



Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

dr inż. Grzegorz Nikiel

Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
www.ath.bielsko.pl/~gnikiel

Wykład, IX Forum Inżynierskie ProCAX
III Wirtotechnologia 2010, Sosnowiec, 18. listopada 2010

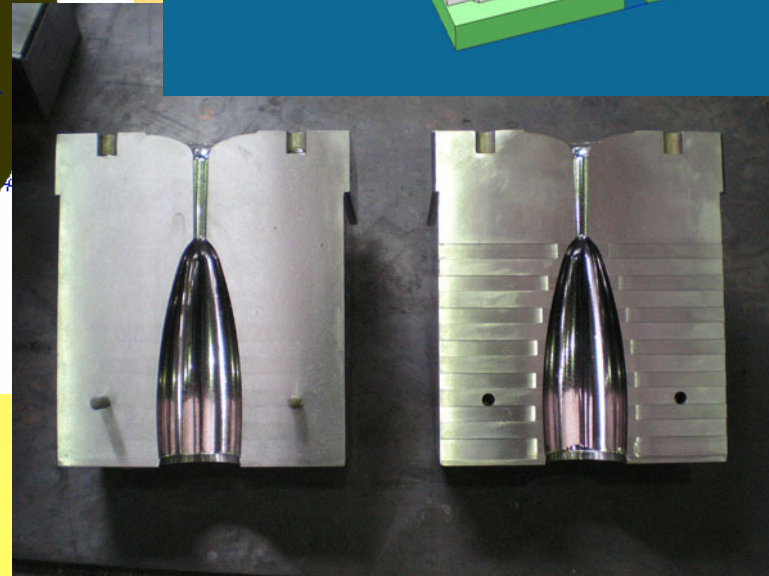
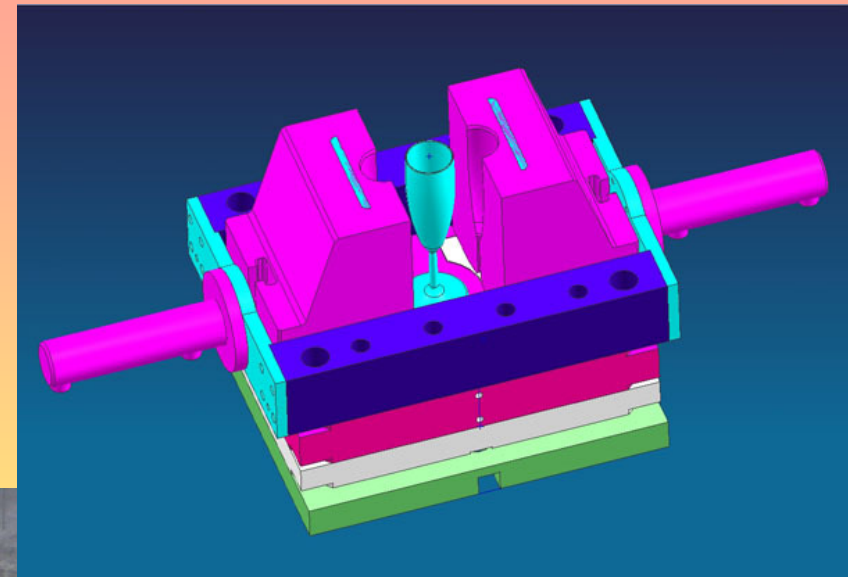
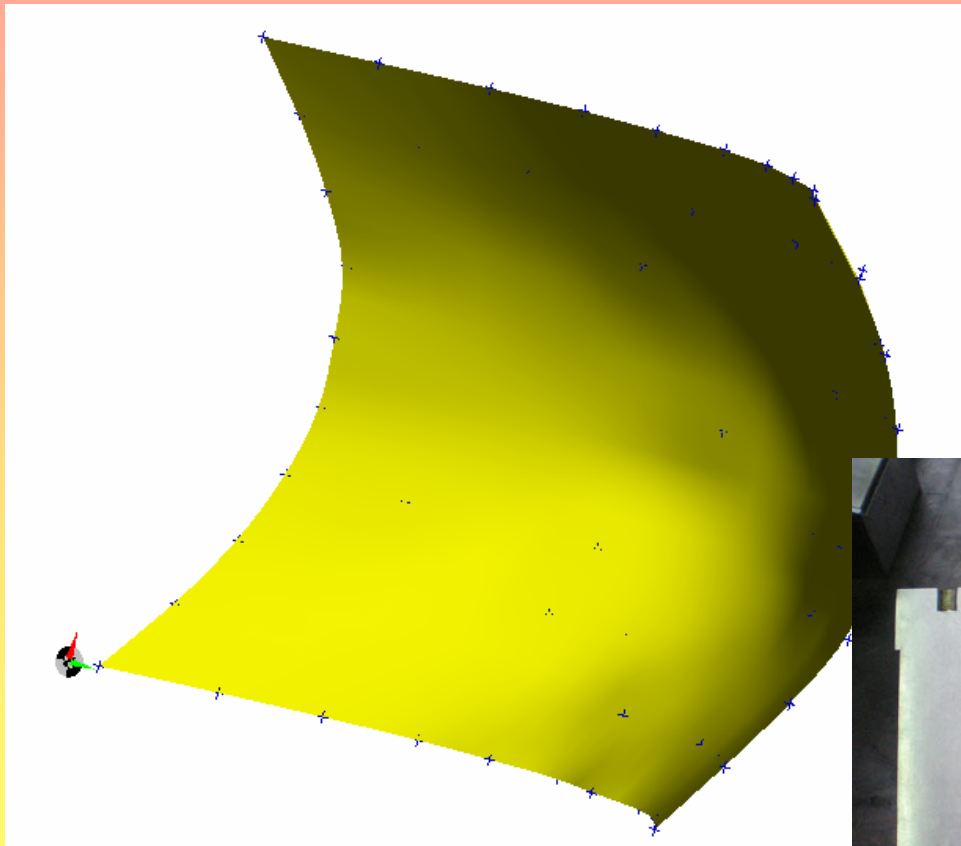
Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Cele i program prezentacji

1. Ogólna charakterystyka modelowania trójwymiarowego (3D)
2. Parametryczność modeli, na czym polega
3. Parametryczne modele bryłowe 3D (przykłady wykorzystania)

Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

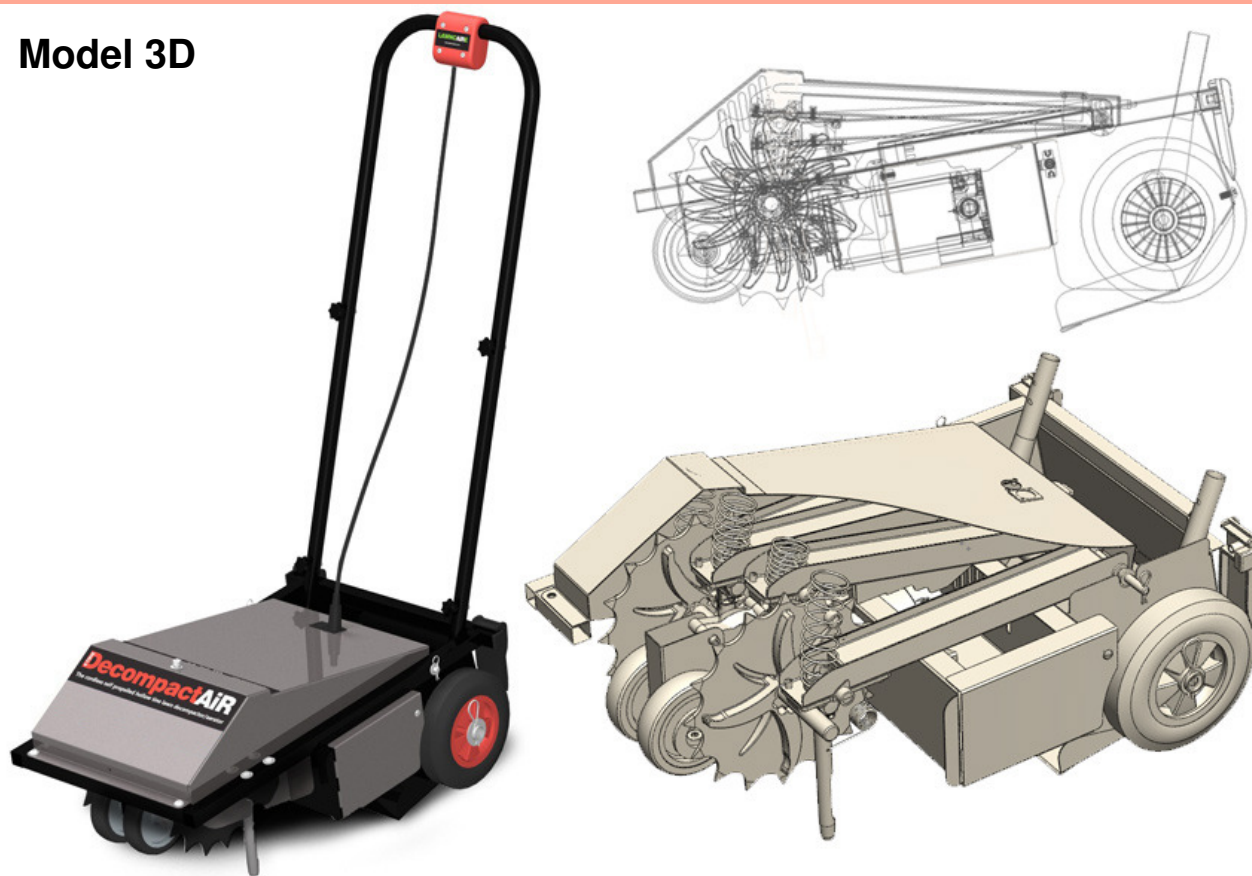
Modelowanie powierzchniowe (*Freeform Surface Modelling*)



Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Modelowanie bryłowe (*Solid Modelling*)

Model 3D

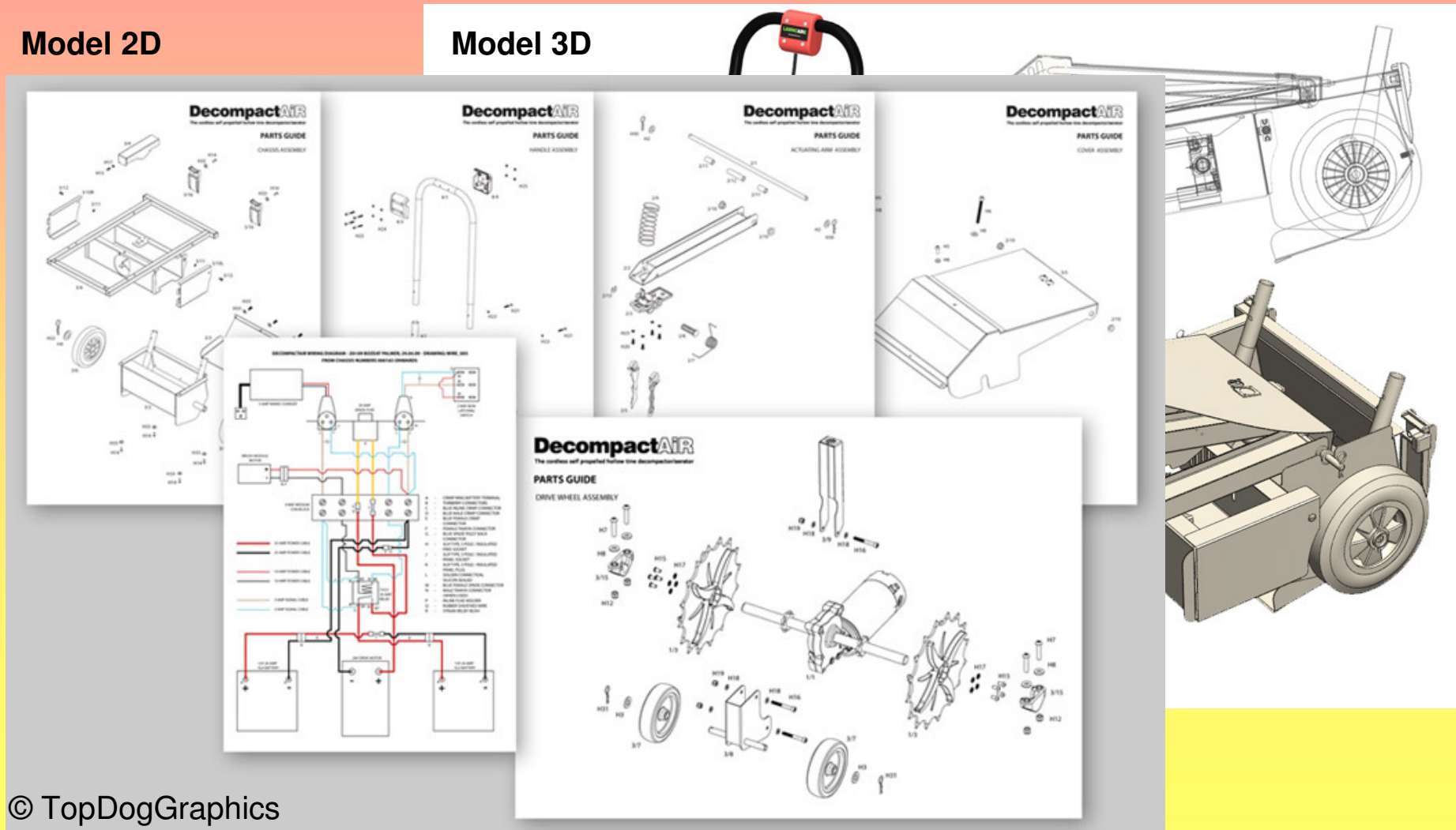


Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Modelowanie bryłowe (*Solid Modelling*)

Model 2D

Model 3D

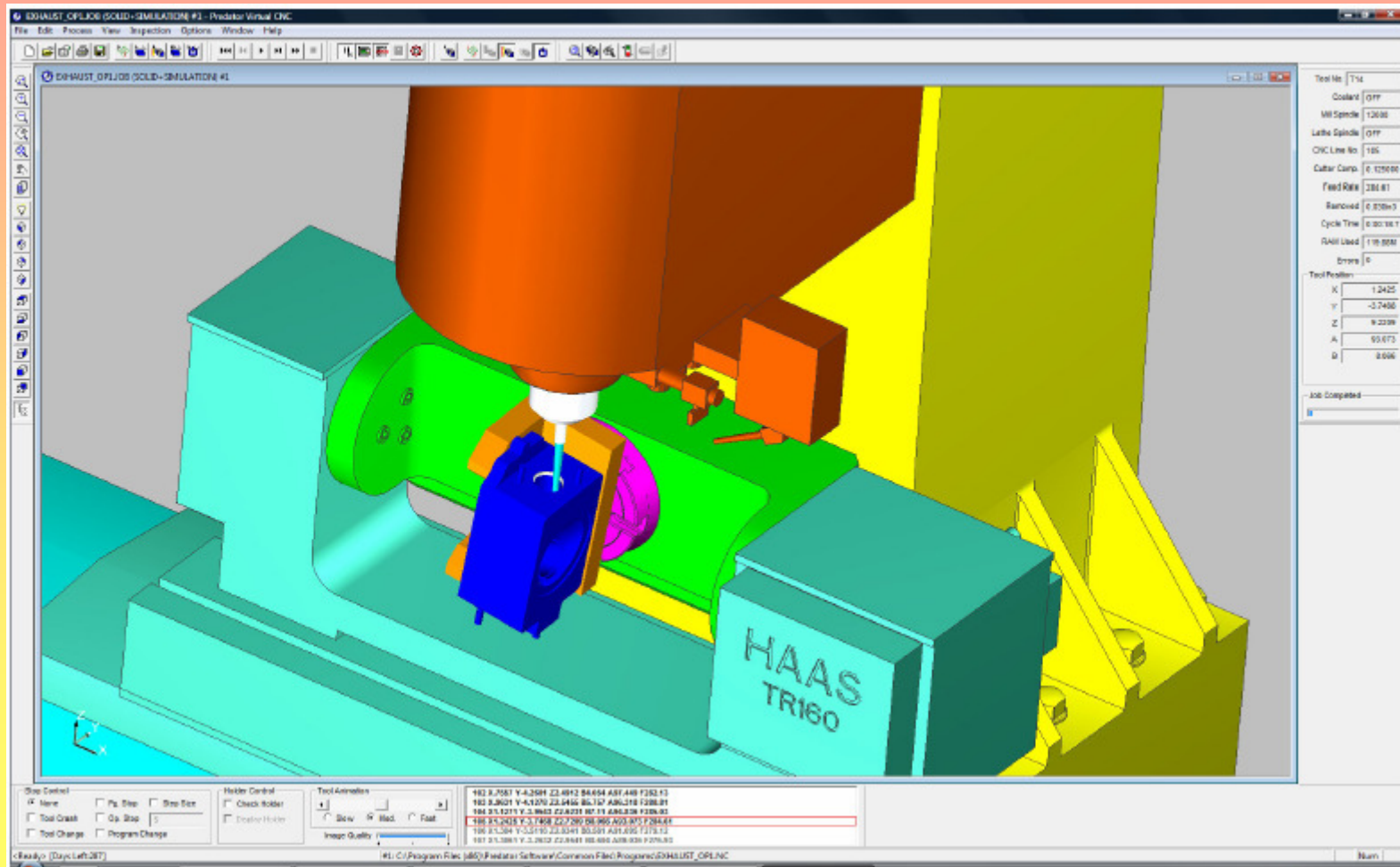


© TopDogGraphics

© Grzegorz Nikiel, Bielsko-Biała 2010

Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Modelowanie bryłowe w projektowaniu wytwarzania (CAD/CAM)



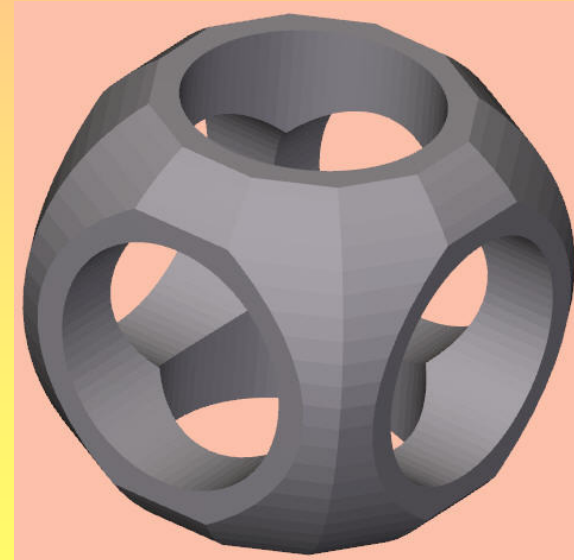
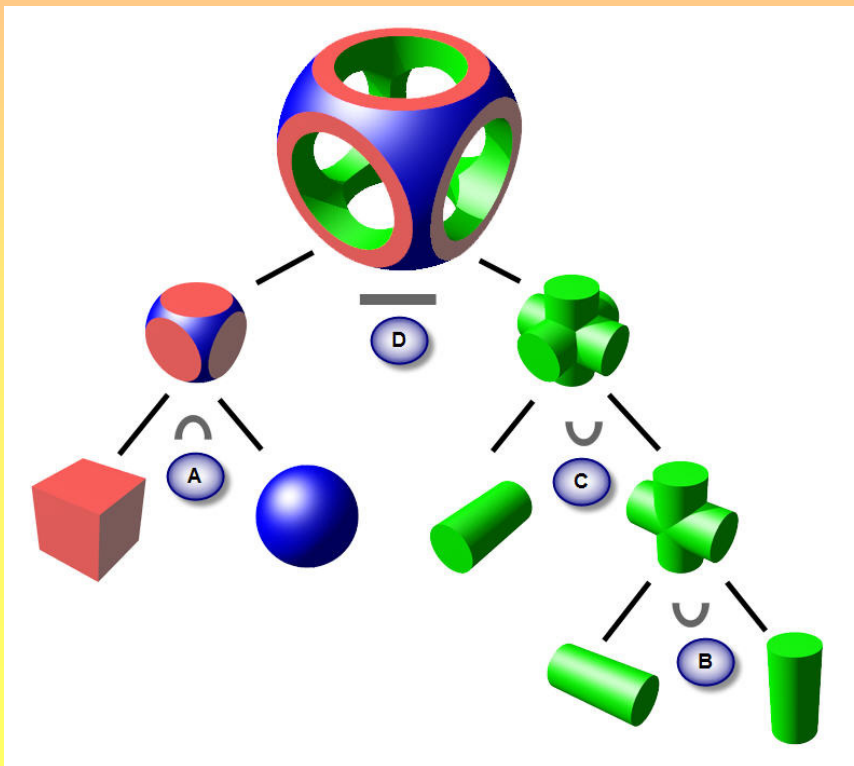
© Predator Software Inc.

© Grzegorz Nikiel, Bielsko-Biała 2010

Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Modele bryłowe – reprezentacja CSG

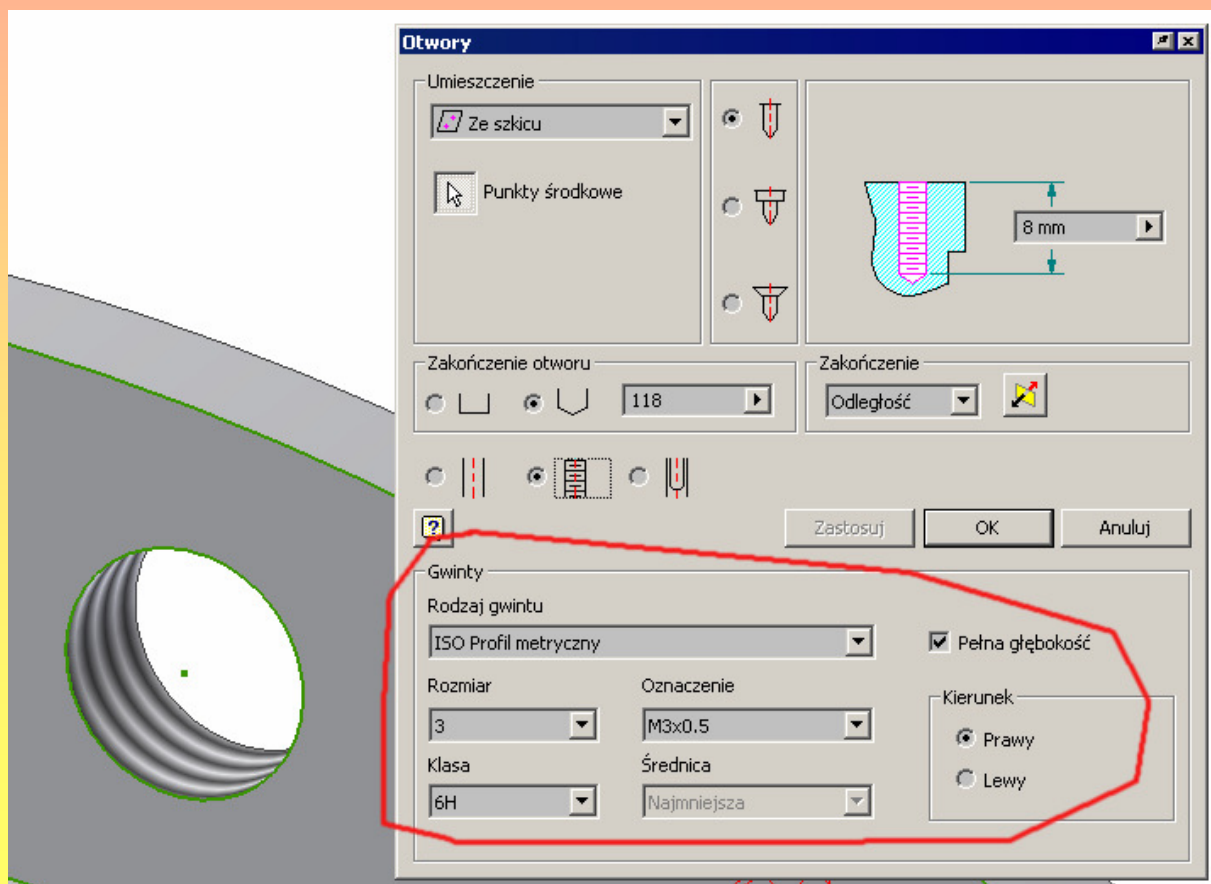
Konstrukcyjna Geometria Bryłowa (CSG, *Constructive Solid Geometry*) – oparta na wykorzystaniu **brył elementarnych** (prostokątów, klin, kula, stożek itp.) oraz wykonywaniu na nich **operacji Boole'owskich (logicznych)** – suma, różnica, iloczyn, negacja – przedstawionych w formie grafu-drzewa (*True Solid*).



Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Modele bryłowe – reprezentacja CSG

Konstrukcyjna Geometria Bryłowa (CSG, *Constructive Solid Geometry*) –
bryły składowe skojarzone z atrybutami o charakterze niegeometrycznym.



Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

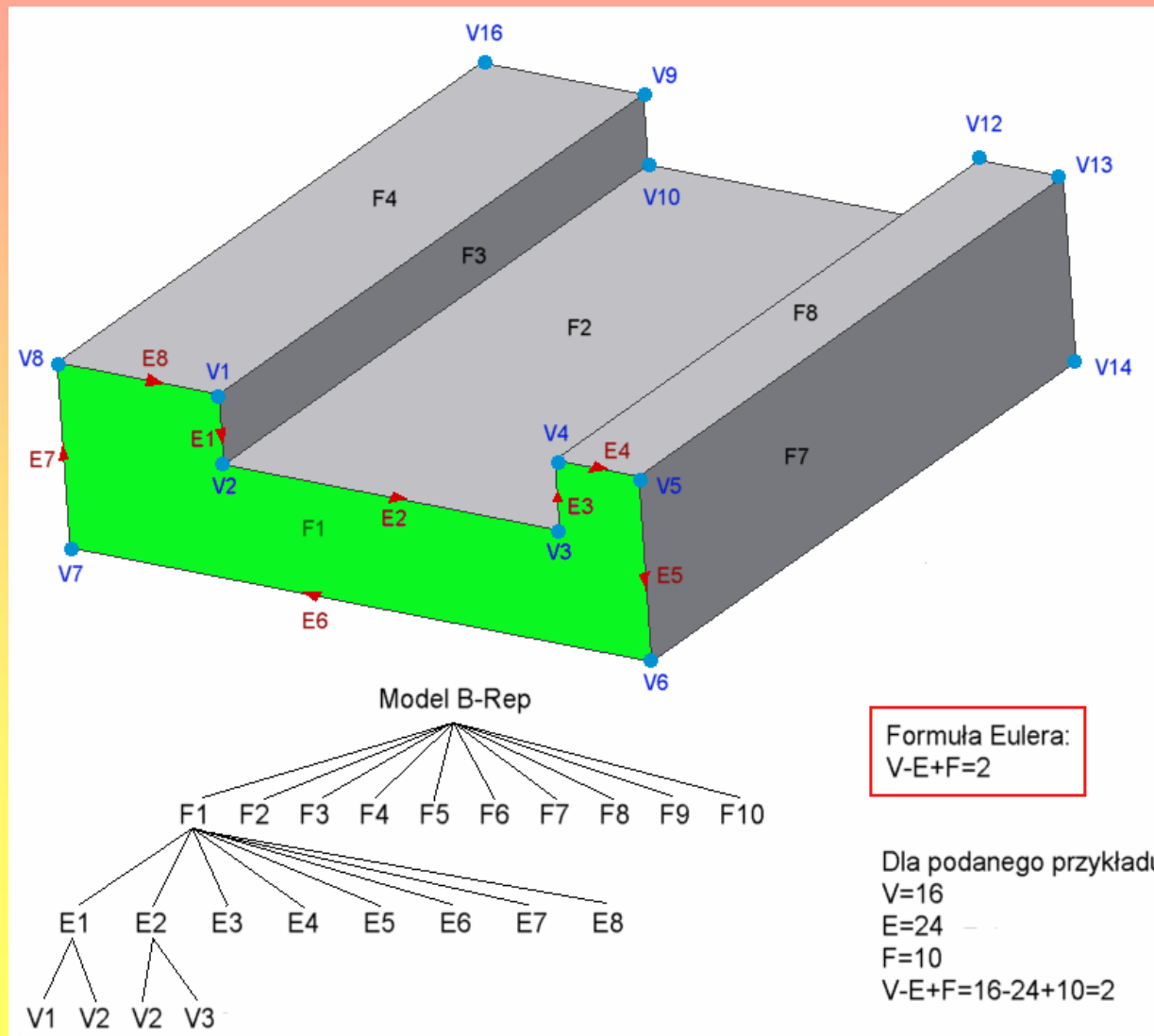
Modele bryłowe – reprezentacja B-Rep

Reprezentacja brzegowa B-Rep (*Boundary Representation*) - przedstawiona za pomocą hierarchicznej struktury **płatów powierzchni** (*Faces*), **krawędzi** (*Edges*) i **punktów** (*Vertex*) – model powierzchniowy.

Jeżeli wszystkie płaty powierzchni wyodrębniają **zamkniętą przestrzeń** (reguła Eulera) to jest ona traktowana jako bryła – model bryłowy.

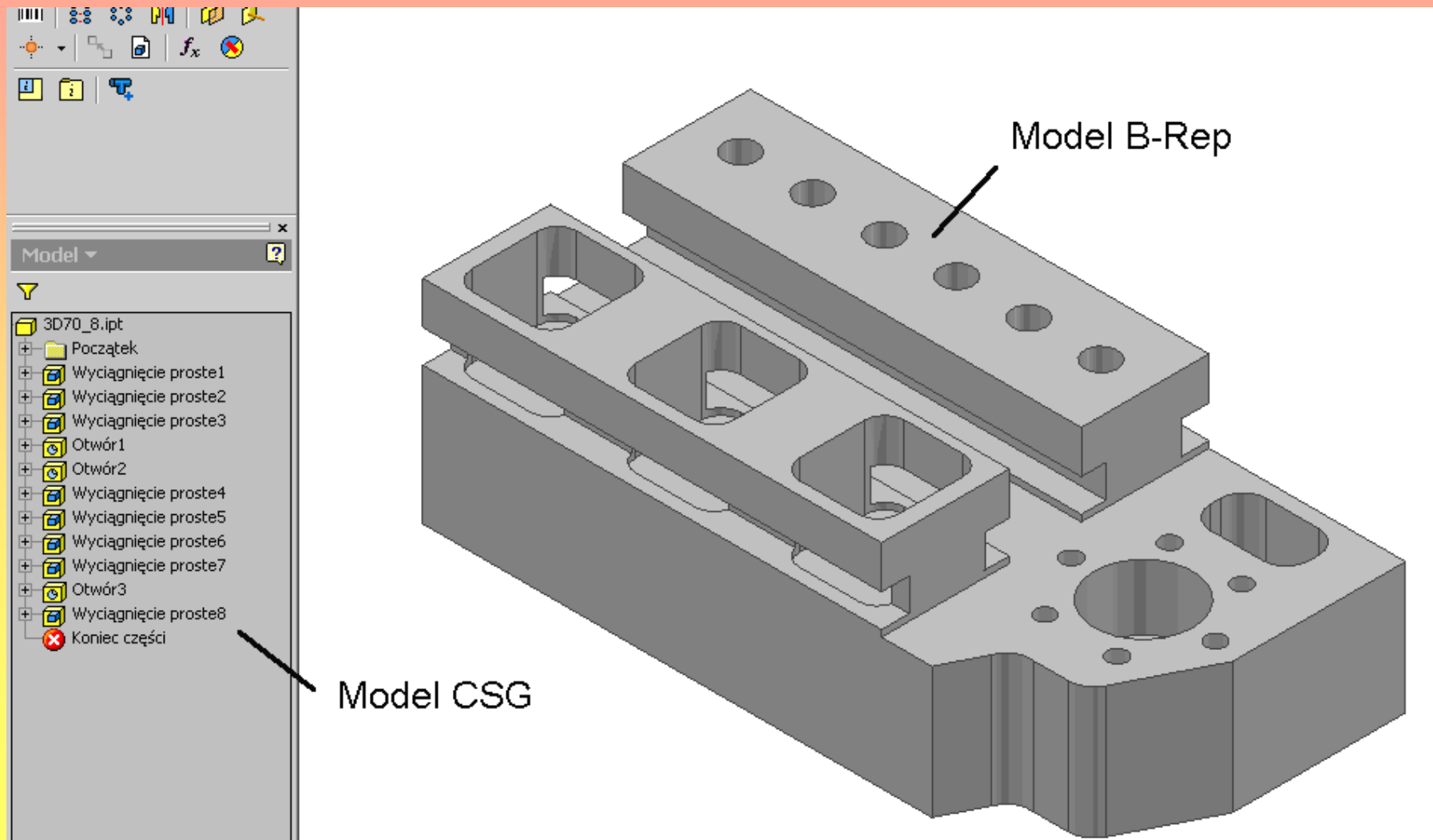
Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Modele bryłowe – reprezentacja B-Rep



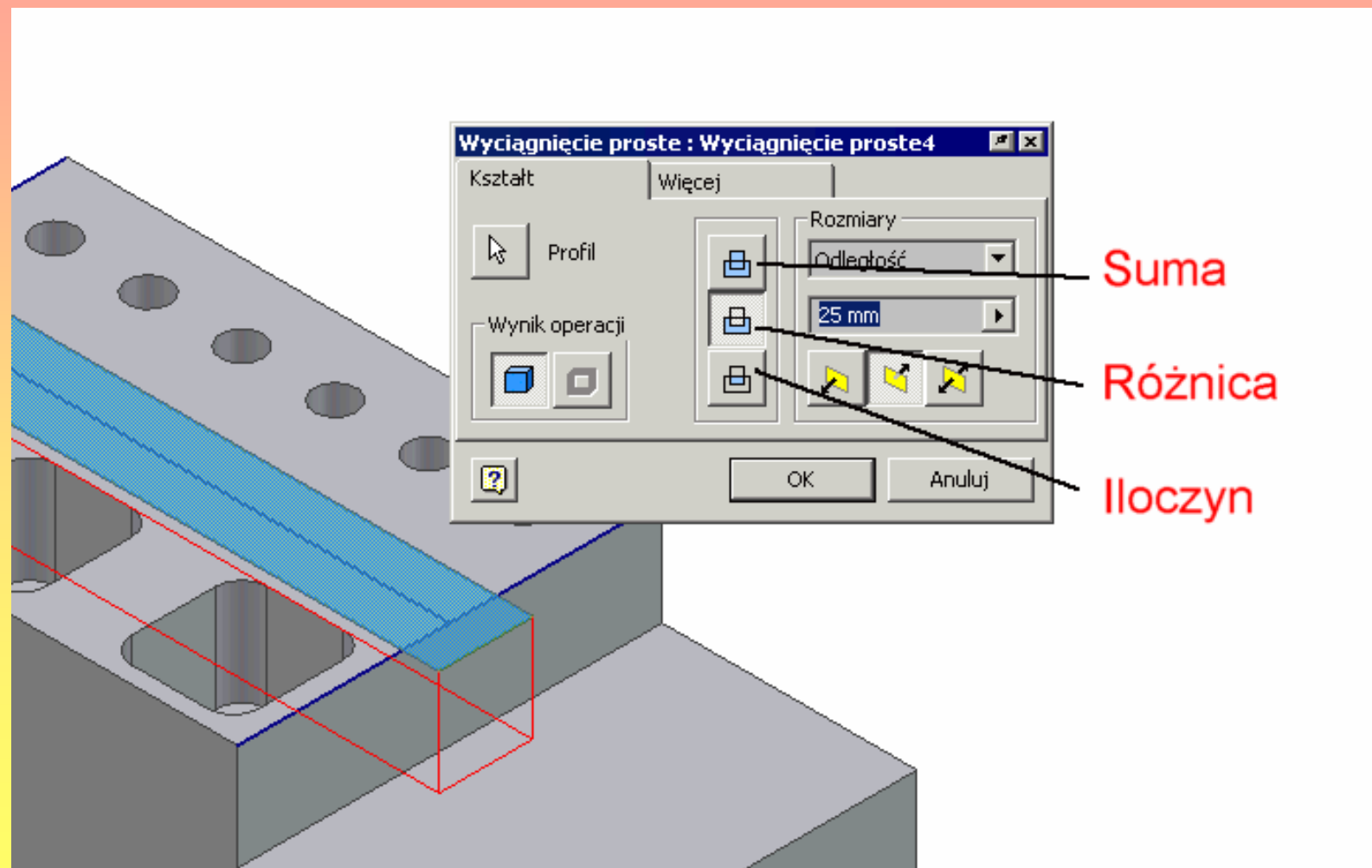
Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Modele bryłowe – dualizm reprezentacji w programach CAD



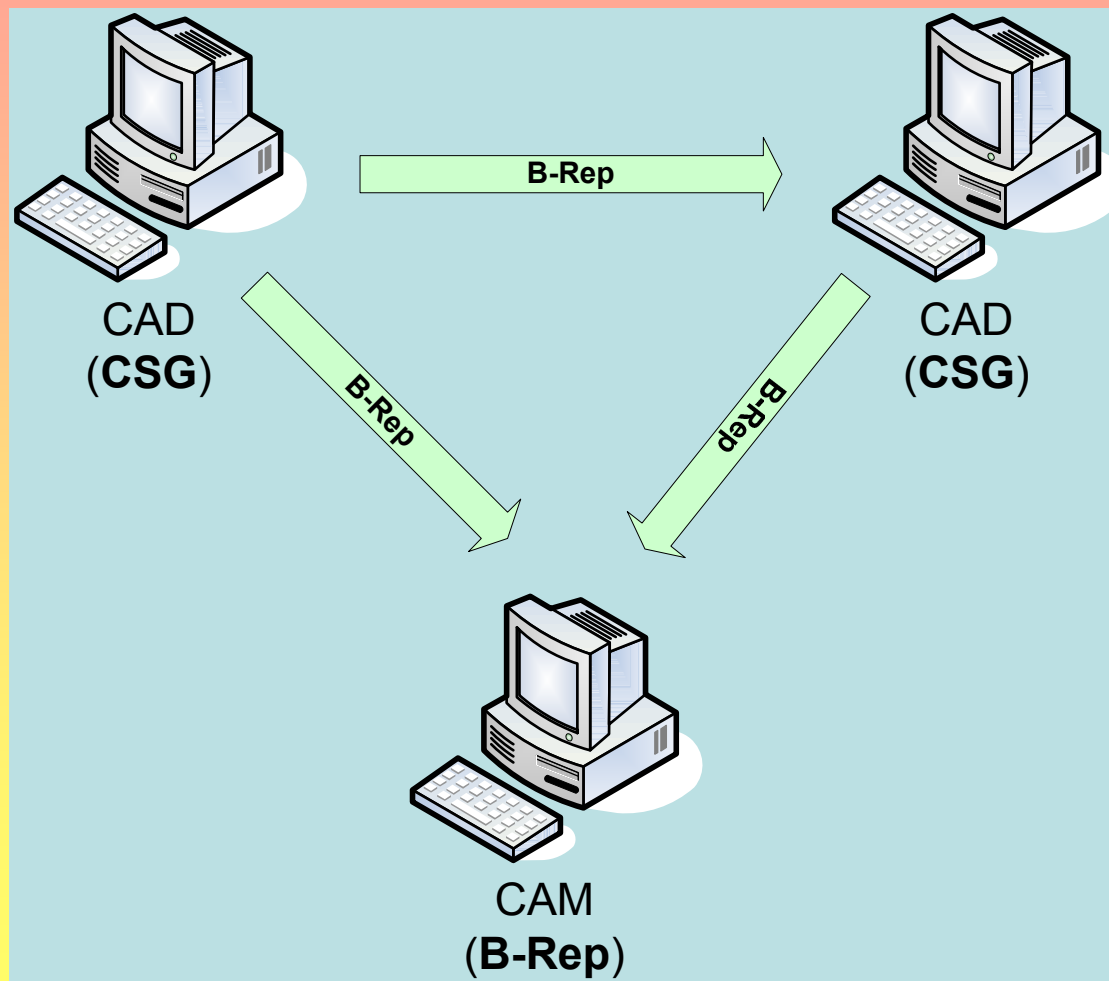
Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Modele bryłowe w programach CAD



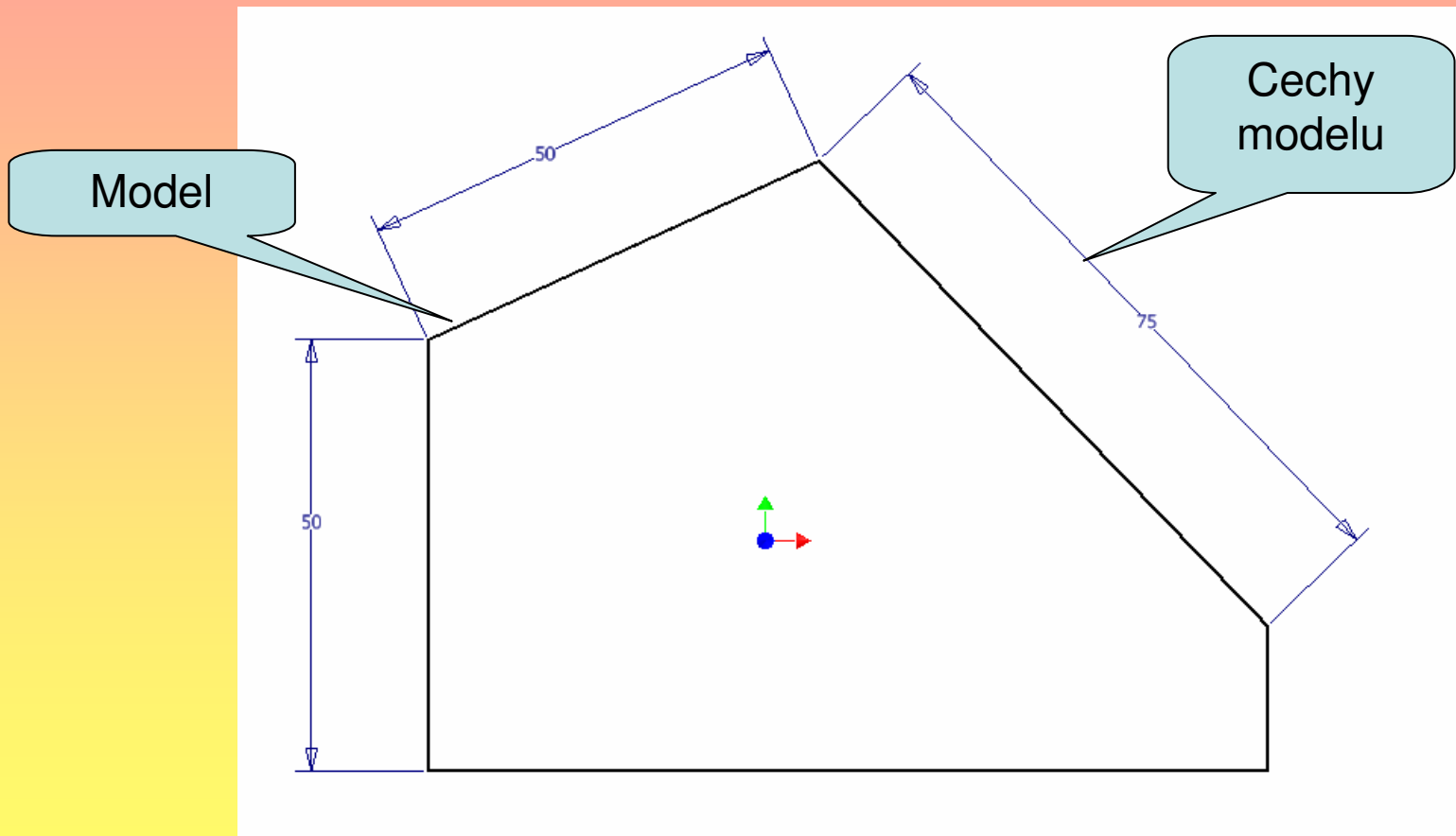
Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Modele bryłowe – wymiana między programami CAx



Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

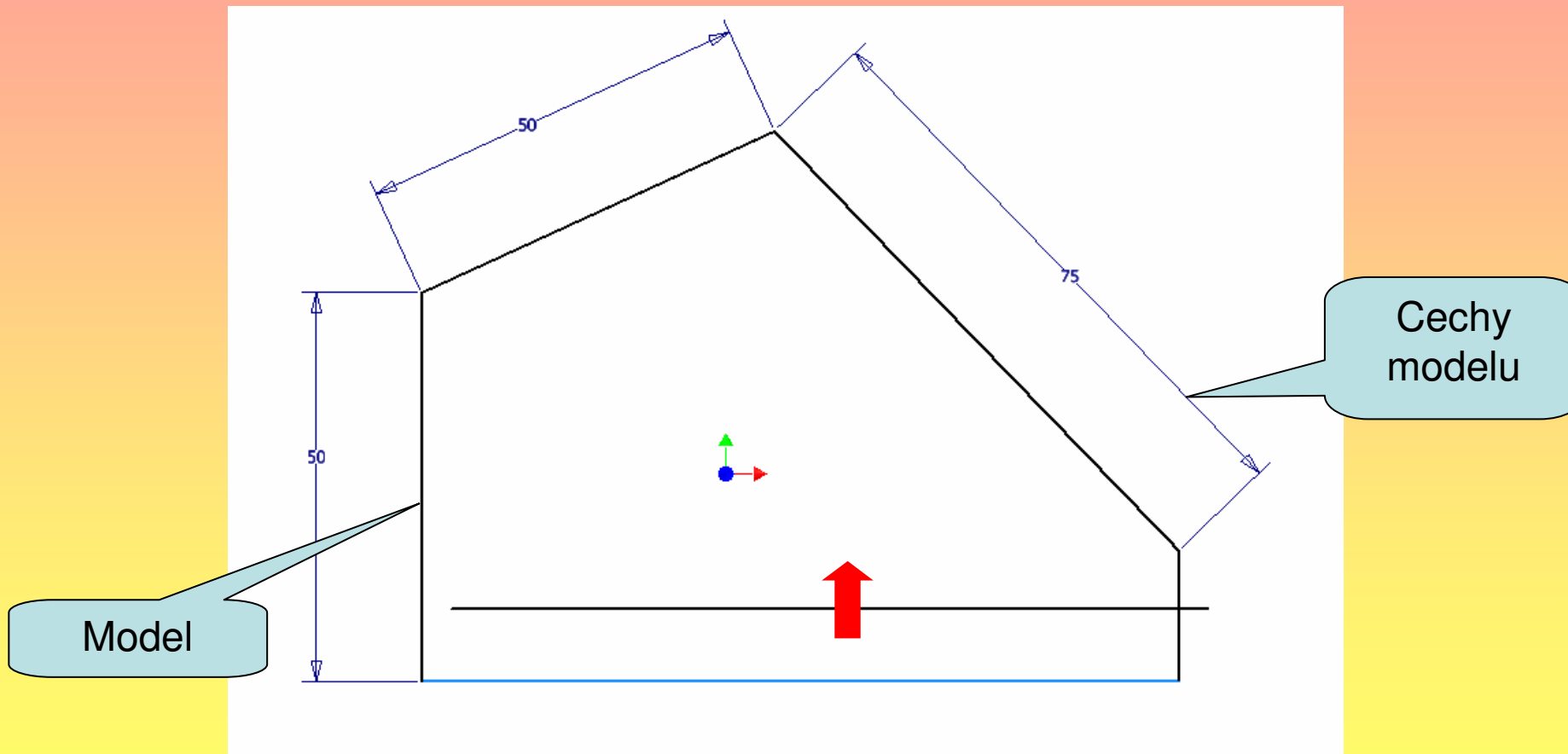
Parametryczność modeli geometrycznych



Model nieparametryczny

Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

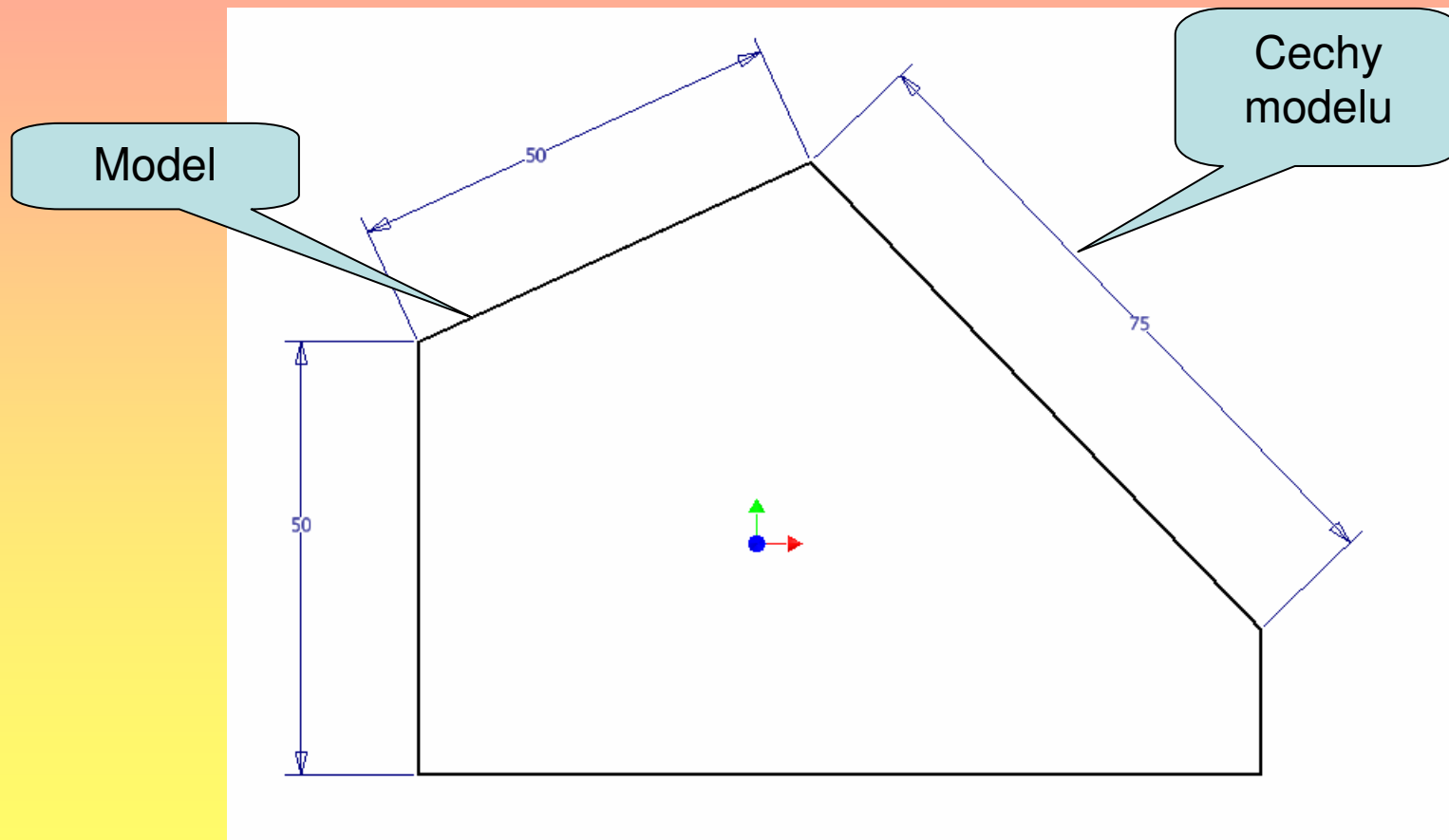
Parametryczność modeli geometrycznych



Model nieparametryczny

Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

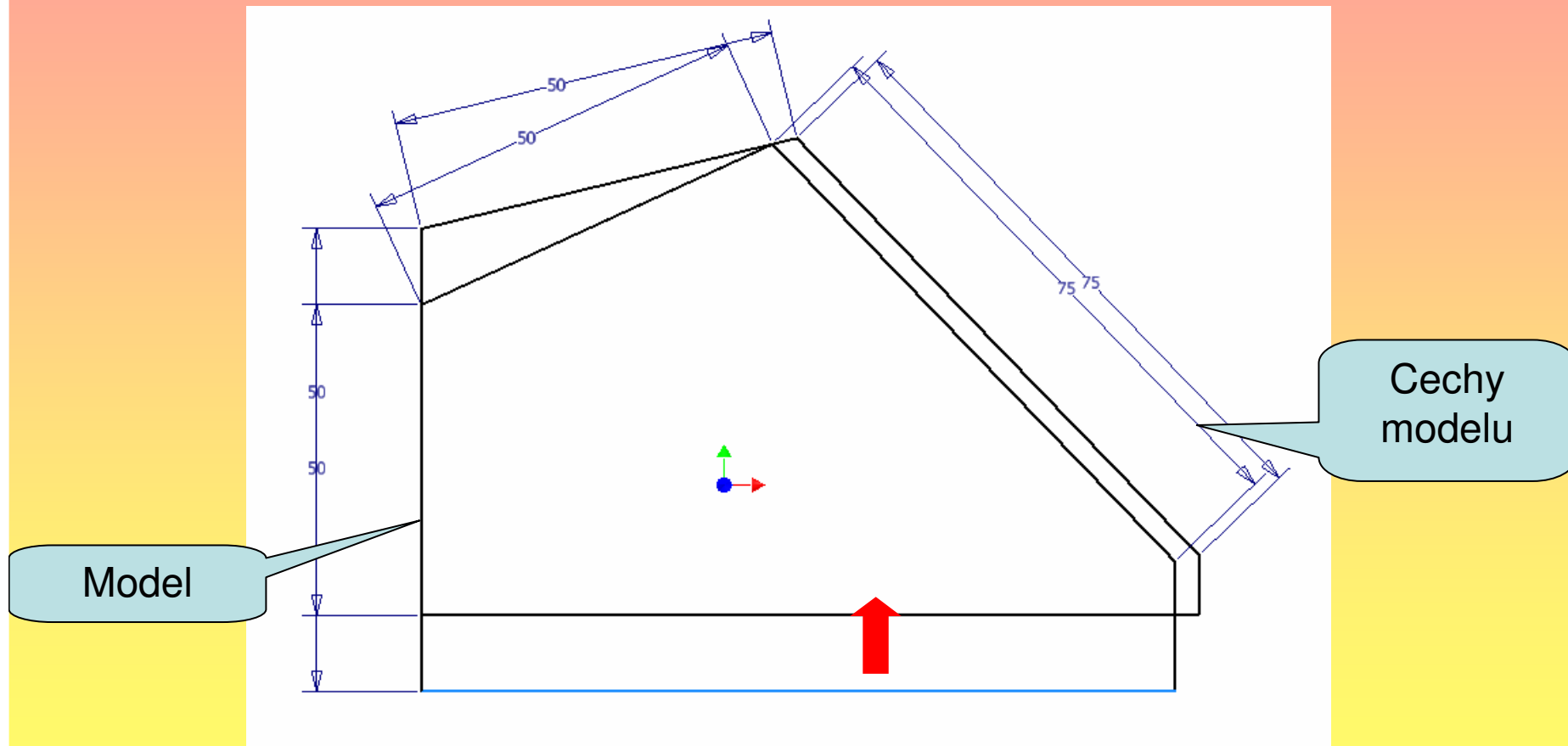
Parametryczność modeli geometrycznych



Model parametryczny

Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Parametryczność modeli geometrycznych



Model parametryczny

Parametryczne modele 3D

w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Parametryczność modeli geometrycznych

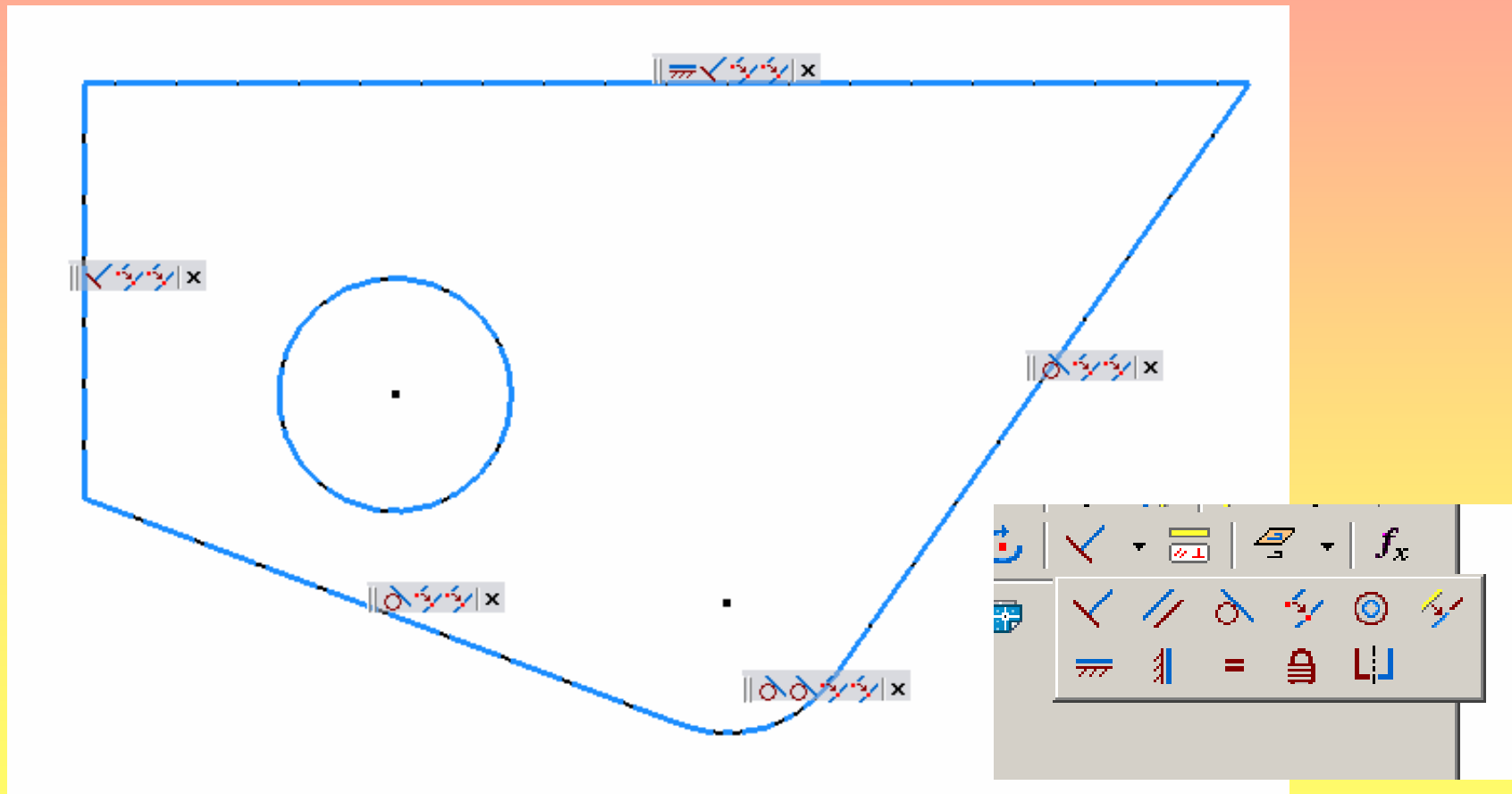
Warunkiem parametryczności modelu geometrycznego jest **dwukierunkowe** powiązanie cech modelowanego obiektu (wymiarowych, geometrycznych, kinematycznych itp.) z samym modelem, nazywanych **więzami**:

- Zmiana postaci geometrycznej modelu powoduje zmianę wartości jego cech;
- Zmiana wartości cech powoduje zmianę postaci geometrycznej modelu.

Związki między modelem i jego cechami (**więzy**) mogą zostać opisane zależnościami funkcyjnymi, zależnymi od przyjętych zmiennych decyzyjnych (**parametrów**), przez co uzyskuje się **wielowariantowość** modelu.

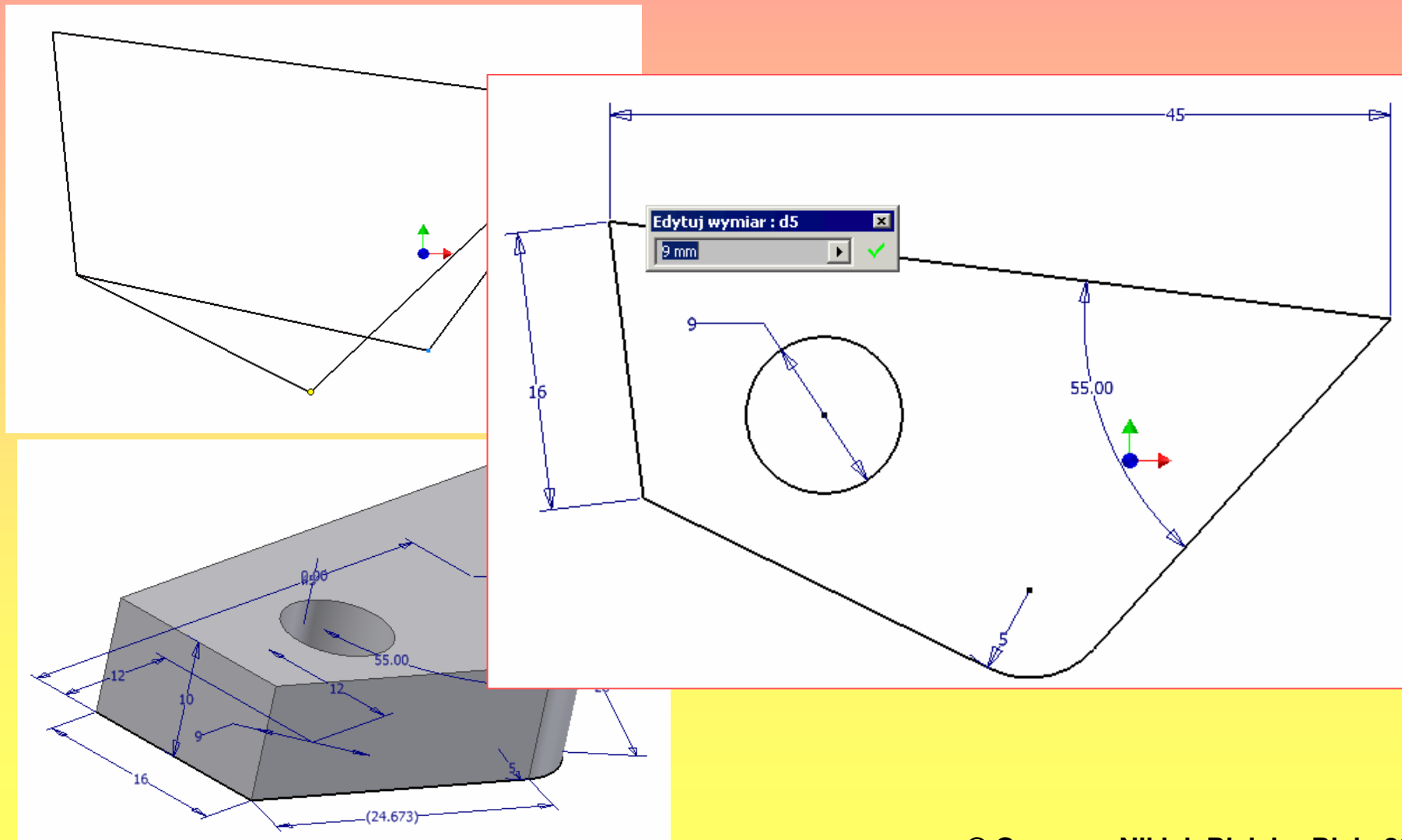
Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Parametryczność modeli bryłowych – więzy geometryczne



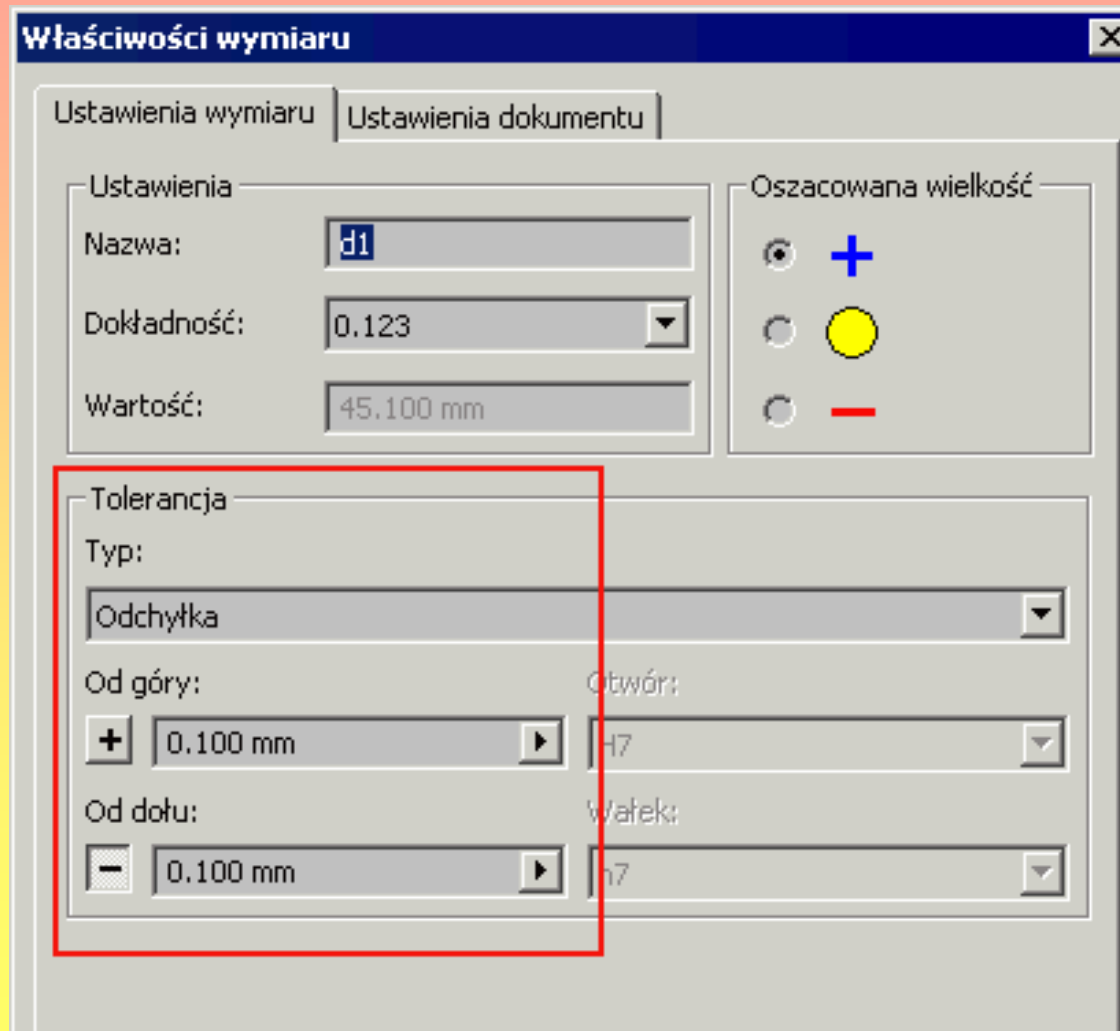
Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Parametryczność modeli bryłowych – więzy wymiarowe



Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Parametryczność modeli bryłowych – więzy wymiarowe



Właściwości wymiaru

Ustawienia wymiaru | Ustawienia dokumentu

Ustawienia

Nazwa:

Dokładność:

Wartość:

Oszacowana wielkość

+

●

-

Tolerancja

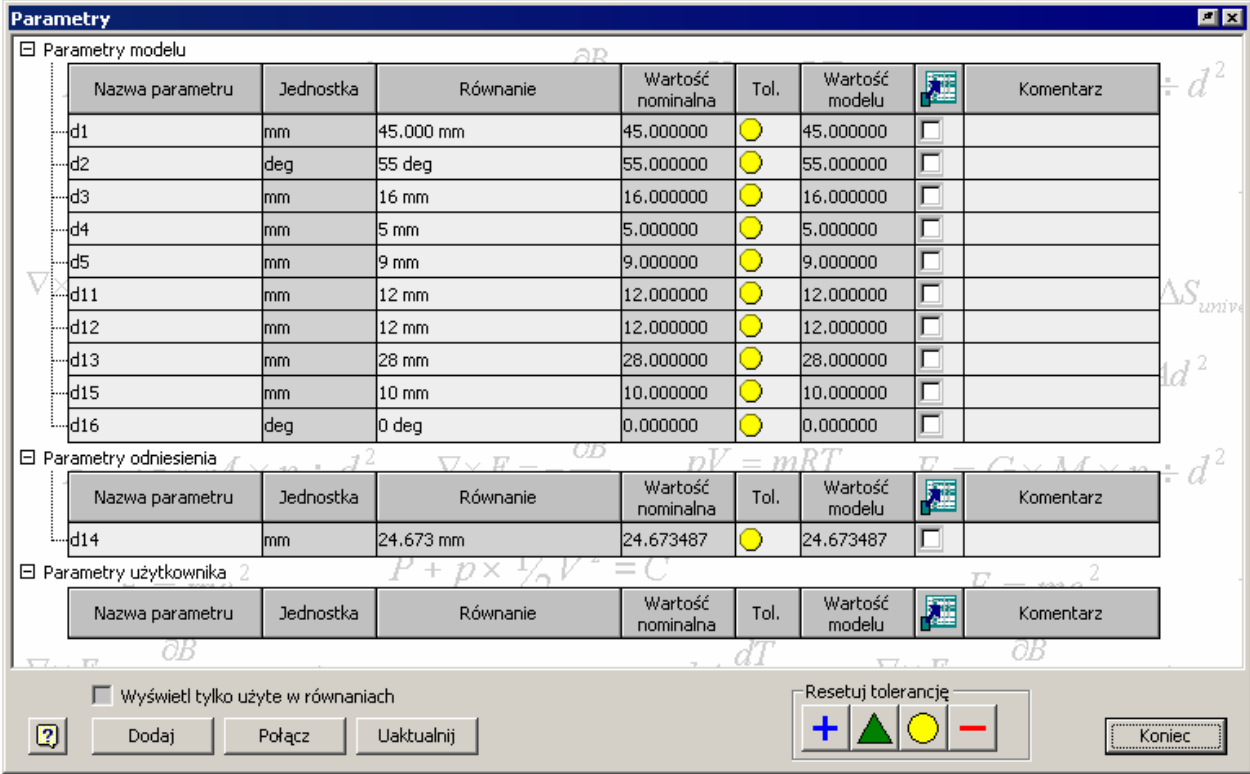
Typ:

Od góry:

Od dołu:

Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Parametryczność modeli bryłowych – więzy wymiarowe



The screenshot shows a 'Parametry' (Parameters) dialog box in a CAD application. It contains three tables: 'Parametry modelu' (Model Parameters), 'Parametry odniesienia' (Reference Parameters), and 'Parametry użytkownika' (User Parameters). The 'Parametry modelu' table lists parameters d1 through d16. The 'Parametry odniesienia' table lists parameter d14. The 'Parametry użytkownika' table is currently empty. The dialog also includes a 'Wyświetl tylko użyte w równaniach' (Show only used in equations) checkbox, a 'Resetuj tolerancję' (Reset tolerance) section with icons for different tolerance types, and a 'Koniec' (End) button.

Parametry modelu							
Nazwa parametru	Jednostka	Równanie	Wartość nominalna	Tol.	Wartość modelu		Komentarz
d1	mm	45.000 mm	45.000000	●	45.000000	<input type="checkbox"/>	
d2	deg	55 deg	55.000000	●	55.000000	<input type="checkbox"/>	
d3	mm	16 mm	16.000000	●	16.000000	<input type="checkbox"/>	
d4	mm	5 mm	5.000000	●	5.000000	<input type="checkbox"/>	
d5	mm	9 mm	9.000000	●	9.000000	<input type="checkbox"/>	
d11	mm	12 mm	12.000000	●	12.000000	<input type="checkbox"/>	
d12	mm	12 mm	12.000000	●	12.000000	<input type="checkbox"/>	
d13	mm	28 mm	28.000000	●	28.000000	<input type="checkbox"/>	
d15	mm	10 mm	10.000000	●	10.000000	<input type="checkbox"/>	
d16	deg	0 deg	0.000000	●	0.000000	<input type="checkbox"/>	

Parametry odniesienia							
Nazwa parametru	Jednostka	Równanie	Wartość nominalna	Tol.	Wartość modelu		Komentarz
d14	mm	24.673 mm	24.673487	●	24.673487	<input type="checkbox"/>	

Parametry użytkownika							
Nazwa parametru	Jednostka	Równanie	Wartość nominalna	Tol.	Wartość modelu		Komentarz

Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Parametryczność modeli bryłowych – więzy wymiarowe

The screenshot shows a CAD software interface with a 'Parametry' window. The window contains three tables: 'Parametry modelu', 'Parametry odniesienia', and 'Parametry użytkownika'. The 'Parametry modelu' table lists parameters d1 through d16 with their units, equations, nominal values, tolerances, and model values. The 'Parametry odniesienia' table lists parameter d14. The 'Parametry użytkownika' table is empty. The 3D model on the right shows a part with dimensions: 45, 16, 9, 12.8, 12, 55.00, and 27.5. Red circles highlight these dimensions, and red arrows point from them to the parameter table. A red circle also highlights the 'd13' row in the table, with an arrow pointing to the 'Dane zewnętrzne (arkusz kalkulacyjny)' label. Another red circle highlights the 'd14' row, with an arrow pointing to the 'Programy zewnętrzne (interfejs OLE)' label. The 'Edycja ręczna' label points to the 'fx:12.8' dimension.

Nazwa parametru	Jednostka	Równanie	Wartość nominalna	Tol.	Wartość modelu
d1	mm	45.000 mm	45.000000	●	45.000000
d2	deg	55 deg	55.000000	●	55.000000
d3	mm	16 mm	16.000000	●	16.000000
d4	mm	5 mm	5.000000	●	5.000000
d5	mm	9 mm	9.000000	●	9.000000
d11	mm	d3 * 0.8 ul	12.800000	●	12.800000
d12	mm	d3 * 0.75 ul	12.000000	●	12.000000
d13	mm	d1 / 2 ul + 5 mm	27.500000	●	27.500000
d15	mm	10 mm	10.000000	●	10.000000
d16	deg	0 deg	0.000000	●	0.000000

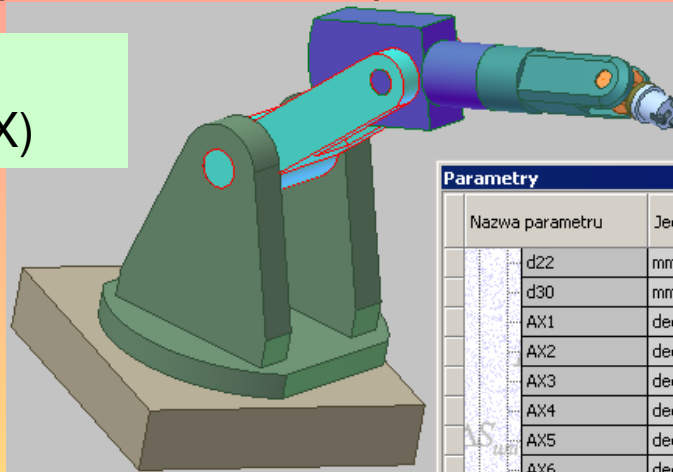
Nazwa parametru	Jednostka	Równanie	Wartość nominalna	Tol.	Wartość modelu
d14	mm	24.899 mm	24.898762	●	24.898762

Nazwa parametru	Jednostka	Równanie	Wartość nominalna	Tol.	Wartość modelu
-----------------	-----------	----------	-------------------	------	----------------

Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Przykład 1 – automatyzacja modelu 3D z poziomu własnych aplikacji

Serwer OLE
(kontrolka ActiveX)

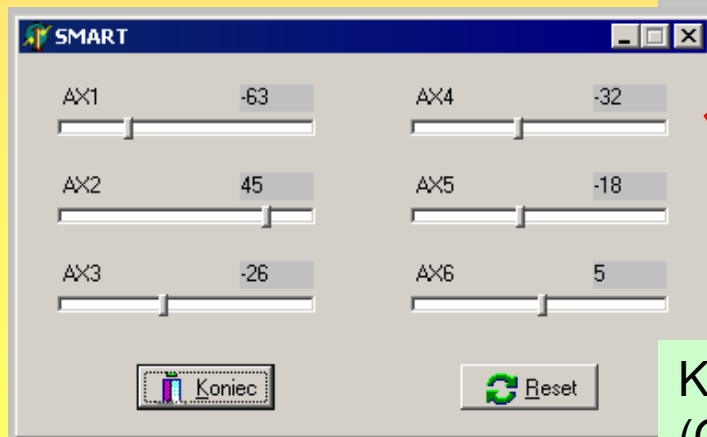


Nazwa parametru	Jednostk	Równanie	Wartość nom	Tol.
d22	mm	0.0 mm	0.000000	●
d30	mm	0.0 mm	0.000000	●
AX1	deg	-63.00000000 deg	-63.000000	●
AX2	deg	45.00000000 deg	45.000000	●
AX3	deg	-26.00000000 deg	-26.000000	●
AX4	deg	-32.00000000 deg	-32.000000	●
AX5	deg	-18.00000000 deg	-18.000000	●
AX6	deg	5.00000000 deg	5.000000	●
d189	mm	0 mm	0.000000	●
d214	deg	0.00 deg	0.000000	●
Parametry użyt...				

Wyświetl tylko użyte w równaniach

Resetuj

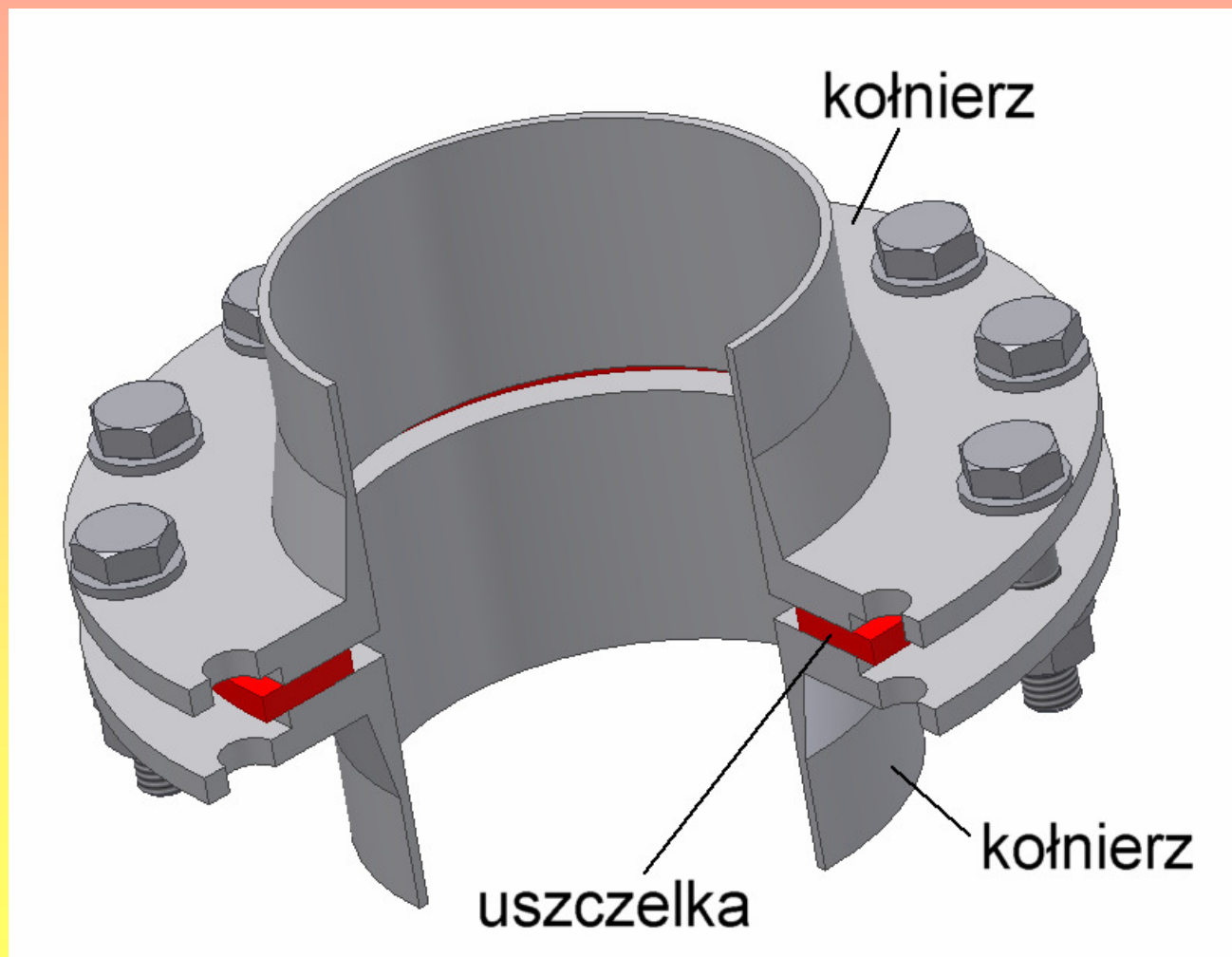
Dodaj Połącz



Klient OLE
(Object Pascal)

**Parametryczne modele 3D
w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu**

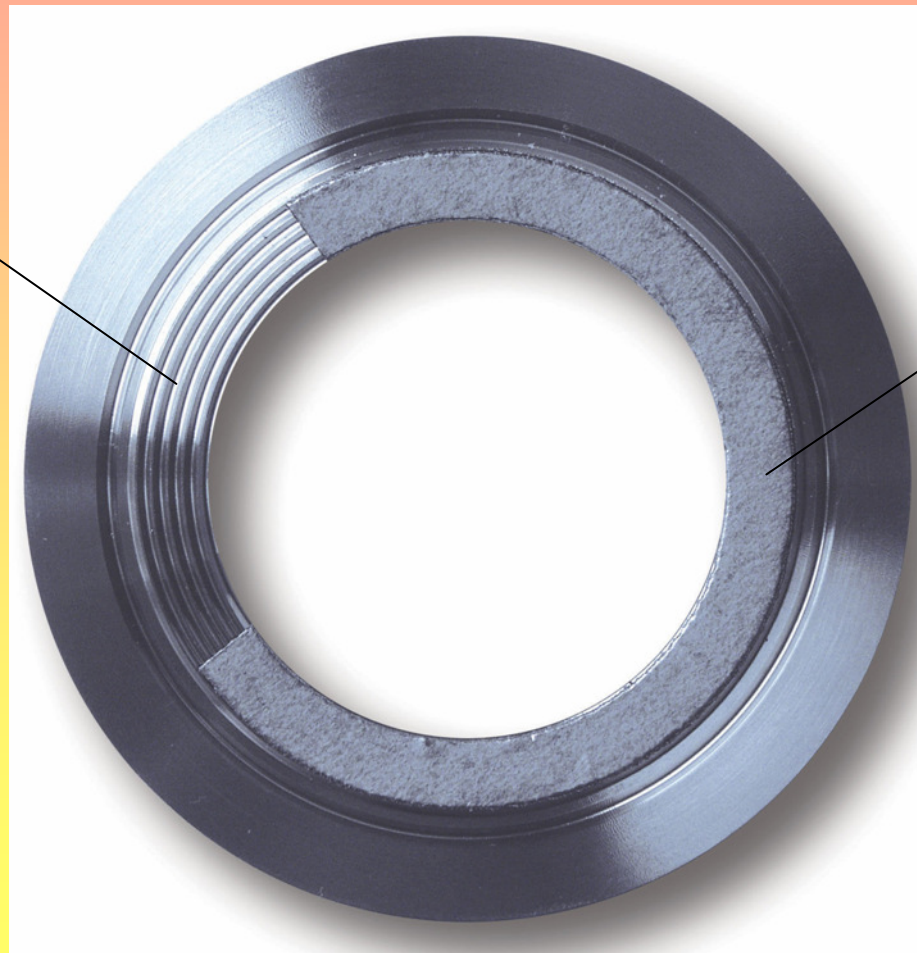
Przykład 2 – uszczelka do połączeń kołnierzowych



**Parametryczne modele 3D
w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu**

Przykład 2 – uszczelka do połączeń kołnierzowych

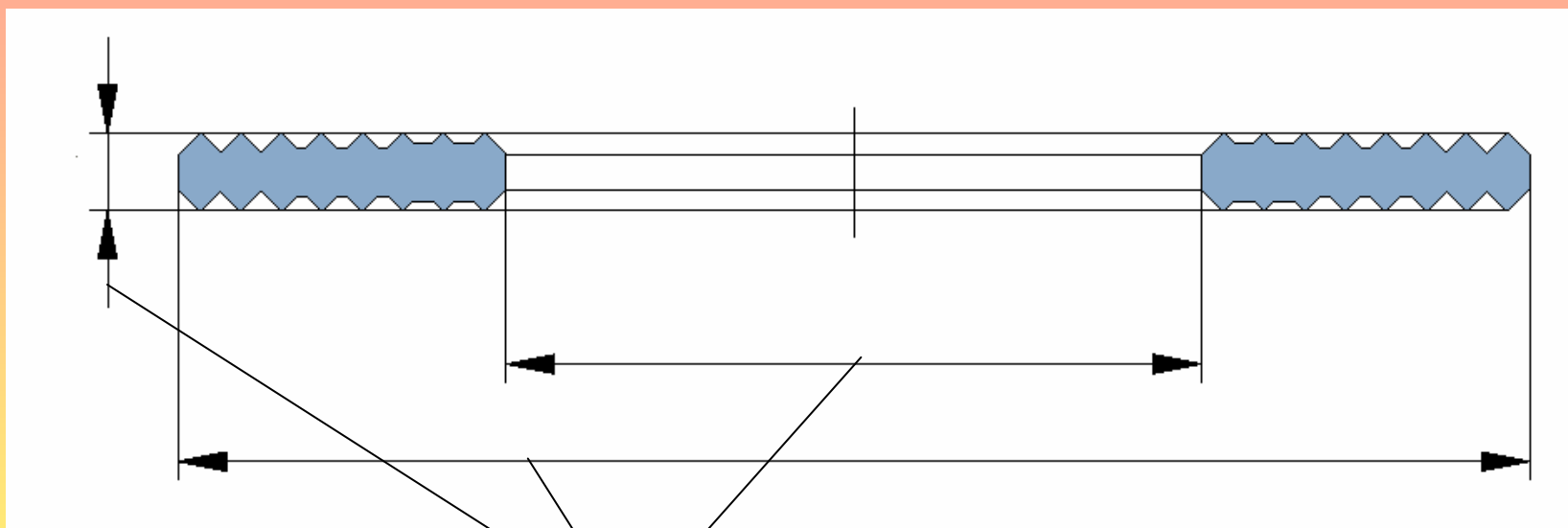
Rdzeń



Okładziny
uszczelniające

Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Przykład 2 – uszczelka do połączeń kołnierzowych



Wymiary użytkownika
(zlecenie)

Pozostałe wymiary
uzgadniane z normami
zakładowymi

Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Przykład 2 – uszczelka do połączeń kołnierzowych (arkusz z obliczeniami)

Obliczenia wymiarów rdzeni uszczelnień wielokrawędziowych MWK15

Dane wejściowe

		Tolerancja
d1	36	
d2	70	
S	2.1	0.2
g1	0.8	
g2	0.75	
g3	0.5	
Ls	0.1	0.05
w	1	1
G	4	

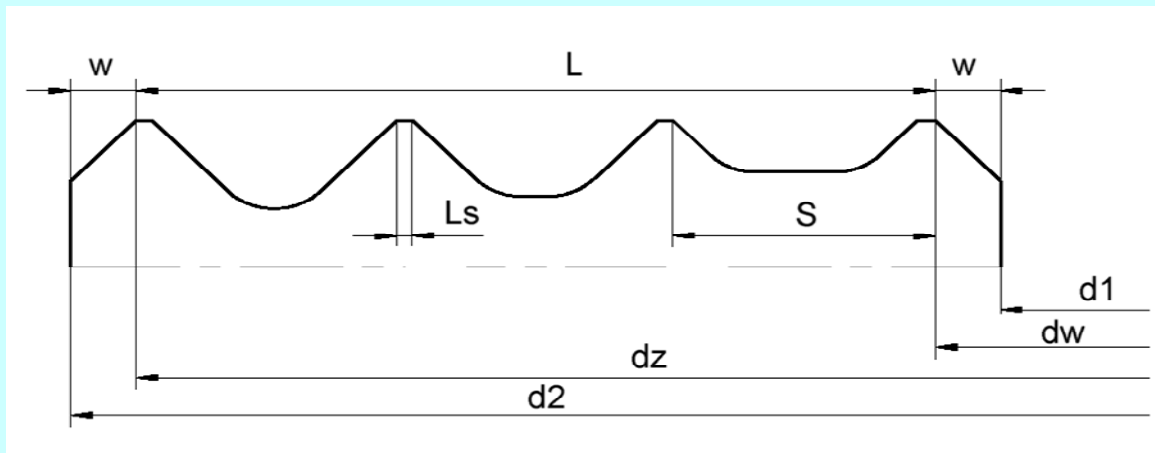
Obliczenia

dz	67.8		
dw	38.2		
L	14.80		
N0	7.0000		
N	7		
Delta	0.0000		
S	2.1	2.3	1.9
Ls	0.1	0.15	0.05
w	1.1	2	0
N1	2	Strefa 1	4.3
N2	3	Strefa 2	6.3
N3	2	Strefa 3	4.2
N	7	L	14.80
	OK		OK

N mod 3	1
N/3	2.33
TR(N/3)	2

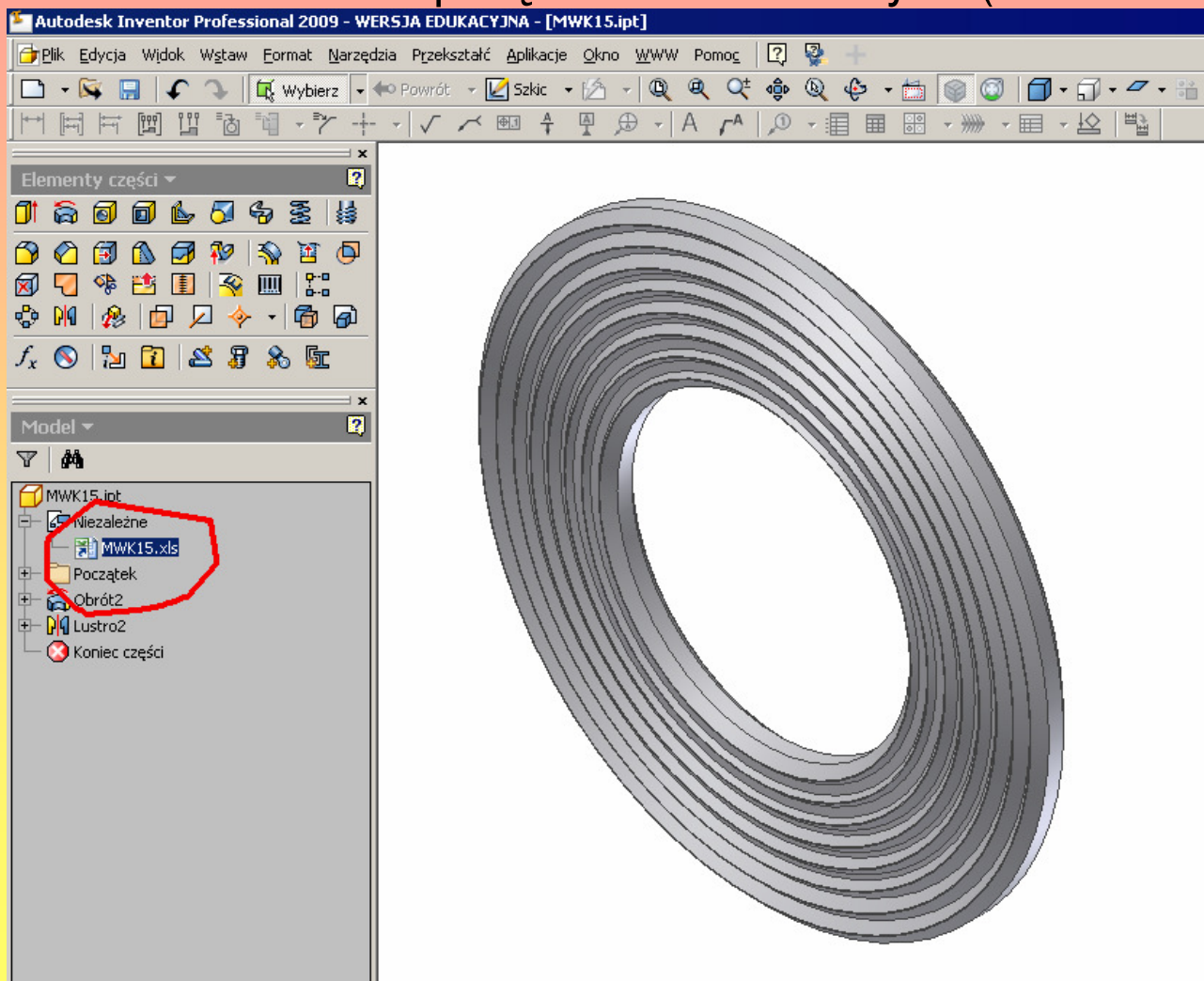
Reset

5
5
5
max



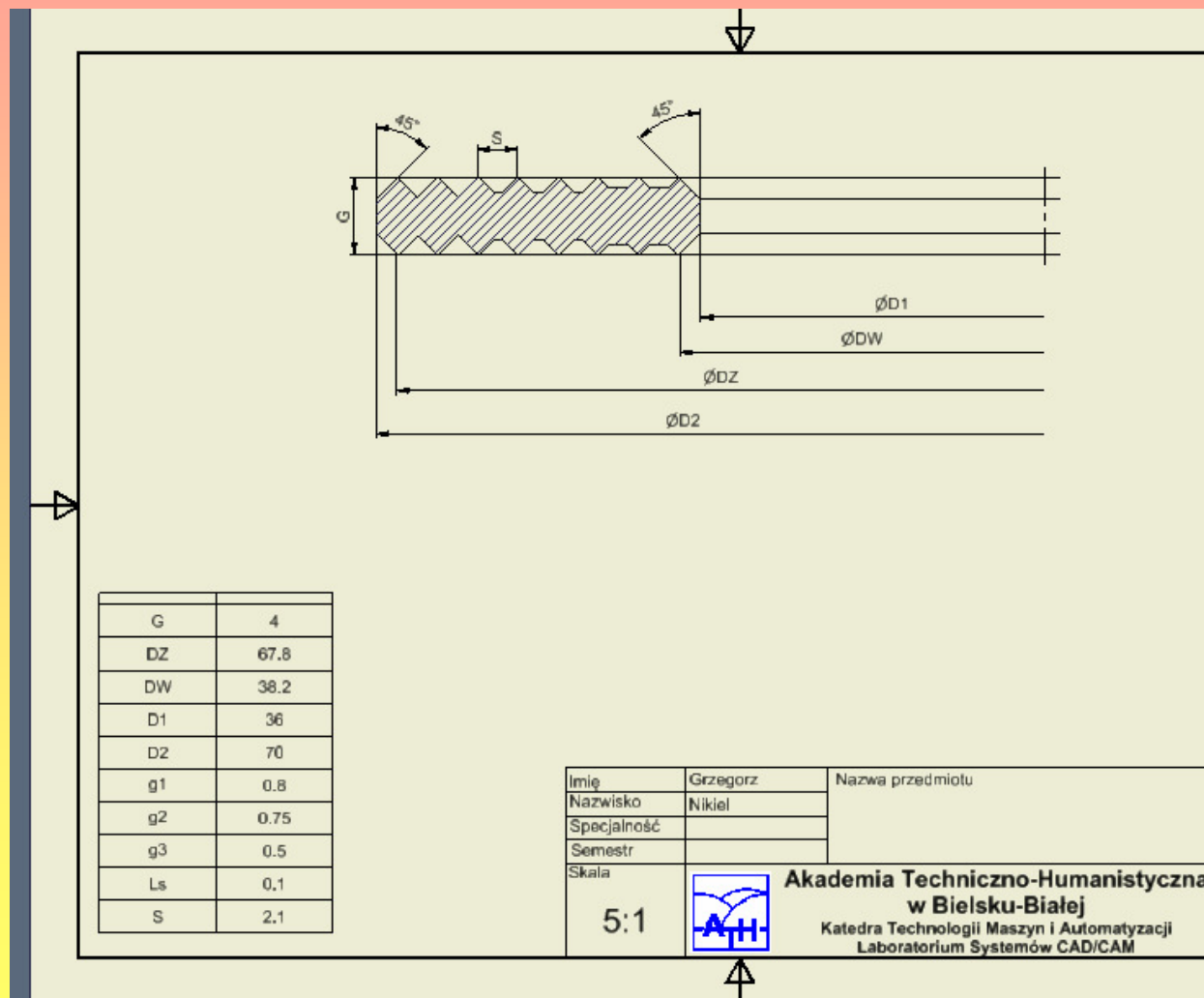
Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Przykład 2 – uszczelka do połączeń kołnierzowych (model 3D)



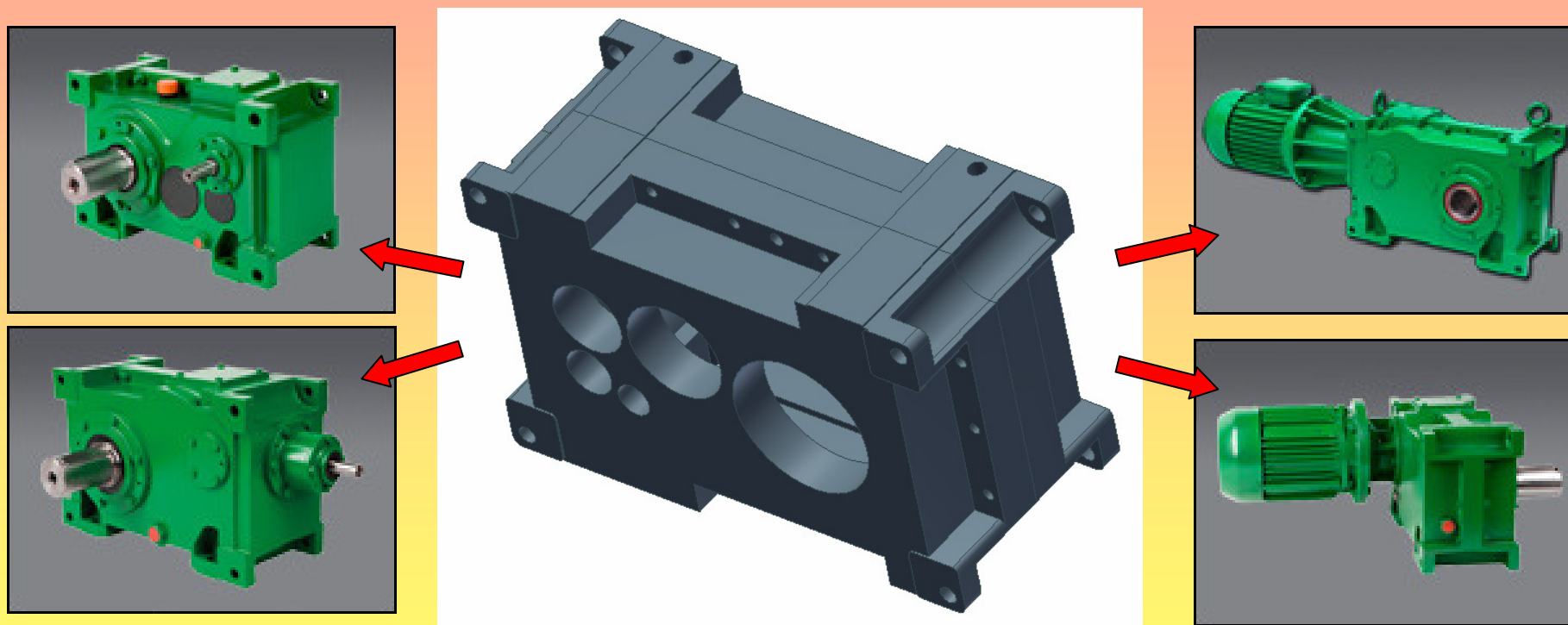
Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Przykład 2 – uszczelka do połączeń kołnierzowych (model 2D)



**Parametryczne modele 3D
w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu**

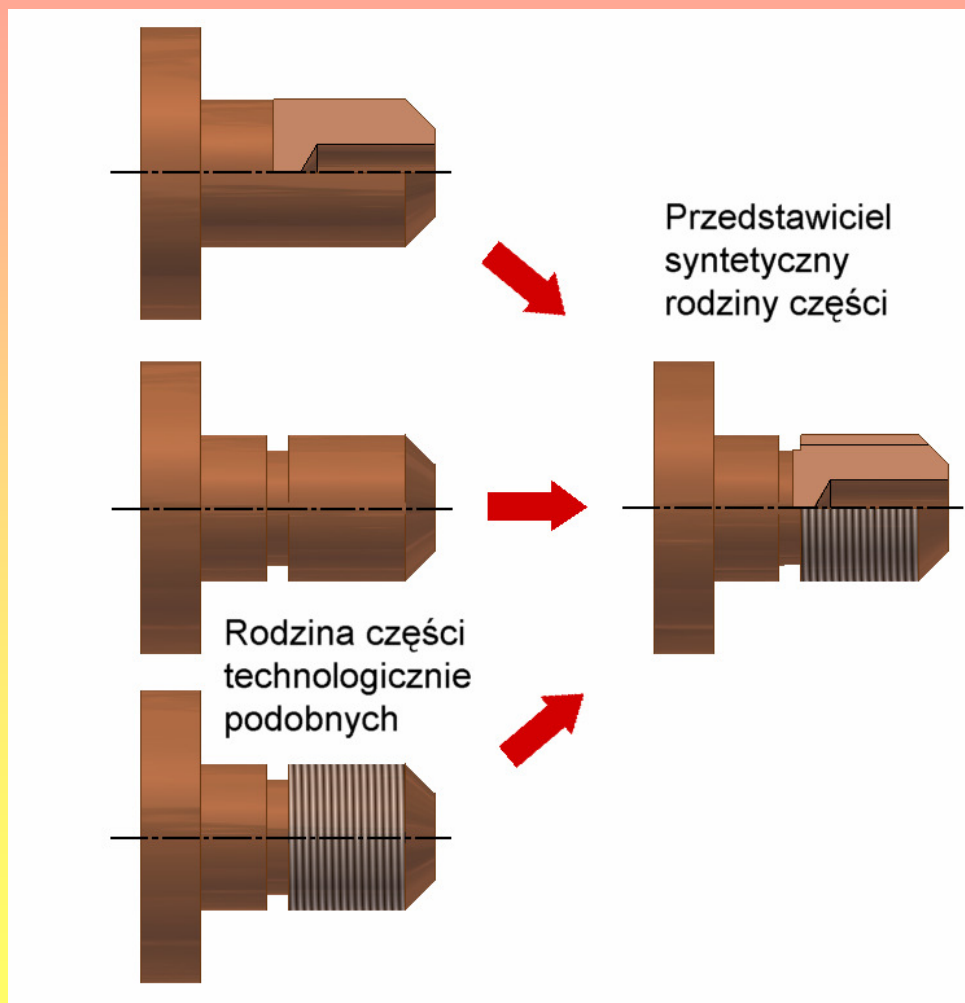
Przykład 3 – korpus reduktora zębatego walcowego



Przedstawiciel syntetyczny rodziny korpusów
technologicznie podobnych (Technologia
Grupowa)

Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Przykład 3 – korpus reduktora zębatego walcowego



Technologia grupowa: grupowanie części wytwarzanych w rodziny części technologicznie podobnych dla przyspieszenia projektowania procesu wytwarzania i redukcji kosztów projektowania/wytwarzania.

Technologia grupowa pozwala na wytwarzanie pojedynczych sztuk wyrobów w warunkach produkcji seryjnej.

Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Przykład 3 – korpus reduktora zębatego walcowego

Microsoft Excel - Parametry.xls

Plik Edycja Widok Wstaw Format Narzędzia Dane Okno Pomoc

100%

Arial 10 B I U

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1						Korpusy reduktorów o pionowej płaszczyźnie podziału					
2											
3											
4		250									
5											
6						250	300	315			
7	d2000	933	mm	Długość korpusu		728	933	1115			
8	d2001	615	mm	Szerokość korpusu		466	615	815			
9	d2002	15	mm	Promień zaokrąglenia korpusu		15	15	20			
10	d2003	205	mm	Wysokość korpusu		166	205	255			
11	d2004	303	mm	Położenie osi otworu III		225	303	360			
12	d2005	139	mm	Odległość do osi otworu z prawej strony		100	139	200			
13	d2006	468	mm	Odległość do osi otworu z lewej strony		372	468	600			
14	d2007	100	mm	Szerokość wypustu na dolnej stronie		90	100	160			
15	d2008	5	mm	Głębokość odsadzenia pod wlewem oleju		3	5	5			
16	d2009	310	mm	Położenie osi otworu III		236	310	407.5			
17	d2010	270	mm	Średnica otworu osi III		215	270	290			
18	d2011	120	mm	Bok łapy mocującej		80	120	150			
19	d2012	10	mm	Promień zaokrąglenia łapy mocującej		8	10	10			
20	d2013	55	mm	Promień wycięcia pod łapami		50	55	60			
21	d2014	80	mm	Długość wycięcia pod łapami		60	80	80			

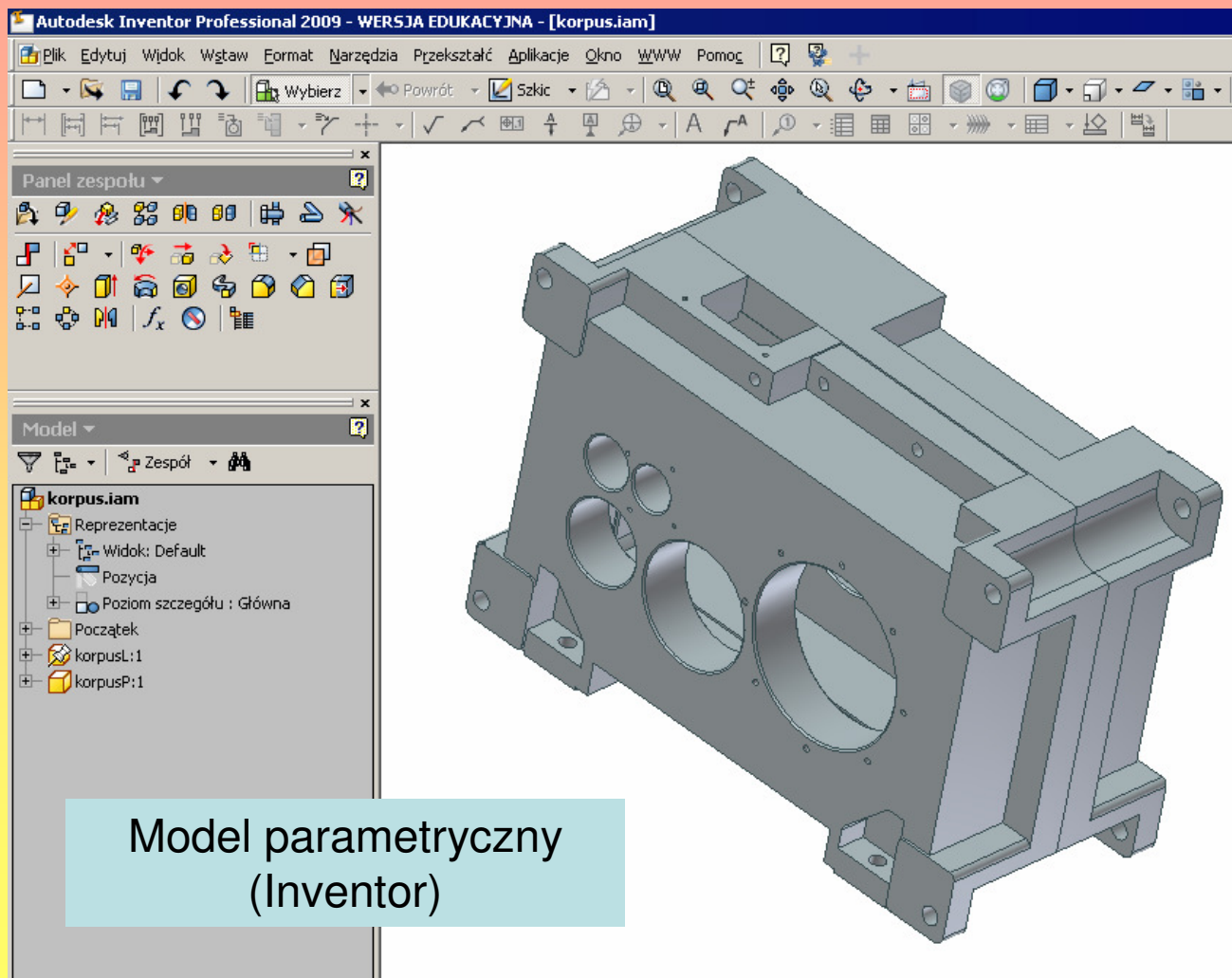
Baza danych (Excel)

© Befared Bielsko-Biała

© Grzegorz Nikiel, Bielsko-Biała 2010

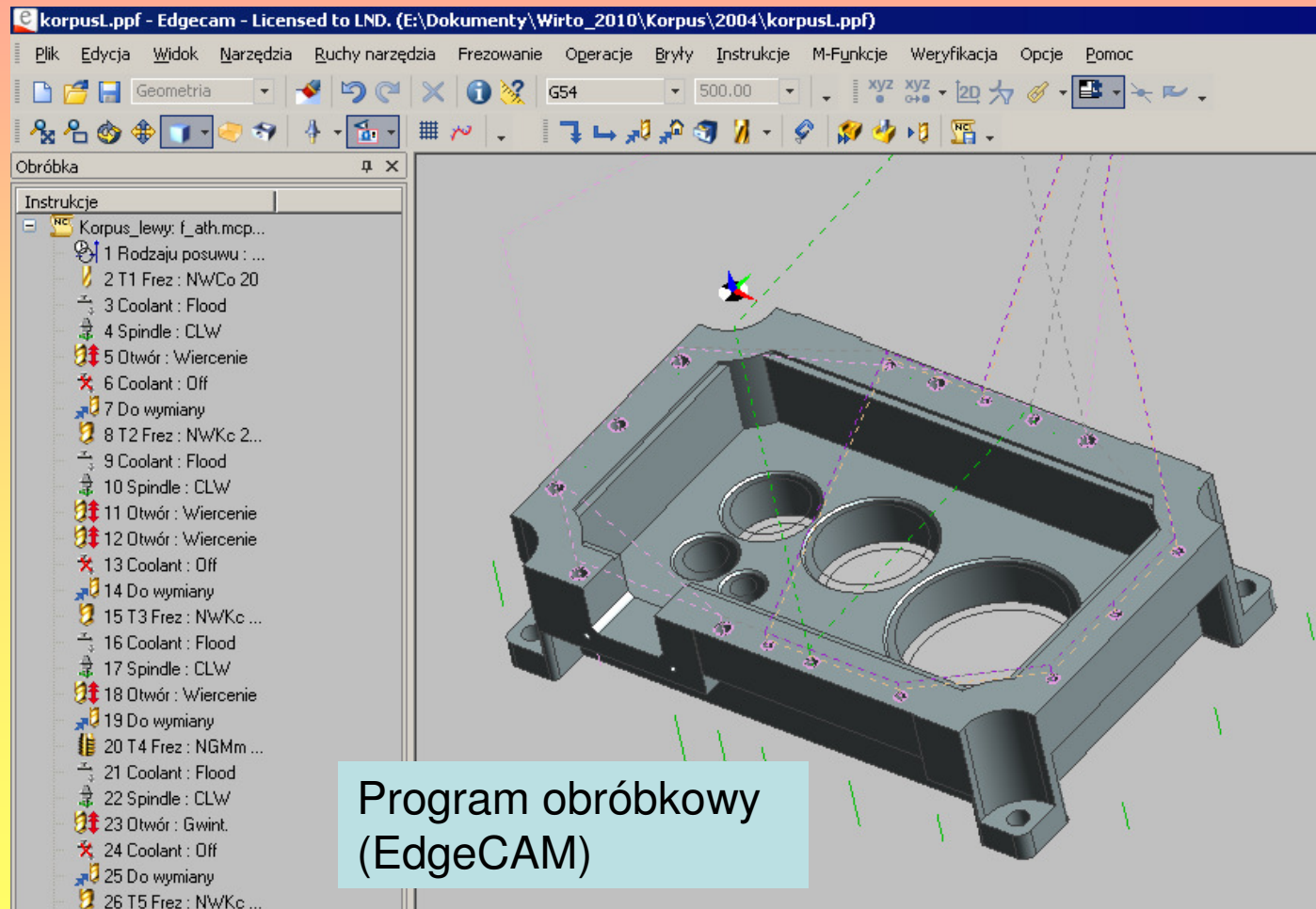
Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Przykład 3 – korpus reduktora zębatego walcowego



Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Przykład 3 – korpus reduktora zębatego walcowego



Parametryczne modele 3D w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu

Podsumowanie

Bryłowe modele parametryczne to:

1. Łatwość modyfikacji modelu (ręcznie lub poprzez zewnętrzne źródła danych)
2. Możliwość „sterowania” modelem z aplikacji zewnętrznych
3. Asocjatywna współpraca z aplikacjami CAD/CAM przy wspomaganym komputerowo projektowaniu programów obróbkowych CNC
4. Wymagane bardziej staranne i przemyślane modelowanie (metodyka modelowania)

**Parametryczne modele 3D
w komputerowo wspomaganym projektowaniu i wytwarzaniu**

Dziękuję za uwagę !!

