

Ćwiczenie nr 11 – Projektowanie parametryczne

Materiały do kursu

Skrypt „CAD – AutoCAD 2D” strony: 135-142.

Wprowadzenie

Od wersji 2010 program AutoCAD oferuje *projektowanie parametryczne*. O projektowaniu parametrycznym mówimy wówczas, gdy kształt i wymiary elementu geometrycznego są jednoznacznie zdefiniowane zestawem liczb (parametrów) oraz zbiorem relacji geometrycznych. Cechą tego typu projektowania jest to, że zmianę wymiarów lub kształtu elementu można zrealizować tylko poprzez zmianę wartości parametrów bez konieczności wykonywania geometrycznych operacji na obiektach.

W *projektowaniu nieparametrycznym* modyfikacje istniejących obiektów są możliwe tylko przez wywołanie odpowiednich poleceń edycyjnych. Ponadto elementy składowe obiektu nie są powiązane ze sobą, co powoduje, że modyfikacje jednego z nich mogą prowadzić do utraty spójności całego obiektu i wymuszają konieczność zmian w innych elementach.

Główną ideą projektowania parametrycznego jest tworzenie projektów, w których wymiary określają geometrię, a nie odwrotnie. Oznacza to, że dany element tworzy całość logiczną i zmiany w wybranym fragmencie danego elementu będą prowadziły do automatycznej modyfikacji w innych fragmentach, z zachowaniem odpowiednich relacji i zależności pomiędzy poszczególnymi jego fragmentami. Na przykład, jeżeli poprawnie zdefiniuje się trójkąt równoramienny, to zmiana długości jednego ramienia powinna powodować zmianę długości drugiego ramienia z zachowaniem, zgodnie z definicją, trójkąta równoramiennego. Aby uzyskać taki efekt, na obiekt trzeba nałożyć tzw. *więzy*, które ograniczą liczbę stopni swobody oraz umożliwiają tylko na zmiany w celu zachowania założonego kształtu. Liczba więzów zależy od projektowanego kształtu i odzwierciedla jego definicję geometryczną.

Więzy

W programie rozróżniono trzy rodzaje więzów: geometryczne, wymiarowe i parametryczne (algebraiczne). Więzy geometryczne służą do zdefiniowania kształtu, czyli relacji położenia i orientacji przestrzennej dla jednego elementu rysunkowego lub kilku elementów. Więzy wymiarowe służą do określenia wymiarów projektowanego elementu, zaś więzy parametryczne do zdefiniowania matematycznych związków między wymiarami, np. ustalenia proporcji między bokami prostokąta.

Więzy geometryczne

Więzy geometryczne służą do zdefiniowania kształtu i stanowią znane z geometrii euklidesowej związki między obiektami geometrycznymi jak np. równoległość, prostopadłość. Program oferuje następujące więzy geometryczne:

- pokrywanie się – dwa punkty pokrywają się, np. końce odcinków,
- współliniowość – dwóch linii lub segmentów liniowych polilinii, jest to szczególny przypadek równoległości,
- koncentryczność – pokrywanie się środków łuków, okręgów i elips,
- unieruchomienie – wskazany punkt ma zablokowaną możliwość zmiany położenia,
- równoległość – dwóch lub więcej linii
- prostopadłość – dwóch linii,
- poziomy – wskazany obiekt (linia) lub dwa punkty są ułożone na linii poziomej,
- pionowy – wskazany obiekt (linia) lub dwa punkty są ułożone na linii pionowej,
- styczny – wskazane obiekty są do siebie styczne,
- gładkie – wymusza przyleganie splajnu z innym obiektem,
- symetryczne – dwa obiekty są symetryczne pod względem lokalizacji,
- równy – dwa identyczne obiekty mają taką samą długość (promień).

Nakładanie więzów zmniejsza liczbę stopni swobody układu. Liczba wstawianych więzów nie może przekroczyć warunku całkowitego ograniczenia, czyli odebrania wszystkich stopni swobody układu. Należy pamiętać, że określony kształt można uzyskać za pomocą wprowadzenia takiej samej liczby, ale innych więzów.

Więzy geometryczne mogą być wstawiane z karty *Parametryczne*/panel *Geometryczny*. Zgromadzone tam przyciski wywołują polecenie **wiązgeom** (**_GeomConstraint**) z odpowiednią opcją rodzaju wiązania. Ponieważ więzy mogą być nakładane na pojedyncze obiekty, np. poziomość, pionowość, unieruchomienie, lub na pary, np. punkt–punkt, obiekt–punkt, to po wyborze rodzaju wiązania mogą być dostępne dodatkowe opcje (**Obiekt, 2Punkty**) precyzujące sposób nakładania więzów.

Do nakładania więzów geometrycznych można wykorzystać polecenie **autowiaz** (**_AutoConstrain**) z ustawieniami określanymi przez zakładkę **AutoWięzyGeom** polecenia **ustawwiazgeom**, które w maksymalnym stopniu ograniczy więzami geometrycznymi grupę obiektów zgodnie z istniejącymi relacjami możliwymi do automatycznego rozpoznania. Warto tę właściwość wykorzystać już na etapie rysowania i jeśli linie mają być np. poziome, pionowe, prostopadłe, to należy je właśnie tak rysować. To ułatwi programowi rozpoznanie i założenie właściwych relacji.

Dodatkowo można zrealizować automatyczne zakładanie więzów geometrycznych już na etapie rysowania przez włączenie przycisku na pasku stanu **Automatyczne tworzenie wiązań** (**INFER**, od wersji 2016 **CONSTRAININFER**).

Więzy wymiarowe

Więzy wymiarowe określane również jako *parametry*, są pewnego rodzaju wymiarem. Różnią się od wymiarów używanych do opisu rysunku (polecenie **wymiar**) możliwością sterowania rozmiarami obiektów, które opisują (wymiarują). Są więc elementem sterującym obiektem, a nie tylko pokazującym wartość określonego wymiaru danego obiektu, np. długość, kąt, promień. Każdy z więzów wymiarowych ma swoją nazwę nadaną przez program (istnieje możliwość jej zmiany), a ich wartości mogą być wprowadzane przez użytkownika bezpośrednio lub wyliczane z zależności algebraicznych na podstawie innych parametrów. Zmiana wartości wiązania może się odbywać poprzez edycję poszczególnych więzów. Występują cztery rodzaje więzów wymiarowych (polecenie **wiazaniawym**):

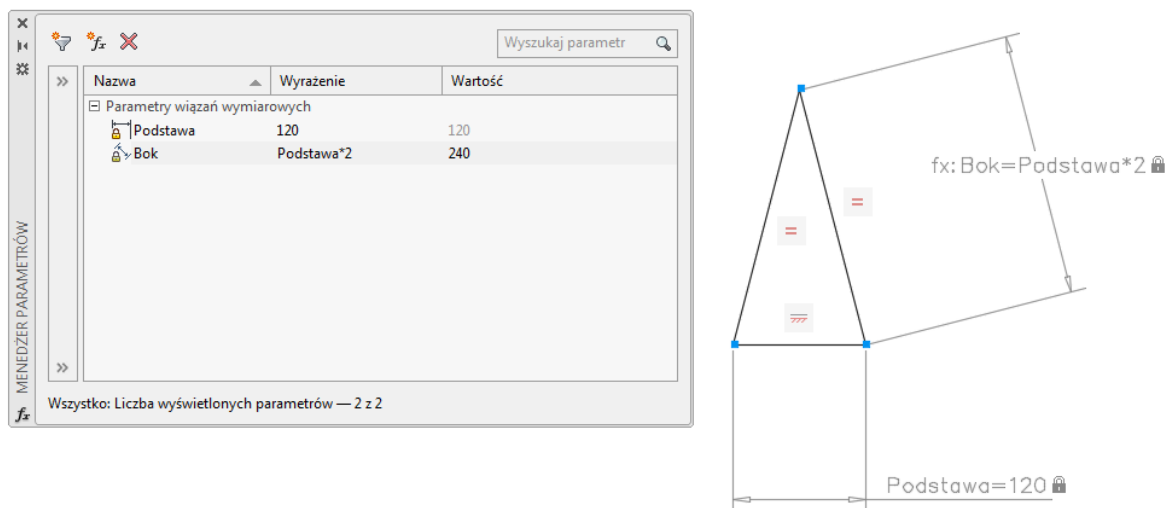
- Liniowy– długość odcinka lub odległość między dwoma punktami w poziomie, pionie lub wzdłuż obiektu,
- Kątowy – kąt pomiędzy dwoma obiektami lub wyznaczony przez 3 punkty,
- Promień–promień łuku lub okręgu,
- Średnica–średnica łuku lub okręgu.

Poleceniem **wiazaniawym** można również dokonać konwersji wymiaru (zwykłego) na wiązanie wymiarowe.

Więzy algebraiczne

Polecenie **parametry** (ikona *Menedżer parametrów*) służy do zakładania więzów algebraicznych i zarządzania wartościami poszczególnych parametrów przypisanych do więzów wymiarowych. Poszczególne więzy wymiarowe mogą być ze sobą powiązane wyrażeniami algebraicznymi. Na przykład można uzależnić długość boku trójkąta od jego podstawy (rys.1.)

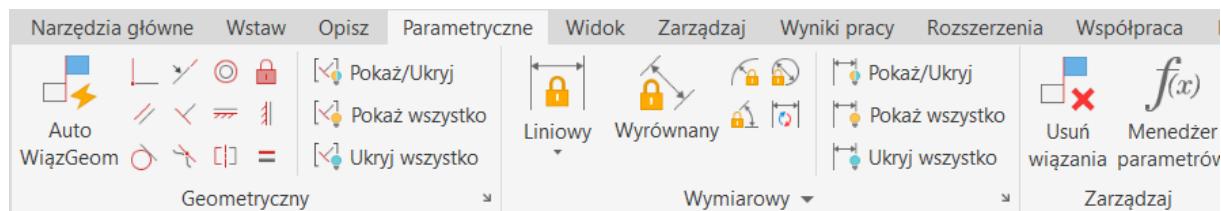
Wyrażenia zapisuje się tak samo jak w językach programowania (Basic), stosując operatory („+” suma, „–” różnica, „*” iloczyn, „/” iloraz, „^” potęgowanie), funkcje (sin, cos, tan itp.) oraz liczby i nazwy parametrów. Podwójne kliknięcie na nazwę zmiennej umożliwia zmianę nazwy. Użytkownik może zdefiniować własne parametry zwane zmiennymi, które mogą być użyte w wyrażeniach. Wystarczy kliknąć podwójnie na pierwsze puste pole w kolumnie **Nazwa** (lub wcisnąć ikonę ) i wprowadzić własną nazwę zmiennej.



Rys.1. Menedżer parametrów z danymi dla trójkąta równoramiennego

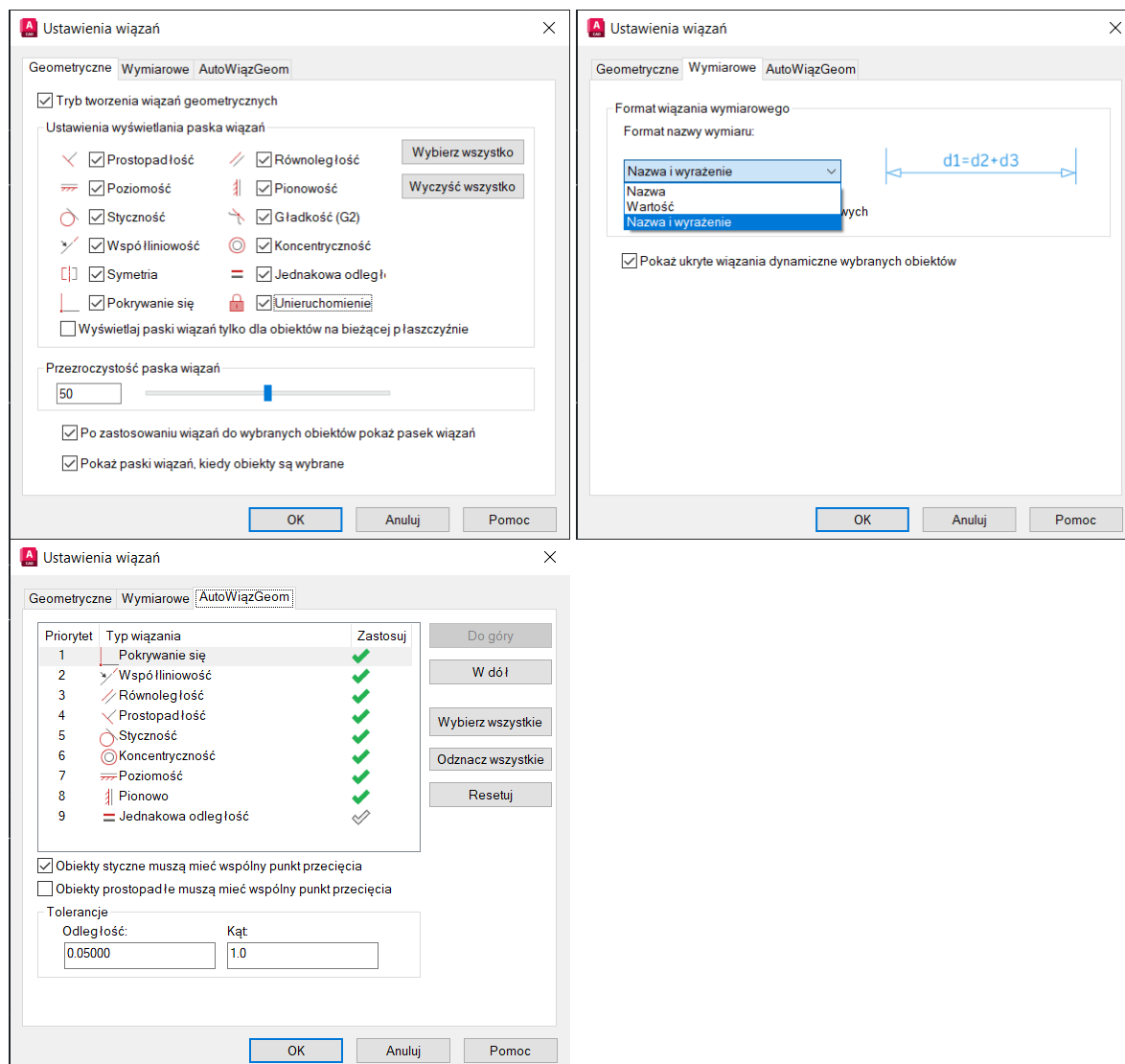
Zarządzanie więzami

Stosowanie więzów wymaga użycia odpowiednich poleceń do ich wprowadzenia, wyświetlenia i modyfikacji. Polecenia te są zebrane w karcie *Parametryczne* i podzielone na trzy panele: *Geometryczny*, *Wymiarowy* i *Zarządzaj* (Rys.2). Więzy geometryczne i wymiarowe mają odpowiednie polecenia służące do sterowania ich wyświetlaniem. Dla więzów geometrycznych są to opcje polecenia **pasekwiązań** umożliwiające pokazanie więzów w wybranym obiekcie (ikona *Pokaż*), we wszystkich obiektach (*Pokaż wszystko*) lub ich ukrycie (*Ukryj wszystko*). Wybrane więzy można ukryć za pomocą przycisku x na pasku więzów (wyłączenie paska), a przywrócić poleceniem **pasekwiązań** (*Pokaż*).

Rys. 2 . Karta *Parametryczne* menu wstążkowego (wersja 2023)

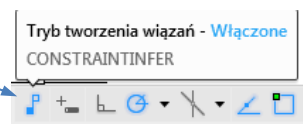
Więzy wymiarowe mogą być wyświetlane według 3 formatów: wyświetlanie nazwy (poszczególnych więzów), wartości lub nazwy i wartości (standardowo) (Rys. 3) – polecenie **ustawwiązgeom** (lub przycisk ). Polecenie to pozwala na ustawienie zarówno więzów geometrycznych jak i wymiarowych. Dla więzów geometrycznych mamy możliwość ustawienia, które wiązania będą pokazywane na ekranie. Ostatniej zakładce (*Autowiazgeom*) polecenia mamy możliwość ustawienia, które z cech rysowanych obiektów będą przekształcane automatycznie w wiązania.

Do usuwania obu rodzajów więzów przypisanych do danego obiektu graficznego służy polecenie **usuńwięzy**. Same więzy wymiarowe kasuje się standardowym poleceniem **wymaż** (klawisz DEL), zaś poszczególne więzy geometryczne usuwa się poleceniem **Usuń** z menu kursora wywołanego nad ikoną danego wiązania, po uprzednim uwidocznieniu więzów.

Rys.3. Polecenie **UstawWiązGeom**

Ćwiczenie nr 11 - Zadania do wykonania

Wykorzystując więzy geometryczne i wymiarowe, wykonaj poniższe zadania. Rozpocznij od włączenia na pasku stanu automatycznego **Trybu tworzenia wiązań**:



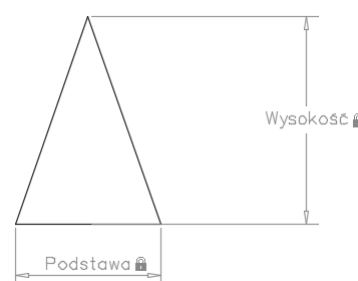
1. Narysuj trójkąt równoboczny z możliwością zmiany długości boku.

Zalóż relacje równości wszystkich par boków oraz utwórz wiązanie wymiarowe (liniowy) określający długość podstawy. Zmień nazwę wiązania na „bok”. Ustal długość boku na 150.



2. Narysuj trójkąt równoramienny z regulacją wysokości i stałą długością podstawy.

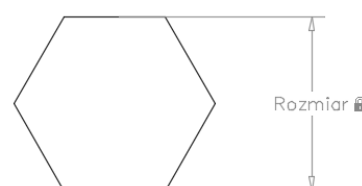
Zalóż wiązanie równości boków trójkąta. Utwórz więzy wymiarowe na podstawie oraz przez dwa punkty należące do wysokości trójkąta (górny wierzchołek oraz środek podstawy). Zmień ich nazwy. Reguluj wysokość trójkąta przez zmianę wartości wiązania „Wysokość”. Wiązanie „Podstawa” zapewnia stałą długość podstawy



3. Narysuj sześciokąt foremny z możliwością zmiany odległości pomiędzy bokami. Należy naszkicować wielokąt przy pomocy polecenia linia a następnie nałożyć konieczne wiązania geometryczne i wymiarowe.

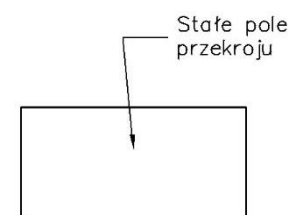
Uwaga

Do wykonania ćwiczenia potrzebne jest tylko jedno (oprócz wiązania „Rozmiar”) wiązanie wymiarowe – kątowe na jeden z kątów wielokąta. Wiązanie „Rozmiar” służy do sterowania odległością między bokami.

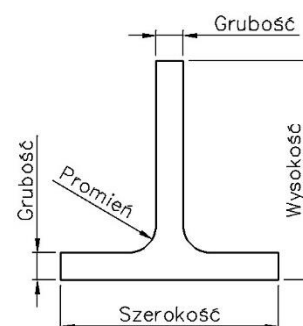


4. Narysuj przekrój elementu prostopadłościennego z możliwością zmiany wymiarów z zachowaniem pola powierzchni przekroju.

Wskazówka – wprowadź zależność jednego z boków prostokąta od drugiego z uwzględnieniem wartości stałej



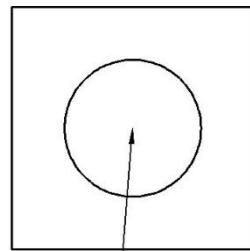
5. Narysuj uproszczony przekrój teownika (bez zbieżności) z regulacją jego wysokości, przy założeniu do projektu, że wysokość jest równa szerokości. Promień zaokrąglenia przy podstawie powinien być równy grubości i wynosić 1/8 wysokości.



6. Narysuj kwadratową płytkę o zmiennej długości boku, w której środku wywiercono otwór o polu równym $1/4$ powierzchni płytki.

Do wyrównania środka otworu zastosuj wiązania pionowe i poziome (z wykorzystaniem dwóch punktów). Promień okręgu określ na podstawie zależności od długości boku.

W formule wykorzystaj stałą π (jako $\pi=3.14159\dots$) i funkcję $\text{sqrt}()$ - pierwiastek z wartości w nawiasie lub funkcję potęgowania x^y (wyrażenie x do potęgi y).



Pole otworu
= $1/4$ Pola kwadratu

7. Narysuj poniższe elementy stosując parametryzację i zapewniając zachowanie kształtu po zmianie dowolnego z parametrów

