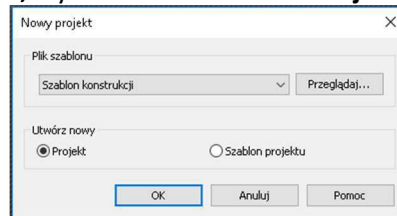


CAX – integracja REVIT – ROBOT.

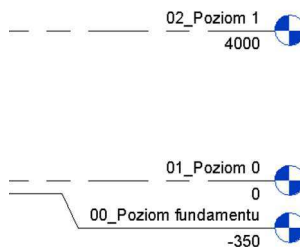
Przykład integracji (modelowanie informacji o budowaniu - BIM) pomiędzy środowiskiem obliczeniowym MES (Robot Structural Analysis Professional 2018) a Revit-em 2018.

I. Tworzenie projektu

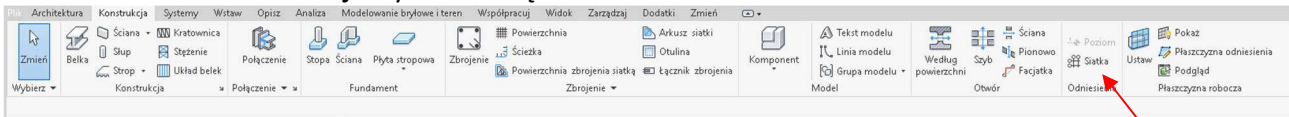
1. Z menu rozwijalnego z ikoną Revita wybierz **Nowy\Projekt**. W oknie dialogowym w grupie opcji **Utwórz Nowy** zaznacz **Projekt**, wybierz szablon **Konstrukcji**.



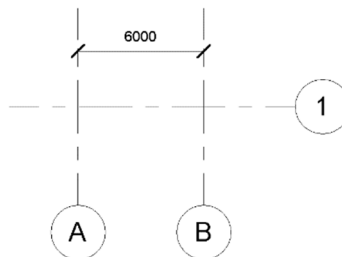
2. W Przeglądarce Projektów rozwiń grupę **Widoki\Elewacje** (Elewacja budynku) i kliknij dwukrotnie na **Południe** aby otworzyć widok południowej elewacji budynku. Ustaw poziomy odniesienia wg szkicu poniżej.



3. Z zakładki **Konstrukcja** wybierz narzędzie **Siatka**.

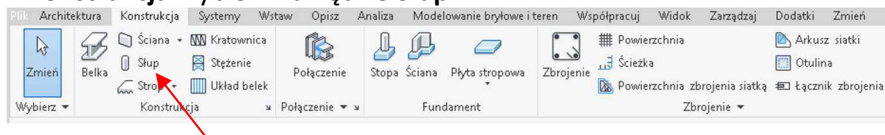


4. Utwórz oś poziomą i dwie osie pionowe, ustaw odległości i opisy osi wg szkicu poniżej.

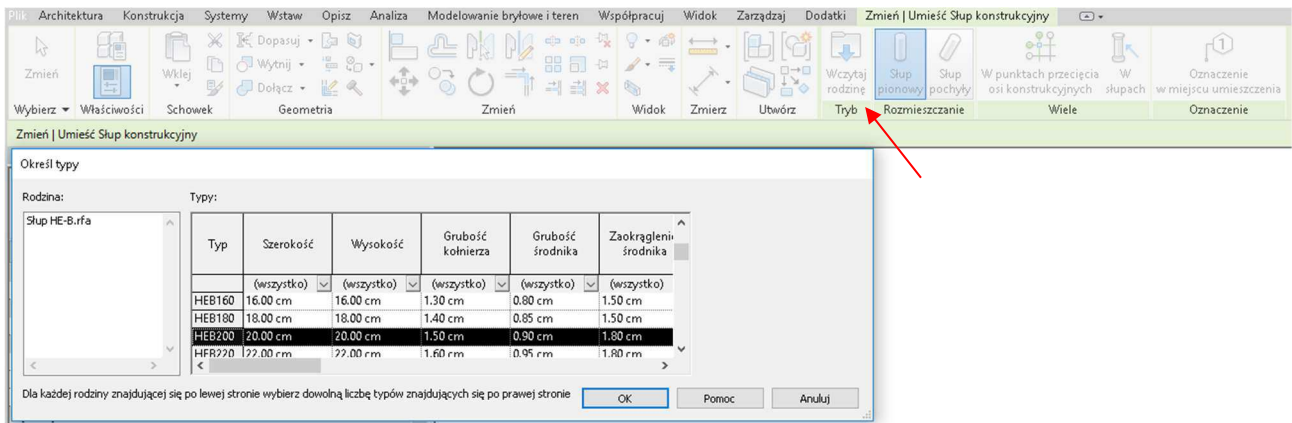


II. Tworzenie konstrukcji, modelu analitycznego – etap 1 – geometria

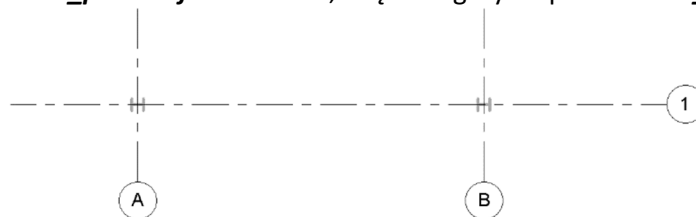
1. Z zakładki **Konstrukcja** wybierz narzędzie **Słup**.



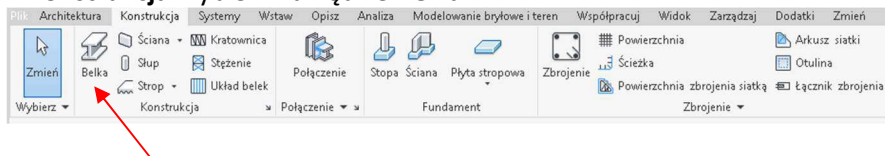
2. Wybierz **Wczytaj rodzinę** z folderu **Słupy konstrukcyjne\Stal\Char. dla j. pols\Słup HE-B** oraz wybierz profil **HEB200**.



3. Wstaw słupy z profilu HEB200 wybierając opcję **W punktach przecięcia siatki**. Wiązanie podstawy ustaw na poziomie **00_poziom fundamentu**, wiązanie góry na poziomie **02_Poziom 1**.

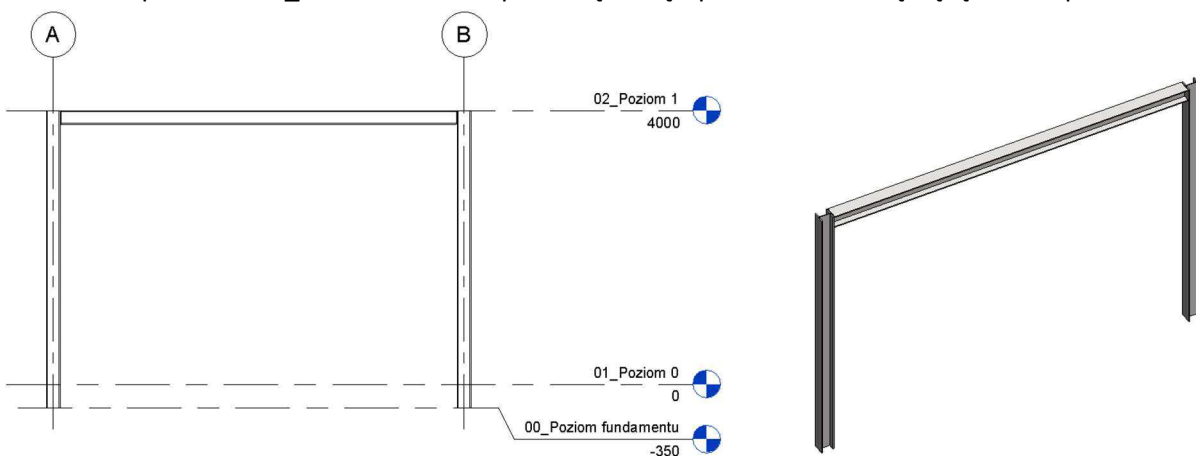


4. Z zakładki **Konstrukcja** wybierz narzędzie **Belka**.



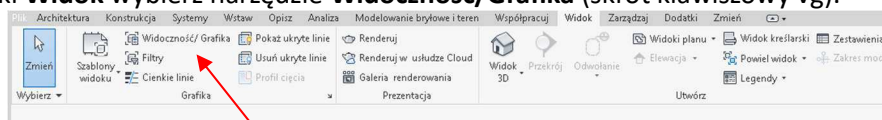
5. Wybierz **Wczytaj rodzinę** z folderu **Ramy konstrukcyjne\Stal\Char. dla j. pols\Słup HE-B** oraz wybierz profil **HEB200**.

6. Na poziomie **02_Poziom 1** wstaw poziomą belkę z profilu **HEB200** łączącą osie słupów.

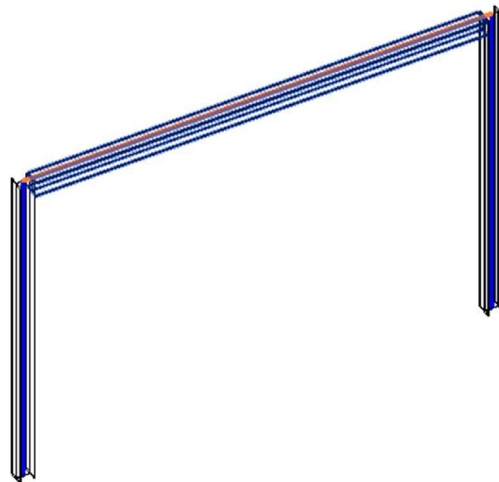
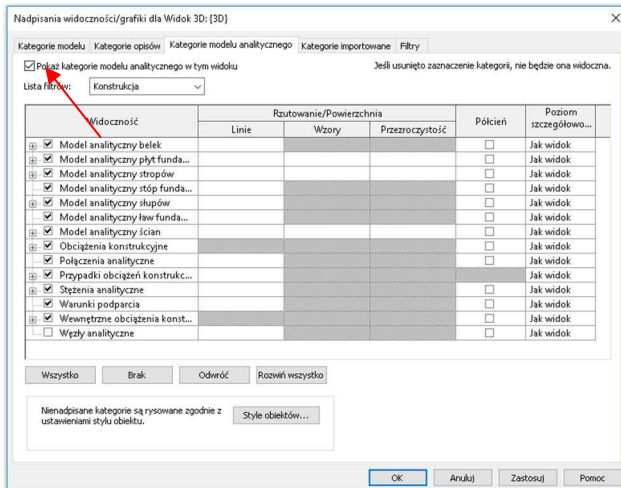


III. Wyświetlanie modelu analitycznego

1. Z zakładki **Widok** wybierz narzędzie **Widoczność/Grafika** (skrót klawiszowy vg).



- Wybierz zakładkę **Kategorie modelu analitycznego** i zaznacz opcję **Pokaż kategorie modelu analitycznego w tym widoku**.

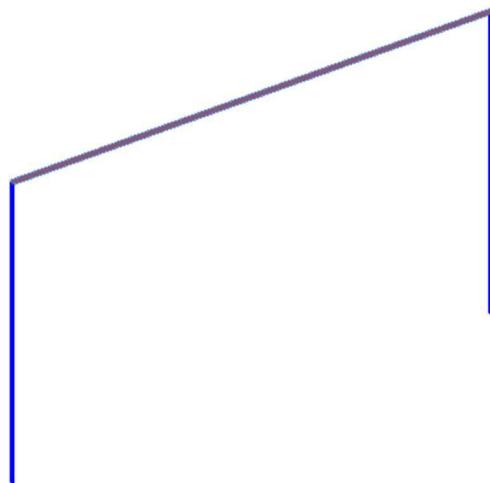
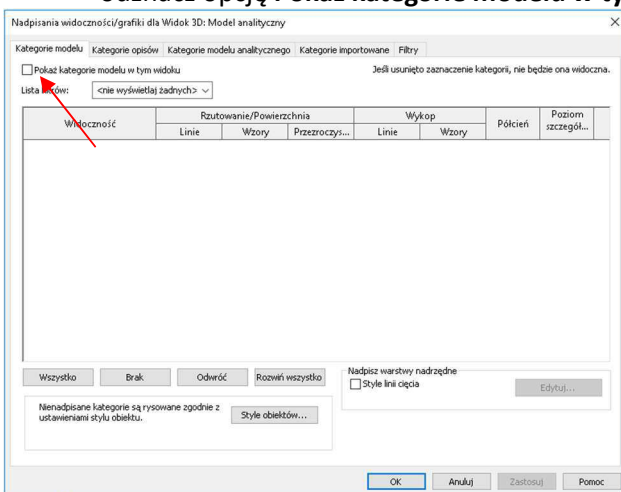


- Włączanie i wyłączanie modelu analitycznego możliwe jest poprzez dolny pasek narzędzi. Wybierz narzędzie **Pokaż/Ukryj model analityczny**.



- Utworzenie widoku **Model analityczny**. W **Przeglądarce projektu** zaznacz widok **{3D}**. Naciśnij PKM i wybierz **Powiel widok\Powiel**. Zmień nazwę powstałego widoku na **Model analityczny**.

- W widoku **Model analityczny** wygaś wszystkie kategorie poza elementami modelu analitycznego. Z zakładki **Widok** wybierz narzędzie **Widoczność/Grafika**. Wybierz zakładkę **Kategorie modelu** i odznacz opcję **Pokaż kategorie modelu w tym widoku**.

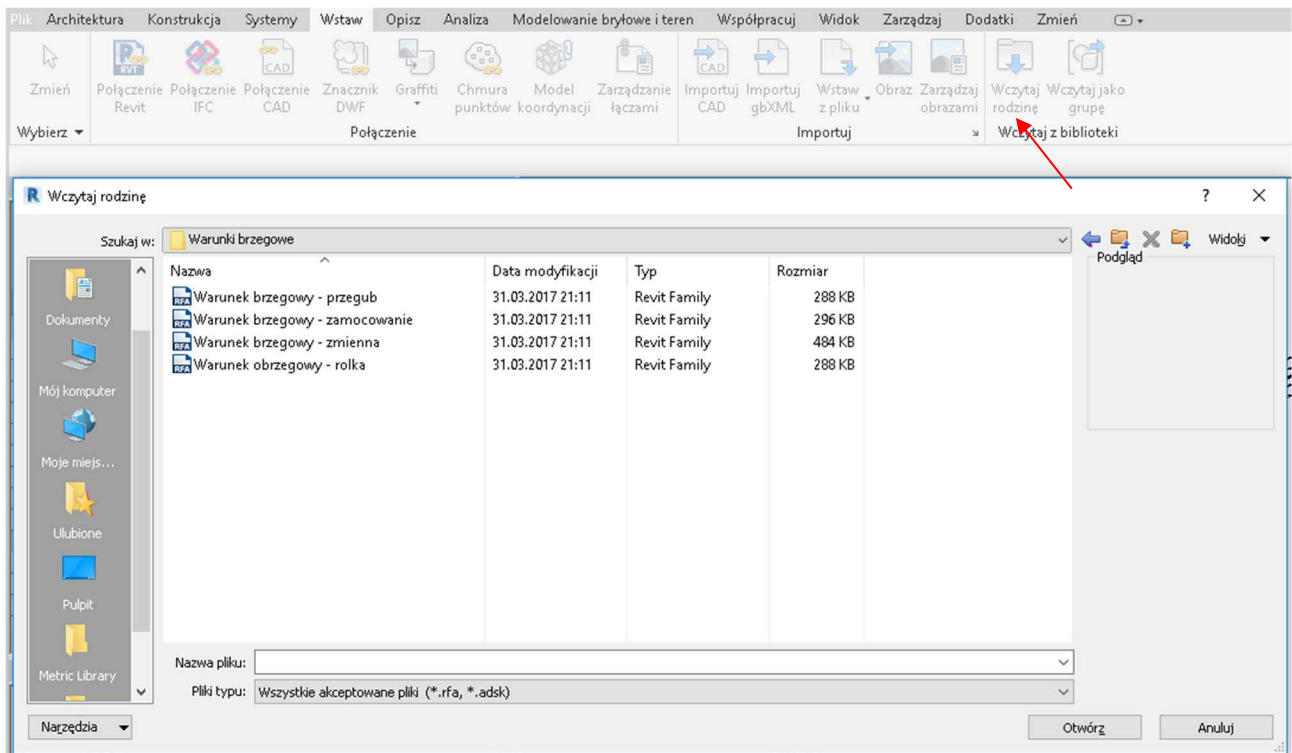


IV. Tworzenie konstrukcji, modelu analitycznego – etap 2 – warunki podparcia

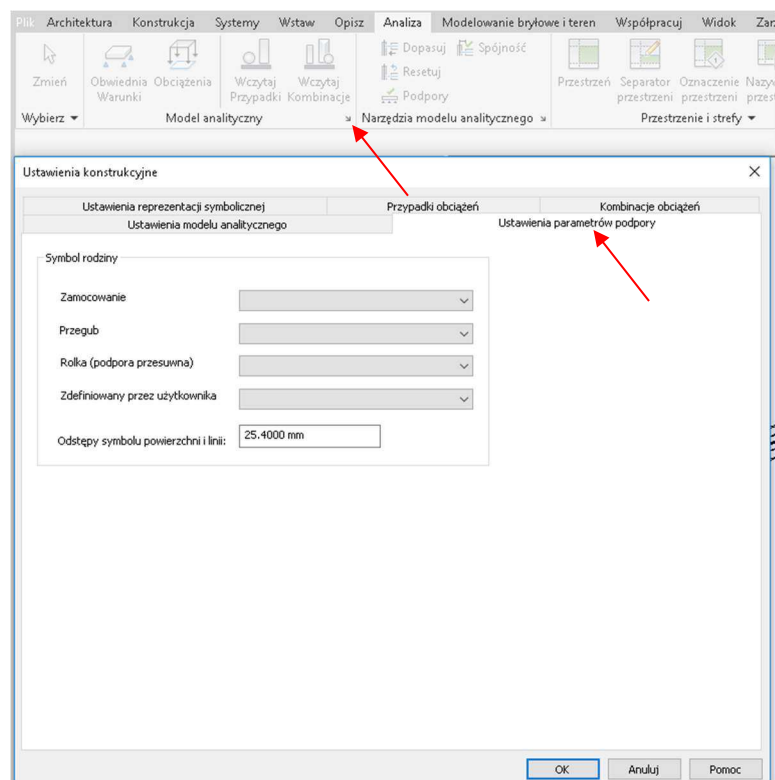
- Przed ustaleniem warunków podparcia (utwierdzenie, przegub itd.) należy wczytać odpowiadające im rodziny. Z zakładki **Wstaw** wybierz narzędzie **Wczytaj rodzinę**.



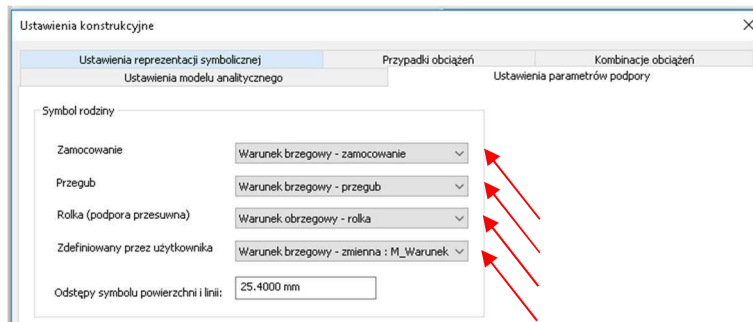
- Wybierz **Wczytaj rodzinę** z folderu **Warunki brzegowe** i kolejno wczytaj wszystkie podpory: **przegub**, **zamocowanie**, **rolka**, **zmienna**.



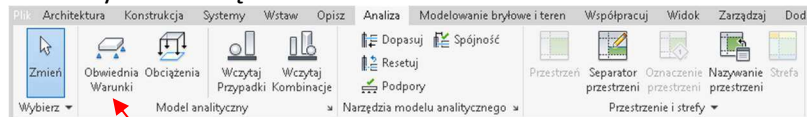
3. Z zakładki **Analiza** wybierz okno **Model analityczny**. Wybierz zakładkę **Ustawienia parametrów podpory**.



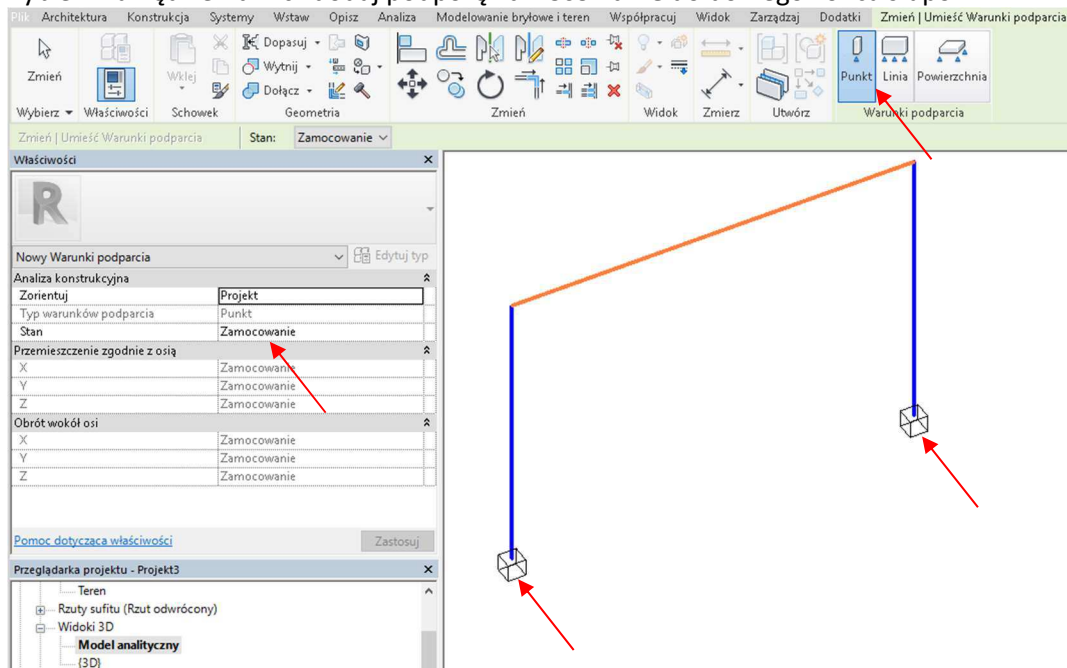
4. Przypisz poszczególne warunki podparcia do odpowiednich symboli rodzin.



5. Z zakładki **Analiza** wybierz narzędzie **Obwiednia warunki**.

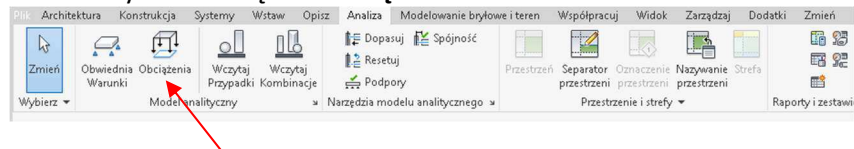


6. Wybierz narzędzie **Punkt** i dodaj podporę **Zamocowanie** do dolnego końca słupów.

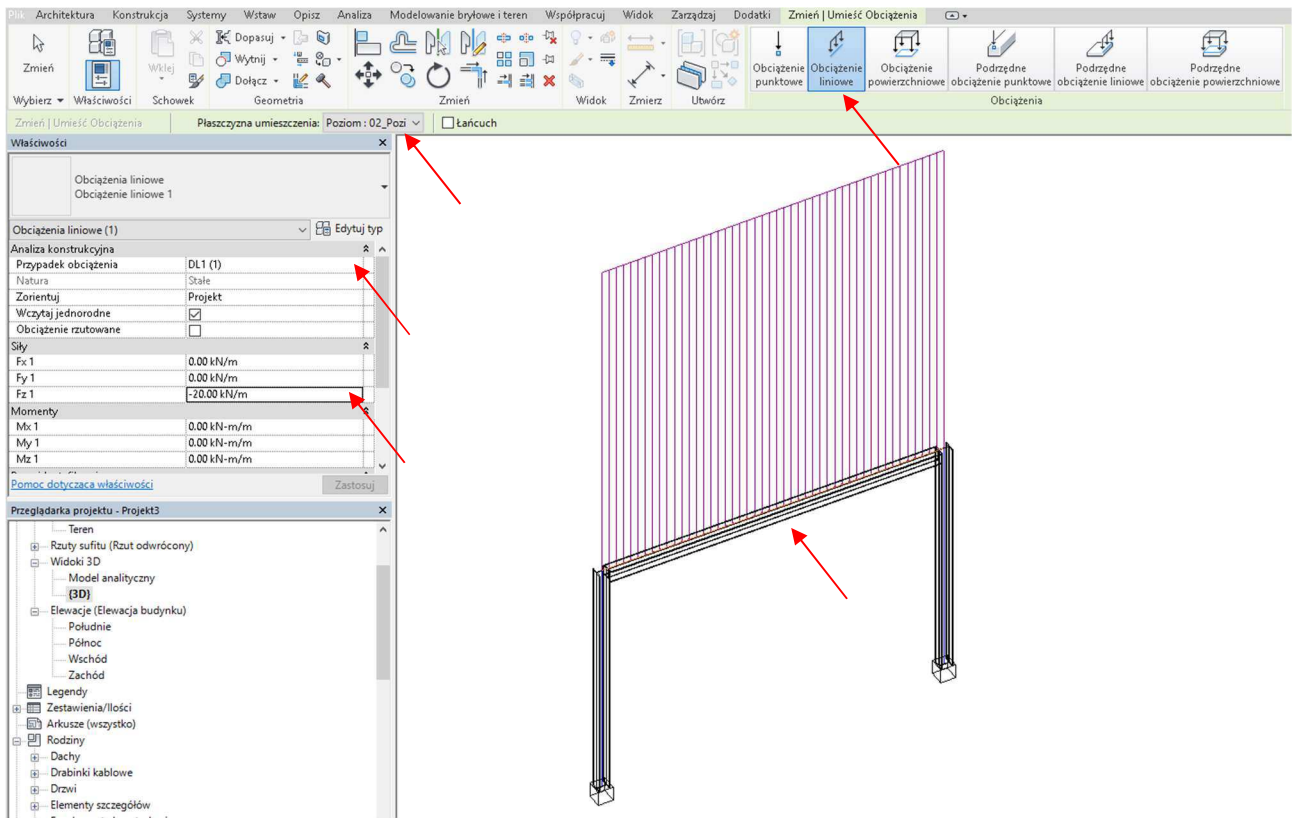


V. Tworzenie konstrukcji, modelu analitycznego – etap 3 – dodawanie obciążeń

1. Z zakładki **Analiza** wybierz narzędzie **Obciążenia**.

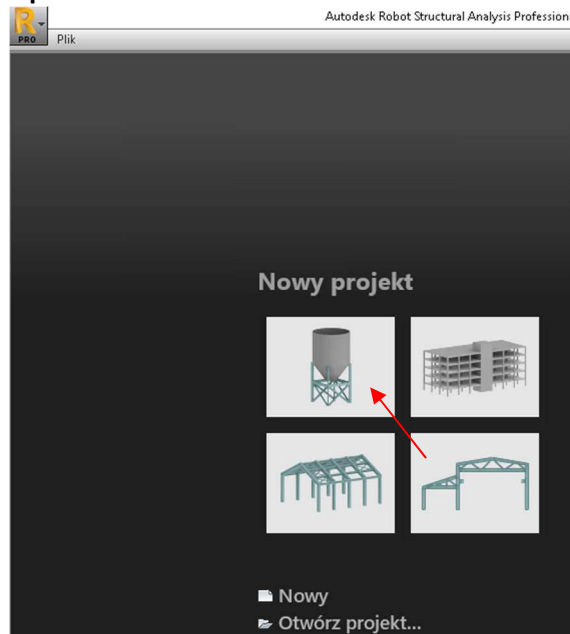


2. Wybierz narzędzie **Obciążenie liniowe**, we właściwościach ustaw przypadek obciążenia **DL1**, wartość obciążenia (siła pionowa) **FZ1 = -20.00kN/m**, ustaw płaszczyznę umieszczenia obciążenia na **O2_Poziom1** i dodaj obciążenie na całej długości rygła.

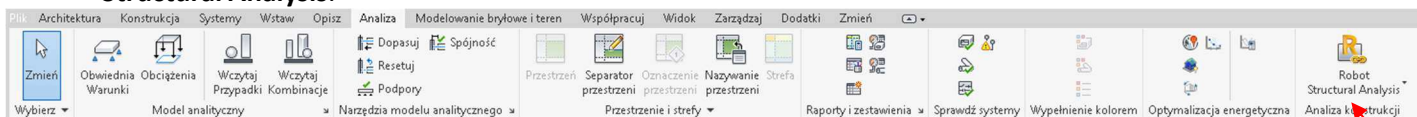


VI. Integracja środowiska Revit ze środowiskiem Robot Structural Analysis (RSA).

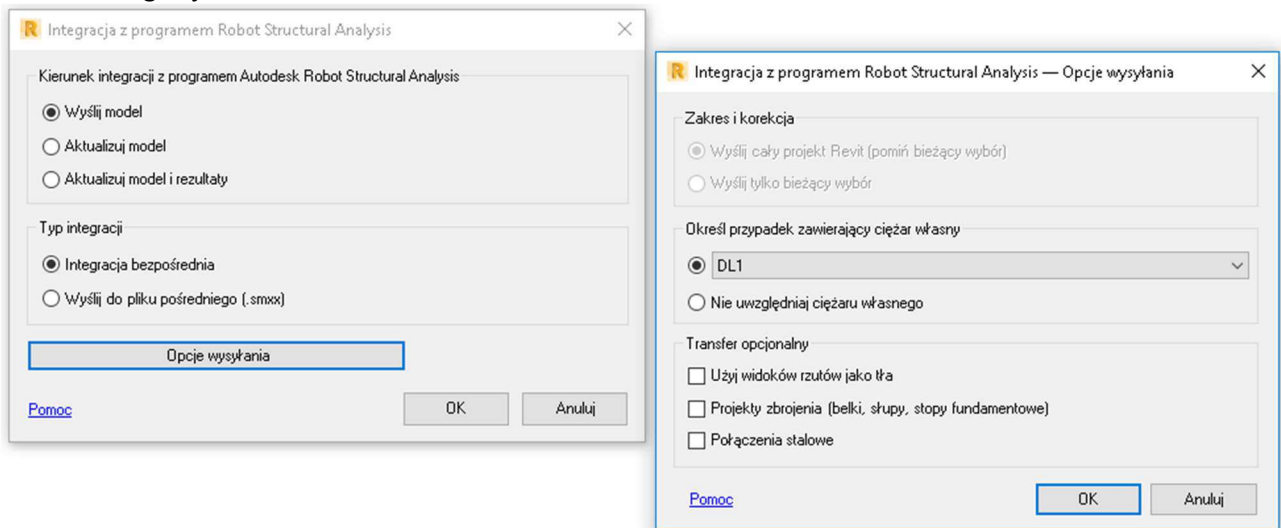
1. Uruchom program Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018. Wybierz moduł **Nowy projekt/Projektowanie powłoki**.



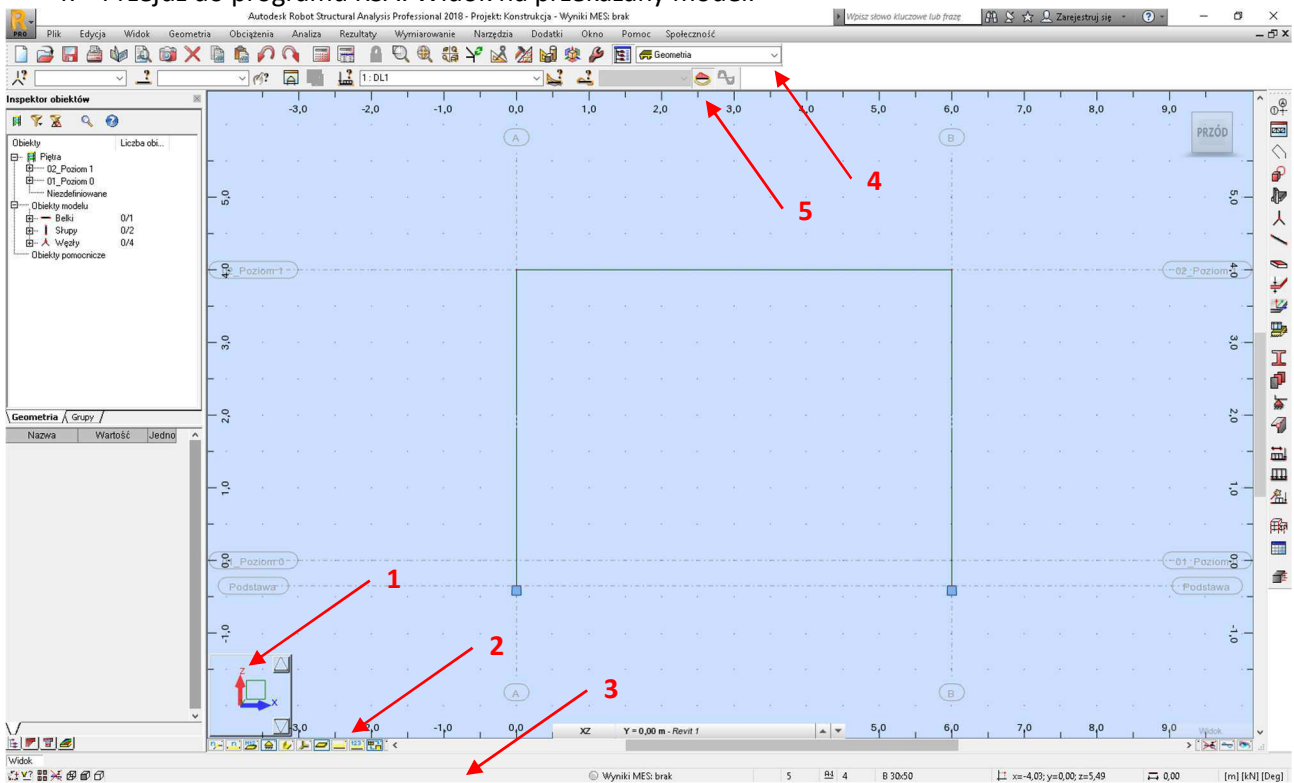
2. Z zakładki **Analiza** wybierz narzędzie **Robot Structural Analysis\Integracja z programem Robot Structural Analysis**.



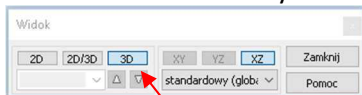
3. W oknach dialogowych ustaw parametry i opcje integracji wg poniższych danych i rozpocznij proces integracji.



4. Przejdź do programu RSA. Widok na przekazany model.



1 – zmiana widoku – wybierz 3D



2 – dolny pasek wyświetlania symboli i wartości



Od lewej: nr węzłów, nr elementów, opis paneli, symbole podpór, szkice profili, układy lokalne, wewnątrz panela, symbole obciążeń, wartości obciążeń, elementy skończone.

3 – dolny pasek z opcjami: tryb kursora, filtr selekcji, opcje wyświetlania, preferencje zadania, jednostki itd.

4 – pasek standardowy



Wybrane narzędzia: rozpoczęcie obliczeń, opcje generacji siatek ES, Geometria ekranu.

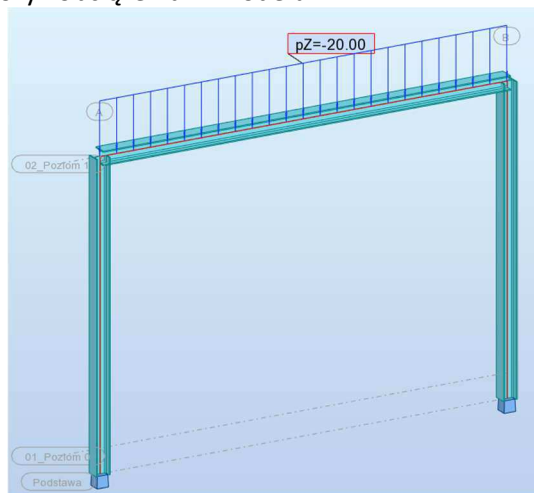
5 – pasek selekcji



Wybrane narzędzia: selekcja węzłów, selekcja elementów, selekcja przypadków obciążenia.

VII. Analiza i modyfikacja modelu w środowisku Robot Structural Analysis (RSA).

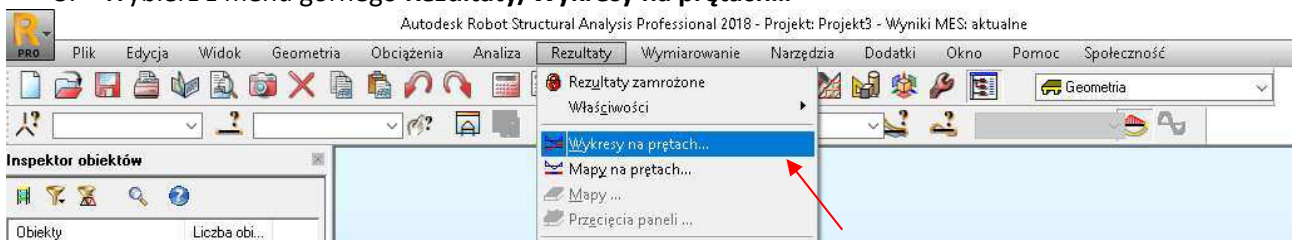
1. Wyświetl profile, podpory i obciążenia w modelu.



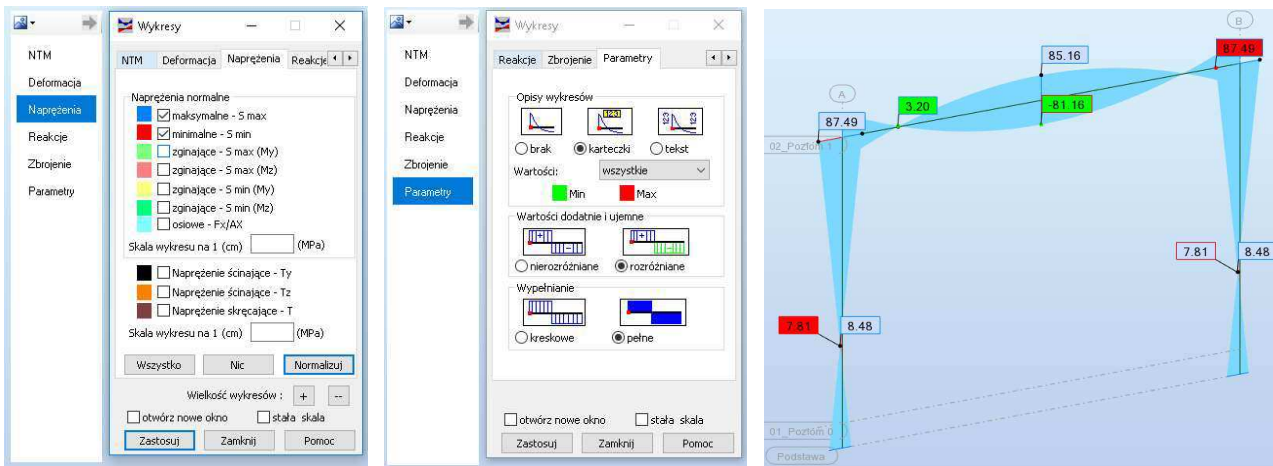
2. Uruchom obliczenia MES – narzędzie z paska standard.



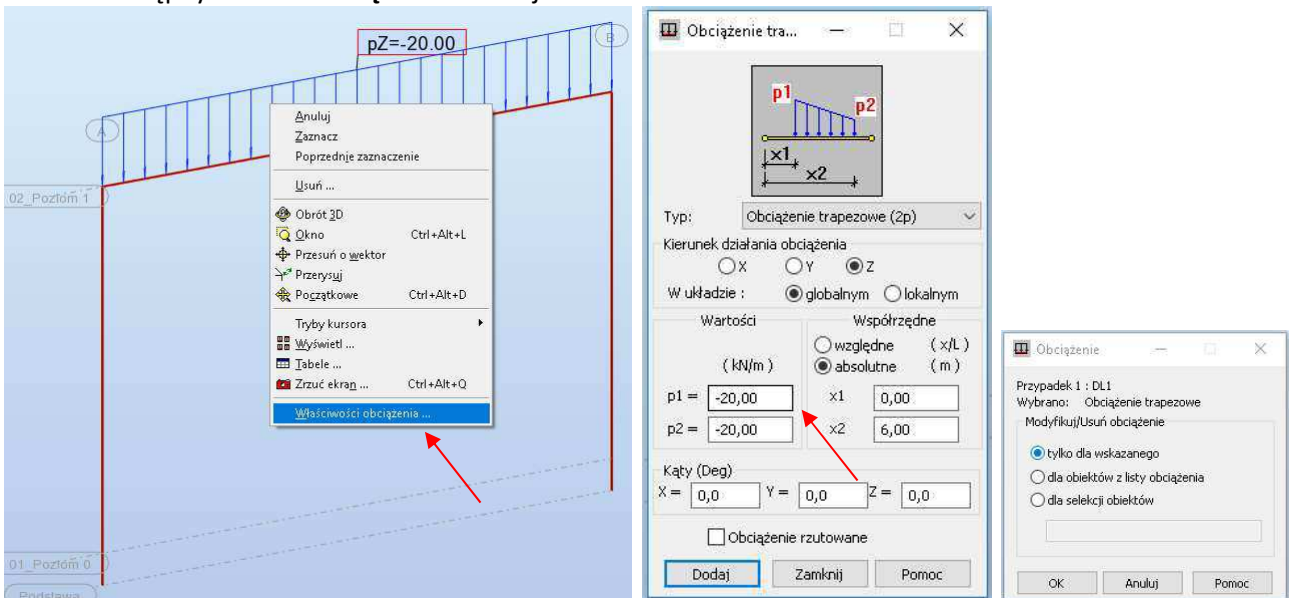
3. Wybierz z menu górnego **Rezultaty/Wykresy na prętach...**



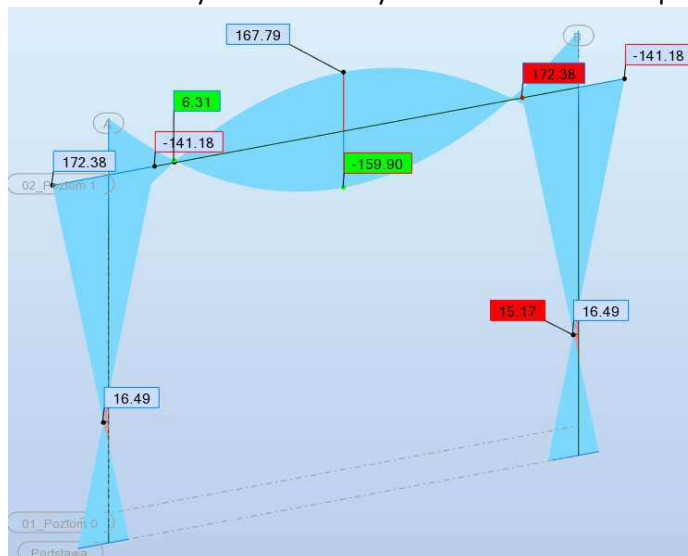
4. Wyświetl rezultaty obliczeń – wartości naprężeń – dla przypadku DL1. Menu **Rezultaty/Wykresy na prętach...** . Wyniki podano w [MPa].



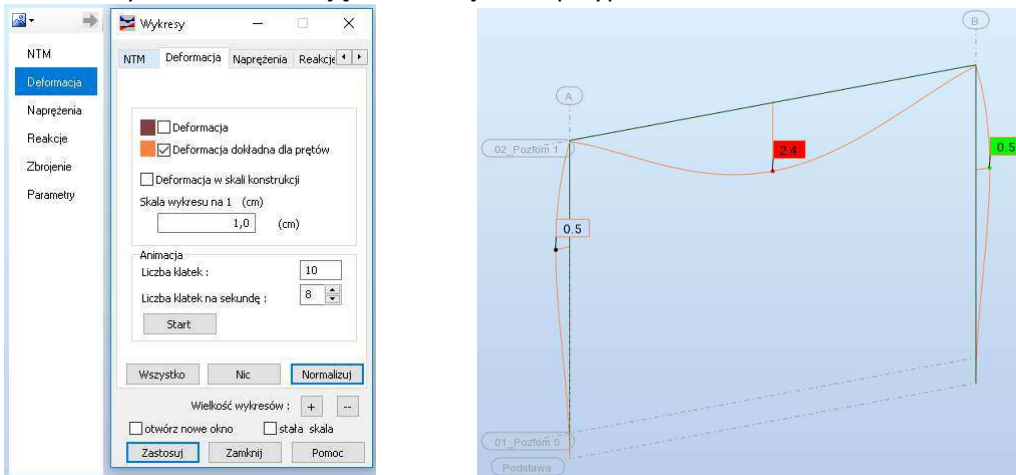
5. Maksymalne dopuszczalne naprężenia dla przyjętego gatunku stali wynoszą 215 MPa. Możemy podnieść wyężenie przekroju np. poprzez przyłożenie większego obciążenia. Zmień wartość obciążenia pionowego na 40 kN/m. Wskaż kursorem obciążenie i naciśnij PKW. Wybierz opcję **Właściwości obciążenia**. W otwartym oknie zmień wartości obciążenia i naciśnij **Dodaj**, a w następnym oknie **Obciążenie** naciśnij OK.



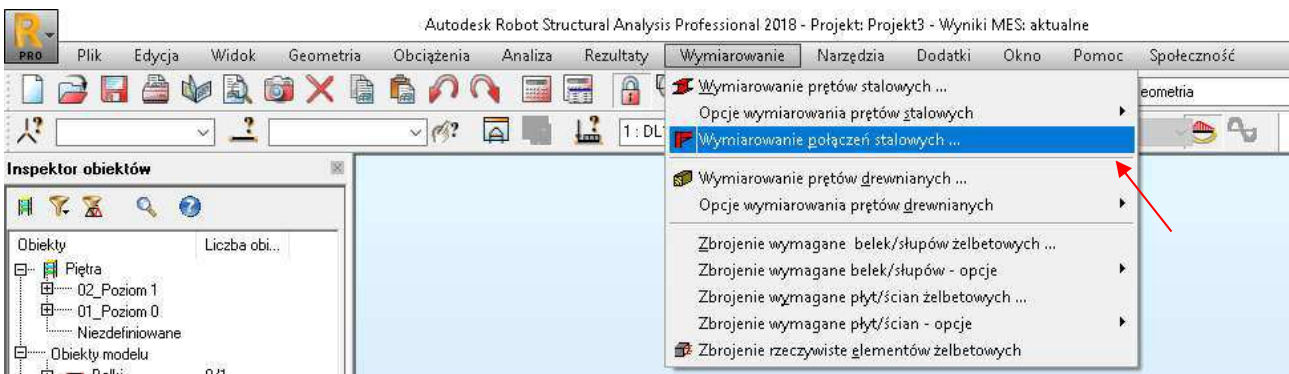
6. Wykonaj ponowne obliczenia i wyświetl rezultaty obliczeń – wartości naprężeń – dla przypadku DL1.



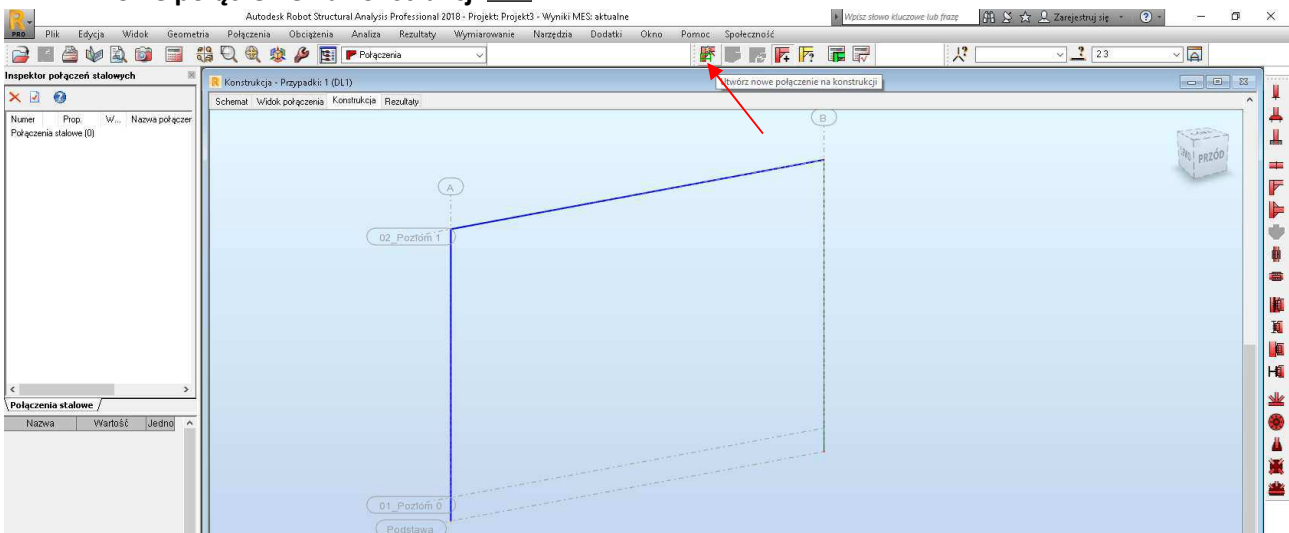
7. Wyświetl deformację konstrukcji – dla przypadku DL1.



8. Zaprojektuj połączenie słup-rygiel jako skręcane. Wybierz z menu górnego **Wymiarowanie/Wymiarowanie połączeń stalowych...**



9. Zaprojektuj połączenie słup-rygiel. Wybierz z menu górnego **Wymiarowanie/Wymiarowanie połączeń stalowych...**, zaznacz kursorem rygiel i słup w osi A, a następnie wybierz narzędzie **Utwórz nowe połączenie na konstrukcji**.



10. W kolejnych zakładkach okna **Definicja połączenia** ustaw parametry połączenia zgodnie z poniższymi danymi. Połączenie skręcane.

Definicja połączenia typu Belka-Słup (naroże ramy) - PN-90/B-03200

Plik Pomoc

Geometria

Blacha

Wzmocnienia

Śruby

Żebra

Spoiny

Parametry normowe

Numer: 1 Nazwa: Naroże ramy

Rodzaj mocowania:
 Połączenie na śruby
 Połączenie spawane

Słup:

Pręt nr.: 2

Przekrój: HEB 200

Materiał: Stal konstrukcyjna - S235

Wysokość: $h_o = 200$ mm

Szerokość: $b_{fo} = 200$ mm

Środek: $t_{wo} = 9$ mm

Półka: $t_{fo} = 15$ mm

Promień: $r_o = 18$ mm

Belka:

Pręt nr.: 3

Przekrój: HEB 200

Materiał: Stal konstrukcyjna - S235

Wysokość: $h_b = 200$ mm

Szerokość: $b_{fb} = 200$ mm

Środek: $t_{wb} = 9$ mm

Półka: $t_{fb} = 15$ mm

Promień: $r_b = 18$ mm

Nachylenie: $\alpha = 0,0^\circ$

Wszystkie komponenty z tego samego materiału: STAL S135

Zastosuj OK Anuluj

Definicja połączenia typu Belka-Słup (naroże ramy) - PN-90/B-03200

Plik Pomoc

Geometria

Blacha

Wzmocnienia

Śruby

Żebra

Spoiny

Parametry normowe

Blacha doczołkowa

Wysokość: $h_p = 280$ mm Materiał: STAL S135

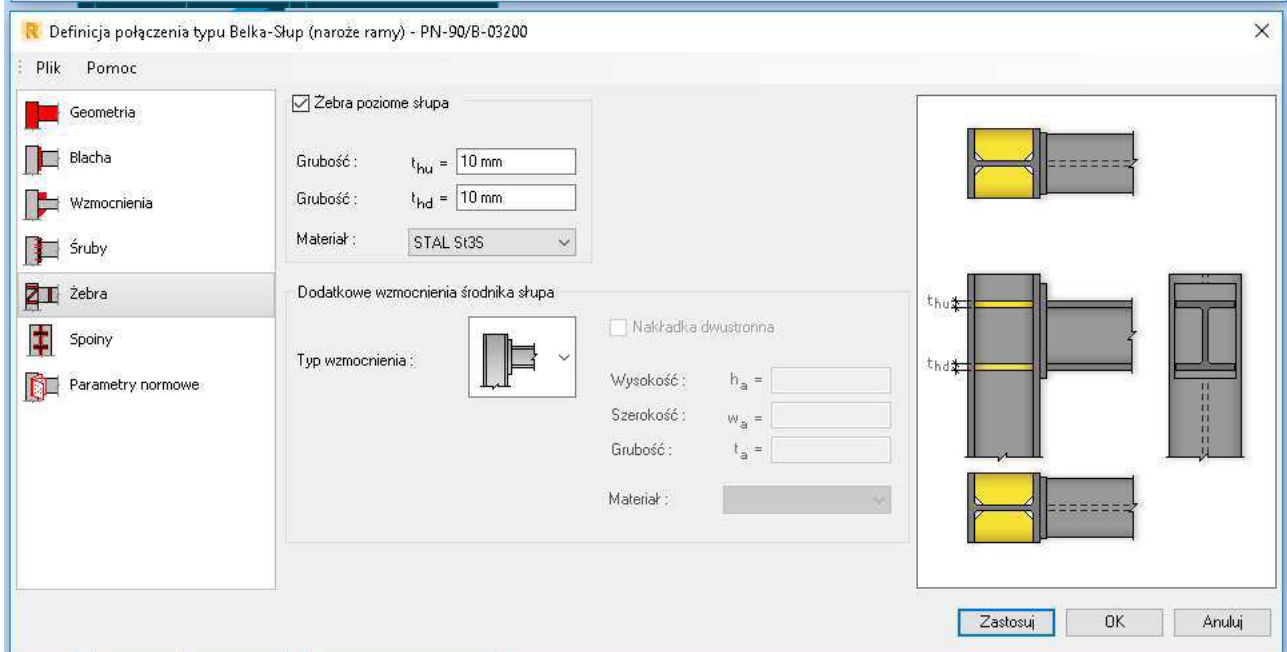
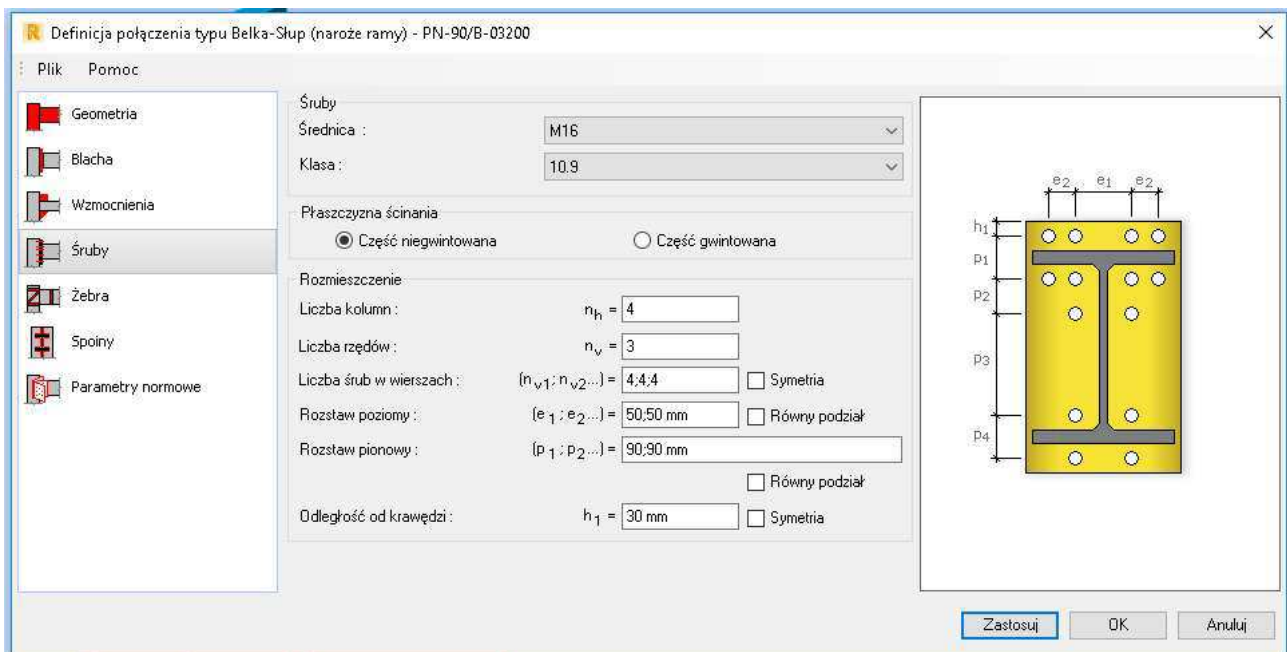
Szerokość: $b_p = 200$ mm

Grubość: $t_p = 20$ mm

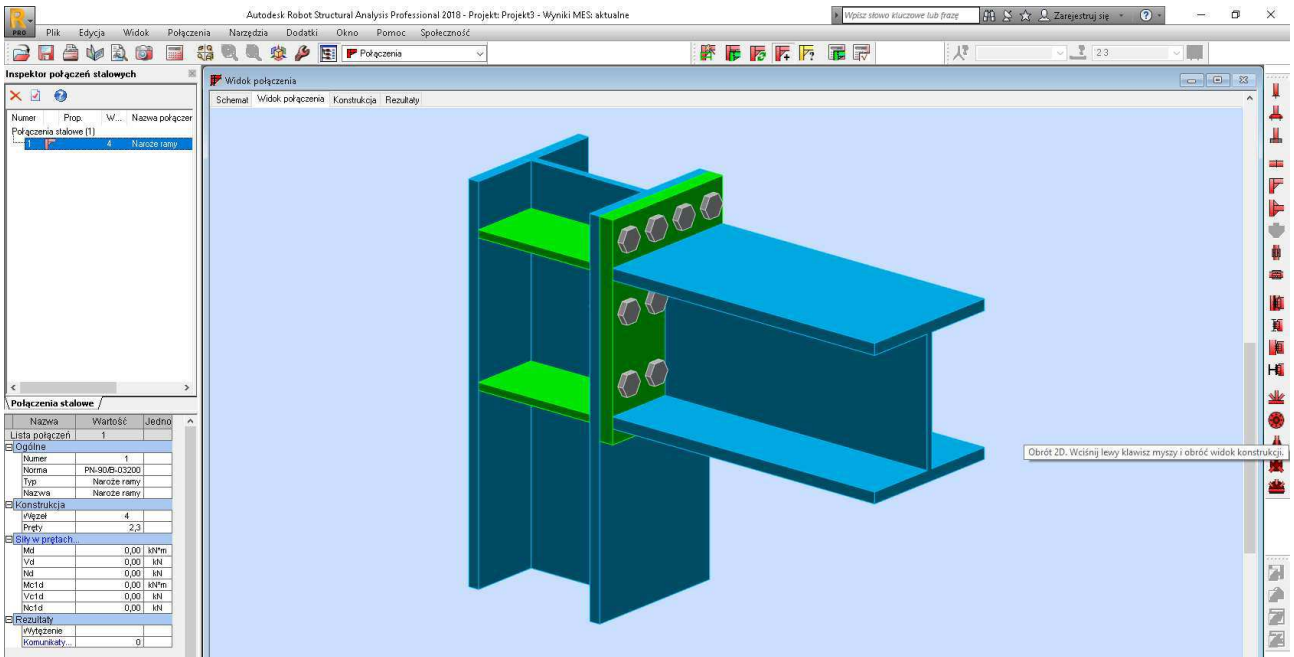
$e_{pu} = 60$ mm

$e_{pd} = 20$ mm

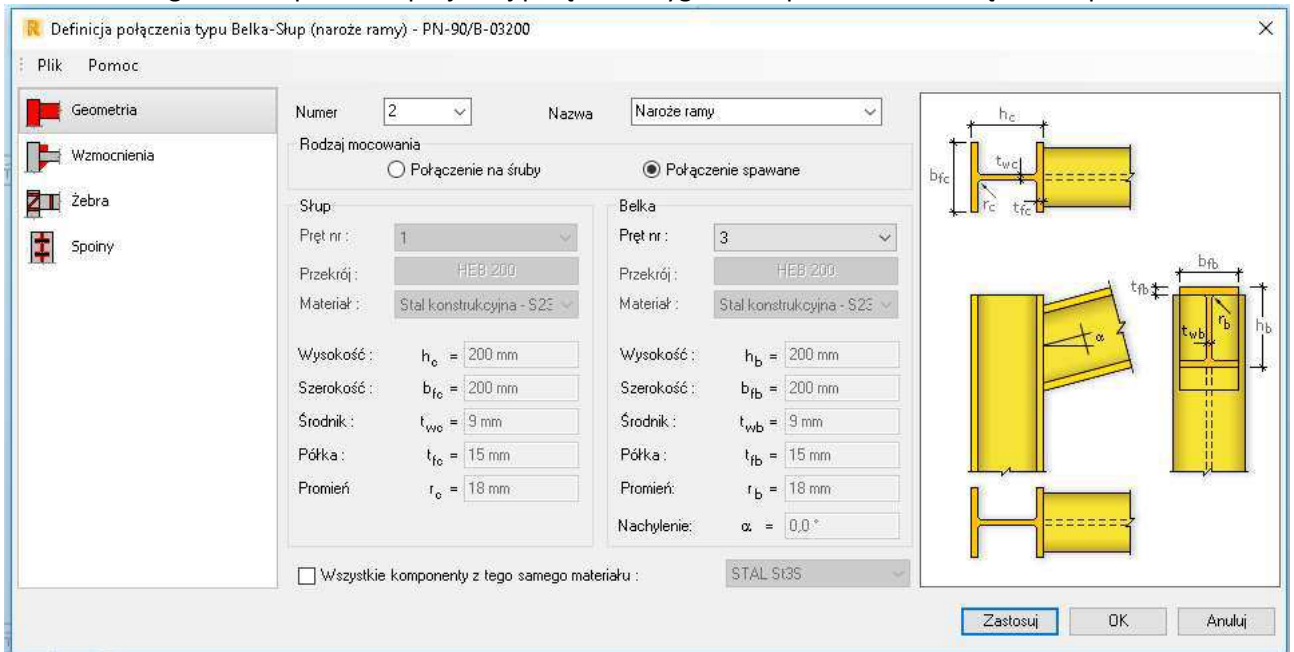
Zastosuj OK Anuluj

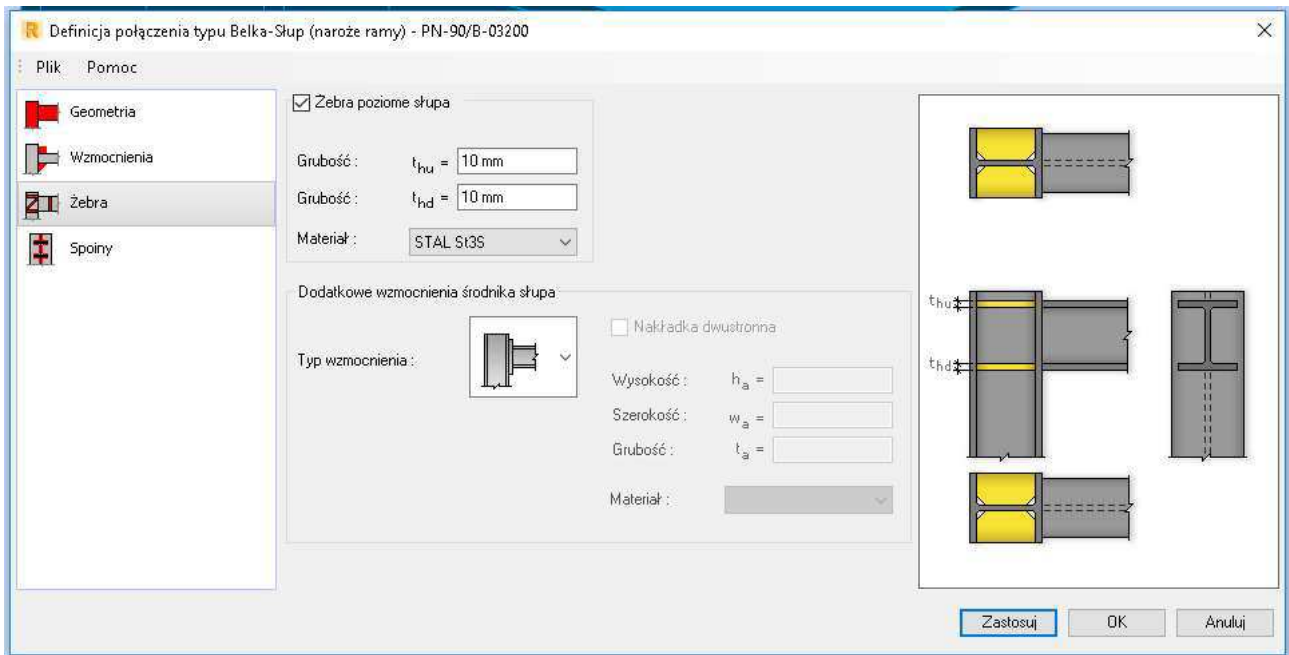


Widok połączenia w RSA.

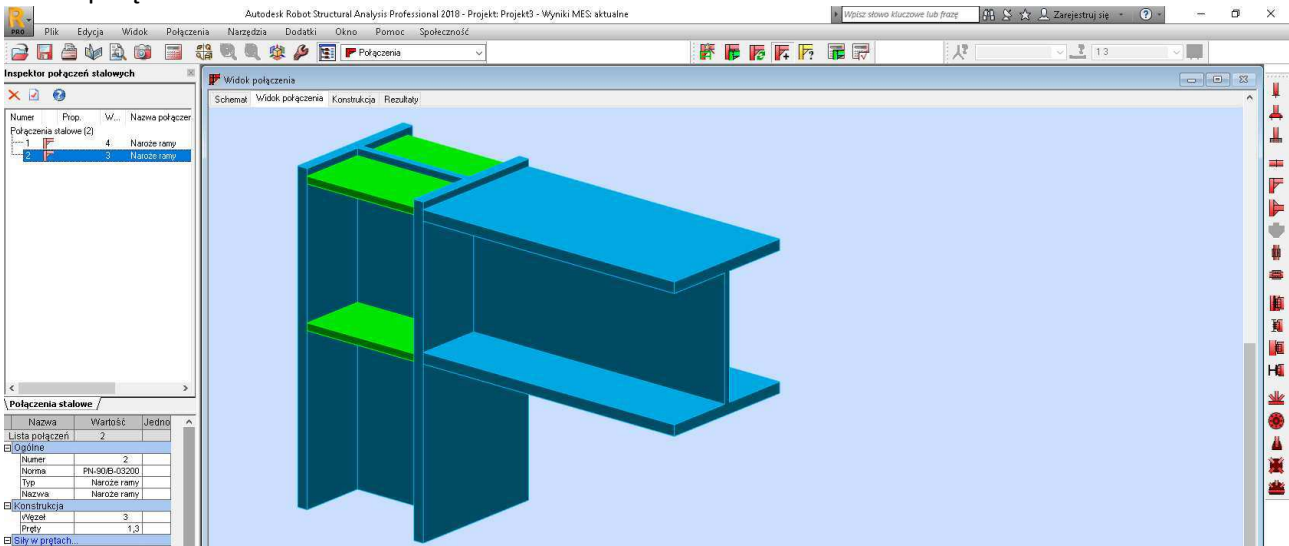


11. Analogicznie do pkt. 10 zaprojektuj połączenia ryglia ze słupem w osi B. Połączenie spawane.

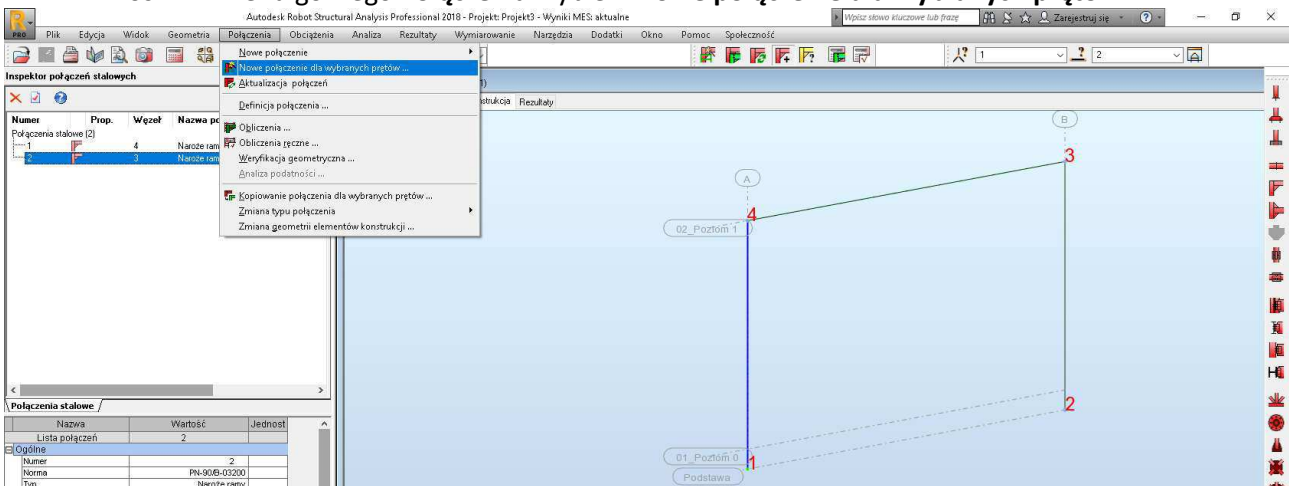




Widok połączenia w RSA.



12. Połączenie słupa z fundamentem – stopa zamocowana. Zaznacz na konstrukcji węzeł dolny oraz słup w osi A. Z menu górnego **Połączenia** wybierz **Nowe połączenie dla wybranych prętów**.



13. W kolejnych zakładkach okna **Definicja połączenia** ustaw parametry połączenia zgodnie z poniższymi danymi.

Definicja połączenia stopy zamocowanej - PN-90/B-03200

Plik Pomoc

Słup

Numer: 3 Nazwa: Stopa zamocowana

Pręt nr: 2

Przekrój: HEB 200

Materiał: Stal konstrukcyjna - S235

Słup:

Wysokość przekroju: $h_c = 200$ mm

Szerokość półki przekroju: $b_{fc} = 200$ mm

Grubość półki: $t_{fc} = 15$ mm

Grubość środka: $t_{wc} = 9$ mm

Promień zaokrąglenia: $r_c = 18$ mm

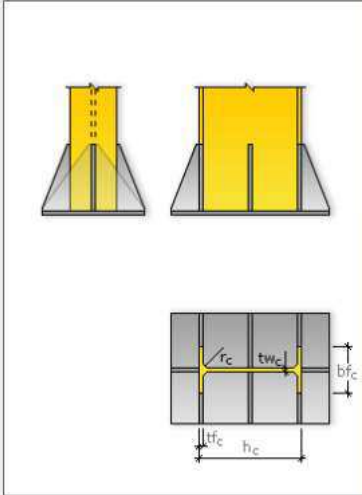
Uźbrowanie słupa

Bez żeber

Uźbrowanie proste

Uźbrowanie z blachą trapezową

Uźbrowanie z płytą górną



Zastosuj OK Anuluj

Definicja połączenia stopy zamocowanej - PN-90/B-03200

Plik Pomoc

Blacha

Blacha górną

Długość: $l_{pu} =$

Szerokość: $b_{pu} =$

Grubość: $t_{pu} =$

Materiał: STAL S135

Blacha podstawy

Długość: $l_{pd} = 400$ mm

Szerokość: $b_{pd} = 400$ mm

Grubość: $t_{pd} = 20$ mm

Materiał: STAL S135

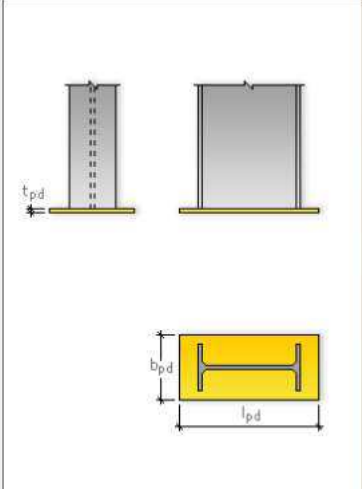
Podstawa stopy słupa

Długość: $l_{pp} =$

Szerokość: $b_{pp} =$

Grubość: $t_{pp} =$

Materiał: STAL S135




Zastosuj OK Anuluj

Definicja połączenia stopy zamocowanej - PN-90/B-03200

Plik Pomoc

Żebra

Parametry żebra

Typ uźebrowania: 

Długość: $l_s = 400$ mm

Wysokość: $h_s = 200$ mm

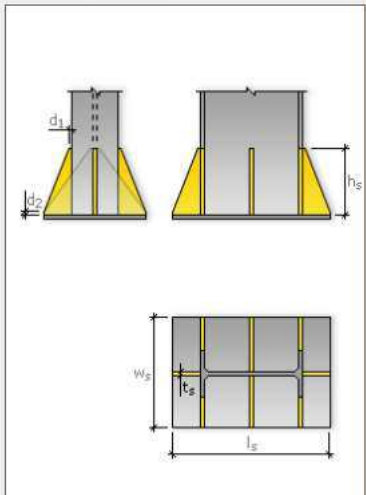
Szerokość: $w_s = 400$ mm

Grubość: $t_s = 10$ mm

Grubość żebra poziomego: $t_{hr} =$

Wycięcie poziome: $d_1 = 20$ mm

Wycięcie pionowe: $d_2 = 20$ mm



Zastosuj OK Anuluj

Definicja połączenia stopy zamocowanej - PN-90/B-03200

Plik Pomoc

Zakotwienie

Rozmieszczenie

Liczba wierszy: $n_V = 2$

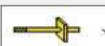
Liczba kolumn: $n_H = 2$

Rozstaw pionowy: $e_{V1}, e_{V2} \dots = 300$ mm Równy rozstaw

Rozstaw poziomy: $e_{H1}, e_{H2} \dots = 300$ mm Równy podział

Przesunięcie: $m =$

Kotwy

Typ:  Średnica: 20 $d_0 =$

Materiał: STAL S135

Wymiar: $L_1 = 60$ mm $L_3 = 50$ mm

Wymiar: $L_2 = 450$ mm $L_4 =$

Płytki oporowa

Długość: $l_{ap} = 100$ mm

Szerokość: $b_{ap} = 100$ mm

Grubość: $t_{ap} = 10$ mm

Materiał: STAL S135

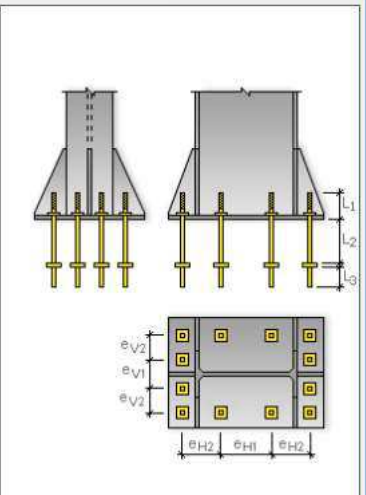
Podkładka:

$l_{wd} = 60$ mm

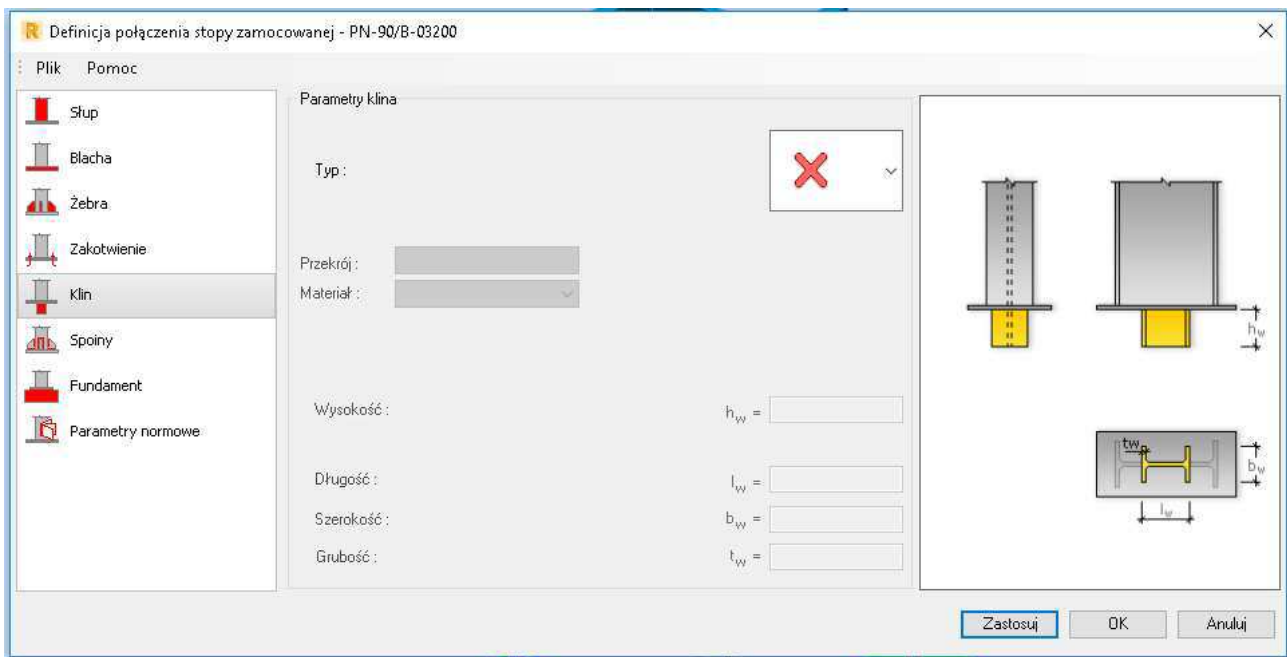
$b_{wd} = 60$ mm

$t_{wd} = 10$ mm

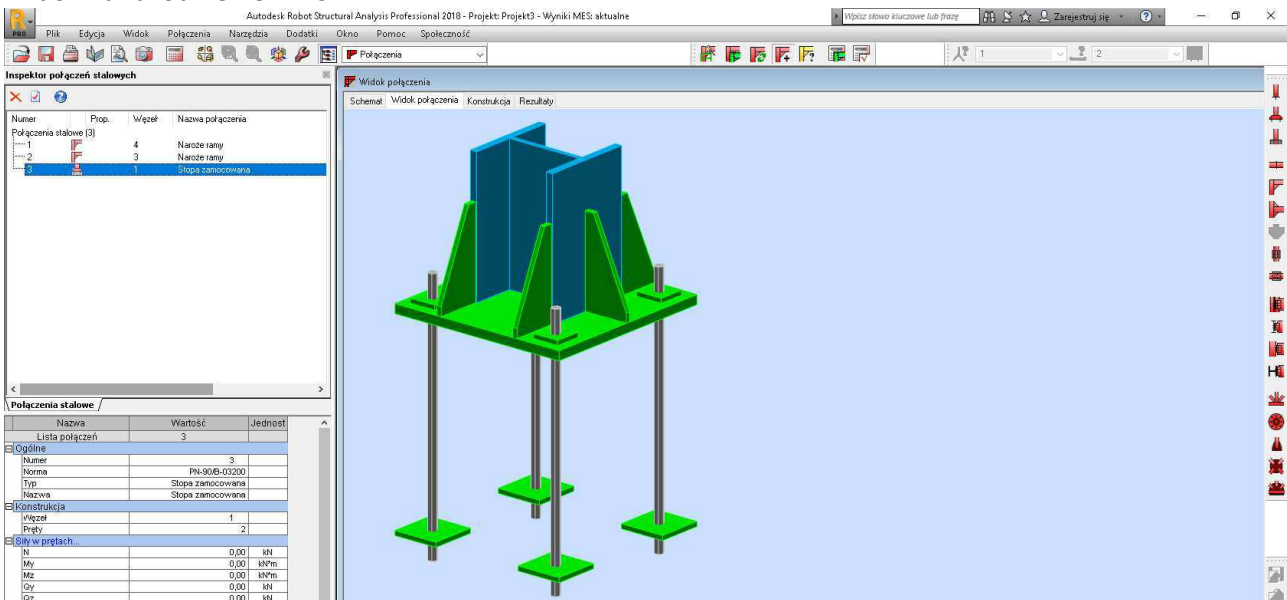
Materiał: STAL



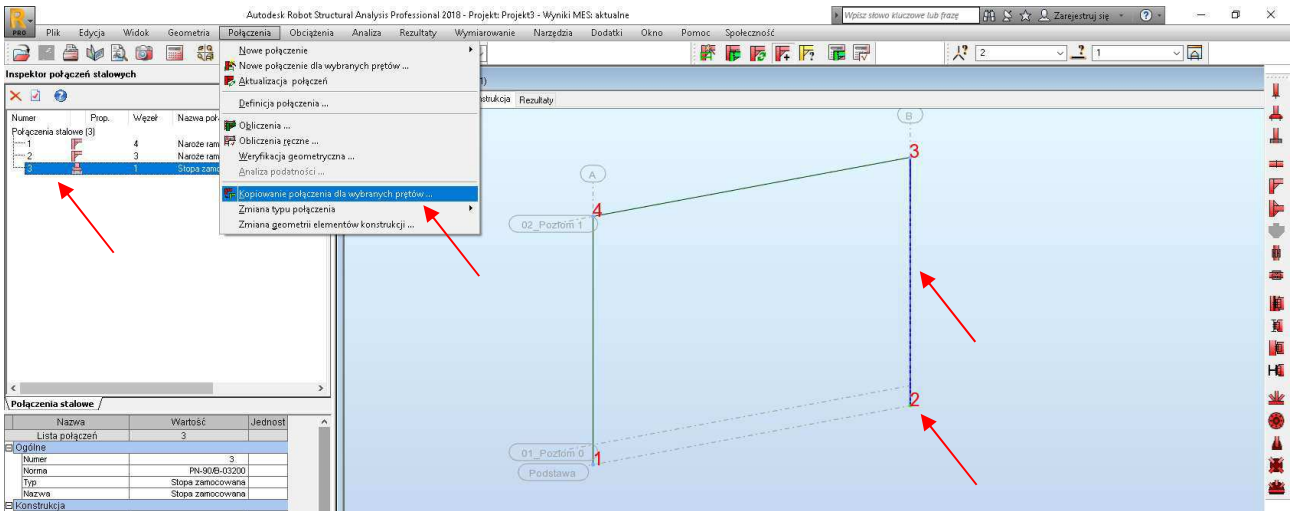
Zastosuj OK Anuluj



Widok na zakotwienie w RSA

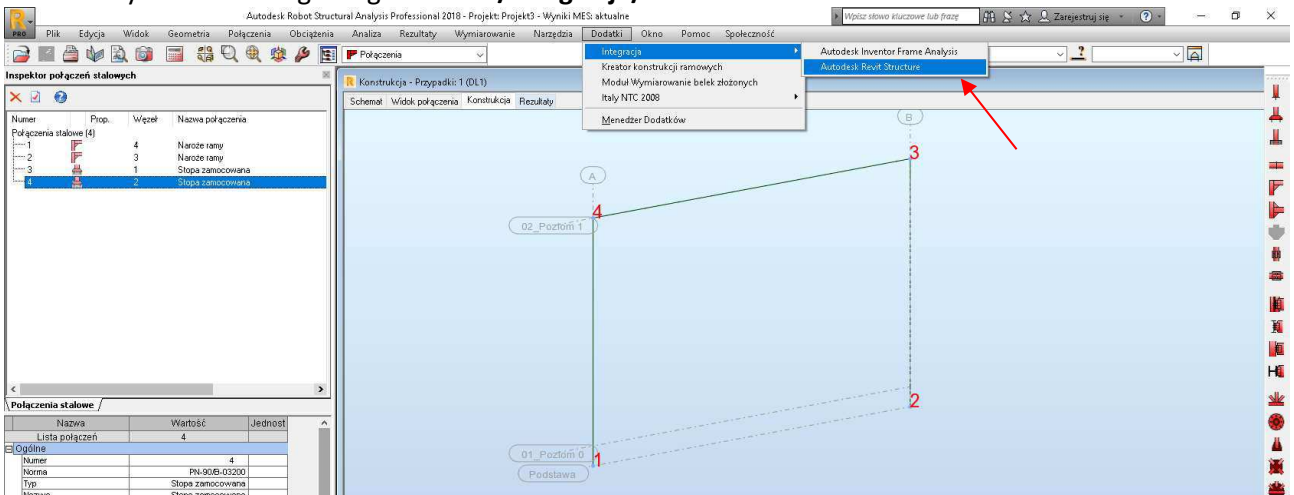


14. Zamocowanie podstawy drugiego słupa. W **Inspektorze** zaznacz połączenie wykonane w pkt. Poprzednim. Wybierz na konstrukcji węzeł dolny nr 2 oraz słup w osi B. Z menu górnego **Połączenia** wybierz **Kopiowanie połączenia dla wybranych prętów**.

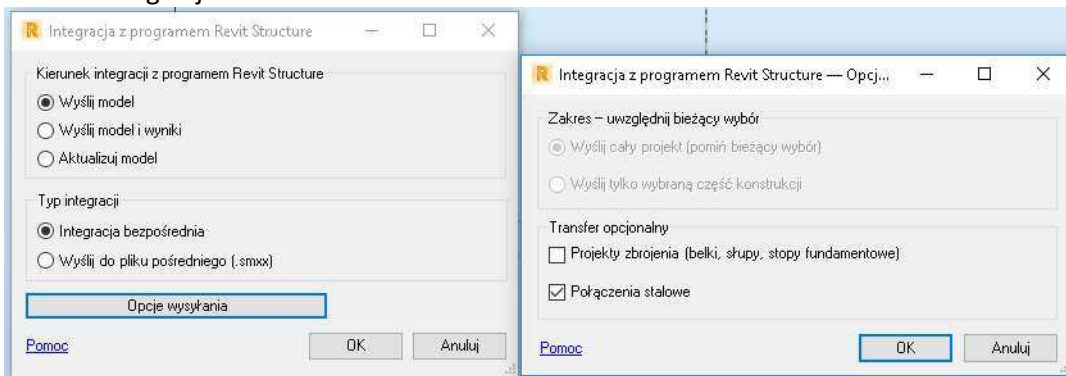


VIII. Integracja środowiska Robot Structural Analysis (RSA) ze środowiskiem Revit. Wczytanie wprowadzonych w RSA zmian/modyfikacji do modelu centralnego w Revicie.

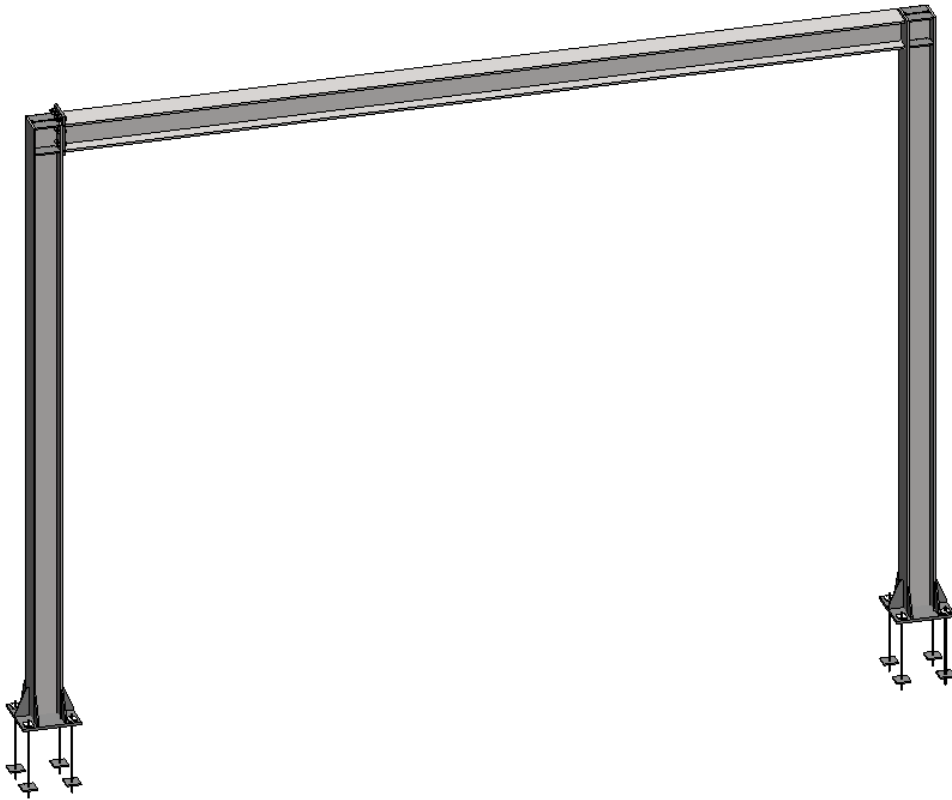
1. Wybierz z menu górnego **Dodatki/Integracja/Autodesk Revit Structure**.



2. W oknach dialogowych ustaw parametry i opcje integracji wg poniższych danych i rozpocznij proces integracji.



3. Model w Revicie po integracji (wymaga jeszcze „drobnych” poprawek).



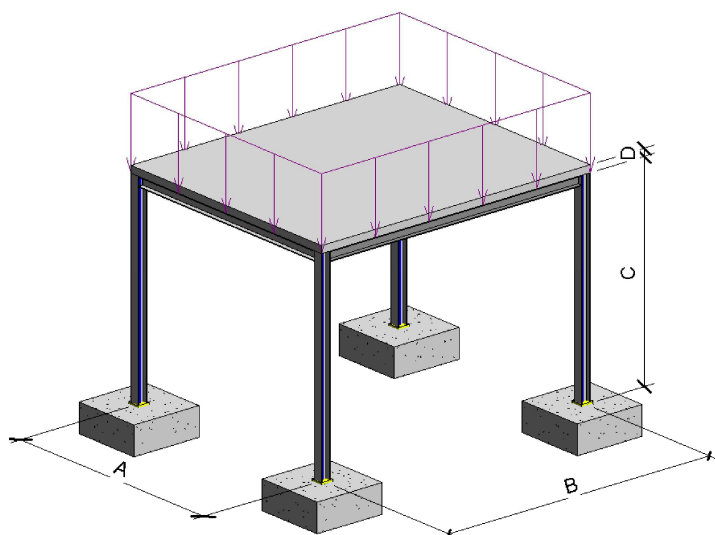
4. Dodaj stopy fundamentowe 1500x1500x600.



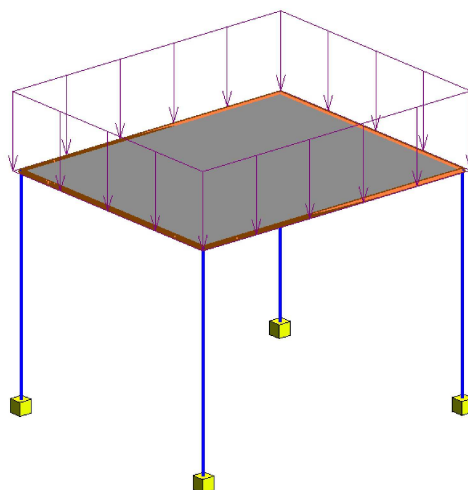
IX. Projekt nr 3.

1. Dana jest rama stalowa z żelbetowym stropem o schemacie pokazanym poniżej. Żelbetowa płyta stropowa obciążona obciążeniem równomiernie rozłożonym o wartości Q . Wykorzystując integrację **Revit - Robot** zaprojektuj wymiary elementów stalowych konstrukcji (słupów, rygli) tak, aby maksymalne naprężenia S_{xx} w tych elementach były w zakresie: $185 \text{ MPa} < S_{xx} < 215 \text{ MPa}$. Wymiary i wartości obciążeń dla różnych wariantów/tematów podano w tabeli poniżej.

Model ogólny.



Model analityczny



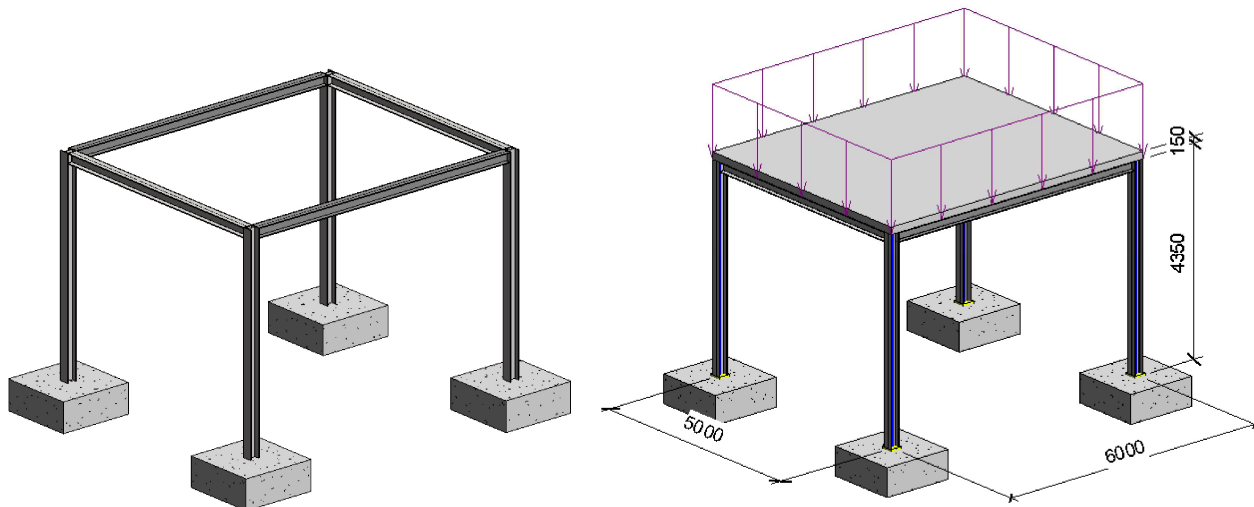
Nr tematu	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	Q [kPa]
1	4400	6300	5000	100	30
2	4800	6000	6000	110	28
3	5200	5600	7000	120	26
4	5600	7000	3000	130	24
5	6000	5000	4500	140	22
6	6400	4500	5500	150	20
7	6800	5500	6500	160	18
8	7200	7000	4000	170	16
9	7600	5000	5000	180	14
10	4000	5500	6000	190	12
11	5000	6500	5500	200	10
12	7500	7200	4500	220	8

2. Schemat postępowania:

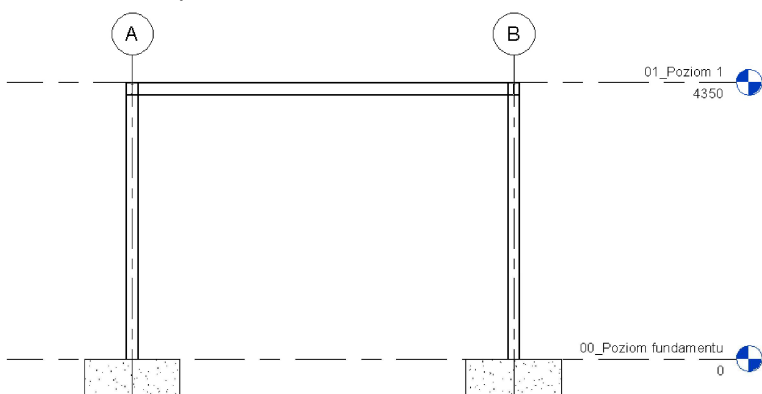
- Utwórz w Revicie model analityczny ramy stalowej (patrz pkt. I, II, III, IV);
- Utwórz płytę stropową (patrz pkt. X poniżej);
- Wprowadź obciążenie płyty;
- Wykonaj integrację Revit – Robot (patrz pkt.VI);
- W środowisku RSA wykonaj siatkowanie płyty stropowej (patrz pkt. X poniżej);
- Wykonaj obliczenia, sprawdź wartości naprężeń w elementach stalowych ($185 \text{ MPa} < S_{xx} < 215 \text{ MPa}$);
- Jeżeli warunek ($185 \text{ MPa} < S_{xx} < 215 \text{ MPa}$) niespełniony zmień profil stalowy na inny i ponownie wykonaj obliczenia; postępuj tak, aż do momentu spełnienia warunku;
- Wykonaj integrację Robot – Revit (patrz pkt. VIII);

X. Projekt nr 3 – uzupełnienie do schematu postępowania.

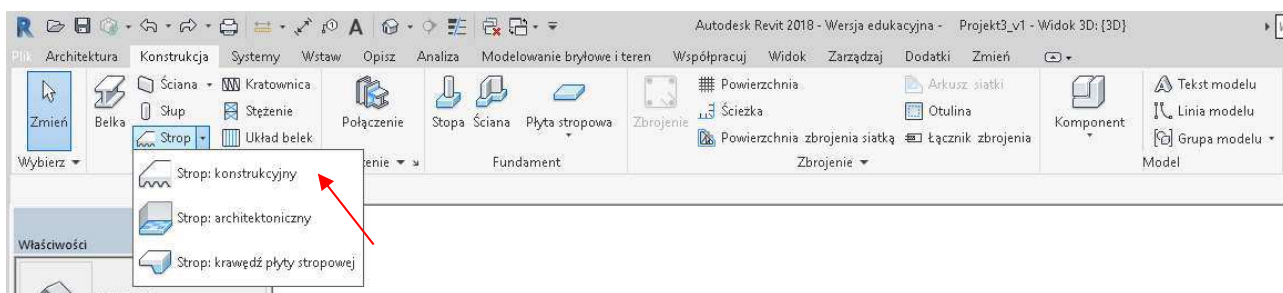
1. Dana jest rama stalowa z żelbetowym stropem o schemacie pokazanym poniżej. Żelbetowa płyta stropowa obciążona obciążeniem równomiernie rozłożonym o wartości $Q = 10 \text{ kN/m}^2$. Elementy stalowe słupy/rygle wstępnie przyjęto jako profile HEB200.



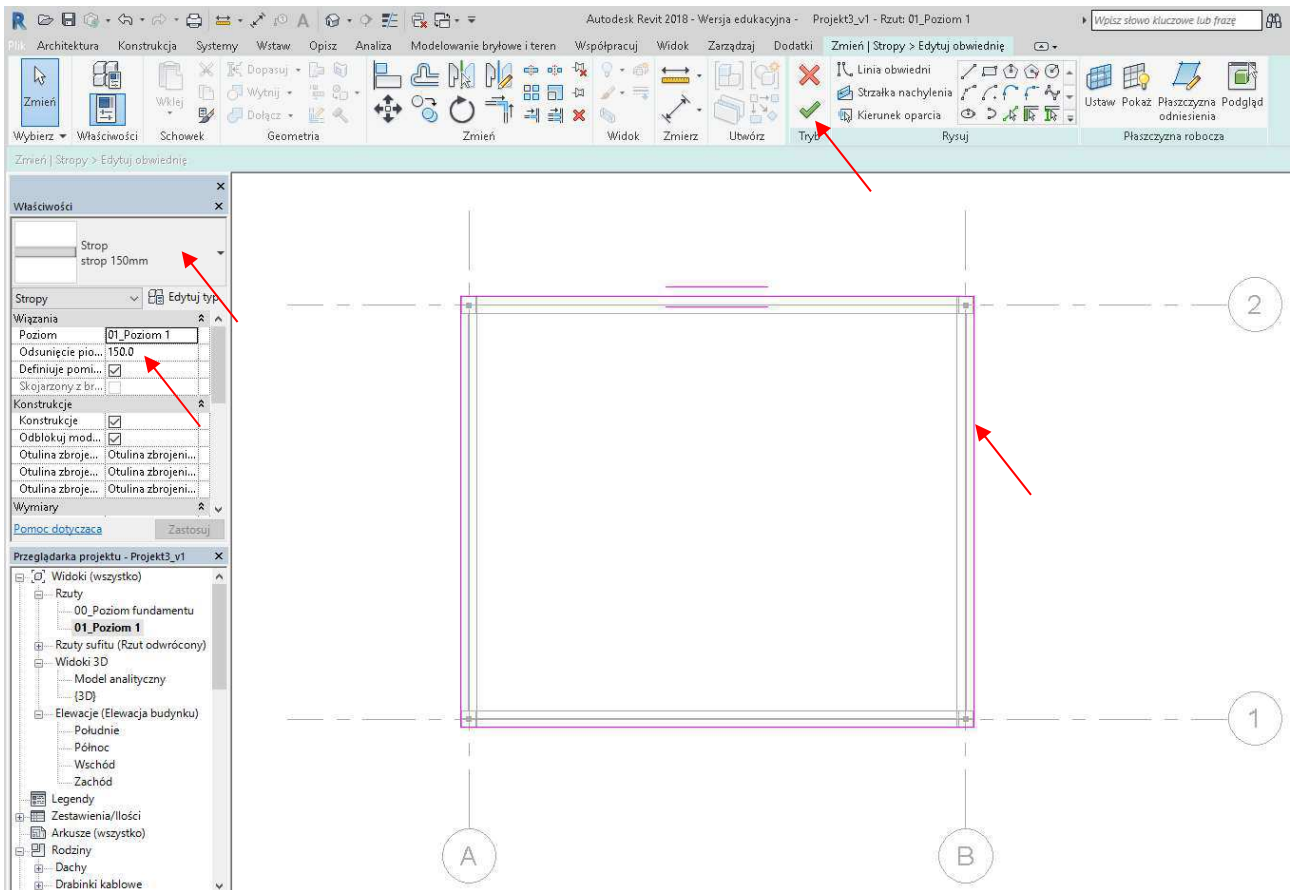
2. Poziomy.



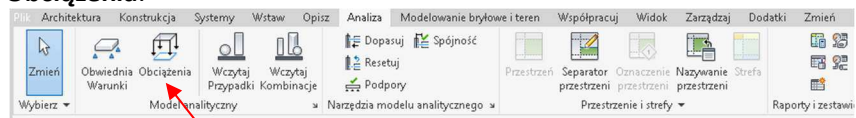
3. Dodanie płyty stropowej. Wybierz rzut **01_Poziom 1**. Na zakładce **Konstrukcja** wybierz narzędzie **Strop:konstrukcyjny**.



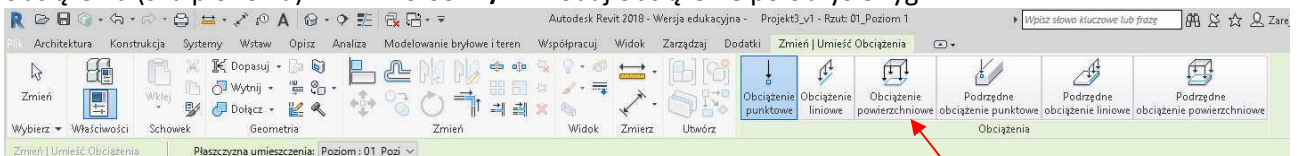
Ustaw grubość stropu na 150mm (Jeżeli takiego stropu nie ma powiel istniejący typ i dostosuj). Narysuj obwiednię po zewnętrznym obrysie belek. Ustaw odsunięcie pionowe 150 mm (dolna krawędź stropu leży na ryglach). Zatwierdź zmiany.

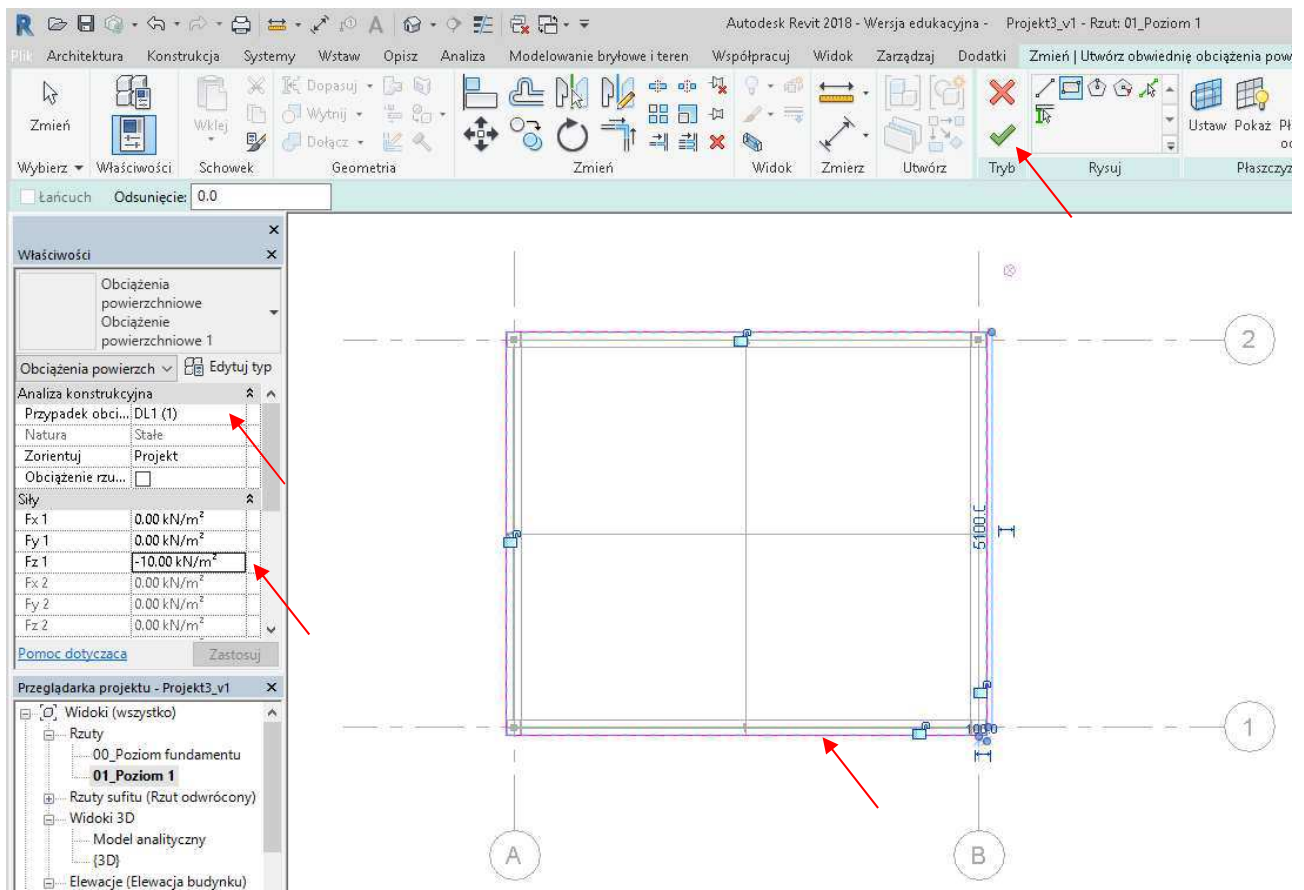


3. Dodanie obciążenia powierzchniowego w poziomie **01_Poziom 1**. Z zakładki **Analiza** wybierz narzędzie **Obciążenia**.

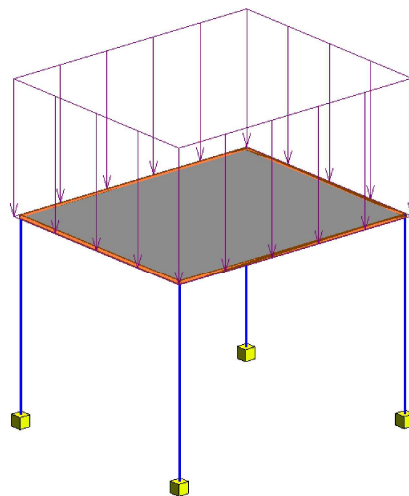


Wybierz narzędzie **Obciążenie powierzchniowe**, we właściwościach ustaw przypadek obciążenia **DL1**, wartość obciążenia (siła pionowa) **FZ1 = -10.00kN/m**. Dodaj obciążenie po obrysie rygli.

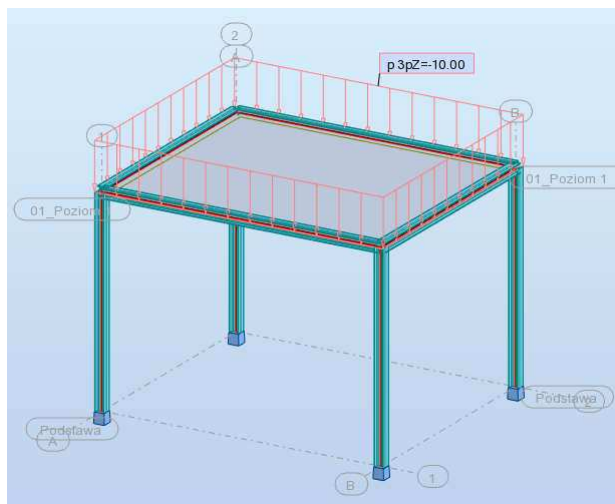






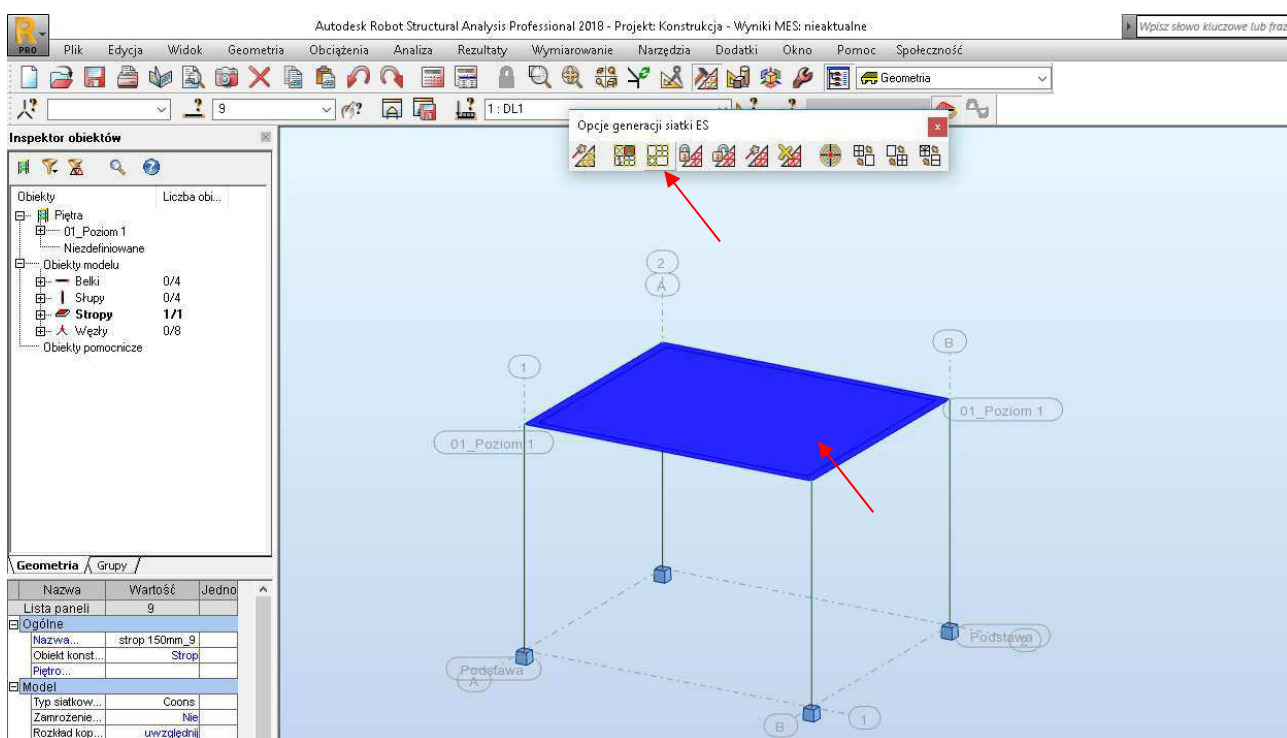
4. Model analityczny.





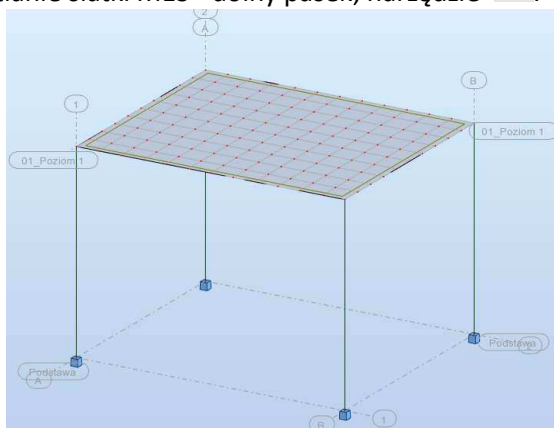
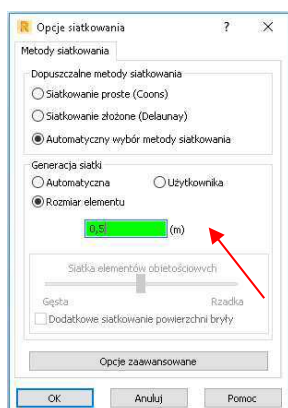
5. Model obliczeniowy w Robocie (po integracji).




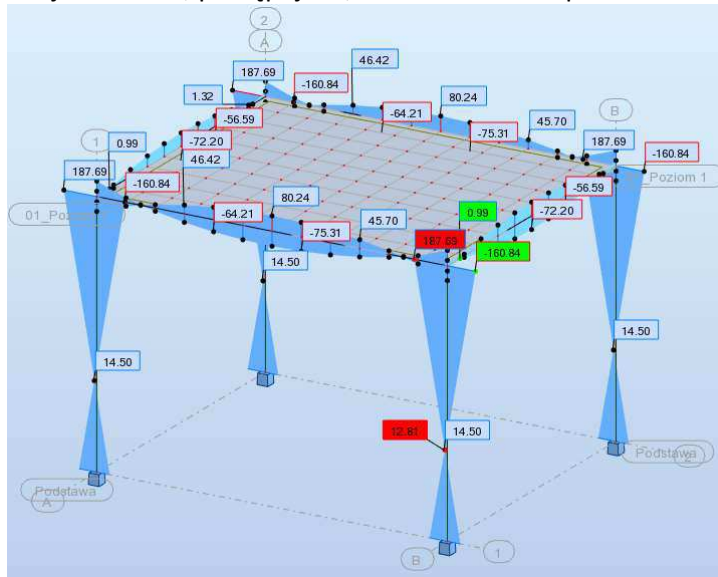
6. Robot – definicja siatki MES dla płyty stropowej. Zaznacz kursorem panel płyty. Wybierz narzędzie  **Opcje generacji siatek ES**, a następnie narzędzie  **Opcje siatkowania**.




- W oknie **Opcje siatkowania** ustaw rozmiar elementu na 0,5m. następnie wybierz narzędzie  **Lokalna generacja siatki**. Włącz wyświetlanie siatki MES - dolny pasek, narzędzie .

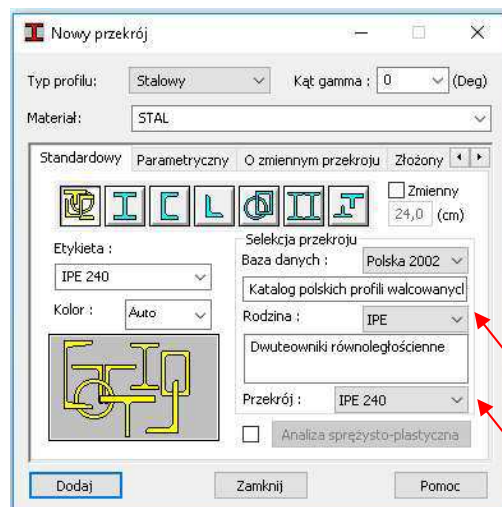
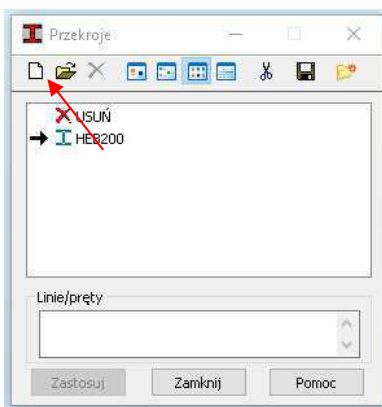


7. Robot – wykonaj obliczenia, narzędzie , wyświetl wartości naprężeń w elementach stalowych (patrz pkt. VII). Jeżeli warunek ($185 \text{ MPa} < S_{xx} < 215 \text{ MPa}$) niespełniony zmień profil stalowy na inny i ponownie wykonaj obliczenia; postępuj tak, aż do momentu spełnienia warunku.

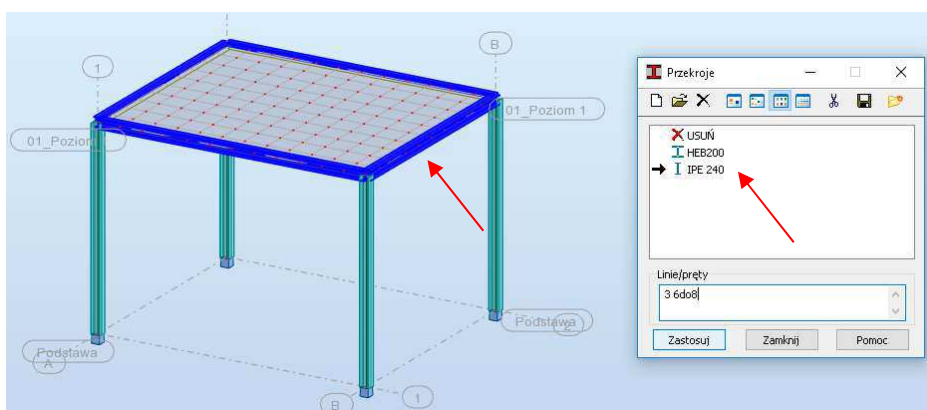


8. Robot – zmiana profilu pręta.

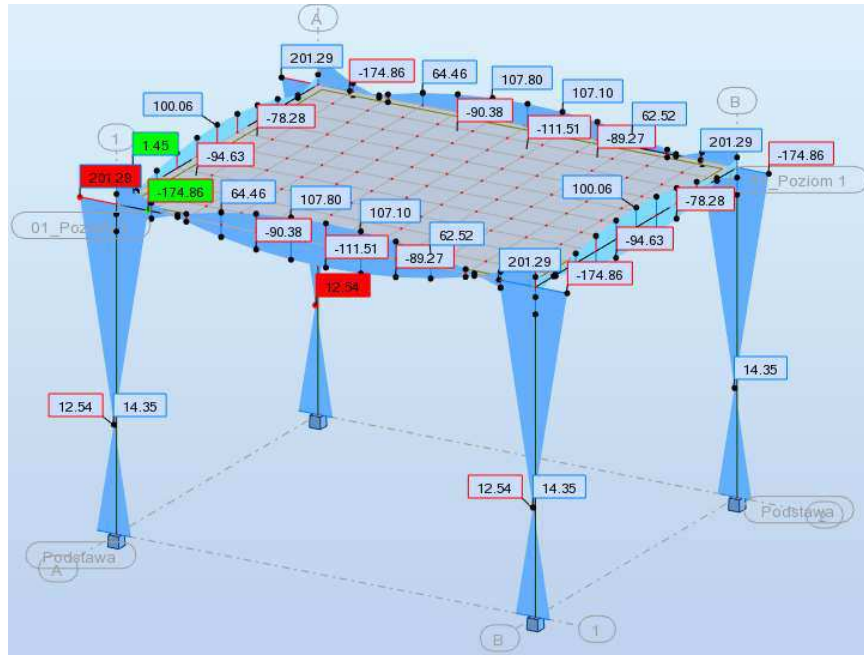
Z bocznego paska wybierz narzędzie  **Profile prętów**. W oknie **Przekroje** wybierz **Definicja nowego przekroju**. W oknie **Nowy przekrój** wybierz Rodzinę profili (np. IPE) oraz odpowiedni przekrój (np. IPE240) i naciśnij **Dodaj**.



W oknie **Przekroje** wybierz dodany profil i wskaż obiekt w modelu, któremu przypiszemy nowy profil.



Wyniki (wartości naprężen) po zmianie profili rygli na IPE240.



9. Integracja Robot-Revit. Model po integracji.

