

PART MODELLING : Vlinderklep

Nieuwe technieken:

- *Definitie sketched-, placed/detail-, work-features*
- *Plaatsen van datum planes*
- *Uitwerking van verschillende modelleer-strategiën*
- *Gebruik van Pattern feature (pattern of array) en mirror feature*
- *Counterbored hole en Threaded hole*

Feature based modelling:

We gebruiken het CAD pakket Siemens NX .

Een **part** bestaat uit **features (vormelementen)**: sketched features, placed of detailed features en datum features (of work features).

Een sketched features is een feature waarbij de gebruiker begint met het **schetsen** (tekenen) van een **profiel** en vervolgens dit profiel **extrudeert** (extrude) of **wentelt** (revolve) rond de hartlijn.

Placed of detailed features zijn vormelementen, zoals **holes** (gaten), **edge blends** (af rondingen) en **chamfers** (afschuiningen, soeverijnen).

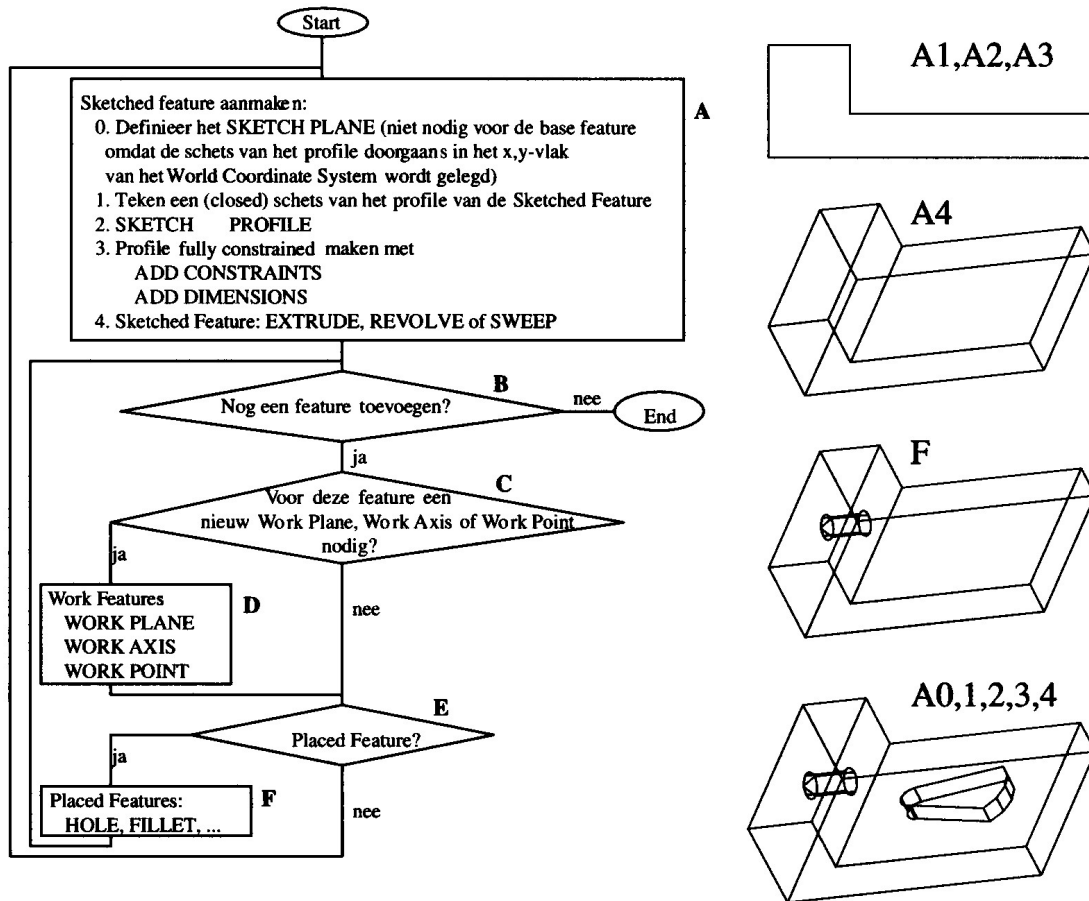
Datum features zijn hulpfeatures voor het aanmaken van het part: **datum plane**, **datum axis** en **datum point**.

De afweging moet gemaakt worden welke features in sketches opgenomen worden en welke als aparte 'placed' features kunnen geplaatst worden.

- Zoveel mogelijk features in de sketch opnemen levert een lichtere boomstructuur op waardoor de opbouw overzichtelijker blijft, maar verhoogt de complexiteit van de sketch en vermindert de flexibiliteit achteraf bij wijzigingen. Men kan b.v. veel edge blends in de sketches opnemen, maar dan moet men de sketches eerst openen vooraleer men de radius kan wijzigen en bij meerdere gelijke radii moet men iedere radius van de afronding afzonderlijk aanpassen.
- Het buiten de sketches opnemen van 'placed' of 'detailed' features (holes, edge blends, chamfers) geniet daarom de voorkeur vanwege de grotere flexibiliteit achteraf.

De eerste feature van het part, ook wel het **base feature** genoemd, is meestal een sketched feature. NX biedt ook de mogelijkheid om primitieven te gebruiken, maar we gaan dit niet inzetten.

Het doorlopen van het modelleren gebeurt volgens een **vaste werkwijze**, geïllustreerd in het onderstaand schema:

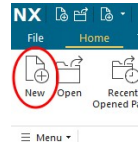


FIGUUR 2.1 Schematische opbouw van de features van een part

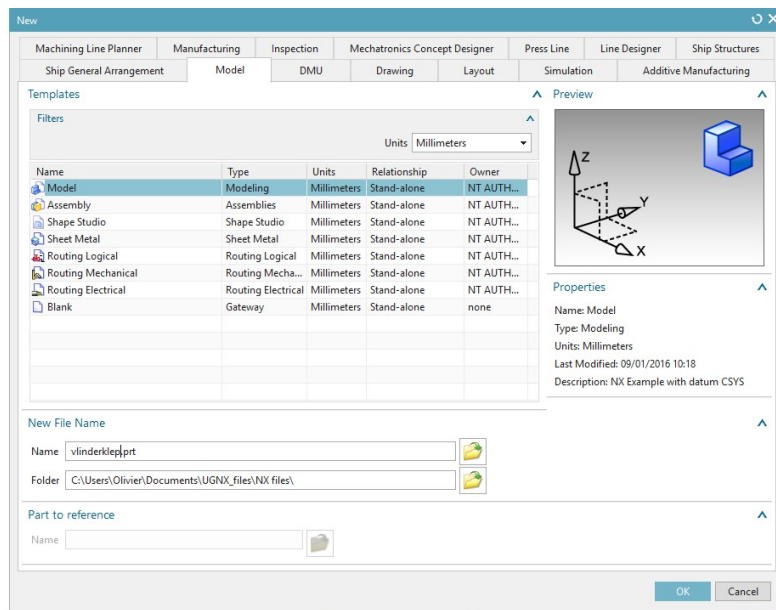
uit: *Solid Modeling met Mechanical Desktop R6 / Jan Bootsma - Schoonhoven: Academic Service*

Eerst wordt in de windows file explorer een map gemaakt met als naam **Vlinderklep**. Daar komen **alle bestanden** van de vlinderklep terecht.

Een nieuwe file maak je altijd aan vanuit 'File-new' (shortcut: CTRL+N) of het icoon:



In het tabblad model kies je het template 'model-modelling'. Een template is een lege file die onmiddellijk een aantal basisinstellingen meekrijgt (hier bv. de specifieke iconen voor solid modellering). **Hier geef je ook onmiddellijk op in welke eenheden het model moet staan (mm).**

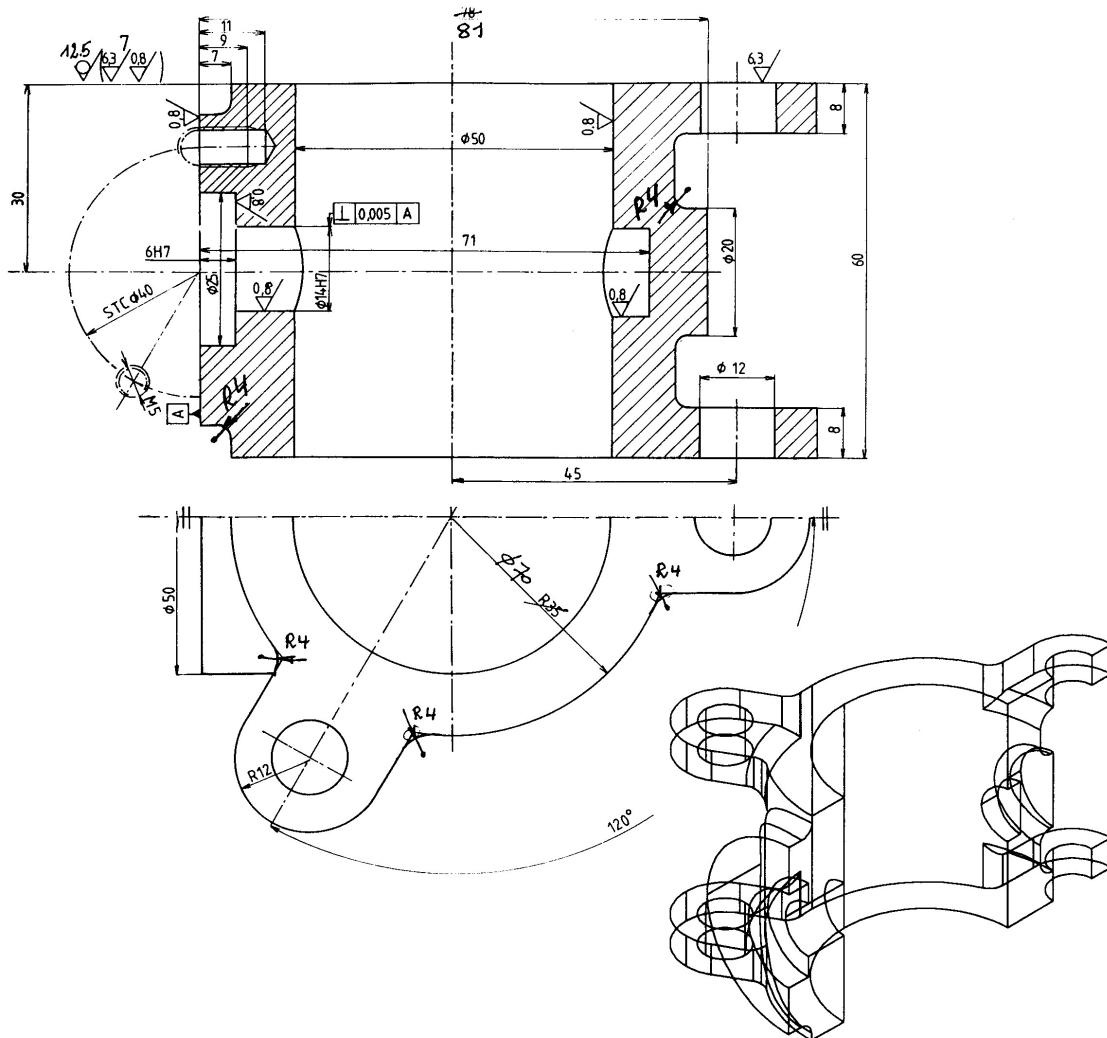


Bij voorkeur wordt hier onmiddellijk al de juiste naam aan de file gegeven ('vlinderklep').

Wil je achteraf controleren welke andere units in het template ingesteld worden kan je dit doen via 'Menu: Information-Units Information'. Wijzigen kan via "Menu: Tools-Units Manager", dit is echter te vermijden.

Modelleren van de behuizing van een vlinderklep

Er wordt gestart met de **technische tekening** van de behuizing van een vlinderklep (zie ook aparte technische tekening).

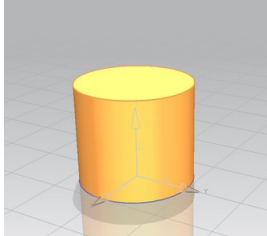
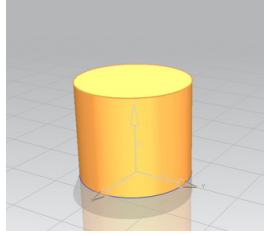
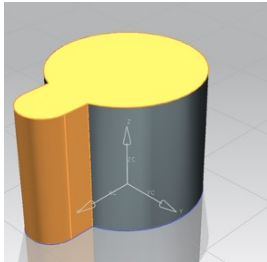
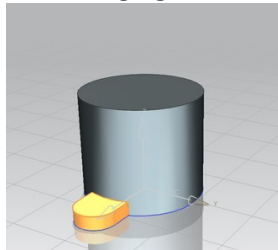
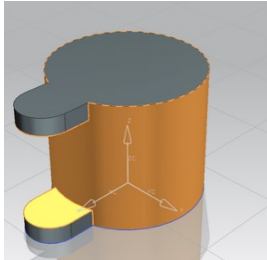
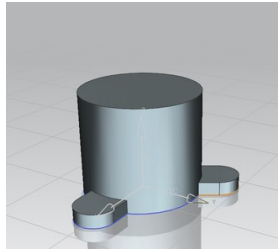
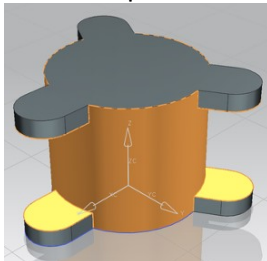
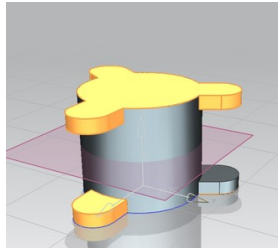


Werkvolgorde:

- De **base feature** van deze behuizing wordt een **cilinder** met $\phi 70$ met een hoogte van 60.
- Nadien wordt **één** van de drie **bevestigingselementen** gemodelleerd tot op dezelfde hoogte. Voor de constructie van de overige bevestigingselementen zijn verschillende strategieën mogelijk. B.v. met een **circulaire pattern/instance**. (zie ook verder)
- Het **ronde gedeelte links** $\phi 50$, die de as ontvangt, alsook het **ronde gedeelte rechts** $\phi 20$ worden gemodelleerd.
- Uiteindelijk wordt de **binnenvorm** bepaald, met een boring $\phi 50$, een getrapte boring en een aantal kleinere boringen.

Een aantal mogelijkheden voor de constructie van de bevestigingselementen:

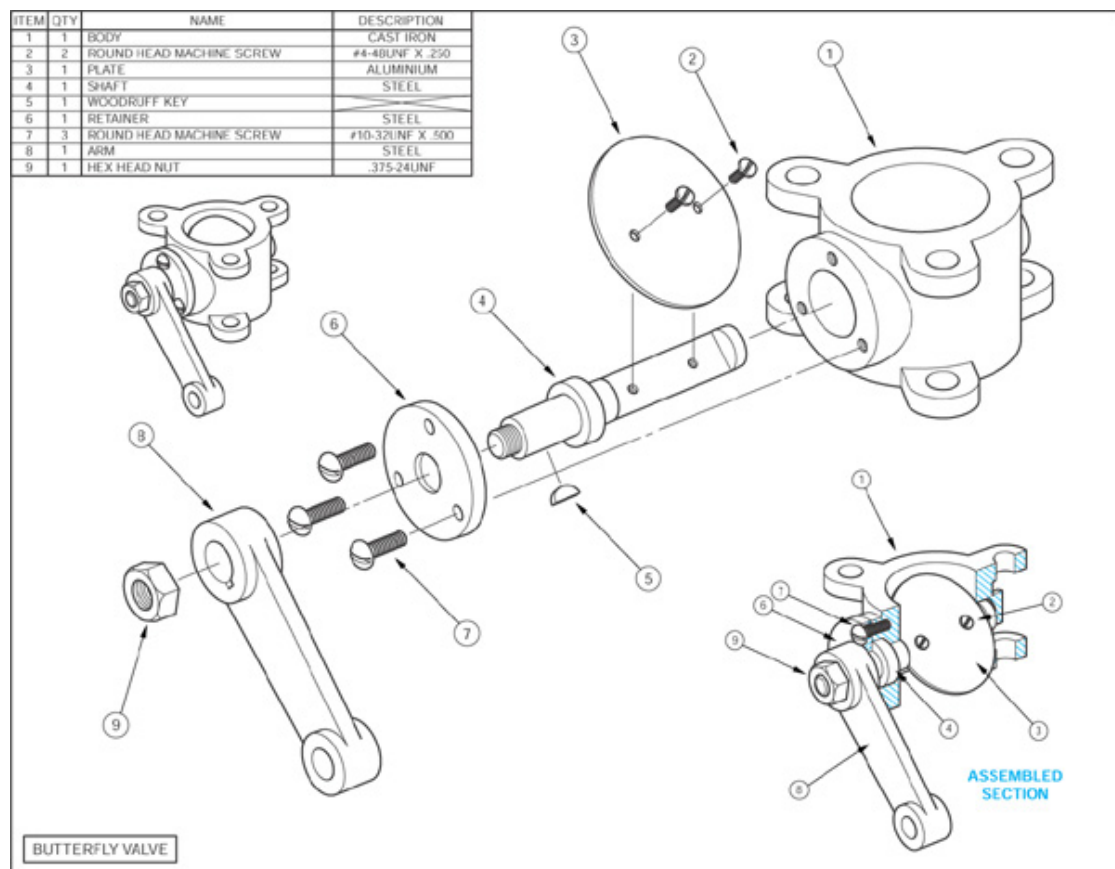
1. Eén bevestigingselement op volle hoogte extruderen en met een extrusie met booleaanse subtract het middelste deel weghalen.
2. Na het modelleren van de onderste 3 bevestigingselementen (incl. gebruik van een pattern) spiegelen over een horizontaal symmetrie-vlak.
3. Eerst de 3 onderste bevestigingselementen modelleren en dan de schets van het 1^e element hergebruiken om een extrusie te maken van de bovenste elementen (extrude met een start-hoogte anders dan 0) en opnieuw een pattern toe te passen. Dit is de meest complexe (lees: traagste) manier.

Strategie 1	Strategie 2
<p>Base feature (cilinder)</p> 	<p>Base feature (cilinder)</p> 
<p>Bevestigingselement volledige hoogte</p> 	<p>over 1 bevestigings-element</p> 
<p>Extrude (boolean subtract) vanaf 8mm tot 74mm</p> 	<p>Circulaire pattern</p> 
<p>Circulaire pattern</p> 	<p>Mirror over nieuw werkvlak (datum plane)</p> 

Tijdens het verdere verloop van de oefening wordt met **strategie 2** gewerkt.

Voorlopig gaan we ons enkel concentreren op het modelleren van de vlinderklep-behuizing met de gegeven maten. Willen we echter een aanpasbaar model krijgen ('geparametriseerd') dan moeten we rekening houden met een aantal ontwerpregels waardoor de ontwerpvolgorde en vooral de relatie tussen de afmetingen onderling zal gewijzigd worden. Daarover later meer.

In de volgende **exploded view** is de totale **samenstelling** afgebeeld. Wij modelleren onderdeel 1. Onderdeel 3 is de eigenlijke vlinderklep. Hieruit kan de **montagevolgorde** afgeleid worden, alsook de **referentie-elementen** voor het gehele stuk en de afzonderlijke parts.



Base feature - Extruded feature

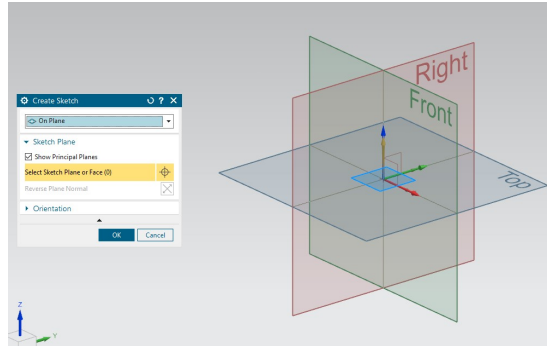
Schets en profiel van de base feature

Aangezien we starten met een 'sketched feature' als 'base feature' wordt het sketch-icoon

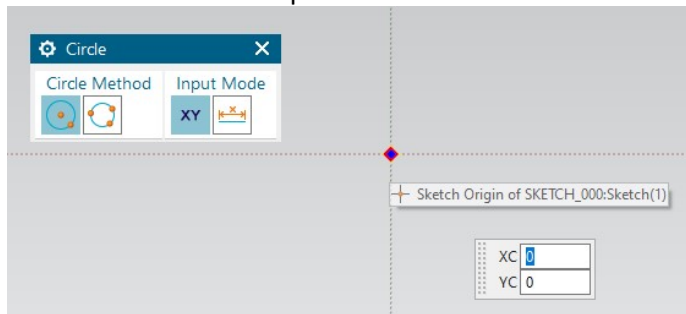


NX stelt na het openen van 'Create sketch' current dialog zelf voor om de schets in het XY-vlak te plaatsen (zie blauw **TOP** vlak). Je kan zonder problemen een ander hoofdvlak aanklikken maar voorlopig houden we het hier op het XY-vlak.

Bevestig met de MMB (**M**iddle **M**ouse **B**utton) of door te klikken op **OK** onderaan het 'Create Sketch' venster.



Om de schets te verankeren aan het assenstelsel wordt het centerpunt van de cirkel vastgepind op het nulpunt van het assenstelsel. Merk het ruitvormige geel-rode icoon op ter identificatie van de snapfunctie.



Waar nodig (lees: indien het systeem niet zelf de juiste constraints herkend heeft tijdens het tekenen) voeg je zelf nog extra randvoorwaarden toe.



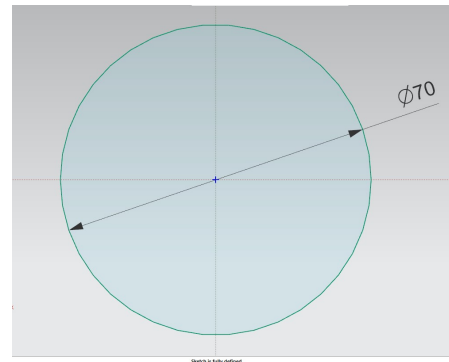
Er zijn twee vormen van constraining (= randvoorwaarden aanbrengen):

Geometrische constraints: opleggen van vormbeperkingen

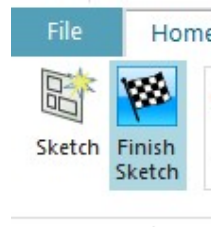
Dimensionele constraints: Bemating

Doel van constraining is het éénduidig vastleggen van de vorm en afmetingen van de schets, waardoor deze 'fully defined' wordt.

Het plaatsen van $\varnothing 70$, in combinatie met het cirkelcenterpunt dat reeds is vastgepind op het assenstelsel nulpunt, is voldoende om een 'fully defined' sketch te bekomen.

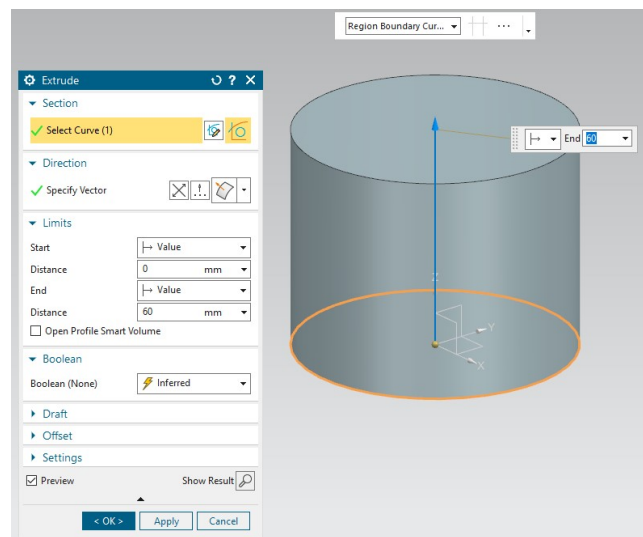


Verlaat de skech met '**Finish sketch**'



Creëren van de base feature

Via: **Extrude (X)** wordt een **vormelement** gemaakt ('feature'), met **hoogte 60 mm**, waarbij het schetsvlak het uitgangsvlak is voor het definiëren van de extrusie. Als selection intent geniet 'Region Boundary Curve' de voorkeur.



Het wijzigen van de base feature (indien nodig)

In de **Part Navigator** kan de extrude van de cilinder dubbelgeklikt worden om eventueel de waarden te wijzigen.

Ook de schets kan dubbelgeklikt worden om opnieuw aan te passen.

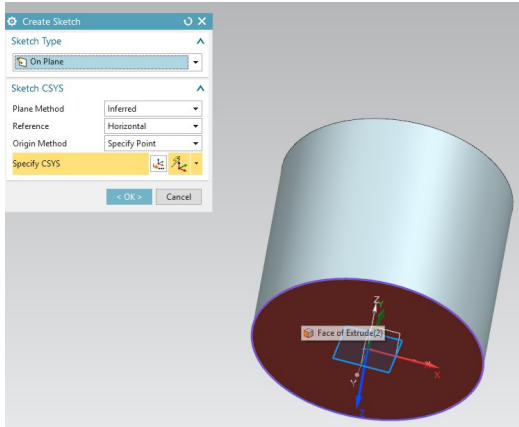
Alternatief kan in de **Part Navigator** met de RMB op '**Edit with Rollback**' om diezelfde waarden aan te passen.

Dependent features

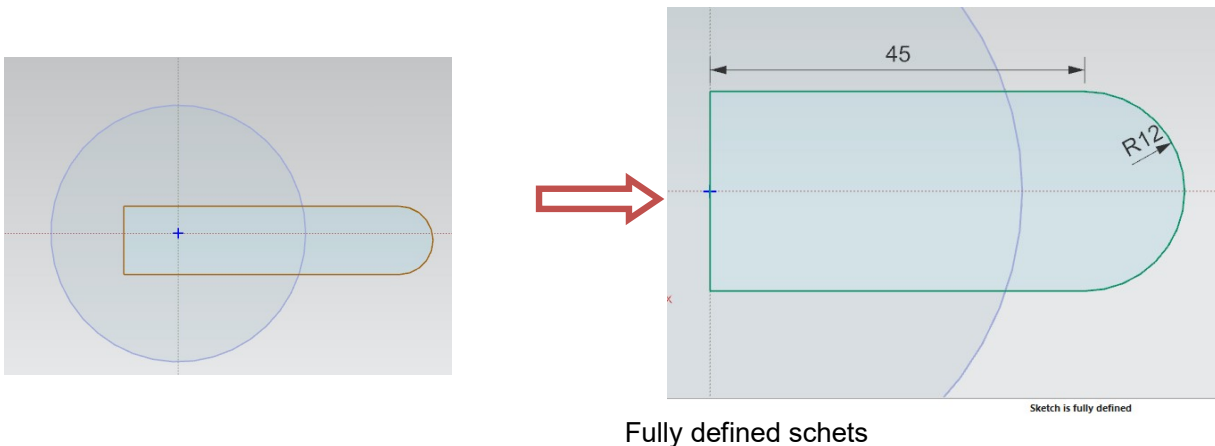
Bevestigingselementen - Extruded feature

Schets een profiel van de extruded feature

Er wordt een nieuw **schetsvlak** geplaatst op het **XY vlak** (kan in principe ook het ondervlak van de cilinder zijn). Indien dit vlak moeilijk selecteerbaar is kan het solid model doorzichtig worden gemaakt met de **RMB-Wireframe with dim edges**.

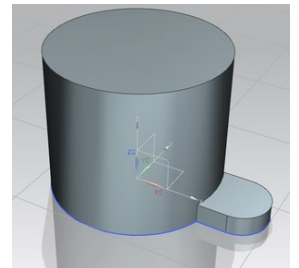


Nadien wordt **één** van de drie **bevestigingselementen** gemodelleerd. Uiteraard wordt ook hier de schets 'fully constrained' gemaakt. Om problemen bij de kopiëren en spiegelen te vermijden, teken je het bevestigingselement tot in het centrum van de cilinder.



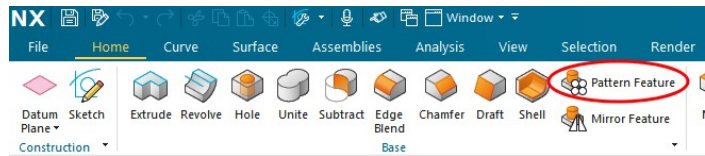
Fully defined schets

Uiteindelijk kan deze schets dan geëxtrudeerd worden tot de gekozen hoogte (afhankelijk van de gekozen modelleer-strategie, wij kiezen nu voor 8mm). Opgelet met de 'selection intent' bij het selecteren van het **gesloten** profiel dat we willen extruderen, maak dat het volledige groene profiel zoals hierboven te zien is geselecteerd wordt, dus ook het gedeelte **in de reeds bestaande cilinder!** Kies ook de Booleaanse operator '**Unite**' om alle features als 1 object te definiëren.



Bevestigingselementen - Circular Pattern

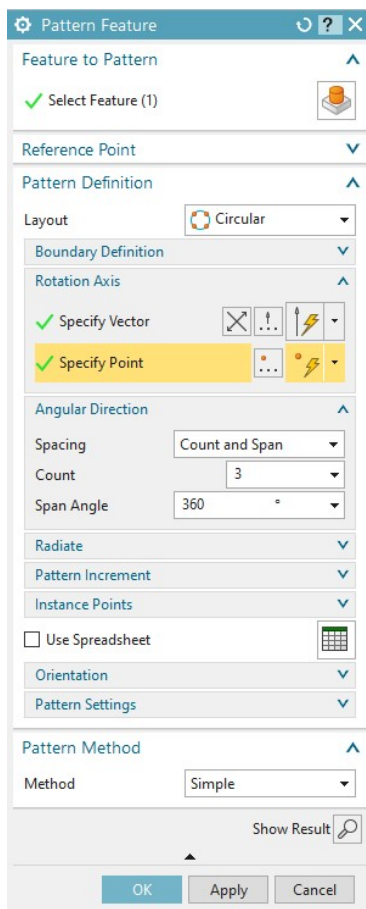
Met de functie **Insert** → **Associative Copy** → **Pattern Feature** – of sneller **via het icoon** kunnen features volgens een rechthoekig (rectangular) of circulair (circular pattern) gecopieerd worden.



Opgepast: 'Pattern geometry' werkt gelijkaardig maar op het niveau van afzonderlijke geometrie ! Hier dus NIET gebruiken.

Hier gebruiken we deze functie om copies te maken van het bevestigingselement. Bij wijzigingen van het origineel zullen de copies ook worden aangepast.

Werkwijze:



- Activeer **Pattern Feature**
- Selecteer de uitstulpende feature (uit de lijst in de Part Navigator of door te klikken op de feature zelf)
- Kies 'Layout: Circular'
- In een volgende stap duid je de omwentelingsas (rotation axis) aan: Kies 'Specify vector' om de rotatie-as te selecteren (hoogstwaarschijnlijk bij jou de Z-as die samenvalt met centeras van de cilinder). Met 'Specify Point' geef je dan het exacte rotatiepunt in (middelpunt van de grote cilinder).
- Bij **Angular Direction** geef je aan hoeveel kopieën er moeten komen en onder welke hoek. Eenvoudigst is om 'Spacing: Count and Span' te kiezen, waarna je het aantal en de totale omtrekshoek (hier dus 360°) kan ingeven. Kleine gele elementjes geven de toekomstige positie van de kopieën al aan.

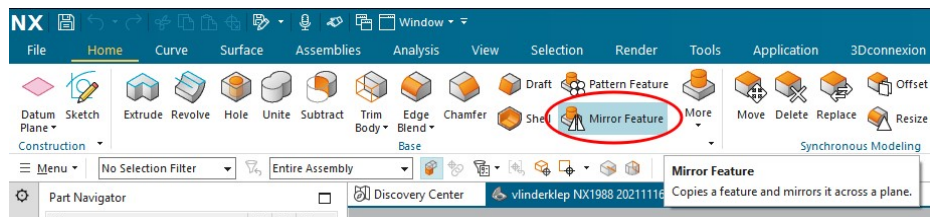
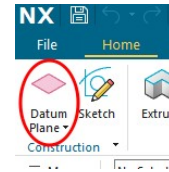
Nu zijn voldoende gegevens ingevuld en kan je dus op OK of Apply drukken.

Noteer dat de kopieën ook onmiddellijk door een unite-operatie samengevoegd worden met de rest van de solid, want de oorspronkelijke feature was ook al 'ge-unite'.

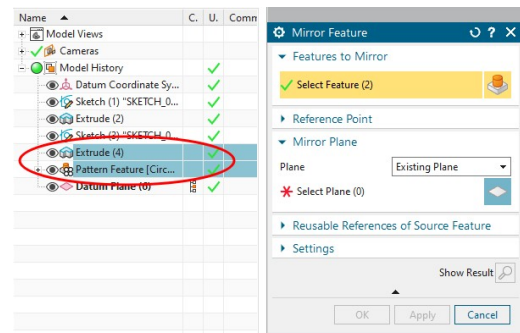
Verder vervolg:

Via een **Mirror Feature** functie kunnen de onderste drie bevestigingselementen gespiegeld worden.

- Creëer hiervoor eerst een werkvlak (**datum plane**) op een hoogte 30 evenwijdig met het XY-vlak. Dit kan op 2 manieren:
 - o Gebruik **bij voorkeur** de optie '**Bisector**': selecteer boven- en ondervlak van de cilinder en het datum plane komt automatisch halverwege. Mocht de hoogte van de cilinder nadien veranderen blijft het datum plane halverwege en blijft de spiegeloperatie steeds correct.
 - o Via 'inferred' of 'At distance' kom je er ook, maar weet dan dat het datum plane niet in het midden blijft staan bij wijziging van de cilinder-hoogte. Selecteer het ondervlak, geef hoogte 30 in en verander eventueel de richting waarin de afstand uitgezet wordt (Reverse Direction)



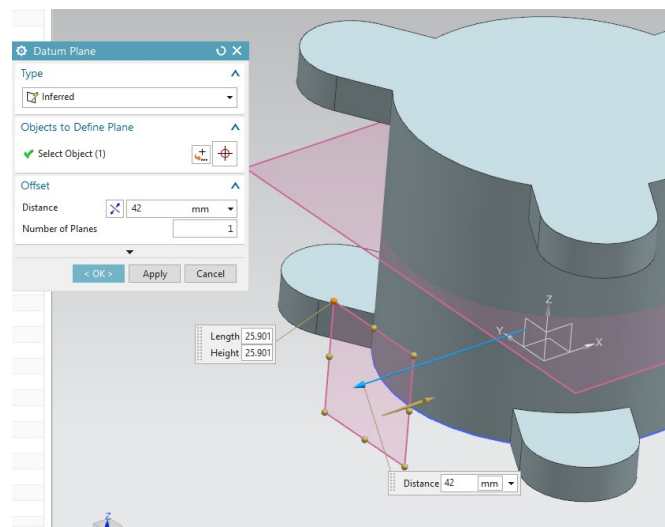
- Start nu de spiegeling via **Insert** → **Associative Copy** → **Mirror Feature** (dit kan ook via het icoon van Mirror Feature) en selecteer daarbij de net gecreëerde 'Pattern Feature' samen met de laatste extrude (druk CTRL in) in de Part Navigator om de elementen te spiegelen.



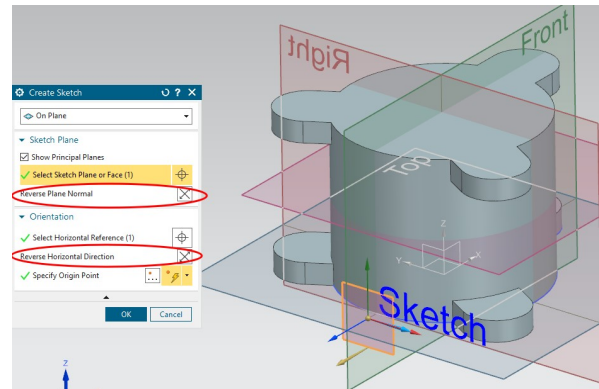
Cilindrisch gedeelte links - Extruded feature

Om het **cilindrisch gedeelte links** $\varnothing 50$ (die de as ontvangt) te modelleren wordt een bijkomende **Datum Plane** bepaald, **evenwijdig** aan het **YZ Plane** van de Origin, en op een afstand van **42mm** daaraan evenwijdig. ($42 = (\text{diam. } 70/2) + 7$)

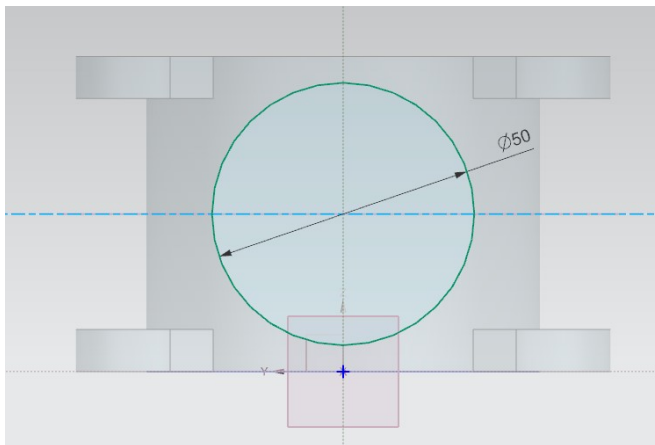
Het datum plane kan best via de 'at distance' aangemaakt worden t.o.v. het YZ vlak.



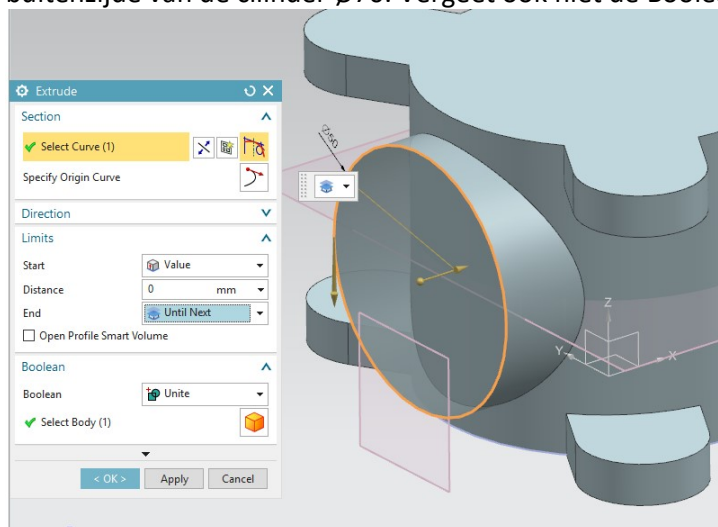
Er wordt een nieuw **schetsvlak** gedefinieerd op dit datum plane. Hierbij kan je de ligging van de schets zelf bijstellen. Indien je niet akkoord gaat met de oriëntatie van het assenstelsel van het schetsvlak kan je eventueel via 'Reverse Plane Normal' en 'Reverse Horizontal Direction' de oriëntatie bijsturen.



In de schets wordt de cirkel waaruit de cilinder wordt geëxtrudeerd bemaat t.o.v. de X en Y as tot fully constrained. Je kan eventueel maat '30' vervangen door een coincident constraint met het horizontale symmetrie-hulpvlak.



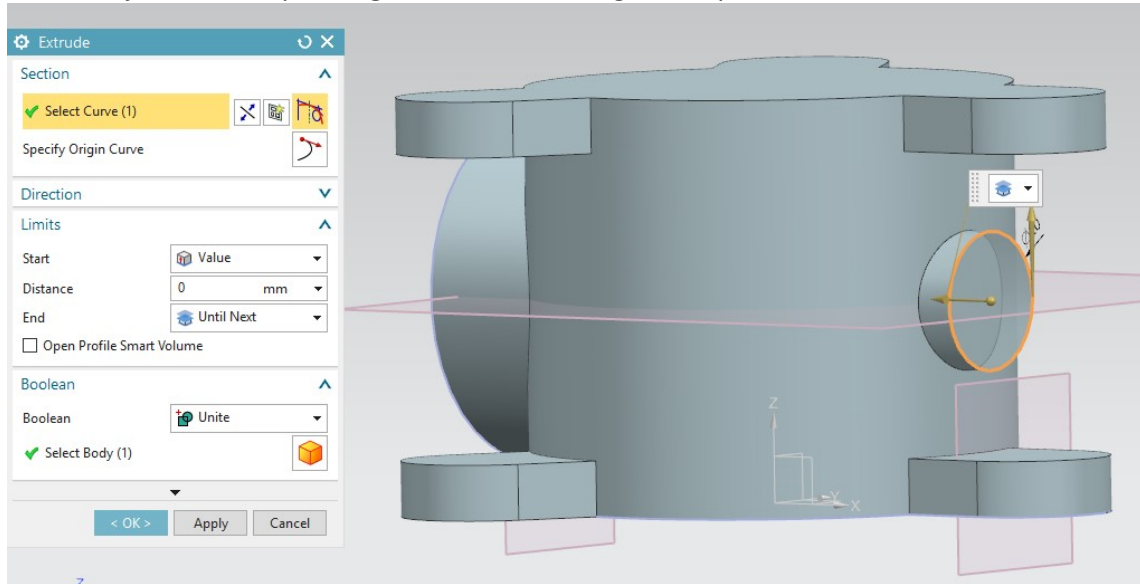
Bij de extrusie wordt de optie 'End: Until Next' aangevinkt zodat de extrusie stopt aan de buitenzijde van de cilinder $\varnothing 70$. Vergeet ook niet de Booleaanse **Unite** aan te vinken.



Cilindrisch gedeelte rechts - Extruded feature

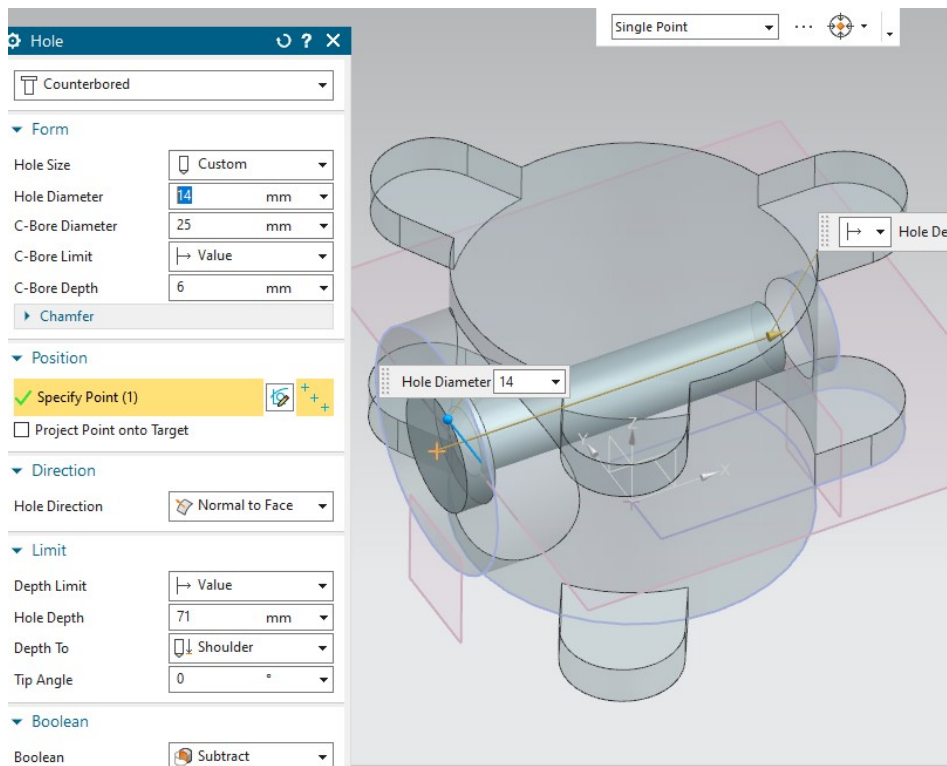
Op eenzelfde wijze wordt het **cilindrische gedeelte rechts**, $\varnothing 20$ gemodelleerd. Dit gebeurt op een **bijkomende Datum plane** bepaald, **evenwijdig** aan laatste datum plane en op een afstand van **81mm** daaraan evenwijdig.

Uiteindelijk wordt het profiel **geëxtrudeerd** tot tegen de opstaande **cilindrische Face**:



Horizontale binnenvorm – getrapte boring

Met de speciale optie '**Counterbored**' in de **Hole-functie** kan een getrapte boring (met 2 verschillende \varnothing 'ers) gevormd worden. Zie instellingen in de afbeelding hieronder:



Boringen – Hole feature

Eerst wordt de **centrale boring** $\varnothing 50$ bepaald. Door te bewegen op de buitendiameter van de cilinder $\varnothing 70$ kan in het bovenvlak het centerpunt geselecteerd worden, waaruit de boring $\varnothing 50$ wordt geconstrueerd. Dit voorkomt de aanmaak van een aparte schets.

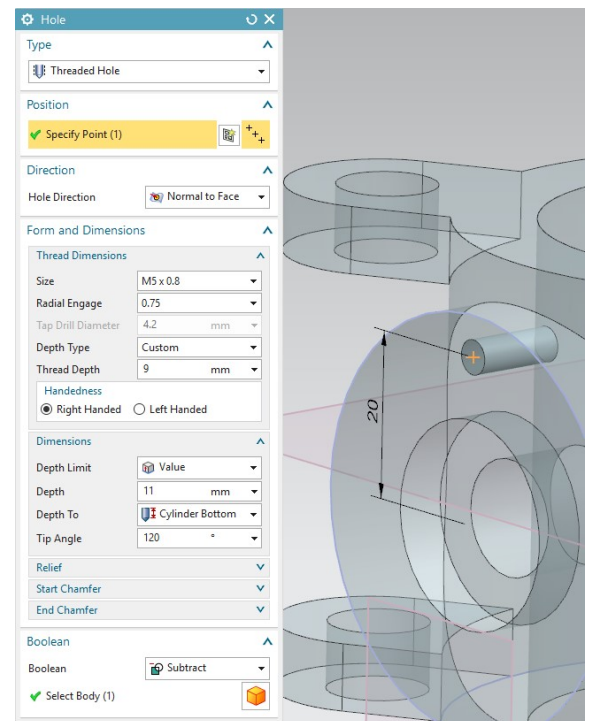


Op een analoge manier worden de **3 andere boringen** $\varnothing 12$ **gelijktijdig** bepaald. (let op de optie : **Through body** !)

Uiteindelijk worden dan in het linker-voorvlak de drie boringen $\varnothing 5$ met schroefdraad aangebracht, die op een steekcirkel STC $\varnothing 40$ liggen.

Maak hiervoor gebruik van de 'hole type: **Threaded Hole**' met instellingen zoals hiernaast te zien om **1 boring te tekenen**.

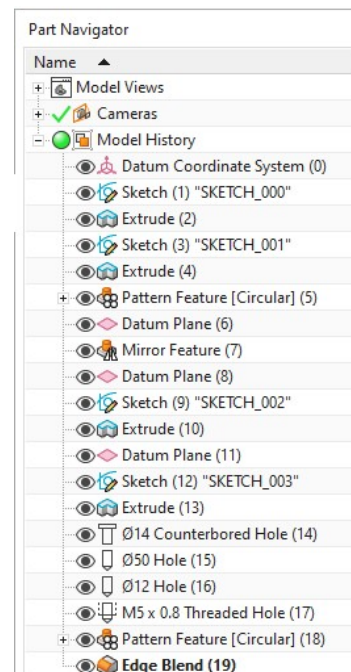
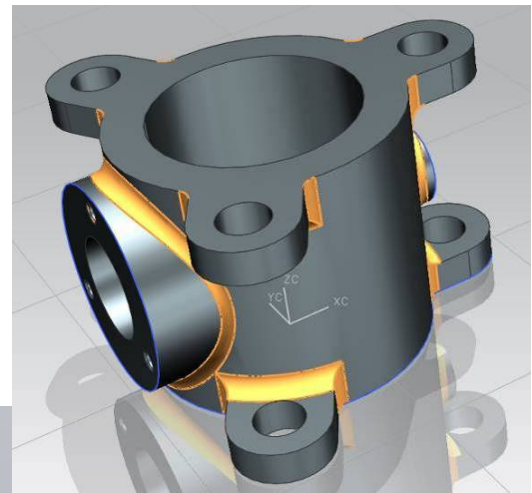
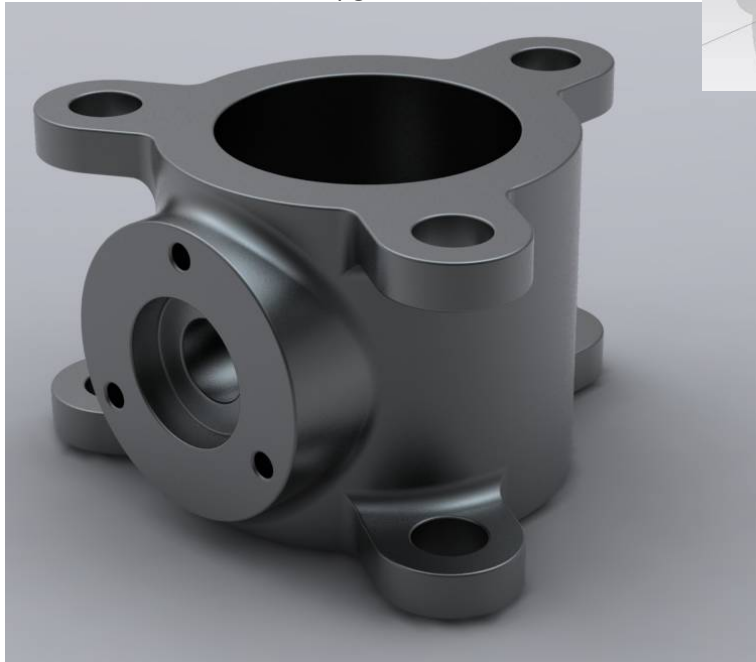
Hierna gebruik je **Pattern feature** (circular pattern) om de 2 andere boringen te plaatsen.



Afrondingen – Edge blend feature

Als laatste vormelementen worden de **afrondingen R4** bepaald.

Hiermee is de volledige behuizing van de vlinderklep gemodelleerd. Nu kan de 2D technische tekening worden opgemaakt.



Zelf-evaluatie:

- Zijn alle sketches **fully defined/constrained**?
- Heb ik **1 enkele solid** (via Clip Section of Selection filter: solid body controleren) ?
- **Geen onnodige elementen** in de Part History?: edge blends met dezelfde radius groeperen, Booleans binnen de extrude/revolve reeds uitvoeren, lege sketches verwijderen,...
- Kloppen alle afmetingen? : verifieer de bemating uit je technische tekening met de afmetingen uit de opgave.