

Części blaszane

Wprowadzenie

Moduł Część blaszana służy do modelowania części, które da się wykonać z JEDNEGO ARKUSZA blachy (o ustalonej grubości) za pomocą zabiegów technologicznych, które można pogrupować w następujący sposób:

- *Cięcie*, do których zalicza się: wycinanie, wykrawanie, dziurkowanie, odcinanie, przycinanie, nadcinanie, okrawanie, wykrawanie, rozcinanie itp.
- *Gięcie*, do których zalicza się: wyginanie, zaginanie, zwijanie, owijanie itp. – części o powierzchni *rozwijalnej*, tj. utworzonej tylko z elementów płaskich, walcowych lub stożkowych.
- *Wytłaczanie*, do których zalicza się: wytłaczanie, rozciąganie, przetłaczanie, przewijanie, wyciąganie, wyoblanie, zgniatanie, dotłaczanie itp. – części o powierzchni *nierozwijalnej*.

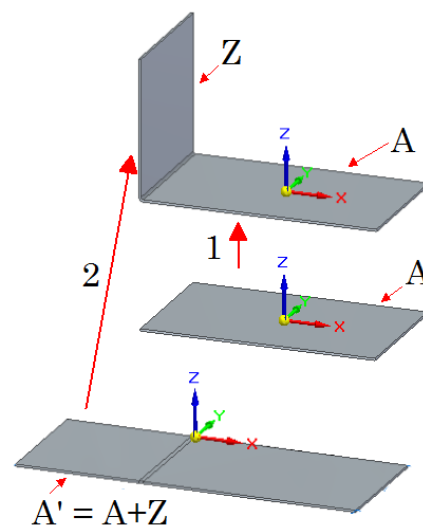
Te trzy grupy zabiegów mają swoje odpowiedniki w operacjach SE. Części blaszane mogą mieć powierzchnię *rozwijalną* lub *nierozwijalną*. Pole powierzchni części rozwijalnej jest równe polu powierzchni odpowiednio przyciętego arkusza płaskiego przed wykonaniem operacji kształtowania, zaś pole powierzchni części nierozwijalnej jest od niego większe. W tym drugim przypadku po ukształtowaniu części rzeczywistej dochodzi do zmniejszenia grubości blachy w miejscach wytłoczeń, ale fakt ten nie jest przez program uwzględniany i grubość części w modelu, bez względu na to czy powierzchnia jest rozwijalna czy nie, jest zawsze taka sama.

W obróbce rzeczywistej punktem wyjścia jest arkusz blachy o tak dobranej wielkości by po zakończeniu serii zabiegów technologicznych uzyskać żądany kształt. Oczywiście zabiegom tym nie towarzyszy dodawanie materiału, a co najwyżej usuwanie.

Kształtowanie części przy pomocy operacji SE polega zasadniczo na **POWIĘKSZANIU** arkusza przez dodawanie do niego nowych elementów tak, by uzyskać kształt jaki można byliby otrzymać przy pomocy odpowiedniego zabiegu technologicznego. Na przykład (rys.1) polecenie **Zagięcie** dodaje do arkusza wyjściowego A element Z (droga 1), który łączy się z nim poprzez zagięcie. Podczas rzeczywistego gięcia (droga 2) arkusz wyjściowy A' przed zgięciem musi mieć rozmiar będący sumą obu elementów poziomego A i pionowego Z oraz naddatek na zagięcie. Tym nie mniej SE oferuje też polecenie **Zagnij**, które faktycznie symuluje operację gięcia wzdłuż wybranej linii – droga 2.

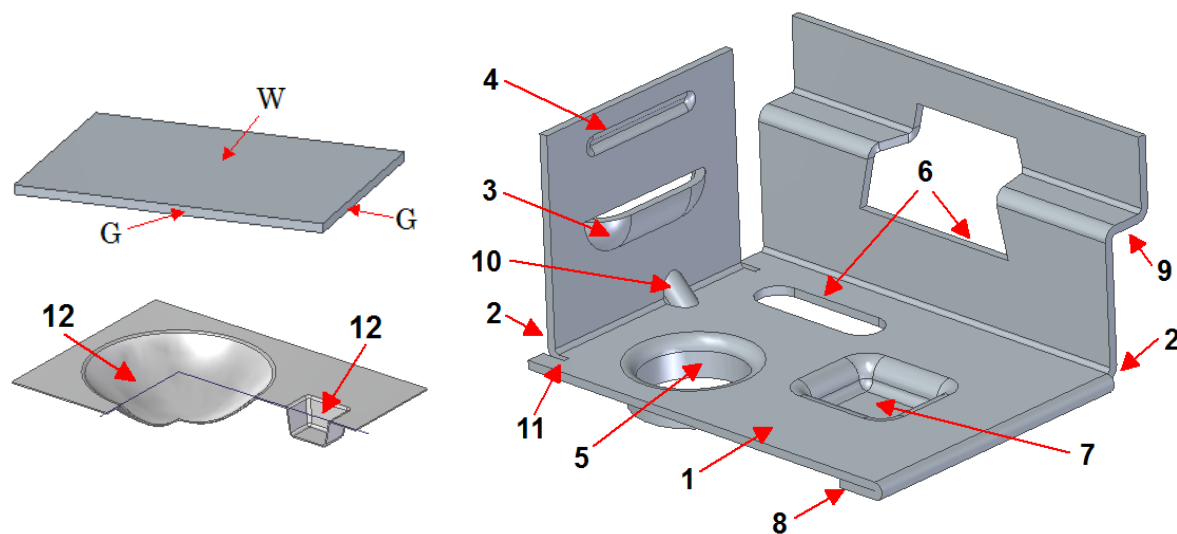
Projektant podczas pracy w SE skupia się głównie na kształcie docelowym i wymiarach poszczególnych elementów części, nie kłopotząc się kształtem i rozmiarem arkusza wyjściowego, potrzebnego do uformowania danej części. Odpowiednio przycięty arkusz blachy A' , w rzeczywistym kształtowaniu części, jest elementem wyjściowym, a w projektowaniu SE elementem docelowym, który uzyskuje się na końcu, po rozwinięciu zaprojektowanej części – drogą 2, ale w kierunku przeciwnym.

W arkuszu blachy SE wyróżnia (rys. 2 – lewy górny) dwa rodzaje lic: *lica warstwowe* i *lica grubości*. Lico warstwowe W jest to lico określające właściwą powierzchnię i kształt



Rys.1. Porównanie operacji SE **Zagięcie** z technologicznym zabiegiem gięcia.

arkusza. Każdy arkusz ma dwa takie lica. Lica grubości G są to wąskie lica ciągnące się wzdłuż krawędzi arkusza i łączące jego lica warstwowe a ich szerokość jest równa grubości arkusza.



Rys.2. Część blaszana: lewa góra – lica arkusza, lewa dół i prawa – elementy kształtu

Typowe elementy części blaszanej (i polecenia do ich wykonania) pokazane na rys.2 to:

1. Arkusz wyjściowy (element podstawowy) – **Arkusz blachy**.
2. Zagięcia – **Zagięcie, Zagięcie wielokrawędziowe**
3. Rozcięcie z wytłoczeniem tzw. „żaluzja” – **Żaluzja**.
4. Usztywnienie płaskie – **Wgłębienie liniowe**.
5. Wycięcie z zagięciem – **Wycięcie z zagięciem**.
6. Wycięcia (na elemencie płaskim i zagiętym) – **Wytnij, Rowek**.
7. Wytłoczenie płaskim stemplem o zadanym zarysie – **Wgłębienie**.
8. Zawinięcie brzegu – **Zawinięcie brzegu**.
9. Wstawienie pary zagięć przeciwnych – **Uskok**.
10. Przetłoczenie usztywniające na zagięciu – **Usztywnienie**.
11. Podcięcie na zagięciu – opcja poleceń **Zagięcia**.
12. Wytłoczenia stemplami o dowolnym kształcie – **Przetłoczenie**.

Wszystkie polecenia są dostępne w środowisku **Część blaszana** sekwencyjna lub synchroniczna. W środowisku ST szkice dla poleceń bazujących na szkicach należy wykonać przed wydaniem odpowiedniego polecenia korzystając z poleceń w pasku Szkicowanie. Przebieg pracy podczas tworzenia elementów blaszanych składa się z następujących etapów:

- 1° Utworzenie nowej części i uruchomienie środowiska Części blaszana.
- 2° Zdefiniowanie właściwości części (tablica Materiały) i utworzenie elementu podstawowego (wyjściowego)
- 3° Kształtowanie i rozbudowa części przez
 - dodawanie zagięć i uskoków
 - dodawanie odkształceń (tworzenie elementów nierozwijalnych)
 - wykonanie obróbki naroży
 - wykonanie wycięć
- 4° Rozwinięcia części.

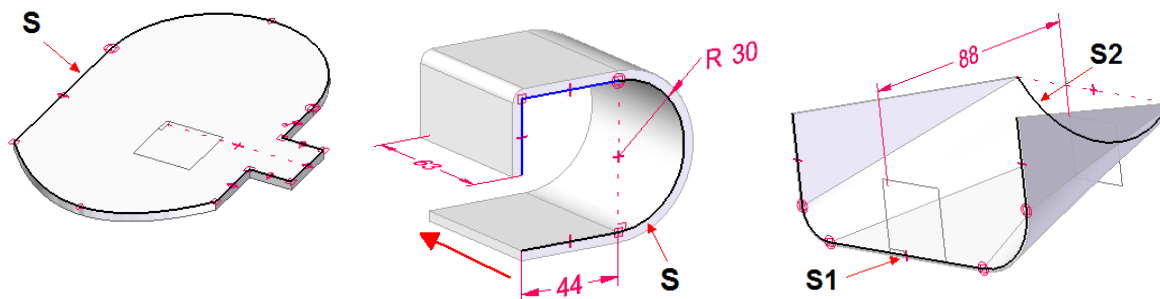
Etap 1° polega na zwykle na uruchomieniu modułu Część blaszana, który automatycznie otwiera środowisko Część blaszana. Pliki części blaszanych mają rozszerzenie **psm** (*part*

sheet metal) i taki rodzaj szablonu należy wybierać inicjując polecenie **Nowy**. Można też rozpocząć od szablonu zwykłej części, ale aby dodać obiekt blaszany i na nim pracować, trzeba przełączyć się do środowiska Część blaszana poleceniem **Narzędzia | Przekształć → Przełącz do**. W tym przypadku elementy blaszane będą zawarte w pliku **par**.

Polecenie **Przełącz do** służy do przełączania się między środowiskami części a części blaszanej, zatem można użyć je też w środowisku części blaszanych, np. po to by dodać normalne obiekty bryłowe, które staną się dla odmiany elementem pliku **psm**.

Utworzenie elementu podstawowego

Do utworzenia elementu podstawowego (rys.3) – wyjściowego – służą polecenia: **Arkusz blachy**, **Zagięcie profilowe** oraz **Zagięcie przez przekroje**. Tworzenie elementu podstawowego wiąże się z ustaleniem strony pogrubienia i grubości blachy, która będzie obowiązywać w całej części. Ten punkt realizują kroki: **grubość** albo **strona** dostępne w paskach poleceń. Po wykonaniu elementu podstawowego kroki te są nieaktywne, gdy polecenia te są później wywoływane w celu rozbudowania części.



Rys.3. Polecenia (od lewej kolejno): **Arkusz blachy**, **Zagięcie profilowe**, **Zagięcie przez przekroje**

Polecenie **Arkusz blachy** bazuje na szkicu 2D, który może być wykonany wcześniej jako szkic globalny lub w trakcie polecenia, jako szkic lokalny. Szkic *S* powinien zawierać albo *jeden profil zamknięty*, albo *jeden otwarty*, jeśli polecenie użyto do dodania nowego arkusza do elementu już istniejącego. Po narysowaniu szkicu wybiera się kierunek pogrubienia i grubość blachy (ten krok jest dostępny tylko dla elementu wyjściowego). Polecenie realizowane jest wg podobnego scenariusza jak polecenie **Szkic**.

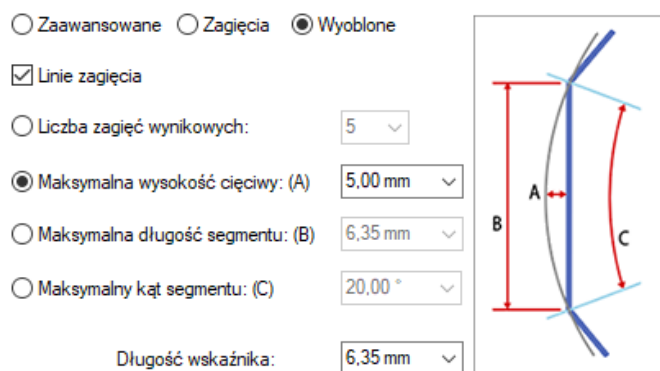
Polecenie **Zagięcie profilowe** tworzy ukształtowany wg szkicu *S* arkusz blachy. Przebieg wykonania identyczny jak dla poleceń bryłowych **Przeciagnij** lub polecenia tworzenia powierzchni **Wyciągana**. Wymaganiem jest by:

- szkic był otwarty
- składał się wyłącznie z odcinków i łuków
- łuki mają łączyć się stycznie ze sobą i segmentami prostymi
- segmenty proste mogą łączyć się pod dowolnym kątem.

Po utworzeniu elementu w narożnikach łączących się odcinków zostaną wstawione zagięcia.

Polecenie **Zagięcie przez przekroje** (dostępne tylko w środowisku części sekwencyjnej) tworzy element blachy rozpięty między *dwoma profilami otwartymi* *S1*, *S2* (rys.3 – prawy). Przebieg wykonania jest podobny jak dla poleceń bryłowych **Przez przekroje** lub polecenia tworzenia powierzchni **BlueSurf** tyle tylko, że znacznie uproszczony. Lista kroków polecenia jest ograniczona do kroku: **przekroje**, **strona** i **przyporządkowanie wierzchołków**. Wymagania co do szkiców są identyczne jak dla polecenia **Zagięcie profilowe**.

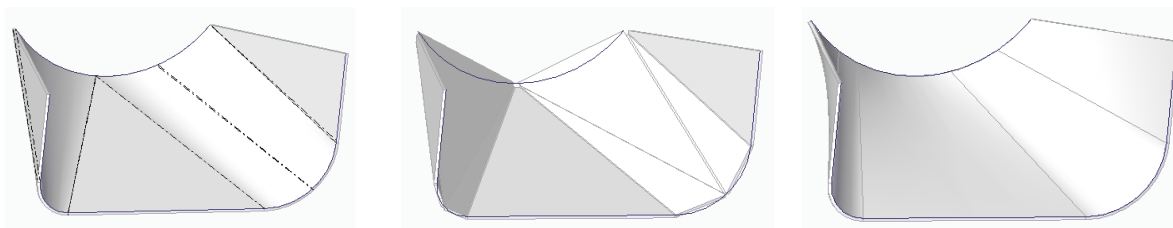
Skutkiem wykonania tego polecenia mogą być części nierozwijalne, co ma miejsce, gdy dla założonej geometrii nie da się utworzyć części opartej wyłącznie o lica płaskie, walcowe i stożkowe. Jeśli powstała powierzchnia jest nierozwijalna to przy nazwie operacji w *PF* pojawia się symbol strzałki ➔ **Zagięcie przez przekroje**. W takim wypadku, w opcjach polecenia na karcie Sposób gięcia można określić, jak za pomocą szeregu zagięć przybliżyć nierozwijalne elementy części. W tym celu należy włączyć jedną z dostępnych opcji i określić sposób i parametry jej realizacji rys.4.



UWAGA: Wskaźniki zapisywane są tylko w plikach DXF z poziomu środowiska części blaszanej.

Rys.4. Opcje zagięcia przez przekroje – wersja 2022

Opcja Zaawansowane wyświetli część w postaci wynikającej z kształtu profili końcowych, z zaznaczonymi liniami zagięć potrzebnych do uzyskania danego kształtu, przy pomocy lic płaskich, walcowych lub stożkowych. Opcja Zagięcia wykonuje finalne zagięcia (i podcięcia) konieczne do uzyskania założonego kształtu, tylko przy pomocy lic płaskich. Opcja Wyoblone tworzy element z zastosowaniem lic, które nie są ani płaskie, ani stożkowe, ani walcowe. Różnice między opcjami pokazuje rys.5.




Rys. 5. Prezentacja zagięć przy włączonej triangulacji. Od lewej opcje: Zaawansowane, Zagięcia i Wyoblone.

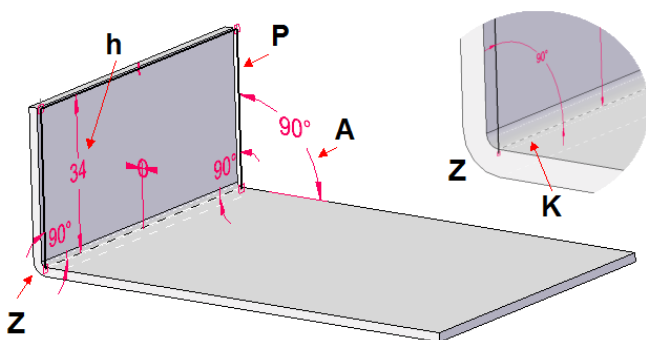
Kształtowanie i rozbudowa części

Po utworzeniu elementu podstawowego można przystąpić do dalszego kształtowania części przez dodawanie nowych elementów połączonych z istniejącą częścią zagięciami, przez robienie wycięć lub przez wykonanie wytłoczeń.



Dodawanie elementów


Opisane w dalej polecenia służą do tworzenia tworzą części rozwijalnej. Podstawowym poleceniem z tej grupy jest **Zagięcie**. Polecenie (rys.6.) to dołącza, początkowo prostokątny arkusz blachy *P*, wzdłuż prostoliniowej krawędzi *K* pod kątem *A*, którego wartość ustala się w polu Kąt umieszczonym na końcu paska lub w pływającym oknie dla poleceń synchronicznych.


Rzeczywistej blachy nie da się zgiąć idealnie tak by powstały ostre krawędzie. Zawsze zgięciu towarzyszy powstanie elementu cylindrycznego *Z*, łączącego obie części arkusza, tworzącego niejako dwa zaokrąglenia po obu stronach blachy. Minimalny promień tego elementu, zwanego *zagięciem*, zależy od użytego materiału i zdefiniowany jest w Tablicy materiałów na karcie Właściwości parametru w polu Promień gięcia. Promień ten jest domyślnie używany podczas dodawania jakichkolwiek elementów tworzonych zabiegami gięcia. Sposób położenia zagięcia i dodawanego arkusza względem wybranej krawędzi *K* określają trzy opcje  – **Materiał wewnątrz**, **Materiał na zewnątrz** i **Zagięcie na zewnątrz**. W opcjach polecenia można ustawić inny niż domyślny promień zagięcia oraz sposoby podcięcia w przypadku, gdy wybrana zostanie opcja **Zagięcie na zewnątrz**, a zagięcie nie rozciąga się wzdłuż całej krawędzi (rys.2 – element 11).

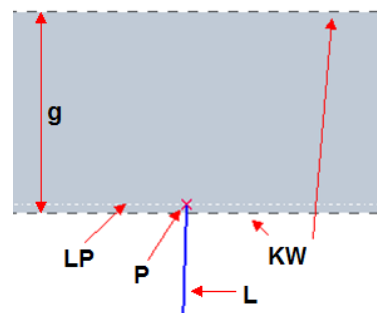


Rys.6. Zagięcie

Dodawany element arkusza może się rozciągać wzdłuż całej krawędzi lub w jakiejś jej fragmencie w zależności od wybranej opcji z grupy:  – **Pełna szerokość**, **Wyśrodkowane**, **Na końcu**, **Z obu końców** i **Od końca**. Wysokość dodawanego arkusza może być mierzona od lica wewnętrznego lub zewnętrznego. Ustalają to przyciski:  – **Wymiar wewnętrzny** lub **zewnętrzny**.

Na końcu polecenia wyświetlany jest profil *P* wraz z wymiarami, które można jeszcze, edycją dynamiczną, zmienić przed zatwierdzeniem. Jeżeli arkusz ma mieć inny kształt, to należy wrócić do kroku  **profil** i w standardowym środowisku szkicownika dokonać niezbędnych poprawek.

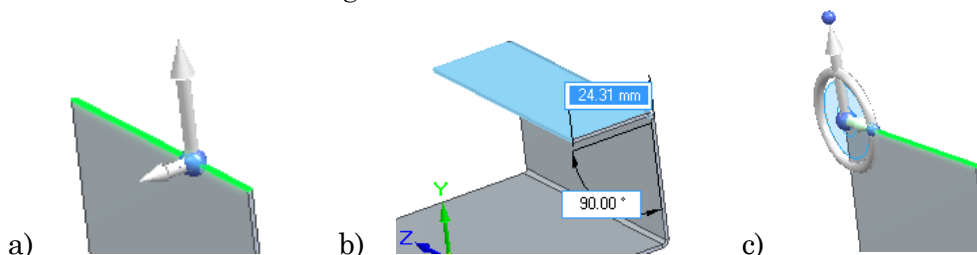
 Końce profilu *L* (rys.7) muszą być połączone relacją połączenia *P* z kropkowaną linią *LP* zwaną *linią połączenia* biegnącą równoległe do widocznych krawędzi lic warstwowych *KW* rysowanych linią przerywaną (czarna). Ponieważ jest ona biała więc czasami słabo ją widać, stąd do założenia relacji wymagane jest powiększenie miejsca połączenia.

Rys.7. Linia połączenia, *g* – grubość blachy

Polecenie **Zagięcie** nie pozwala dodać zagięcia pod kątem 0° . To da się zrealizować przy pomocy dwóch poleceń z odpowiednio dobranymi parametrami zagięcia lub częściowo za pomocą polecenia **Zawinięcie brzegu**.

W trybie synchronicznym ST nie ma polecenia **Zagięcie**. Aby utworzyć zagięcie należy zaznaczyć lico grubości, co wywoła uchwyt sterujący składający się z dwóch strzałek (rys.8a). Do utworzenia zagięcia trzeba kliknąć w krótką strzałkę i wskazać stronę dodania elementu. Kąt i długość zagięcia można wpisać w pływających polach edycyjnych (rys.8b), między którymi przechodzi się klawiszem TAB. Użycie długiej strzałki uchwytu służy do

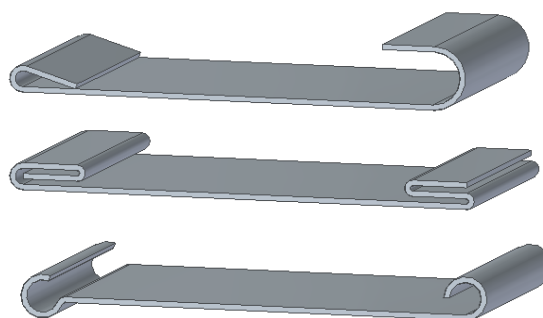
zmiany długości elementu – przesunięcia lica grubości. Po przeniesieniu uchwytu za niebieską kulkę w inne miejsce zmieni on kształt (rys.8c) i wówczas strzałki służą do przesuwania a torus do obracania lica grubości.



Rys. 8. Wykonanie zagięcia i jego edycja w trybie ST

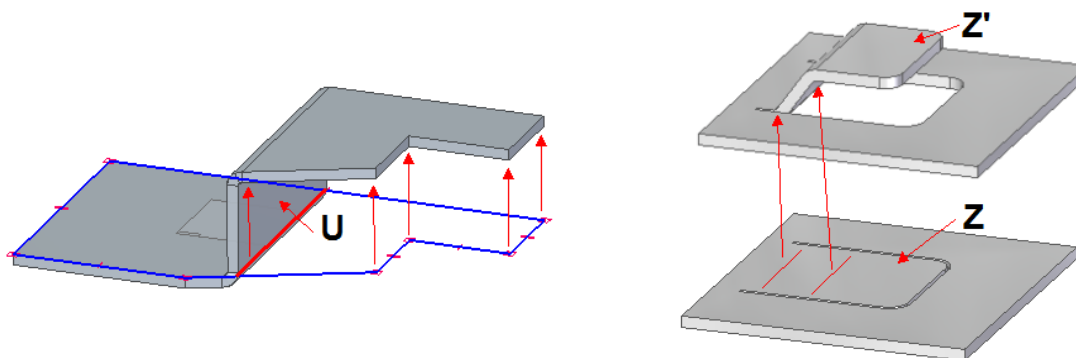
Polecenie **Zawinięcie brzegu** oferuje inne formy zagięć pokazane na rys.9. Szczegółowy sposób wykonania zawinięcia określa się w opcjach polecenia. Na przykład, zawinięcie brzegu typu Otwórz (rys.9 – góra, prawa krawędź) może być alternatywą na utworzenie zagięcia o kącie 0° zamiast dwóch poleceń **Zagięcie** po 90° . Jedynym ograniczeniem zawinięcia brzegu jest tu fakt, że musi ono być wykonane na całej długości krawędzi i nie można zmieniać kształtu części dodanej (jak w poleceniu **Zagięcie**), ale można to zrobić później innymi poleceniami np. wycinania.

Polecenie **Uskok** (rys.10 lewy) wstawia pod kątem prostym płaski element arkusza i dwa zagięcia wzdłuż linii określonej szkicem globalnym lub lokalnym. To polecenie działa podobnie, jak dwa po sobie wykonane polecenia **Zagięcie** z kątami 90° i -90° , tyle tylko, że nie jest wykonywane na brzegu, ale wewnątrz elementu płaskiego, co czasami pozwala „uratować” sytuację, gdy jakieś zagięcie zostało przeczone lub, gdy ze względów projektowych jest wymagana późniejsza zmiana kształtu.





Rys.9. Zawinięcie brzegu

Polecenie **Zagnij** (Δ mylnie opisane w SE 2020 jako **Zagięcie**) symuluje rzeczywistą operację gięcia i jako jedyne z tej grupy nie dodaje materiału, ale tylko wykonuje samo odkształcenie części, w postaci zgięcia wzdłuż linii ze szkicu globalnego lub lokalnego. Przydatne do formowania takich elementów jak np. „języczek” zaczepu – rys.10 prawy. Część blaszaną można oczywiście rozbudowywać o nowe elementy, korzystając też z poleceń **Arkusz blachy** i **Zagięcie profilowe** opisanych w rozdziale „Utworzenie elementu podstawowego” tyle tylko, że w tym przypadku kroki ustalania grubości arkusza są nieaktywne.






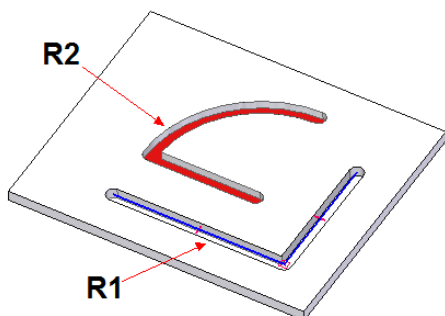
Rys.10. Polecenia **Uskok** (lewy) i **Zagnij** (prawy).

Od wersji 2022 dostępne jest polecenie  **Zagięcie wielokrawędziowe**. Działa ono podobnie jak **Zagięcie** tyle tylko, że umożliwia wykonanie podobnych zagięć na kilku krawędziach jednocześnie. W tym przypadku może dojść do przecinania się arkuszy zagięć ze sobą lub z innymi elementami. Dlatego w poleceniu jest dodatkowa opcja  **Przytnij** pozwalająca na ucięcie przecinających się arkuszy od wspólnej krawędzi ich przecięcia w kierunku wycięcia. Pole **Odstęp** obok opcji określa rozmiar szczeliny między krawędziami po obcięciu. Ta opcja nie pozwala na przycinanie elementów utworzonych poleceniem **Zagięcia profilowe**.


Wycięcia


Części blaszane można kształtować za pomocą wycięć, które realizuje się poleceniami: **Wytnij**, **Rowek**, **Otwór**, **Faza**, **Wycięcie normalne**. Polecenia te można łączyć z poleceniami **Rozegnij** i **Zagnij ponownie** w celu wykonania wycięć na zgięciach części. Polecenia te nie zaburzają „rozwijalności” części blaszanej.

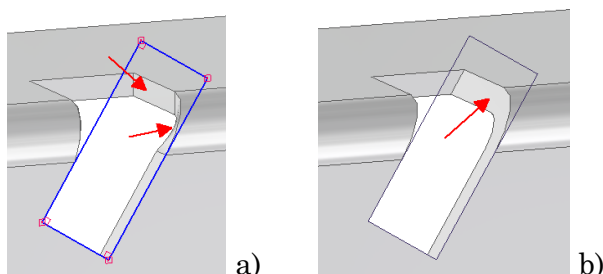
Polecenia  **Wytnij**,  **Otwór** i  **Faza** są tymi samymi poleceniami, co polecenia w modułach **Część** i **Złożenie** i wykonywane są wg tego samego scenariusza.



Rys.11. Rowki: **R1** – na wylot, **R2** – na głębokość mniejszą od grubości blachy.

Polecenie  **Rowek** (inna nazwa **Szczelina**) służy do robienia rowków lub szczelin¹ o ustalonej szerokości rozciągających się na określoną głębokość, która może być mniejsza lub równa grubości blachy. Bazuje ono na szkicu lokalnym lub globalnym, który zawiera profil definiujący oś rowka. Oś rowka powinna składać się ze *stycznie połączonych segmentów linii* lub *łuków*. W jednym poleceniu można użyć kilku profili, które mogą się przecinać. Parametry wykonania: szerokość rowka i sposób zakończenia określa się w opcjach polecenia. Jest to okrojona forma tego samego polecenia dostępnego w module **Część**.



Polecenie  **Wycięcie normalne** tworzy wycięcie (rys.12) w części blaszanej podczas pracy w sekwencyjnym środowisku części blaszanej w taki sposób, by lica wycięcia (po grubości) były zawsze prostopadłe do lic arkusza. Jest ono przydatne, gdy użycie polecenie **Wycięcie** utworzyłoby nieprostopadłe lica, które później uniemożliwiłyby dodawanie elementów do tych lic.

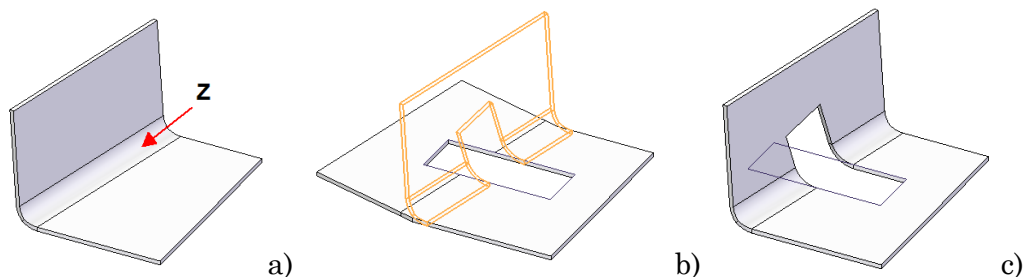


Rys.12. Pokazane strzałkami lica na (a) wycięcia normalnego są prostopadłe do lic warstwowych arkusza w przeciwieństwie do (b) lic wynikłych z zastosowania polecenia wycięcia, które biegną ukośnie.

Wycięcia można wykonać na zagięciach w taki sposób by płaski profil reprezentujący brzegi wycięcia został „owinięty” na zagięciu arkusza blachy – rys.13. W tym celu należy

¹ Szczelina jest wycięciem przechodzącym na wylot, a rowek ma głębokość mniejszą niż grubość blachy.

użyć polecenia  **Rozegnij**, które wyprostuje wskazane zagięcie *Z*. Potem na rozprostowanym kawałku (b) należy wykonać dowolne wycięcie (np. rowek). Na koniec poleceniem  **Zagnij ponownie** należy wrócić do stanu wyjściowego (c), z wycięciem wykonanym już „wokół” zagięcia.






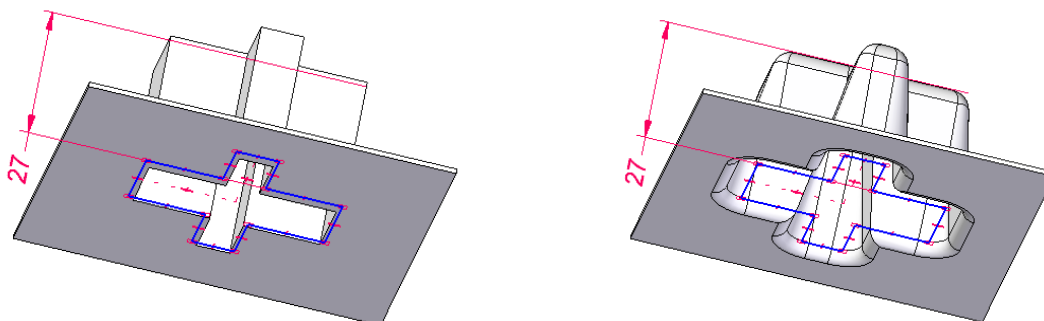
Rys.13. Wycięcie „owinięte” na zagięciu.

Wytłoczenia

Do poleceń z tej grupy zalicza się: **Wgłębienie**, **Wycięcie z zagięciem**, **Wgłębienie liniowe**, **Żaluzja** i **Przetłoczenie**. Polecenia te powodują, że blaszana część staje się nierozwijalna, bo odpowiadają zabiegom technologicznym z zakresu obróbki plastycznej, w wyniku której rzeczywisty arkusz blachy zmienia swoją grubość, przy jednoczesnym wzroście powierzchni. Fakt ten nie jest przez program uwzględniany i grubość części w modelu pozostaje taka sama dla całego modelu.

Polecenia **Wgłębienie**, **Wgłębienie liniowe**, **Wycięcie z zagięciem** można łączyć z poleceniami **Rozegnij** i **Zagnij ponownie** w celu wykonania ich na zgięciach części wg tej samej procedury, co w przypadku wycięcia – rys.13.


Polecenie  **Wgłębienie** wykonuje (rys.14), w płaskim elemencie blachy, wytłoczenie stemplem o płaskim licu czołowym. Przebieg wykonania polecenia jest analogiczny jak **Wycięcie**. Polecenie bazuje na szkicu lokalnym lub globalnym, utworzonym na dowolnym płaskim licu reprezentującym zarys czoła stempla lub matrycy, o czym decyduje stan przycisków:   – **Profil reprezentuje matrycę/stempel**. Dodatkowe zaokrąglenia oraz pochYLENIE ścianek bocznych ustala się w opcjach polecenia. Lewa strona rys.14 prezentuje wgłębienie wykonane bez dodatkowej obróbki zaś prawa to samo wgłębienie z zastosowaniem zaokrągleń i pochYLENIA. Zarys stempla/matrycy ma być *pojedynczym zamkniętym* lub *otwartym profilem*.




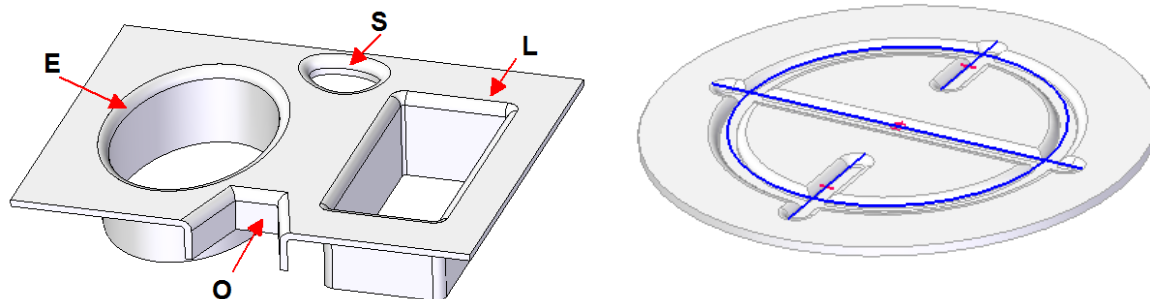
Rys.14. Efekt działania polecenia **Wgłębienie**.

△ Pochylenie ścianek bocznych jest na zewnątrz czoła hipotetycznego stempla, co oznacza, że zarys wejściowy wytłoczenia jest większy od narysowanego profilu. Trzeba o tym pamiętać robiąc wgłębienie wg profilu zamkniętego blisko krawędzi arkusza. Zbyt

bliskie położenie profilu w stosunku do krawędzi, przy dużych zaokrągleniach, może sprawić, że operacja nie będzie wykonana. W takim wypadku można użyć profilu otwartego o końcach połączonych z krawędziami arkusza.




Polecenie  **Wycięcie z zagięciem** (rys.15. lewy) podobnie jak **Wgłębienie** wykonuje, w płaskim elemencie blachy, wycięcie stemplem o płaskim licu czołowym tyle tylko, że zamiast ścianki spodniej (od czoła stempla) pojawia się wycięcie. Przebieg wykonania polecenia, wymagania oraz opcje są takie same jak dla polecenia **Wgłębienie**. Rysunek pokazuje możliwe formy profili: *L* – linie, *E* – elipsa, *S* – krzywa (splajn), *O* – profil otwarty

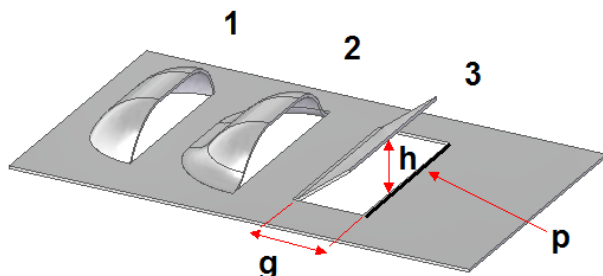
Polecenie  **Wgłębienie liniowe** (rys.15 prawy) służy do wykonania wytłoczenia w postaci rowka, o określonej szerokości i głębokości, o przekroju poprzecznym okrągłym, typu U lub typu V. Kształt rowka jego wymiary i rodzaj zakończenia ustala się w opcjach polecenia. Polecenie bazuje na szkicu definiującym oś lub sieć osi wytłoczenia. Oś wytłoczenia może być profilem zamkniętym lub otwartym. Jeżeli przebieg osi wgłębienia liniowego składa się z wielu elementów, te elementy muszą być styczne i połączone końcami.



Rys.15. Po lewej – **Wycięcie z zagięciem**, po prawej **Wgłębienie liniowe**.



△ Wgłębienia liniowe nie mogą przecinać się z wgłębieniami liniowymi wykonanymi osobnymi poleceniami. Dlatego jeżeli potrzeba wykonać kilka przecinających się wgłębien liniowych, to ich osie należy umieścić w tym samym szkicu jak pokazuje to rys.15 prawy. Polecenie stosuje się głównie do wykonywania usztywnień płaskich elementów części blaszanej, ale może być też alternatywą dla polecenia **Wgłębienie**.



Polecenia  **Żaluzja** (rys.16) służy do wykonania wytłoczenia z rozcięciem stosowanego typowo w kratkach wentylacyjnych. Polecenie bazuje na lokalnym lub globalnym profilu *p*, który musi być *pojedynczym odcinkiem prostej* reprezentującym główną linię rozcięcia. Polecenie wymaga określenia głębokość *g* żaluzji (krok  **głębokość**) oraz jej wysokość *h* (krok  **wysokość**), przy czym musi być spełniony warunek $h < g$.

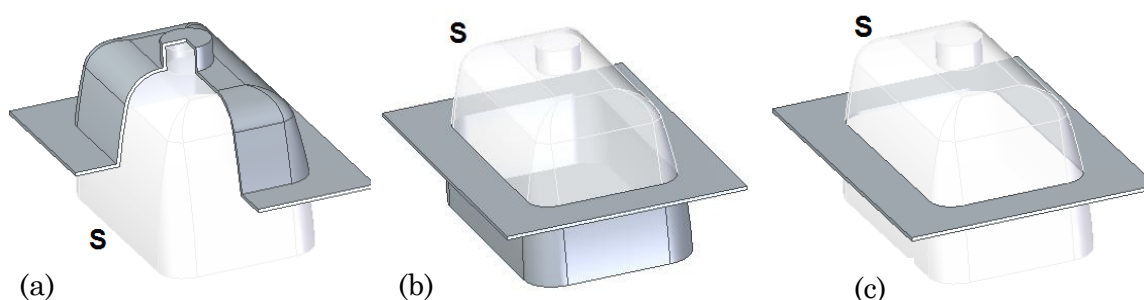


Rys.16. Elementy wykonane poleceniem **Żaluzja**.




W opcjach polecenia można wybrać sposób wykonania **1**, **2** – żaluzje o zakończeniu formowanym, **3** – żaluzja o zakończeniu otwartym, **2** – żaluzja z ustawionym promieniem zaokrąglenia matrycy.



Polecenie  **Przetłoczenie** (rys.17) służy do wykonywania wytłoczeń w arkuszu blachy za pomocą stempla **S** o dowolnym kształcie. Do wykonania polecenia potrzebny jest obiekt konstrukcyjny definiujący stempel – część zwykła lub blaszana. Stemplem może być obiekt wstawiony poleceniem **Wstaw kopię części** lub bryłą konstrukcyjną utworzoną poleceniem **Dodaj obiekt**. Jeżeli dodany obiekt ma być normalną częścią (nieblaszaną), to do utworzenia tego obiektu trzeba się przełączyć ze środowiska części blaszanej do środowiska części za pomocą polecenia  **Przełącz do**. Powrót tym samym poleceniem,

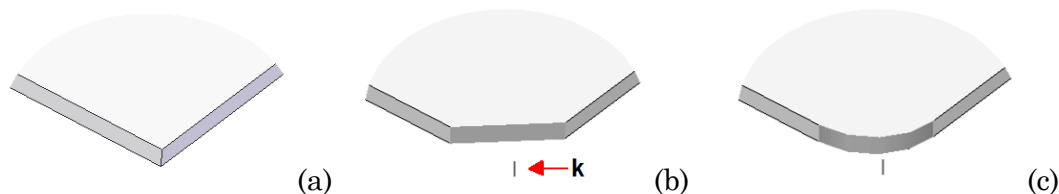
Polecenie formuje blachę tak, jakby arkusz owijał się wokół stempla pozostawiając między nimi pustą przestrzeń, o grubości ustalonej w polu **Odległość**, wyświetlanym w pływającym oknie dialogowym. W opcjach polecenia można ustawić promienie zaokrągłeń od strony stempla i matrycy, kierunek wytłoczenia przełącza się przyciskiem  **kierunek**, a przyciskiem  **pogrubienie**, ustala się czy efektem działania polecenia ma być wytłoczenie (a), (b) czy wycięcie (c).

Rys.17. Działanie polecenia **Przetłoczenie**.

Obróbka

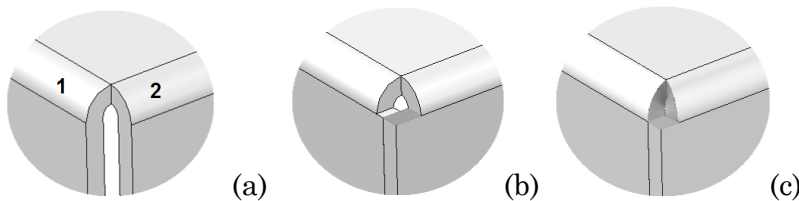
Elementy blaszane można obrabiać poleceniami  **Wykończ naroże**,  **Zamknij naroże 2Z**,  **Zamknij naroże 3Z** oraz **Faza**, która działa tak samo jak w środowisku **Część**.

Polecenie **Wykończ naroże** (rys.18) służy do wykonania zaokrąglenia lub ścięcia narożnika arkusza pod kątem 45°. W obu przypadkach linia cięcia biegnie po licu warstwowym. Podczas wykonania polecenia wskazuje się albo krawędzie łączące lica warstwowe, albo lico warstwowe, a odpowiednim przyciskiem wybiera formę obróbki:  **Zaokrąglenie** lub  **Fazowanie naroża**. Przy wyborze lica obróbka będzie wykonana na wszystkich wolnych narożach arkusza o kątach prostych.

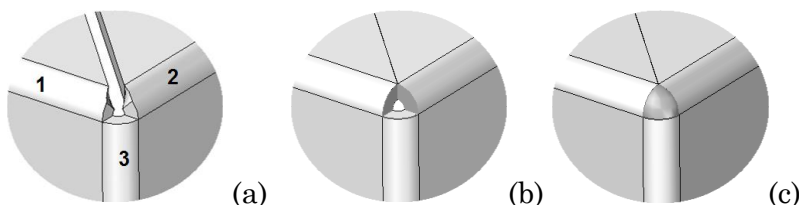


Rys.18. Wykończanie naroża

Polecenia **Zamknij naroże 2Z/3Z** służą do obróbki naroża utworzonego odpowiednio przez dwa (rys.19) lub trzy zagięcia (rys.20). Punkty (a) na obu rysunkach pokazują stan początkowy. W obu poleceniach należy wskazać zagięcia 1 i 2.




Rys.19. Zamknij naroże na dwóch zagięciach

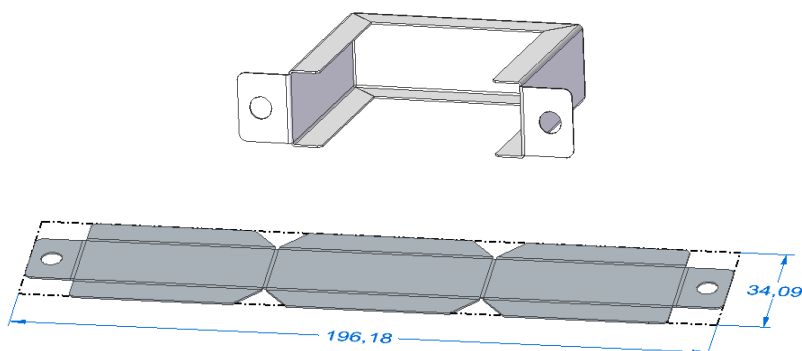


Rys.20. Zamknij naroże na trzech zagięciach

Polecenia mają własne opcje wykonania. Punkty (b) na rysunkach pokazują stan po wyborze opcji Otwórz. Na rys.19 punkt (c) pokazuje efekt po wyborze opcji Ścięcie ukośne a na rys.20 punkt (c) opcję Zamknięte.

Rozwinięcie

Końcowym etapem jest wykonanie rozwinięcia części blaszanej w celu prezentacji sposobu przycięcia płaskiego arkusza do celów produkcyjnych. Rozwinięcie wykonuje się za pomocą polecenia  **Rozwiń**, znajdującego się na karcie Narzędzia w grupie Rozwinięcie. Przed wykonaniem polecenia należy na karcie Narzędzia w grupie Model zaznaczyć pozycję Rozwinięcie. Wykonanie polecenia polega na wskazaniu lica płaskiego, które ma być w rozwinięciu skierowane ku górze a potem krawędź definiującą oś X rozwinięcia. Rozwinięcie pojawia się na karcie *PF* w węzle Rozwinięcie.



Rys.21. Wykonane rozwinięcia części blaszanej.

Poleceniem **Zapisz jako rozwinięcie** (przycisk aplikacji → **Zapisz jako**) można zapisać rozwinięcie części blaszanej w dokumencie typu: części (**.par**), części blaszanej (**.psm**) lub programu AutoCAD (**.dxf**).

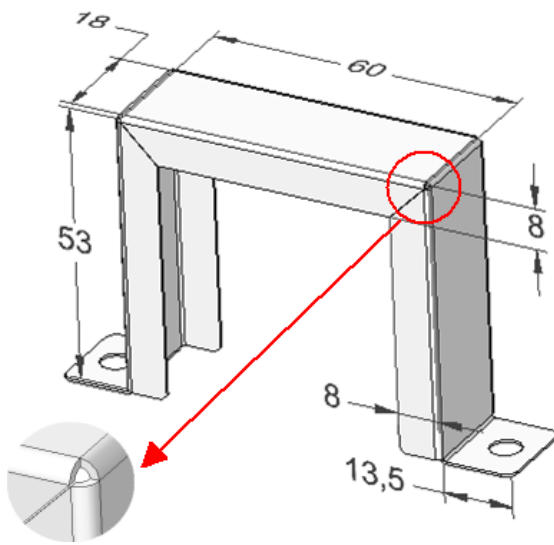
Aby pokazać w pliku rysunkowym (**.dft**) widok rozwinięcia trzeba w **Kreatorze widoków rysunkowych** użyć przycisk **Opcje kreatora widoków rysunkowych** i kliknąć opcję Rozwinięcie w obszarze opcji Widok rysunkowy.

Zadania – części blaszane

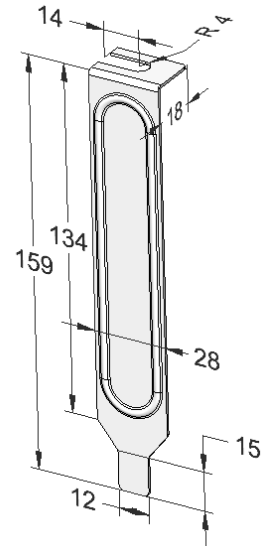
Wszystkie zadania należy zakończyć rozwinięciem części. Podane na rysunkach wymiary należy potraktować jako sugestię. Niepodane wymiary przyjąć wg własnego uznania.

Zad.1.

Wykonaj obudowę rdzenia transformatora wg wymiarów z rys.1. Blacha stalowa 0,8 mm. Zastosuj polecenia: **Arkusz blachy**, **Zagięcie**, **Zamknij naroże 3Z** (odstęp 0,1 mm), **Wykończ naroże** ($r = 2$ mm), **Otwór** ($D = 6$ mm) oraz odbicia lustrzane.



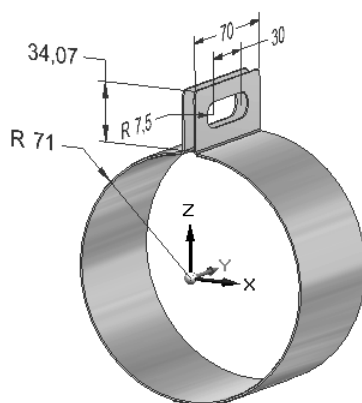
Rys. Z-1



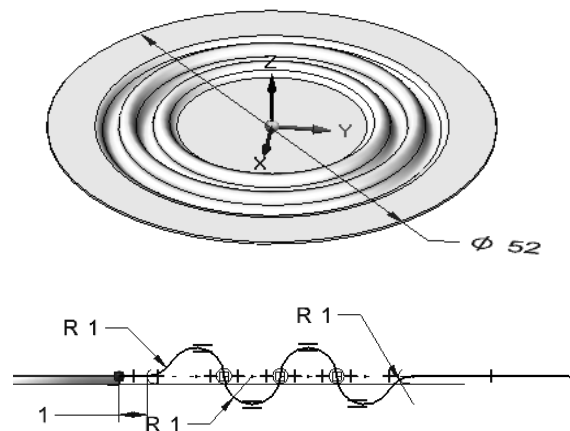
Rys. Z-2

Zad.2.

Wykonaj „śledź” do komputera wg wymiarów z rys. Z-2. Blacha aluminiowa 1 mm. Zastosuj polecenia: **Arkusz blachy**, **Zagięcie**, **Wgłębienie liniowe** (okrągłe; $r = 1$ mm; wys. 0,8 mm; wyoblone), **Wykończ naroże** ($r = 2$ mm).



Rys. Z-3



Rys. Z-4

Zad.3.

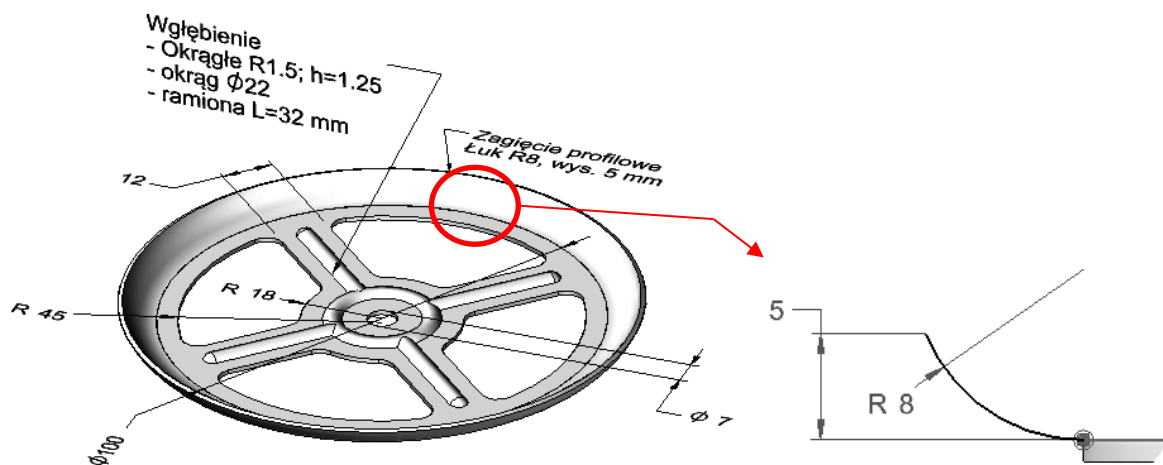
Wykonaj obejmę (tzw. „cybant”) wg wymiarów z rys. Z-3. Blacha stalowa 1 mm. Zastosuj polecenia: **Zagięcie profilowe** (pętla), **Zagięcie**, **Wykończ naroże** ($r = 1\text{ mm}$).

Zad.4.

Wykonaj membranę wg wymiarów z rys. Z-4. Blacha Brąz 90%, 1 mm. Zastosuj polecenia: **Arkusz blachy** (środek jest kołem $\varnothing 20$), **Zagięcie profilowe** (karbowanie i pierścień brzegowy). Zarys karbowania to połączone półokręgi zaokrąglone przy przejściu do linii prostych – wszystkie promienie 1 mm.

Zad.5.

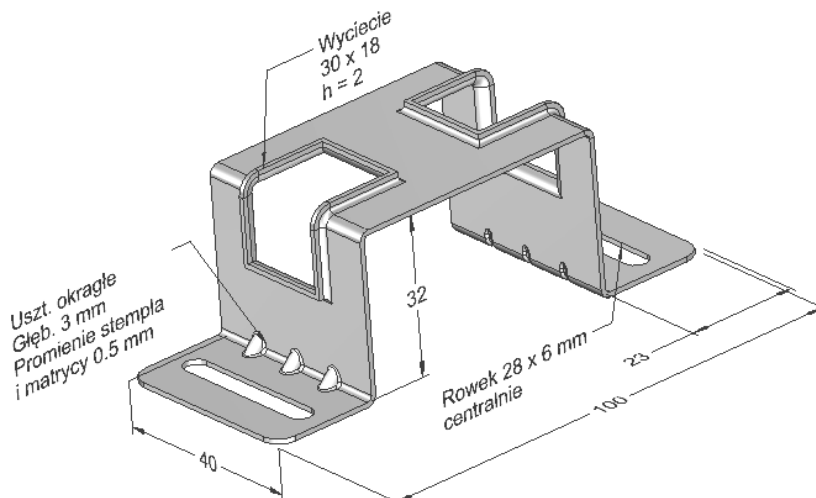
Wykonaj tłoczek do zaparzacza do kawy pokazany na rys. Z-5. Zastosuj polecenia: **Arkusz blachy** (koło $\varnothing 100$), **Zagięcie profilowe** (podwiniecie brzegu), **Wgłębienie liniowe** i **Wycięcie**.



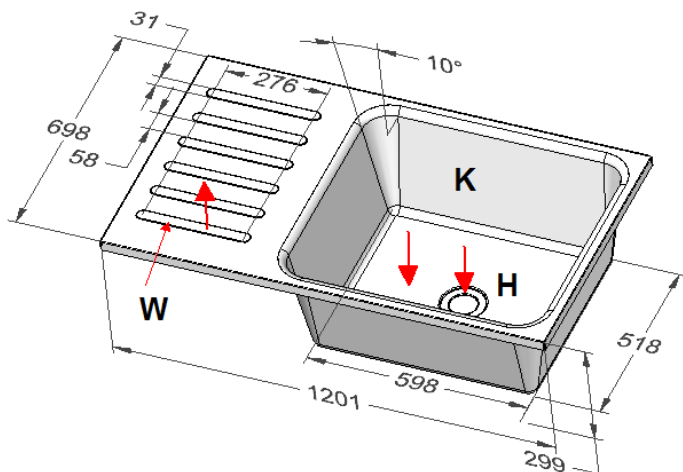
Rys. Z-5.

Zad.6.

Wykonaj obejmę prostokątną wg wymiarów z rys. Z-6. Blacha stalowa 1 mm. Zastosuj polecenia: **Arkusz blachy** (prostokąt o wymiarach 100 x 40), **Uskok** ($\times 2$), **Usztywnienie**, **Wycięcie z zagięciem**, **Rozegnij** i **Zagnij ponownie**, **Rowek**, **Wykończ naroże** ($r = 4\text{ mm}$).



Rys. Z-6.



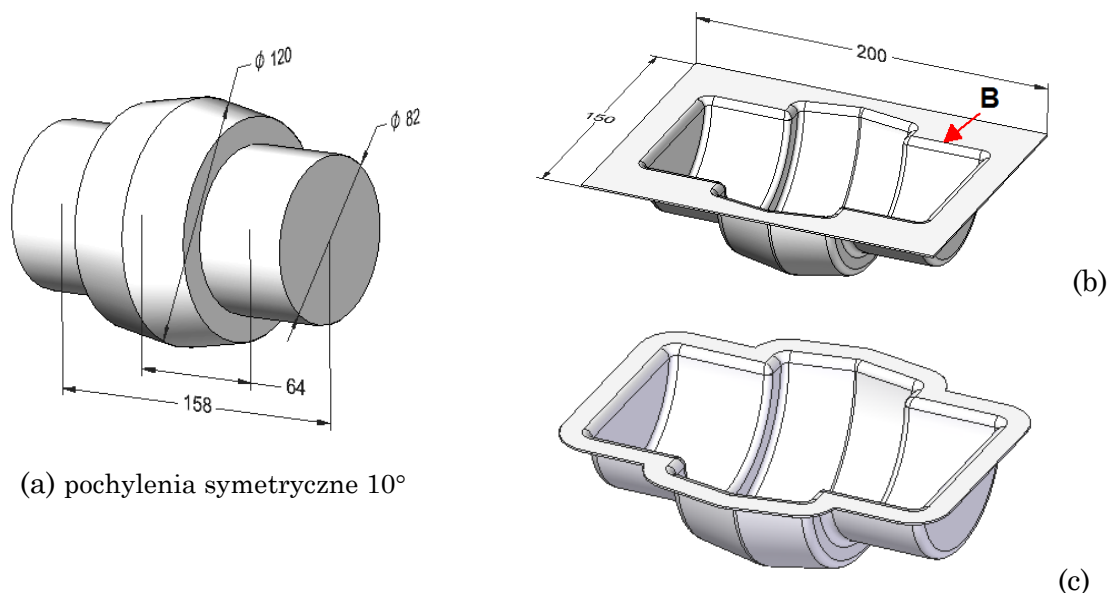
Rys. Z-7

Zad.7.

Wykonaj zlewozmywak blaszany wg wymiarów na rys. Z-7. Blacha stalowa 1 mm. Do wykonania komory **K** zastosuj polecenie **Wgłębienie**, a dla żeber **W** na ociekaczu zastosuj polecenie **Wgłębienie liniowe** (kierunki wgłębienia pokazują strzałki). Na dnie komory jest otwór **H** o średnicy $\varnothing 74$ wykonany na dnie okrągłego wgłębienia $\varnothing 120$ o głębokości 4 mm. Brzegi uformuj poleceniem **Zagięcie**.

Zad.8.


Wykonaj blaszaną obudowę wału wg danych na rys. Z-8. Blacha stalowa 1 mm.



(a) pochylenia symetryczne 10°

Rys. Z-8.


1. Poleceniem **Arkusz blachy** utwórz arkusz 200×150 .
2. Poleceniem **Dodaj Obiekt** dodaj nowy obiekt (opcja – Dodaj część) o nazwie Stempel, a potem wykonaj wyciągnięcia potrzebne do utworzenia elementu pokazanego na rys. Z – 8a.

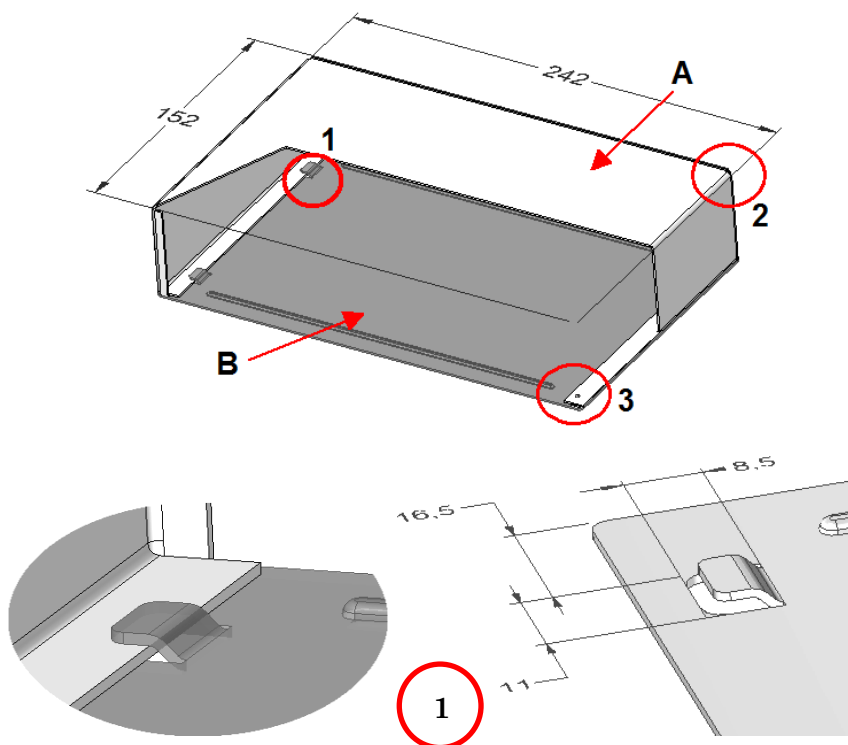
3. Przełącz utworzony obiekt na bryłę konstrukcyjną **Przełącz obiekt bryłowy/konstrukcyjny**.
4. Z karty Narzędzia wywołaj polecenie **Przełącz do**, które przełączy program z powrotem do środowiska części blaszanych.
5. Poleceniem **Przetłoczenie** wykonaj wytłoczenie bryłą Stempel z odstępem 1 mm. W opcjach polecenia włącz opcje Uwzględnij zaokrąglenie od strony matrycy i Uwzględnij zaokrąglenie stempla Ustaw oba promienie na 3 mm.
6. Poleceniem **Wycięcie** wykonaj brzeg. W szkicu zarys wycięcia wykonaj poleceniem **Rzutuj do szkicu** z opcją polecenia Rzutuj z odsunięciem na odległość 10 mm, wskazując zarys *B*. Pamiętaj o ustaleniu właściwej strony wycięcia krok:  **strona** (na zewnątrz).

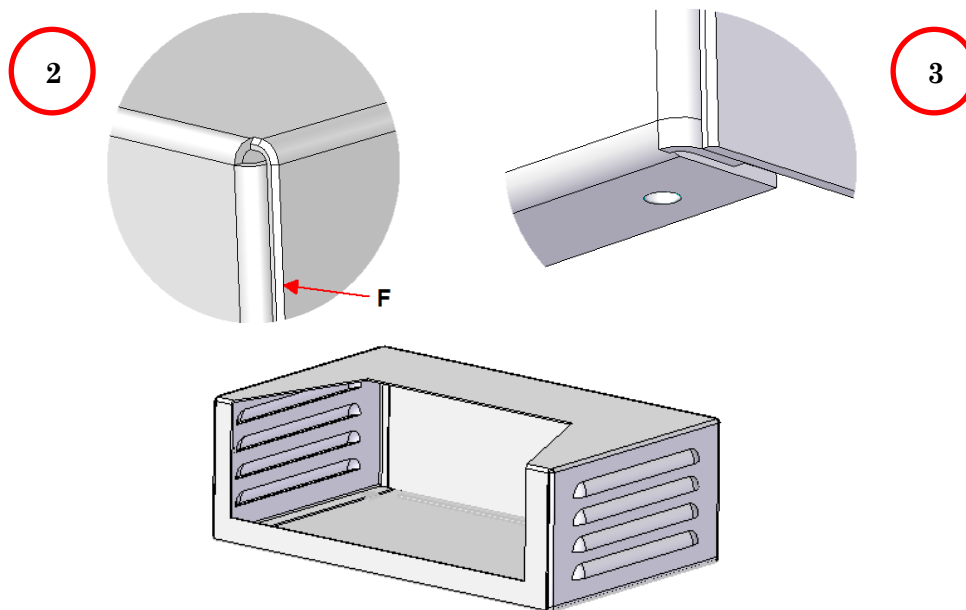
Zad.9.

Wykonaj jako obiekt wielobryłowy blaszaną obudowę składającą się z prostopadłościennej osłony *A* i płaskiej podstawki *B* – wymiary jak na rys. Z-9 wysokość wg uznania.

Po zamodelowaniu osłony *A*, poleceniem **Dodaj Obiekt**, opcja Dodaj część blaszaną, która będzie podstawką. Podstawka na prawym brzegu ma łączyć się z osłoną za pomocą śruby i do tego celu służą wykonane tam otwory (ten w osłonie *A* ma być gwintowany M3). Na lewym brzegu podstawka łączy się zaczepami. Szczegóły wykonania (1, 3) pokazuje rysunek.

Zaczep wykonaj robiąc w podstawce w odpowiednim miejscu rowek (szer. 1 mm zakończenia okrągłe) w kształcie „U”. Uformowany tak „języczek” (patrz rys. 10 prawy) należy odgiąć do góry stosując podwójnie polecenie  **Zagnij** (kąąt 135°) tak jak pokazuje to szczegół (1). Ustawienie zaczepu można doprecyzować edycją dynamiczną szkicu zarysu rowka.







Rys. Z-9.

Podstawka ma po bokach wzdłuż dłuższych krawędzi usztywnienia liniowe wykonane poleceniem: **Wgłębienie liniowe**. Wykonaj na krótszych ścianach bocznych serię żaluzji. Zastosuj polecenia **Żaluzja**, **Szyk (Wzdłuż krzywej)** oraz **Kopia lustrzana**. Wymiary i liczbę dobierz wg uznania.

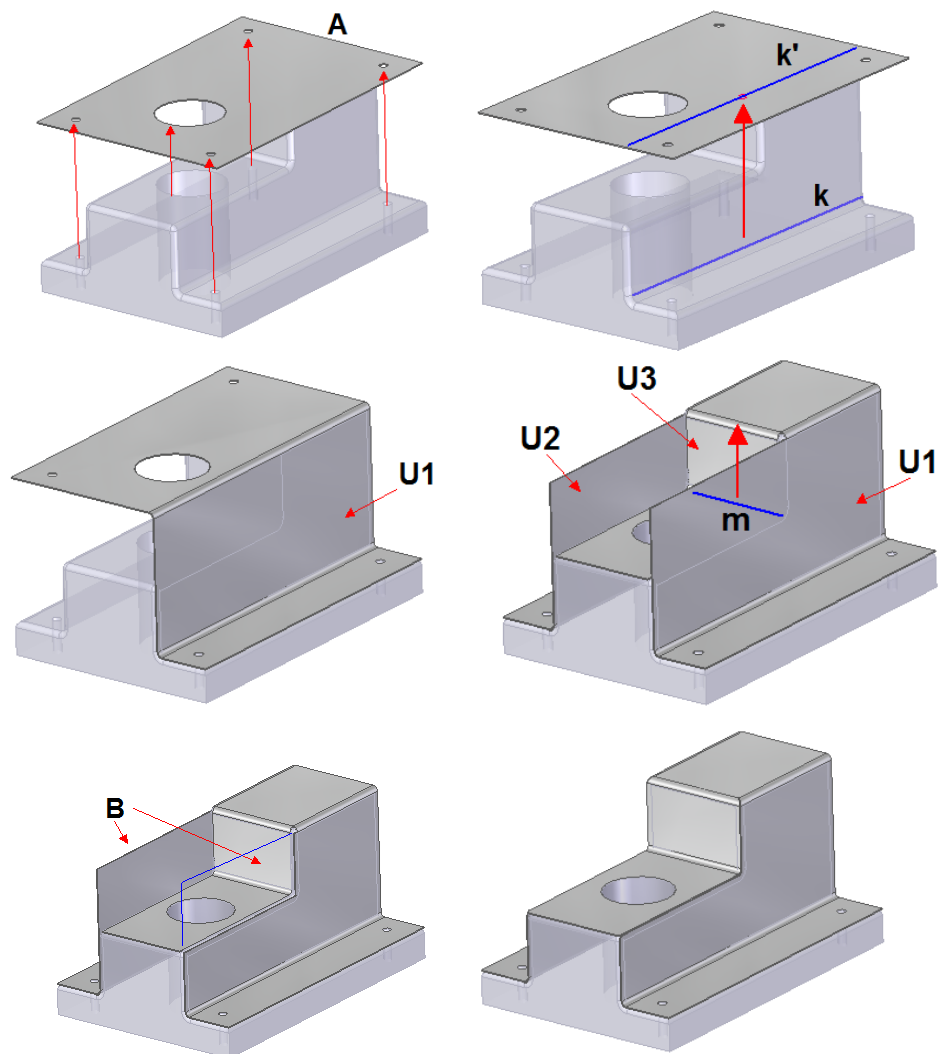
Zad.10.

Wykonaj obudowę do istniejącej części. Sposób wykonania pokazuje rys. Z-10. Przed wykonaniem zadania pobierz ze strony WWW plik **Czesc_na_obudowe.par**.

1. Otwórz nowy plik części blaszanej.
2. Poleceniem **Kopia części** wstaw pobrany plik jako obiekt konstrukcyjny.
3. Utwórz na górnym licu bryły arkusz *A*, o krawędziach pobranych (**Rzutuj do szkicu**) z zarysu podstawy widocznej bryły.
4. W arkuszu *A* poleceniem **Wytnij** wykonaj otwory rzutując widoczne otwory do szkicu. Konieczne będzie włączenie widoku krawędzi (**Widok | Styl** →  **Krawędzie widoczne i niewidoczne**).
5. Wykonaj serię 3 uskoków (**Uskok**) *U1*, ... *U3*. Jako linie uskoków (np. *k*) posłużą rzutowane krawędzie bryły np. *k*, *m*. Dobierz zaokrąglenia w uskokach tak by pasowały do zaokrąglenia bryły ($R = 4$ mm).
6. Poleceniem **Wytnij** usuń oba „wystające” fragmenty *B* bocznych zgieć.
7. Na koniec obrób naroża poleceniami: **Zamknij naroże 2Z** i **Wykończ naroże**.

Wykonaj obudowę korzystając z polecenia Narzędzia | Przekształć →  **Część na część blaszaną**.

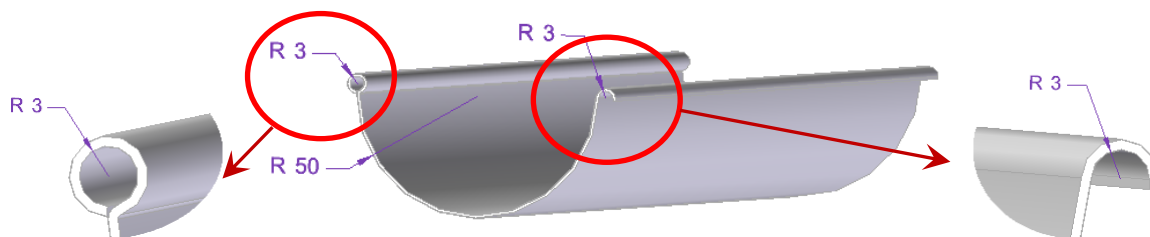
1. Skopiuj plik **Czesc_na_obudowe.par** do np. **Obudowa.par**.
2. Otwórz **Obudowa.par** i użyj polecenia konwersji.
3. Po wykonaniu zapisz pod nową nazwą.



Rys. Z-10.

Zad.11.

Wykonaj blaszaną rynnę o promieniu 50 mm i długości 1200 mm. Wykończ brzegi rynny stosując polecenie **Zawinięcie brzegu** z opcją zagięcie na zewnątrz. Jeden brzeg uformuj jako zawinięcie otwarte o (1) promieniu gięcia 3 mm i (2) długości zagięcia 1 mm. Drugi brzeg jako pętla wyśrodkowana: (1) promień gięcia 3 mm; (3) promień gięcia 0,5 mm; (5) kąt środkowy 339°.



Rys. Z-11.