkładu temperatury w poprzek pręta	Wartość Tg: odnosi się zawsze do włókien wyróżnionych, natomiast wartość Td: - do włókien po stronie przeciwnej.
Zamknięcie okna dialogu.	Kliknąć na przycisku Zamknij .	Użyć klawisza [Enter]	Na prętach schematu ramy pojawią się obramowane litery T , a w sekcji Grupa obciążeń: pojawi się przycisk z literą T .	

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Specyfikacja grup obciążeń				
Wywołanie opcji Grupy obciążeń	Kliknąć kolejno na pozycjach menu: Obciążenia-Grupy obciążeń .	Użyć kombinacji klawiszy: [Alt]+[O]+[G] .	Pojawi się dialog Grupy obciążeń , zawierający listę zadeklarowanych grup obciążeń.	Ta opcja umożliwia nadanie skrótowej nazwy każdej grupie obciążeń oraz wartości normowych współczynników obciążeniowych. Pierwszą grupę obciążeń stanowi zawsze ciężar własny konstrukcji, ustalany automatycznie przez program na podstawie przydzielonych przekrojów.
Specyfikacja grupy obciążeń	Kliknąć podwójnie na zamierzonej pozycji listy grup obciążeń	Naprowadzić kursor listy przy pomocy klawiszy-strzałek na zamierzoną pozycję, a następnie użyć klawisza [Enter] .	Pojawi się dialog Grupa obciążeń z polami Nazwa : i Współczynnik .	W polu Nazwa można wpisać dowolny tekst (do 26 znaków) charakteryzujący daną grupę obciążeń. W polu Współczynnik : można wpisać wartość współczynnika obciążeniowego wynikającego z normowego charakteru grupy obciążeń. Domyślnie wartość tego współczynnika wynosi 1,0 .

Określenie relacji między grupami obciążeń

Wywołanie opcji Relacje grup obc.	Kliknąć kolejno na pozycjach menu: Obciążenia-Relacje grup obc.	Użyć kombinacji klawiszy: [Alt]+[O]+[R] .	Pojawi się dialog Relacje grup obciążeń , zawierający tabelę relacji zadeklarowanych grup obciążeń.	Kolumnom i wierszom tabeli relacji są przypisane odpowiednio litery poszczególnych grup obciążeń. Pole wskazwane przez grupę wiersza i grupę kolumny jest przyciskiem służącym do zadeklarowania relacji pomiędzy dwiema grupami.
Wykluczenie jednocześnie parcia wiatru z lewej i z prawej.	Klikać na polu tabeli, wskazwanym przez grupy L i P , do momentu pojawienia się w tym polu znaku x .	Uaktywnić tabelę relacji klawiszem [Tab] , a następnie - przy pomocy klawiszy-strzałek - naprowadzić kursor tabeli (mały kwadrat) na pole wskazywane przez grupy L i P . Po ustawieniu kursora naciskać klawisz [Space] do momentu pojawienia się znaku x .	Na skrzyżowaniu wiersza L i kolumny P będzie wyświetlony znak x , co oznacza, że w trakcie obliczeń związanych z kombinatoryką, kombinacja zawierająca grupy L i P , będzie odrzucona.	Możliwe są następujące relacje między grupami obciążeń: x - wykluczenie jednocześnie działania, p - połączenie dwóch grup w jedną, ☞ skojarzenie warunkowe grup, tzn. wskazywana grupa kolumny jest uwzględniana w kombinacji jeśli w niej występuje grupa wiersza. ☞ skojarzenie warunkowe grup, tzn. wskazywana grupa wiersza jest uwzględniana w kombinacji jeśli w niej występuje grupa kolumny. Dla pól diagonalnych obowiązują relacje: W - całkowite wykluczenie grupy z kombinatoryki, S - włączenie grupy na stałe do kombinatoryki (np. obc. stałe).

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Określenie klas kombinacji				
Wywołanie opcji Kombinacje grup obc.	Kliknąć kolejno na pozycjach menu: Obciążenia-Kombinacje grup obc.	Użyć kombinacji klawiszy: [Alt]+[O]+[K] .	Pojawi się dialog Kombinacje grup obciążeń , zawierający listę klas kombinacji obciążeń.	Wszystkie ustawienia w tej opcji mają związek wyłącznie z obliczeniami dla obwiedni wielkości statycznych i kinematycznych i są brane pod uwagę gdy jest włączona klauzula Kombinatoryka w opcji Wyniki . Lista zawiera dziewięć klas kombinacji. Każda klasa może mieć własną formułę tworzenia kombinacji.
Deklarowanie klasy kombinacji	Kliknąć podwójnie na pierwszej pozycji listy klas kombinacji.	Użyć klawisza [Enter] .	Pojawi się dialog Kombinacja obciążeń zawierająca pola: 1. Współczynnik : - dla określenia współczynnika obciążeniowego dla całej klasy kombinacji obciążeń, 2. Zawsze : - dla określenia formuły kombinacji dla grup obciążeń o charakterze stałym, 3. Ewentualnie : - dla określenia formuły kombinacji dla grup obciążeń o charakterze zmiennym,	Domyślnie deklarowana jest przez program pierwsza klasa kombinacji, w której wszystkie grupy obciążeń zaliczane są jako zmienne (wchodzące do formuły w polu Ewentualnie), a formuła jest prostą sumą symboli grup, co oznacza, że traktowane są one niezależnie ze współczynnikami obciążeniowymi o wartości 1,0 . W przykładzie przyjęto domyślne ustawienia dla pierwszej klasy kombinacji, czyli: Zawsze : (brak formuły) Ewentualnie : L+P+S+T+U natomiast pozostałe klasy kombinacji są „puste” (nie są brane pod uwagę).

Analiza statyczna i wytrzymałościowa ramy

Do analizy statyczno-wytrzymałościowej ustroju służą opcje zgrupowane w opcji głównej **Wyniki**. Opcje te są podzielone na trzy sekcje:

1. Sekcja analizy statyczno-wytrzymałościowej obejmująca opcje:



Naprężenia,
Siły przekrojowe,
Reakcje-Węzły,
Przemieszczenia,
Długości wyboczeniowe.



2. Sekcja wymiarowania prętów wg norm obejmująca opcje:



Stal-PN - 90/B-03200,
Stal-PN - Połączenia,
Stal-PN - Środek fality,
Stal-PN - Dźwigar ażurowy,
Żelbet - PN-B-03264:1999,
Drewno - PN-B-03264:2000,

Sekcja klauzul obliczeniowych, która obejmuje:


- klauzulę **Kombinatoryka** (jej włączenie sprawia, że wszystkie obliczenia są wykonywane dla wyznaczenia obwiedni, a więc dla wszystkich realnych kombinacji grup obciążeń),
- klauzulę **Obciążenia obliczeniowe** (jej wyłączenie powoduje, że przeprowadzone zostaną obliczenia dla charakterystycznych wartości obciążeń, tzn. nie uwzględnione zostaną obciążeniowe współczynniki bezpieczeństwa),
- klauzulę **Część długotrwała obc.** (jej włączenie sprawia, że wszystkie obliczenia są wykonywane dla obciążeń zredukowanych do ich części długotrwałej, określanej w opcji **Obciążenia/Grupy obciążeń**, czyli z uwzględnieniem współczynnika ψ_d).

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Wyznaczanie naprężeń w prętach ramy				
Wywołanie opcji Wyniki-Naprężenia .	Kliknąć kolejno na pozycjach menu: Wyniki-Naprężenia .	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[W]+[N]	Nastąpi otwarcie odrębnego okna roboczego opcji, w którym rysowany jest schemat ramy wraz wykresami naprężeń normalnych w skrajnych włóknach przekrojów prętów. U dołu ekranu wyświetlana jest linia statusu związana z opcją.	W przypadku, gdy włączona jest klauzula Kombinatoryka , to wykresy będą obwiedniami naprężeń w skrajnych włóknach prętów. Przekroczenie wartości porównawczych naprężeń jest sygnalizowane <i>kolorem elementów wyróżnionych</i> na wykresach.
Wyświetlanie naprężeń na pręcie	Wybrać pręt przez podwójne kliknięcie na nim	Wybrać pręt przez sekwencyjne użycie klawiszy [+] i [-] , a następnie użycie klawisza [Enter] .	Pojawi się dialog Naprężenia-Pręt nr. , w którym wyświetlane są szczegółowe wyniki odnośnie naprężeń w wybranym pręcie	Sposób prezentacji wyników zależy od stanu klauzuli Kombinatoryka .
Automatyczne wyszukiwanie miejsca naprężeń maksymalnych	Kliknąć na przycisku  paska narzędzi	Użyć kombinacji klawiszy [Ctrl]+[Enter]	Zostaną wykonane obliczenia związane z wyszukiwaniem, a następnie wyświetlony zostanie dialog Naprężenia-Pręt nr. , w którym wskazane będzie miejsce i wartość maksymalnych naprężeń porównawczych.	Wyszukiwanie zależy od jego zakresu określonego w parametrach opcji (klawisz [F10]) oraz wyboru materiału (sekcja Mat : linii statusu).
Wyświetlanie diagramu stopni wykorzystania nośności dla klasycznego warunku naprężeniowego	Kliknąć na przycisku  paska narzędzi	Użyć klawisza [Ins] .	Pojawi się dialog Wykorzystanie przekrojów zawierający słupkowe diagramy stopni wykorzystania nośności prętów dla poszczególnych przekrojów.	Stopień wypełnienia słupków kolorem jest proporcjonalny do stosunku maksymalnego naprężenia porównawczego w pręcie, a kolor zależy od znaku tego naprężenia.
Zmiana skali wykresów	Za pomocą menu Parametry-Parametry opcji lub bezpośrednio - klawisz [F10] Z poziomu okna roboczego opcji - klawisze: [<] - dla zmniejszania skali [>] - dla zwiększania skali.		Wykresy w oknie roboczym opcji zostaną uaktualnione stosownie do polecenia zmiany skali.	

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Wyznaczanie sił przekrojowych w prętach ramy				
Wywołanie opcji Wyniki-Siły przekrojowe .	Kliknąć kolejno na pozycjach menu: Wyniki-Siły przekrojowe .	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[W]+[S]	Nastąpi otwarcie odrębnego okna roboczego opcji, w którym rysowany jest schemat ramy wraz wykresami momentów zginających na prętach.	W przypadku, gdy włączona jest klauzula Kombinatoryka , to wykresy będą obwiedniami momentów zginających.
Wyświetlanie sił przekrojowych na pręcie	Wybrać pręt przez podwójne kliknięcie na nim.	Wybrać pręt przez sekwencyjne użycie klawiszy [+] i [-] , a następnie użycie klawisza [Enter] .	Pojawi się dialog Momenty-Pręt nr.: , w którym wyświetlane są szczegółowe wyniki odnośnie sił w wybranym pręcie	Sposób prezentacji wyników zależy od stanu klauzuli Kombinatoryka .
Automatyczne wyszukiwanie miejsca maksymalnej siły przekrojowej	Kliknąć na przycisku  paska narzędzi	Użyć kombinacji klawiszy [Ctrl]+[Enter]	Zostaną wykonane obliczenia związane z wyszukiwaniem, a następnie wyświetlony zostanie dialog Momenty-Pręt nr.: , w którym wskazane będzie miejsce i wartość maksymalnego momentu zginającego.	Wyszukiwanie zależy od jego zakresu określonym w parametrach opcji (klawisz [F10]) oraz wyboru rodzaju siły przekrojowej (sekcja Momenty / Normalne / Tnące linii statusu).
Przełączanie na inny rodzaj siły przekrojowej.	Kliknąć na sekcji Momenty / Normalne / Tnące linii statusu.	Użyć sekwencyjnie klawisza [Tab] do momentu wyświetlenia zamierzonego rodzaju siły przekrojowej.	Nastąpi aktualizacja wykresu stosownie do wybranego rodzaju siły przekrojowej.	Zmiany rodzaju siły przekrojowej można dokonać również w dialogu Parametry opcji dostępnym poprzez menu Parametry-Parametry opcji lub bezpośrednio - klawisz [F10] .
Wyświetlanie lub gaszenie wartości liczbowych sił przekrojowych na wykresach.	Kliknąć na przycisku  paska narzędzi lub poprzez menu: Parametry-Wartości	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[M]+[W]	W przekrojach charakterystycznych poszczególnych prętów wyświetlone zostaną wartości rzędnych aktualnej siły przekrojowej.	Wielkość czcionki wyświetlanych wartości liczbowych może być określona w opcji Parametry-Parametry aplikacji (pole Wysokość numeracji dialogu Parametry aplikacji)
Zmiana skali wykresów	Za pomocą menu Parametry-Parametry opcji lub bezpośrednio - klawisz [F10] Z poziomu okna roboczego opcji - klawisze: [<] - dla zmniejszania skali [>] - dla zwiększania skali.		Wykresy w oknie roboczym opcji zostaną uaktualnione stosownie do polecenia zmiany skali.	
Wyznaczanie reakcji podpór ramy i przemieszczeń węzłów				
Wywołanie opcji Wyniki-Reakcje-Węzły .	Kliknąć kolejno na pozycjach menu: Wyniki-Reakcje-Węzły .	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[W]+[R]	Nastąpi otwarcie odrębnego okna roboczego opcji, w którym rysowany jest schemat ramy wraz z symbolami sił reakcji. U dołu ekranu wyświetlana jest linia statusu związana z opcją.	W przypadku, gdy włączona jest klauzula Kombinatoryka symbole sił reakcji nie są rysowane.
Wyświetlanie sił reakcji na węźle.	Wybrać węzeł przez podwójne kliknięcie na nim	Wybrać węzeł przez sekwencyjne użycie klawiszy [+] i [-] , a następnie użycie klawisza [Enter] .	Pojawi się dialog Węzeł: , w którym wyświetlane są szczegółowe wyniki odnośnie reakcji podpory (jeśli jest zadeklarowana) oraz przemieszczeń globalnych węzła.	Sposób prezentacji wyników zależy od stanu klauzuli Kombinatoryka .

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Automatyczne wyszukiwanie węzła o maksymalnym przemieszczeniu	Kliknąć na przycisku  paska narzędzi	Użyć kombinacji klawiszy [Ctrl]+[Enter]	Zostaną wykonane obliczenia związane z wyszukiwaniem, a następnie wyświetlony zostanie dialog Węzeł: , w którym wyświetlane są wartości jego przemieszczeń i - ewentualnie - wartości sił reakcji	
Wyświetlanie lub gaszenie wartości liczbowych sił reakcji podópór.	Kliknąć na przycisku  paska narzędzi lub poprzez menu: Parametry-Wartości	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[M]+[W]	Obok symboli sił reakcji wyświetlane są (lub gaszone) wartości liczbowe.	Wielkość czcionki wyświetlanych wartości liczbowych może być określona w opcji Parametry-Parametry aplikacji .

Wyznaczanie przemieszczeń (deformacji) prętów ramy

Wywołanie opcji Wyniki-Przemieszczenia .	Kliknąć kolejno na pozycjach menu: Wyniki-Przemieszczenia .	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[W]+[P]	Nastąpi otwarcie odrębnego okna roboczego opcji, w którym rysowany jest schemat ramy wraz wykresami przemieszczeń na prętach ramy.	W przypadku, gdy włączona jest klauzula Kombinatoryka , wykresy nie są rysowane.
Wyświetlanie przemieszczeń na pręcie	Wybrać pręt przez podwójne kliknięcie na nim	Wybrać pręt przez sekwencyjne użycie klawiszy [+] i [-] , a następnie użycie klawisza [Enter] .	Pojawi się dialog Deformacja pręta nr.: , w którym wyświetlane są szczegółowe wyniki odnośnie przemieszczeń na wybranym pręcie	Przy włączonej klauzuli Kombinatoryka , dialog Deformacja pręta nr nie pojawia się a wynikami są maksymalne miary deformacji pręta (L/f) spośród wszystkich realnych kombinacji grup obciążeń.
Automatyczne wyszukiwanie miejsca maksymalnej deformacji	Kliknąć na przycisku  paska narzędzi	Użyć kombinacji klawiszy [Ctrl]+[Enter]	Zostaną wykonane obliczenia związane z wyszukiwaniem, a następnie wyświetlony zostanie dialog Deformacja pręta nr.	Wyszukiwanie zależy od jego zakresu określonym w parametrach opcji (klawisz [F10]).
Zmiana skali wykresów	Za pomocą menu Parametry-Parametry opcji lub bezpośrednio - klawisz [F10] Z poziomu okna roboczego opcji - klawisze: [<] - dla zmniejszania skali [>] - dla zwiększania skali.		Wykresy w oknie roboczym opcji zostaną uaktualnione stosownie do polecenia zmiany skali.	

Wyznaczanie długości wyboczeniowych prętów ramy

Wywołanie opcji Wyniki-Długości wyboczeniowe	Kliknąć kolejno na pozycjach menu: Wyniki-Długości wyboczeniowe .	Użyć kombinacji klawiszy [Alt]+[W]+[D]	Nastąpi wywołanie procedury obliczeń, a następnie otwarcie odrębnego okna roboczego opcji, w którym rysowany jest schemat ramy oraz linia statusu informująca o długości wyboczeniowej aktywnego pręta	Długości wyboczeniowe prętów dotyczą wyboczenia w płaszczyźnie ustroju i są wyznaczane zgodnie z zasadami klasycznej mechaniki budowli, a więc nie mają ścisłego związku z jakąkolwiek normą wymiarowania konstrukcji.
---	--	---	--	--

Operacja	Mysz	Klawiatura	Efekt	Uwagi
Wyświetlanie przemieszczeń na pręcie	Wybrać pręt przez podwójne kliknięcie na nim	Wybrać pręt przez sekwencyjne użycie klawiszy [+] i [-] , a następnie użycie klawisza [Enter] .	Pojawi się dialog Postać wyboczeniowa pręta nr.: , w którym wyświetlane są: stopnie sztywności pręta (w węzłach i na przesuw), stopnie podatności (w węzłach i na przesuw).	Wyznaczane wielkości wynikają z analizy zagadnienia Eulera modelu pręta, w którym oddziaływania sąsiednich prętów zastąpiono ekwiwalentnymi sprężynami (na obrót w węzłach i na przechył pręta).

Wymiarowanie prętów ramy

Szczegóły odnośnie wymiarowania prętów stalowych są omówione w instrukcjach użytkownika poszczególnych modułów pakietu RM.

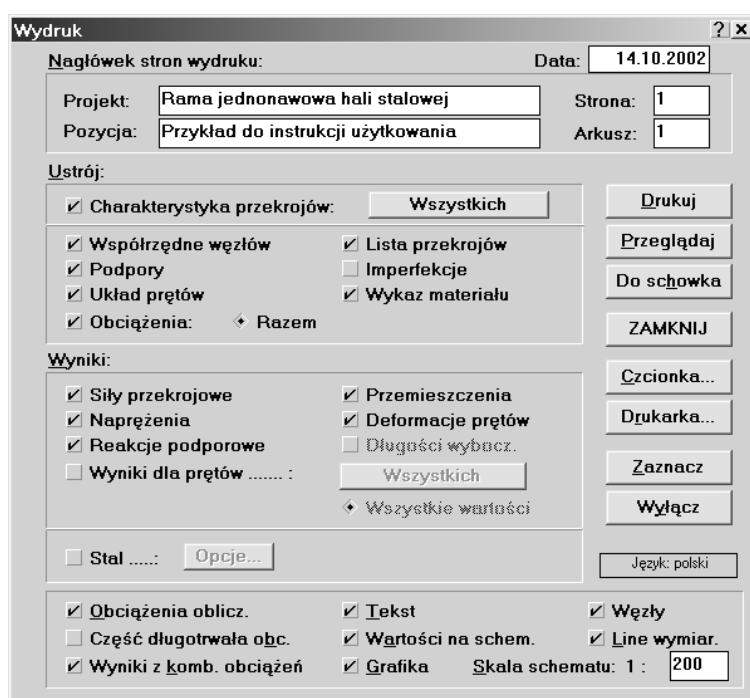
Dokumentacja zadania - wydruki

Dokumentację zadania można tworzyć:

- **Bezpośrednio** - z wykorzystaniem głównej opcji wydruku, dostępnej z poziomu menu głównego aplikacji RM-MINI, tj. **Pliki-Drukuj...**, oraz za pomocą funkcji wydruków aktywnych okien roboczych i dialogowych **Wydrukuj...** dostępnej poprzez tzw. menu systemowe okna.

Bezpośredni sposób wydruku wykorzystuje opcje i funkcje menedżera wydruku systemu Windows, a więc nie wymaga dodatkowych programów realizujących funkcję wydruku.

- **Pośrednio** - poprzez eksport wydruku do schowka, a następnie importowanie do dowolnego edytora tekstu (np. MS Word, WordPad) akceptującego tzw. format **rtf**.



Rys. 2

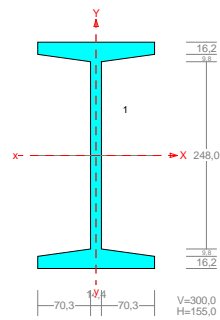
W dalszej części instrukcji użytkownika załączono przykład wydruku opisanego wyżej zadania przy włączonej klauzuli **Kombinatoryka**, a więc dla obwiedni wielkości statycznych i kinematycznych z parametrami wydruku jak na Rys. 2.

Wydruk został sporządzony z wykorzystaniem eksportu, a więc za pośrednictwem schowka systemu Windows. W tym celu - z poziomu okna parametrów **Wydruk** - użyto polecenia **Do schowka**, a następnie "wklejono" zawartość schowka do dokumentu sporządzonego przy pomocy MS Word.

Przykład wydruku

PRZEKRÓJ Nr: 1

Nazwa: "I 400 -> 300"



CHARAKTERYSTYKA PRZEKROJU:

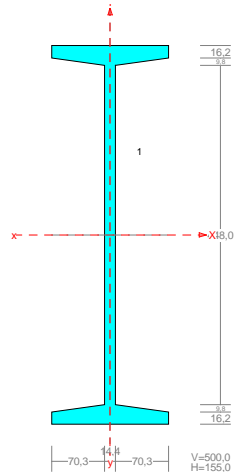
Materiał: 4 Stal 18G2

Gł.centrosie bezwładn.[cm]:	Xc=	7,7	Yc=	15,0
			alfa=	0,0
Momenty bezwładności [cm4]:	Jx=	14771,1	Jy=	1179,2
Moment dewiacji [cm4]:			Dxy=	0,0
Gł.momenty bezwładn. [cm4]:	Ix=	14771,1	Iy=	1179,2
Promienie bezwładności [cm]:	ix=	12,0	iy=	3,4
Wskaźniki wytrzymał. [cm3]:	Wx=	984,7	Wy=	152,2
	Wx=	-984,7	Wy=	-152,2
Powierzchnia przek. [cm2]:			F=	102,5
Masa [kg/m]:			m=	80,5
Moment bezwładn.dla zginania w płaszcz.ukł. [cm4]:	Jzg=	14771,1		

Nr.	Oznaczenie	Fi: [deg]	Xs: [cm]	Ys: [cm]	Sx: [cm3]	Sy: [cm3]	F: [cm2]
1	I *300x155	0	0,00	0,00	0,0	0,0	102,5

PRZEKRÓJ Nr: 2

Nazwa: "I 400 -> 500"



CHARAKTERYSTYKA PRZEKROJU:

Materiał: 4 Stal 18G2

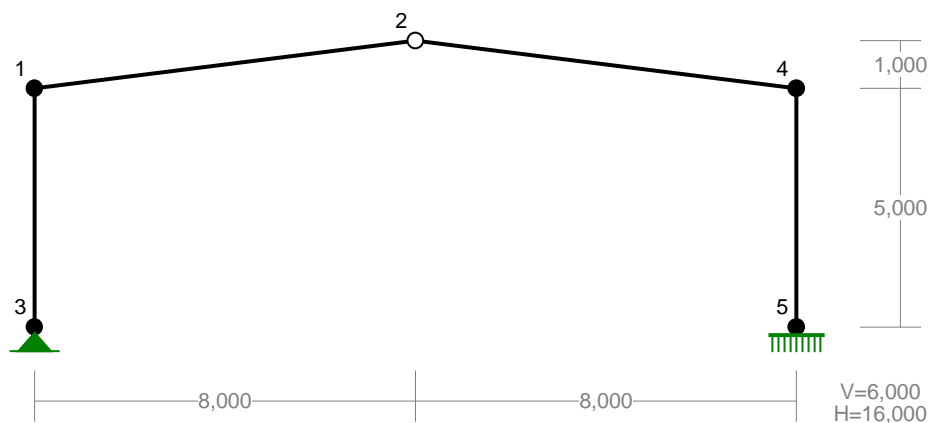
Gł.centrosie bezwładn.[cm]:	Xc=	7,7	Yc=	25,0
			alfa=	0,0
Momenty bezwładności [cm4]:	Jx=	48990,0	Jy=	1184,2

INSTRUKCJA UŻYTKOWANIA PROGRAMU

XXIII

Moment dewiacji [cm4]: Dxy= 0,0
 Gł.momenty bezwładn. [cm4]: Ix= 48990,0 Iy= 1184,2
 Promienie bezwładności [cm]: ix= 19,3 iy= 3,0
 Wskaźniki wytrzymał. [cm3]: Wx= 1959,6 Wy= 152,8
 Wx= -1959,6 Wy= -152,8
 Powierzchnia przek. [cm2]: F= 131,3
 Masa [kg/m]: m= 103,1
 Moment bezwładn.dla zginania w płaszcz.ukł. [cm4]: Jzg= 48990,0

Nr.	Oznaczenie	Fi: [deg]	Xs: [cm]	Ys: [cm]	Sx: [cm3]	Sy: [cm3]	F: [cm2]
1	I *500x155	0	0,00	0,00	0,0	0,0	131,3



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	5,000	4	16,000	5,000
2	8,000	6,000	5	16,000	0,000
3	0,000	0,000			

PODPORY:

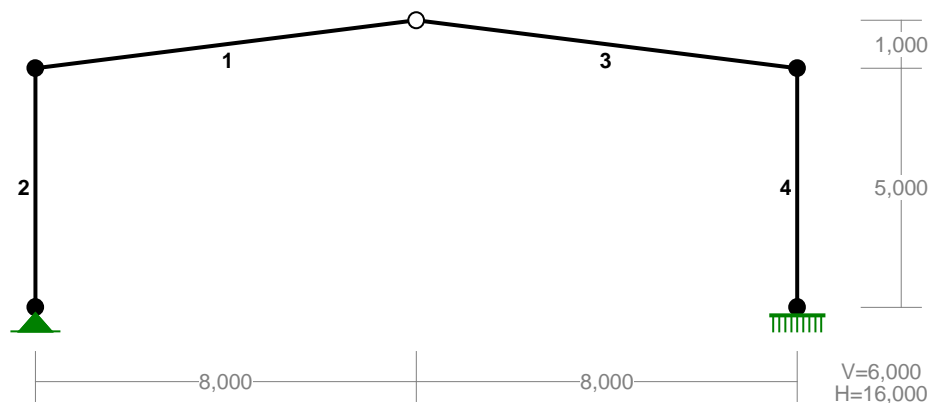
P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*): [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
3	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
5	utwierdzenie	90,0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00

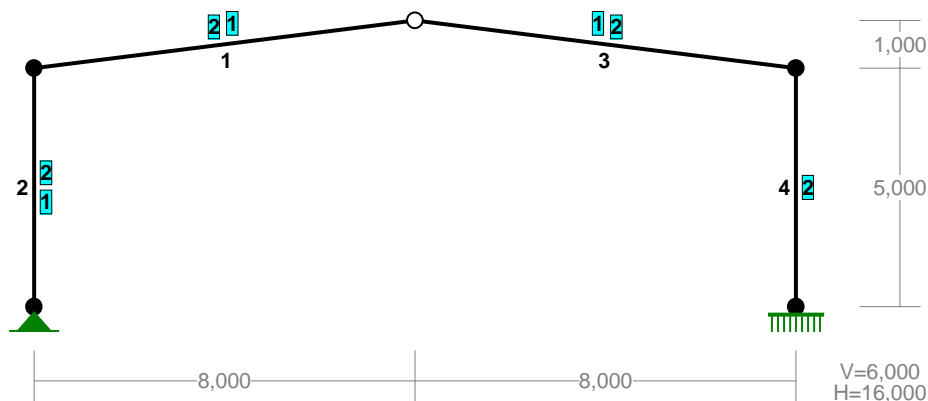
OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	Wx(Wo*) [m]:	Wy[m]:	FIo[grad]:
B r a k O s i a d a ń				

PRETY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
 10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
 22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	01	1	2	8,000	1,000	8,062	1,000	2-1
2	00	1	3	0,000	-5,000	5,000	1,000	2-1
3	10	2	4	8,000	-1,000	8,062	1,000	1-2
4	00	4	5	0,000	-5,000	5,000	1,000	2 i 400 -> 500

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	102,5	14771	1179	985	985	30,0	4 Stal 18G2
2	131,3	48990	1184	1960	1960	50,0	4 Stal 18G2

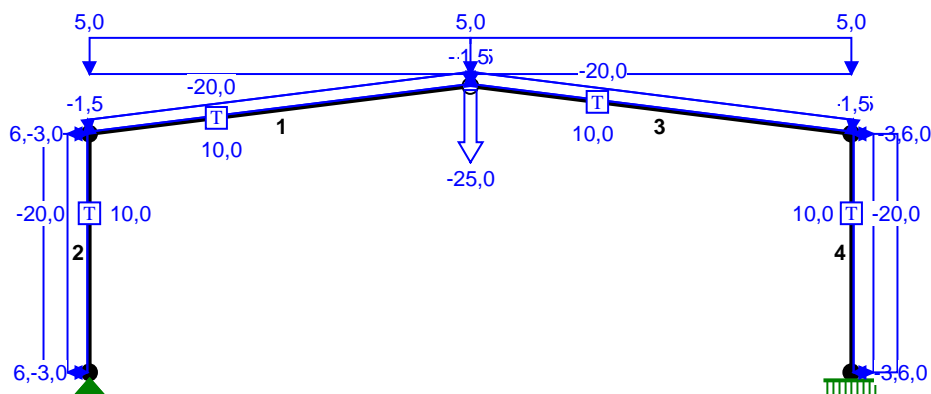
STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
4 Stal 18G2	205000	305,000	1,20E-05

ZESTAWIENIE MATERIAŁU:

Oznaczenie:	Materiał:	Długość[m]	Masa[t]
I *500x155	Stal 18G2	1x 5,00	= 5,00
Pozostałe przekroje		= 21,12	1,939
MASA CAŁKOWITA USTROJU:			2,455

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: L "Wiatr z lewej"						
				Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Liniowe	7,1	1,50	1,50	0,00	8,06
2	Liniowe	90,0	6,00	6,00	0,00	5,00
3	Liniowe	-7,1	-1,50	-1,50	0,00	8,06
4	Liniowe	-90,0	-3,00	-3,00	0,00	5,00
Grupa: P "Wiatr z prawej"						
				Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Liniowe	7,1	-1,50	-1,50	0,00	8,06
2	Liniowe	90,0	-3,00	-3,00	0,00	5,00
3	Liniowe	-7,1	1,50	1,50	0,00	8,06
4	Liniowe	-90,0	6,00	6,00	0,00	5,00
Grupa: S "Obciążenie śniegiem"						
				Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Liniowe-Y	0,0	5,00	5,00	0,00	8,06
3	Liniowe-Y	0,0	5,00	5,00	0,00	8,06
Grupa: T "Działanie temperatury"						
				Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Temp.		-20,00	10,00		
2	Temp.		10,00	-20,00		
3	Temp.		-20,00	10,00		
4	Temp.		-20,00	10,00		
Grupa: U "Obc. użytkowe"						
				Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Skupione	180,0	-25,00		8,06	

W Y N I K I

Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

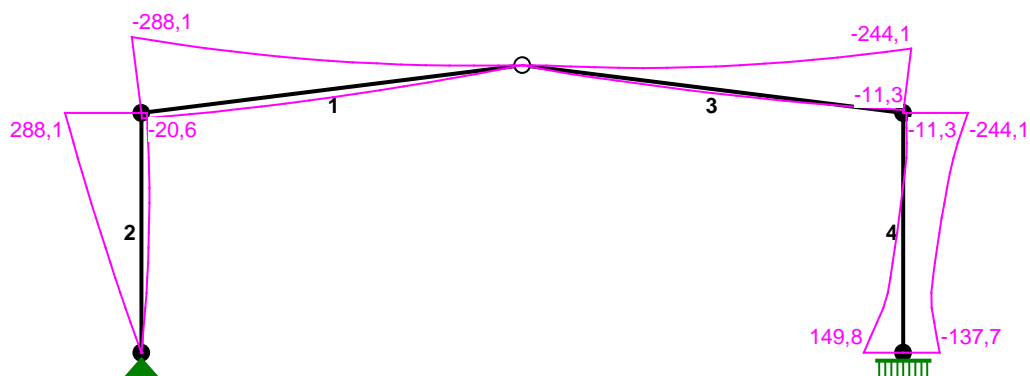
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
L - "Wiatr z lewej"	Zmienne	1	1,00
P - "Wiatr z prawej"	Zmienne	1	1,00
S - "Obciążenie śniegiem"	Zmienne	1	1,00
T - "Działanie temperatury"	Zmienne	1	1,00
U - "Obc. użytkowe"	Zmienne	1	1,00

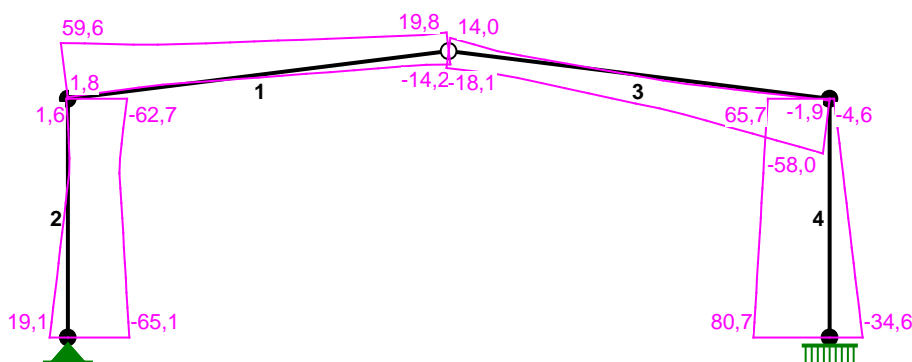
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
L - "Wiatr z lewej"	EWENTUALNIE Nie występuje z: P
P - "Wiatr z prawej"	EWENTUALNIE Nie występuje z: L
S - "Obciążenie śniegiem"	EWENTUALNIE
T - "Działanie temperatury"	EWENTUALNIE
U - "Obc. użytkowe"	EWENTUALNIE

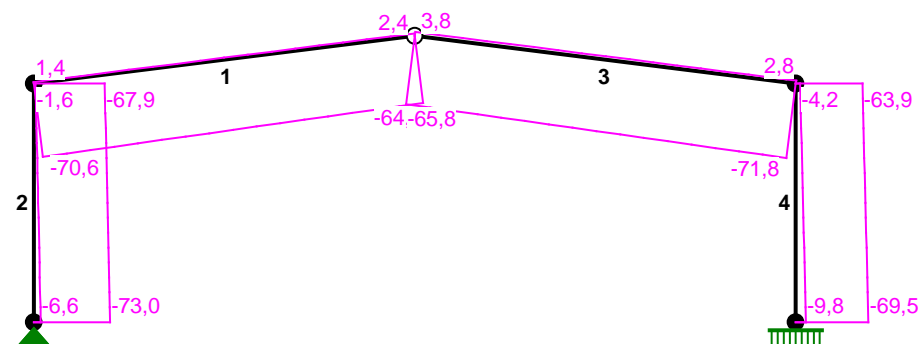
MOMENTY-OBWIEDNIE:



SIŁY-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

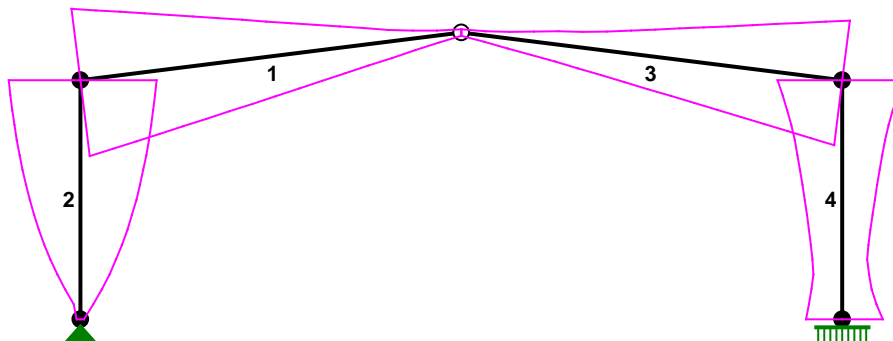
Pręt: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]: Kombinacja obciążeń:

1	3,023	32,0*	-0,1	-11,5	LT
	0,000	-288,1*	53,7	-57,2	PSU
	0,000	-238,3	59,6*	-70,6	LSU
	8,062	-0,0	5,8	2,4*	PT
	0,000	-238,3	59,6	-70,6*	LSU
2	0,000	288,1*	-50,1	-60,4	PSU
	1,875	-30,4*	0,4	-11,1	LT
	5,000	-0,0	-65,1*	-65,5	PSU
	0,000	29,3	1,6	-1,6*	PT
	5,000	0,0	-32,7	-73,0*	LSU
3	3,527	15,0*	-0,1	-0,2	P
	8,062	-244,1*	-48,3	-68,1	LSTU
	8,062	-225,3	-58,0*	-50,7	PSTU
	0,000	0,0	5,0	3,8*	PT
	8,062	-216,0	-44,8	-71,8*	LSU
4	5,000	149,8*	80,7	-59,0	LSU
	0,000	-244,1*	61,6	-56,4	LSTU

5,000	149,8	80,7*	-59,0	LSU
0,000	-30,2	17,9	-4,2*	L
5,000	-84,8	13,1	-69,5*	PSTU

* = Max/Min

NAPĘŻENIA-OBWIEDNIE:



NAPĘŻENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
		Ro		[MPa]	
1	0,000	0,468*		142,7	PSU
	4,031	-0,073*		-22,1	LT
	4,031		0,066*	20,2	LT
	0,000		-0,496*	-151,4	PSU
2	2,500	0,062*		19,0	LT
	0,000	-0,497*		-151,6	PSU
	0,000		0,467*	142,4	PSU
	2,500		-0,069*	-21,1	LT
3	8,062	0,391*		119,4	LSTU
	1,512	-0,046*		-13,9	PS
	3,023		0,036*	11,1	P
	8,062		-0,425*	-129,8	LSTU
4	0,000	0,394*		120,3	LSTU
	5,000	-0,265*		-80,9	LSU
	5,000		0,236*	72,0	LSU
	0,000		-0,423*	-128,9	LSTU

* = Max/Min

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł: H[kN]: V[kN]: R[kN]: M[kNm]: Kombinacja obciążeń:

3	65,1*	65,5	92,3		PSU
	-19,1*	14,2	23,8		LT
	32,7	73,0*	80,0		LSU
	13,4	6,6*	14,9		PT
	65,1	65,5	92,3*		PSU
5	34,6*	20,4	40,2	-137,7	PT
	-80,7*	59,0	99,9	149,8	LSU
	-13,1	69,5*	70,8	-84,8	PSTU
	-32,9	9,8*	34,3	96,9	L
	-80,7	59,0	99,9*	149,8	LSU
	-80,7	59,0	99,9	149,8*	LSU
	34,6	20,4	40,2	-137,7*	PT

* = Max/Min

PRZEMIESZCZENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,02868	0,00044	0,02868	PSU LSTU PSU
2	0,01917	0,07767	0,08000	PSU PSU PSU
3	0,00000	0,00000	0,00000	PSU LSU
4	0,00983	0,00042	0,00984	LT PSTU LT
5	0,00000	0,00000	0,00000	LSU PSTU

DEFORMACJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	L/f:	Kombinacja obciążeń:
1	553,6	PSU
2	659,4	PSU
3	817,5	LSU
4	1561,0	PSU