

Piotr Penkała*, Mirosław Malec**

PARAMETRYZACJA CECH GEOMETRYCZNYCH MODELU W SYSTEMIE CATIA V5

WSTĘP

Zastosowanie parametryzacji cech geometrycznych modeli ma wielkie znaczenie i szerokie zastosowanie. Bezpośrednio w module Part Design mamy dostęp do grupy narzędzi o wspólnej nazwie „Knowledge”. Do grupy tej należą narzędzia Formula, Low \ Design Table oraz Knowledge Inspector. Grupa tych narzędzi jest wspólna dla wszystkich modułów. Zastosowanie parametryzacji jest szczególnie korzystne w odniesieniu do modeli odwzorowujących obiekty (elementy), których cechy geometryczne podlegają normalizacji[6]. Przykładami obiektów (elementów) z branży mechanicznej, których cechy geometryczne podlegają normalizacji, są m.in. śruby, wkręty, nakrętki, podkładki, łożyska ślizgowe i toczne, wpusty, sprzęgła, siłowniki, sworznie itp. Wszystkie te elementy tworzą zwykle typoszeregi wymiarowe, których poszczególne egzemplarze nie różnią się (zwykle) od siebie postacią, ale właśnie układem wymiarów. Dlatego też wykonanie modelu parametrycznego danego obiektu umożliwi wygenerowanie dowolnego egzemplarza wymiarowego, należącego do jego typoszeregu. Jak można z tego łatwo wnioskować, dysponowanie modelami parametrycznymi znacznie przyspiesza proces projektowo-konstrukcyjny i czyni go zdecydowanie wydajniejszym.

PARAMETRY MODELU PODŁOGI DŹWIGU ELEKTRYCZNEGO

Opis postaci modelu

Jako przykład modelu parametrycznego przedstawiono model podłogi dźwigu elektrycznego (rys. 1). Wszystkie cechy geometryczne tego modelu są zależne od szerokości i długości podłogi, gdzie:

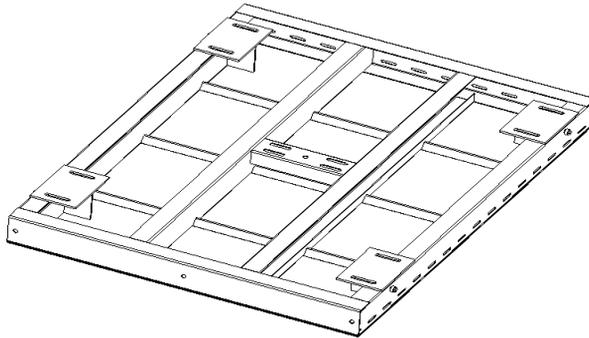
a – szerokość podłogi (stosowana w zakresie 930 – 1000 mm);

b – długość podłogi (stosowana w zakresie 930 – 1280 mm);

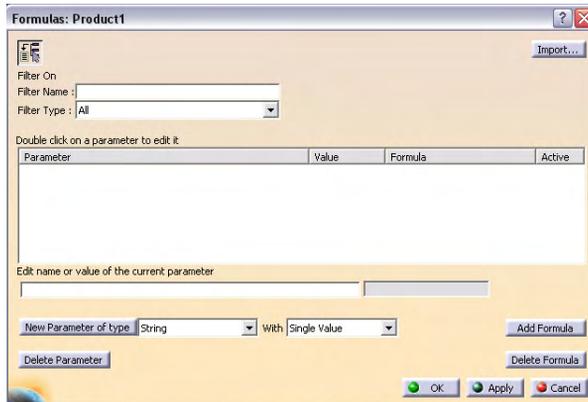
c – przesunięcie osi prowadnic względem osi podłogi.

* Piotr PENKAŁA – Instytut Technologicznych Systemów Informacyjnych, Wydział Mechaniczny, Politechnika Lubelska.

** Mirosław MALEC – Katedra Podstaw Techniki, Wydział Podstaw Techniki, Politechnika Lubelska.

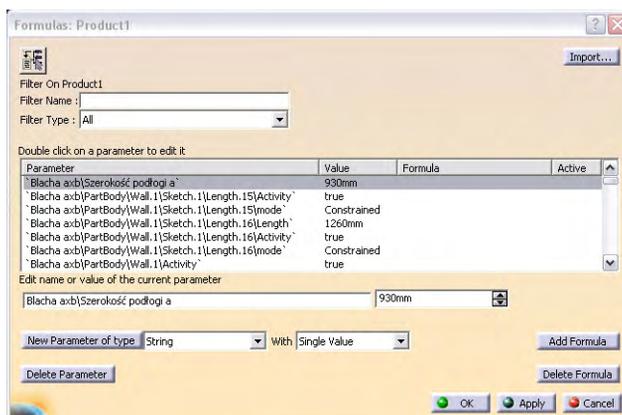


Rys. 1. Rysunek poglądowy podłogi dźwigu elektrycznego



Rys. 2. Okno dialogowe narzędzia Formuła

W głównej części okna programu widzimy listę zawierającą nazwy parametrów cech modelu, ich aktualnych wartości, ewentualnie przypisanych im formuł i ich uaktywnienia. Każda cecha geometryczna czy tworzywowa modelu jest reprezentowana w postaci parametru o danej wartości. Nazwy tych parametrów są generowane przez system automatycznie i odpowiadają zawartości drzewa struktury modelu. Stosowanie domyślnych nazw parametrów jest jednak dość uciążliwe. Dlatego też dokonamy zmiany niektórych nazw. Aby zmienić nazwę wspomnianego parametru, należy myszką wskazać stosowną pozycję na liście „Parameter”. Nazwa parametru pojawi się w polu *Edit name or value of the current parameter*. Aby zatwierdzić nową nazwę, „klikamy” myszką przycisk „Apply”. Zmieniamy nazwę parametru szerokości podłogi. W tym celu włączamy funkcję *formula* i wskazujemy na część, której chcemy zmieniać parametry. Po zaznaczeniu całości będziemy widzieć w oknie wszystkie parametry, a przy większych złożeniach może być trudne znalezienie właściwego. Ułatwieniem szukania są filtry znajdujące się w lewej górnej części okna (rys. 3). Po znalezieniu

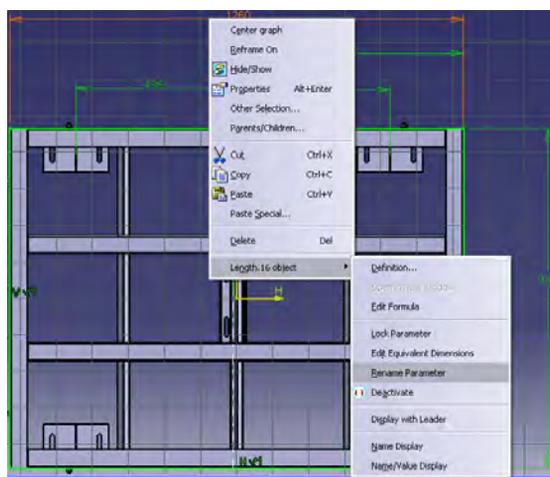


Rys. 3. Okno Formula – zmiana nazwy parametrów

parametry szerokości podłogi o nazwie *Blacha axb\PartBody\Wall.1\Sketch.1\Length.15\Length*, wpisujemy jego nową nazwę i zatwierdzamy *Apply*.

Drugim sposobem na zmianę nazwy jest zmiana od razu po nadaniu wymiaru. W tym celu kursorem wskazujemy na wymiar, „klikamy” prawym klawiszem myszki i z menu podręcznego wybieramy polecenie *Lenght.XX object* i następnie po rozwinięciu kolejnego menu wybieramy *Rename Parameter* (rys. 4). Po pojawieniu się okna zmiany nazwy wpisujemy nową nazwę (rys. 5).

Ten sposób jest znacznie wygodniejszy, ponieważ nie trzeba szukać danego wymiaru i jest mniejsze prawdopodobieństwo pomyłki. Analogicznie postępujemy ze zmianą nazw pozostałych używanych parametrów. Należy pamiętać, aby nazwy parametrów odzwierciedlały nazwy powszechnie parametrów, co znacznie ułatwia wyszu-



Rys. 4. Zmiana nazwy parametru w szkicowniku

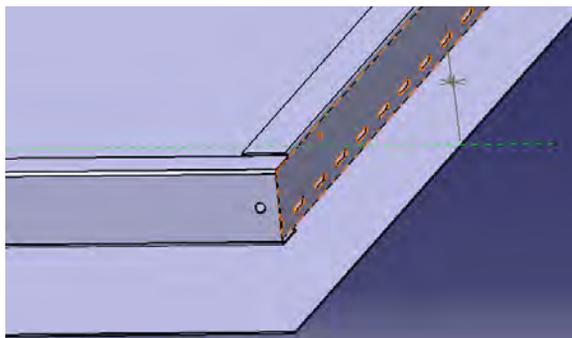


Rys. 5. Okno zmiany nazwy parametru

kiwanie parametrów, gdy nie zna się ich nazwy. Jeżeli parametryzuje się części znormalizowane najlepiej używać nazw używanych w normach.

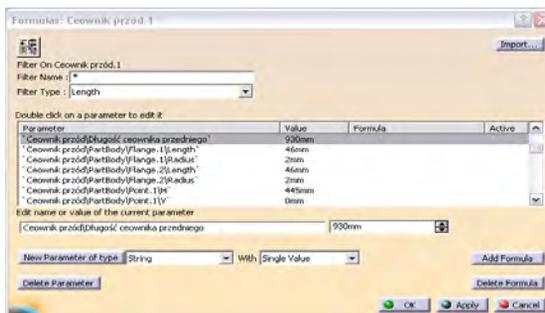
DEFINIOWANIE FORMUŁ

Parametryzacji podlegają nie tylko wymiary elementu, ale również wymiary więzów (*offset*, *Angle*) i wiele innych parametrów. Definiując formuły przy większym złożeniu trzeba się najpierw dobrze zastanowić, jakie są między nimi zależności. W przypadku opisywanej podłogi głównymi wymiarami będą szerokość i długość podłogi – od tych wymiarów będzie wszystko zależne.

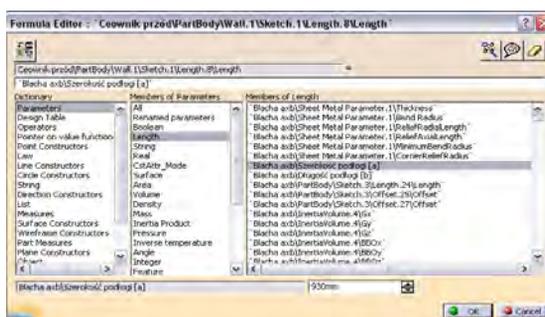


Rys. 6. Widok więzów pomiędzy ceownikami a blachą podłogi

Pomiędzy powierzchniami bocznymi ceowników a blachy są nadane więzy, co powoduje, że wraz ze zmianą wymiarów blachy będzie się zmieniało ich położenie, jednak ich długość się nie zmienia. W celu zdefiniowania formuły i parametru długości korzystamy z narzędzia *f(x) - formula*. Następnie wskazujemy na drzewie *Ceownik przód* (pokazują tylko parametry wskazanego elementu) z listy *Filter type* wybieramy *Lenght* i szukamy długości ceownika (rys. 7). Po znalezieniu parametru długości „klikamy” na przycisk *Add Formula*. Po pojawieniu się okna „Formuła Editor” z okna „Members of Parameters” wybieramy *Lenght*. Ponieważ długość ceownika będzie równa szerokości blachy, szukamy parametru szerokości blachy i „klikamy” na niego dwukrotnie, tak, aby się pokazał w górnym oknie równania. Następnie zatwierdzamy „OK”. Analogicznie postępujemy z ceownikiem tylnym.



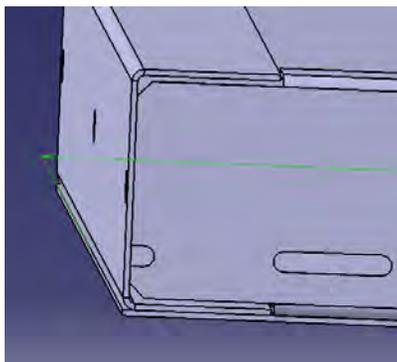
Rys. 7. Dodawanie formuły



Rys. 8. Okno edycyjne formuły.

W przypadku ceowników bocznych ich długość nie jest równa długości blachy, ponieważ jest krótsza o grubość blachy ceownika przedniego oraz tylnego.

W tym celu dodajemy formułę podobnie, jak w przypadku ceownika przedniego, jednak przed jej zatwierdzeniem dodajemy działanie arytmetyczne. Po dwukrotnym „kliknięciu” na parametrze *Długości podłogi* stawiamy kursor w oknie równania za



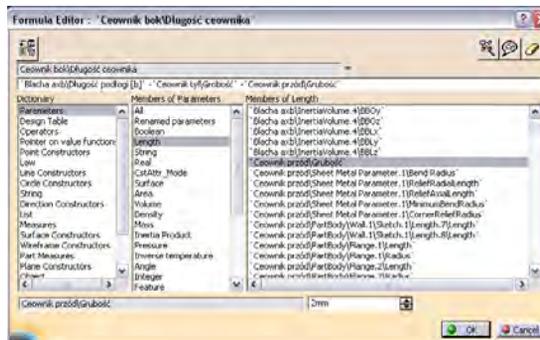
Rys. 9. Długość ceownika bocznego krótsza o grubość blachy.

dodanym parametrem długości podłogi i wpisujemy tam znak minusa '-'. Następnie szukamy parametru grubości ceownika przedniego i „klikamy” na niego dwukrotnie dodając go do równania. Powinien się pojawić po znaku '-'. Podobnie postępujemy z grubością ceownika tylnego. Wynikiem tego powinno być równanie:

$$\text{Ceownik bok} \backslash \text{Długość ceownika} = \langle \text{Blacha axb} \backslash \text{Długość podłogi [b]} \rangle - \langle \text{Ceownik tył} \backslash \text{Grubość} \rangle - \langle \text{Ceownik przód} \backslash \text{Grubość} \rangle,$$

co oznacza, że długość ceownika równa się różnicy długości podłogi oraz grubości ceowników przedniego i tylnego. W naszym przypadku długość ceownika = 1260-2-2 = 1256 mm.

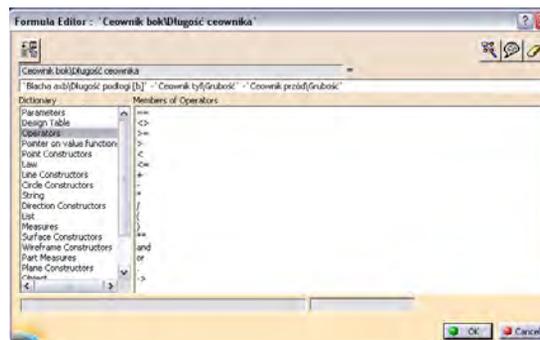
Wystarczy zdefiniować parametry tylko dla jednego ceownika bocznego, ponieważ drugi jest tylko „linkiem” i korzysta z tego samego pliku, któremu są przypisane wszystkie parametry.



Rys. 10. Końcowa postać formuły długości ceownika bocznego

Działanie arytmetyczne możemy wprowadzać na dwa sposoby:

- wybieranie parametrów z listy i wprowadzanie znaków działań z klawiatury,
- wybór działań z listy *Operators* gdzie mamy do dyspozycji główne działania matematyczne.

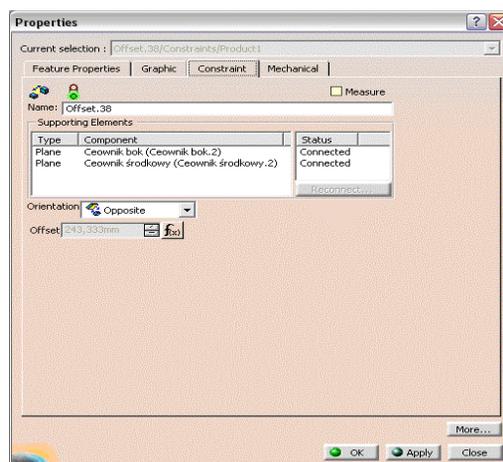


Rys. 11. Lista funkcji matematycznych

Również w zakładce *Math* mamy dużo funkcji trygonometrycznych, logarytmicznych oraz statystycznych. W przypadku ceowników środkowych długość wprowadzamy tak samo, jak dla ceowników bocznych, natomiast w celu ich prawidłowego położenia, wprowadzamy następujące więzy:

-  *Contact Constraint* – pomiędzy powierzchniami: dolną ceownika a górną blachy (axb), czołową przednią ceownika środkowego a wewnętrzną ceownika przedniego. W ten sposób uzyskujemy rozwiązane usytuowanie wzdłuż podłogi, pozostaje jeszcze usytuowanie w drugim kierunku (szerokości). Ponieważ wprowadzamy dwa ceowniki środkowe i chcemy, aby były rozstawione w równych odcinkach,
-  więzy odległości *Offset* nadajemy pomiędzy powierzchniami wewnętrznymi ceowników (bocznego i środkowego).

Następnie ceownik wyszukujemy w oknie „Formuła”, jego nazwa jest nadawana automatycznie i przyjmuje postać: *Constraints\Offset.xx\Offset.xx\Offset*, gdzie xx oznacza numer nadanego z kolei więzu. W celu zmiany tej nazwy wybieramy ją na drzewie, a następnie „klikając” prawym klawiszem myszki z menu podręcznego wybieramy *Properties* i zakładkę *Constraint*, gdzie w polu „Name” możemy zmienić nazwę.



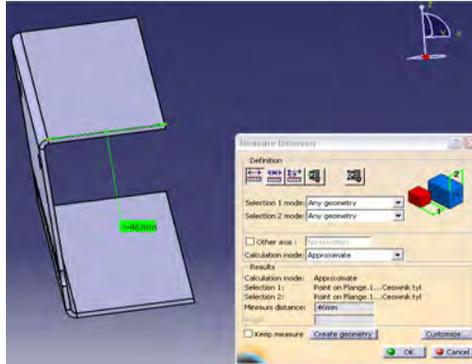
Rys. 12. Zmiana nazwy więzu

Gdy już znajdziemy w oknie „Formuły” właściwy „Constraint” „klikamy” na przycisk „Add Formula” w celu dodania równania matematycznego. Końcowa postać równania powinna wyglądać w sposób następujący:

$$\left(\left(\text{Blacha axb} \backslash \text{Szerokość podłogi [a]} \right) \left(-2 * \left(\left(\text{Ceownik bok} \backslash \text{PartBody} \backslash \text{Flange.1} \backslash \text{Length} \right) \left(+ \left(\text{Ceownik bok} \backslash \text{Sheet Metal Parameter.1} \backslash \text{Bend Radius} \right) \right) - 2 * \left(\left(\text{Ceownik środkowy} \backslash \text{PartBody} \backslash \text{Flange.3} \backslash \text{Length} \right) \left(+ \left(\text{Ceownik środkowy} \backslash \text{Sheet Metal Parameter.1} \backslash \text{Bend Radius} \right) \right) \right) \right) / 3$$

gdzie:

Flange.x\Length – szerokość prostej części półki ceownika (odległość na rys. 13),
Sheet Metal Parameter.1\Bend Radius – promień zagięcia (odległość na rys. 14).



Rys. 13. Graficzne przedstawienie długości *Flange.x\Length*



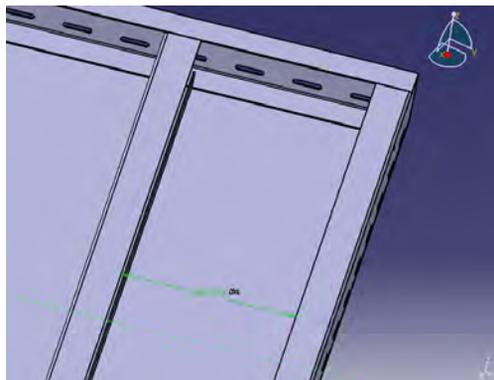
Rys. 14. Graficzne przedstawienie długości *Bend Radius Flange.x\Length*

Suma tych dwóch parametrów daje nam całkowitą szerokość półki ceownika. Logicznie równanie możemy zapisać w postaci

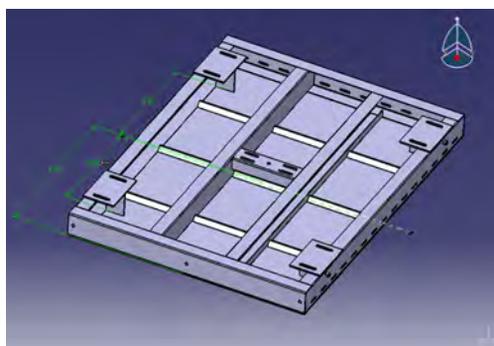
$$\text{rozstaw} = \frac{\text{szer. podłogi} [a] - 2 \cdot \text{szer. ceownika. boczny} - 2 \cdot \text{szer. ceownika. środkowy}}{3}$$

Wynik tego równania daje nam odległość pokazaną na rys. 15. W podobny sposób postępujemy z drugim ceownikiem środkowym, jak i z kątownikami rozmieszczonymi poprzecznie.

Na rys. 16 przedstawiono wygląd całej podłogi. Parametryzacja powinna być wykonana tak, aby wszystkie pola, na które została podzielona blacha poprzez ceowniki i kątowniki były sobie równe. Tak samo ceownik mocujący powinien znajdować się w osi prowadnic.



Rys. 15. Odległość pomiędzy ceownikami



Rys. 16. Widok podłogi po parametryzacji

Wszelkie zmiany wartości, jak i parametrów, żeby były widoczne wymagają aktualizacji. Po jakiegokolwiek zmianie element jest podświetlany na czerwono i podświetla się ikona  *Update All*. Jeżeli parametryzacja została przeprowadzona prawidłowo oraz wszystkie więzy zostały nadane prawidłowo i siebie nie wykluczają, ikona zgaśnie, a element zmieni swoje gabaryty (jeżeli zostały wprowadzone inne). Dobrym sposobem jest częste używanie tej ikony (jeżeli się zapala), co znacznie ułatwia wyszukanie błędów, jeżeli takowe się pojawią.

TABLICA PROJEKTOWA

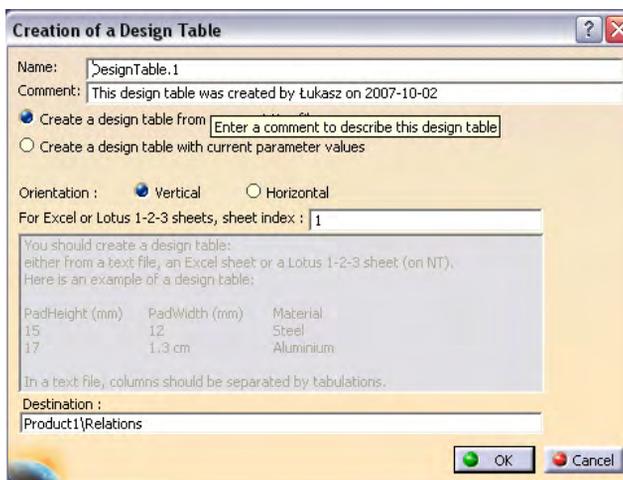
Następnym bardzo przydatnym etapem parametryzacji jest stworzenie tablicy projektowej –  – *Design Tabele*, w której możemy umieścić dane. Najpopularniejsze i najbardziej powszechne są tablice w *MS Excel*. W tym celu możemy stworzyć tablicę projektową wcześniej, a następnie podpiąć „link”. Wartości tych parametrów, tworzą

typoszereg wymiarowy. Ich użycie będzie powodowało zmiany wartości parametrów opisujących geometrię modelu.

Tabela 1. Podstawowe wymiary podłogi

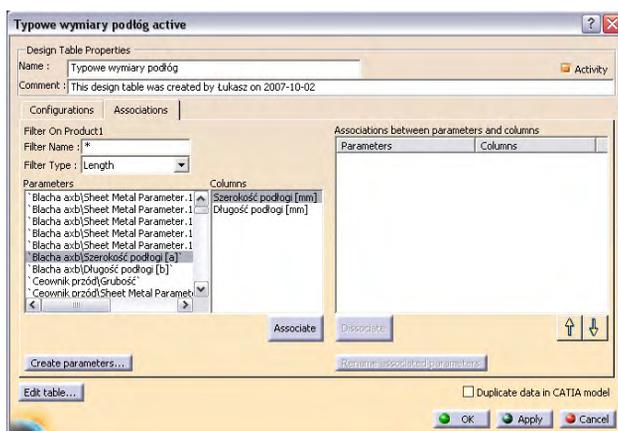
	A	B
1	Szerokość podłogi (mm)	Długość podłogi (mm)
2	930	1030
3	930	1130
4	930	1180
5	930	1230
6	930	1260
7	930	1280
8	960	1260
9	960	1280
10	1000	1180
11	1000	1230
12	1000	1280

Bardzo ważna jest nazwa kolumny, może być ona dowolna, pod warunkiem umieszczenia na końcu tej nazwy jednostki miary w nawiasie okrągłym. Czyli na końcu każdej nazwy kolumny powinien się znajdować dopisek „(mm)”. W przypadku braku dopisanych jednostek lub napisanie w innym nawiasie wystąpi niezgodność jednostek pomiędzy plikiem w Excelu a „Partem” w Catii. Mając więc stosowny plik z danymi opisującymi parametry modelu możemy utworzyć z niego tablicę projektową. Tablica ta nie jest niczym innym, jak swego rodzaju pomostem pomiędzy plikiem arkusza kalkulacyjnego, a plikiem modułu Part Design. W celu jej utworzenia wskazujemy myszką ikonę narzędzia Design Table. Uaktywnia się okno dialogowe narzędzia.



Rys. 17. Okno kreatora tablicy projektowej

W polu Name wpisujemy nazwę tablicy projektowej. W naszym przypadku będzie to nazwa *Tablica projektowa* z wymiarami typowych podłóg dźwigu elektrycznego. Zawartość pola „Comment” możemy pozostawić bez zmian. Następnie zaznaczamy polecenie *„Create a design table from a pre-existing file”*, ponieważ wcześniej utworzyliśmy stosowny plik. W polu „Destination” widzimy aktualną nazwę modelu. Gdybyśmy wcześniej nie utworzyli pliku z wartościami parametrów, tablicę można by było utworzyć, zaznaczając polecenie *Create a design table with current parameter values*. Operację nadania nazwy i wyboru sposobu utworzenia tablicy projektowej kończymy klikając przycisk „OK”. Następnie w nowo otwartym oknie wskazujemy ścieżkę dostępu do pliku i otwieramy tabelę. W uaktywnionym oknie dialogowym zmieniamy zakładkę na Associations. W oknie *Parameters* widzimy wszystkie parametry naszego modelu, natomiast w oknie *Columns* są kolumny z naszej tabeli. W celu łatwiejszego znalezienia właściwych parametrów (długości i szerokości podłogi) z listy *Filter Type* wybieramy Length. Ponieważ szerokość i długość blachy podłogi są wymiarami zmiennymi i wszystkie wymiary są od nich uzależnione musimy dwie kolumny tabeli powiązać właśnie z tymi wymiarami. W oknie *Parameters* wybieramy przez podświetlenie *Blacha axb\Szerokość podłogi [a]*, a w oknie *Columns* wybieramy szerokość podłogi (nazwa kolumny) i zatwierdzamy przyciskiem *Associate*.



Rys. 18. Powiązanie parametrów tablicy z parametrami modelu.

Powiązanie powinno się pokazać w trzecim oknie *Associations between parameters and columns*. Analogicznie postępujemy z „długością podłogi”.

WNIOSKI

Aktualnie w każdym przedsiębiorstwie dąży się do jak największej automatyzacji, szczególnie produkcji, ale również i prac inżynierskich. Postęp w programach CAD spowodował, że część pracy systemy wykonują same. Faktem jest, że komputer nie wykona wszystkiego sam i potrzebna jest wiedza inżynierska aby rysunki zostały zrobione prawidłowo. Możemy jednak znacznie to zautomatyzować poprzez parametryzację modelu, tworzenie skryptów VBA wstawiających automatycznie tabelkę rysunkową oraz jej uzupełnienie, jak i wiele innych rzeczy, w zależności od przedsiębiorstwa. Dla przykładu wyobraźmy sobie tworzenie rysunku zestawieniowego dla podłogi dźwigu elektrycznego. Rysunek posiada wiele detali oraz rzutów, które należy rysować osobno, również wymiarowanie takiego rysunku jest bardzo pracochłonne. Przy produkcji seryjnej produkowane podłogi posiadają różne wymiary gabarytowe, a co się z tym wiąże różne wymiary poszczególnych elementów. Dla zautomatyzowania takich rysunków musielibyśmy posiadać kilkanaście szablonów, które trzeba by było edytować i dostosowywać do najbardziej zbliżonej podłogi.

Literatura

1. Penkała P., Dobiaszewski M.: *Use of CAD software in the assembly of gear pump*. ИНЖЕНЕР.Студенческий научно-технический журнал. ДонНТУ, № 8, с. 149–151, Донецк 2008.
2. Penkała P., Dobiaszewski M.: *A principles of assemblies construction in T-Flex CAD software*, Автоматизация: Проблемы, Идеи Решения: Материалы междунар. научн.-техн. конф. Изд-во СевНТУ, с. 35–37, Севастополь 2007.
3. Penkała P., Dobiaszewski M.: *An assembly of pump model in In-Flex software*. Прогрессивные Направления Развития Машино-Приборостроительных Отраслей И Транспорта. Материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, с. 131–133, Севастополь 2007.
4. Penkała P., Przychodzeń P.: *The description of modelling, folded riveted constructions, with using the CAD system*. Прогрессивные Направления Развития Машино-Приборостроительных Отраслей И Транспорта» Материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, с. 149–151, Севастополь 2007.
5. Penkała P., Czaramaga T. *The use of CAD/CAM software in part class of frame modeling*. Прогрессивные Направления Развития Машино-Приборостроительных Отраслей и Транспорта. Материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, с. 150–152, Севастополь 2007.
6. Skarka W., Mazurek A.: *CATIA Podstawy modelowania i zapisu konstrukcji*. Wydawnictwo Helion, Gliwice 2003.
7. Winkler T.: *Komputerowe wspomaganie CAD/CAM. Komputerowy zapis konstrukcji*. WNT, Warszawa 1997.
8. Wyleżoł M.: *Modelowanie bryłowe w systemie CATIA. Przykłady i ćwiczenia*. Wydawnictwo Helion, Gliwice 2002.

Streszczenie

System Catia składa się z większej liczby różnych modułów, pomiędzy którymi możliwy jest przepływ informacji (danych). W pracy przedstawiono możliwości, jakie daje współpraca modułu Part Design z modulem Knowledge Advisor. Moduł Knowledge Advisor, należący do grupy Infrastructure, jest przeznaczony do definiowania m.in. reguł, makropoleczeń, równań matematycznych i tzw. „sprawdzeń”, a więc elementów będących głównie środkami reprezentowania wiedzy.

PARAMETERIZATION OF GEOMETRICAL OF MODEL FEATURES IN CATIA v.5 SOFTWARE

Summary

The CATIA software consists of different modules, among which the flow of information is possible. In paper they have presented the possibilities, that gives the collaboration between *Part Design* module and *Knowledge Advisor* module. *Knowledge Advisor* module, belong to *Infrastructure Group* is assigned to for define rules, macro-instructions, mathematic equation and so-called “verification”, and so elements that are mainly the means of knowledge.