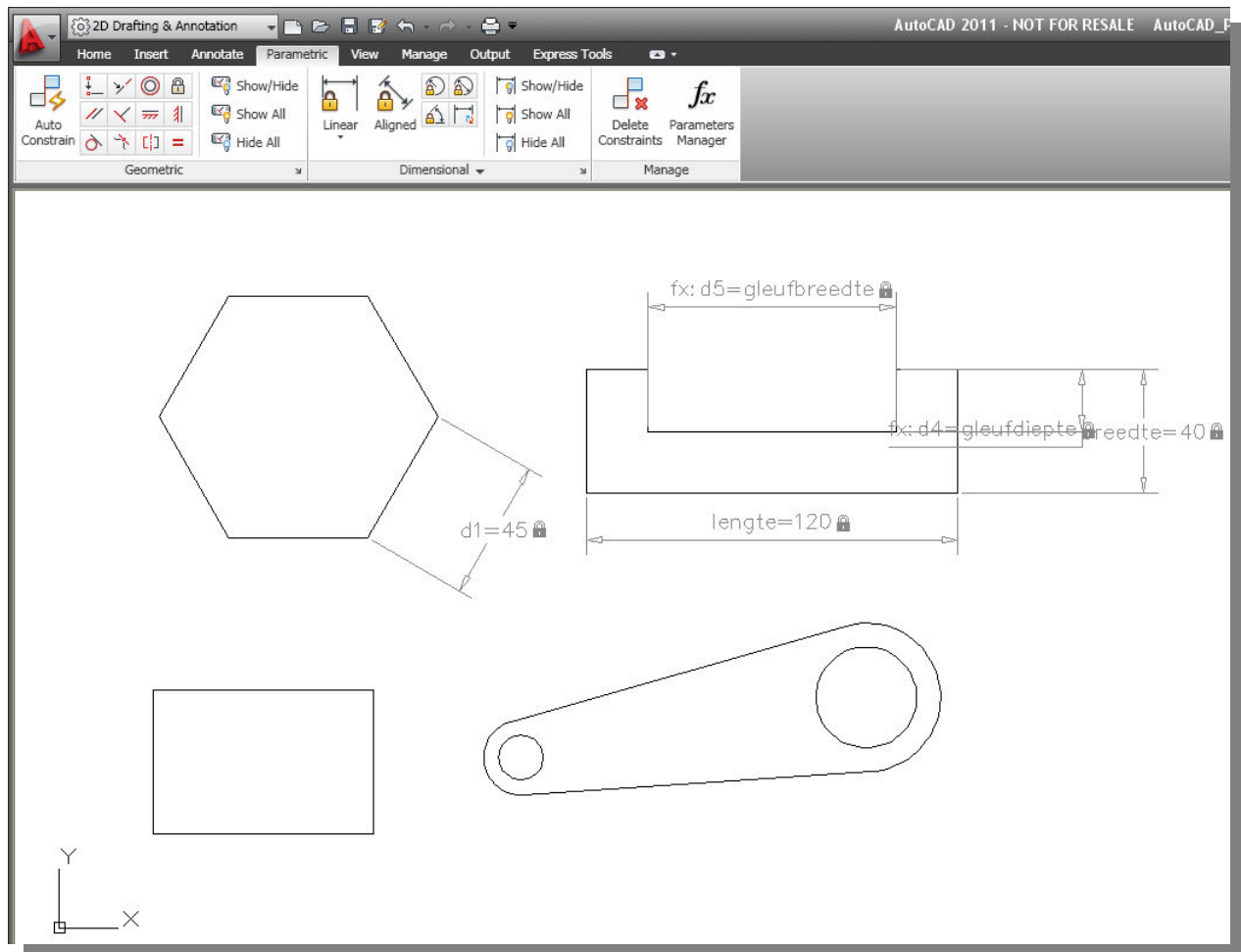


AutoCAD® Parametrics



Deze tutorial bevat schermbeldden van de online helpfunctie van AutoCAD 2011.

Inhoud

<u>INHOUD</u>	2
<u>INLEIDING</u>	3
<u>MANUEEL GEOMETRISCHE BEPERKINGEN PLAATSEN OP BESTAANDE GEOMETRIE</u>	4
<u>AUTOMATISCH GEOMETRISCHE BEPERKINGEN PLAATSEN OP BESTAANDE GEOMETRIE</u>	8
<u>AUTOMATISCH GEOMETRISCHE BEPERKINGEN LATEN PLAATSEN TERWIJL JE TEKENT</u>	10
<u>STURENDE MATEN PLAATSEN OP GEOMETRIE</u>	11
<u><i>DIMENSIONAL CONSTRAINTS: DYNAMIC <> ANNOTATIONAL CONSTRAINTS – REFERENCE PARAMETERS</i></u>	12
<u>WERKEN MET PARAMETERS EN FORMULES</u>	14
<u>TIPS VOOR <i>PARAMETRICS</i></u>	20
<u>SAMENVATTING</u>	22

Inleiding

De toevoeging van parametrische functies aan AutoCAD zorgde ervoor dat de AutoCAD 2D objecten nu intelligenter zijn dan ooit.

Geometrische beperkingen (*Geometric constraints*) zorgen ervoor dat geometrische relaties tussen objecten, of sleutelpunten op objecten, behouden blijven. Daar waar de traditionele *object snaps* alleen relaties leggen op het ogenblik dat je ze gebruikt, blijven *geometric constraints* bestaan samen met de objecten waar ze bij horen. Op die manier blijven de ontwerpvoorwaarden behouden als je wijzigingen aanbrengt. Zo kan je er bijvoorbeeld voor zorgen dat lijnen altijd evenwijdig met elkaar blijven, ook als je één lijn verdraait. Of kan je ervoor zorgen dat cirkels en/of bogen altijd concentrisch met elkaar blijven.




Doelstellingen

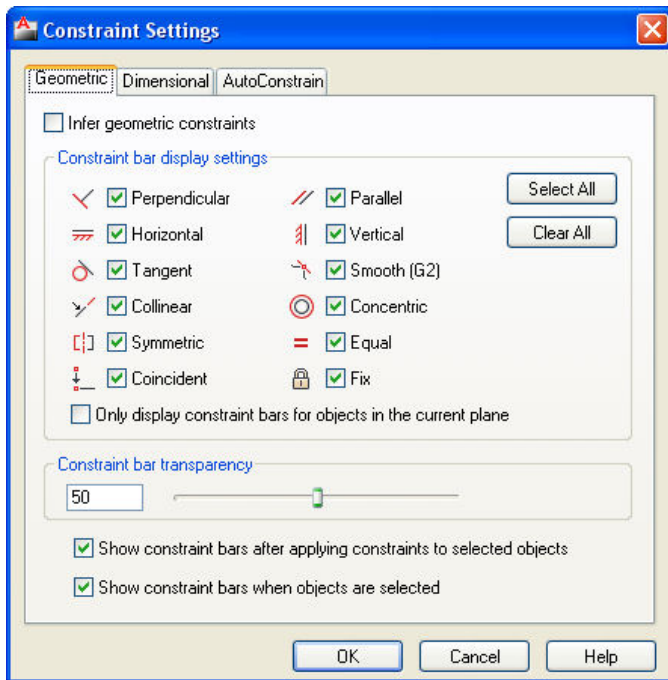
- Geometrische verbanden (*Geometric Constraints*) opleggen aan 2D-objecten.
- Sturende maatvoering (*Dimensional Constraints*) opleggen aan 2D-geometrie.
- Werken met parameters.

Vereisten

- Je moet een basiskennis hebben over het plaatsen en aanpassen van AutoCAD 2D-objecten.

Manueel geometrische beperkingen plaatsen op bestaande geometrie

1. Start een nieuwe tekening op basis van het **acadiso.dwt** sjabloon (*template*).
2. Teken een rechthoek met het commando RECTANG:
Op de *ribbon* (lint) klik je op het **Home tabblad > Draw panel > Rectangle** .
3. Duid twee punten aan waartussen de rechthoek getekend zal worden.
4. Klik met de rechtse muisknop op de **INFER** knop op de statusbalk, onderaan het tekenschermb  (of  als je met pictogramweergave werkt (*Use Icons*)). Het **Constraint Settings** dialoogvenster verschijnt op het scherm. Controleer of de instellingen overeenkomen met de onderstaande figuur. Doe de nodige aanpassingen en sluit het venster af door op **OK** te klikken.

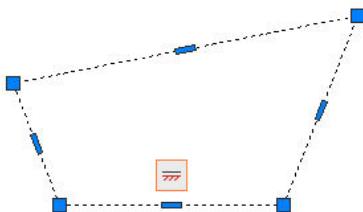


Een overzicht van de verschillende geometrische beperkingen vind je verder in dit onderdeel.

5. Op de *ribbon* (lint) klik je op het **Parametric tabblad > Geometric panel > Horizontal** . Duid de onderste lijn van de rechthoek aan.



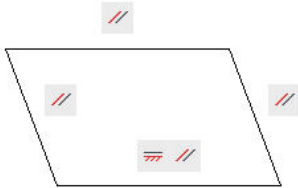
6. Sleep aan de verschillende zijden van de rechthoek. De onderste zijde blijft steeds horizontaal.




7. Op de *ribbon* (lint) klik je op het **Parametric tabblad > Geometric panel > Parallel** .
Duid de onderste en de bovenste zijde van de rechthoek aan.

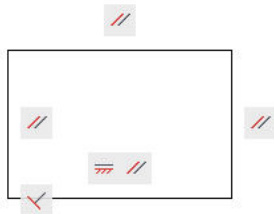


8. Leg ook een evenwijdige *constraint* tussen beide schuine lijnen.

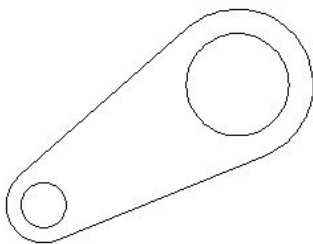



⚡ **Tip:** Als je een geometrische relatie tussen twee objecten legt (bijvoorbeeld evenwijdig, loodrecht, rakend, enz...) dan zal het **tweede object zich aanpassen aan het eerst geselecteerde object** als dit nog niet door een andere *constraint* belemmerd wordt.

9. Op de *ribbon* (lint) klik je op het **Parametric tabblad > Geometric panel > Perpendicular** .
Duid één van beide schuine lijnen aan en daarna de onderste horizontale lijn.

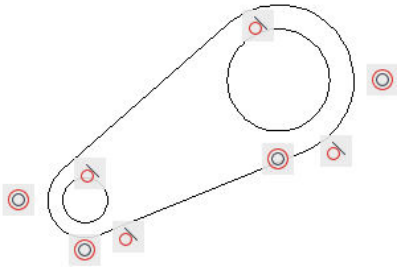


10. Teken de onderstaande figuur, maak gebruik van de nodige OSNAP's om de figuur te tekenen.

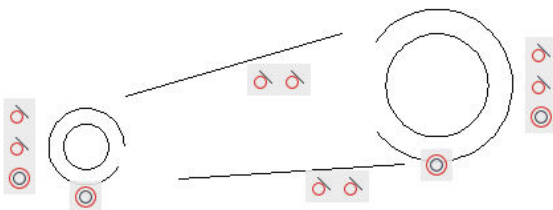



11. Op de *ribbon* (lint) klik je op het **Parametric tabblad > Geometric panel > Tangent** .
Zorg er nu zelf voor dat beide lijnen met een *tangent constraint* gekoppeld zijn aan de beide bogen
(Dus 4x een *tangent constraint* leggen).

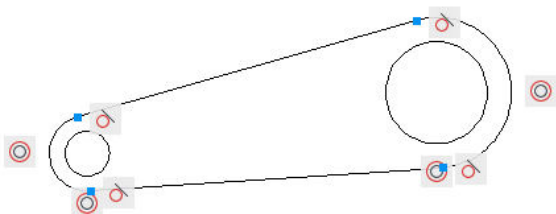
12. Op de *ribbon* (lint) klik je op het **Parametric tabblad > Geometric panel > Concentric** . Zorg er nu voor dat beide cirkels met een *concentric constraint* gekoppeld zijn aan de beide bogen.



13. Sleep beide cirkels naar een andere locatie. Maak daarbij gebruik van de *grip* die zich in het middelpunt van de cirkels bevindt. Ondanks de opgelegde *constraints* wordt de figuur toch nog uit zijn verband getrokken doordat er nog *constraints* ontbreken. We moeten de eindpunten van de lijnen nog aan de eindpunten van de bogen koppelen met *coincident constraints*.





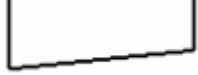


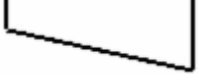



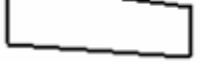










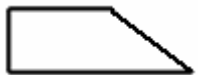





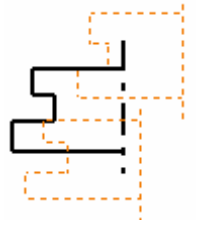
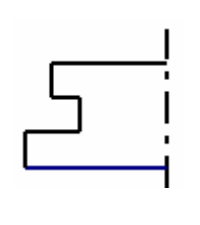


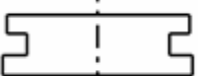





14. Op de *ribbon* (lint) klik je op het **Parametric tabblad > Geometric panel > Coincident** . Leg *coincident constraints* tussen de uiteinden van de lijnen en de bogen door telkens een uiteinde van een lijn aan te duiden en daarna het corresponderende uiteinde van een boog. Vierkantjes aan de uiteinden van de lijnen en bogen wijzen er op dat deze uiteinden aan elkaar gebonden zijn met *coincident constraints*.



15. Bewaar de tekening als **Parametrics.dwg**.

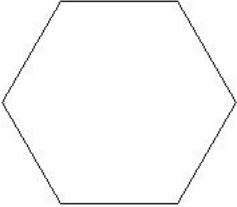
Overzicht van de verschillende types geometrische beperkingen (constraints)

Constraint	Omschrijving	Zonder Constraint	Met Constraint
	Tangent – Rakend.		
	Perpendicular – Loodrecht.		
	Parallel – Evenwijdig.		
	Coincident – Eindpunten vallen samen.		
	Concentric – Concentrisch.		
	Collinear – Collineair (lijnen of assen van ellipsen liggen in het verlengde van elkaar).		
	Horizontal – Horizontaal (evenwijdig met de X-as van het actieve coördinatenstelsel).		
	Vertical – Verticaal (evenwijdig met de Y-as van het actieve coördinatenstelsel).		
	Equal – Gelijke lengte (bij bogen en cirkels: gelijke stralen).		
	Fix – Fixeert een punt (eindpunt, middenpunt, centerpunt) van een object tegenover het actieve coördinatenstelsel.		
	Symmetric – elementen liggen symmetrisch tegenover een lijn.		
	Smooth – Zorgt voor een vloeiende overgang of continu verloop van de kromming (<i>G2 continuïteit</i>) tussen een <i>spline</i> en een andere curve, lijn, boog of <i>spline</i> .		

Automatisch geometrische beperkingen plaatsen op bestaande geometrie

1. Teken een zeshoek met het commando POLYGON.

Op de *ribbon* (lint) klik je op het **Home tabblad > Draw panel > Polygon** .
Plaats een regelmatige zeshoek op de tekening.

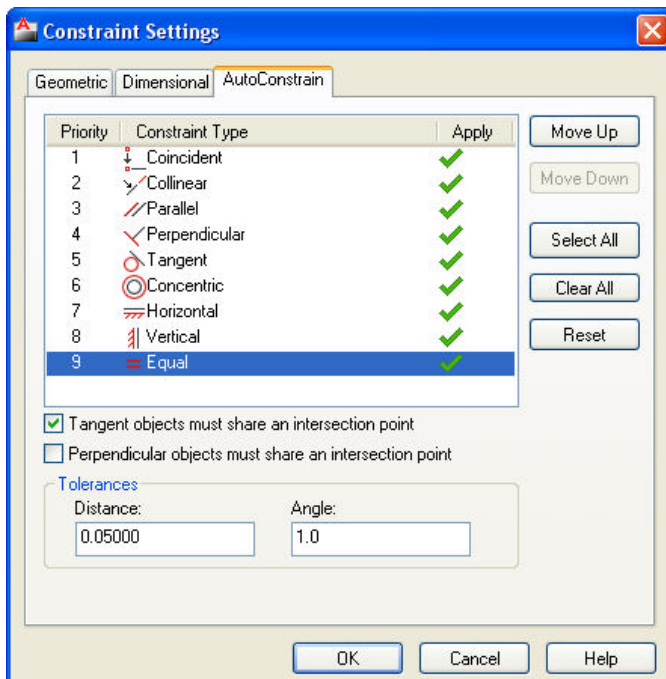


2. Op de *ribbon* (lint) klik je op het

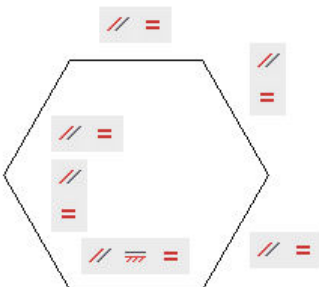


Auto

Parametric tabblad > Geometric panel > AutoConstrain . Klik op de rechtse muisknop en selecteer **Settings** in het snelmenu. Zorg er voor dat alle *constraints* aangevinkt zijn in de lijst met *constraints*. Klik op **OK** om het *Constraint Settings* dialoogvenster af te sluiten.



3. Selecteer de zeshoek met een selectievenster en klik daarna op **Enter** om de selectie af te sluiten. AutoCAD legt automatisch *constraints* op de geselecteerde objecten in de figuur.





4. Op de *ribbon* (lint) klik je op het **Parametric tabblad** > **Dimensional panel** > **Aligned** Aligned .

Command: ***_DcAligned***

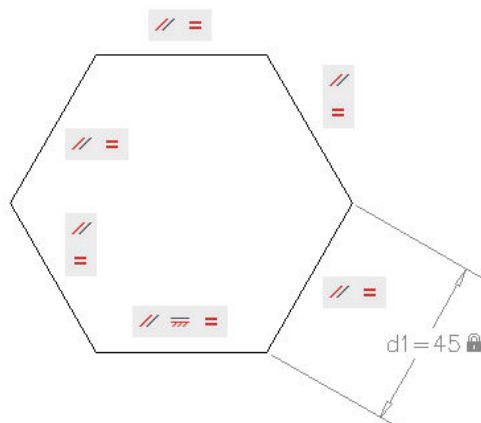
Specify first constraint point or [Object/Point & line/2Lines] <Object>: <Enter>

Select object: ***Duid een zijde van de zeshoek aan***

Specify dimension line location: ***Duid een punt aan om de ligging van de maatlijn vast te leggen***

Dimension text = 37.03 ***Geef 45 als lengte voor de zijde in.***

Alle zijden van de zeshoek passen zich aan zodat ze een lengte van 45 hebben.



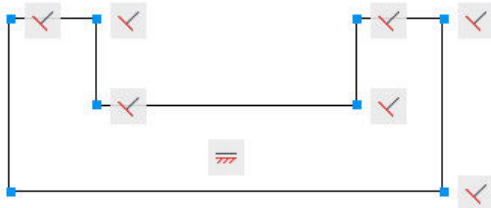
5. Bewaar de tekening.

Automatisch geometrische beperkingen laten plaatsen terwijl je tekent

1. In de statusbalk, onderaan op het tekenscherf, schakel je de **INFER** knop aan. Hierdoor zal AutoCAD tijdens het tekenen automatisch *constraints* proberen op te leggen. Zorg er ook voor dat **SNAP** en **ORTHO** ingeschakeld zijn op de statusbalk.



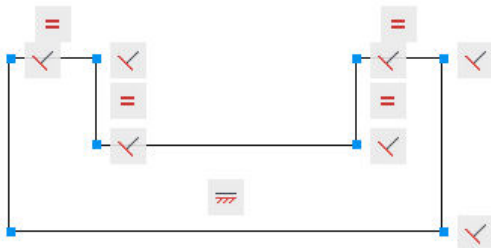
2. Op de *ribbon* (lint) klik je op het **Home tabblad > Draw panel > Line** . Teken de onderstaande figuur. Begin met de onderste, horizontale lijn.



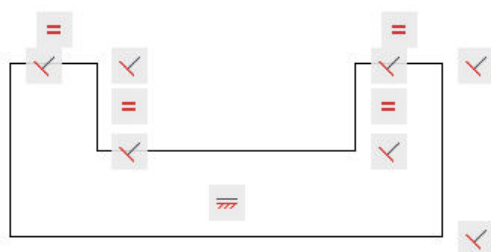
3. Leg nu nog **Equal constraints** tussen de twee bovenste, horizontale lijnen en tussen de twee kleinste, verticale lijnen:

Op de *ribbon* (lint) klik je op het **Parametric tabblad > Geometric panel > Equal** . Plaats de ontbrekende **Equal constraints**.

In het volgende onderdeel plaatsen we sturende maten (*dimensional constraints*) op deze figuur.



⚡ **Opmerking:** Merk op dat AutoCAD de uiteinden van de opeenvolgende lijnen aan elkaar koppelt met *coincident constraints*. Als je dezelfde figuur zou tekenen met het commando **PLINE** dan legt AutoCAD geen *coincident constraints* op omdat bij een *polyline* de uiteinden van de opeenvolgende segmenten in ieder geval aan elkaar gekoppeld zijn door het **PLINE** commando zelf. De onderstaande figuur werd getekend met **PLINE**.

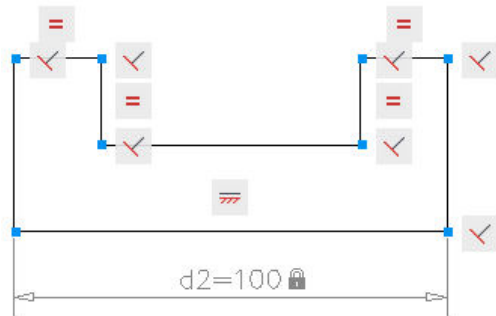


4. Bewaar de tekening.

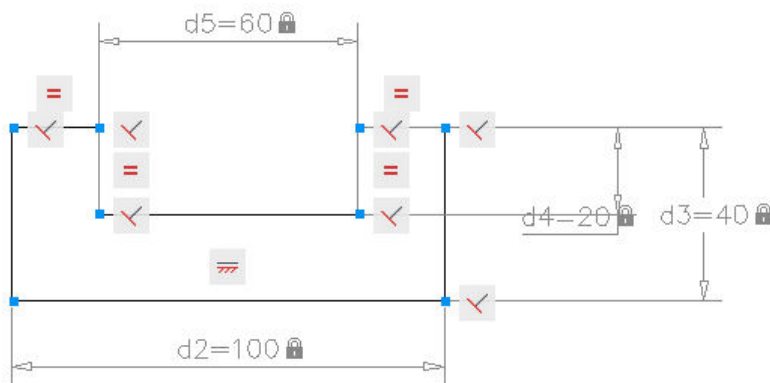
Sturende maten plaatsen op geometrie



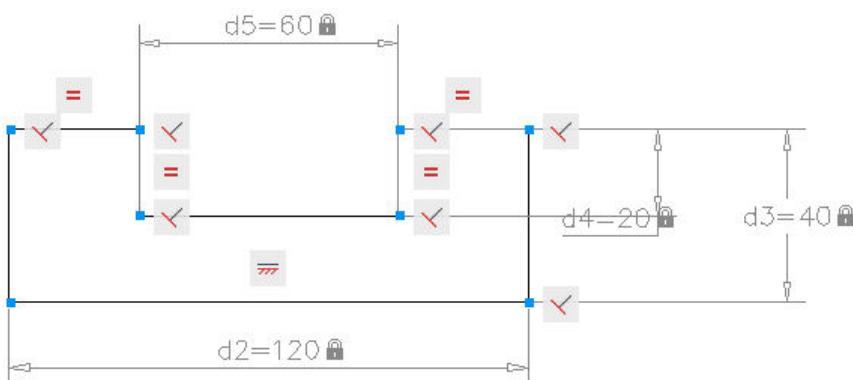
1. Op de *ribbon* (lint) klik je op het **Parametric tabblad > Dimensional panel > Linear**
2. Klik op de rechtse muisknop en selecteer **Enter** in het snelmenu. Duid de onderste horizontale lijn aan. Leg daarna de plaats van de maatlijn vast door een punt aan te duiden met de linkse muisknop. Geef de gewenste lengte op en druk op **Enter** om het commando af te sluiten.



3. Herhaal deze bewerking voor de overige sturende maten zoals afgebeeld in de onderstaande figuur.



4. Dubbelklik op de grootste, horizontale maat en verander de lengte van 100 naar **120**. De figuur past zich aan volgens de opgegeven maat.



✎ **Tip:** Als je geometrische *constraints* en sturende maten oplegt aan geometrie dan beperk je de "bewegingsvrijheid" of het aantal vrijheidsgraden van de geometrie. Het is niet altijd nodig om de bewegingsvrijheid van je geometrie volledig te beperken (*fully constrained*) om aan de ontwerpvoorwaarden te voldoen.

Door aan de geometrie te slepen, kan je de bewegingsvrijheid ervan onderzoeken.

Dimensional constraints: Dynamic < > Annotational constraints – Reference parameters

Dimensional constraints kan je als *dynamic* of als *annotational constraints* creëren. De verschillen tussen *dynamic* en *annotational constraints* vind je in onderstaande tabel.

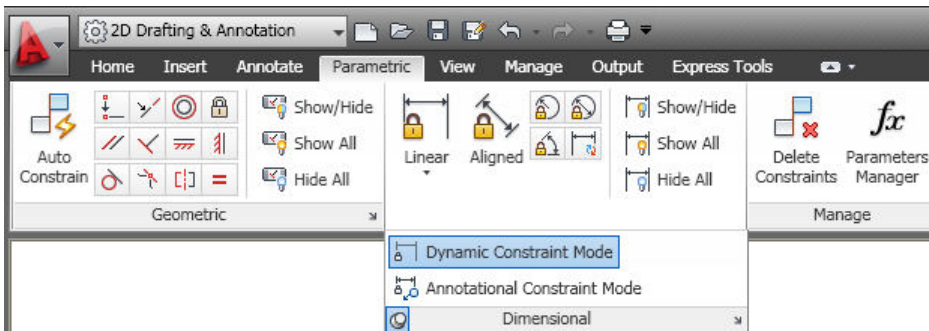
Dynamic Constraints

Behouden dezelfde grootte als je in- of uitzoomt.
 Kan je gemakkelijk allemaal samen in- en uitschakelen in een tekening.
 Worden afgebeeld volgens een vast vooringestelde maatvoeringstijl.
 De maatgetallen worden automatisch geplaatst en beschikken over driehoekige *grips* waarmee je de grootte kan wijzigen.
 Worden niet afgedrukt.

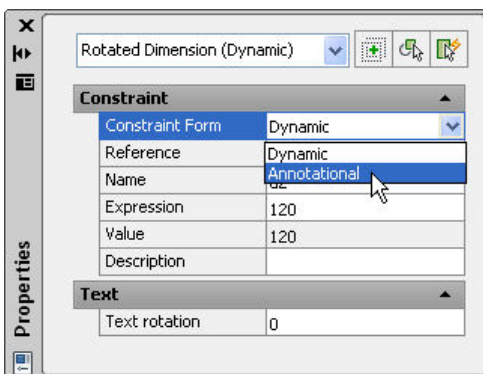
Annotational Constraints

Veranderen van grootte als je in- of uitzoomt.
 Worden individueel afgebeeld volgens de *layer* waarop ze getekend werden.
 Worden afgebeeld volgens de actieve maatvoeringstijl.
 Bieden dezelfde gripmogelijkheden als bij gewone maatvoering, samen met driehoekige *grips* waarmee je de grootte kan veranderen.
 Worden afgedrukt.

Door het **Dimensional panel** van het **Parametric tabblad** open te klappen, kan je de manier (*mode*) wijzigen waarop *Dimensional constraints* op de tekening geplaatst worden: als *Dynamic Constraints* of als *Annotational Constraints*.



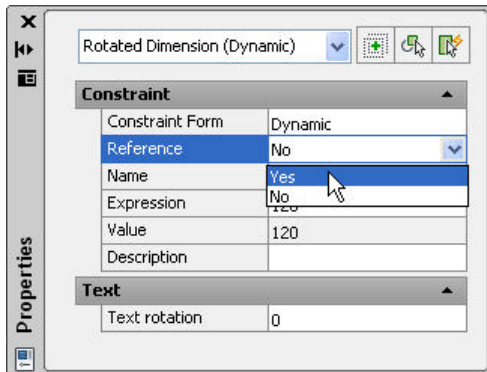
Dynamic constraints kan je omzetten in *annotational constraints* met de **Properties palet**.



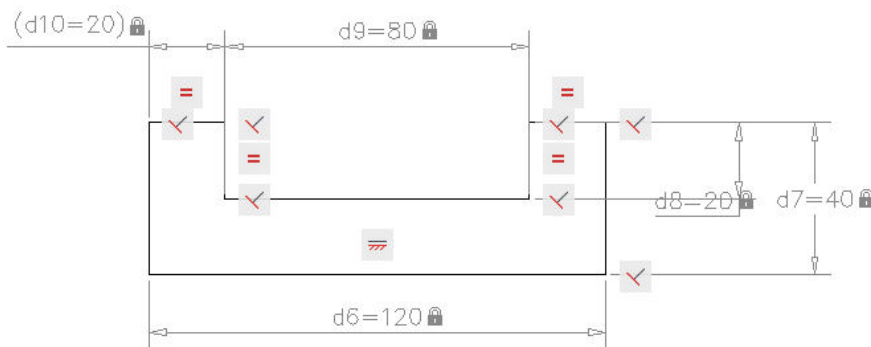
⚡ Opmerking: Verwar *annotational dimensions* niet met *annotative dimensions*.

Annotative is een functie die gebruikt wordt bij *Modelspace/Paperspace* om de weergave en de grootte van maatvoering, arceringen, *blocks* en tekst te bepalen in *viewports* met verschillende schalen.

Dynamic en *annotational constraints* kan je omzetten naar *reference parameters* met de **Properties palet**. *Reference parameters* zijn gestuurde maten die zowel *dynamic* als *annotational* kunnen zijn. Dit betekent dat ze de geometrie niet beïnvloeden maar dat ze afmetingen weergeven zoals dat het geval is bij gewone maatvoering.



Reference parameters kan je gebruiken als een gemakkelijke methode om instant afmetingen te tonen die je anders zou moeten uitrekenen.

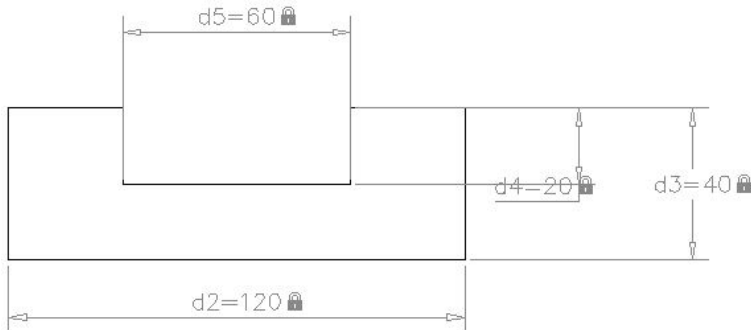


⚡ **Opmerking:** *Reference parameters* kan je niet meer omzetten naar *dimensional constraints* als je geometrie hierdoor *overconstrained* zou geraten. Dit wil zeggen dat er hierdoor teveel *constraints* op je geometrie zouden liggen.

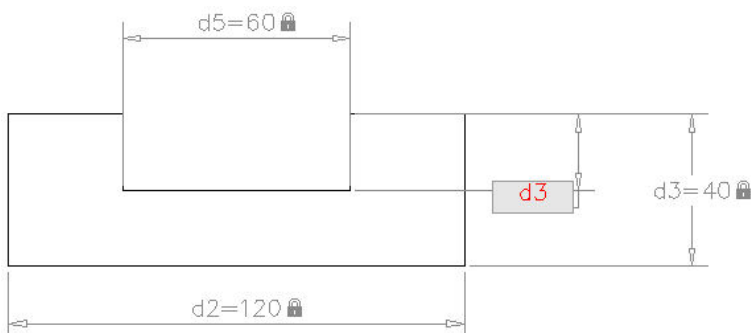
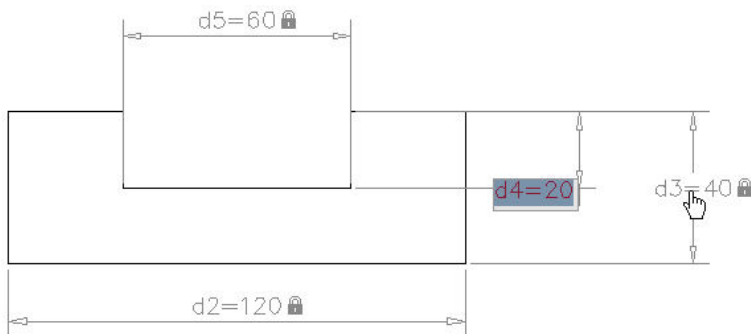
Werken met parameters en formules

1. Verberg de weergave van de *geometric constraints* in je tekening:

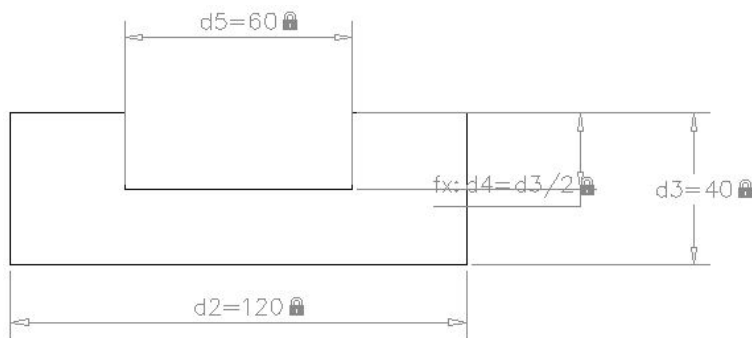
Op de *ribbon* (lint) klik je op het **Parametric tabblad** > **Geometric panel** > **Hide All**  Hide All .



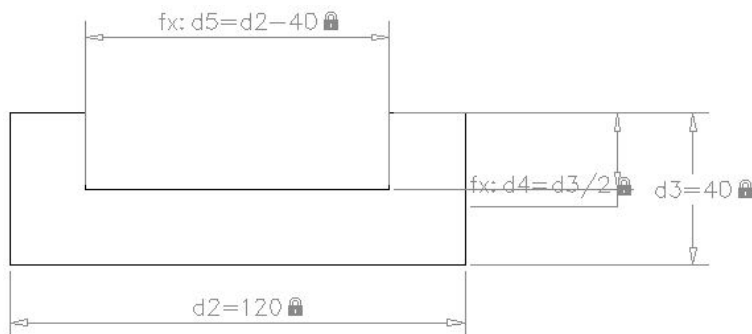
2. Dubbelklik op de verticale maat van **20** (hier **d4=20**). Op het ogenblik dat de maat **d4=20** geselecteerd is (donkere achtergrond) beweeg je de cursor naar de andere verticale maat van **40** (hier **d3=40**). De cursor verandert in een aanwijzend handje als je de parameter aanwijst. Klik op dit ogenblik op de linkse muisknop. De parameter van de verticale maat van **40** (hier **d3**) wordt overgenomen in de maat van **20** (hier **d4**).



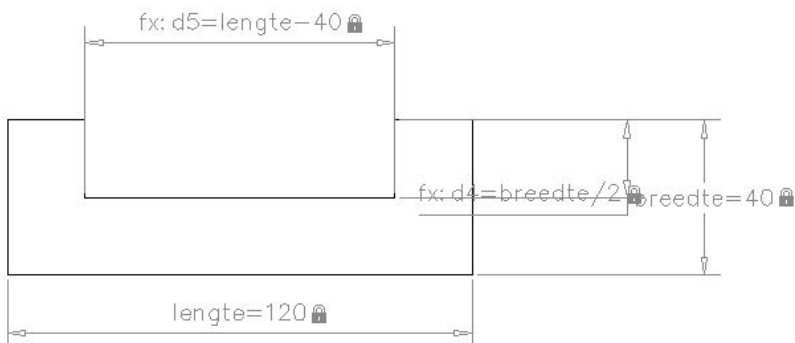
3. Vul nu verder aan met **/2** zodat de formule **d3/2** wordt en klik daarna op **Enter**. Dit is een handige techniek om parameters over te nemen om er relaties mee te leggen naar andere parameters. Om aan te geven dat de lengte van 20 nu bepaald wordt door een formule, verschijnt de aanduiding **fx:** voor de formule (hier **fx:d4=d3/2**).



4. Herhaal de vorige werkwijze om de horizontale maat van **60** te koppelen aan de horizontale maat van **120** volgens de formule **fx:d5=d2-40**.



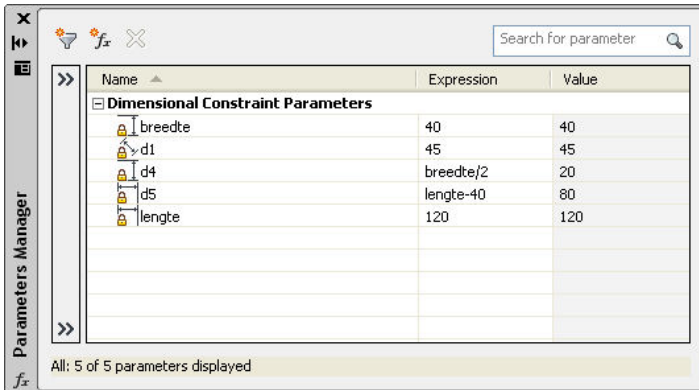
5. Dubbelklik op het maatgetal van **120** en verander de parameter (hier **d2**) in **lengte**. Doe hetzelfde met de maat van **40** en verander die parameter (hier **d3**) in **breedte**.



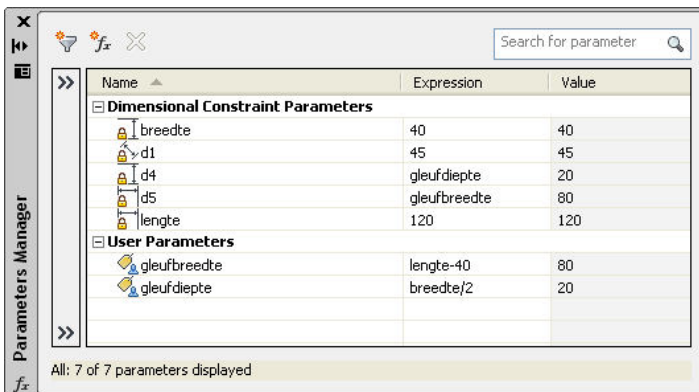
6. Op de *ribbon* (lint) klik je op



het **Parametric tabblad > Manage panel > Parameters Manager**

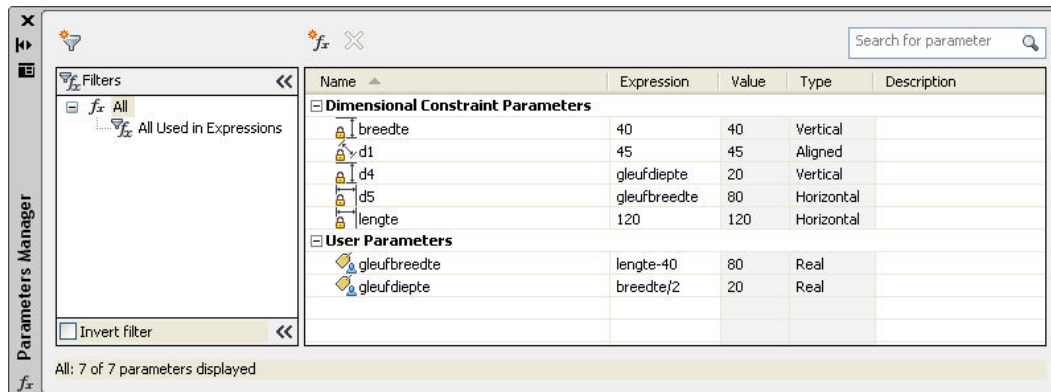


7. Bovenaan op de **Properties Manager palet** klik je op . Vul in de lijst de naam in voor de nieuwe **User Parameter: gleufbreedte**. Met de **Tab** toets ga je naar de volgende kolom (**Expression** in dit geval) en daar vul je nu de volgende formule in: **lengte-40**. Klik daarna opnieuw op of dubbelklik in de cel onder de naam van de vorige *user parameter* (gleufbreedte) en vul de naam in voor de volgende *user parameter*: **gleufdiepte**. In de kolom *Expression* vul je de volgende formule in: **breedte/2**.



Opmerking: *Dimensional constraint parameters* **verdwijnen** als je de *dimensional constraint* verwijdert waar ze bij horen. *User parameters* **verdwijnen niet** als de *dimensional constraint* verdwijnt waaraan ze toegekend zijn.

Door met de rechtse muisknop op een kolomtitel te klikken, kan je kiezen welke kolommen in de lijst weergegeven worden. Net zoals in de *Layer Properties Manager*, kan je ook in dit palet gebruik maken van groepenfilters om de lijst overzichtelijker te maken.



Overzicht van de mogelijke bewerkingen en functies in formules

Operator	Description
+	Addition
-	Subtraction or unary negation
%	Floating point modulo
*	Multiplication
/	Division
^	Exponentiation
()	Parenthesis, expression delimiter
.	Decimal separator

Function	Syntax
Cosine	<code>cos(expression)</code>
Sine	<code>sin(expression)</code>
Tangent	<code>tan(expression)</code>
Arc cosine	<code>acos(expression)</code>
Arc sine	<code>asin(expression)</code>
Arc tangent	<code>atan(expression)</code>
Hyperbolic cosine	<code>cosh(expression)</code>
Hyperbolic sine	<code>sinh(expression)</code>
Hyperbolic tangent	<code>tanh(expression)</code>
Arc hyperbolic cosine	<code>acosh(expression)</code>
Arc hyperbolic sine	<code>asinh(expression)</code>
Arc hyperbolic tangent	<code>atanh(expression)</code>
Square root	<code>sqrt(expression)</code>
Signum function (-1,0,1)	<code>sign(expression)</code>
Round to nearest integer	<code>round(expression)</code>
Truncate decimal	<code>trunc(expression)</code>
Round down	<code>floor(expression)</code>
Round up	<code>ceil(expression)</code>
Absolute value	<code>abs(expression)</code>
Largest element in array	<code>max(expression1;expression2)</code>
Smallest element in array	<code>min(expression1;expression2)</code>
Degrees to radians	<code>d2r(expression)</code>
Radians to degrees	<code>r2d(expression)</code>
Logarithm, base e	<code>ln(expression)</code>
Logarithm, base 10	<code>log(expression)</code>
Exponent, base e	<code>exp(expression)</code>
Exponent, base 10	<code>exp10(expression)</code>
Power function	<code>pow(expression1;expression2)</code>
Random decimal, 0-1	Random

Tips voor *Parametrics*

Tips om ontwerpvoorwaarden vast te leggen in een tekening

Houd rekening met de volgende richtlijnen als je met een nieuw ontwerp start:

- **Zoek naar geometrische relaties.** De breedte van een plaat kan bijvoorbeeld afhankelijk zijn van de lengte van de plaat of van andere geometrie.
- Tracht de **delen in je ontwerp** te bepalen **die gevoelig zijn voor wijzigingen**.
- Zoek naar **delen in je ontwerp die symmetrisch zijn of die meermaals voorkomen**, misschien zelfs volgens een cirkelvormig of rechthoekig patroon.

Tips om geometrische beperkingen (geometric constraints) op te leggen

- **Bepaal afhankelijkheden.** Onderzoek de relaties tussen de geometrische elementen en leg de gepaste geometrische *constraints* op.
- **Analyseer automatisch opgelegde geometrische beperkingen met AutoConstrain** en bekijk of je manueel geen *constraints* moet toepassen, vervangen of verwijderen.
- **Gebruik alleen de noodzakelijke beperkingen.** Houd rekening met de ontwerpvoorwaarden en de vrijheidsgraden van je geometrie. Het is niet altijd nodig om de bewegingsvrijheid van de geometrie volledig te beperken.
- **Stabiliseer de vorm voordat je de afmetingen vast legt.** Voordat je parametrische (sturende) maten op je getekende objecten plaatst, moet je er eerst geometrische beperkingen (*geometric constraints*) opleggen om zo de vorm te stabiliseren en te voorkomen dat de vorm van je figuur verstoord wordt. Indien nodig gebruik je het *fix constraint* om delen van je schets vast te zetten.
- **Identificeer elementen in je schets die gevoelig zijn voor veranderingen.** Op delen van tekeningen die gevoelig zijn voor wijzigingen, tijdens het ontwerp, laat je nog voldoende vrijheidsgraden over om te kunnen wijzigen.
- **Selectievolgorde bij het opleggen van geometrische beperkingen.** Als je manueel *constraints* plaatst die relaties leggen tussen objecten (bijvoorbeeld loodrecht, evenwijdig, enz...) moet je rekening houden met de selectievolgorde. Als je bijvoorbeeld een *equal constraint* plaatst dan zal het eerst geselecteerde object zijn lengte doorgeven aan het daarna geselecteerde object. Deze regel is van toepassing op alle *constraints* die relaties leggen tussen objecten (*relational constraints*).

Tips om te werken met sturende maten (dimensional constraints)

De manier waarop je sturende maten gebruikt, komt overeen met de manier waarop je werkt met gewone (gestuurde) maten, met uitzondering van enkele verschillen in de manier waarop je waarden ingeeft.

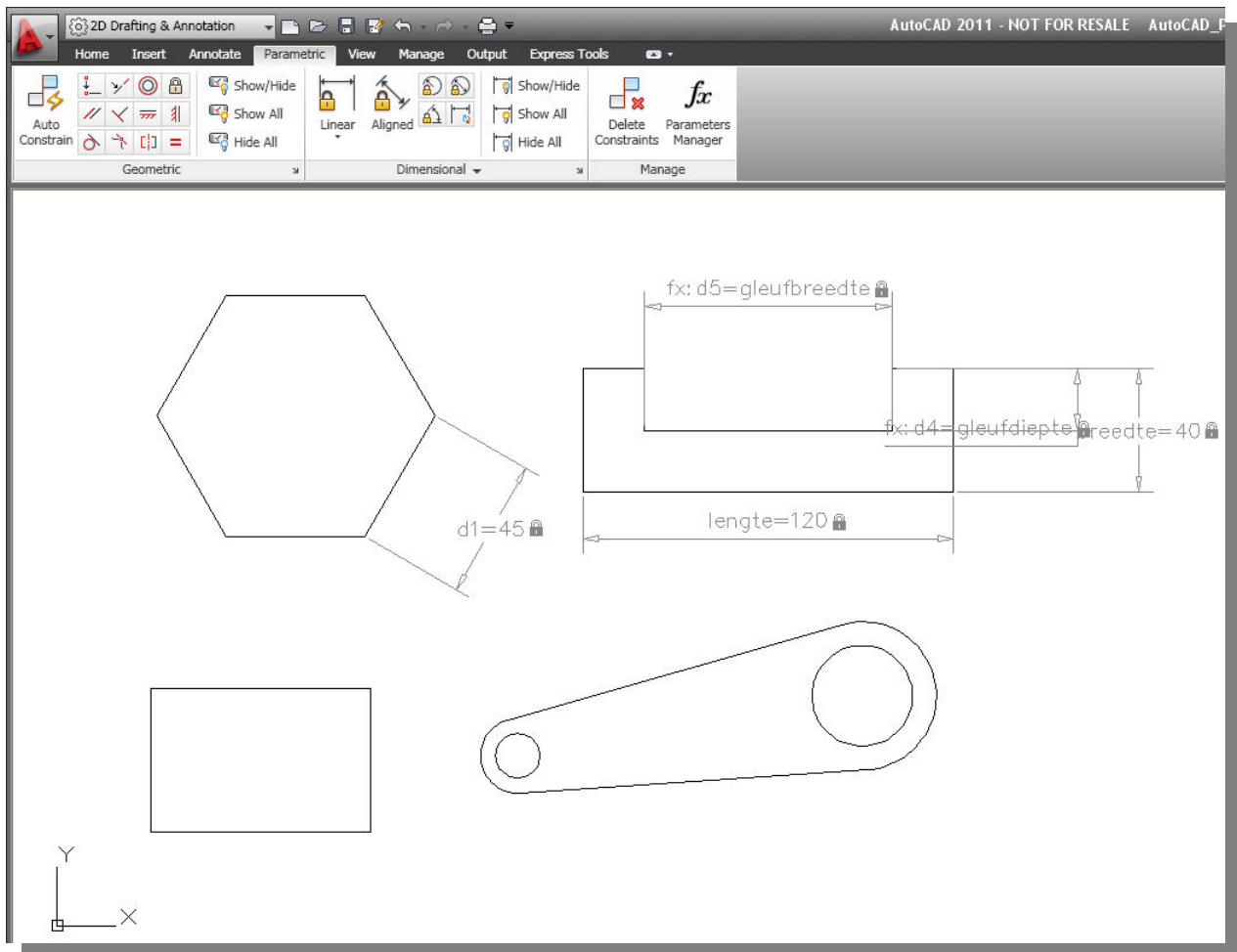
Houd rekening met de volgende tips als je sturende maten (*dimensional constraints*) plaatst:

- Gebruik geometrische beperkingen (*geometric constraints*) waar mogelijk. Plaats bijvoorbeeld liever een *perpendicular constraint* dan een sturende maat (*dimensional constraint*) van 90°.
- Is je figuur te klein of op maat getekend, plaats dan eerst de grootste sturende maten en daarna de kleinere. Is je figuur te groot getekend, dan ga je omgekeerd te werk. Op die manier voorkom je dat je figuur in elkaar klapt of binnenste buiten klapt als je sturende maten plaatst.
- Leg relaties tussen maten vast in je maatvoering. Als twee maten bijvoorbeeld gelijk zijn, koppel je deze maten aan elkaar. Op die manier zal de tweede maat wijzigen samen met de eerste.
- Gebruik zowel sturende maten (*dimensional constraints*) als geometrische beperkingen (*geometric constraints*) om de ontwerpvoorwaarden mee vast te leggen in je tekening.

Tips om te werken met parameters

- Gebruik betekenisvolle, beschrijvende namen voor je parameters.
- Parameternamen zijn **niet** HOOFDLETTERGEVOELIG.
- Parameternamen mogen niet beginnen met een getal. Ze mogen geen spaties bevatten en ze mogen niet langer zijn dan 256 karakters.
- Gebruik de **Description** kolom van de **Parameters Manager** om een korte beschrijving aan iedere parameter te geven. Dit verhoogt de "leesbaarheid" van je tekening voor jou en andere gebruikers van je tekening.

Samenvatting



In deze tutorial leerde je:

- Manueel geometrische beperkingen plaatsen op bestaande geometrie.
- Automatisch geometrische beperkingen plaatsen op bestaande geometrie.
- Automatisch geometrische beperkingen laten plaatsen terwijl je tekent.
- Sturende maten plaatsen op geometrie.
- Werken met parameters en met formules.