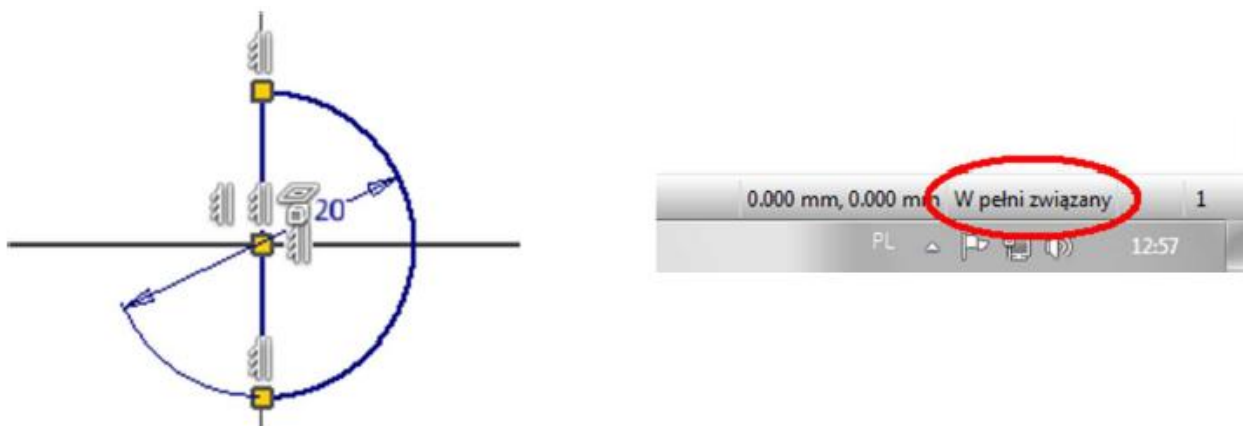


Ćwiczenie nr 9 – Parametryzacja, tworzenie wariantów modeli

Wprowadzenie

W programie Inventor istnieje możliwość skojarzenia parametrów tworzonego modelu z danymi zgromadzonymi np. w arkuszu programu Excel. W czasie tworzenia modelu należy zadbać, aby stosowane szkice były w pełni związane tzn. założone wiązania niezbędne do jednoznacznego określenia kształtu i więzy wymiarowe definiujące konieczne wymiary elementu. Na przykład tworząc element w kształcie połowy koła należy upewnić się czy w szkicu zostały założone odpowiednie relacje pionowości (poziomości) pomiędzy końcami łuku i środkiem łuku. Brak tych relacji w czasie zmiany promienia łuku spowoduje zmianę kształtu elementu. Pełne ograniczenie elementu sygnalizowane jest zmianą koloru linii i komunikatem w linii statusu.



Rys.1. Widok „w pełni związanego” szkicu elementu (półkoła) z naniesionymi więzami

Przebieg procesu tworzenia modelu parametrycznego powiązanego z arkuszem MS Excel

1. Utworzenie modelu z użyciem w pełni związanych szkiców.
2. Utworzenie arkusza Excela zawierającego wielkości, które mają być sparametryzowane. Każda wielkość jest opisana trójką (**kolejność kolumn jest ważna**): nazwa parametru (kolumna A), wartość parametru (kolumna B), jednostka (kolumna C) zajmującą ten sam wiersz. Wiersze, definiujące wielkości, muszą być wypełniane po kolei bez przerw począwszy od nr. 1. Innymi słowy dla n wielkości jest to ciągły obszar arkusza od komórki **A1** do **C_n** – patrz przykład niżej.

Nazwa parametru (kol. A) nie może kolidować z nazwami parametrów użytymi w Inventorze

Jednostki (kol. C) podajemy:

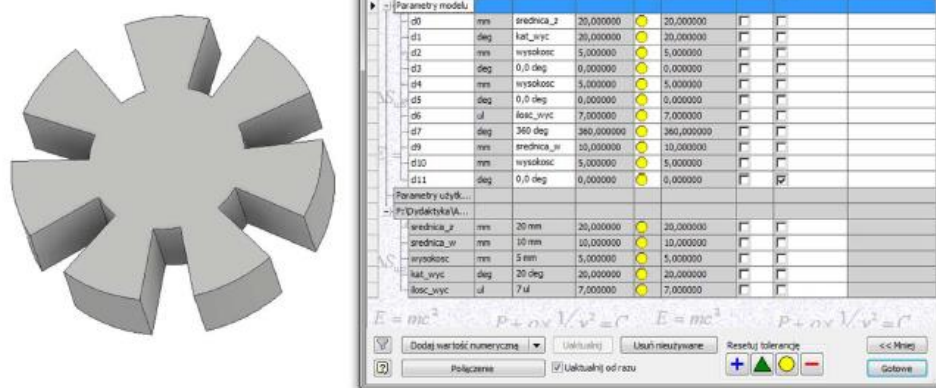
- wymiary liniowe (promienie, średnice, itp.) → mm, cm, m, cal
- kąty → deg, rad
- skalary (np. liczba elementów w szyku) → ul

	A	B	C
1	srednica_z	20 mm	
2	srednica_w	10 mm	
3	wysokosc	5 mm	
4	kat_wyc	20 deg	
5	ilosc_wyc	7 ul	
6			

Rys. 2. Przykładowy arkusz

3. Wczytanie (połączenie) pliku Excela z występującymi parametrami modelu. W tym celu należy połączyć plik z modelem (karta Zarządzanie / polecenie **Parametry** przycisk **Połączenie**) a następnie do poszczególnych parametrów modelu należy przypisać wybrane parametry dołączone z arkusza.

4. Zmiany w arkuszu są przenoszone na model po aktualizacji modelu.



Rys. 3. Przykładowy element i jego parametry

Zastosowanie modeli iPart

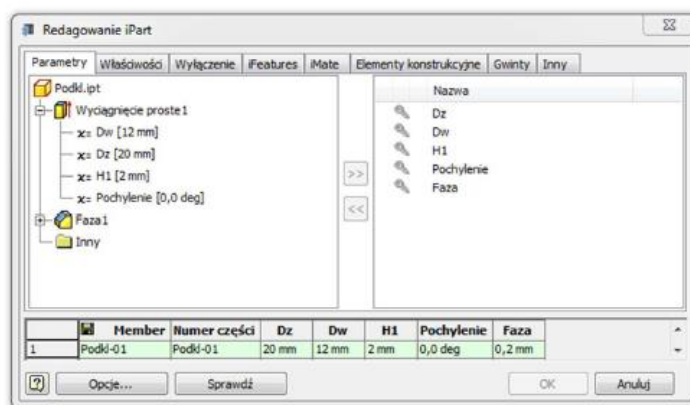
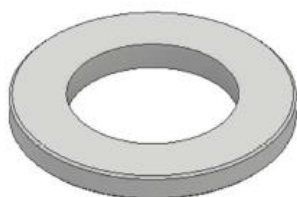
W praktyce projektowania używa się często całego typoszeregu elementów tj. elementów o podobnym kształcie, ale różniących się od siebie tylko wartościami wymiarów. Często części tych nie da się utworzyć poprzez skalowanie, ze względu na różne proporcje między poszczególnymi wymiarami w ramach danej części. Inventor oferuje rozwiązanie pozwalające na bazie jednej części utworzyć części podobne – tzw. części *iPart* – co uwalnia projektanta od ręcznego i czasochłonnego tworzenia poszczególnych wariantów przez powtarzanie tych samych operacji.

Element *iPart* jest częścią, która reprezentuje różne warianty wykonania różniące się wymiarami a cały szereg podobnych elementów może być automatycznie wygenerowany przez podanie nowych wartości samych wymiarów (np. przy pomocy arkusza Excela) bez konieczności ponownego szkicowania, wykonywania operacji czy otwierania plików, modyfikacji wymiarów a następnie ich zapisywania pod kolejnymi nazwami. Dodatkowo warianty części *iPart* wstawiane do zespołów mogą być w łatwy sposób zastępowane przez inny wariant bez konieczności ponownego ustawiania zależności pomiędzy częściami.

Aby utworzyć część *iPart* należy:

1. Utworzyć część z wykorzystaniem w pełni związanych szkiców. W czasie tworzenia części warto nazwać poszczególne parametry w sposób umożliwiający ich łatwą identyfikację.
2. Uruchomić polecenie **Utwórz iPart** z karty *Zarządzanie* sekcji *Redagowanie*. W zakładce *Parametry* polecenia należy wybrać, które występujące w części parametry będą modyfikowane w części *iPart*. Parametry modelu, które chcemy usunąć z naszego arkusza wybieramy w prawym oknie, następnie klikając przycisk możemy je usunąć. Analogicznie, jeżeli chcemy dodać to wybieramy parametr w drzewie operacji i klikamy przycisk . Efekty tych działań widać w dolnej części zakładki, w której jest podgląd tworzonego arkusza danych *iPart*.

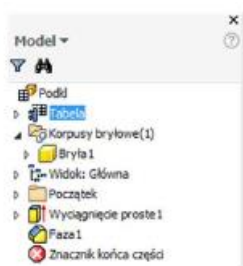
Element opisu modelu jest automatycznie tworzony, a jako pierwszą kolumną jest nazwa modelu. Domyślną wartością jest nazwa pliku, indeksowana według składnika, przykładowo śruba-01, śruba-02 itd. Kolejną kolumną jest nr części indeksowany analogicznie jak nazwa a kolejne to eksportowane przez nas parametry. Zatwierdzić zmiany przyciskiem OK.



Rys. 4. Widok elementu (Podkl)

Widok okna polecenia iPart

3. W wyniku działania w pkt 2 w drzewie operacji modelu pojawi się informacja o wygenerowaniu pliku *iPart* w formie dodatkowej rozwijalnej pozycji o nazwie *Tabela*. Po jej rozwinięciu będzie dostępna jedna wersja części. Kolejne będą dostępne po ich wygenerowaniu przez zastosowanie np. arkusza Excela. Dostęp do polecenia przez menu kontekstowe myszy użyte na *Tabeli*. Po wywołaniu arkusza należy go wypełnić zgodnie z potrzebami zachowując odpowiednio oznaczenia i jednostki.



	A	B	C	D	E	F	G
1	Member<defaultRow>1</defaultRow><filename></filename>	Part Number [Project]	Dz	Dw	H1	Pochylenie	Faza
2	Podkl-01	Podkl-01	20 mm	12 mm	2 mm	0,0 deg	0,2 mm
3	Podkl-02	Podkl-02	25 mm	14 mm	2,5 mm	0,0 deg	0,3 mm
4	Podkl-03	Podkl-03	30 mm	16 mm	3 mm	0,0 deg	0,4 mm

Rys. 5. Drzewo operacji

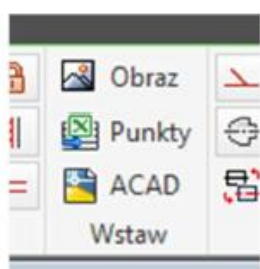
Widok arkusza z wprowadzonymi wartościami parametrów

Przełączanie pomiędzy poszczególnymi wariantami części odbywa się przez wybór wariantu z *Tabeli* na drzewie operacji.

Wczytywanie danych do szkicu z plików zewnętrznych

W programie Inventor istnieje możliwość wczytania współrzędnych punktów z arkusza Excel lub rysunku AutoCAD. W tym celu należy przygotować plik zawierający współrzędne punktów (Excel) lub rysunek 2D (AutoCAD).

Po uruchomieniu szkicu w części Inventora należy wybrać opcję wstawienia (Panel *Wstaw*/ polecenie *Importuj punkty* lub *Wczytaj plik AutoCAD*). Połączenie jest jednorazowe – po wczytaniu pliku zmiany w arkuszu/pliku źródłowym nie są przenoszone do szkicu.



Polecenia

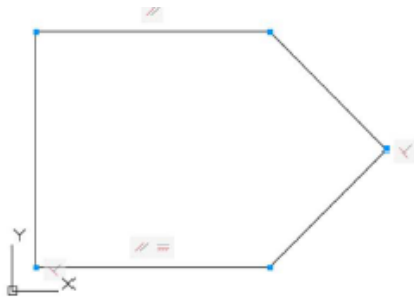
	A	B	C
1	10	10	
2	100	10	
3	160	60	
4	100	110	
5	10	110	
6			

Arkusz

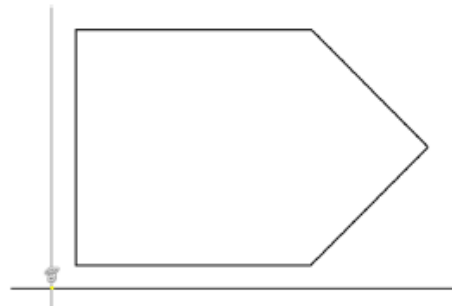


Szkic Inventora

Przy wczytywaniu plików AutoCADa nie są przenoszone również założone w trybie parametrycznym więzy geometryczne.



Plik AutoCada z wiązaniami

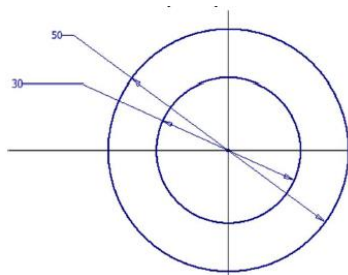


Szkic Inventora bez wiązań geometrycznych

Przykłady

Przykład A. Parametryzacja modelu AutoCAD Inventor z wykorzystaniem Microsoft Excel

1. Przygotuj rysunek kołnierza stalowego wg poniższego szkicu. **Konieczne jest, aby na wszystkich tworzonych szkicach nanosić wymiary.**



Wykonaj wyciągnięcie na wysokość 10 mm.

2. Poleceniem **OTWÓR** wykonaj otwór prosty o średnicy 5 mm. W tym celu wykonaj szkic i umieść na nim **PUNKT** na promieniu 20 mm (na godzinie 12). Pamiętaj, aby wiążąc położenie punktu względem środka układu wskazać dokładnie środek układu a nie okrąg.

3. Poleceniem **SZYK** wykonaj pozostałe 8 otworów w kołnierzu i uzyskaj element jak na rysunku poniżej.



4. W programie Excel wykonaj tabelę wymiarów kołnierza, dla nazwania parametrów poszczególnych wymiarów stosuj nazwy proste, unikaj polskich znaków oraz symboli jednoliterowych. Kolejność kolumn **JEST WAŻNA**, muszą być w układzie: *parametr > wartość parametru > jednostka*.


Dla poszczególnych wymiarów należy podać jednostki np.:

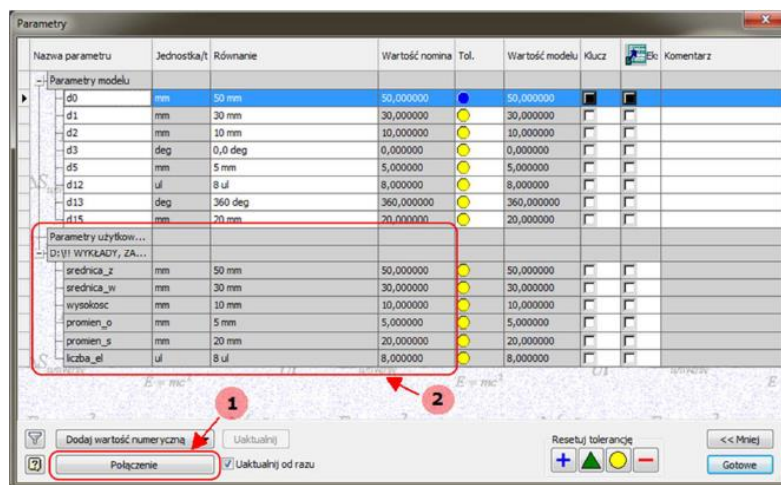
- wymiary liniowe, promienie → mm,
- kąt → deg,
- liczba elementów w szyku → ul.

Do aktualnego przykładu wpisz nazwy z poniższego rysunku.

	A	B	C
1	srednica_z	50 mm	
2	srednica_w	30 mm	
3	wysokosc	10 mm	
4	promien_o	5 mm	
5	promien_s	20 mm	
6	liczba_el	8 ul	
7			

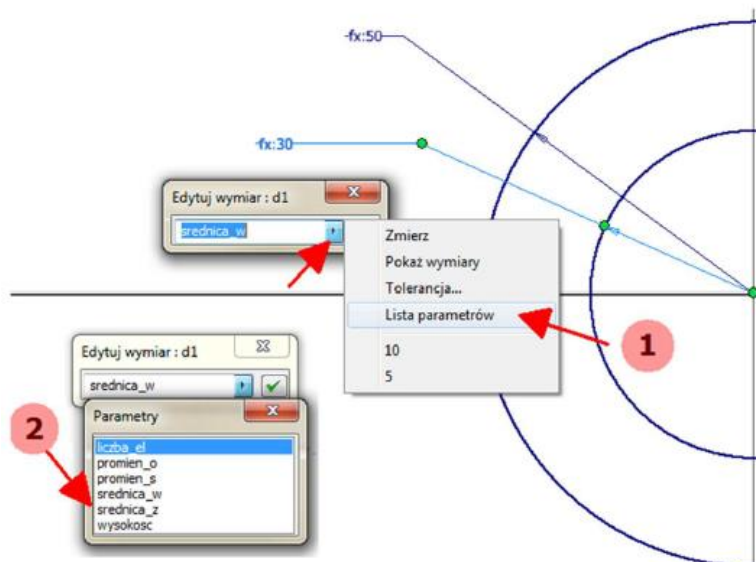
Tak przygotowany plik Excela zapisz w tej samej lokalizacji, co część *Inventora*.

5. W Inventorze przejdź do zakładki **ZARZĄDZANIE > PARAMETRY** , przyciskiem **POŁĄCZENIE** (1) wczytaj przygotowany wcześniej plik Excela. Powinieneś uzyskać efekt jak na rysunku poniżej (2):

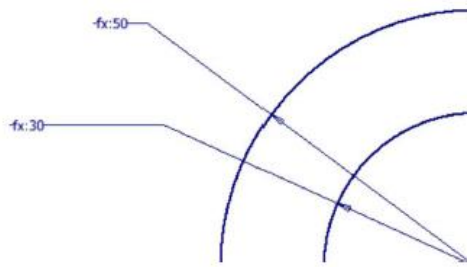


6. Teraz należy powiązać parametry wczytane z wymiarami programu Inventor. Można to realizować na dwa sposoby:

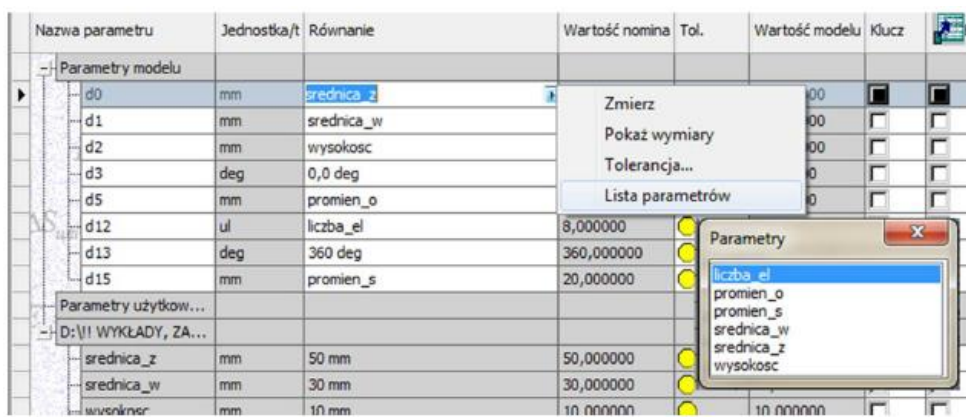
I. Zamykamy okno **PARAMETRY**, a w drzewie operacji naszego kołnierza należy odnaleźć operacje wyciągnięcia, a następnie dokonać edycji jej szkicu. W edytorze szkicu klikamy na pierwszy wymiar i w oknie zmiany wartości wymiaru klikamy na czarną strzałkę, a z otwartego menu wybieramy opcję **LISTA PARAMETRÓW** (1). Jeżeli poprawnie połączyliśmy plik Excela z programem *Inventor* to pojawi się lista wczytanych parametrów (2), dla średnicy zewnętrznej wybieramy > *srednica_z*, a dla otworu > *srednica_w*.



Poprawne przypisanie parametrów do wymiaru powinno dać poniższy efekt (wymiar oznaczony wskaźnikiem funkcji: fx:).



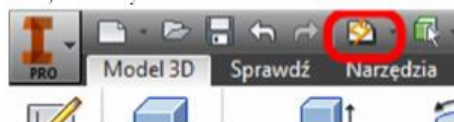
II. Powyższe czynności można również wykonać z poziomu okna **PARAMETRY** klikając na odpowiedni wymiar pojawi się czarna strzałka, po kliknięciu, której z listy wybieramy **LISTA PARAMETRÓW**.



7. Korzystając z okna **PARAMETRY** przypisz pozostałe parametry niezbędnym wymiarom wg poniższego rysunku.

Nazwa parametru	Jednostka/t	Równanie	Wartość nomina	Tol.	Wartość modelu	Klucz
Parametry modelu						
d0	mm	srednica_z	50,000...			
d1	mm	srednica_w	30,000...			
d2	mm	wysokosc	10,000...			
d3	deg	0,0 deg	0,000000			
d5	mm	promien_o	5,000000			
d12	ul	liczba_el	8,000000			
d13	deg	360 deg	360,00...			
d15	mm	promien_s	20,000...			

8. Przejdź do arkusza Excel i zmień parametry rysunku np.: zmień liczbę elementów szyku na 4 a promień otworu na 6 mm. Zapisz zmiany w arkuszu i wróć do *Inventora*. W górnym pasku kliknij ikonę **AKTUALIZUJ**, obserwuj zmiany.



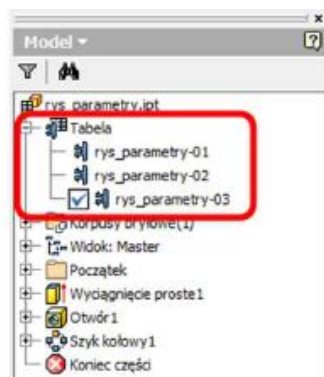
Pamiętaj, że zmiana parametrów i wymiarów rysunku musi być zgodna z istniejącymi relacjami geometrycznymi i wymiarowymi. Jakkolwiek zmiana niezgodna z tymi relacjami spowoduje błąd rysunku i program to zgłosi odpowiednim komunikatem. Jeżeli ikona **AKTUALIZUJ** nie jest aktywna musisz wrócić do arkusza Excela i go zapisać.

3. Teraz możemy przystąpić do stworzenia wariantów naszego kołnierza, który może różnić się geometrią, grubością liczbą otworów itp. W tym celu należy skopiować **OSOBNO** pierwszą i drugą kolumn pliku tak, aby Excel automatycznie indeksował nam nowe pozycje pliku.


	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Member<defaultRow>1</defaultRow><filename></filename>	Part Number [Project]	srednica_z	srednica_w	wysokosc	promien_o	promien_s	liczba_el
2	rys_parametry-01	rys_parametry-01	50 mm	30 mm	10 mm	6 mm	20 mm	6 ul
3	rys_parametry-02	rys_parametry-02	100 mm	60 mm	20 mm	10 mm	40 mm	8 ul
4	rys_parametry-03	rys_parametry-03	150 mm	90 mm	30 mm	15 mm	60 mm	10 ul
5								

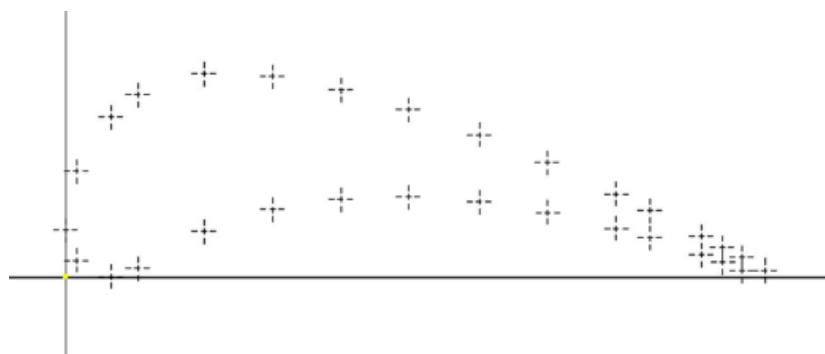
Pozostałe wartości parametrów użytkownika uzupełniamy tak, aby stworzyć warianty kołnierza. Należy pamiętać o poprawnym zapisie wraz z niezbędnymi jednostkami.

4. Zapisując i zamykając plik *iPart* wracamy do *Inventora*, w drzewie operacji modelu powinny pojawić się nasze warianty kołnierza. Klikając dwa razy myszą na wariantcie aktualizujemy model do zapisanych wcześniej wartości.



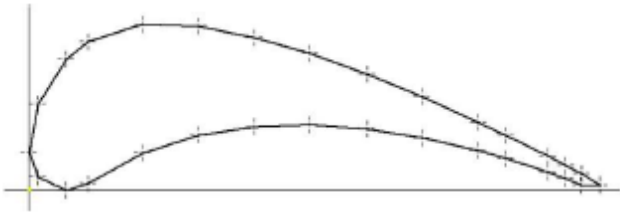
Przykład C. Rysowanie profilu na bazie punktów w programie AutoCAD Inventor

1. W celu stworzenia np. profilu łopatki turbiny konieczne jest narysowanie profilu łopatki na bazie punktów obliczeniowych (współrzędne x, y). Jest to zadanie żmudne, jednak można ten proces przyspieszyć. W tym celu musimy posiadać arkusz Excel ze współrzędnymi punktów profilu x, y. Współrzędne powinny być zapisane w dwóch kolumnach bez żadnych dodatkowych opisów kolumn itp.
2. Na dowolnej płaszczyźnie rysunkowej tworzymy nowy szkic. Następnie wybieramy opcję **Punkty**  Punkty i wskazujemy plik Excela. Jeżeli punkty zostaną poprawnie wczytane to na naszym szkicu pojawi się zespół punktów tworzących profil łopatki.

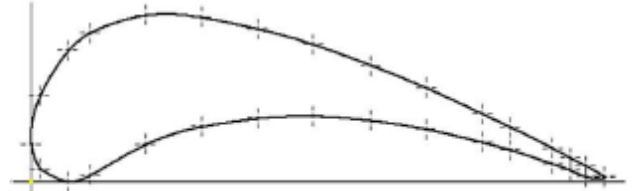


3. W kolejnym kroku łączymy punkty, możemy wykorzystać polecenie *Linia* (1) lub polecenie *Splajn Interpolacja* (2). W pierwszym przypadku profil jest trochę „kanciasty”, natomiast w drugim należy profil narysować dzieląc go na splajn górny i dolny. Zabieg taki pozwoli uzyskać bardziej „gładki” profil łopatki. W przypadku obu metod można również wykonać zaokrąglenie kąta napływu i spływu.

(1)



(2)



4. W kolejnym kroku zamykamy szkic i przystępujemy do wykonania polecenia wyciągnięcia.