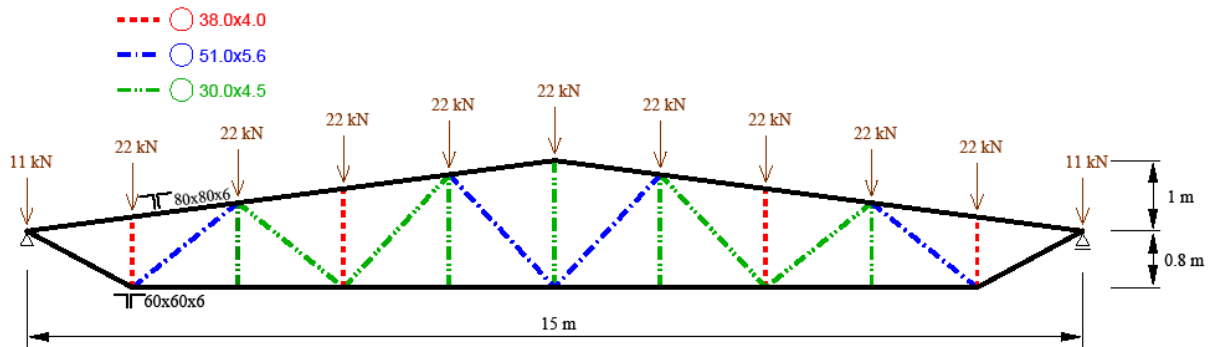


Obliczenie kratownicy przy pomocy programu ROBOT

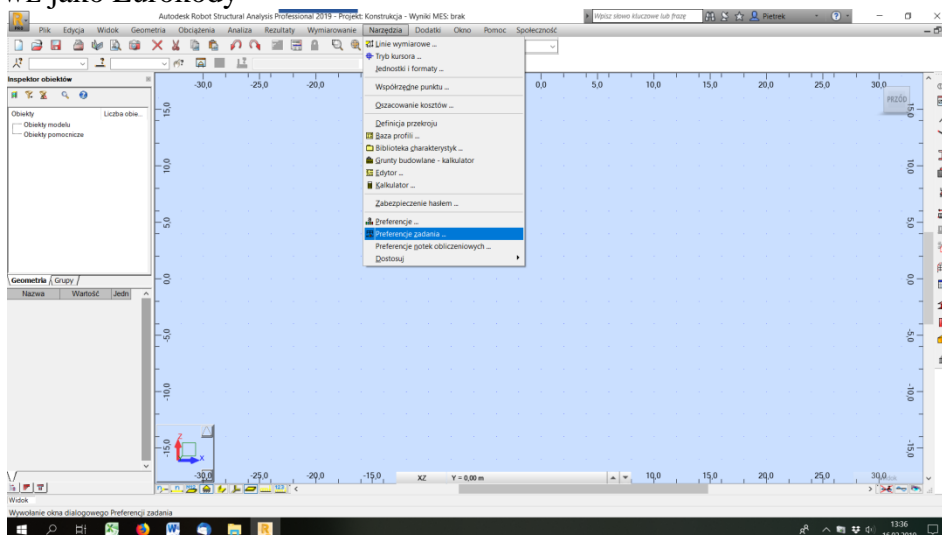


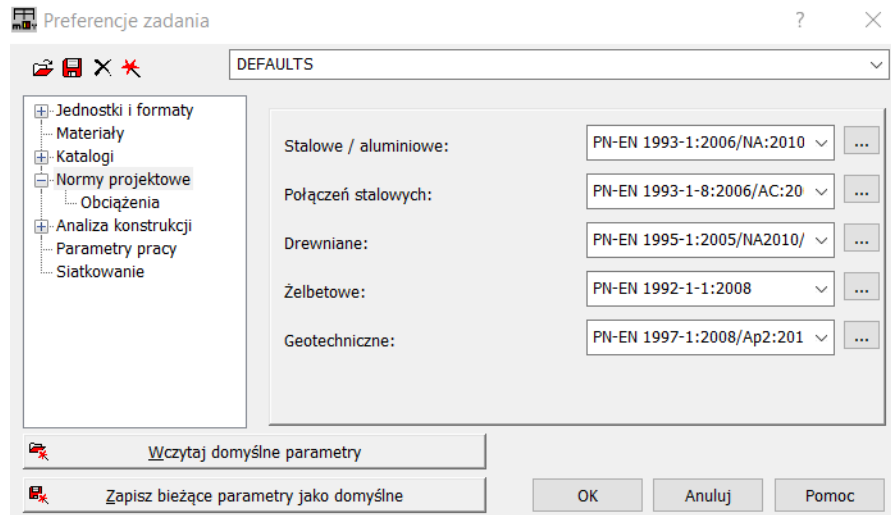
1. Wybór typu konstrukcji (poniższe okno dostępne po wybraniu ikony NOWE)



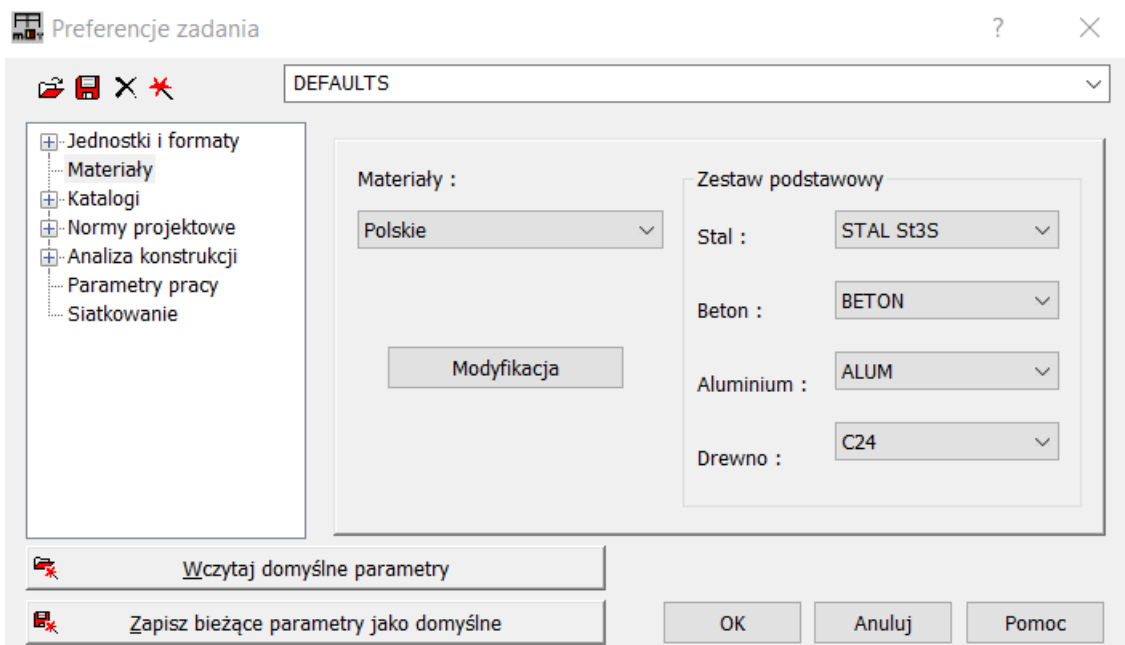
2. Ustawienie norm projektowych oraz domyślnego materiału

Z menu górnego wybieramy NARZĘDZIA -> PREFERENCJE ZADANIA ustawić NORMY PROJEKTOWE jako Eurokody




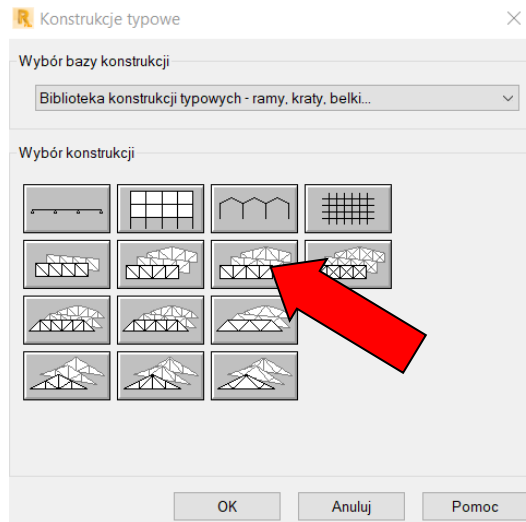


W zakładce MATERIAŁY możemy zmienić domyślny materiał wybierając go po prawej stronie z listy rozwijalnej. Po kliknięciu w MODYFIKACJA można zdefiniować nowy materiał lub sprawdzić stałe materiałowe istniejących materiałów. Dla naszego przykładu zmienimy domyślny materiał STAL na STAL ST3S i zatwierdzimy OK.

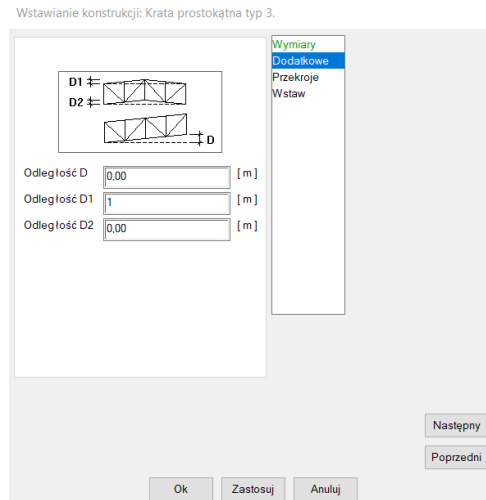
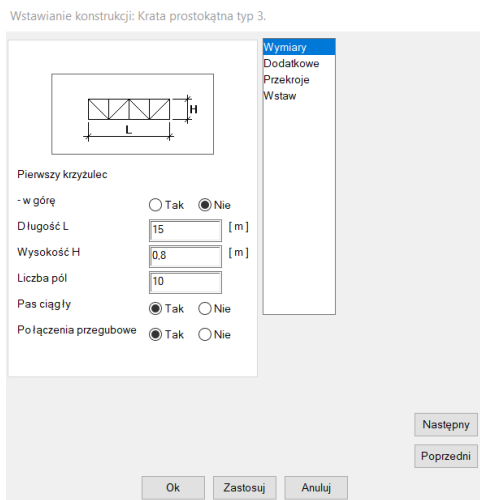


3. Definicja geometrii

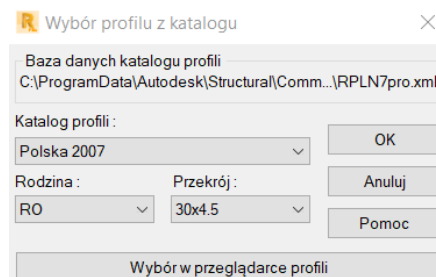
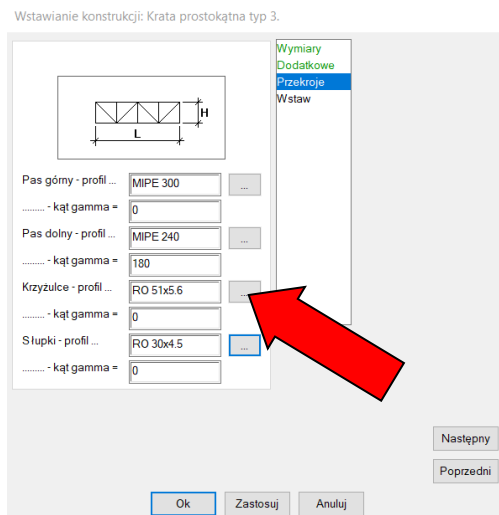
Do definicji geometrii kratownicy użyjemy biblioteki KONSTRUKCJE TYPOWE. Klikając po prawej stronie na . Jak widać w tej bibliotece nie ma kształtu naszej kratownicy, więc wybieramy kratownicę pokazaną na rysunku poniżej. Geometrię tej kratownicy będziemy modyfikować w kolejnym kroku.



Następnie definiujemy w zakładce WYMIARY i DODATKOWE wprowadzamy wartości jak na rysunkach





W zakładce PRZEKROJE wybierając katalog profili POLSKA 2007 możemy zdefiniować przekrój dla krzyżulców i słupków jako przekroje rurowe o rozmiarach odpowiednio 51x5.6 i 30x4.5.




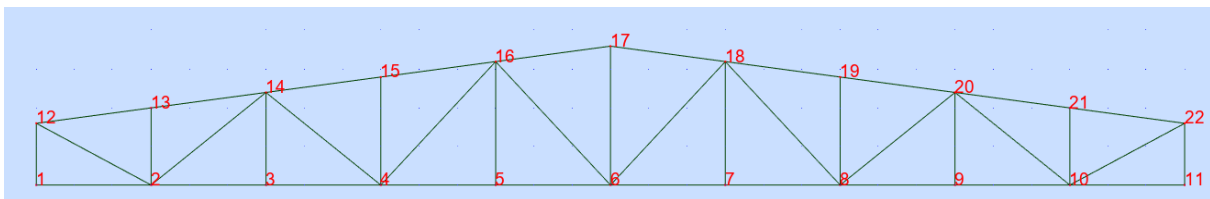
Przekroje dla pasów górnego i dolnego oraz niektórych słupków i krzyżulców oraz materiał skorygujemy w jednym z następujących punktów.

W kolejnej zakładce możemy zdefiniować punkt wstawienia. Decydujemy się na punkt domyślny, więc zatwierdzamy OK.

Aby przybliżyć lub oddalić obiekt wystarczy poruszać kółkiem na myszy. Do zoomowania służą również ikonki   w pasku górnym.

4. Korekta geometrii

Wybieramy w pasku górnym zakładkę lub z menu górnego wybieramy WIDOK->TABELA... √ PRĘTY. Następnie w oknie PRĘTY należy poprawić numery węzłów końcowych dolnego pręta (nr 1). Jako początek należy wybrać drugi węzeł od lewej i jako koniec drugi węzeł od prawej strony. Warto włączyć numerację węzłów klikając na  w lewym dolnym rogu i sprawdzić czy jest ona identyczna jak dla kratownicy poniżej:





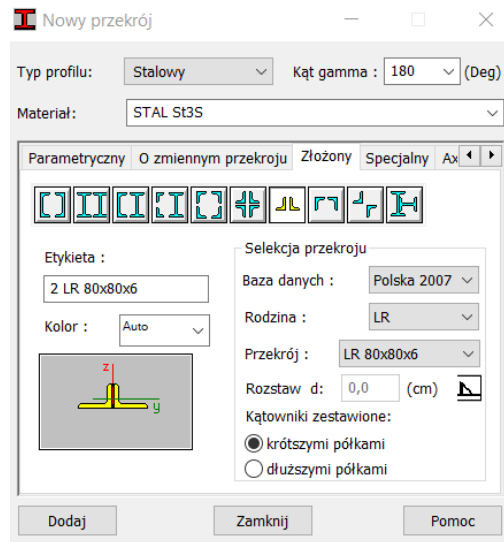
Według rysunku powyżej w tym przypadku zostały wybrane węzły 2 i 10.

Pręt	Węzeł 1	Węzeł 2	Przekrój	Materiał	Gamma
1	2	10	MIPE 240	STAL	
2	12	17	MIPE 300	STAL	
3		22	MIPE 300	STAL	
4		12	RO 51x5.6	STAL	
5	4	14	RO 51x5.6	STAL	
6	6	16	RO 51x5.6	STAL	
7	8	18	RO 51x5.6	STAL	
8	10	20	RO 51x5.6	STAL	
9	10	22	RO 51x5.6	STAL	
10	8	20	RO 51x5.6	STAL	
11	6	18	RO 51x5.6	STAL	
12	4	16	RO 51x5.6	STAL	
13	2	14	RO 51x5.6	STAL	
14	2	13	RO 30x4.5	STAL	
15	3	14	RO 30x4.5	STAL	

Następnie należy zmienić zakładkę w pasku górnym na lub wybrać z menu górnego WIDOK->TABELA... √ WĘZŁY. W oknie WĘZŁY należy skasować węzły skrajne dolne, w tym przypadku 1 i 11, zaznaczając odpowiednie wiersze i kasując klawiszem DEL. Po tych zmianach kratownica powinna mieć geometrię taką jak w temacie zadania.

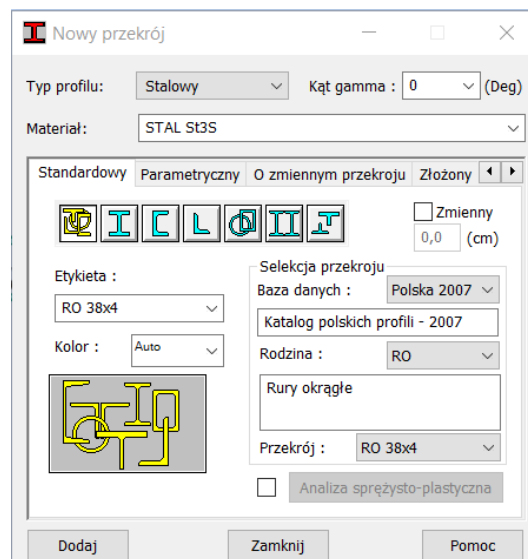
5. Definicja i korekta przekrojów

Najpierw zdefiniujemy sobie pozostałe przekroje. W tym celu przechodzimy do zakładki w górnym pasku **Przekroje i Materiały** lub będąc w menu **Start** z bocznego menu wybieramy **PROFILE PRĘTÓW** lub z menu górnego wybieramy **GEOMETRIA -> CHARAKTERYSTYKI -> PRZEKROJE**. W oknie **PRZEKROJE** wybieramy nowy przekrój klikając . Najpierw będziemy definiować przekrój dla pasa górnego który jest przekrojem złożonym z dwóch kątowników 80x80x6. Jako **TYP PROFILU** wybieramy **STALOWY**. W zakładce **ZŁOŻONY** wybieramy odpowiedni kątownik (rodzina LR). **ROZSTAW d** wpisujemy 0 lub wystarczy kliknąć obok na ikonkę . Przekrój należy jeszcze obrócić o 180 stopni definiując odpowiedni **KĄT GAMMA**



Podobnie będziemy definiować przekrój dla pasa dolnego z kątowników 60x60x6 ale tym razem **KĄT GAMMA** jest równy 0.


Do definicji przekrojów dla słupków i krzyżulców brakuje jeszcze jednego przekroju – rura 38x4. Możemy go zdefiniować wybierając **NOWY PRZEKRÓJ** z zakładką **STANDARDOWY** i wyklikując odpowiednie dane jak na rysunku





Należy zwrócić uwagę, że w oknie MATERIAŁ (jeżeli używane jest menu

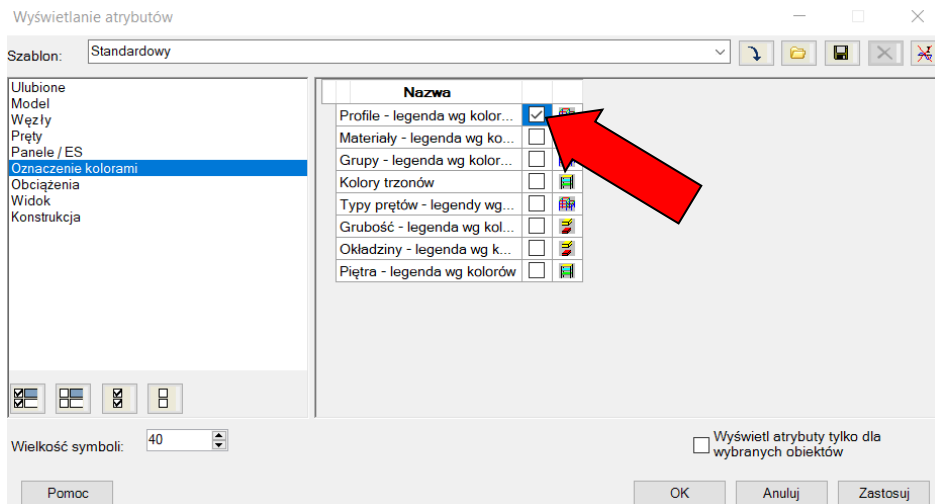
Start

aby otworzyć to okno należy wybrać ikonę z menu bocznego

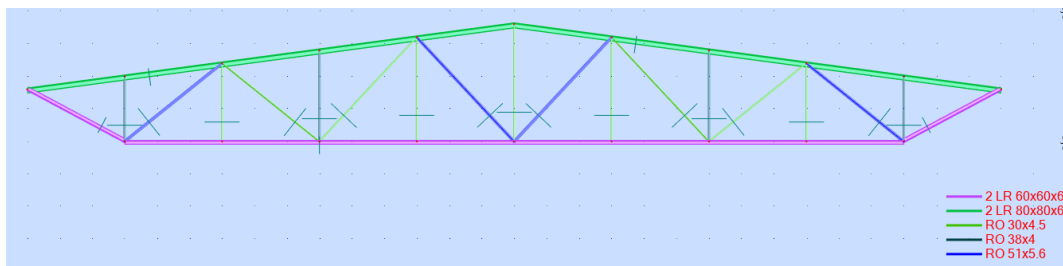
MATERIAŁ  lub wybrać z menu górnego GEOMETRIA -> MATERIAŁY...) zdefiniowany przez nas materiał domyślny został przypisany tylko dla nowo zdefiniowanych przekrojów. Dla przekrojów stworzonych w trakcie generowania kratownicy materiałem tym jest STAL. Aby zmienić ten materiał należy najpierw wybrać STAL ST3S z górnego rozwijalnego menu a następnie wybrać odpowiednią etykietę profilu i kliknąć na ZASTOSUJ.

Mając zdefiniowane wszystkie przekroje przystępujemy do przypisywania odpowiednich przekrojów do odpowiednich prętów. W tym celu w oknie przekroje wystarczy zaznaczyć odpowiedni przekrój (pojawi się strzałka po lewej stronie) i wystarczy klikać po prętach, dla których chcemy przypisać odpowiedni przekrój. Jeżeli istnieje potrzeba obrócenia któregoś



z przekroju możemy skorzystać z ikonki  w menu bocznym, która służy do obracania układów lokalnych przekrojów (kąt gamma). Aby ułatwić sobie przypisywanie przekrojów możemy włączyć legendę profili wg kolorów. W tym celu widoku kratownicy klikamy prawym klawiszem myszy i wybieramy WYŚWIETL i następnie OZNACZENIE KOLORAMI i klikamy na PROFILE – LEGENDA WG KOLORÓW. Możemy również włączyć sobie w pasku dolnym szkice profili .

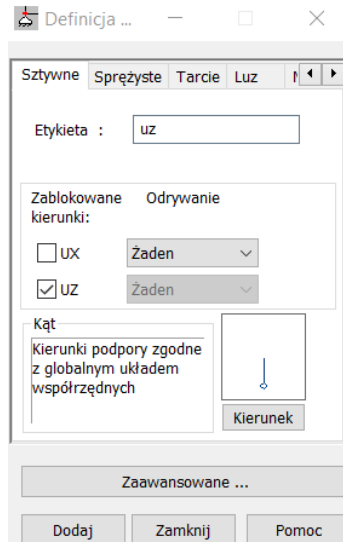


Teraz możemy przystąpić do przypisywania profili. Należy je zdefiniować jak na rysunku. (Czytelniejsze oznaczenia profili znajdują się na pierwszej stronie manuala).





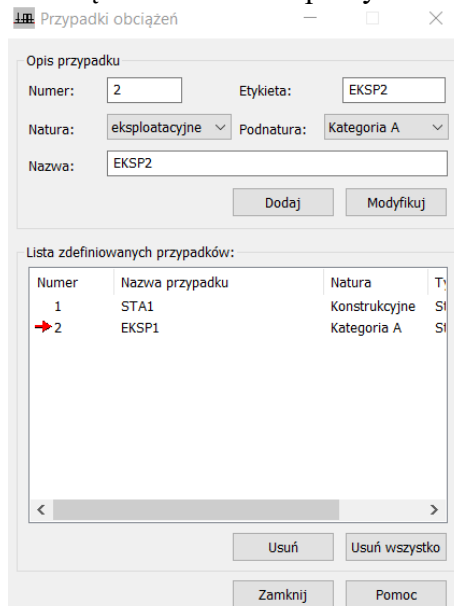
6. Warunki brzegowe


Przechodzimy do zakładki  Podpory lub w menu bocznym klikamy na  lub z menu górnego wybieramy GEOMETRIA -> PODPORY W oknie PODPORY zaznaczamy PRZEGUB i klikamy na narożny lewy węzeł kratownicy. W węzle narożnym prawym jest podpora przesuwna, którą należy zdefiniować. Klikamy na nowy przekrój i definiujemy nazwę podpory (np. uz) i zaznaczamy odpowiednie zablokowane kierunki. Po zdefiniowaniu podpory przykładamy ją do węzła klikając na niego. Podporę możemy również przypisać do węzła w oknie PODPORY wpisując odpowiedni numer węzła w kolumnie LISTA WĘZŁÓW.

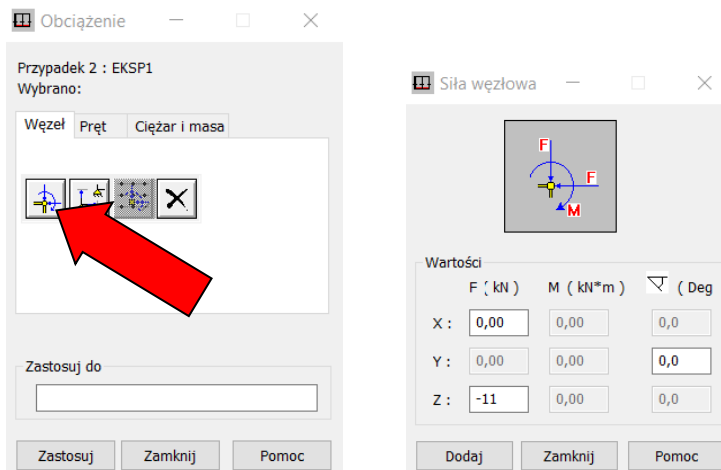


7. Definicja obciążenia

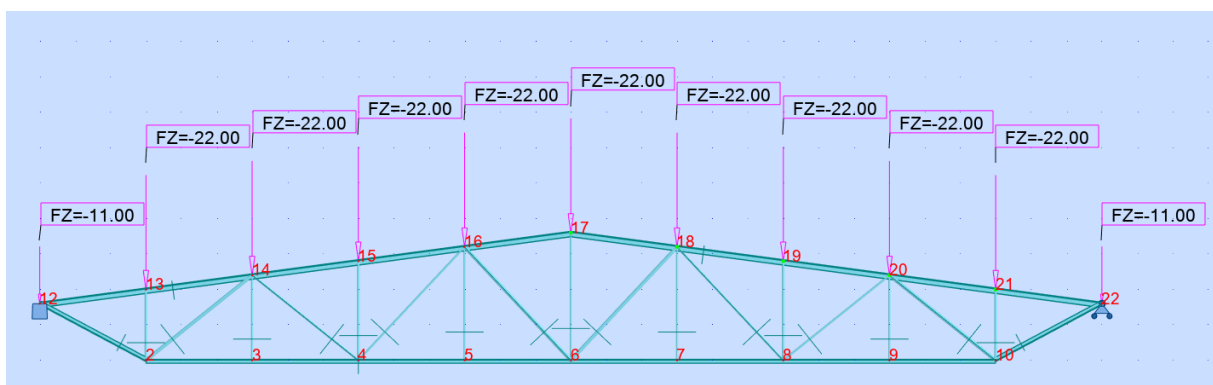
Przechodzimy w pasku górnym do zakładki  Obciążenia lub z menu bocznego wybieramy PRZYPADKI OBCIĄŻENIA  lub z menu górnego OBCIĄŻENIA -> PRZYPADKI W oknie PRZYPADKI OBCIĄŻEŃ najpierw wybieramy NATURĘ jako STAŁE i klikamy DODAJ. Kolejny przypadek wybieramy z NATURĄ: EKSPLOATACYJNE i dla tego przypadku będziemy definiować obciążenie siłami skupionymi.





Przykładamy siły skupione do węzłów pasa górnego w narożach o wartości 11 kN i w środku 22 kN. W tym celu w bocznym menu klikamy na ikonkę do definiowania obciążenia  lub z menu górnego wybieramy OBCIĄŻENIA -> DEFINICJA OBCIĄŻEŃ... i wybieramy WĘZEŁ i SIŁA WĘZŁOWA jak na rysunku i następnie wpisujemy na kierunku z odpowiednią wartość siły. Należy zwrócić uwagę czy nowo definiowane obciążenie przypisywane będzie do właściwego przypadku, tj. EKSP1.

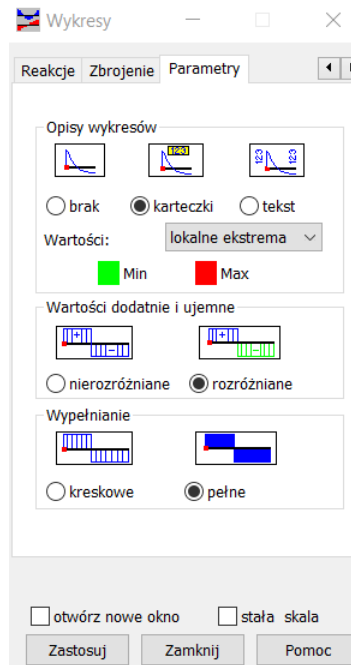


W kolejnym kroku przypisujemy daną siłę do odpowiednich węzłów klikając na nie lub wpisujemy w polu ZASTOSUJ DO odpowiednie numery węzłów lub w oknie OBCIĄŻENIA w odpowiednim wierszu w kolumnie LISTA wpisujemy odpowiednie numery węzłów. W analogiczny sposób definiujemy obciążenia dla węzłów środkowych. Dla ułatwienia zaznaczenia węzłów w środku można zaznaczyć je przez „okno” jak w AUTOCADzie.

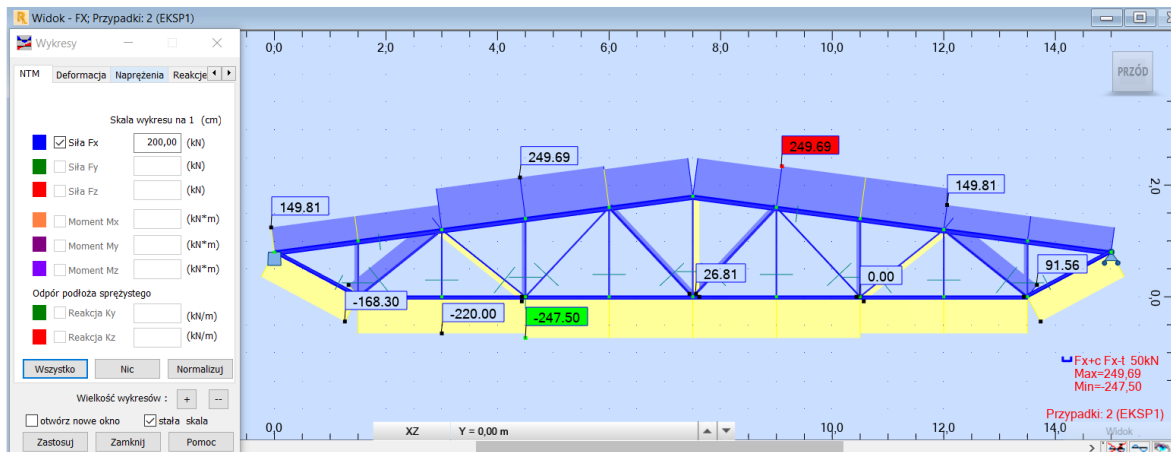


8. Obliczenia i wyniki

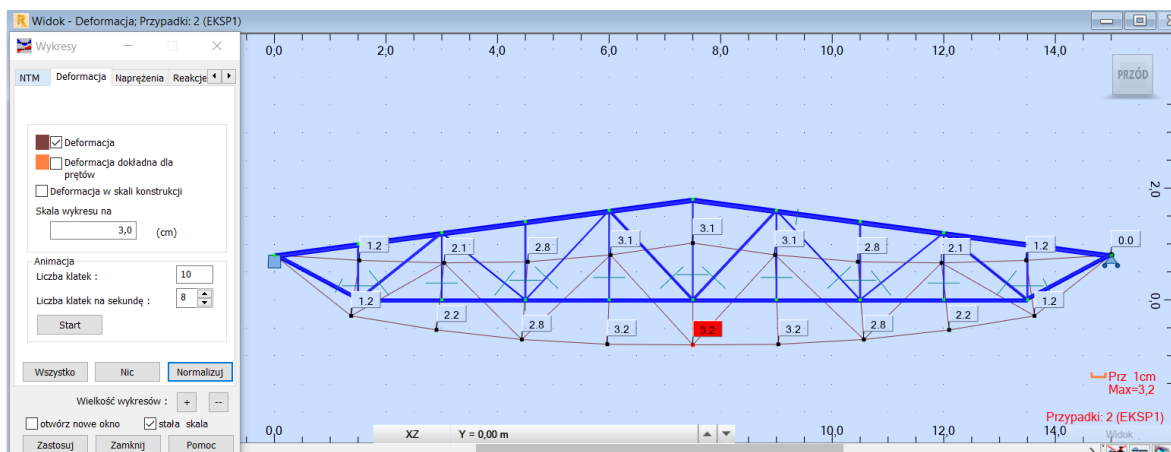
Aby uruchomić obliczenia klikamy w pasku górnym na  i przechodzimy do zakładki  Rezultaty lub z menu górnego wybieramy REZULTATY -> WYKRESY NA PRĘTACH... W oknie WYKRESY w zakładce PARAMETRY ustawiamy parametry wykresów. Wszystkie zamieszczone wykresy ustawione są wg parametrów jak na rysunku poniżej:



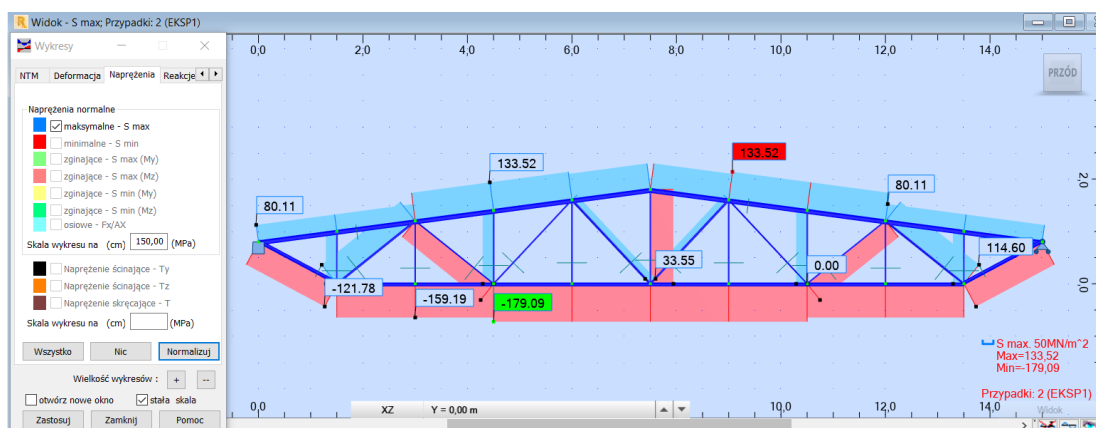
Wykres sił podłużnych od obciążenia EKSP1 (UWAGA: Zgodnie z konwencją znakowania elementów prętowych w Robocie siły ujemne występują w prętach rozciąganych, natomiast dodatnie w prętach ściskanych):



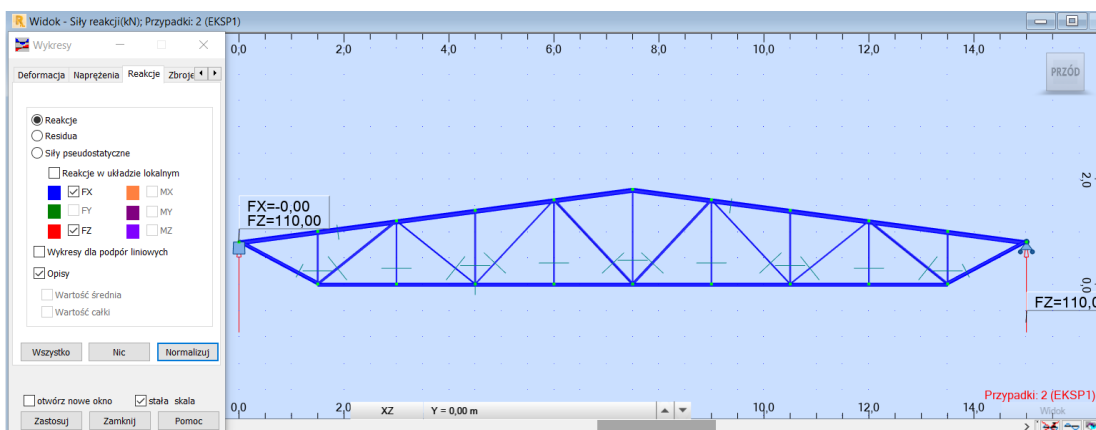
Deformacja kratownicy:



Maksymalne naprężenia:



Reakcje:



Jeżeli chcemy drukować wyniki dla pojedynczego elementu wówczas wybieramy numer elementu (np. 111) w pasku górnym i zaznaczamy OTWÓRZ NOWE OKNO.

Jeżeli chcemy wydrukować w tabeli wyniki przemieszczeń lub reakcji w węzłach kraty w menu górnym wybieramy REZULTATY -> PRZEMIESZCZENIA lub REAKCJE (lub WIDOK -> TABELA...√ PRZEMIESZCZENIA lub REAKCJE). Dokładność wydrukowanych wartości można zmienić w NARZĘDZIA -> PREFERENCJE ZADANIA... Następnie rozwinąć JEDNOSTKI I FORMATY i zmienić jednostkę lub ilość cyfr znaczących lub format liczby dla wybranej wielkości fizycznej.

Węzeł/Przypadek	UX (m)	UZ (m)
2/ 2	-4.925e-03	-1.138e-02
3/ 2	-3.761e-03	-2.132e-02
4/ 2	-2.596e-03	-2.809e-02
5/ 2	-1.285e-03	-3.148e-02
6/ 2	2.508e-05	-3.191e-02
7/ 2	1.335e-03	-3.148e-02
8/ 2	2.646e-03	-2.809e-02
9/ 2	3.811e-03	-2.132e-02
10/ 2	4.975e-03	-1.138e-02
12/ 2	0,0	0,0
13/ 2	9.544e-04	-1.163e-02
14/ 2	1.649e-03	-2.132e-02
15/ 2	1.605e-03	-2.844e-02
16/ 2	1.015e-03	-3.148e-02
17/ 2	2.508e-05	-3.096e-02
18/ 2	-9.647e-04	-3.148e-02
19/ 2	-1.555e-03	-2.844e-02
20/ 2	-1.599e-03	-2.132e-02
21/ 2	-9.042e-04	-1.163e-02
22/ 2	5.016e-05	0,0

Węzeł/Przypadek	FX (kN)	FZ (kN)
12/ 2	-0,00	110,00
22/ 2	-0,00	110,00
Przypadek 2		
Suma całkowita	-0,00	220,00
Suma reakcji	-0,00	220,00
Suma sił	0,0	-220,00
Weryfikacja	-0,00	0,00
Precyzja	6.08535e-15	3.67164e-29

Aby wydrukować wartości sił w prętach z menu górnego wybieramy REZULTATY -> SIŁY (lub WIDOK -> TABELA... $\sqrt{SIŁY}$). Z menu górnego wybieramy właściwy przypadek obciążeniowy. Standardowo wartości sił drukowane są tylko na początku i końcu prętów. Jeżeli chcemy wydrukować wartości pośrednie np. w węzłach środkowych w prętach pasa dolnego i górnego klikamy prawy klawisz myszy i wybieramy KOLUMNY. Następnie w zakładce PUNKTY PODZIAŁU wybieramy PUNKTY CHARAKTERYSTYCZNE. Aby rozróżnić pręty ściskane od rozciąganych w zakładce SIŁY wybieramy FX JAKO ŚCISKANIE I ROZCIĄGANIE. Rezultat powyższych ustawień pokazano w tabelach poniżej:

Pręt/Punkt (m)/Przypadek	Fx ściskanie (kN)	Fx rozciąganie (kN)
1/ początek (2)/ 2		-220,00
1/ auto x=1,50 (-)/ 2		-220,00
1/ auto x=1,50 (+)/ 2		-220,00
1/ auto x=3,00 (-)/ 2		-220,00
1/ auto x=3,00 (+)/ 2		-247,50
1/ auto x=4,50 (-)/ 2		-247,50
1/ auto x=4,50 (+)/ 2		-247,50
1/ auto x=6,00 (-)/ 2		-247,50
1/ auto x=6,00 (+)/ 2		-247,50
1/ auto x=7,50 (-)/ 2		-247,50
1/ auto x=7,50 (+)/ 2		-247,50
1/ auto x=9,00 (-)/ 2		-247,50
1/ auto x=9,00 (+)/ 2		-220,00
1/ auto x=10,50 (-)/ 2		-220,00
1/ auto x=10,50 (+)/ 2		-220,00
1/ koniec (10)/ 2		-220,00
2/ początek (12)/ 2	149,81	
2/ auto x=1,51 (-)/ 2	149,81	
2/ auto x=1,51 (+)/ 2	149,81	
2/ auto x=3,03 (-)/ 2	149,81	
2/ auto x=3,03 (+)/ 2	249,69	
2/ auto x=4,54 (-)/ 2	249,69	
2/ auto x=4,54 (+)/ 2	249,69	
2/ auto x=6,05 (-)/ 2	249,69	
2/ auto x=6,05 (+)/ 2	231,19	
2/ koniec (17)/ 2	231,19	
3/ początek (17)/ 2	231,19	
3/ auto x=1,51 (-)/ 2	231,19	
3/ auto x=1,51 (+)/ 2	249,69	
3/ auto x=3,03 (-)/ 2	249,69	
3/ auto x=3,03 (+)/ 2	249,69	
3/ auto x=4,54 (-)/ 2	249,69	
3/ auto x=4,54 (+)/ 2	149,81	
3/ auto x=6,05 (-)/ 2	149,81	
3/ auto x=6,05 (+)/ 2	149,81	
3/ koniec (22)/ 2	149,81	

Pręt/Punkt (m)/Przypadek	Fx ściskanie (kN)	Fx rozciąganie (kN)
100/ początek (2)/ 2		-168,30
100/ koniec (12)/ 2		-168,30
101/ początek (4)/ 2		-35,22
101/ koniec (14)/ 2		-35,22
102/ początek (6)/ 2	26,81	
102/ koniec (16)/ 2	26,81	
103/ początek (8)/ 2	0,00	
103/ koniec (18)/ 2	0,00	
104/ początek (10)/ 2	91,56	
104/ koniec (20)/ 2	91,56	
105/ początek (10)/ 2		-168,30
105/ koniec (22)/ 2		-168,30
106/ początek (8)/ 2		-35,22
106/ koniec (20)/ 2		-35,22
107/ początek (6)/ 2	26,81	
107/ koniec (18)/ 2	26,81	
108/ początek (4)/ 2	0,00	
108/ koniec (16)/ 2	0,00	
109/ początek (2)/ 2	91,56	
109/ koniec (14)/ 2	91,56	
111/ początek (2)/ 2	22,00	
111/ koniec (13)/ 2	22,00	
112/ początek (3)/ 2	0,00	
112/ koniec (14)/ 2	0,00	
113/ początek (4)/ 2	22,00	
113/ koniec (15)/ 2	22,00	
114/ początek (5)/ 2	0,00	
114/ koniec (16)/ 2	0,00	
115/ początek (6)/ 2		-39,11
115/ koniec (17)/ 2		-39,11
116/ początek (7)/ 2	0,00	
116/ koniec (18)/ 2	0,00	
117/ początek (8)/ 2	22,00	
117/ koniec (19)/ 2	22,00	
118/ początek (9)/ 2	0,00	
118/ koniec (20)/ 2	0,00	
119/ początek (10)/ 2	22,00	
119/ koniec (21)/ 2	22,00	