

Konstrukcje ramowe

Wprowadzenie

Konstrukcje ramowe są to konstrukcje wykorzystujące tzw. kształtowniki (profile), które są półfabrykatami wykonanymi głównie z metalu, choć w użyciu są też kształtowniki plastikowe. Kształtowniki są elementami o jednakowym przekroju poprzecznym wzdłuż jednej osi, czyli geometrycznie są one walcami uogólnionymi (walec o podstawie kołowej nazywa się walcem prawidłowym). Przemysł oferuje wiele standardowych kształtowników opartych o różne kształty podstawy, do których zalicza się: płaskowniki, kątowniki, teowniki, dwuteowniki, ceowniki, zetowniki, pręty o przekroju sześciokątnym, pręty kołowe oraz profile kołowe, prostokątne i specjalne (np. na ramy okienne). Kształtowniki można wyginać oraz łączyć ze sobą metodami spawania, lutowania, zgrzewania, klejenia lub metodami kształtowymi (śruby, nity). Wykonuje się z nich elementy nośne urządzeń, ścian, dachów, fasad szklanych, a także maszty, ogrodzenia, bramy itp.

Program oferuje specjalne środowisko pozwalające łatwo zamodelować konstrukcje z użyciem kształtowników zwane krótko *konstrukcjami ramowymi*. Środowisko to jest dostępne TYLKO W ZŁOŻENIU i uruchamia się je poleceniem

Narzędzia | Środowiska →  Rama,

a zamyka przyciskiem  **Zamknij Konstrukcje ramowe**. Przebieg pracy przy tworzeniu konstrukcji ramowych składa się z następujących etapów:

- 1° Uruchomienie w złożeniu środowiska ram.
- 2° Utworzenie szkieletu ramy.
- 3° Utworzenie ramy.
- 4° Wykonanie dokumentacji technicznej

Wraz z programem jest instalowana biblioteka kształtowników, które (na początek) można wykorzystać do tworzenia ram, ale jest ona dość uboga i ma charakter demonstracyjny, dlatego program oferuje możliwość definiowania własnych profili.

Tworzenie szkieletu ramy

Szkielet (struktura) ramy składa się z obiektów 2D – linii oraz łuków i krzywych. Jego rolą jest zdefiniowania osi, wzdłuż których mają być umieszczone kształtowniki oraz miejsc ich łączenia. Strukturę ramy tworzy się kombinacją poleceń:

1. **Szkic 2D**,
2. **Szkic 3D**,
3. Polecenia z sekcji Rysuj 3D (od v2022) lub Segmenty środowiska ram.

Polecenie pierwsze jest przydatne do ram płaskich oraz tych fragmentów ramy, których osie są komplanarne. Elementy biegnące dowolnie w przestrzeni można tworzyć pozostałymi poleceniami. Oba polecenia mogą być wykonywane POZA środowiskiem ram.

Polecenia w sekcji Segmenty tworzą przestrzenne segmenty liniowe, segmenty łukowe i segmenty krzywoliniowe, tak jak polecenia w środowisku Szkic 3D. Jednakże segmenty te są widoczne tylko w środowisku ramy. Pozostałe elementy (szkice 2D i 3D) są umieszczone w odpowiedniej gałęzi *PathFindera* i są dostępne zarówno z poziomu złożenia jak i środowiska ram. Od wersji 2022 sekcja Segmenty została zastąpiona sekcją Rysuj 3D, która służy tylko do wywołania poleceń ze środowiska **Szkic 3D**. Tworzenie szkieletu jest wspomagane narzędziem *OrientXpress*, dokładnie tak jak opisano to w ćwiczeniu „Elementy linowe” rodz. „Szkice 3D”.

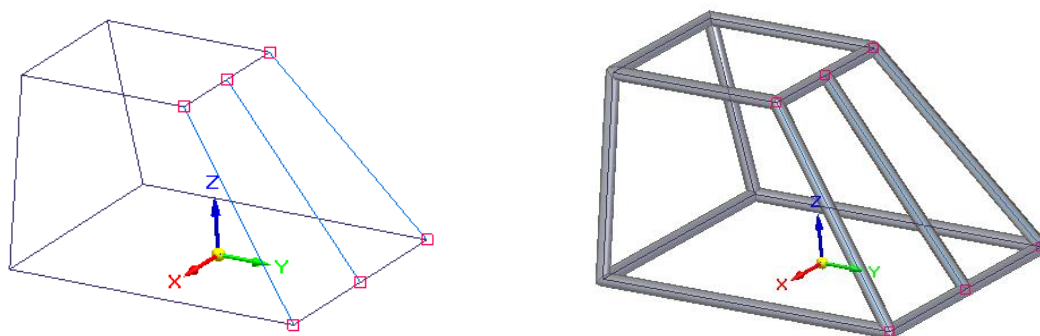
Elementy szkieletu należy ograniczyć relacjami i wymiarami, tak by można było parametrycznie kontrolować kształt i wymiary ramy. Daną ramę można zbudować łącząc elementy liniowe szkicu 2D ze szkicem 3D i segmentami.

Tworzenie ramy

Po utworzeniu szkieletu, ramę tworzy się w środowisku ram poleceniem  **Konstrukcja ramowa** w sekcji Rama.

Krok pierwszy to wybór opcji generowania ramy ( **Opcje konstrukcji ramowych**) można na wstępie pominąć i wrócić do niego dopiero po jej utworzeniu, jeśli rama nie spełnia wymagań projektanta. W przypadku kształtowników o dużym stopniu symetrii lub kołowych krok ten zwykle jest zbędny.

Krok drugi  **wybierz ścieżkę** służy wskazania elementy liniowe, wzdłuż których mają być rozmieszczone kształtowniki. Oczywiście są to elementy przygotowanego szkieletu ramy, ale można też wskazywać krawędzie wstawionych do złożenia części. Metoda zaznaczania jest określona pozycją na liście Wybierz. Elementy dodaje się do listy wybranych klikając w nie LPM a odejmuje (zmienia stan zaznaczenia na przeciwny) SHIFT lub CTRL + LPM. Przed zaakceptowaniem trzeba jeszcze wybrać kształtownik z listy rozwijalnej Ostatnio używane komponenty ramy. Jeśli nie ma na niej właściwego, to przyciskiem  **zaznacz komponent przekroju** można wybrać kształtownik z biblioteki. Jeśli w oknie dialogowym kroku **Opcje konstrukcji ramowej** wybrano opcję Wybierz z biblioteki standard parts (dostępna po użyciu przycisku **Opcje >>**), to wyboru można dokonać w oknie dialogowym Części znormalizowane – nie zadziała, jeżeli nie zainstalowano modułu obsługi części standardowych. Moduł ten NIE jest dostępny w wersji edukacyjnej. Jeśli zaś wybrano opcję Przeglądaj w poszukiwaniu komponentu (domyślna), to zostanie wyświetlone okno dialogowe wyboru pliku o tytule Rama, w którym należy wybrać plik **par** definiujący kształtownik. Plik ten może być dziełem użytkownika (patrz. „Definiowanie własnych profili”).



Rys. 1. Generowanie ramy. Po lewej – szkielet ramy, po prawej – utworzona rama.

Pozostałe kroki  **Edytuj przekroje** i  **Edytuj zakończenia** są omawiane dalej w rozdziale edycji ramy.

Opcje polecenia należy użyć, gdy wygenerowana rama nie spełnia oczekiwań projektanta i zwykle ma to miejsce przy kształtownikach o jednej płaszczyźnie symetrii lub ich braku jak np. teowniki, ceowniki, kątowniki i inne. Pozwalają one ustalić orientację komponentów ramy, formę obróbki naroży oraz sposoby dopasowania lub generowania ramy. Okno dialogowe oferuje schematyczny podgląd skutków wyboru opcji, co ułatwia wybór tej właściwej. Przycisk **Zastosuj** pozwala obejrzeć skutki wyboru opcji bez kończenia polecenia, dzięki czemu można dokonywać szeregu zmian, konfrontując efekty z oczekiwaniami. Czasami dla uzyskania właściwego wyglądu ramy konieczna może być dalsza indywidualna edycja jej składników – patrz „Modyfikacja i edycja komponentów ramy”.

Rama generowana jest w ten sposób, że program wykonuje serię części, czyli komponentów ramy, z których każdy jest wyciągnięciem po krzywej profilu zawartego w pliku definiującym kształtownik (patrz dalej „Definiowanie własnych profili”). Do tego dochodzi odpowiednia obróbka w punktach łączenia składników ramy.

Po utworzeniu ramy jest ona widziana w PathFinderze jako pozycja w gałęzi   **Komponenty ramy**. Każde użycie polecenia **Rama** generuje nową ramę zajmującą osobną pozycję np.   **Rama bazowa** oznakowaną ikoną polecenia. Pod daną pozycją znajdują się ponumerowane komponenty ramy np.   **RoundTubing 25x2.par:1**, czyli odpowiednio przycięte i wygięte kształtowniki z indywidualnym przyciskami widoczności/ukrywania  / .

Modyfikacja i edycja komponentów ramy

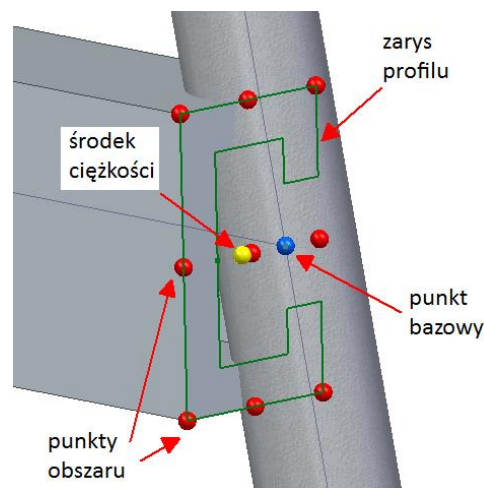
Modyfikacja ramy może polegać na: dodaniu nowych elementów, zmianie położenia i wymiarów komponentów, usunięcia komponentów, wymiana typu kształtownika, edycji położenia i kąta przekrojów oraz edycji połączeń.

Te modyfikacje, które da się przeprowadzić tylko na samym szkielecie ramy nie wymagają wejścia go środowiska ram, o ile dotyczą fragmentu szkieletu opartego na szkicach 2D i 3D, które widziane są poza tym środowiskiem. Te elementy ramy, które były utworzone poleceniami z sekcji Segmenty trzeba edytować już z poziomu środowiska ram. W każdym z tych przypadków zmiany w ramie są widoczne zaraz po zakończeniu i zatwierdzeniu modyfikacji elementów szkieletu.

Edycję można przeprowadzić na całej ramie lub tylko na jej wybranych komponentach. W pierwszym przypadku ramę zaznacza się w PF klikając w tytuł węzła z nazwą ramy np.   **Rama_13**. W drugim przypadku komponenty można wybrać, klikając je na ekranie lub w PF, po rozwinięciu węzła danej ramy. Po wybraniu pierwszego następnego składnika dodaje się klikając w nie z przytrzymanym SHIFT lub CTRL lub przełączając spacją tryb zaznaczania.

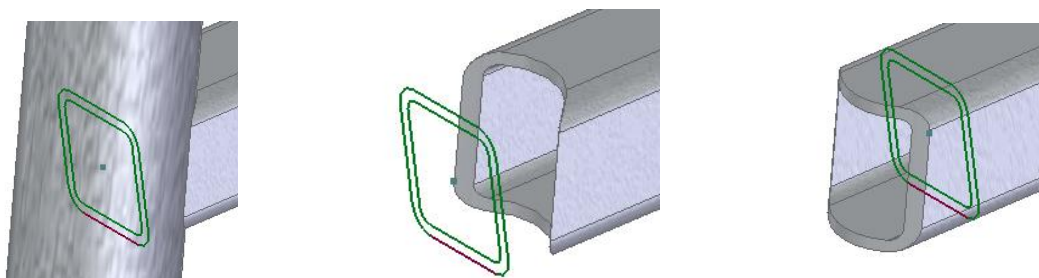
- ❖ **Usunięcie elementów** można wykonać albo kasując odpowiedni element szkieletu ramy, albo kasując dany element po zaznaczeniu go w PF lub w oknie dokumentu. W tym drugim przypadku element szkicu stanowiącego szkielet ramy pozostanie nie-naruszony.
- ❖ **Dodanie nowych elementów** wymaga edycji szkieletu ramy. Można to zrobić albo dodając nowe elementy szkieletu w istniejących szkicach, albo tworząc nowe szkice. Po dodaniu wszystkich nowych elementów szkieletu ramy trzeba wejść do środowiska ram, zaznaczyć modyfikowaną ramę, wybrać polecenie  **Edytuj definicję** przejść do drugiego kroku  **wybierz ścieżkę** i zmodyfikować jego dane przez wskazanie nowych lub odłączenie istniejących składników szkieletu kończąc akceptacją i kliknięciem w przycisk **Zakończ**.
- ❖ **Zmiana położenia i wymiarów komponentów** polega na modyfikacji odpowiedniego elementu szkieletu ramy. Może to wymagać edycji relacji lub więzów wymiarowych w szkicach lub segmentach.
- ❖ **Wymiana typu kształtownika** wymaga zaznaczenia komponentów lub całej ramy, a następnie wywołania polecenia albo  **Edytuj definicję**, albo  **Edytuj przekroje**. Pierwsze polecenie dotyczy zawsze całej ramy nawet jeśli wybrano tylko jej komponenty. W tym przypadku trzeba przejść do drugiego kroku **wybierz ścieżkę** i wybrać nowy typ przekroju, tak samo jak podczas tworzenia nowej ramy. W drugim przypadku trzeba kliknąć przycisk  **Wybierz nowy komponent ramowy**, a potem w oknie dialogowym o tytule Rama, należy wybrać plik **par** definiujący nowy kształtownik.

- ❖ **Edycję położenia przekroju kształtownika** realizuje się poleceniem **Edytuj przekroje**. Przekrój obraca się wokół linii szkieletu przez podanie kąta obrotu w polu Orientacja. Zmiana położenia profilu kształtownika względem linii szkieletu polega na użyciu jednego z jego uchwytów (kolorowe kulki rys.2), którymi mogą być: punkt bazowy profilu; środek ciężkości profilu; punkty obszaru (jest ich 9) lub punkty charakterystyczne przekroju (np. środki łuków, końce odcinków itp.) Wybór uchwytu kliknięciem LPM spowoduje przesunięcie go wraz z profilem na oś szkieletu. Wyboru dokonuje się po kliknięciu w przycisk  **Zdefiniuj uchwyt**. Dla wygody można przyciskiem  **Powiększ do wybranych przekrojów** wykonać zoom edytowanego przekroju, a przyciski filtrów  można użyć do wybrania uchwytów, które mają być aktualnie widoczne. Po wyborze można użyć przełącznika  **Przełącz przekrój**, w celu odwrócenia profilu względem wybranego punktu. Procedurę kończy przycisk **Zakończ**. Te zmiany można wykonać tylko na pojedynczych składnikach ramy.



Rys.2. Uchwyty do edycji profilu

- ❖ **Edycji połączeń** dokonuje się poleceniem  **Edytuj warunki zakończenia**. Polecenie to służy do zmiany sposobu połączenia *tylko w wybranych punktach ramy*, a nie w całej – do tego służą opcje. Po wywołaniu polecenia można, klikając w czerwone kulki lokalizujące miejsca połączeń, doprecyzować punkty do edycji. Przejście dalej wymaga standardowej akceptacji. W pasku polecenia pojawiają się przyciski realizujące te same opcje, co w oknie dialogowym opcji – grupa Opcje obróbki naroży. Przycisk  **Wyczyść wystąpienia** pozwala wrócić do ustawień obowiązujących dla całej ramy wybranych w opcjach polecenia. Dodatkowy przycisk  **Rozciągnij/przytnij** pozwala rozciągnąć lub przyciąć komponent ramy do innego obiektu (w tym i innej ramy), lica lub płaszczyzny. Te zmiany można wykonać tylko na pojedynczych składnikach ramy.



Rys.3. Działanie opcji Dopasowanie w połączeniach bez ściąg ukośnych. Lewy pokazuje stan wyjściowy – połączenie profilu okrągłego (pionowy element) z profilem kwadratowym (poziomy element). Środkowy skutki przy opcji włączonej, a prawy przy wyłączonej.

Podczas edycji można wykorzystać opcję polecenia (przycisk  **Dopasowanie w połączeniach bez ściąg ukośnych**), która spowoduje odpowiednie przycięcie lub wydłużenie komponentu w miejscu łączenia go z innym. Działanie ilustruje rys.3.

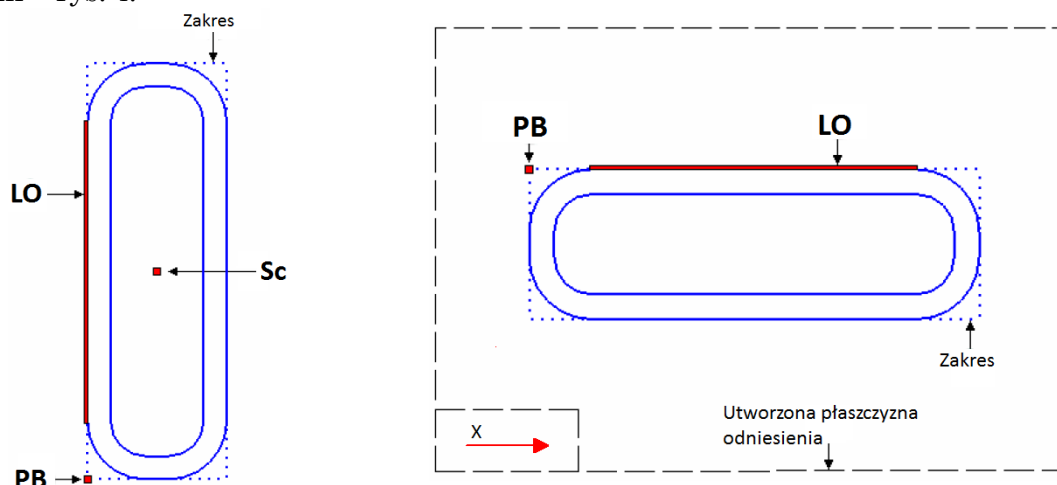
Edycja ramy przy pomocy poleceń **Edytuj definicję**, **Edytuj przekroje** i **Edytuj warunki zakończenia** automatycznie przełącza do środowiska ram.

Definiowanie własnych profili

Zasada jest prosta. Należy utworzyć plik części **par**, w którym przekrój kształownika musi być pierwszym napotkanym szkicem w PF. Może to być albo szkic globalny, wykonany sekwencyjnie lub synchronicznie, albo szkic lokalny operacji wyciągnięcia (polecenie **Przeciagnij**). Nie jest konieczne utworzenie wyciągnięcia, ale jego obecność sprawi, że podgląd kształownika będzie dostępny podczas wybierania komponentu ramy. Szkic musi zawierać zamknięty pojedynczy profil zgodny z wymaganiami polecenia **Przeciagnij**. Dodatkowo we właściwościach pliku na zakładce Podsumowanie w polu Tytuł powinno się wpisać nazwę profilu jaka ma być użyta w tabeli listy części. Plik można zapisać w podfolderze Frames, który znajduje się w głównym folderze instalacyjnym programu np.

c:\Program Files\Siemens\Solid Edge 2022\Frames\

Ważnym elementem szkicu jest *punkt bazowy* ramy oraz *linia orientacji*, które ustala się poleceniem **Punkt bazowy ramy**. Punkt bazowy jest punktem, wg którego profil kształownika jest ustawiany na linii szkieletu ramy. Innymi słowy profil przykładany jest tak, by linia szkieletu ramy przechodziła przez punkt bazowy. Orientacja ustawia przekrój kształownika tak, by linia ją określająca była ustawiona równoległe do osi X płaszczyzny odniesienia normalnej do segmentu ścieżki, a obliczony środek przekroju znalazł się poniżej tej linii – rys. 4.



Rys. 4. Zasada dopasowania przekroju kształownika do pł. odniesienia ścieżki szkieletu. Lewy widok szkicu w pliku kształownika, prawy ustawienie profilu na ścieżce szkieletu. PB – zdefiniowany punkt bazowy, LO – zdefiniowana linia orientacji, Sc – automatycznie wyznaczony środek ciężkości przekroju.

Polecenie **Punkt bazowy ramy** wykonuje się w dwóch krokach. W pierwszym wskazuje się punkt bazowy w drugim segment linii szkicu określający linię orientacji.

Jeśli nie zdefiniowano punktu bazowego w pliku komponentu ramy, to domyślnym punktem bazowym jest początek bazowego układu współrzędnych kształownika.

Rama jako złożenie

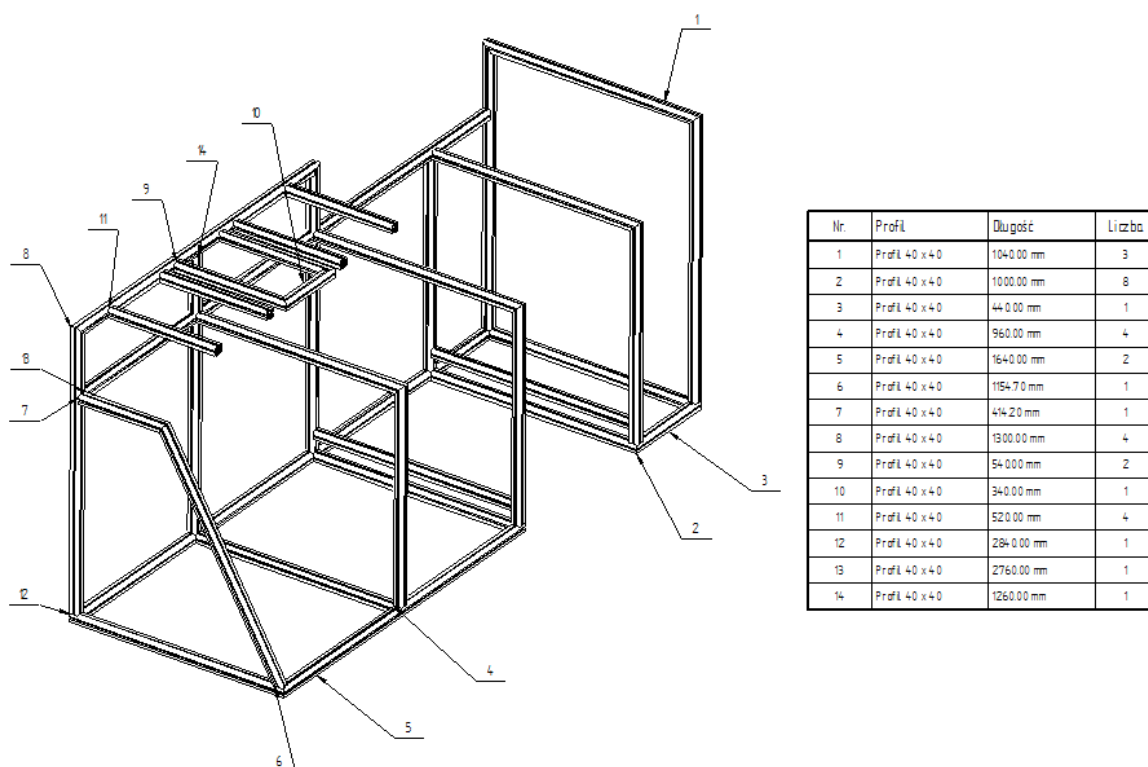
Ramę można obrabiać poleceniami zgromadzonymi w panelu Operacje (otwory, wycięcia, fazowania i inne), ale tylko z opcją Twórz operacje w złożeniach. Ramę lub jej składniki można

zapisać poleceniem **Zapisz jako** wydanym tylko z menu kursora albo nad ramą, albo nad jej składnikami. W pierwszym przypadku po zapisie rama stanie się normalnym złożeniem (bez sekcji Komponenty ramy w PF), którego składniki zostaną umieszczone w osobnych plikach części **par**. Wydanie tego polecenia w stosunku do składników ramy utworzy tylko pliki części dla każdego wybranego składnika ramy.

Dokumentacja techniczna ramy

Dokumentację techniczną robi się standardowo modułem Rysunek, wstawiając do niego widoki złożenia zawierającego ramę. Rama jest złożeniem więc do rysunku trzeba wstawić listę części poleceniem Narzędzia główne | Tabele → **Lista części**. Wszystko dokładnie tak jak było ćwiczone w kursie podstawowym.

Ponieważ lista ta ma zawierać wykaz komponentów ramy, więc po wstawieniu trzeba edytować właściwości tabeli. Na zakładce Kolumny okna dialogowego należy zmienić zestaw kolumn. W zestawie powinny się znaleźć następujące kolumny: Numer elementu, Tytuł, Długość odcinka oraz Ilość. Inne kolumny trzeba usunąć. Kolumnie Numer elementu można zmienić nazwę nagłówka na Nr., kolumnie Tytuł na Profil ewentualnie kolumnie Ilość na Liczba. Można we właściwościach tabeli, zakładka Opcje, w polu Naddatek długości dla ram wpisać wartość naddatku a potem zmienić tytuł kolumny Długość odcinka na Długość z naddatkiem.

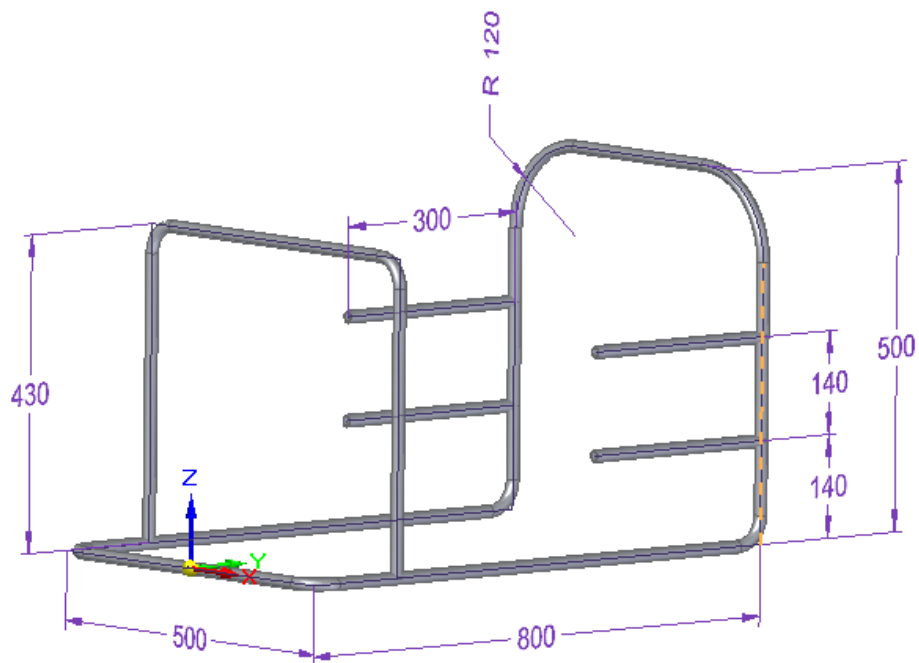


Rys.5. Przykładowy rysunek ramy

Zadania – konstrukcje ramowe

Zad. 1.

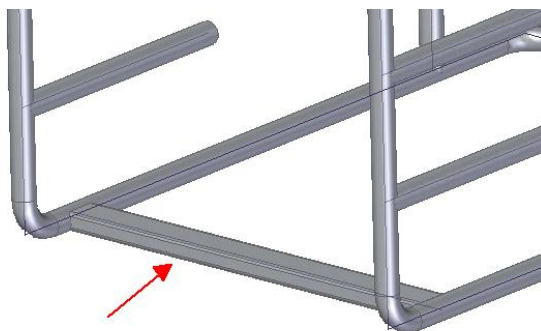
Wykonaj ramę wg wymiarów jak na rys. Z-1. Niezwymiarowane promienie zaokrąglenia narożników 40 mm. Użyj profilu Round Tubing 15x1.5.



Rys. Z-1

Zad. 2

W ramie z zad.1 wymień kształtowniki na Round Tubing 20x2. Następnie dodaj dodatkowy element jak to pokazuje rys. Z-2.



Rys. Z-2.

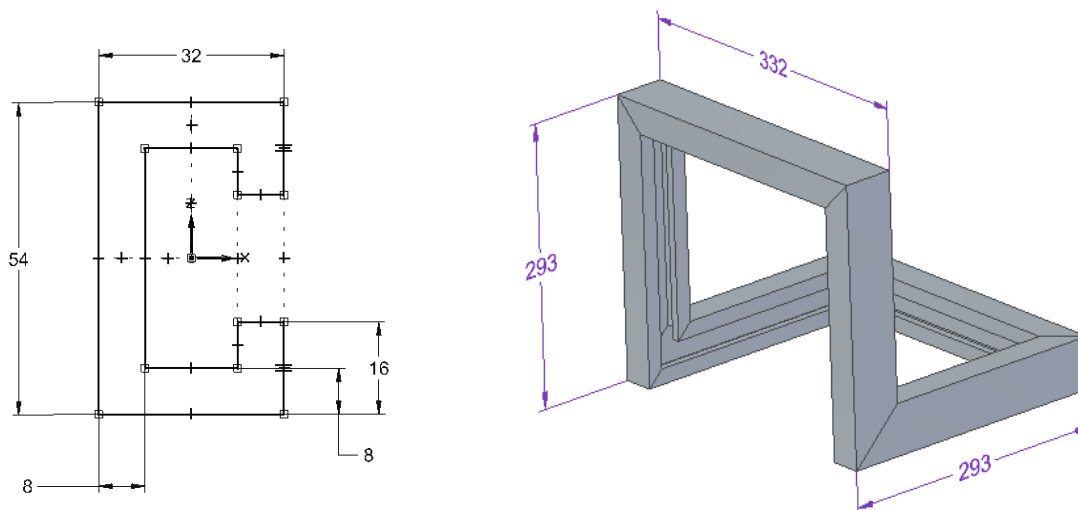
Po dodaniu zmień jego profil na RectangularTubing 40x20x2. Dopasuj go tak by krótszy bok profilu był równoległy do osi Z.

Zad. 3.

Wykonaj własny kształtownik o profilu pokazanym na rys. Z-3. Zapisz go do pliku:

C-profil_54x32_wyc.par

We właściwościach pliku na zakładce Podsumowanie w polu Tytuł trzeba wpisać nazwę profilu: Profil C - 54 x 32 x 16, gr 8.

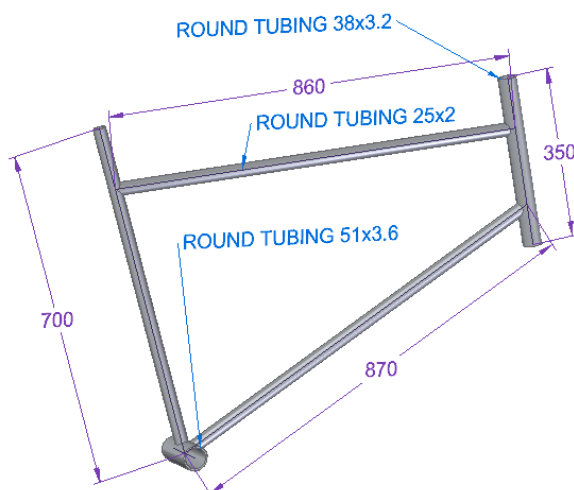


Rys. Z-3

Wykorzystaj ten profil do wykonania ramy jak pokazuje to prawa strona rysunku. Wykorzystaj ramę do sporządzenia dokumentacji technicznej.

Zad. 4.

Wykonaj ramę rowerową jak na rys. Z-4. Wymiary są orientacyjne. Zwróć uwagę na to, że rama ma być wykonana z trzech rodzajów profili.



Rys. Z-4.

Na koniec wykonaj rysunek wykonawczy z listą części ramy.