

Moduł

Belka żelbetowa

Spis treści

BELKA ŻELBETOWA	3
210.1. WIADOMOŚCI OGÓLNE	3
210.1.1. Opis programu	3
210.1.2. Zakres programu	3
210.1.3. Opis podstawowych funkcji programu	3
210.1.4. Zalecenia przy wymiarowaniu	6
210.2. WPROWADZENIE DANYCH	7
210.2.1. Utworzenie nowego projektu belki	7
210.2.2. Zakładka „Geometria”	7
210.2.3. Zakładka „Przekroje”	9
210.2.4. Okno „Przekroje”	10
210.2.5. Zakładka „Przeguby”	12
210.2.6. Zakładka „Grupy obciążeń”	13
210.2.7. Zakładka „Obciążenia”	14
210.2.8. Zakładka „Wymiarowanie”	16
210.2.9. Zakładka „Zbrojenie”	17
210.2.10. Kombinacje obciążeń	18
210.2.11. Pulpit graficzny programu	19
210.2.12. Okno 3D	19
210.2.13. Drzewo projektu	20
210.2.14. Obliczenia belki	21
210.3. WYNIKI	21
210.4. PRZYKŁAD	23
210.4.1. Dane wejściowe	23
210.4.2. Wprowadzanie Projektu do Programu Konstruktor.	27
210.4.3. Wyniki	36

Belka żelbetowa

210.1. Wiadomości ogólne

210.1.1. Opis programu

Program **Belka żelbetowa** przeznaczony jest do obliczeń statycznych i wymiarowania żelbetowych belek ciągłych. Moduł może prowadzić obliczenia statyczne samodzielnie i niezależnie, lub przejmować wyniki obliczeń z programu **Rama 2D**, w celu przeprowadzenia dalszego wymiarowania elementów. Program oblicza siły przekrojowe w belce wykorzystując model metody przemieszczeń w ujęciu macierzowym. W wyniku analizy statycznej otrzymujemy obwiednie sił przekrojowych (momentów i sił tnących) uwzględniającą pełną kombinatorykę dla wszystkich grup obciążeń (z relacjami typu wykluczenie lub występowanie łączne). Algorytm wymiarowania belek wykonany został w oparciu o najnowszą normę PN-B-03264: 2002. „Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone”. Wymiarowanie zbrojenia wykonano z uwzględnieniem następujących stanów granicznych i warunków użytkowych:

- dla zbrojenia na zginanie
- stan graniczny nośności z uwagi na obwiednię momentów gnących,
- stan graniczny użytkowania z uwagi na dopuszczalną szerokość rozwarcia rys prostopadłych do osi elementu (opcjonalnie),
- warunków konstrukcyjnych uwzględniających minimalną wielkość zbrojenia w przekroju oraz ilość prętów doprowadzonych z przęśła do podpory,
- dla zbrojenia na ścinanie
- stan graniczny nośności z uwagi na obwiednię sił tnących,
- stan graniczny użytkowania z uwagi na dopuszczalną szerokość rozwarcia rys ukośnych do osi elementu,
- warunków konstrukcyjnych uwzględniających rozstaw strzemion i prętów odgiętych oraz minimalny stopień zbrojenia strzemionami.

Dodatkowo określane jest ugięcie poszczególnych przęseł belki w stanie zarysowanym.

210.1.2. Zakres programu

Program oblicza belki ciągłe o praktycznie dowolnej liczbie przęseł (max 100). Dla każdego przęśła minimum w 121 punktach obliczane są wielkości sił przekrojowych i wymiarowane zbrojenie. W związku z powyższym maksymalna gęstość uzyskanych wyników wynosi około 0.008 długości przęśła. Dokładność ustalania długości odcinka ścinania wynosi minimum około 0.008 długości przęśła. Graniczna wielkość zbrojenia podłużnego, dobrana na podstawie kolejnych iteracji wynikających z warunku nie przekroczenia dopuszczalnej wielkości rys prostopadłych do osi elementu wynosi 5% powierzchni przekroju belki (gdy opcja doboru zbrojenia na podstawie rys prostopadłych jest uaktywniona). Programem „Belka żelbetowa” można obliczać elementy o stosunku rozpiętości obliczeniowej do wysokości belki

$$\frac{L_0}{h} \geq$$

4.

Dla belek wysokich (belek ścian, $\frac{L_0}{h} < 4$) obowiązują obliczenia na podstawie teorii tarcz.

210.1.3. Opis podstawowych funkcji programu

210.1.3.1 Obliczania statyczne

Program oblicza statykę belki ciągłej macierzową metodą przemieszczeń z uwzględnieniem pełnej kombinatoryki po grupach obciążeń. Wyniki mogą być podane dla poszczególnych grup obciążeń oraz dla kombinacji grup obciążeń. W drugim przypadku podawana jest obwiednia sił tnących i momentów w poszczególnych punktach belki. Dla każdej grupy obciążeń należy określić charakter obciążenia (stałe lub zmienne) oraz zdefiniować współczynniki obciążenia.

W przypadku obciążania belki wielkościami obliczeniowymi oba współczynniki obciążenia powinny mieć wartość „1” (ustawienie domyślne). Wyniki w postaci ekstremalnych sił przekrojowych i wartości sił im odpowiadających, podawane są w programie dla obciążeń obliczeniowych (z uwzględnieniem podanych współczynników obciążenia), natomiast wartości charakterystyczne potrzebne do obliczeń stanów granicznych użytkowania, podawane są dla wartości charakterystycznych, otrzymanych przez podzielenie wielkości obliczeniowych przez średni współczynnik obciążenia o wartości 1.18.

210.1.3.2 Wymiarowanie zbrojenia na zginanie

Algorytm wymiarowania belki na zginanie opracowano w oparciu o metodę uproszczoną, zawartą w normie PN-B-03264: 2002 „Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone”. Program w każdym punkcie wymiaruje belkę na zginanie dobierając odpowiednio potrzebne wielkości powierzchni przekroju zbrojenia górnego i dolnego, uwzględniając warunek nośności i warunki konstrukcyjne na minimalne zbrojenie w przekroju. Dla tak policzonej powierzchni zbrojenia, oraz określonych przez użytkownika średnic zbrojenia górnego, dolnego i konstrukcyjnego ustalane są ilości prętów podłużnych górą i dołem belki. Wkładki zbrojenia są dobierane z uwzględnieniem poniższych warunków:

- minimum 1/3 prętów zbrojenia dolnego doprowadzona jest z przęsła do podpory, w przypadku stosowania zbrojenia konstrukcyjnego ilość prętów przyjętych przez program w przekroju jest nie mniejsza niż ilość cięć strzemiem (w przypadku zbyt małej ilości prętów uzupełniane są prętami konstrukcyjnymi),
- sprawdzane jest minimalny przekrój zbrojenia podłużnego (wzory nr 23 a i b normy PN-B-03264: 2002) oraz minimalne zbrojenie rozciągane z uwagi na ograniczenie rys skurczowych (wzór nr 111 normy PN-B-03264: 2002),
- zachowana jest ciągłość dobranych średnic zbrojenia nad podporą i w przęśle, całość przęsła podzielona jest domyślnie górą na 5 (dla wspornika 2), a dołem na 3 (dla wspornika 2) odcinki o jednakowym zbrojeniu,
- istnieje możliwość zmiany przez użytkownika ilości (maksimum 10) i wielkości poszczególnych odcinków o jednakowym zbrojeniu.

Przedstawione powyżej warunki doboru wkładek zbrojeniowych pozwalają na logiczny i automatyczny ich dobór oraz optymalizację będącą kompromisem między ilością stali zbrojeniowej (obliczona jest szacunkowa masa stali na zginanie), ilością odcinków o różnym zbrojeniu, ciągłością poszczególnych wkładek i sztuką konstruowania zbrojenia belki. Dla tak dobranego (nie wyliczonego) zbrojenia oraz wartości charakterystycznych momentów obliczane są szerokości rozwarcia rys prostopadłych, dla górnej i dolnej powierzchni belki. Przy wyłączonej opcji doboru zbrojenia głównego na podstawie dopuszczalnej szerokości rozwarcia rys, na tym etapie kończy się wymiarowanie na zginanie. W przypadku włączenia opcji jak wyżej program w miejscach gdzie przekroczono wartość dopuszczalną rys, dodatkowo wykonuje iteracje polegające na stopniowym zwiększaniu zbrojenia na zginanie (za każdym razem o 5%), ponownym doborze wkładek a następnie sprawdzeniu szerokości rozwarcia rys, aż do momentu gdy będą one mniejsze od wielkości dopuszczalnej podanej przez użytkownika. W przypadku założenia przez użytkownika rys dopuszczalnych 0.1 mm, oraz dla belek o dużej ilości przęseł można spodziewać się pewnego spowolnienia obliczeń spowodowanego zwiększoną ilością iteracji. Górnym ograniczeniem dla powyższego procesu jest graniczny stopień zbrojenia belki równy 5%. W przypadku przejmowania wyników statyki z programu „Rama 2D”, w obliczeniach zbrojenia na zginanie uwzględniane są niewielkie osiowe siły rozciągające (znak -) i ściskające (znak +), przy czym siły rozciągające uwzględnione są przy liczeniu zbrojenia przez dodanie zbrojenia:

$$A_s = \frac{N_{sd}}{f_{yd}};$$

gdzie:

N_{sd} - rozciągająca siła osiowa odpowiadająca ekstremalnemu momentowi,
 f_{yd} – wytrzymałość obliczeniowa stali

natomiast siły ściskające pomijane są w obliczeniach (działają korzystnie), do momentu aż przekroczą wartość dopuszczalną powyżej której przekrój powinien być liczony jako mimośrodowo ściskany, co powoduje przerwanie obliczeń i podanie odpowiedniego komunikatu.

210.1.3.3 Wymiarowanie zbrojenia na ścinanie

Zbrojenie na ścinanie wyliczane jest zgodnie z nową procedurą zawartą w PN-B-03264: 2002, z uwzględnieniem dwóch wariantów możliwego zbrojenia (wybór jest pozostawiony użytkownikowi):

- zbrojenie prostymi lub ukośnymi strzemiionami,
- zbrojenie prostymi strzemiionami i prętami odgiętymi.

W pierwszym przypadku użytkownik zakłada średnicę strzemiion i liczbę cięć (maksimum 10), a program na podstawie obwiedni obliczeniowych sił tnących określa długość odcinka ścinania na podporze, dzieli wyliczony odcinek na mniejsze fragmenty o maksymalnej długości $2 \times d$ (dawniej h_0) i na każdym z nich określa potrzebny rozstaw strzemiion z warunku nośności, oraz z warunku użytkowego, określającego dopuszczalną szerokość rozwarcia rys ukośnych. Tak wyliczone rozstawy strzemiion sprawdzane są z warunkami konstrukcyjnymi, oraz minimalnym stopniem zbrojenia na ścinanie i w razie potrzeby odpowiednio korygowane (uwzględniane są wzory nr 209 - 211 normy PN-B-03264: 2002 określające minimalny stopień zbrojenia strzemiionami).

W drugim wariantcie użytkownik musi zdecydować jaka część siły tnącej ma być przejęta przez strzemiiona, a jaka przez pręty odgięte. Następnie procedura wymiarowania przebiega analogicznie jak w wariantcie pierwszym, przy czym wyliczany jest rozstaw strzemiion na poszczególnych odcinkach oraz ilość potrzebnych prętów odgiętych z uwzględnieniem warunków nośności i użytkowania. Również w drugim wariantcie wyliczone rozstawy sprawdzane są z warunkami konstrukcyjnymi i minimalnym stopniem zbrojenia.

Przy ścinaniu dodatkowo wyliczane są:

- nośność przekroju betonowego na ścinanie V_{rd1}
- nośność ze względu na ściskanie krzyżulca betonowego V_{rd2}
- maksymalny rozstaw ramion strzemiion w kierunku poprzecznym
- długość pozostałego odcinka zbrojonego na ścinanie jedynie z warunków konstrukcyjnych
- rozstaw strzemiion na odcinku konstrukcyjnym
- masa stali przyjętego zbrojenia na ścinanie.

Stany graniczne użytkowania przy ścinaniu sprawdzane są dla obwiedni charakterystycznych sił tnących uzyskanych przez podzielenie sił obliczeniowych przez średni współczynnik obciążenia o wartości 1.18. Przy przejmowaniu sił przekrojowych z "Ramy 2D" w algorytmie wymiarowania zbrojenia na ścinanie uwzględniane są niewielkie siły rozciągające.

Przy obliczaniu zbrojenia na ścinanie zbrojenie wyliczane jest jedynie na odcinkach przypodporowych, a w środku każdego przęsła zakładane jest zbrojenie konstrukcyjne. Algorytm programu nie przewiduje w chwili obecnej wymiarowania dodatkowego odcinka ścinania, którego początek i koniec znajduje się wewnątrz przęsła (sytuacja taka może wystąpić przy zadaniu np. dwóch rozsuniętych sił skupionych na jednym przęsle o znacznej wielkości w stosunku do pozostałych obciążeń ale o przeciwnym zwrocie). Wystąpienie powyżej opisanego przypadku jest dobrze widoczne na wykresie obwiedni sił tnących, gdy siły tnące występujące na podporach nie są maksymalnymi siłami tnącymi w danym przęsle belki.

210.1.3.4 Ugięcie w stanie zarysowanym

Program dla wybranej przez użytkownika kombinacji grup obciążeń oblicza wielkość ugięcia w stanie zarysowanym. Ugięcie liczone jest przybliżoną metodą belkową przy następujących założeniach:

- dla wybranej przez użytkownika kombinacji grup obciążeń charakterystycznych (bez współczynników obciążenia), dla każdego przęsła ustalane są rzeczywiste

przemieszczenia sprężyste (ugięcia i kąty obrotu) w minimum trzech punktach (na końcach i w środku przęsła),

- ugięcia sprężyste w pozostałych punktach z uwzględnieniem powyższych przemieszczeń aproksymowane są wielomianem trzeciego stopnia,
- dla każdego przęsła osobno ustalany jest współczynnik korygujący (zwiększający) ugięcia sprężyste, ze względu na spadek sztywności przęsła po zarysowaniu dla ekstremalnych momentów charakterystycznych (obwiedni momentów obliczeniowych podzielonych przez średni współczynnik obciążenia 1.18) mogących wystąpić w danym przęsle.

Tak policzone ugięcia w stanie zarysowanym jest wystarczająco dokładne do celów inżynierskich dla większości przypadków obciążenia. W przypadku gdy użytkownik chciałby jednak uzyskać kształt i wielkość ugięcia w bardziej dokładnej formie wystarczy odcinek belki, na którym przewidujemy wystąpienie maksymalnego ugięcia podzielić na części o teoretycznie różnym przekroju (w praktyce przekrój jest taki sam) wówczas w belce w czasie obliczeń tworzony jest w tym miejscu dodatkowy węzeł dla którego określane są dokładne ugięcia sprężyste (punkt podziału np. pod siłą skupioną). Analogicznie postępujemy gdy chcemy uzyskać precyzyjne ugięcia sprężyste w określonym miejscu belki (np. pod siłą skupioną).

210.1.3.5 Zmiany przekroju

Program belka umożliwia wprowadzanie zmian przekroju na poszczególnych przęsłach belki, a nawet wewnątrz przęsła. Własność ta uwzględniana jest w obliczeniach statycznych oraz częściowo wymiarowaniu. Przy wymiarowaniu belek żelbetowych należy zwrócić szczególną uwagę na sposób w jaki wprowadza się zmianę przekroju.

Wszelkie zmiany przekroju (na podporach i w przęsle), polegające na zmianach szerokości lub wysokości półki dolnej i górnej przekrojów teowych i dwuteowych, nie powodują żadnych błędów w algorytmie obliczeniowym i szkicu zbrojenia. Również zmiana wysokości i szerokości całego przekroju przeprowadzona w osi podpory, przy zachowaniu górnego lica belki

na jednym poziomie wymaga jedynie odpowiedniego wykonstruowania zbrojenia. Natomiast skokowe zmiany wysokości i szerokości przekroju w środku przęsła mogą powodować błędne wyniki wymiarowania na ścinanie (zwłaszcza gdy zmiana przekroju następuje na odcinku ścinania) oraz zły dobór zbrojenia. Generalnie przy wymiarowaniu obowiązują następujące zasady:

- zbrojenie na zginanie z warunku nośności i warunku użytkowego obliczane jest w każdym punkcie belki (minimum 121 punktów na każdym przęsle) z uwzględnieniem momentów (M_{max} , M_{min}) i przekroju jaki w tym punkcie występuje.
- zbrojenie na ścinanie obliczane jest dla maksymalnych (bezwzględnych) sił tnących na kolejnych odcinkach ścinania dla przekroju w osi podpory danego przęsła (całkowita długość odcinka ścinania ustalana jest również dla przekroju w osi podpory).

210.1.3.6 Punkty nieciągłości belki

Program umożliwia wprowadzenie na długości belki punktów nieciągłości w postaci przegubów (moment gnący $M_{sd}=0$). Punkty te uwzględniane są przy obliczaniu statyki belki, natomiast

ze względu na wątpliwą możliwość ich prawidłowego wykonstruowania w modelu żelbetowym, zostaną pominięte przy szkicowaniu zbrojenia (zachowana jest ciągłość zbrojenia w tych miejscach).

210.1.4. Zalecenia przy wymiarowaniu

Przy wymiarowaniu belek zaleca się wykonanie kilku obliczeń dla różnych średnic zbrojenia głównego (pierwszy wybór na „ślepo”, drugi i ewentualnie następne na podstawie ilości przyjętych przez program wkładek i różnic w momentach). Zaleca się stosowanie zbrojenia

konstrukcyjnego w postaci wkładek 10, 12 lub 14 mm, odpowiednio do wielkości średnic zbrojenia górnego i dolnego. Podczas kolejnych obliczeń należy monitorować szacunkową ilość stali na zginaniu i ścinanie, w celu optymalnego doboru wariantu zbrojenia. Pierwsze przeliczenie wykonać bez doboru zbrojenia na podstawie rys prostokątnych do osi belki w celu oszacowania wielkości ewentualnego przekroczenia rys. Mimo korzyści płynących ze zmniejszonej ilości stali potrzebnej na ścinanie przy stosowaniu prętów odgiętych, nie zaleca się stosowania tej opcji ze względu na zwiększone koszty robocizny przy przeginianiu prętów często o znacznych średnicach.

210.2. Wprowadzenie danych

Nawiasy klamrowe używane poniżej oznaczają, że parametr bądź wielkość w nich zawarta jest:

- [...] jednostką, w jakiej podawana jest poszczególna wielkość,
- <...> parametrem opcjonalnym, tj. takim, który w pewnych sytuacjach może nie występować,
- {...} zakresem, w jakim występuje dana wielkość.

210.2.1. Utworzenie nowego projektu belki

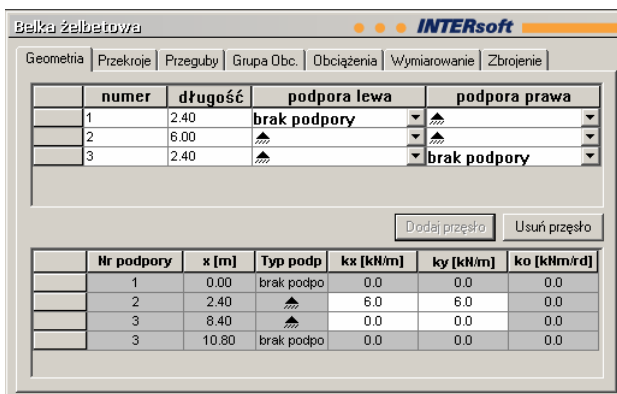
Wprowadzenie nowego projektu belki rozpoczynamy od uaktywnienia w pasku narzędziowym górnego menu ekranu opcji **Elementy - Nowy element**. Następnie w oknie dialogowym **Nowy element** zaznaczamy jako typ elementu – belkę, nadajemy jej oznaczenie (pozycję lub nazwę) i zatwierdzamy wybór kliknięciem przycisku OK. Po uruchomieniu modułu „Belka żelbetowa” pojawia się okno **Belka** wyposażone w siedem kolejnych zakładek:

Geometria | Przekroje | Przeguby | Grupa Obc. | Obciążenia | Wymiarowanie | Zbrojenie

Ukrywanie okna zakładek (formularzy) można wykonać przez naciśnięcie odpowiedniej ikony na pulpicie:

Aby Włączyć/wyłączyć okienko dialogowe *Belka* Naciśnij przycisk , lub z menu **WIDOK** wybierz polecenie **Okno do wprowadzania danych**.

210.2.2. Zakładka „Geometria”



numer	długość	podpora lewa	podpora prawa
1	2.40	brak podpory	
2	6.00		
3	2.40		brak podpory

Dodaj przęśło Usuń przęśło

Nr podpory	x [m]	Typ podp.	kx [kN/m]	ky [kN/m]	ko [kNm/rd]
1	0.00	brak podpo	0.0	0.0	0.0
2	2.40		6.0	6.0	0.0
3	8.40		0.0	0.0	0.0
3	10.80	brak podpo	0.0	0.0	0.0

W zakładce „Geometria” podawane są podstawowe dane dotyczące kształtu belki.

- Numer:** [-] Generowany automatycznie kolejny numer przęśła. {kolejna liczba całkowita}
- Długość:** [m] Długość kolejnego przęśła belki. {Długość > 0}

Podpora lewa:	[-]	Wybór rodzaju lewej podpory przęsła:	{podpora przesuwna, podpora nieprzesuwna, <zamocowanie,> <podpora teleskopowa,> <wolny koniec>}
Podpora prawa:	[-]	Wybór rodzaju prawej podpory przęsła	(typy podpór jak dla lewej podpory)
Dodaj przęsło:		Opcja dodaje kolejne przęsło.	
Usuń przęsło:		Opcja usuwa zaznaczone przęsło.	

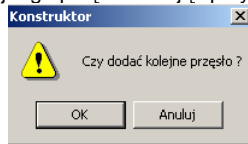
Opcje podpory ujęte w nawiasy <...> mogą występować jedynie na podporze lewej pierwszego przęsła i na prawej ostatniego przęsła.

Założenie na jednym z końców belki braku podpory (wspornik) lub teleskopu spowoduje, że nie będzie dla niej przeprowadzone wymiarowanie na ścinanie.

Aby dodać nowe przęsło należy:

Kliknąć na przycisku

Zaakceptować chęć dodania kolejnego przęsła klikając przycisk OK.



Wprowadzić długość przęsła, w polu długość.

Aby wybrać odpowiedni rodzaj podpory należy kliknąć na strzałkę . Rozwinie się lista z dostępnymi rodzajami podpór.



Wybrać podporę klikając na odpowiednim elemencie z listy.

Przy wybraniu na końcu belki teleskopu, zamocowania lub opcji „brak” (np. dla prawego wspornika) automatycznie blokowana jest możliwość dodania kolejnych przęseł.

Aby usunąć przęsło należy:

Zaznaczyć przęsło przez wskazanie szarego przycisku znajdującego się po lewej stronie numeru przęsła.

Kliknąć na przycisku

W dolnej części zakładki umieszczono tabelę pozwalającą na definiowanie podpór sprężystych.

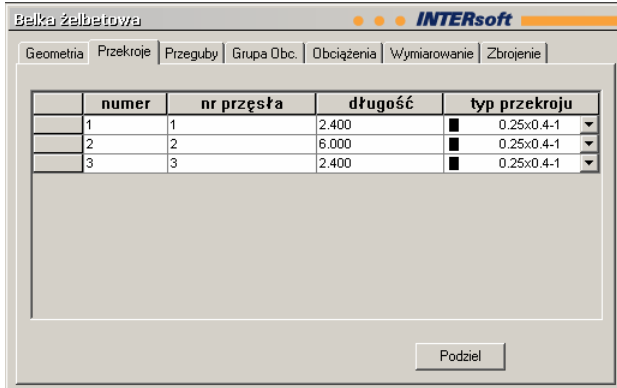
Numer podpory:	[-]	Generowany automatycznie kolejny numer podpory liczony od lewej do prawej.	{kolejna liczba całkowita}
x:	[m]	Lokalizacja podpory w układzie lokalnym przęsła.	{x >=0}
Typ	[-]	Automatycznie generowany symbol typu podpory:	{podpora przesuwna, podpora nieprzesuwna,

podpory: <zamocowanie,>
<podpora teleskopowa,>
<wolny koniec>

kx: [kN/m] Wartość sprężystości w kierunku x. {kx > =0}
ky: [kN/m] Wartość sprężystości w kierunku y. {ky > = 0}
ko: [kNm/rad] Wartość sprężystości na obrót {ko > =0}

Wartość sprężystości podpory równa „0” oznacza że dana podpora jest sztywna.

210.2.3. Zakładka „Przekroje”



Tu definiowane są dane dotyczące lokalizacji, typu i wielkości przekroju poprzecznego belki.

Numer: [-] Generowany automatycznie kolejny numer przekroju (domyślnie liczba typów przekrojów równa się liczbie przęseł). {kolejna liczba całkowita}

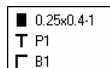
Numer przęsła: [-] Generowany automatycznie kolejny numer przęsła. {kolejna liczba całkowita}

Długość: [m] Długość odcinka przęsła przypisana do danego typu przekroju (domyślnie długość odcinka pokrywa się z długością przęsła). {Długość > 0}

Typ przekroju: [-] Wybierany z listy typ i wielkość przekroju.

Podziel: [-] Opcja podzieli pozwala zawsze podzielić wybrany odcinek belki na dwa mniejsze, którym możemy przypisać różne typy przekroju (długość pierwszego odcinka wpisujemy w oknie dialogowym).

Aby wybrać odpowiedni rodzaj przekroju należy kliknąć na strzałkę . Rozwinie się lista z dostępnymi rodzajami przekrojów.




Wybrać przekrój klikając na odpowiednim elemencie z listy.

W przypadku, gdy chcemy edytować, dodać nowy typ przekroju stajemy kursorem nad polem wyboru typu przekroju i naciskamy prawy klawisz myszy. Pojawi się wówczas nowe menu zawierające następujące elementy: **Edycja**, **Nowy**. Wywołanie któregokolwiek polecenia uruchamia nowe okno dialogowe **Przekroje**. W przypadku polecenia **Edycja** – edytujemy

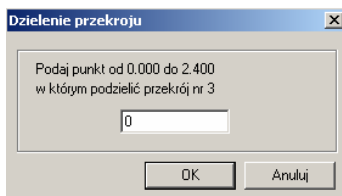
aktualny przekrój widoczny w tabeli. Funkcja **Nowy** pozwala na dodanie nowego przekroju do aktualnej listy.

Aby podzielić przęsto belki o danym przekroju na dwa odcinki o różnych przekrojach należy:

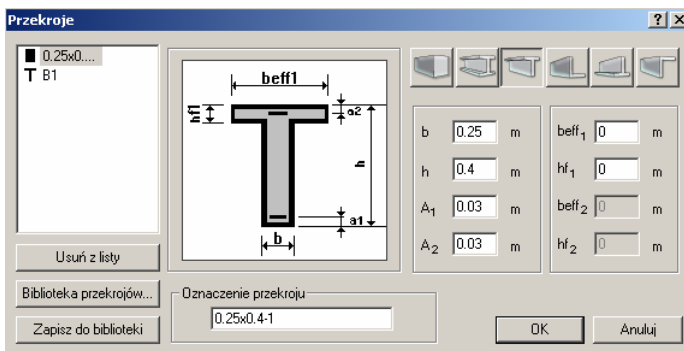
Zaznaczyć przekrój przez wskazanie szarego przycisku  znajdującego się po lewej stronie numeru przekroju.

Kliknąć na przycisku .

Wybrać punkt podziału przekroju w dopuszczalnych zakresach. Zaakceptować swój wybór.



210.2.4. Okno „Przekroje”



Okno dialogowe „Przekroje” wywołujemy z pod zakładki „Przekrój” przez ustawienie kursora nad polem wyboru typu przekroju i kliknięcie prawym klawiszem myszki opcji „Edytuj” lub „Nowy”. Okno to można również wywołać bezpośrednio z paska narzędziowego klikając

ikonę .

W lewej części okna widoczne są typy przekrojów zapisane aktualnie w bibliotece użytkownika. Na dole zakładki znajdują się trzy przyciski:

Usuń z listy

Usuwa wybrany przekrój z listy powyżej, z wyjątkiem ostatniego. Działa tylko w trybie edycji












Biblioteka przekrojów

Służy do załadowania gotowego przekroju z biblioteki programu Konstruktor.

Zapisz do biblioteki

Pozwala zapisać nowy przekrój w bibliotece przekrojów.

Po wywołaniu **Biblioteki przekrojów** otwiera się poniższe okno pozwalające załadować wybrany przekrój użytkownika do projektu:

Biblioteka przekrojów użytkownika							
Nazwa przekroju	Ix	Iy	Wx	Wy	A	Wyj	
 IPE 160	8.690e...	6.830e...	1.090e...	1.670e...	2.010e...	h=0.16 b1	
 U 120	3.640e...	4.320e...	6.070e...	1.110e...	1.700e...	h=0.12 b1	
 Krokiew	6.667e...	1.667e...	6.667e...	3.333e...	2.000e...	h=0.20	
 Belka 40x50	4.167e...	2.667e...	1.667e...	1.333e...	2.000e...	h=0.50	
 Szup 40x40	2.133e...	2.133e...	1.067e...	1.067e...	1.600e...	h=0.40	
 2-HEA 300 ZM 1	1.729e...	6.301e...	1.169e...	4.201e...	1.063e...	h=0.29 b1	
 2-HEA 300 ZM 1	1.729e...	6.301e...	1.169e...	4.201e...	1.063e...	h=0.29 b1	
 2-HEB 300 ZM 1	2.421e...	8.553e...	1.574e...	5.702e...	1.428e...	h=0.30 b1	
 2-HEA 300 ZM 1	1.729e...	6.301e...	1.169e...	4.201e...	1.063e...	h=0.29 b1	
 2-HEA 300 ZM 2	1.729e...	6.301e...	1.169e...	4.201e...	1.063e...	h=0.29 b1	
 HEA 240 ZM 1	7.401e...	2.766e...	6.297e...	2.305e...	7.305e...	h=0.23 b1	

Środkową część okna **Przekroje** zajmują przyciski wyboru typu przekroju i potrzebne wymiary.

Typy przekrojów:



- prostokątny
- dwuteowy
- teowy
- półteowy
- teowy odwrócony
- półteowy odwrócony

Parametry geometryczne przekrojów:

B	[cm]	szerokość przekroju	{ $b > 0$ }
H	[cm]	wysokość całkowita przekroju	{ $h > 0$ }
a_1	[cm]	odległość osi zbrojenia dolnego od krawędzi dolnej belki	{ $0 < a_1 < 0.15xh$ }
a_2	[cm]	odległość osi zbrojenia górnego od krawędzi górnej belki	{ $0 < a_2 < 0.15xh$ }
b_{eff1}	[cm]	szerokość półki górnej	{ $b_{eff1} > 0$ }
h_{f1}	[cm]	wysokość półki górnej	{ $h_{f1} > 0$ }
b_{eff2}	[cm]	szerokość półki dolnej	{ $b_{eff2} > 0$ }
h_{f2}	[cm]	wysokość półki dolnej	{ $h_{f2} > 0$ }

Opis przekroju: Zawiera symbol (nazwę) wprowadzanego przekroju. Symbol jest generowany automatycznie, może być również modyfikowany przez użytkownika.

Z prawej strony okna znajduje się szkic wprowadzanego przekroju z oznaczeniem wprowadzanych parametrów geometrycznych.

210.2.5. Zakładka „Przeguby”

numer	nr przęsła	współrzędna x	typ	układ
1		5.000	przegub	globalny
2	2	0.600	przegub	lokalny

Zakładka „Przeguby” pozwala na wprowadzanie punktów nieciągłości belki w postaci przegubów momentowych.

- Numer:** [-] Generowany automatycznie kolejny numer punktu nieciągłości. {kolejna liczba całkowita}
- <Numer przęsła:>** [-] Kolejny numer przęsła (tylko w przy wprowadzaniu danych w układzie lokalnym) {kolejna liczba całkowita}
- Współrzędna x:** [m] Odległość punktu nieciągłości (przegubu):
dla układu globalnego od początku belki (Długość > 0)
dla układu lokalnego od lewej podpory (końca belki)
- Typ:** [-] Typ punktu nieciągłości. {przegub}
- Układ:** [-] Rodzaj układu współrzędnych. {globalny, lokalny}
- Dodaj:** Opcja dodaje punkt nieciągłości.
- Usuń:** Opcja usuwa zaznaczony punkt nieciągłości.


Aby dodać nowy przegub należy:


Kliknąć na przycisku .
Podać współrzędną x w polu długość.

Aby wybrać odpowiedni rodzaj układu odniesienia kliknąć na pole . Rozwinie się listą z dostępnymi rodzajami układów.

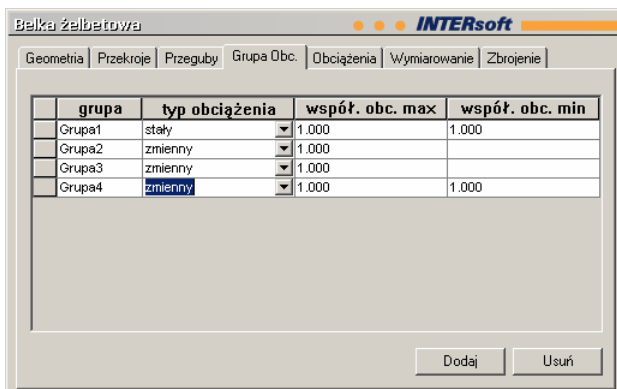
Wybrać układ klikając na odpowiednim elemencie z listy.

Aby usunąć przegub należy:

Zaznaczyć przegub przez wskazanie szarego przycisku  znajdującego się po lewej stronie numeru przegubu.

Kliknąć na przycisku .

210.2.6. Zakładka „Grupy obciążeń”



W tej zakładce definiowane są poszczególne grupy obciążeń.

Grupa obciążeń – jest to zespół wspólnie występujących obciążeń (mogą być różnego rodzaju – np. skupione i ciągłe), mających jednakowy charakter działania (stały lub zmienny) i do których przypisane są takie same współczynniki obciążenia.

- Nazwa kolejnej grupy obciążenia (np. obciążenia stałe, obc. śniegiem itp.).
- Grupa:** [-] (np. obciążenia stałe, obc. śniegiem itp.).
- Typ obciążenia:** [-] Przypisany grupie charakter działania obciążenia. {stały; zmienny}
- Współ. obc.-max** [-] Maksymalny współczynnik obciążenia dla obc. stałego i zmiennego.
- Współ. obc.-min** [-] Minimalny współczynnik obciążenia tylko dla obc. stałego.

Domyślnie wartości współczynników obciążenia wynoszą 1.0.


W przypadku występowania tylko jednego współczynnika dla obc. stałego, wartości obu współczynników należy ustawić na tę samą wartość.

Aby dodać nową grupę obciążeń należy:

Kliknąć na przycisku .

Podać nazwę grupy obciążeń w polu grupa.

grupa
grupa1

Aby wybrać odpowiedni typ obciążenia należy kliknąć na wówczas element ten zmieni się na naciskając strzałkę  rozwijamy listę z dostępnymi rodzajami obciążenia.

stały
zmienny

Wybrać rodzaj obciążenia klikając na odpowiednim elemencie z listy.


Aby wprowadzić pozostałe elementy należy:

Uaktywnić dany element przez kliknięcie myszką

Wprowadzić wartość.

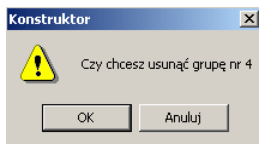
Zaakceptować wprowadzoną wartość naciskając klawisz Enter na klawiaturze.

Aby usunąć grupę obciążeń należy:

Zaznaczyć grupę przez naciśnięcie szarego przycisku  znajdującego się po lewej stronie nazwy grupy.

Kliknąć na przycisku .

Zaakceptować chęć usunięcia grupy obciążeń klikając na przycisku OK.

**210.2.7. Zakładka „Obciążenia”**

Belka żelbetowa								INTERsoft					
Geometria		Przekroje		Przeguby		Grupa Obc.		Obciążenia		Wymiarowanie		Zbrojenie	
nr	nr przęsła	rodzaj		P1	P2	a	b	gr.ob					
1	1	równomierne		5.000		0.000	2.400	Grupa1					
2	2	równomierne		5.000		0.000	6.000	Grupa1					
3	3	równomierne		5.000		0.000	2.400	Grupa1					
4		równomierne		2.000		0.000	10.800	Grupa2					
5		trapezowe		2.000	5.000	0.000	6.000	Grupa2					
6		siła skupiona		15.000		2.000		Grupa3					
7		moment skupion		25.000		10.800		Grupa4					

Globalny
 Lokalny

W programie przewidziano dwie podstawowe metody wprowadzania obciążeń:

w układzie lokalnym (dla danego przęsła)

w układzie globalnym (dla całej belki).

Przy czym dla obciążeń wprowadzonych w układzie globalnym całej belki, przy zmianie układu na lokalny obciążenia są automatycznie przeliczane na obciążenia przęsłowe (lokalne) i nie ma już powrotu do ich zapisu globalnego. Wyboru układu współrzędnych dokonujemy przez jego zaznaczenie w dolnej części zakładki.


Numer:	[-]	Kolejny numer obciążenia utworzony automatycznie.	{kolejna liczba całkowita}
<Nr przęsła:>	[-]	Wybierany z listy numer przęsła (opcja aktywna jedynie w układzie lokalnym).	{stały; zmienny}
Rodzaj:	[-]	Rodzaj obciążenia na belce.	{trapezowe, równomierne, siła skupiona, moment skupiony}
P1:	[kN] [kN/m ²]	Wartość siły skupionej. Wartość obciążenia równomiernego.	{dodatnia w dół} {dodatnie w dół}

P1:	[kN/m ²]	Wartości obciążenia trapezowego.	{dodatnie w dół}
P1, P2:	[kNm]	Wartość momentu skupionego.	{moment gnący dodatni zgodnie ze wskazówkami zegara}
P1:		Współrzędne położenia poszczególnych sił odpowiednio w układzie globalnym lub lokalnym:	
a, b:	[m]	a – współrzędna położenia siły skupionej lub początku obciążenia ciągłego, b – współrzędna końca przyłożenia obciążenia ciągłego	{a > 0} {b > 0}
Gr. ob.	[-]	Przypisanie obciążenia do odpowiedniej wcześniej zdefiniowanej grupy obciążeń.	
Dodaj:		Opcja dodaje kolejne obciążenie.	
Usuń:		Opcja usuwa zaznaczone obciążenie.	

Obciążenie ciężarem własnym program może uwzględnić automatycznie po zaznaczeniu odpowiedniej opcji w zakładce raporty (**pkt. 210.2.14**).


Aby dodać nowe obciążenie należy:

Kliknąć na przycisku .

Aby wybrać odpowiedni numer przęsła należy nacisnąć strzałkę  w polu nr przęsła rozwinię się lista z dostępnymi przęsłami (dotyczy **jedynie układu lokalnego**).


Przęsło 1
 Przęsło 2
 Przęsło 3
 Przęsło 4

Wybrać przęsło klikając na odpowiednim elemencie z listy.

Aby wybrać odpowiedni rodzaj obciążenia należy nacisnąć strzałkę  w polu rodzaj rozwinię się lista z dostępnymi rodzajami obciążenia.

trapezowe
 równomierne
 siła skupiona
 moment skupiony

Wybrać rodzaj obciążenia klikając na odpowiednim elemencie z listy.

Aby wybrać odpowiednią grupę obciążenia, do której należy aktualnie wprowadzane obciążenie należy nacisnąć strzałkę  w polu gr.ob. rozwinię się lista z dostępnymi grupami obciążeń.

Grupa1
 Grupa2
 Grupa3
 Grupa4
 Grupa5

Wybrać grupę obciążeń klikając na odpowiednim elemencie z listy.


Aby wprowadzić pozostałe elementy należy:

Uaktywnić dany element przez kliknięcie myszką

Wprowadzić wartość.

Zaakceptować wprowadzoną wartość naciskając klawisz Enter na klawiaturze.

Aby usunąć obciążenie należy:

Zaznaczyć obciążenie przez naciśnięcie szarego przycisku  znajdującego się po lewej stronie numeru obciążenia.

Kliknąć na przycisku 

210.2.8. Zakładka „Wymiarowanie”

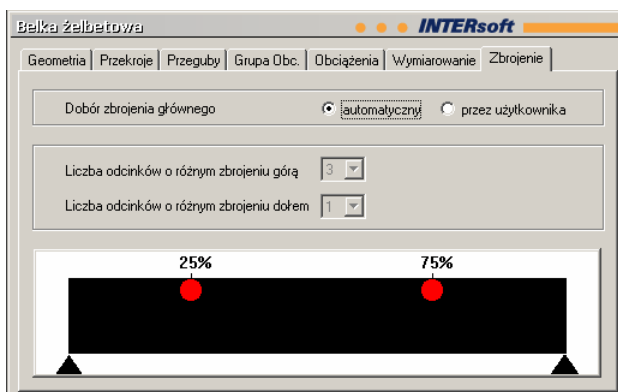
W zakładce podane są podstawowe parametry do wymiarowania belki.

Klasa betonu:	[-]	Wybierane z list oznaczenie klasy betonu wg PN-B-03264: 2002 (domyślnie B20).	{B15; B20; B25; B30; B37; B45; B50; B55; B60}
Klasa stali na zginanie	[-]	Wybierane z listy oznaczenie klasy stali na zginanie wg PN-B-03264: 2002 (domyślnie 18G2).	{St0S; St3SX; St3SY; St3S; PB240; St50B; 18G2; 20G2Y; 25G2S; 35G2Y; 34GS; RB400; RB400 W; 20G2VY; RB500; RB500W}
Klasa stali na ścinanie	[-]	Wybierane z listy oznaczenie klasy stali na zginanie wg PN-B-03264: 2002 (domyślnie St0S).	{St0S; St3SX; St3SY; St3S; PB240; St50B; 18G2; 20G2Y; 25G2S; 35G2Y; 34GS; RB400; RB400 W; 20G2VY; RB500; RB500W}
Dopuszczalne rozwarście rys:	[mm]	Podane przez użytkownika dopuszczalne rozwarście rys ukośnych i prostopadłych (domyślnie wartość 0.3 mm).	{0.10+0.30 mm}
Średnica zbrojenia dolnego:	[mm]	Wybierana z listy średnica głównego zbrojenia ułożonego dołem (domyślnie 16 mm).	{5+40 mm}
Średnica zbrojenia górnego:	[mm]	Wybierana z listy średnica głównego zbrojenia ułożonego górą (domyślnie 16 mm).	{5+40 mm}
Średnica zbrojenia konstrukcyjnego:	[mm]	Wybierana z listy średnica prętów konstrukcyjnych dodawanych w przekroju ze względu na liczbę cięć strzemion (domyślnie 16 mm).	{0+40 mm}
<Średnica prętów odgiętych:>	[mm]	Wybierana z listy średnica prętów odgiętych (konieczna do określenia przy zbrojeniu odcinków ścinania	{0+40 mm}

Zbroj. na ścinanie:	[-]	strzemionami i prętami odgiętymi). Wybór typu zbrojenia odcinków ścinania (domyślnie tylko strzemiona).	{tylko strzemiona, strzemiona oraz pręty odgięte}
Średnica strzemion:	[mm]	Wybierana z listy średnica strzemion (wartość domyślna 6 mm).	{3÷12 mm}
Liczba cięć:	[-]	Liczba cięć strzemion w jednym przekroju belki (wartość domyślna 2).	{1; 2; 3...÷10}
Kąt nachylenia strzemion:	[°]	Kąt pochylenia strzemion między strzemieniem a osią poziomą belki (wartość domyślna 90°).	{45°÷90°}
<Procent siły przenoszonej przez strzemiona:>	[%]	Parametr opcjonalny przy zbrojeniu strzemionami i prętami odgiętymi.	{50÷100%}
Element:	[-]	Miejsce wbudowania elementu w obiekcie potrzebne do ustalenia współczynnika pełzania (domyślnie zewnętrzny)	{wewnętrzny, zewnętrzny}
Ugięcie od obciążenia:	[-]	Parametr potrzebny do ustalenia ugięć w stanie zarysowanym (domyślnie wszystkie obciążenia traktowane są jako długotrwałe).	{krótkotrwałego, długotrwałego}

Korzystając z zakładki można również włączyć lub wyłączyć opcję doboru zbrojenia głównego ze względu na nie przekroczenie szerokości rozwarcia rys prostopadłych do osi elementu. Można również wybrać z listy wiek betonu w chwili obciążenia (7, 14, 28, 90 dni) – parametr ten decyduje o doborze współczynnika pełzania potrzebnego przy liczeniu ugięć w stanie zarysowanym.

210.2.9. Zakładka „Zbrojenie”



Zakładka „Zbrojenie” pozwala podzielić wszystkie przęsła górą i dołem na odcinki o takim samym zbrojeniu podłużnym.

Dobór zbrojenia głównego:	[-]	Pozwala na wybranie sposobu decydowania o podziale każdego przęsła na odcinki o takim samym	{automatyczny, przez użytkownika}
----------------------------------	-----	---	-----------------------------------

zbrojeniu (domyślnie dobór automatyczny).

Przy automatycznym doborze zbrojenia program dzieli każde przęsło górą na 3 (dla współnika 1), a dołem na 1 (dla współnika 1) odciek o takim samym przyjętym zbrojeniu. Współczynniki długości (w stosunku do długości przęsła) wynoszą odpowiednio:

- dla zbrojenia górą przęsła: 0.25; 0.5; 0.25;
- dla zbrojenia dołem przęsła: 1

W przypadku doboru odcinków przęsła o takim samym zbrojeniu przez użytkownika należy podać:

Ilość odcinków o różnym zbrojeniu górnym: [-] (Domyślnie 3 odcinki) {1; 2; 3...10}

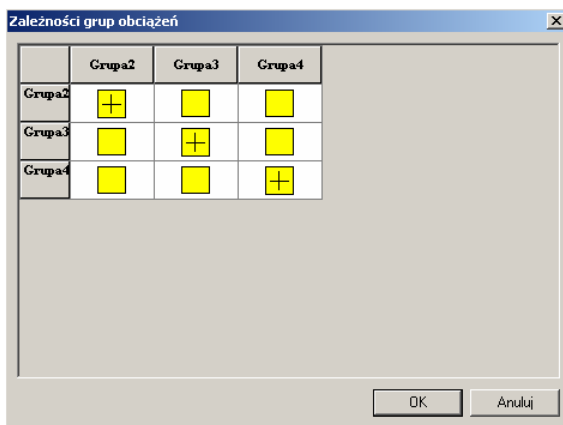
Ilość odcinków o różnym zbrojeniu dolnym: [-] (Domyślnie 1 odcinek) {1; 2; 3...10}

Następnie na diagramie przedstawiającym jedno przęsło belki, należy dla kolejnych odcinków ustalić odpowiednie punkty podziału, zarówno dla zbrojenia górnego jak i dolnego (minimalna odległość dwóch sąsiednich punktów wynosi 5% długości przęsła). Przyjęte przez użytkownika podziały przęsła na odcinki o jednakowym zbrojeniu odnoszą się do wszystkich przęseł belki.


210.2.10. Kombinacje obciążeń








Wywołanie ikony **Zależności obciążeń (obwiednia)** – pozwala na ustalenie relacji między grupami obciążeń zmiennych potrzebnymi do obliczeń obwiedni sił wewnętrznych.



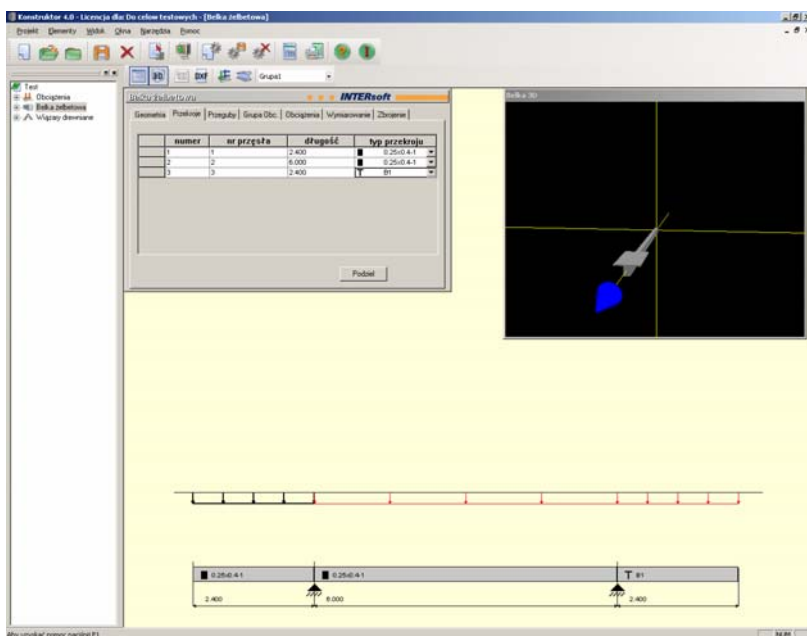
Po wprowadzeniu wszystkich obciążeń i grup obciążeń, program w wyniku obliczeń statycznych tworzy obwiednię M; T (momentów i sił tnących), przy czym domyślnie przyjmuje, że wszystkie obciążenia stałe występują zawsze, natomiast wszystkie obciążenia zmienne są niezależne od siebie. Chcąc zmienić relacje między grupami obciążeń zmiennych musimy wywołać okno dialogowe **Definicje zależności obciążeń** wciskając ikonkę **Zależności obciążeń (obwiednia)**. W górnej części okna w wierszu i kolumnie wypisane są wszystkie grupy obciążeń zmiennych, a na przecięciu każdego wiersza i kolumny (z wyjątkiem przekątnej) znajduje się pole edycyjne umożliwiające wprowadzenie właściwej relacji między

grupami (poprzez kliknięcie na ). Program umożliwia wprowadzenie następujących relacji grup obciążenia zmiennego:

-  Brak relacji
-  Obc. występują razem
-  Obc. wykluczają się
-  Obc. w wierszu występują gdy występują obc. w kolumnie
-  Obc. w kolumnie występują gdy występują obc. w wierszu

Przy wpisywaniu relacji między grupami obciążeń program na bieżąco sprawdza poprawność logiczną zapisu.

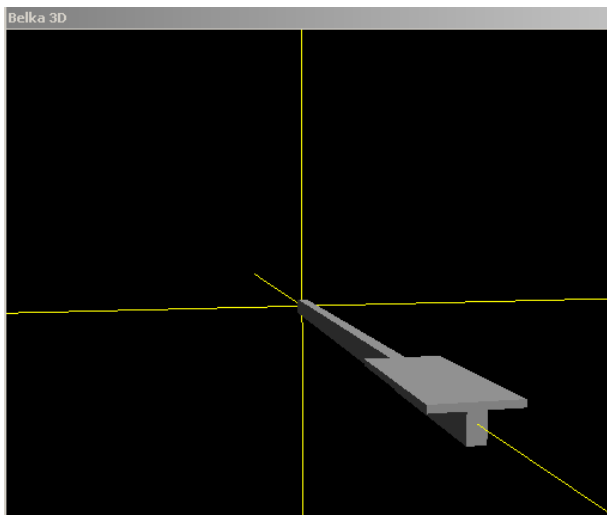
210.2.11. Pulpit graficzny programu



Główną część ekranu (o żółtym kolorze tła) zajmuje pulpit graficzny, na którym na bieżąco w postaci graficznej pokazywane są zmiany wprowadzone dla belki. Na belce jednocześnie może być wyświetlana jedna grupa obciążeń lub wszystkie grupy na raz, zmiany dokonujemy ustawiając odpowiednią grupę w okienku dialogowym powyżej pulpitu.

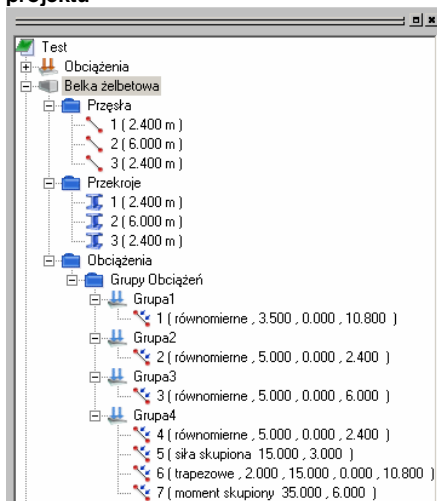
210.2.12. Okno 3D

Aby włączyć/wyłączyć okno widoku 3D należy wcisnąć przycisk , lub z menu **WIDOK** wybrać polecenie **Widok 3D**.



Okno 3D pozwala na przestrzenną wizualizację wprowadzonej belki. Poruszanie myszką przy wciśniętym lewym przycisku pozwala na dowolne obracanie konstrukcji w przestrzeni, natomiast przesuwanie myszki przy wciśniętym prawym klawiszu powoduje zbliżanie i oddalanie konstrukcji.

210.2.13. Drzewo projektu



Z lewej strony ekranu widoczne są cały czas poszczególne elementy składające się na belkę w postaci „drzewa” projektu. Pozwalają one na szybkie przełączanie się między poszczególnymi elementami i ich edycję w odpowiednich zakładkach. W przypadku przekazywania danych do wymiarowania z modułu Rama 2D do programu Belka żelbetowa,

okno wykorzystywane jest do przeciągania danych z wyników do wymiarowania w ramie dla określonego pręta do modułu wymiarującego belki.

210.2.14. Obliczenia belki

Po uruchomieniu obliczeń belki pojawia się zakładka **Raporty**, w której możemy zdecydować jakie dane i wyniki ma zawierać raport.

Zaznaczenie dowolnej z wyżej wymienionych opcji powoduje poszerzenie raportu o odpowiednie dane lub wyniki. Przy wymiarowaniu możemy również zdecydować, czy wyniki mają być w formie pełnej, czy skróconej. Powyższa decyzja dotyczy jedynie wymiarowania na zginanie (na ścinanie wyniki podawane są zawsze w pełnej formie). Przy skróconej edycji wyników program pokazuje jedynie punkty skrajne przęsła, punkty, w których nastąpiła zmiana przyjętego zbrojenia oraz te miejsca gdzie ewentualnie została przekroczona dopuszczalna szerokość rozwarcia rys prostopadłych do osi elementu. Dla wyników pełnych należy dodatkowo określić szacunkową gęstość podawanych wyników (w metrach). W ogólnym przypadku program nie ma możliwości podawania wyników gęściej niż co $\frac{1}{121}$ długości przęsła. Następnie należy podać rzeczywistą szerokość podpór (w metrach) pozwalającą na wykonanie szkicu zbrojenia dla poszczególnych przęseł oraz zaznaczyć opcję, czy program sam ma uwzględniać w obliczeniach ciężar własny belki. Na liście z lewej strony zakładki należy przez kliknięcie zaznaczyć grupy obciążeń (grupy zaznaczone są podświetlone na kolor niebieski) dla których ma być określona wielkość ugięcia w stanie zarysowanym (program do liczenia ugięć bierze sumę obciążeń charakterystycznych z tych grup). Przy zaznaczeniu opcji **Uwzględnienie ciężaru własnego belki** przypadek ten jest automatycznie dodawany przy liczeniu ugięcia w stanie zarysowanym (gdy nie zaznaczymy innych grup program poda ugięcie tylko od ciężaru własnego).

210.3. Wyniki

Wyniki obliczeń statycznych i wymiarowania tworzone są w postaci plików raportu (format „html”) zlokalizowanych w katalogu projektu (podkatalog Raporty), które można przejrzeć w przeglądarce raportów. Wywołanie przeglądarki w górnym pasku narzędziowym (menu **Narzędzia** → **Przeglądarka raportów**) lub za pomocą odpowiedniej ikony w pasku narzędzi elementu. Pozostałe dane dotyczące obsługi przeglądarki zawiera opis modułu Konstruktor. Wyniki w programie „**Belka żelbetowa**” można podzielić na trzy osobne i niezależne grupy:

- Dane dotyczące geometrii układu i obciążeń:

- dane dotyczące przęseł, podpór i przegubów
- dane dotyczące przekroju i materiału,
- dane dotyczące obciążeń i grup obciążeń.

Wyniki obliczeń statycznych dla:

- poszczególnych grup obciążeń wyniki reakcji (opcjonalnie),
- obwiedni momentów i sił tnących – wykresy, wartości (opcjonalnie).

Wyniki wymiarowania belki w postaci:

- parametry do wymiarowania belki.
- wielkości wyliczonego i przyjętego przekroju zbrojenia górnego i dolnego belki,
- przyjętej ilości prętów zbrojenia głównego i konstrukcyjnego górą i dołem belki,
- szacunkowego ciężaru przyjętego zbrojenia na zginanie,
- szerokości rozwarcia rys prostopadłych do osi elementu górą i dołem belki obliczanych od obciążeń charakterystycznych dla przyjętego przez program zbrojenia,
- wielkości przyjętego zbrojenia na ścinanie (strzemion i prętów odgiętych) na odcinkach obliczeniowych i konstrukcyjnych,
- szacunkowego ciężaru zbrojenia na ścinanie,
- wielkości ugięcia belki w stanie zarysowanym liczone dla obciążeń charakterystycznych oraz dla określonej przez użytkownika kombinacji grup obciążeń,
- szkicu zbrojenia na zginanie i ścinanie dla poszczególnych przęseł (opcjonalnie).
- W tabelach wyników zbrojenia na zginanie, ścinanie i rys podawane są zawsze wielkości odpowiednich sił wewnętrznych (momentów, sił tnących i momentów charakterystycznych) dla których wyliczono zbrojenie lub rysy w danym przekroju belki.

210.4. Przykład

Zaprojektować belkę żelbetową (w stanie granicznym nośności, zarysowania i ugięcia) z betonu B25 zbrojoną stalą 18G2 (zbrojenie główne) i St0S (strzemiona) o przekroju teowym $h=50$ cm; $b=30$ cm; $b_{eff1}=120$ cm; $h_{f1}=6$ cm; $a_1=a_2=3$ cm. Belkę zaprojektować jako dwuprzęsłową wolnopodpartą z obustronnymi wspornikami. Długości skrajnych wsporników wynoszą 2.4 m, a przęsł 6 m.

Obciążenia (obliczeniowe):

- ciężar własny belki
- obciążenie stałe równomierne na całej długości belki 10 kN/m
- obciążenie zmienne 20 kN/m wariantowane po przęsłach i wspornikach
- obciążenia zmienne w postaci sił skupionych o wartości 50 kN usytuowanych w środku obu przęsł.

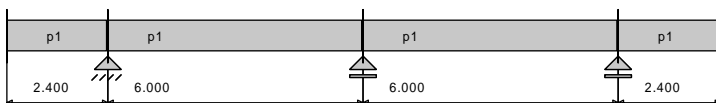
Zbrojenie na ścinanie zaprojektować w dwóch wariantach: tylko strzemiona. Dopuszczalna szerokość rozwarcia rys ukośnych i prostopadłych do osi elementu nie może przekroczyć 0.3 mm.

210.4.1. Dane wejściowe

Materiały:

Beton	B25
Klasa stali na zginanie	18G2
Zbrojenie strzemiona	St0S

Schemat statyczny belki:

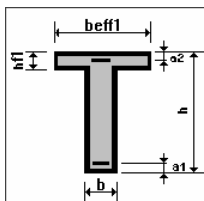


Lista przęseł

Nr.przęsła	Długość[m]	Podpora lewa	Podpora prawa
1	2.40	brak	przegubowo nieprzesuwna
2	6.00	przegubowo nieprzesuwna	przegubowo przesuwna
3	6.00	przegubowo przesuwna	przegubowo przesuwna
4	2.40	przegubowo przesuwna	brak

Lista przekrojów

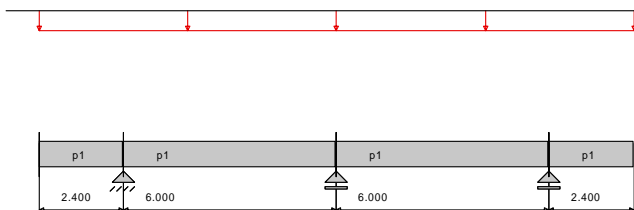
Nr.przekroju	Nr.przęsła	Długość[m]	Typ
1	1	2.40	p1
2	2	6.00	p1
3	3	6.00	p1
4	4	2.40	p1

**Lista typów przekrojów**

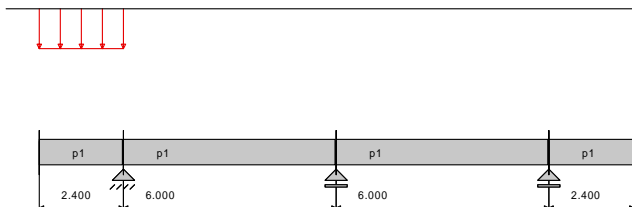
Nazwa	h [m]	b [m]	b _{eff1} [m]	b _{eff2} [m]	h _{f1} [m]	h _{r2} [m]	a ₁ [m]	a ₂ [m]
p1	0.50	0.30	1.20	0.00	0.06	0.00	0.03	0.03

Lista podpór

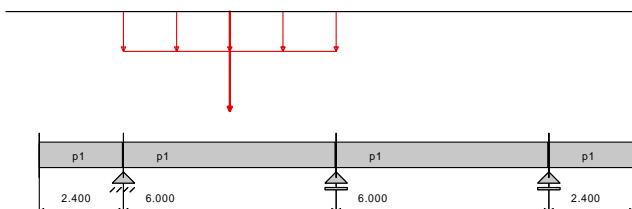
Nr podpory	Nr Węzła	Kier. X	Kier. Y	Obrót	Sprężystość (kier.X) [kN/m]	Sprężystość (kier.Y) [kN/m]	Sprężystość (obrót) [kNm/rad]
1	2	szttywne	szttywne	-	0.00	0.00	-
2	3	-	szttywne	-	-	0.00	-
3	4	-	szttywne	-	-	0.00	-

Grupa obciążeń nr 1

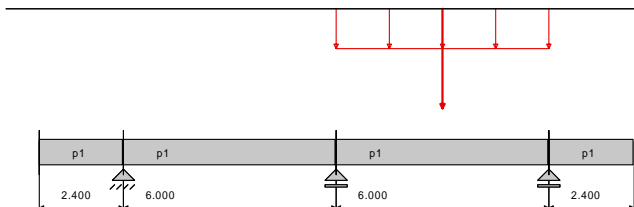
Nr	Nr przęsła	Rodzaj	P ₁	P ₂	a [m]	b [m]
1		równomierne	10.00	-	0.00	16.80

Grupa obciążeń nr 2

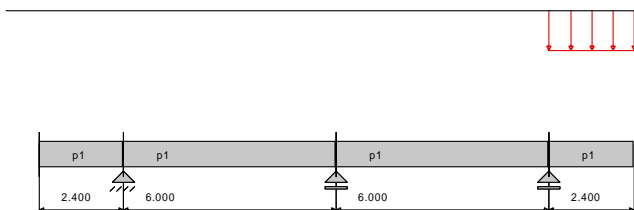
Nr	Nr przęsła	Rodzaj	P_1	P_2	a [m]	b [m]
2	1	równomierne	20.00	-	0.00	2.40

Grupa obciążeń nr 3

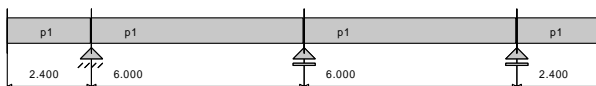
Nr	Nr przęsła	Rodzaj	P_1	P_2	a [m]	b [m]
3	2	równomierne	20.00	-	0.00	6.00
6	2	siła	50.00	-	3.00	0.00

Grupa obciążeń nr 4

Nr	Nr przęsła	Rodzaj	P_1	P_2	a [m]	b [m]
4	3	równomierne	20.00	-	0.00	6.00
7	3	siła	50.00	-	3.00	0.00

Grupa obciążeń nr 5

Nr	Nr przęsła	Rodzaj	P_1	P_2	a [m]	b [m]
5	4	równomierne	20.00	-	0.00	2.40

Ciążar Własny

Nr	Nr przęsła	Rodzaj	P_1	P_2	a [m]	b [m]
16		równomierne	5.10	-	0.00	1.20
17		równomierne	5.10	-	1.20	2.40
18		równomierne	5.10	-	2.40	5.40
19		równomierne	5.10	-	5.40	8.40
20		równomierne	5.10	-	8.40	11.40
21		równomierne	5.10	-	11.40	14.40
22		równomierne	5.10	-	14.40	15.60
23		równomierne	5.10	-	15.60	16.80

210.4.2. Wprowadzanie Projektu do Programu Konstruktor.

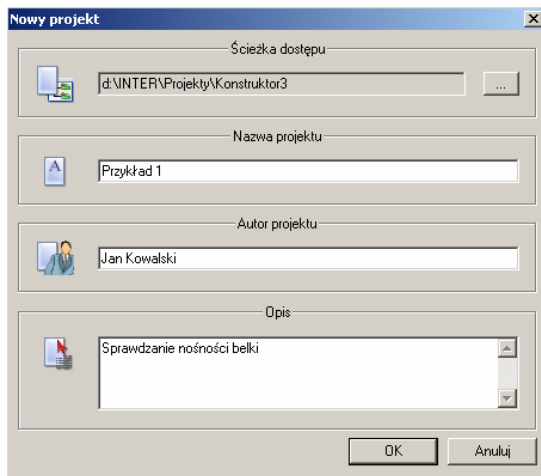
Aby wprowadzić wyżej wymienione dane do projektu w programie Konstruktor należy:

1. **Uruchomić program Konstruktor (patrz 001.1.5. Uruchamianie programu).**
2. **Utworzyć nowy Projekt (patrz 001.2.4. Aby stworzyć nowy Projekt).**

Po uruchomieniu programu Konstruktor można stworzyć nowy projekt zaznaczając opcję **Nowy projekt** w oknie "KONSTRUKTOR STUDIO", a następnie klikając na przycisk **OK**.




3. Wypełnić Pola informacyjne (patrz 001.2.4 Aby stworzyć nowy Projekt)



W oknie tym należy wypełnić pola:

Ścieżka dostępu – informuje gdzie ma być zapisany nasz projekt.

Zmianę ścieżki dostępu wykonujemy klikając na . Program wyświetli standardowe okno dialogowe „Przeglądaj w poszukiwaniu folderu”.

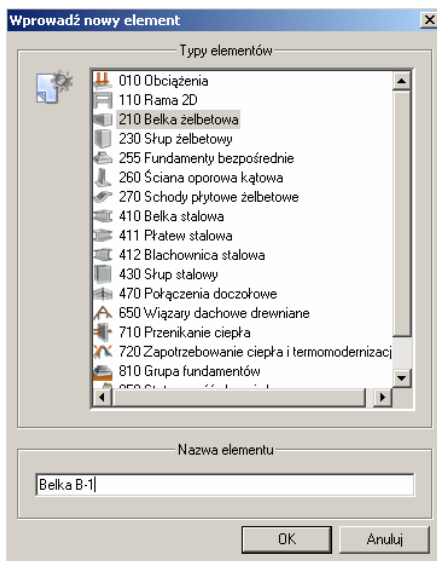
Nazwa projektu – Nazwa pod jaką będzie zapisany projekt, oraz jaka będzie widoczna na wydrukach (np.: "Przykład 1").

Autor projektu – Osoba odpowiedzialna za realizację projektu, oraz która będzie widniała na wydrukach (np.: "Jan Kowalski").

Opis - Komentarz jaki będzie umieszczony na wydrukach.

Po wypełnieniu wszystkich pól należy kliknąć przycisk **OK**.


- Dodać nowy element do projektu (patrz 001.2.10 Aby dodać nowy element do projektu)**

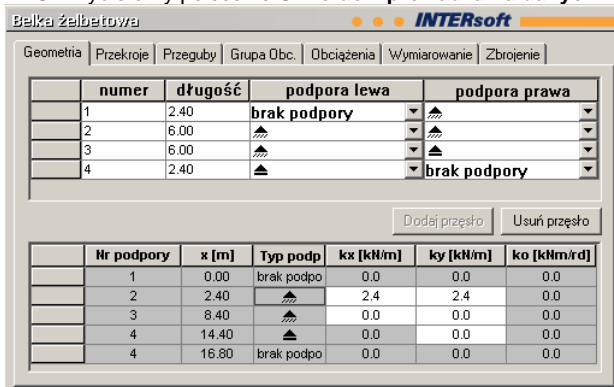


Aby dodać element Belka klikamy myszką w oknie Typy elementów na elemencie **Belka**, wpisujemy nazwę elementu w polu Nazwa elementu (np.: "Belka B-1"). Akceptujemy swój wybór klikając na klawisz OK.

- Wprowadzić Parametry Ogólne (patrz 210.2).**

Uaktywniamy okno dialogowe Belka żelbetowa.


Aby Włączyć/wyłączyć okienko dialogowe Belka żelbetowa Naciskamy przycisk , lub z menu **WIDOK** wybieramy polecenie **Okno do wprowadzania danych**.




- Wprowadź Geometrię**

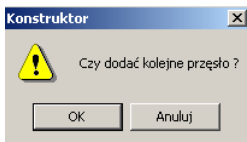
W zakładce **Geometria** (patrz 210.2.2) wprowadzamy schemat statyczny belki.

W polu długość wpisujemy długość 2.4[m].

W polu **podpora lewa** naciskamy przycisk . Z listy wybieramy opcję brak.



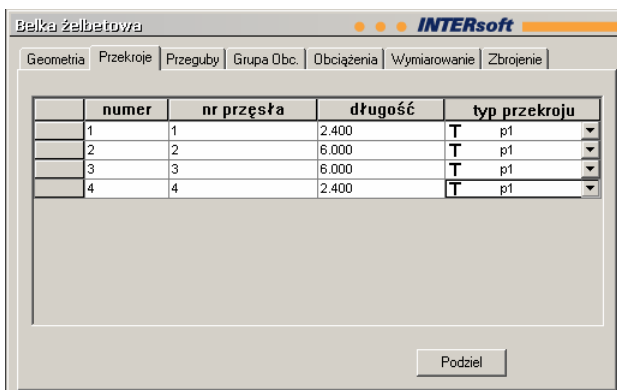
W polu **podpora prawa** naciskamy przycisk . Z listy wybieramy opcję przeg.nieprzes. Po wybraniu z listy przeg.nieprzes program zapyta czy chcemy dodać kolejne przęsło.



Naciskamy przycisk OK.

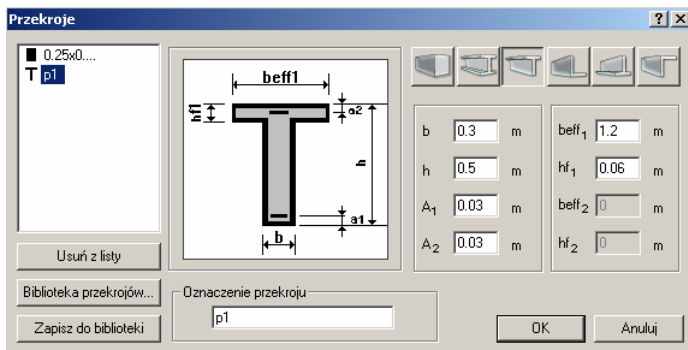
Postępując analogicznie wprowadzamy pozostałe elementy belki.

7. Wprowadź Przekroje




Uaktywnij zakładkę Przekroje.

Aby utworzyć nowy typ przekroju **p1** należy stanąć kursorem nad polem wyboru typu przekroju i nacisnąć prawy klawisz myszy. Pojawi się wówczas nowe menu zawierające następujące elementy: **Edycja**, **Nowy**. Wywołujemy polecenie **Nowy**, które uruchamia nowe okno dialogowe **Przekroje (patrz 210.2.4)**.



W oknie dialogowym **Przekroje** należy:


Wybrać przekrój .

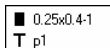
Oraz wprowadzić następujące wymiary:

h[m]	b[m]	beff1[m]	beff2[m]	hf1[m]	hf2[m]	a1[m]	a2[m]
0.50	0.30	1.20	0.00	0.06	0.00	0.03	0.03

W polu oznaczenie przekroju wpisujemy **p1**.

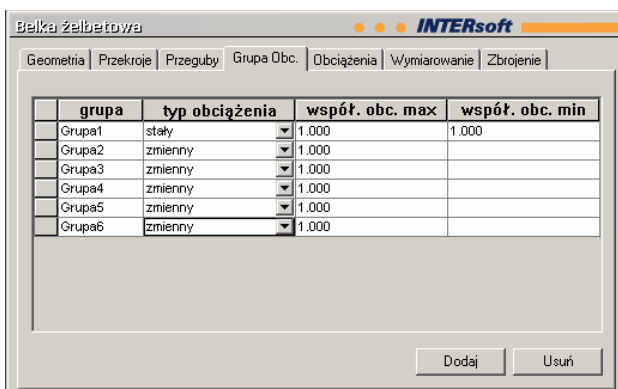
Tak wypełnione okno dialogowe zamykamy klikając na przycisku OK.

W polu **typ** przekroju naciskamy przycisk . Z listy wybieramy opcję **p1**.



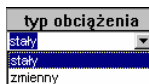
Postępując analogicznie wybieramy opcję **p1** dla pozostałych przekrojów.

8. Wprowadź Grupy obciążeń.



Uaktywnij zakładkę Grupa Obc. (patrz 210.2.6).

Aby wybrać odpowiedni typ obciążenia należy kliknąć na polu **typ obciążenia**, wówczas element ten zmieni się na naciskając strzałkę rozwijamy listę z dostępnymi rodzajami obciążenia.



Wybieramy obciążenie stałe.

Wprowadź współ.obc.max. równy 1 oraz współ.obc.min. równy 1.

Postępując analogicznie wprowadź pozostałe grupy(2-5) obciążeń jako obciążenia zmienne.

9. Wprowadź Obciążenia.

Belka Żelbetowa ● ● ● INTERsoft

Geometria | Przekroje | Przeguby | Grupa Obc. | **Obciążenia** | Wymiarowanie | Zbrojenie

	nr	nr przęśta	rodzaj	P1	P2	a	b	gr.ob
	1	1	równomierne	20.000		0.000	2.400	Grupa2
	2	2	równomierne	20.000		0.000	6.000	Grupa3
	3	3	równomierne	20.000		0.000	6.000	Grupa4
	4	4	równomierne	20.000		0.000	2.400	Grupa5
	5	2	siła skupiona	50.000		3.000		Grupa3
	6	3	siła skupiona	50.000		3.000		Grupa4
	7		równomierne	10.000		0.000	16.800	Grupa1

Globalny
 Lokalny

Uaktywnij zakładkę Obciążenia (patrz 210.2.7).

Aby wprowadzić listę obciążeń z grupy1 należy:

W polu **rodzaj** z listy rozwijanej wybieramy opcję **równomierne**.

W polu **P1** wpisujemy wartość **10 [kN/m]**

W polu **b** wpisujemy wartość **16.8 [m]**

W polu **gr.ob** z listy rozwijanej wybieramy opcję **Grupa1**.

Aby wprowadzić listę obciążeń ciągłych z grup 2, 3, 4, 5, należy:

Nacisnąć przycisk .

W nowo powstałym obciążeniu w polu **rodzaj** z listy rozwijanej wybieramy opcję **równomierne**.

W polu **P1** wpisujemy wartość **20 [kN/m]**

W polu **b** wpisujemy wartość **16.8[m]**

W polu **gr.ob** z listy rozwijanej wybieramy opcję **Grupa2**.

Zaznaczamy powyższe obciążenie przez naciśnięcie szarego przycisku i przełączamy na układ lokalny. Otrzymujemy w ten sposób obc. nr 2, 3, 4 i 5 przypisane do grupy nr 2 (każde na innym przęśle). Następnie dla obc nr 3 zmieniamy grupę na nr 3, dla obc nr 4 zmieniamy grupę na nr 4 i dla obc nr 5 na grupę nr 5.

Aby wprowadzić obc. skupione w grupie 3 (przęsło 2) należy:

Nacisnąć przycisk .

Nowo powstałe obciążenie zaznaczamy przez naciśnięcie szarego przycisku znajdującego się po lewej stronie numeru obciążenia.

Zaznaczamy opcję układ lokalny.

W polu **nr przęsła** z listy rozwijanej wybieramy opcję **Przęsło 2**.

W polu **rodzaj** z listy rozwijanej wybieramy opcję **siła skupiona**.

W polu **P1** wpisujemy wartość **50 [kN/m]**

W polu **a** wpisujemy wartość **3 [m]**

W polu **gr.ob** z listy rozwijanej wybieramy opcję **Grupa3**.

Aby wprowadzić obc. skupione w grupie 4 (przęsło 3) należy:

Nacisnąć przycisk

Nowo powstałe obciążenie zaznaczamy przez naciśnięcie szarego przycisku

Zaznaczamy opcję układ lokalny.

W polu **nr przęsła** z listy rozwijanej wybieramy opcję **Przęsło 3**.

W polu **rodzaj** z listy rozwijanej wybieramy opcję **siła skupiona**.

W polu **P1** wpisujemy wartość **50 [kN/m]**

W polu **a** wpisujemy wartość **3 [m]**

W polu **gr.ob** z listy rozwijanej wybieramy opcję **Grupa4**.

10. Wprowadź dane materiałowe.

The screenshot shows the 'Belka Żelbetowa' window with the 'Wymiarowanie' tab selected. The interface includes several input fields and dropdown menus for defining concrete and steel properties, as well as reinforcement details.

Klasa betonu	Klasa stali na zginanie	Klasa stali na ścinanie	Dopuszczalne rozwarście rys
B25	18G2	St05	0.3

Zbrojenie na zginanie [mm]

Średnica zbrojenia dolnego	Średnica zbrojenia górnego	Średnica zbrojenia konstrukcyjnego	Średnica prętów odgiętych
16	16	12	16

Zbrojenie na ścinanie

Średnica strzemion mm	Liczba	Kąt nachylenia strzemion	Procent siły przenoszonej przez strzemiona
6	2	90	90

Element

zewnętrzny wewnętrzny

Ugięcie od obciążenia

długotrwałego krótkotrwałego

Wiek betonu w chwili obciążenia: 28 dni

Dobór zbrojenia głównego ze względu na rysy prostopadłe do osi elementu

Uaktywnij zakładkę Wymiarowanie (patrz 210.2.8).

W polu **Klasa betonu**, wybieramy z listy rozwijanej opcję **B25**.

W polu **Klasa stali na zginanie**, wybieramy z listy rozwijanej opcję **18G2**.

W polu **Klasa stali na ścinanie**, wybieramy z listy rozwijanej opcję **St05**.

W polu **Dopuszczalne rozwarście rys**, wpisujemy wartość **0.3**.

W polu **Średnica zbrojenia dolnego**, wybieramy z listy rozwijanej **16 mm**.

W polu **Średnica zbrojenia górnego**, wybieramy z listy rozwijanej **16 mm**.

W polu **Średnica zbrojenia konstrukcyjnego**, wybieramy z listy rozwijanej **12 mm**.

Zaznaczamy opcję **Element zewnętrzny**.

Zaznaczamy opcję **Ugięcie od obciążenia długotrwałego**.

Zaznaczamy opcję **Zbrojenie na ścinanie - strzemiona**.

W polu **Średnica strzemion**, wybieramy z listy rozwijanej **6 mm**.

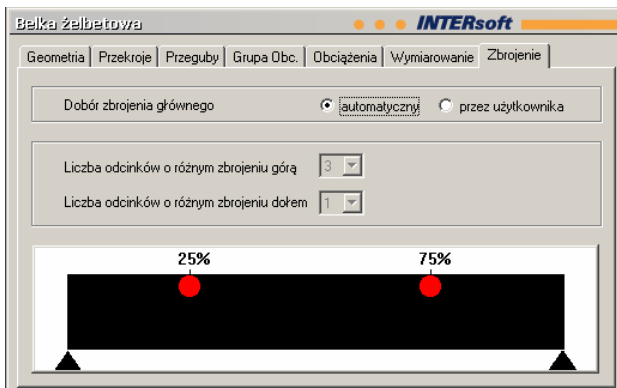
W polu **Liczba cięć**, wybieramy z listy rozwijanej **4**.

W polu **Kąt nachylenia strzemion** wpisujemy wartość **90 °**.

W polu **Wiek betonu w chwili obciążenia** – **28 dni**.

Zaznaczamy opcję **Dobór zbrojenia głównego na rysy prostopadłe do osi elementu**.

11. Wprowadź Zbrojenie.



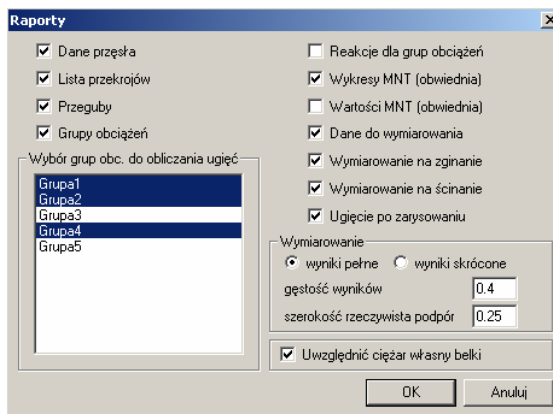
Uaktywnij zakładkę Zbrojenie (patrz 210.2.9).

Zaznaczamy opcję **Automatyczny** dobór zbrojenia głównego.

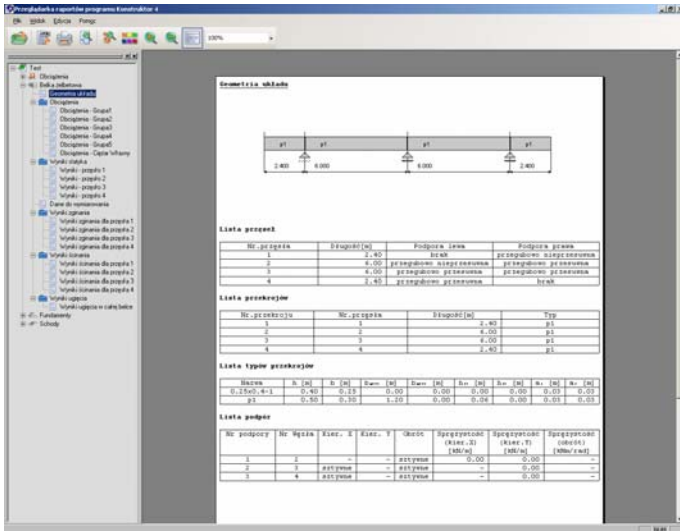
12. Wykonać Obliczenia.

Aby wykonać obliczenia naciskamy przycisk  **Rozpocznij obliczenia** lub z menu **Elementy** wybieramy polecenie **Rozpocznij obliczenia (patrz:001.2.16)**.

Po wywołaniu funkcji „obliczenia” na ekranie pojawia się okno „Konfiguracja raportu”, w którym możemy zdecydować jakie dane i wyniki ma zawierać raport. W celu prawidłowego obliczenia ugięć w stanie zarysowanym wybieramy z listy odpowiednie grupy np.: Grupa1, Grupa2, Grupa4 (obciążenie zmienne co drugie przęsło).

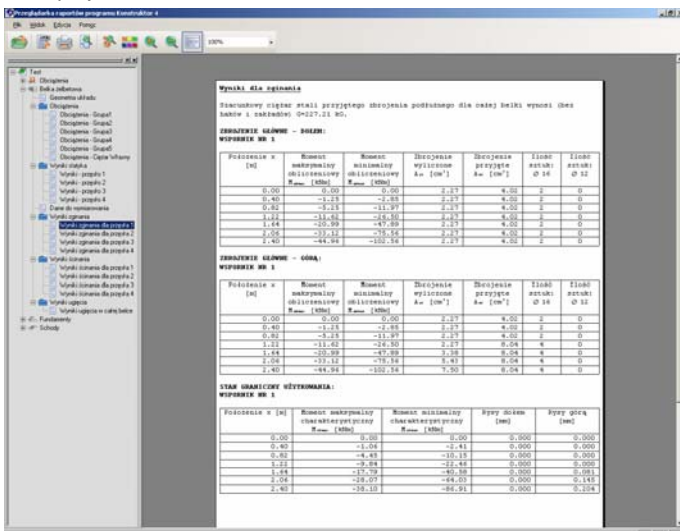


Po zaakceptowaniu swojego wyboru w oknie „Konfiguracja raportu” przyciskiem **OK**., program Konstruktor wykona wszystkie obliczenia i uruchomi przeglądarkę raportów z nowymi wynikami.



13. Przeglądanie wyników obliczeń.

Korzystanie z „drzewa” danych i wyników projektu pozwala na szybkie przełączanie się między informacjami o różnym charakterze dla całego projektu oraz dla pojedynczego elementu z projektu.



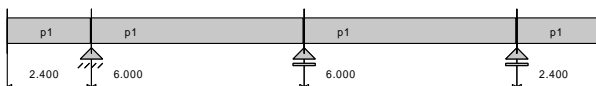
Wskazanie nazwy elementu w „drzewie” powoduje ukazanie w oknie widoku treści danego dokumentu.

Naciśnięcie przycisku  Powoduje rozwinięcie drzewa związanego z danym elementem.

210.4.3. Wyniki

Projekt:	Przykład 1
Nazwa elementu:	Belka żelbetowa
Autor projektu:	Jan Kowalski

Geometria układu



Lista przęseł

Nr.przęsła	Długość[m]	Podpora lewa	Podpora prawa
1	2.40	brak	przegubowo nieprzesuwna
2	6.00	przegubowo nieprzesuwna	przegubowo przesuwna
3	6.00	przegubowo przesuwna	przegubowo przesuwna
4	2.40	przegubowo przesuwna	brak

Lista przekrojów

Nr.przekroju	Nr.przęsła	Długość[m]	Typ
1	1	2.40	p1
2	2	6.00	p1
3	3	6.00	p1
4	4	2.40	p1

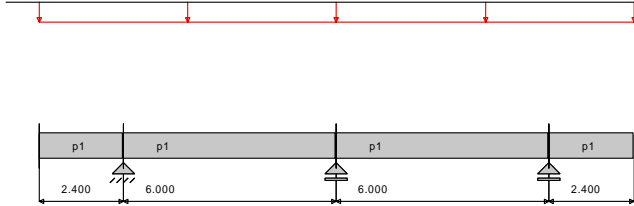
Lista typów przekrojów

Nazwa	h [m]	b [m]	b _{eff1} [m]	b _{eff2} [m]	h _{f1} [m]	h _{f2} [m]	a ₁ [m]	a ₂ [m]
p1	0.50	0.30	1.20	0.00	0.06	0.00	0.03	0.03

Lista podpór

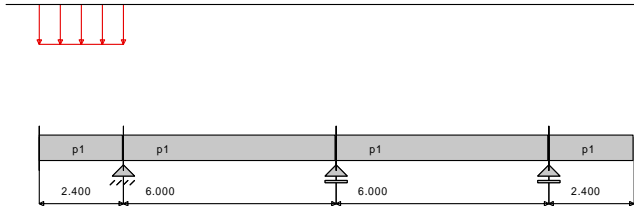
Nr podpory	Nr Węzła	Kier. X	Kier. Y	Obrót	Sprężystość (kier.X) [kN/m]	Sprężystość (kier.Y) [kN/m]	Sprężystość (obróć) [kNm/rad]
1	2	szttywne	szttywne	-	0.00	0.00	-
2	3	-	szttywne	-	-	0.00	-
3	4	-	szttywne	-	-	0.00	-

Lista obciążeń Grupa1

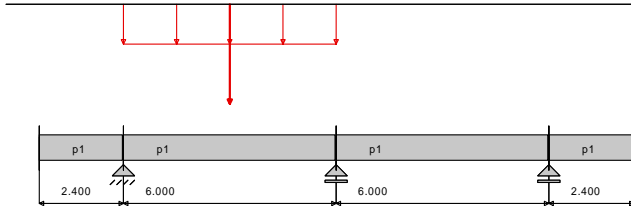


Nr	Nr przęśła	Rodzaj	P_1	P_2	a [m]	b [m]
1		równomierne	10.00	-	0.00	16.80

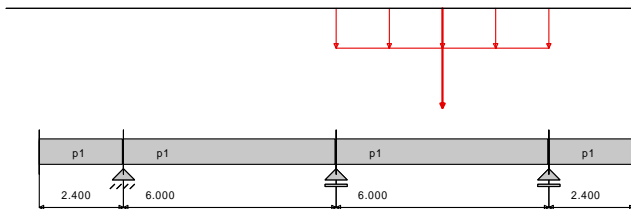
Lista obciążeń Grupa2



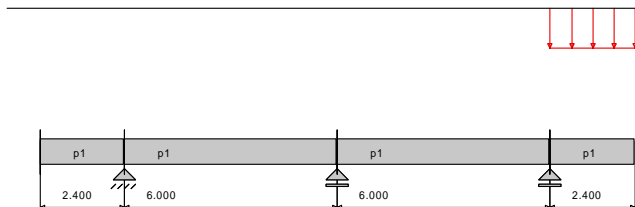
Nr	Nr przęśła	Rodzaj	P_1	P_2	a [m]	b [m]
2	1	równomierne	20.00	-	0.00	2.40

Lista obciążeń Grupa3

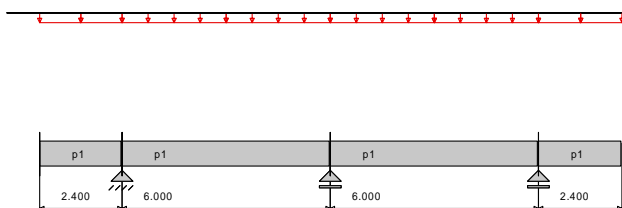
Nr	Nr przęsła	Rodzaj	P_1	P_2	a [m]	b [m]
3	2	równomierne	20.00	-	0.00	6.00
6	2	siła	50.00	-	3.00	0.00

Lista obciążeń Grupa4

Nr	Nr przęsła	Rodzaj	P_1	P_2	a [m]	b [m]
4	3	równomierne	20.00	-	0.00	6.00
7	3	siła	50.00	-	3.00	0.00

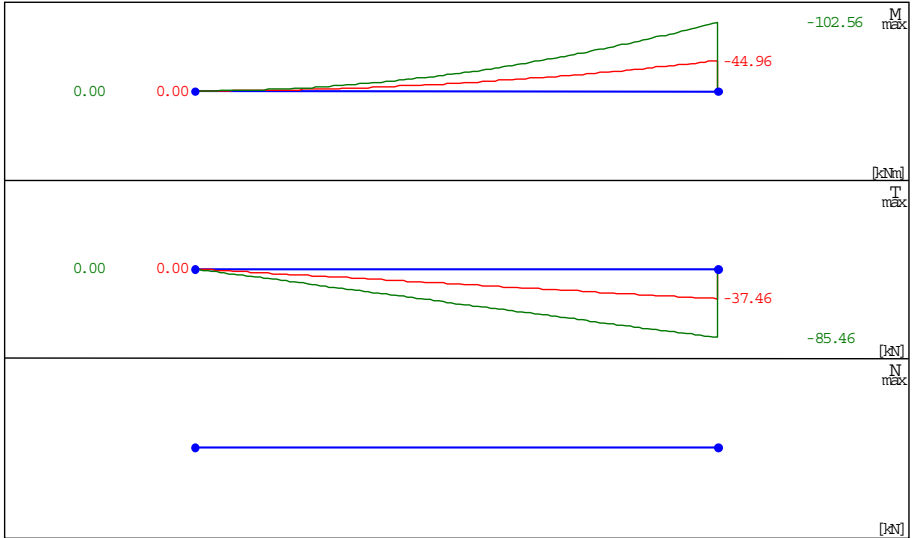
Lista obciążeń Grupa5

Nr	Nr przęsła	Rodzaj	P_1	P_2	a [m]	b [m]
5	4	równomierne	20.00	-	0.00	2.40

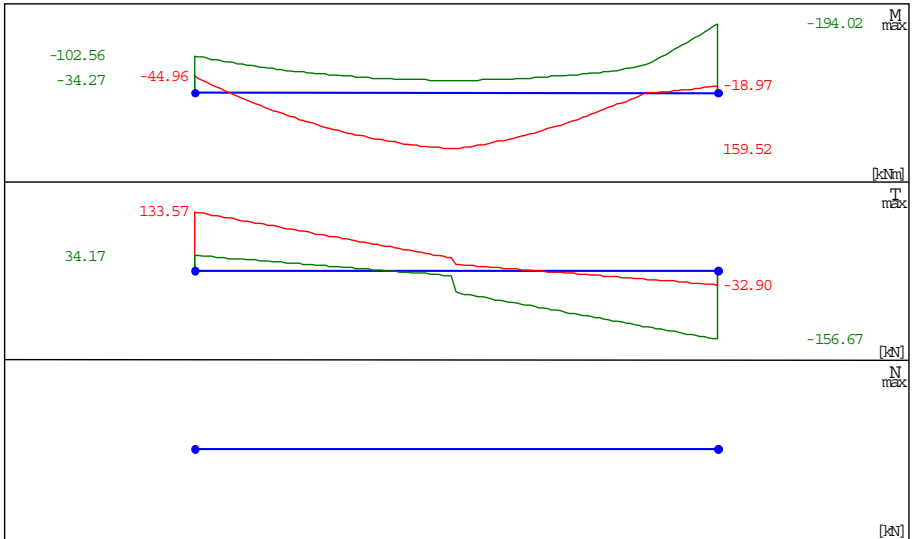
Lista obciążeń Ciężar Własny

Nr	Nr przęsła	Rodzaj	P_1	P_2	a [m]	b [m]
16		równomierne	5.10	-	0.00	1.20
17		równomierne	5.10	-	1.20	2.40
18		równomierne	5.10	-	2.40	5.40
19		równomierne	5.10	-	5.40	8.40
20		równomierne	5.10	-	8.40	11.40
21		równomierne	5.10	-	11.40	14.40
22		równomierne	5.10	-	14.40	15.60
23		równomierne	5.10	-	15.60	16.80

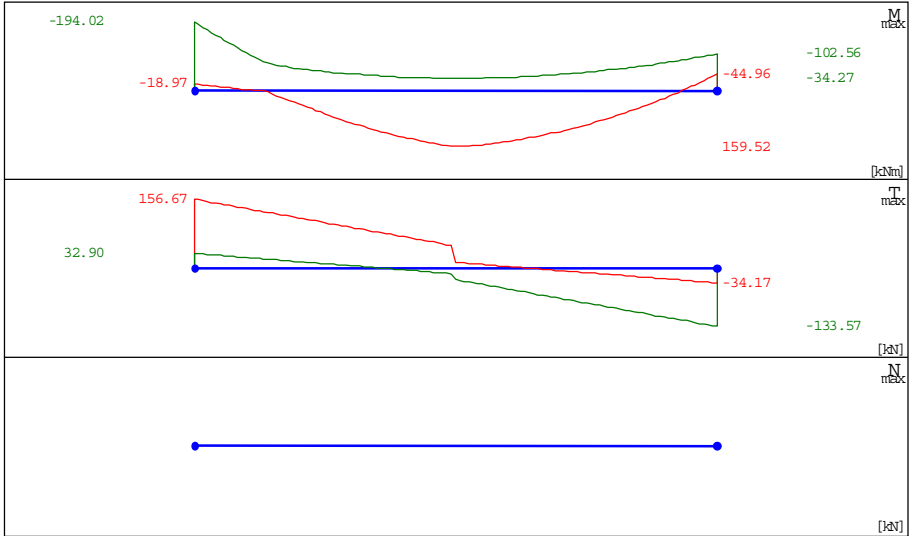
Wykresy MNT dla przęsła nr 1



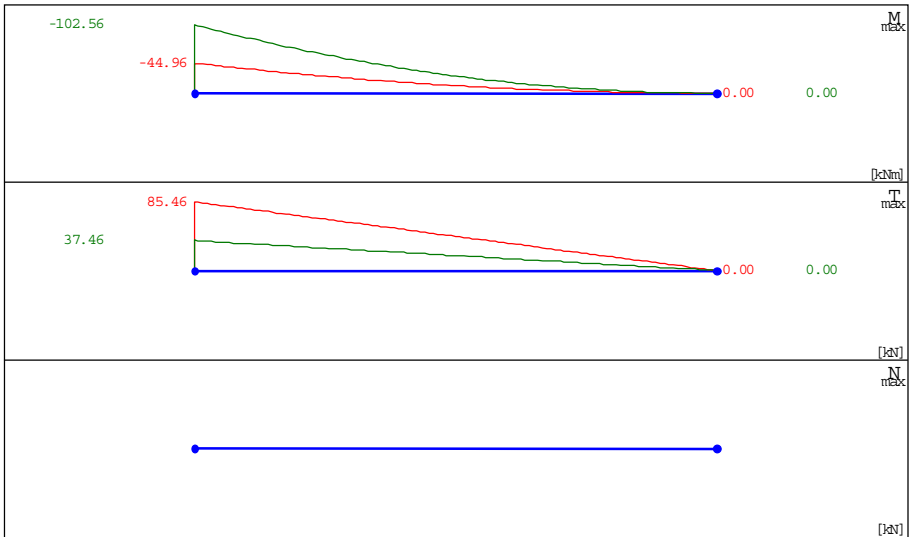
Wykresy MNT dla przęsła nr 2



Wykresy MNT dla przęsła nr 3



Wykresy MNT dla przęsła nr 4



Dane do wymiarowania

Materiały		
Klasa betonu		B25
Wytrzymałość obliczeniowa betonu na ściskanie f_{cd}	[MPa]	13.30
Klasa stali na ścinanie		St0S
Obliczeniowa granica plastyczności stali f_{yd}	[MPa]	190.00
Klasa stali na zginanie		18G2
Obliczeniowa granica plastyczności stali f_{yd}	[MPa]	310.00
Zbrojenie na zginanie		
Średnica zbrojenia dolnego	[mm]	16
Średnica zbrojenia górnego	[mm]	16
Średnica zbrojenia konstrukcyjnego	[mm]	12
Zbrojenie na ścinanie : strzemiona		
Kąt nachylenia strzemion	°	90.00
Średnica strzemion	[mm]	6
Liczba cięć		2
Element		zewnątrzny
Ugięcie od obciążenia		długotrwałego
Wiek betonu w chwili obciążenia		28 dni
Dobór zbrojenia głównego ze względu na rysy prostopadłe do osi elementu		TAK
Dopuszczalne rozwarście rys	[mm]	0.3

Wyniki dla zginania

Szacunkowy ciężar stali przyjętego zbrojenia podłużnego dla całej belki wynosi (bez haków i zakładów) $G=227.21$ kG.

**ZBROJENIE GŁÓWNE - DOŁEM:
WSPORNIK NR 1**

Położenie x [m]	Moment maksymalny obliczeniowy M_{sdmax} [kNm]	Moment minimalny obliczeniowy M_{sdmin} [kNm]	Zbrojenie wyliczone A_{s1} [cm ²]	Zbrojenie przyjęte A_{u1} [cm ²]	Ilość sztuk: Ø 16	Ilość sztuk: Ø 12
0.00	0.00	0.00	2.27	4.02	2	0
0.40	-1.25	-2.85	2.27	4.02	2	0
0.82	-5.25	-11.97	2.27	4.02	2	0
1.22	-11.62	-26.50	2.27	4.02	2	0
1.64	-20.99	-47.89	2.27	4.02	2	0
2.06	-33.12	-75.56	2.27	4.02	2	0
2.40	-44.96	-102.56	2.27	4.02	2	0

**ZBROJENIE GŁÓWNE - GÓRA:
WSPORNIK NR 1**

Położenie x [m]	Moment maksymalny obliczeniowy M_{sdmax} [kNm]	Moment minimalny obliczeniowy M_{sdmin} [kNm]	Zbrojenie wyliczone A_{s2} [cm ²]	Zbrojenie przyjęte A_{u2} [cm ²]	Ilość sztuk: \varnothing 16	Ilość sztuk: \varnothing 12
0.00	0.00	0.00	2.27	4.02	2	0
0.40	-1.25	-2.85	2.27	4.02	2	0
0.82	-5.25	-11.97	2.27	4.02	2	0
1.22	-11.62	-26.50	2.27	8.04	4	0
1.64	-20.99	-47.89	3.38	8.04	4	0
2.06	-33.12	-75.56	5.43	8.04	4	0
2.40	-44.96	-102.56	7.50	8.04	4	0

**STAN GRANICZNY UŻYTKOWANIA:
WSPORNIK NR 1**

Położenie x [m]	Moment maksymalny charakterystyczny M_{skmax} [kNm]	Moment minimalny charakterystyczny M_{skmin} [kNm]	Rysy dołem [mm]	Rysy górą [mm]
0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
0.40	-1.06	-2.41	0.000	0.000
0.82	-4.45	-10.15	0.000	0.000
1.22	-9.84	-22.46	0.000	0.000
1.64	-17.79	-40.58	0.000	0.081
2.06	-28.07	-64.03	0.000	0.145
2.40	-38.10	-86.91	0.000	0.204

Wyniki dla zginania

Szacunkowy ciężar stali przyjętego zbrojenia podłużnego dla całej belki wynosi (bez haków i zakładów) $G=227.21$ kG.

**ZBROJENIE GŁÓWNE - DOŁEM:
PRZESŁO NR 2**

Położenie x [m]	Moment maksymalny obliczeniowy M_{sdmax} [kNm]	Moment minimalny obliczeniowy M_{sdmin} [kNm]	Zbrojenie wyliczone A_{s1} [cm ²]	Zbrojenie przyjęte A_{u1} [cm ²]	Ilość sztuk: \varnothing 16	Ilość sztuk: \varnothing 12
0.00	-44.96	-102.56	2.27	12.06	6	0
0.45	6.15	-83.36	2.27	12.06	6	0
0.85	45.52	-68.95	3.14	12.06	6	0
1.30	83.00	-55.72	5.77	12.06	6	0
1.75	113.27	-45.65	7.90	12.06	6	0
2.20	136.33	-38.75	9.55	12.06	6	0
2.65	152.18	-35.01	10.68	12.06	6	0
3.10	155.82	-34.42	10.94	12.06	6	0
3.55	134.74	-37.00	9.43	12.06	6	0

4.00	106.46	-42.74	7.42	12.06	6	0
4.40	75.26	-50.50	5.22	12.06	6	0
4.80	38.37	-60.75	2.65	12.06	6	0
5.20	2.36	-80.07	2.27	12.06	6	0
5.65	-8.41	-141.36	2.27	12.06	6	0
6.00	-18.97	-194.02	2.27	12.06	6	0

**ZBROJENIE GŁÓWNE - GÓRĄ:
PRZĘŚŁO NR 2**

Położenie x [m]	Moment maksymalny obliczeniowy M_{sdmax} [kNm]	Moment minimalny obliczeniowy M_{sdmin} [kNm]	Zbrojenie wyliczone A_{s2} [cm ²]	Zbrojenie przyjęte A_{u2} [cm ²]	Ilość sztuk: Ø 16	Ilość sztuk: Ø 12
0.00	-44.96	-102.56	7.50	8.04	4	0
0.45	6.15	-83.36	6.02	8.04	4	0
0.85	45.52	-68.95	4.93	8.04	4	0
1.30	83.00	-55.72	3.95	8.04	4	0
1.75	113.27	-45.65	3.22	4.02	2	0
2.20	136.33	-38.75	2.72	4.02	2	0
2.65	152.18	-35.01	2.45	4.02	2	0
3.10	155.82	-34.42	2.41	4.02	2	0
3.55	134.74	-37.00	2.60	4.02	2	0
4.00	106.46	-42.74	3.01	4.02	2	0
4.40	75.26	-50.50	3.57	4.02	2	0
4.80	38.37	-60.75	4.32	16.08	8	0
5.20	2.36	-80.07	5.77	16.08	8	0
5.65	-8.41	-141.36	10.64	16.08	8	0
6.00	-18.97	-194.02	15.23	16.08	8	0

**STAN GRANICZNY UŻYTKOWANIA:
PRZĘŚŁO NR 2**

Położenie x [m]	Moment maksymalny charakterystyczny M_{skmax} [kNm]	Moment minimalny charakterystyczny M_{skmin} [kNm]	Rysy dołem [mm]	Rysy górą [mm]
0.00	-38.10	-86.91	0.000	0.204
0.45	5.21	-70.64	0.000	0.162
0.85	38.57	-58.43	0.023	0.130
1.30	70.34	-47.22	0.058	0.100
1.75	95.99	-38.69	0.084	0.216
2.20	115.53	-32.84	0.103	0.166
2.65	128.97	-29.67	0.116	0.137
3.00	135.19	-29.05	0.122	0.131
3.10	132.05	-29.17	0.119	0.132
3.55	114.19	-31.36	0.102	0.152

4.00	90.22	-36.22	0.078	0.195
4.40	63.78	-42.79	0.052	0.249
4.80	32.52	-51.48	0.015	0.045
5.20	2.00	-67.86	0.000	0.062
5.65	-7.13	-119.80	0.000	0.114
6.00	-16.07	-164.42	0.000	0.158

Wyniki dla zginania

Szacunkowy ciężar stali przyjętego zbrojenia podłużnego dla całej belki wynosi (bez haków i zakładów) $G=227.21$ kG.

**ZBROJENIE GŁÓWNE - DOŁEM:
PRZESŁO NR 3**

Położenie x [m]	Moment maksymalny obliczeniowy M_{sdmax} [kNm]	Moment minimalny obliczeniowy M_{sdmin} [kNm]	Zbrojenie wyliczone A_{s1} [cm ²]	Zbrojenie przyjęte A_{u1} [cm ²]	Ilość sztuk: $\varnothing 16$	Ilość sztuk: $\varnothing 12$
0.00	-18.97	-194.02	2.27	12.06	6	0
0.40	-7.06	-134.20	2.27	12.06	6	0
0.80	2.36	-80.07	2.27	12.06	6	0
1.25	43.30	-59.33	2.99	12.06	6	0
1.70	83.60	-48.32	5.81	12.06	6	0
2.15	116.69	-40.48	8.15	12.06	6	0
2.60	142.57	-35.79	9.99	12.06	6	0
3.05	158.74	-34.27	11.15	12.06	6	0
3.45	149.28	-35.56	10.47	12.06	6	0
3.90	131.83	-40.01	9.22	12.06	6	0
4.30	110.26	-46.62	7.69	12.06	6	0
4.70	83.00	-55.72	5.77	12.06	6	0
5.15	45.52	-68.95	3.14	12.06	6	0
5.60	0.82	-85.34	2.27	12.06	6	0
6.00	-44.96	-102.56	2.27	12.06	6	0

**ZBROJENIE GŁÓWNE - GÓRA:
PRZESŁO NR 3**

Położenie x [m]	Moment maksymalny obliczeniowy M_{sdmax} [kNm]	Moment minimalny obliczeniowy M_{sdmin} [kNm]	Zbrojenie wyliczone A_{s2} [cm ²]	Zbrojenie przyjęte A_{u2} [cm ²]	Ilość sztuk: $\varnothing 16$	Ilość sztuk: $\varnothing 12$
0.00	-18.97	-194.02	15.23	16.08	8	0
0.40	-7.06	-134.20	10.04	16.08	8	0
0.80	2.36	-80.07	5.77	16.08	8	0
1.25	43.30	-59.33	4.22	16.08	8	0
1.70	83.60	-48.32	3.41	4.02	2	0
2.15	116.69	-40.48	2.84	4.02	2	0

2.60	142.57	-35.79	2.51	4.02	2	0
3.05	158.74	-34.27	2.40	4.02	2	0
3.45	149.28	-35.56	2.49	4.02	2	0
3.90	131.83	-40.01	2.81	4.02	2	0
4.30	110.26	-46.62	3.29	4.02	2	0
4.70	83.00	-55.72	3.95	8.04	4	0
5.15	45.52	-68.95	4.93	8.04	4	0
5.60	0.82	-85.34	6.17	8.04	4	0
6.00	-44.96	-102.56	7.50	8.04	4	0

**STAN GRANICZNY UŻYTKOWANIA:
PRZĘŚŁO NR 3**

Położenie x [m]	Moment maksymalny charakterystyczny M_{skmax} [kNm]	Moment minimalny charakterystyczny M_{skmin} [kNm]	Rysy dołem [mm]	Rysy górą [mm]
0.00	-16.07	-164.42	0.000	0.158
0.40	-5.98	-113.73	0.000	0.108
0.80	2.00	-67.86	0.000	0.062
1.25	36.69	-50.28	0.021	0.043
1.70	70.85	-40.95	0.059	0.234
2.15	98.89	-34.30	0.087	0.178
2.60	120.82	-30.33	0.108	0.143
3.05	134.52	-29.04	0.121	0.131
3.10	133.79	-29.06	0.120	0.131
3.55	123.75	-30.75	0.111	0.147
4.00	107.60	-35.11	0.095	0.185
4.40	88.12	-41.24	0.076	0.237
4.85	60.43	-50.66	0.048	0.109
5.25	30.69	-61.29	0.000	0.138
5.65	-3.89	-74.03	0.000	0.171
6.00	-38.10	-86.91	0.000	0.204

Wyniki dla zginania

Szacunkowy ciężar stali przyjętego zbrojenia podłużnego dla całej belki wynosi (bez haków i zakładów) $G=227.21$ kg.

**ZBROJENIE GŁÓWNE - DOŁEM:
WSPORNIK NR 4**

Położenie x [m]	Moment maksymalny obliczeniowy M_{sdmax} [kNm]	Moment minimalny obliczeniowy M_{sdmin} [kNm]	Zbrojenie wyliczone A_{s1} [cm ²]	Zbrojenie przyjęte A_{u1} [cm ²]	Ilość sztuk: $\varnothing 16$	Ilość sztuk: $\varnothing 12$
0.00	-44.96	-102.56	2.27	4.02	2	0
0.40	-31.22	-71.22	2.27	4.02	2	0

0.82	-19.48	-44.45	2.27	4.02	2	0
1.24	-10.50	-23.96	2.27	4.02	2	0
1.64	-4.51	-10.28	2.27	4.02	2	0
2.04	-1.01	-2.31	2.27	4.02	2	0
2.40	0.00	0.00	2.27	4.02	2	0

ZBROJENIE GŁÓWNE - GÓRĄ: WSPORNIK NR 4

Położenie x [m]	Moment maksymalny obliczeniowy M_{sdmax} [kNm]	Moment minimalny obliczeniowy M_{sdmin} [kNm]	Zbrojenie wyliczone A_{s2} [cm ²]	Zbrojenie przyjęte A_{u2} [cm ²]	Ilość sztuk: $\varnothing 16$	Ilość sztuk: $\varnothing 12$
0.00	-44.96	-102.56	7.50	8.04	4	0
0.40	-31.22	-71.22	5.10	8.04	4	0
0.82	-19.48	-44.45	3.13	8.04	4	0
1.24	-10.50	-23.96	2.27	4.02	2	0
1.64	-4.51	-10.28	2.27	4.02	2	0
2.04	-1.01	-2.31	2.27	4.02	2	0
2.40	0.00	0.00	2.27	4.02	2	0

STAN GRANICZNY UŻYTKOWANIA: WSPORNIK NR 4

Położenie x [m]	Moment maksymalny charakterystyczny M_{skmax} [kNm]	Moment minimalny charakterystyczny M_{skmin} [kNm]	Rysy dołem [mm]	Rysy górą [mm]
0.00	-38.10	-86.91	0.000	0.204
0.40	-26.46	-60.36	0.000	0.135
0.82	-16.51	-37.67	0.000	0.073
1.24	-8.90	-20.30	0.000	0.000
1.64	-3.82	-8.72	0.000	0.000
2.04	-0.86	-1.96	0.000	0.000
2.40	0.00	0.00	0.000	0.000

Wyniki dla ścinania

Szacunkowy ciężar przyjętego zbrojenia na ścinanie dla całej belki - strzemiona i pręty odgięte (bez haków i zakładów) $G_s=43.75$ kG.

PODPORA PRAWA WSPORNIKA NR 1

Odcinek ścinania $L_c=0.470$ m Nośność przekroju betonowego $V_{rd1}=79.64$ kN

Długość odcinka konstrukcyjnego na ścinanie $L_k=1.930$ m; strzemiona $\varnothing 6$ mm 2-cięte co $s=35.3$ cm

Maksymalny odstęp ramion strzemion w kierunku poprzecznym wynosi $s_z=47.0$ cm

Rozstaw strzemion $\varnothing 6$ 2-cięte s [cm]	Długość odcinka L_s [m]	Siła tnąca: (Wartość bezwzględna) V [kN]	Nośność krzyżulca ściskanego V_{rd2} [kN]	Ilość prętów odgiętych w przekroju $\varnothing 16$
5.3	0.47	85.46	465.82	0

Wyniki dla ścinania

Szacunkowy ciężar przyjętego zbrojenia na ścinanie dla całej belki - strzemiona i pręty odgięte (bez haków i zakładów) $G_s=43.75$ kG.

PODPORA LEWA PRZĘŚLA NR 2

Odcinek ścinania $L_c=1.350$ m podział na 2 części; Nośność przekroju betonowego $V_{rd1}=86.00$ kN

Długość odcinka konstrukcyjnego na ścinanie $L_k=2.750$ m; strzemiona $\varnothing 6$ mm 2-cięte co $s=35.3$ cm

Maksymalny odstęp ramion strzemion w kierunku poprzecznym wynosi $s_z=47.0$ cm

Rozstaw strzemion $\varnothing 6$ 2-cięte s [cm]	Długość odcinka L_s [m]	Siła tnąca: (Wartość bezwzględna) V [kN]	Nośność krzyżulca ściskanego V_{rd2} [kN]	Ilość prętów odgiętych w przekroju $\varnothing 16$
6.7	0.94	133.57	372.66	0
8.9	0.41	101.53	372.66	0

PODPORA PRAWA PRZĘŚLA NR 2

Odcinek ścinania $L_c=1.900$ m podział na 3 części; Nośność przekroju betonowego $V_{rd1}=89.22$ kN

Długość odcinka konstrukcyjnego na ścinanie $L_k=2.750$ m; strzemiona $\varnothing 6$ mm 2-cięte co $s=35.3$ cm

Maksymalny odstęp ramion strzemion w kierunku poprzecznym wynosi $s_z=47.0$ cm

Rozstaw strzemion $\varnothing 6$ 2-cięte s [cm]	Długość odcinka L_s [m]	Siła tnąca: (Wartość bezwzględna) V [kN]	Nośność krzyżulca ściskanego V_{rd2} [kN]	Ilość prętów odgiętych w przekroju $\varnothing 16$
5.7	0.94	156.67	372.66	0
7.1	0.94	126.40	372.66	0
9.7	0.02	92.58	372.66	0

Wyniki dla ścinania

Szacunkowy ciężar przyjętego zbrojenia na ścinanie dla całej belki - strzemiona i pręty odgięte (bez haków i zakładów) $G_s=43.75$ kG.

PODPORA LEWA PRZĘŚLA NR 3

Odcinek ścinania $L_c=1.900$ m podział na 3 części; Nośność przekroju betonowego $V_{rd1}=89.22$ kN

Długość odcinka konstrukcyjnego na ścinanie $L_k=2.750$ m; strzemiona $\varnothing 6$ mm 2-cięte co $s=35.3$ cm

Maksymalny odstęp ramion strzemion w kierunku poprzecznym wynosi $s_z=47.0$ cm

Rozstaw strzemion $\varnothing 6$ 2-cięte s [cm]	Długość odcinka L_s [m]	Siła tnąca: (Wartość bezwzględna) V [kN]	Nośność krzyżulca ściskanego V_{rd2} [kN]	Ilość prętów odgiętych w przekroju $\varnothing 16$
5.7	0.94	156.67	372.66	0
7.2	0.94	124.62	372.66	0
9.9	0.02	90.79	372.66	0

PODPORA PRAWA PRZĘŚLA NR 3

Odcinek ścinania $L_c=1.350$ m podział na 2 części; Nośność przekroju betonowego $V_{rd1}=86.00$ kN

Długość odcinka konstrukcyjnego na ścinanie $L_k=2.750$ m; strzemiona $\varnothing 6$ mm 2-cięte co $s=35.3$ cm

Maksymalny odstęp ramion strzemion w kierunku poprzecznym wynosi $s_z=47.0$ cm

Rozstaw strzemion $\varnothing 6$ 2-cięte s [cm]	Długość odcinka L_s [m]	Siła tnąca: (Wartość bezwzględna) V [kN]	Nośność krzyżulca ściskanego V_{rd2} [kN]	Ilość prętów odgiętych w przekroju $\varnothing 16$
6.7	0.94	133.57	372.66	0
8.7	0.41	103.31	372.66	0

Wyniki dla ścinania

Szacunkowy ciężar przyjętego zbrojenia na ścinanie dla całej belki - strzemiona i pręty odgięte (bez haków i zakładów) $G_s=43.75$ kG.

PODPORA LEWA WSPORNIKA NR 4

Odcinek ścinania $L_c=0.470$ m Nośność przekroju betonowego $V_{rd1}=79.64$ kN

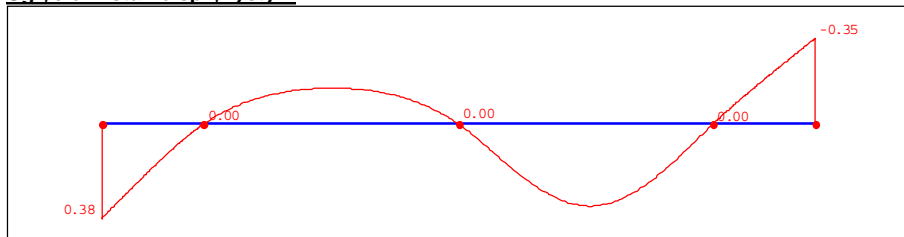
Długość odcinka konstrukcyjnego na ścinanie $L_k=1.930$ m; strzemiona $\varnothing 6$ mm 2-cięte co $s=35.3$ cm

Maksymalny odstęp ramion strzemion w kierunku poprzecznym wynosi $s_z=47.0$ cm

Rozstaw strzemion $\varnothing 6$ 2-cięte s [cm]	Długość odcinka L_s [m]	Siła tnąca: (Wartość bezwzględna) V [kN]	Nośność krzyżulca ściskanego V_{rd2} [kN]	Ilość prętów odgiętych w przekroju $\varnothing 16$
5.3	0.47	85.46	465.82	0

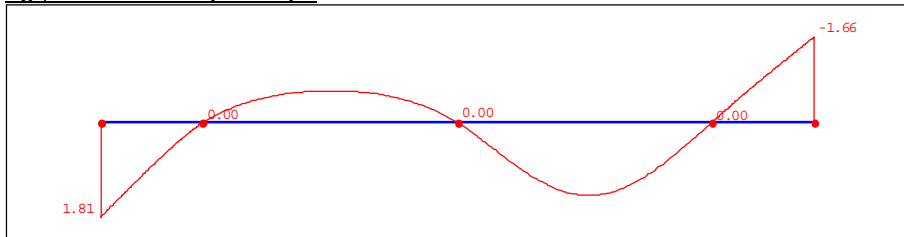
Grupy obciążeń uwzględnione do liczenia ugięcia:

CiężarWłasny
Grupa1
Grupa2
Grupa4

Ugięcie w stanie sprężystym**Tabela ugięć sprężystych belki**

Nr podpory	Przem. podpory y_{max} [cm]	Nr przęsła	Odległość x [m]	Ugięcie max y_{max} [cm]
-	-	Przęsło nr 1 (wspornik)	0.00	0.378

Podpora nr 1	0.000	Przęsło nr 2	3.05	-0.143
Podpora nr 2	0.000	Przęsło nr 3	3.10	0.329
Podpora nr 3	0.000	Przęsło nr 4 (wspornik)	2.40	-0.345

Ugięcie w stanie zarysowanym**Tabela ugięć rzeczywistych belki**

Nr podpory	Przem. podpory y_{max} [cm]	Nr przęsła	Odległość x [m]	Ugięcie max y_{max} [cm]
-	-	Przęsło nr 1 (wspornik)	0.00	1.815
Podpora nr 1	0.000	Przęsło nr 2	3.05	-0.612
Podpora nr 2	0.000	Przęsło nr 3	3.10	1.404
Podpora nr 3	0.000	Przęsło nr 4 (wspornik)	2.40	-1.657