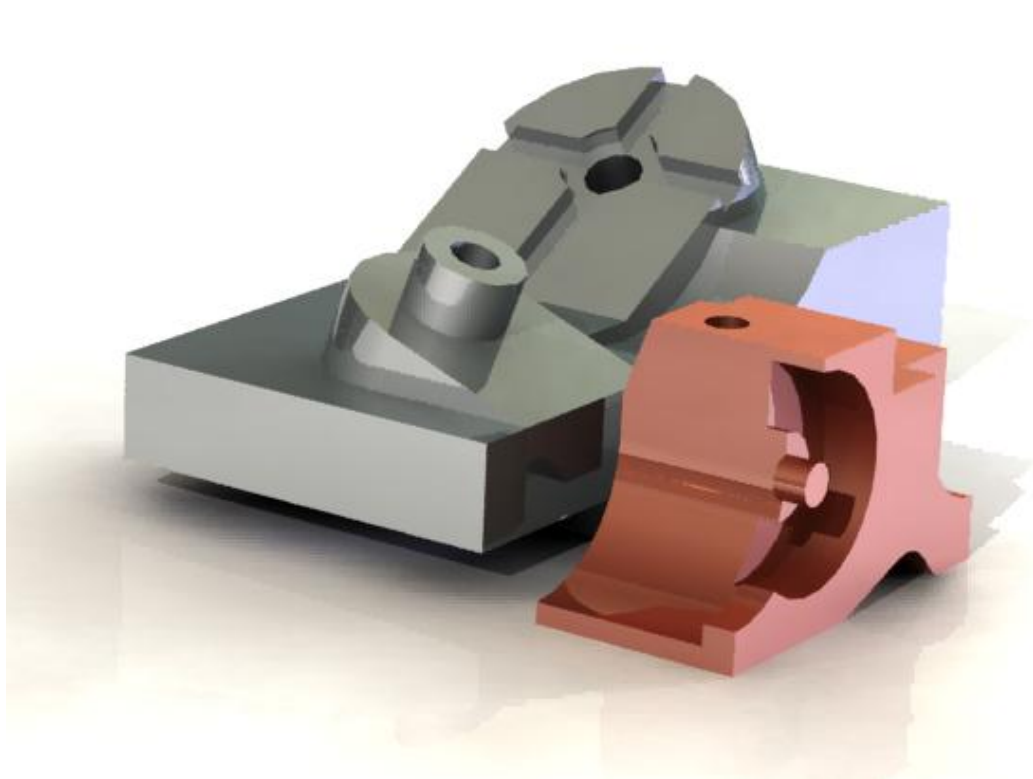


# SolidWorks® tutorial 12

## CSWA



Lager en middelbaar technisch onderwijs



© 1995-2010, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, a Dassault Systèmes S.A. company, 300 Baker Avenue, Concord, Mass. 01742 USA. All Rights Reserved.

The information and the software discussed in this document are subject to change without notice and are not commitments by Dassault Systèmes SolidWorks Corporation (DS SolidWorks).

No material may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronically or manually, for any purpose without the express written permission of DS SolidWorks.

The software discussed in this document is furnished under a license and may be used or copied only in accordance with the terms of the license. All warranties given by DS SolidWorks as to the software and documentation are set forth in the license agreement, and nothing stated in, or implied by, this document or its contents shall be considered or deemed a modification or amendment of any terms, including warranties, in the license agreement.

#### Patent Notices

SolidWorks® 3D mechanical CAD software is protected by U.S. Patents 5,815,154; 6,219,049; 6,219,055; 6,611,725; 6,844,877; 6,898,560; 6,906,712; 7,079,990; 7,477,262; 7,558,705; 7,571,079; 7,590,497; 7,643,027; 7,672,822; 7,688,318; 7,694,238; 7,853,940 ; and foreign patents, (e.g., EP 1,116,190 and JP 3,517,643).

eDrawings® software is protected by U.S. Patent 7,184,044; U.S. Patent 7,502,027; and Canadian Patent 2,318,706.

U.S. and foreign patents pending.

#### Trademarks and Product Names for SolidWorks Products and Services

SolidWorks, 3D PartStream.NET, 3D ContentCentral, eDrawings, and the eDrawings logo are registered trademarks and FeatureManager is a jointly owned registered trademark of DS SolidWorks.

CircuitWorks, Feature Palette, FloXpress, PhotoWorks, TolAnalyst, and XchangeWorks are trademarks of DS SolidWorks.

FeatureWorks is a registered trademark of Geometric Software Solutions Ltd.

SolidWorks 2011, SolidWorks Enterprise PDM, SolidWorks Simulation, SolidWorks Flow Simulation, and eDrawings Professional are product names of DS SolidWorks.

Other brand or product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

#### COMMERCIAL COMPUTER SOFTWARE - PROPRIETARY

U.S. Government Restricted Rights. Use, duplication, or disclosure by the government is subject to restrictions as set forth in FAR 52.227-19 (Commercial Computer Software - Restricted Rights), DFARS 227.7202 (Commercial Computer Software and Commercial Computer Software Documentation), and in the license agreement, as applicable.

Contractor/Manufacturer:

Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, 300 Baker Avenue, Concord, Massachusetts 01742 USA

Copyright Notices for SolidWorks Standard, Premium, Professional, and Education Products

Portions of this software © 1986-2010 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. All rights reserved.

Portions of this software © 1986-2010 Siemens Industry Software Limited. All rights reserved.

Portions of this software © 1998-2010 Geometric Ltd.

Portions of this software © 1996-2010 Microsoft Corporation. All rights reserved.

Portions of this software incorporate PhysX™ by NVIDIA 2006-2010.

Portions of this software © 2001 - 2010 Luxology, Inc. All rights reserved, Patents Pending.

Portions of this software © 2007 - 2010 DriveWorks Ltd. Copyright 1984-2010 Adobe Systems Inc. and its licensors. All rights reserved. Protected by U.S. Patents 5,929,866; 5,943,063; 6,289,364; 6,563,502; 6,639,593; 6,754,382; Patents Pending.

Adobe, the Adobe logo, Acrobat, the Adobe PDF logo, Distiller and Reader are registered trademarks or trademarks of Adobe Systems Inc. in the U.S. and other countries.

For more copyright information, in SolidWorks see Help > About SolidWorks.

Copyright Notices for SolidWorks Simulation Products

Portions of this software © 2008 Solversoft Corporation.

PCGLSS © 1992-2007 Computational Applications and System Integration, Inc. All rights reserved.

Copyright Notices for Enterprise PDM Product

Outside In® Viewer Technology, © Copyright 1992-2010, Oracle

© Copyright 1995-2010, Oracle. All rights reserved.

Portions of this software © 1996-2010 Microsoft Corporation. All rights reserved.

Copyright Notices for eDrawings Products

Portions of this software © 2000-2010 Tech Soft 3D.

Portions of this software © 1995-1998 Jean-Loup Gailly and Mark Adler.

Portions of this software © 1998-2001 3Dconnexion. Portions of this software © 1998-2010 Open Design Alliance. All rights reserved.

Portions of this software © 1995-2009 Spatial Corporation.

This software is based in part on the work of the Independent JPEG Group.

Deze tutorial is ontwikkeld in opdracht van SolidWorks Benelux, en mag door iedereen gebruikt worden om te leren werken met het 3D CAD-programma SolidWorks. **Elk ander gebruik van deze tutorial of delen daarvan is niet toegestaan.** Bij vragen hierover kunt u contact opnemen met uw reseller.

Initiatief: Kees Kloosterboer (SolidWorks Benelux)

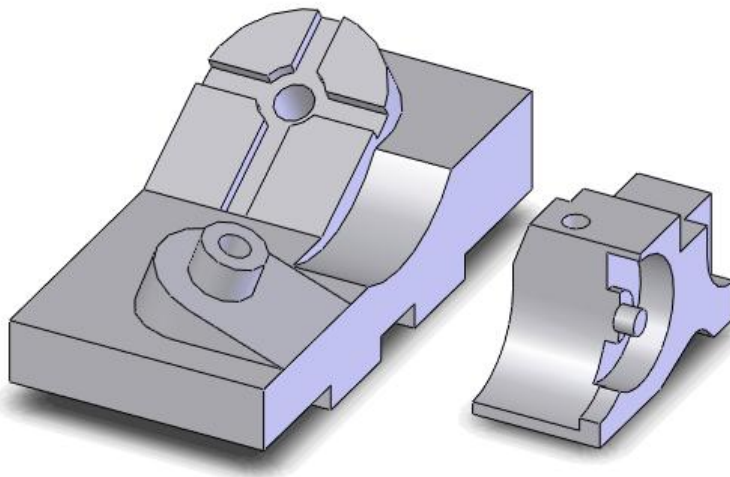
Afstemming op onderwijs: Jack van den Broek (Vakcollege Dr. Knippenberg)

Realisatie: Arnoud Breedveld (PAZ Computerworks)

## CSWA

**CSWA** (Certified SolidWorks Associate) is een certificaat dat je kunt behalen. Wanneer je in de toekomst gaat solliciteren naar een stage of een baan, kun je met dit certificaat eenvoudig aantonen dat je SolidWorks goed kent. Het is dus zeker de moeite om dit certificaat te behalen. Wil je meer informatie hebben over hoe je dit certificaat kunt halen, vraag er dan om bij je leraar.

Heb je alle tutorials in deze reeks doorgenomen, en daarnaast voldoende geoefend, dan zou je nu eigenlijk het CSWA-certificaat al kunnen halen. Om je wat meer vertrouwd te maken met het soort vragen dat je kunt verwachten, gaan we in deze tutorial twee opgaven uit een CSWA-examen maken. Je zult in deze tutorial dan ook geen nieuwe onderwerpen tegenkomen, maar wel zien hoe je een opgave kunt maken.



### Opgave

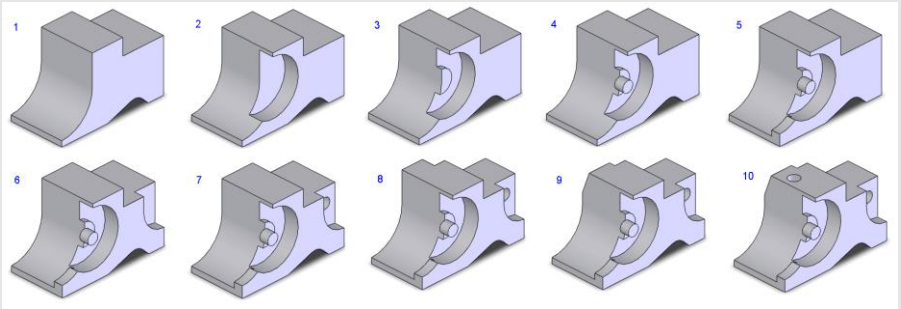
Beschikbare tijd: 45 min.

We geven hieronder de opdracht zoals die in het Engels gedefinieerd wordt, met daarachter de Nederlandse vertaling en uitleg.

Build this part in SolidWorks.	De opdracht is: modelleer dit onderdeel in SolidWorks.
Unit system: MMGS (millimeter, gram, second)	Omdat in Amerika vaak in inches gewerkt wordt, staat hier voor de volledigheid dat we in millimeters en grammen werken. Bij ons is dit standaard, dus hoeft je met deze mededeling niets te doen.
Decimal places: 2	Je werkt met twee decimalen: ook dit is een standaard instelling.
Part Origin: Arbitrary	Het nulpunt (de <b>Origin</b> ) ligt op een willekeurige plaats. Bij sommige opdrachten is de plaats van de origin wel gegeven.
A=63mm, B=50mm, C=100mm	Enkele maten zijn in het model aangegeven met de letters A, B of C. Die vervang je door de waarden die hier gegeven zijn.

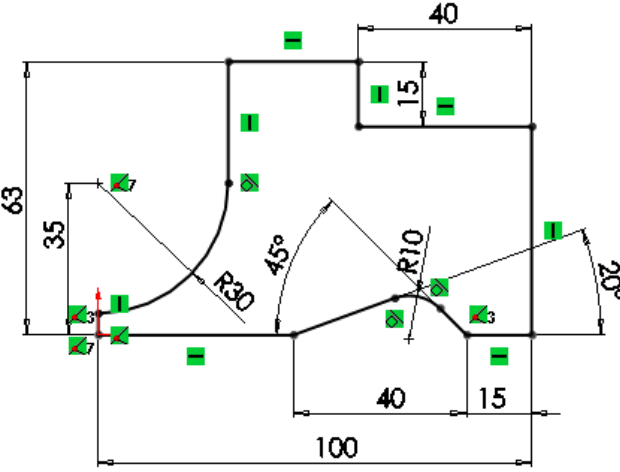
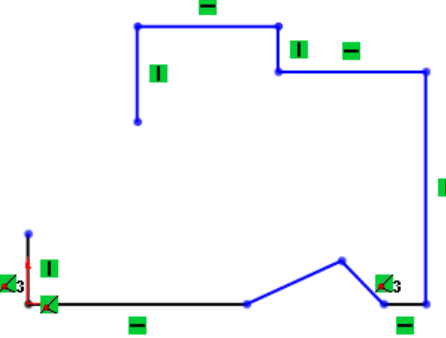
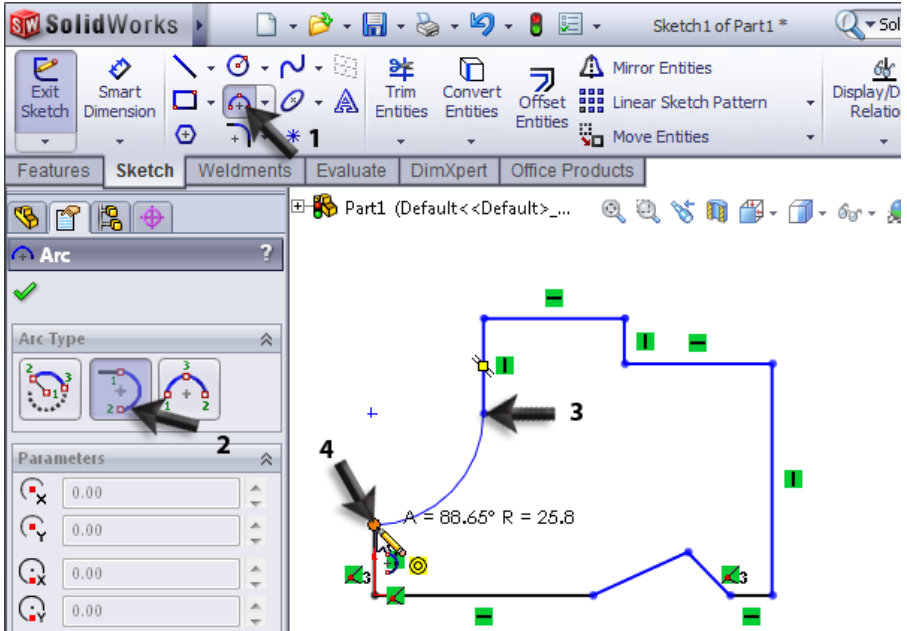


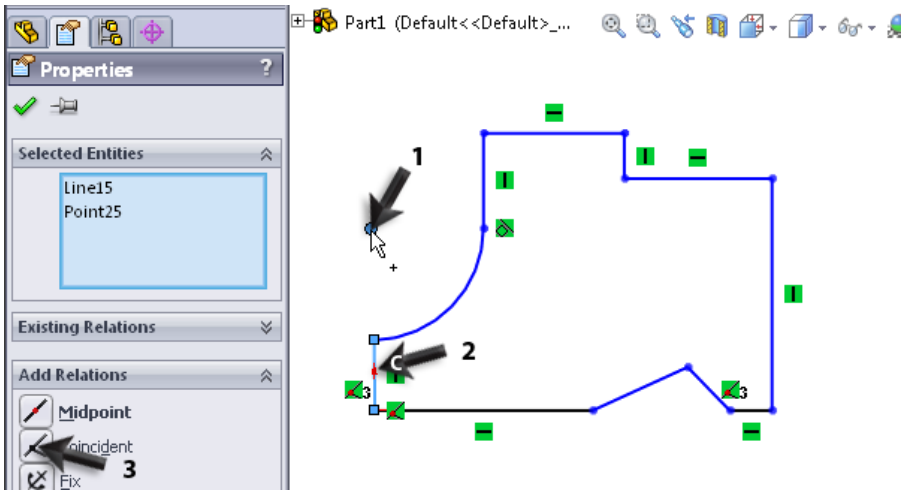
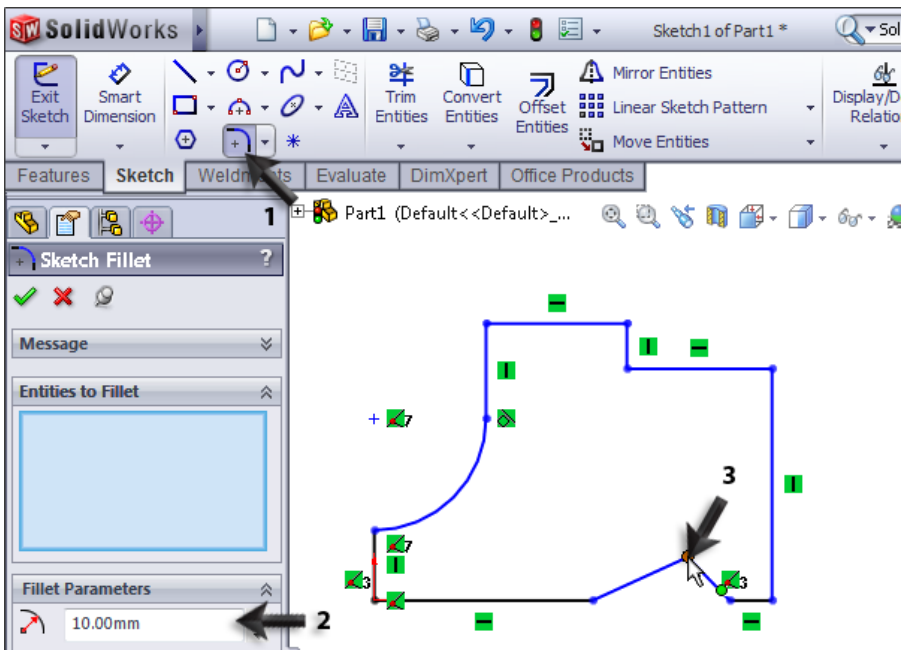
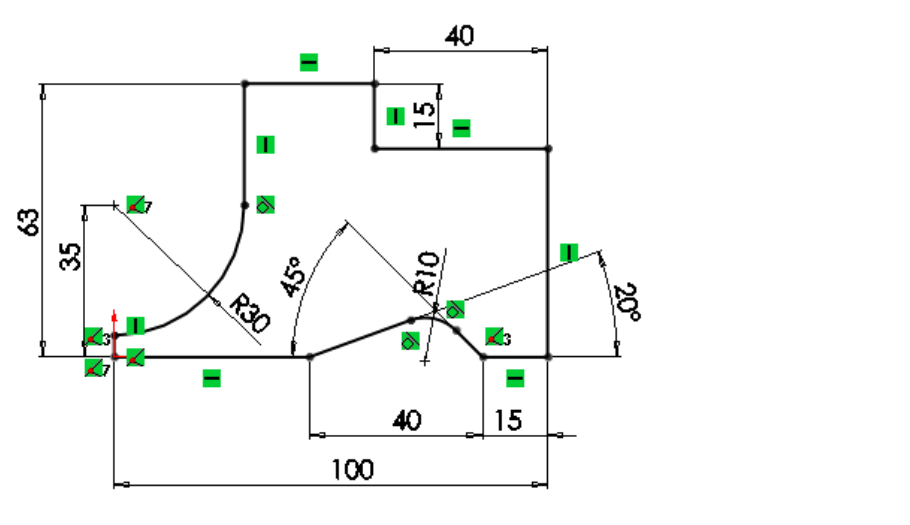
Heb je dit stappenplan eenmaal gemaakt, dan is daarna het modelleren vrij eenvoudig.



Uiteraard zou je het model ook op een andere manier op kunnen bouwen. Er is niet één juiste methode, maar natuurlijk probeer je het wel zo handig mogelijk, met zo min mogelijk features te doen.

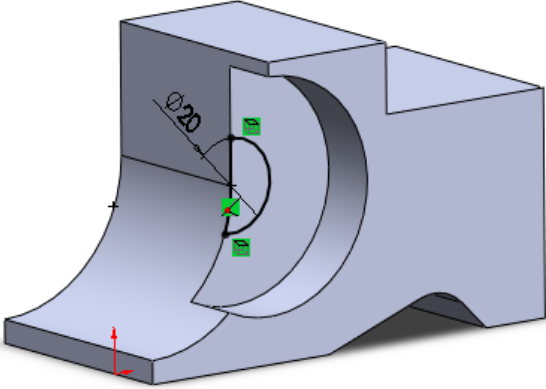
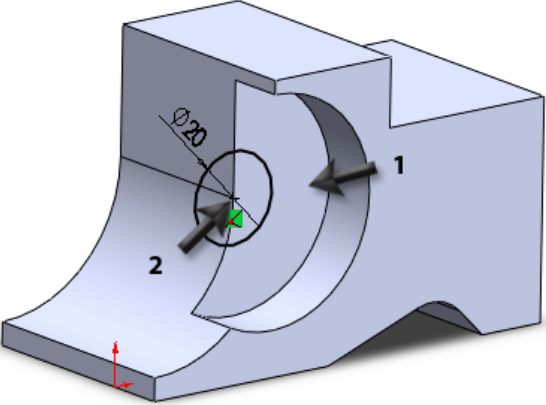
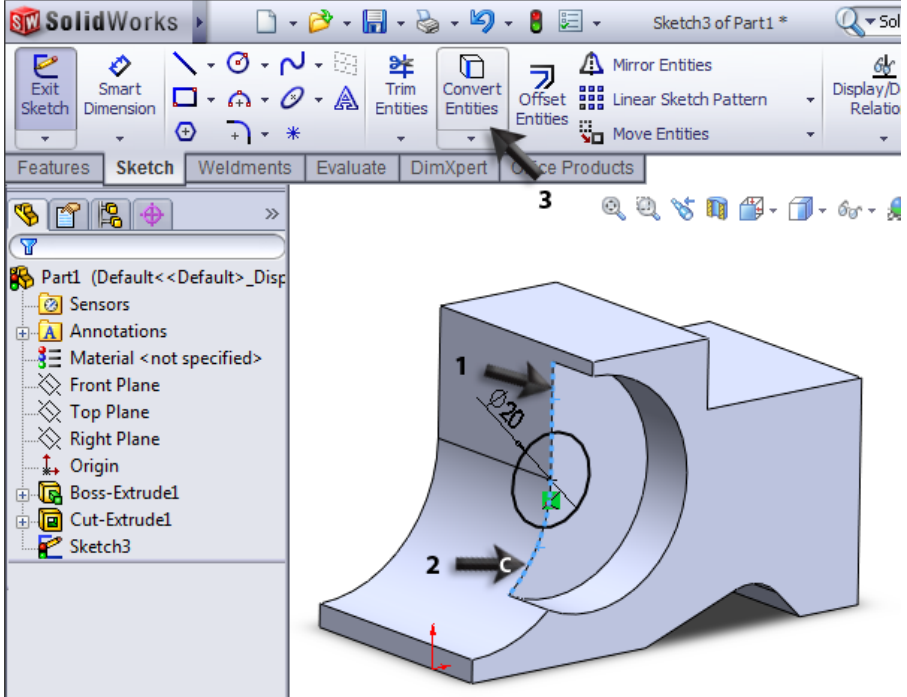
Laten we nu kijken hoe we het model verder opbouwen.

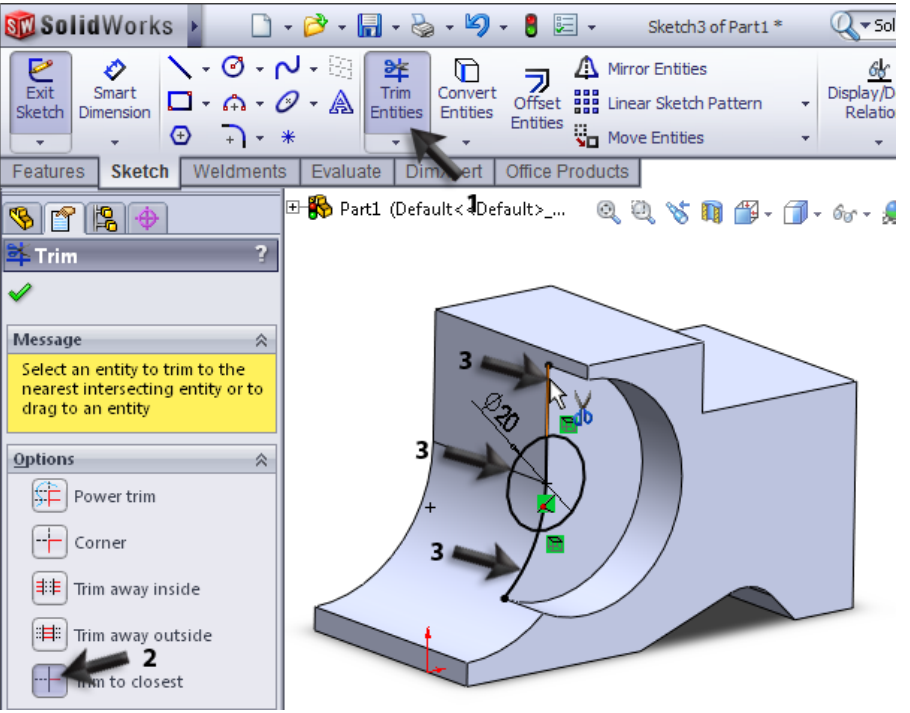
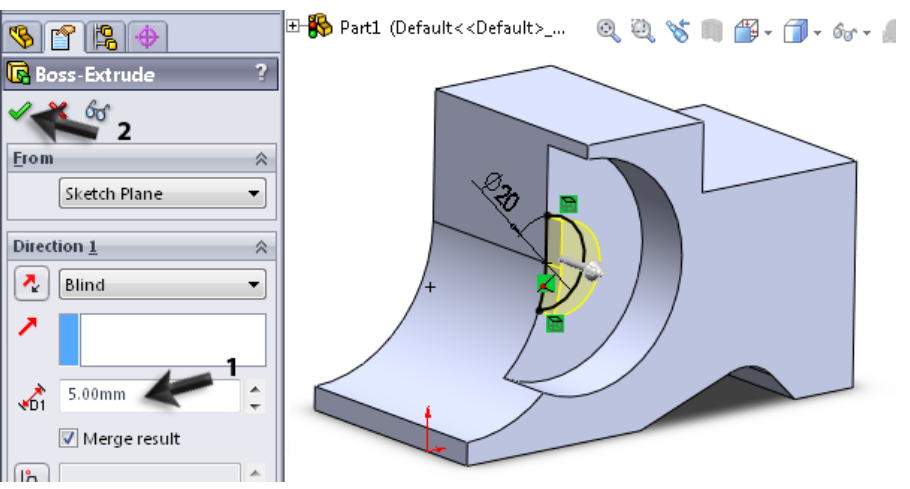
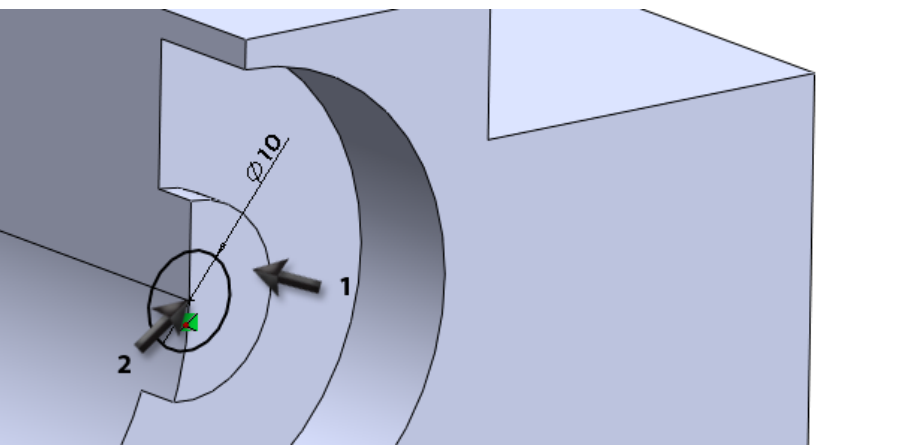
1	Start SolidWorks en open een nieuw part.	
2	<p>Selecteer het Right Plane en maak daarop een sketch zoals je hiernaast ziet.</p> <p>Kun je deze sketch zelf maken? Prima! Ga verder naar stap 8.</p> <p>Lukt het niet, kijk dan in de volgende stappen hoe je dit aan kunt pakken.</p>	
3	<p>Teken eerst de lijnen zoals je die hiernaast ziet.</p> <p>Zorg dat de lijn die je vanuit de origin horizontaal naar rechts tekent ongeveer 50mm lang is. Dan kloppen de verhoudingen.</p>	
4	<p>Teken nu de boog:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klik in de CommandManager op <b>Arc</b></li> <li>2. Klik in de PropertyManager op <b>Tangent Arc</b></li> <li>3. Klik op het onderste eindpunt van de verticale lijn zoals je hiernaast ziet</li> <li>4. Klik op het bovenste eindpunt van de verticale lijn zoals je hiernaast ziet.</li> </ol>	

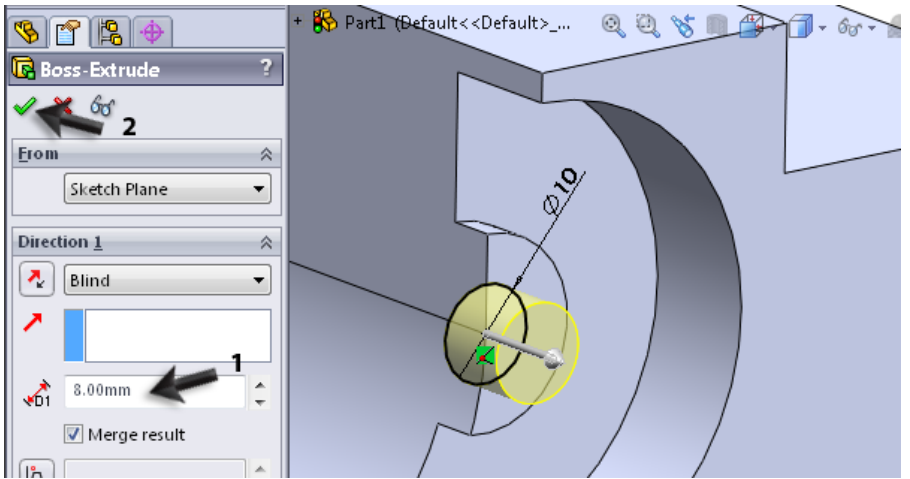
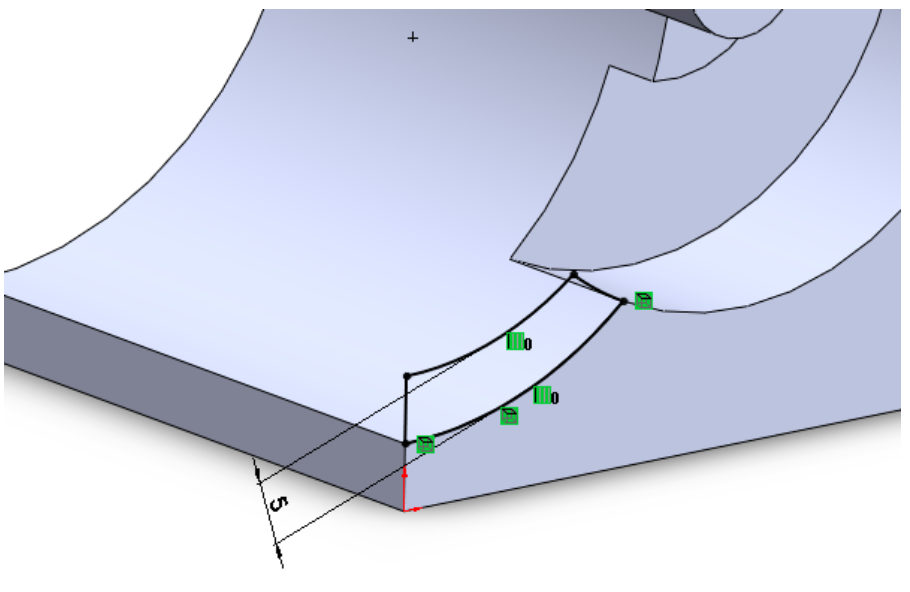
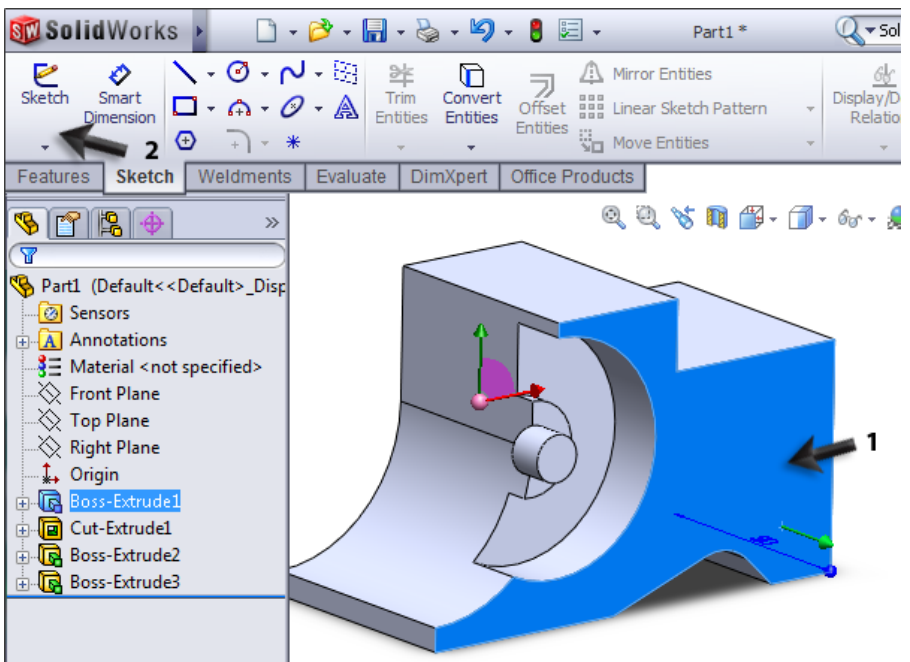
<p><b>5</b></p>	<p>Leg nu het middelpunt van de boog die je getekend hebt precies op de linker verticale lijn. Door dat te doen weet je zeker dat de boog altijd 90° is.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selecteer het middelpunt van de boog.</li> <li>2. Selecteer (met de &lt;ctrl&gt;-toets ingedrukt) de linker verticale lijn.</li> <li>3. Klik in de CommandManager op <b>Coincident</b>.</li> </ol>	
<p><b>6</b></p>	<p>Maak nu de afronding onder in de sketch:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. klik in de CommandManager op <b>Sketch Fillet</b></li> <li>2. Controleer of in de PropertyManager de radius ingesteld is op 10mm (dit is de standaard waarde)</li> <li>3. Klik in de sketch het hoekpunt aan dat je wilt afronden.</li> </ol>	
<p><b>7</b></p>	<p>Zet nu de maten in de sketch zoals je hiernaast ziet.</p>	

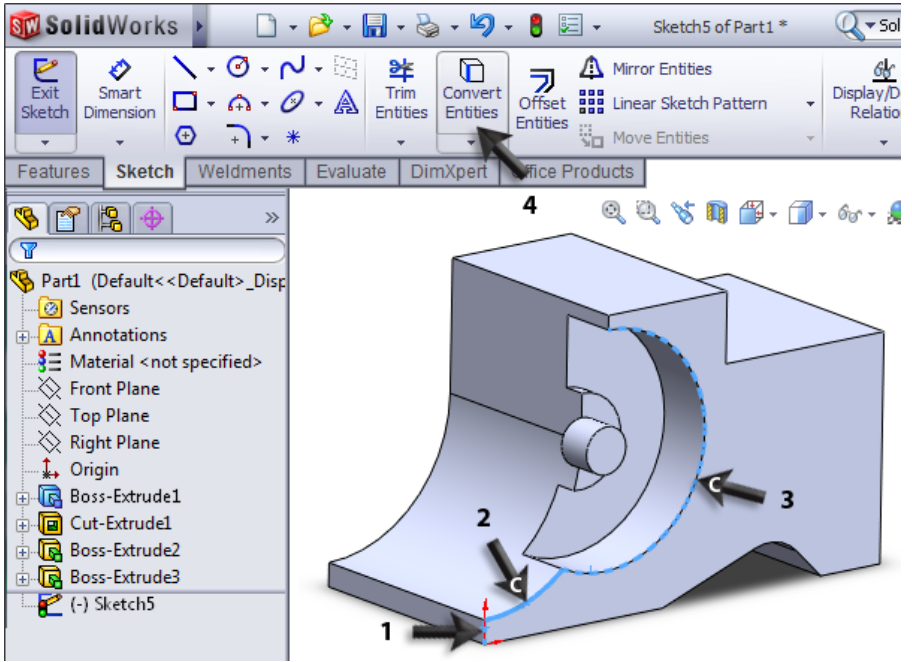
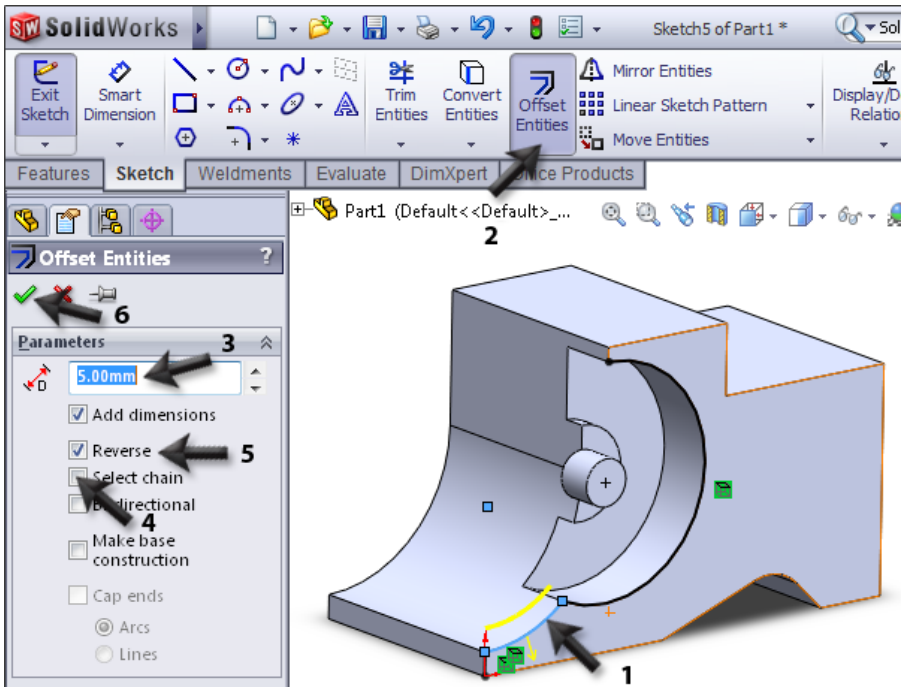


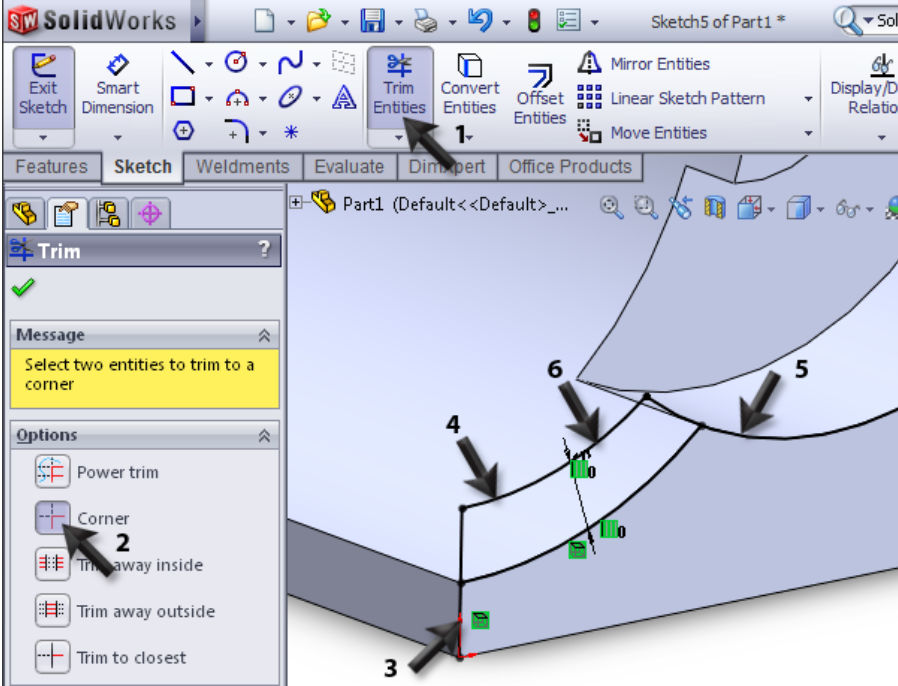
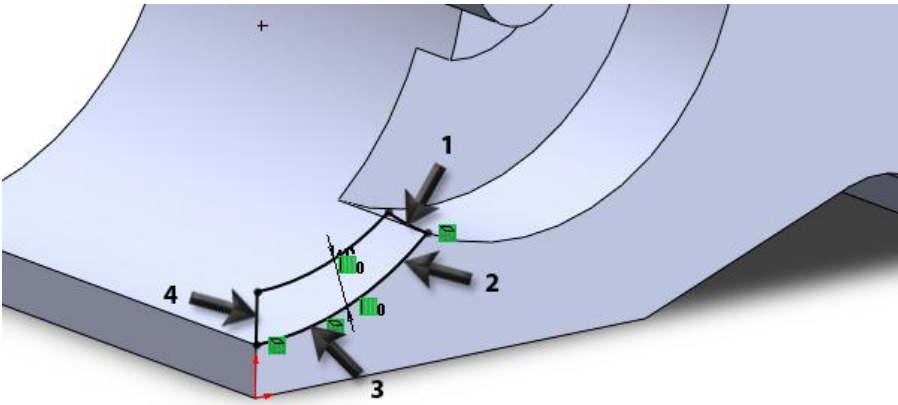
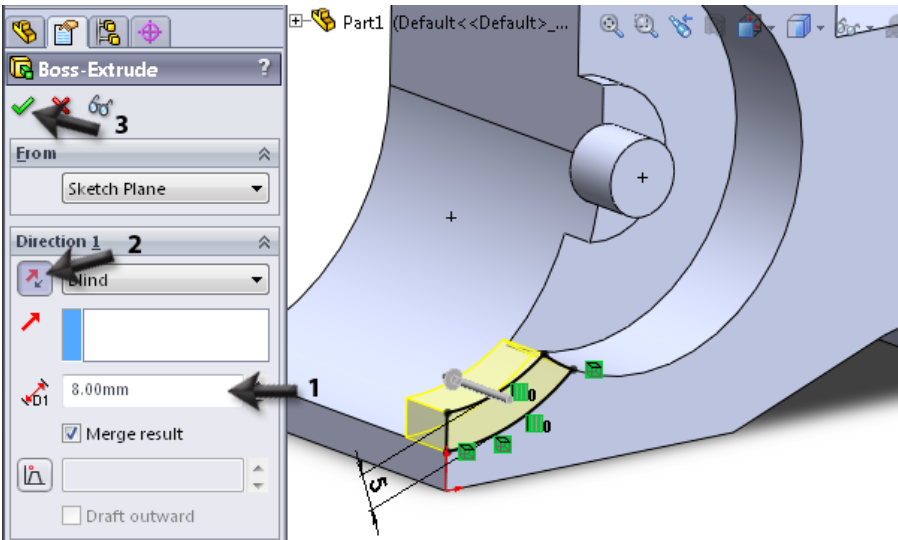


<p><b>11</b></p>	<p>Maak nu de sketch zoals je hiernaast ziet.</p> <p>Kun je deze sketch zelf maken? Ga verder naar stap 15.</p> <p>Lukt het niet, kijk dan in de volgende stappen hoe je dit aan kunt pakken.</p>	
<p><b>12</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selecteer eerst het verdiepte gelegen vlak. Dit is het vlak waarop we de sketch gaan maken.</li> <li>2. Teken een cirkel, zorg dat het middelpunt precies op het punt ligt waar de rechte lijn over gaat in een boog.</li> <li>3. Bemaat de cirkel met Ø20mm.</li> </ol>	
<p><b>13</b></p>	<p>Druk eerst op het toetsenbord op &lt;esc&gt; om het <b>Smart Dimensions</b>-commando te beëindigen.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1,2 Selecteer de lijn en de boog zoals je hiernaast ziet</li> <li>3. Klik in de CommandManager op <b>Convert Entities</b></li> </ol>	

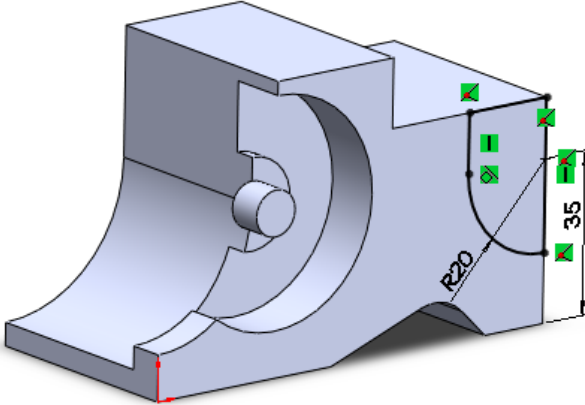
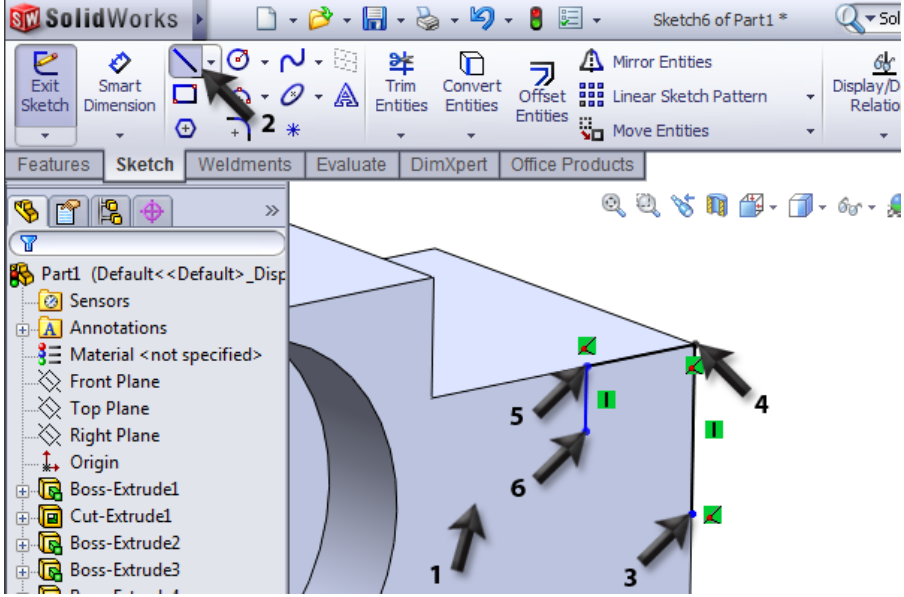
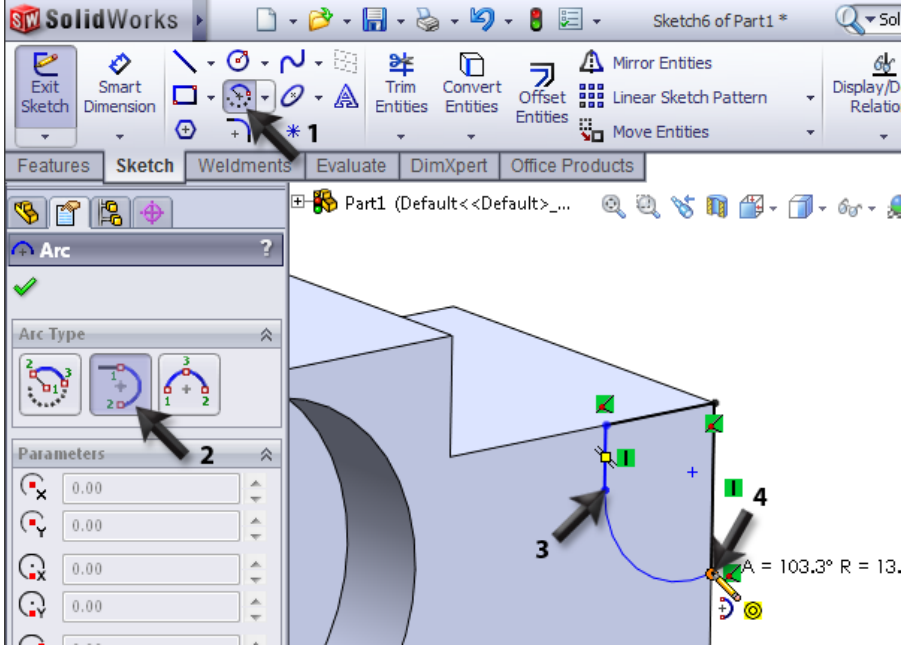
<p><b>14</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klik in de CommandManager op <b>Trim Entities</b></li> <li>2. Klik in de PropertyManager op <b>Trim to closest</b></li> <li>3. Klik op de drie delen van de sketch die verwijderd moeten worden.</li> </ol>	
<p><b>15</b></p>	<p>Extrudeer deze sketch over 5mm. Deze maat bereken je door in de maat 8 van de maat 13 in de opgave af te trekken</p>	
<p><b>16</b></p>	<p>Maak de sketch die je hier-naast ziet.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selecteer het vlak waarop je de sketch gaat maken</li> <li>2. Teken een cirkel. Zorg dat het middelpunt precies op het punt ligt waar de rechte lijn overgaat in een boog.</li> <li>3. Bemaat de cirkel met <math>\varnothing 10</math>mm.</li> </ol>	

<p><b>17</b></p>	<p>Extrudeer de sketch over 8mm.</p>	
<p><b>18</b></p>	<p>Maak nu de sketch zoals je hiernaast ziet.</p> <p>Kun je deze sketch zelf maken? Ga verder naar stap 24.</p> <p>Lukt het niet, volg dan de onderstaande stappen.</p>	
<p><b>19</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. selecteer het vlak waarop je de sketch gaat maken</li> <li>2. Klik in de CommandManager op Sketch om de sketch te openen</li> </ol>	

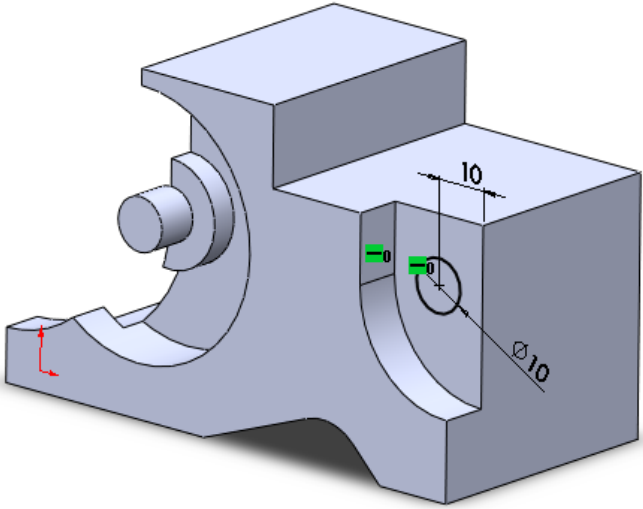
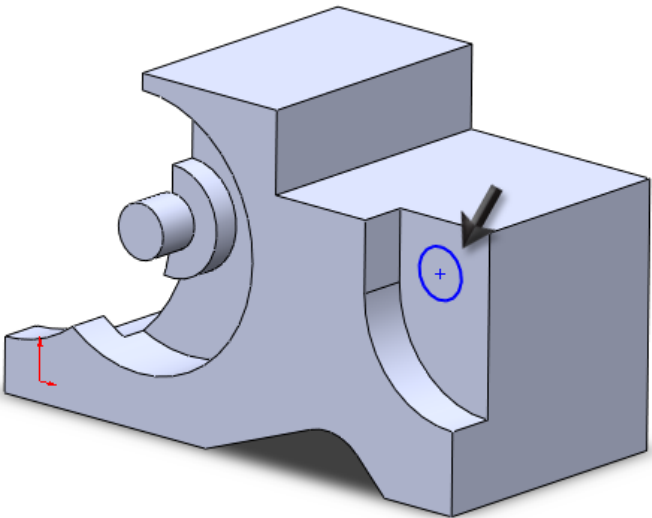
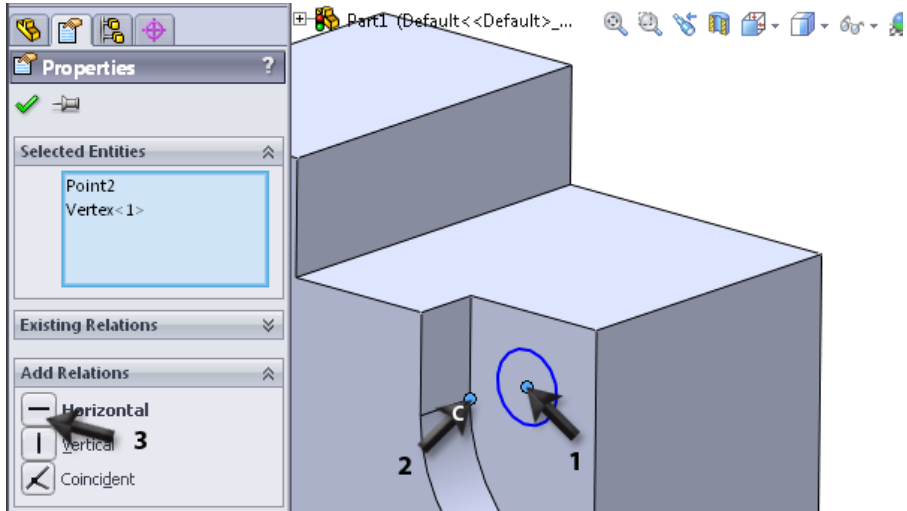
	<p><b>Tip!</b></p>	<p>Meestal wanneer we een sketch maken selecteren we een vlak, en beginnen we bijvoorbeeld een lijn of een cirkel te tekenen. SolidWorks opent dan automatisch de sketch.</p> <p>In de vorige stap hebben we de sketch expliciet geopend. Waarom? We gaan nu als eerste commando <b>Convert Entities</b> gebruiken, en daarvoor moet de sketch al geopend zijn. Vandaar dat we nu eerst 'handmatig' de sketch openen.</p>
<p><b>20</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1-3 Selecteer in het model de drie <b>edges</b> zoals hiernaast te zien is.</li> <li>4. Klik in de Command-Manager op <b>Convert Entities</b>.</li> <li>5. Klik in de PropertyManager op OK.</li> </ol>	
<p><b>21</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selecteer de edge zoals hiernaast te zien is</li> <li>2. Klik in de CommandManager op <b>Offset Entities</b>.</li> <li>3. Stel in de PropertyManager de afstand in op 5mm</li> <li>4. Vink de optie <b>Select Chain</b> uit.</li> <li>5. Vink de optie <b>Reverse</b> aan om te zorgen dat de kopie aan de juiste kant geplaatst wordt</li> <li>6. Klik op OK.</li> </ol>	

<p><b>22</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klik in de Command-Manager op <b>Trim Entities</b>.</li> <li>2. Kies in de PropertyManager de optie <b>Corner</b>.</li> <li>3-6 Maak nu eerst de bovenste hoekpunten door te klikken zoals hiernaast aangegeven is.</li> </ol>	
<p><b>23</b></p>	<p>Maak nu de onderste hoekpunten door te klikken zoals hiernaast aangegeven is.</p>	
<p><b>24</b></p>	<p>Extrudeer nu deze sketch over 8mm.</p> <p>Gebruik de knop <b>Reverse Direction</b> om te zorgen dat de extrusie in de juiste richting gaat.</p>	

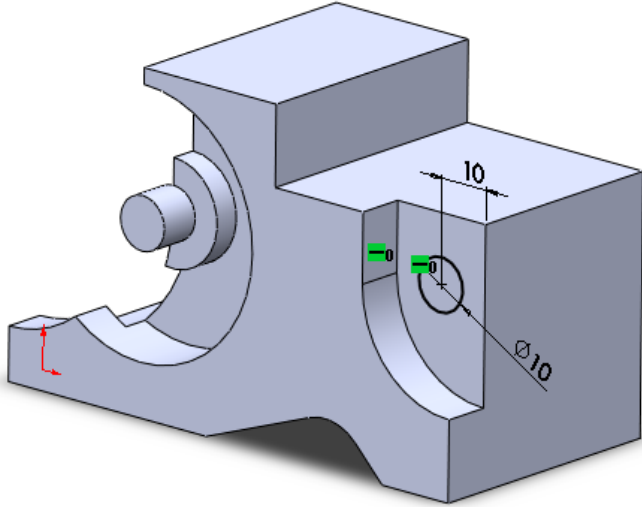
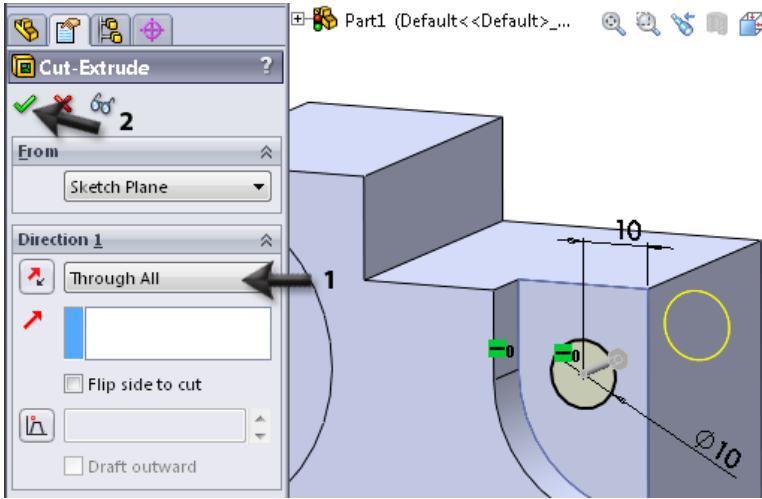
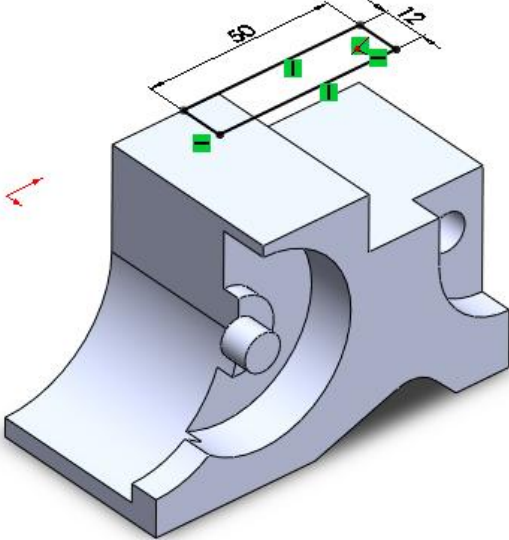


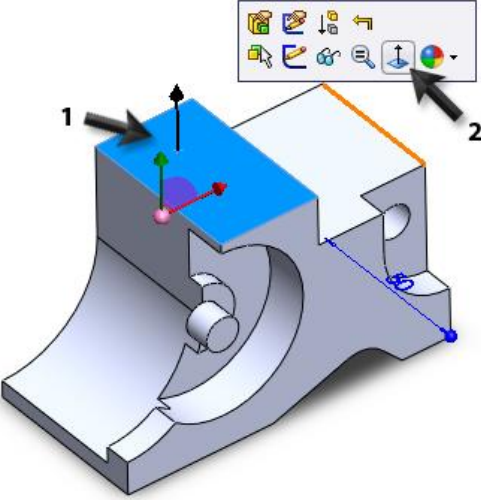
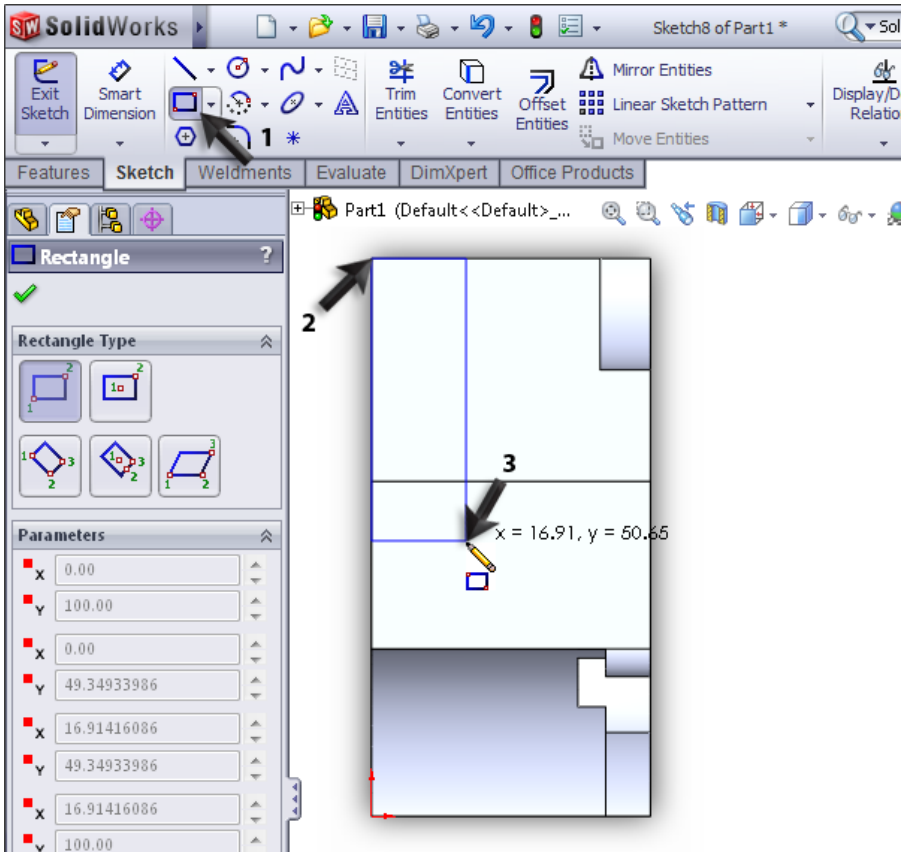
<p><b>25</b></p>	<p>Maak nu de sketch die je hiernaast ziet.</p> <p>Kun je dat zelf? Ga dan verder naar stap 30. Volg anders de stappen die hierna volgen.</p>	
<p><b>26</b></p>	<p>Selecteer eerst het vlak waarop je de sketch wilt maken.</p> <p>Teken dan de drie rechte lijnen van de sketch, zoals je hiernaast ziet.</p>	
<p><b>27</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klik in de CommandManager op <b>Tangent Arc</b></li> <li>2. Klik op het onderste eindpunt van de linker verticale lijn.</li> <li>3. Klik op het onderste eindpunt van de rechter verticale lijn.</li> </ol>	

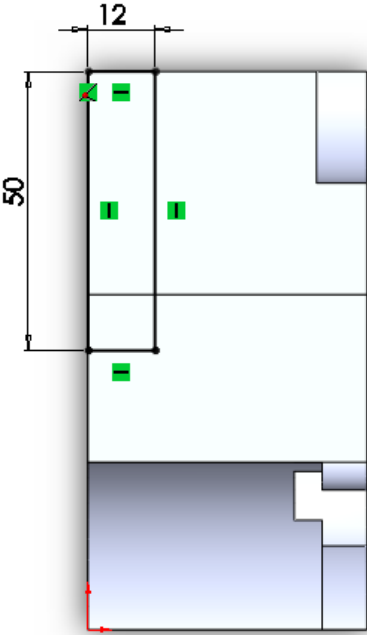
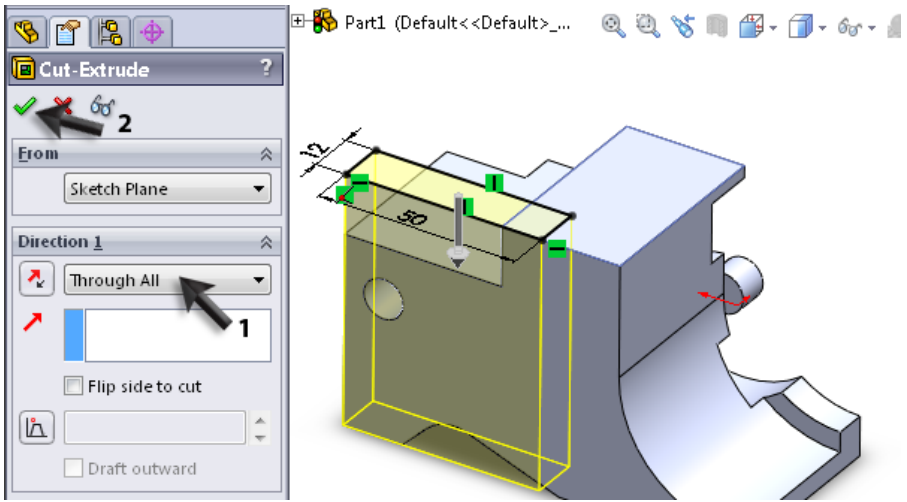
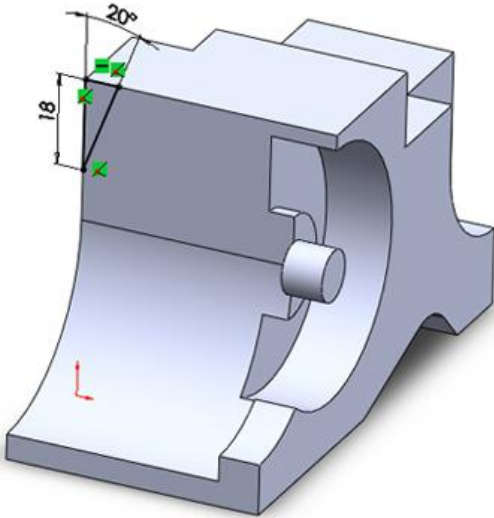
<p><b>28</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selecteer het middelpunt van de boog.</li> <li>2. Houd de &lt;ctrl&gt;-toets ingedrukt, en selecteer ook de rechter verticale lijn.</li> <li>3. Klik in de PropertyManager op <b>Coincident</b>.</li> </ol>	
<p><b>29</b></p>	<p>Voeg nu de twee maten toe zoals je hiernaast ziet.</p>	
<p><b>30</b></p>	<p>Maak van deze sketch een Extruded Cut, met een diepte van 9mm.</p>	

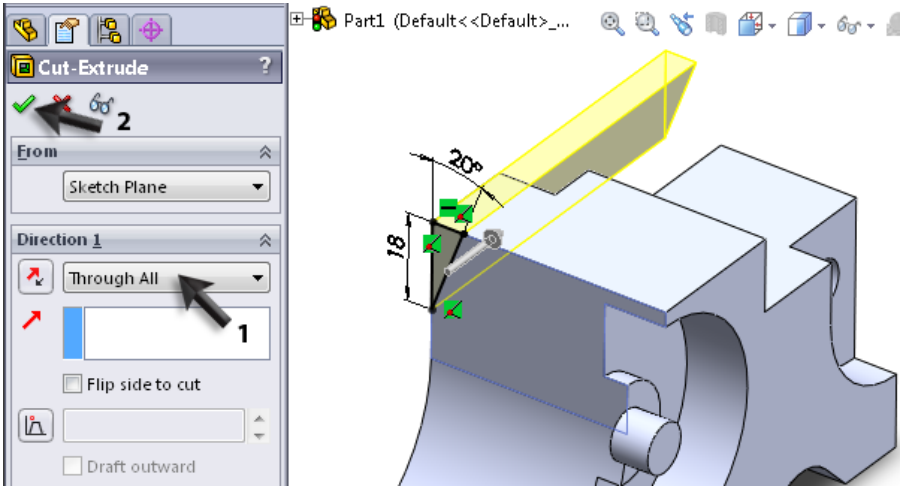
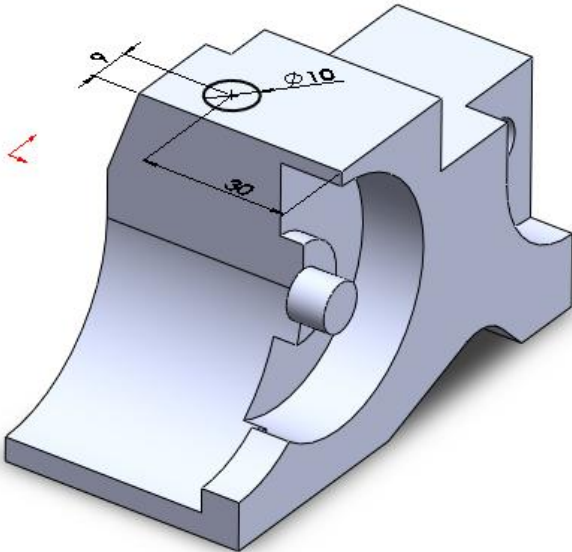
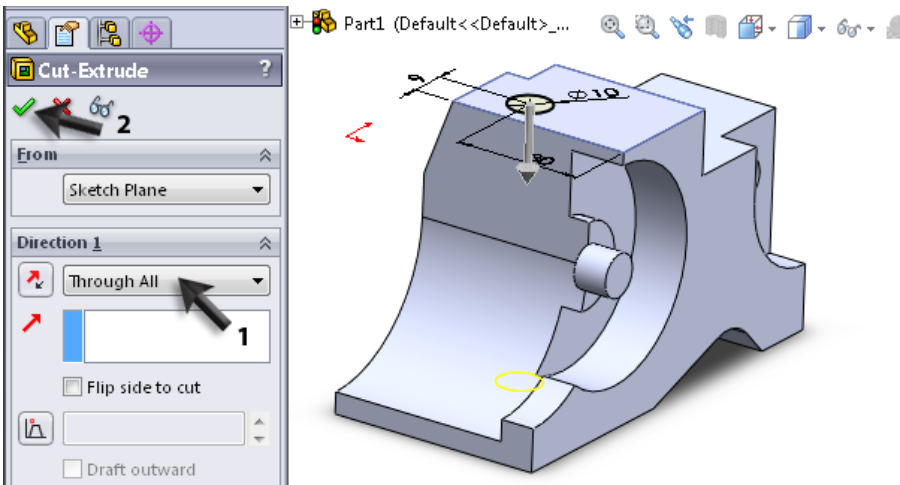
<p><b>31</b></p>	<p>Maak de sketch die je hier-naast ziet, en ga dan door bij stap 35.</p> <p>Lukt het niet, volg dan de volgende stappen.</p>	
<p><b>32</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selecteer het vlak om de volgende sketch op te maken zoals hier-naast is aangegeven.</li> <li>2. Teken een cirkel, ongeveer zoals je hiernaast ziet.</li> </ol>	
<p><b>33</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selecteer het middelpunt van de cirkel die je getekend hebt.</li> <li>2. Houd de &lt;ctrl&gt;-toets ingedrukt en klik op het punt dat hiernaast is aangegeven</li> <li>3. Klik in de PropertyManager op <b>Horizontal</b>.</li> </ol>	

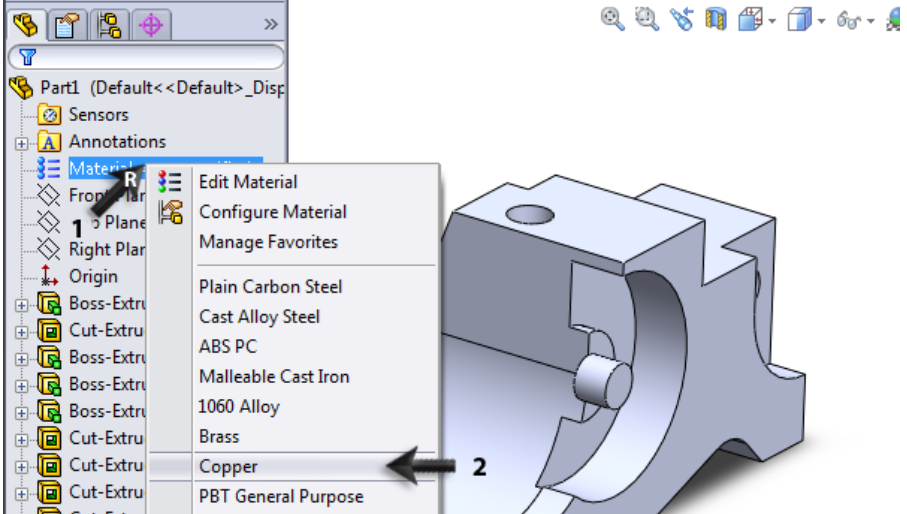
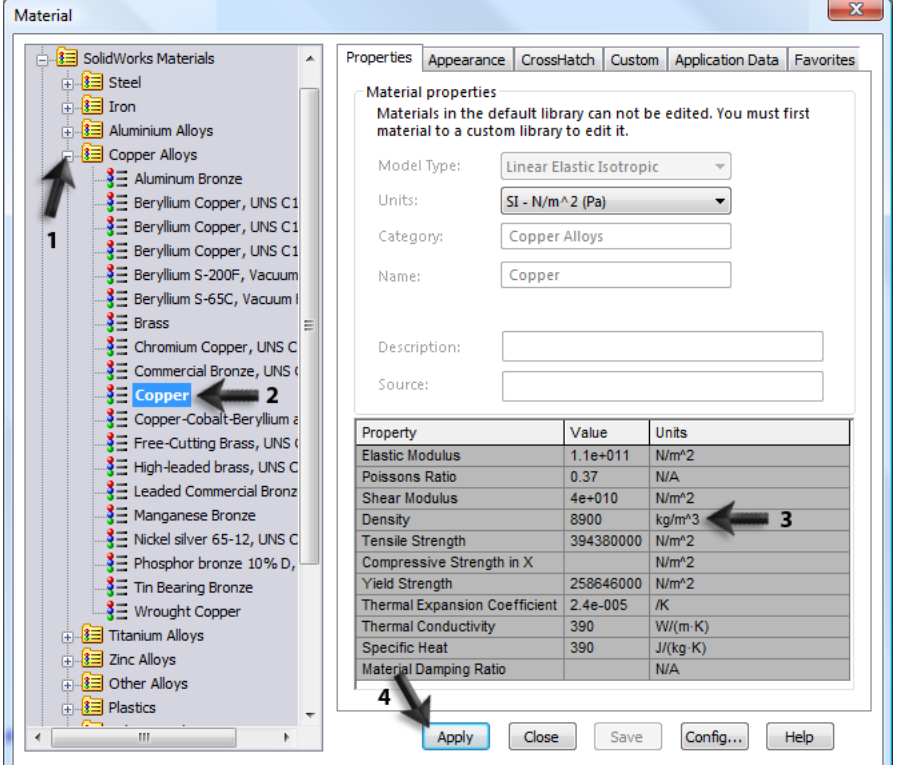
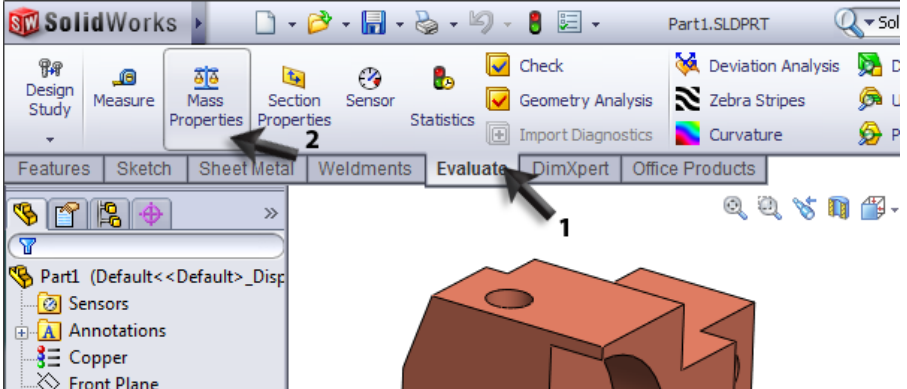


<p><b>34</b></p>	<p>Plaats de twee maten die je hiernaast ziet.</p>	 <p>A 3D isometric view of a mechanical part. It features a base with a semi-circular cutout on the left and a vertical post on the right. A horizontal slot is cut into the top surface of the right side. Two dimension lines are shown: one indicating a width of 10 for the slot, and another indicating a diameter of Ø10 for a hole in the side of the part.</p>
<p><b>35</b></p>	<p>Maak van deze sketch een Extruded Cut. Kies voor de diepte de optie <b>Through All</b>.</p>	 <p>A screenshot of the SolidWorks software interface. On the left, the 'Cut-Extrude' dialog box is open, showing the 'From' dropdown set to 'Sketch Plane' and 'Direction 1' set to 'Through All'. On the right, a 3D model of the part is shown with a yellow circular sketch on its side face. A dimension line indicates a width of 10. A yellow circle is also visible on the top surface of the part.</p>
<p><b>36</b></p>	<p>Maak de sketch die je hiernaast ziet, en ga dan door bij stap 40. Lukt het niet, volg dan de volgende stappen.</p>	 <p>A 3D isometric view of the mechanical part, similar to the one in step 34. A rectangular sketch is drawn on the top surface of the part. The sketch is defined by two dimension lines: one indicating a length of 50 and another indicating a width of 12. The sketch is positioned on the right side of the part, above the horizontal slot.</p>

<p><b>37</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selecteer het bovenzvlak van het model</li> <li>2. Klik in het popup-menu op Normal To.</li> </ol>	
<p><b>38</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klik in de CommandManager op Rectangle</li> <li>2. Teken de rechthoek zoals hiernaast te zien is.</li> </ol>	

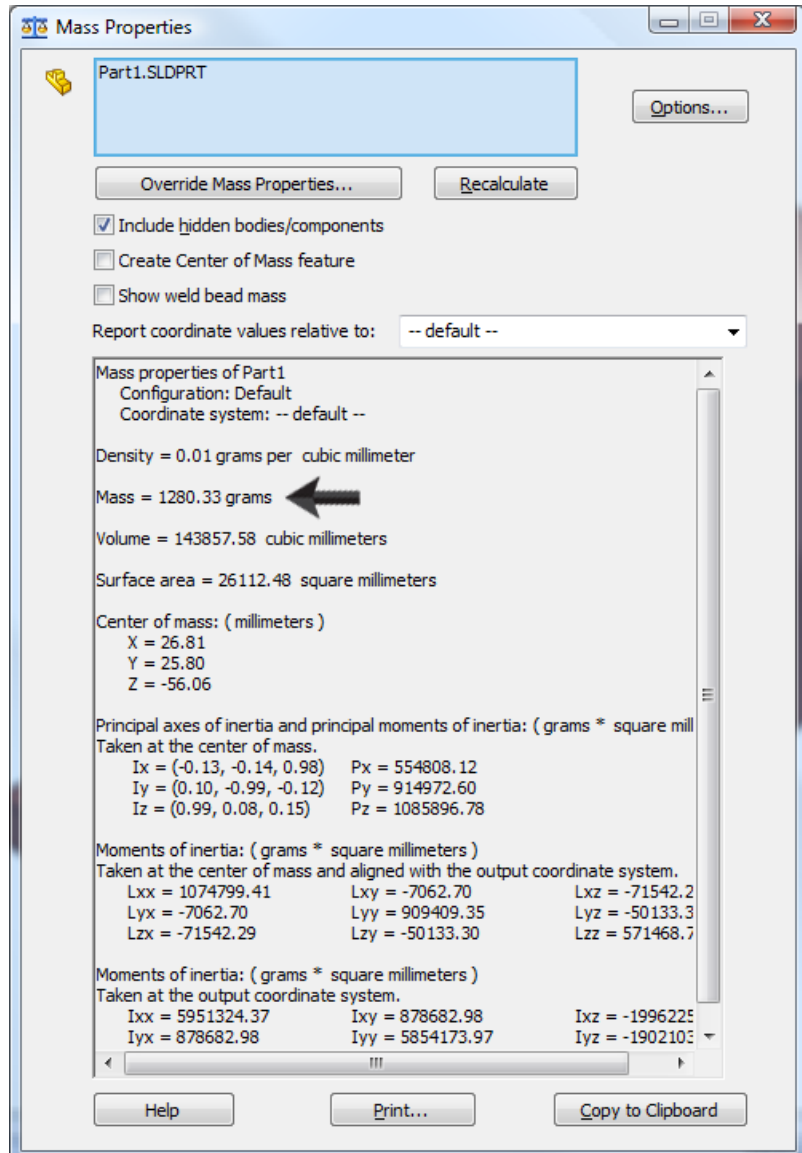
<p><b>39</b></p>	<p>Plaats de twee maten, zoals hiernaast te zien is.</p>	
<p><b>40</b></p>	<p>Maak van de sketch een extruded Cut, Kies als diepte: Through all.</p>	
<p><b>41</b></p>	<p>Maak de sketch zoals je die hiernaast ziet.</p>	

<p><b>42</b></p>	<p>Maak van de sketch een Extruded Cut, de diepte is <b>Through All</b>.</p>	 <p>The image shows the SolidWorks 'Cut-Extrude' dialog box on the left. The 'From' dropdown is set to 'Sketch Plane'. Under 'Direction 1', the 'Through All' button is highlighted with an arrow. The 'Flip side to cut' checkbox is unchecked. On the right, a 3D model of a mechanical part is shown with a yellow rectangular sketch on its top surface. A dimension of 18 is indicated for the width of the sketch, and a 20° angle is shown for a chamfer on the part.</p>
<p><b>43</b></p>	<p>Tot slot: maak de sketch die je hiernaast ziet.</p>	 <p>The image shows a 3D model of the same mechanical part. A red sketch is visible on the top surface, representing a slot. The slot has a width of 10, indicated by a dimension line and the text <math>\phi 10</math>. A red arrow points to the sketch.</p>
<p><b>44</b></p>	<p>Maak ook van deze sketch een Extruded Cut Through All.</p>	 <p>The image shows the SolidWorks 'Cut-Extrude' dialog box on the left, identical to the one in step 42, with 'Through All' selected. On the right, the 3D model shows the slot sketch from step 43. A yellow circle highlights the slot sketch, and a red arrow points to it.</p>

<p><b>45</b></p>	<p>Het model is klaar. Nu moeten we het materiaal instellen. In de opdracht staat dat het onderdeel van koper gemaakt is.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klik in de FeatureManager met de rechter muisknop op Material.</li> <li>2. Staat in de lijst Copper (koper) vermeld, dan kun je daar meteen op klikken. Anders klik je op <b>Edit Material</b>.</li> </ol>																																					
<p><b>46</b></p>	<p>Wanneer je bij de vorige stap Edit Material gekozen hebt, verschijnt het menu waarin je materiaal kunt instellen en selecteren.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klik op 'Copper Alloys'.</li> <li>2. Selecteer Copper.</li> <li>3. Controleer voor de zekerheid bij <b>Material Properties</b> of het soortelijk gewicht (density) overeenkomt met de waarde die in de opdracht gegeven is.</li> <li>4. Klik op OK.</li> </ol>	 <table border="1" data-bbox="957 1176 1460 1444"> <thead> <tr> <th>Property</th> <th>Value</th> <th>Units</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Elastic Modulus</td> <td>1.1e+011</td> <td>N/m^2</td> </tr> <tr> <td>Poissons Ratio</td> <td>0.37</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>Shear Modulus</td> <td>4e+010</td> <td>N/m^2</td> </tr> <tr> <td>Density</td> <td>8900</td> <td>kg/m^3</td> </tr> <tr> <td>Tensile Strength</td> <td>394380000</td> <td>N/m^2</td> </tr> <tr> <td>Compressive Strength in X</td> <td></td> <td>N/m^2</td> </tr> <tr> <td>Yield Strength</td> <td>258646000</td> <td>N/m^2</td> </tr> <tr> <td>Thermal Expansion Coefficient</td> <td>2.4e-005</td> <td>/K</td> </tr> <tr> <td>Thermal Conductivity</td> <td>390</td> <td>W/(m-K)</td> </tr> <tr> <td>Specific Heat</td> <td>390</td> <td>J/(kg-K)</td> </tr> <tr> <td>Material Damping Ratio</td> <td></td> <td>N/A</td> </tr> </tbody> </table>	Property	Value	Units	Elastic Modulus	1.1e+011	N/m^2	Poissons Ratio	0.37	N/A	Shear Modulus	4e+010	N/m^2	Density	8900	kg/m^3	Tensile Strength	394380000	N/m^2	Compressive Strength in X		N/m^2	Yield Strength	258646000	N/m^2	Thermal Expansion Coefficient	2.4e-005	/K	Thermal Conductivity	390	W/(m-K)	Specific Heat	390	J/(kg-K)	Material Damping Ratio		N/A
Property	Value	Units																																				
Elastic Modulus	1.1e+011	N/m^2																																				
Poissons Ratio	0.37	N/A																																				
Shear Modulus	4e+010	N/m^2																																				
Density	8900	kg/m^3																																				
Tensile Strength	394380000	N/m^2																																				
Compressive Strength in X		N/m^2																																				
Yield Strength	258646000	N/m^2																																				
Thermal Expansion Coefficient	2.4e-005	/K																																				
Thermal Conductivity	390	W/(m-K)																																				
Specific Heat	390	J/(kg-K)																																				
Material Damping Ratio		N/A																																				
<p><b>47</b></p>	<p>Nu moeten we het gewicht van het onderdeel opvragen.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klik in de CommandManager op de tab Evaluate.</li> <li>2. Klik op <b>Mass Properties</b>.</li> </ol>																																					

48

In het menu dat verschijnt kun je het gewicht aflezen: 1280.33 gram. Dat komt dus overeen met antwoord **B** uit de opgave.



**Opgave**

Beschikbare tijd: 45 min.

We gaan nu het tweede model bouwen. We geven weer de opdracht zoals die in het Engels gedefinieerd wordt. Deze is vrijwel hetzelfde als de eerste opdracht.

Build this part in SolidWorks.

Unit system: MMGS (millimeter, gram, second)

Decimal places: 2

Part Origin: Arbitrary

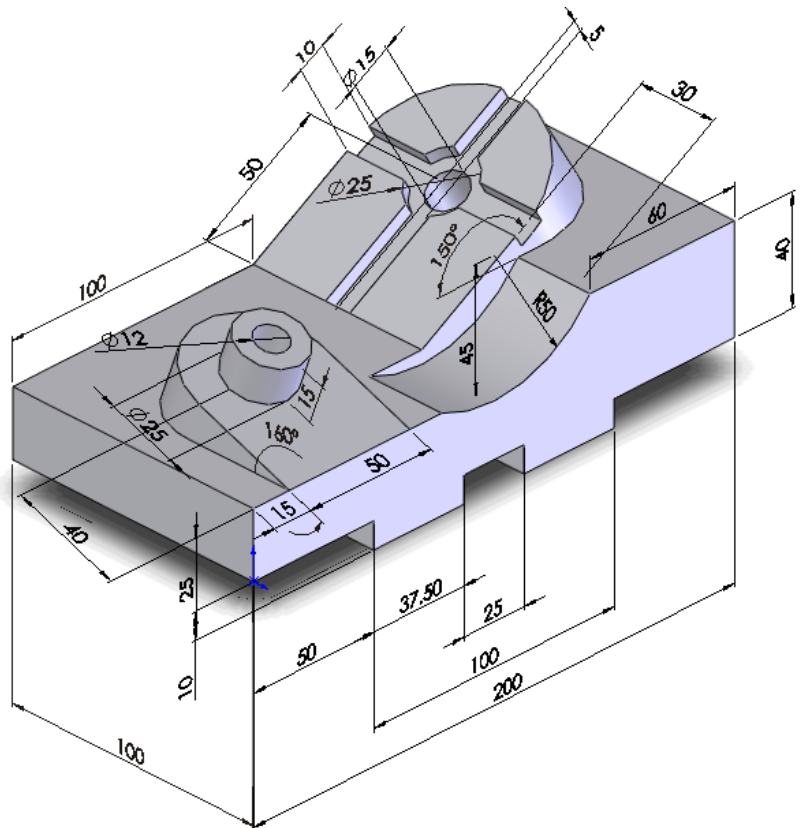
All holes through all, unless otherwise specified

Part material: 6061 Alloy

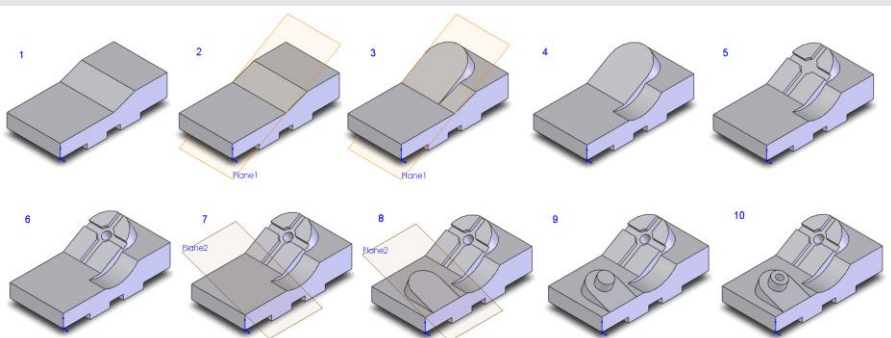
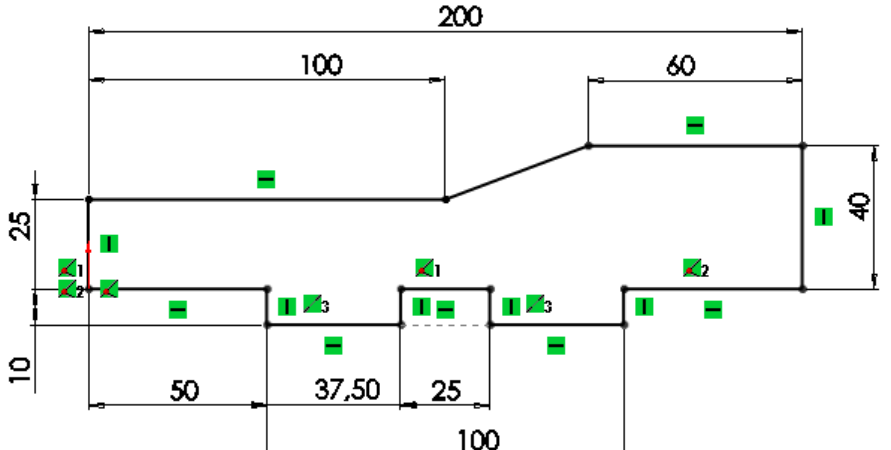
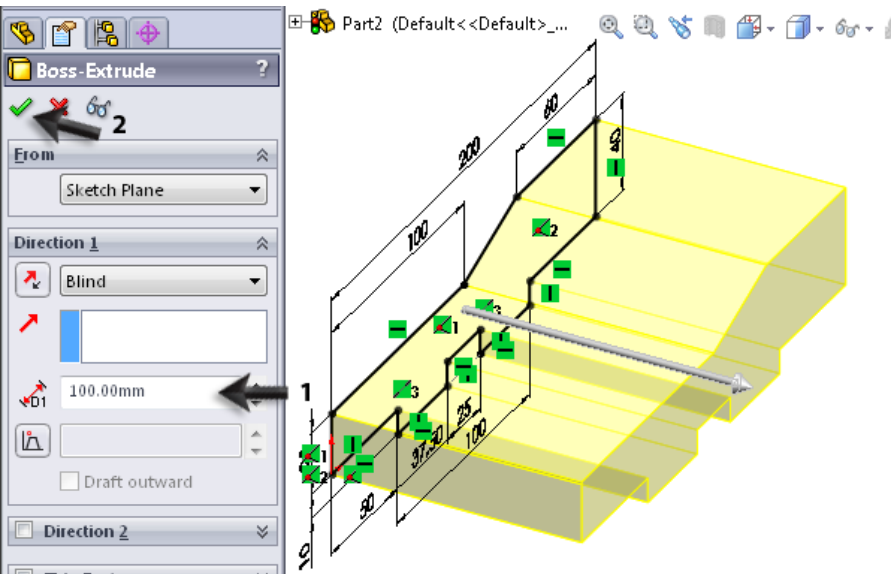
Density = 0.0027 g/mm<sup>3</sup>

What is the overall mass of the part in grams?

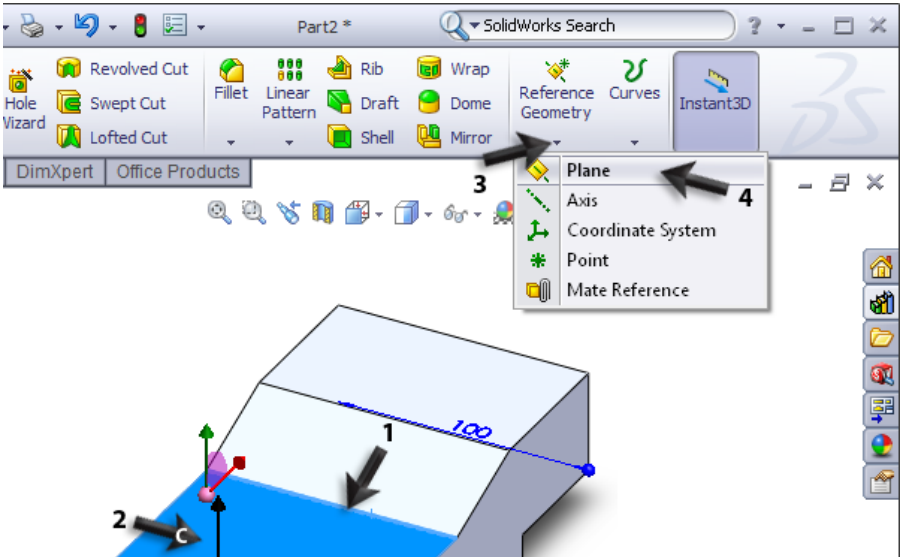
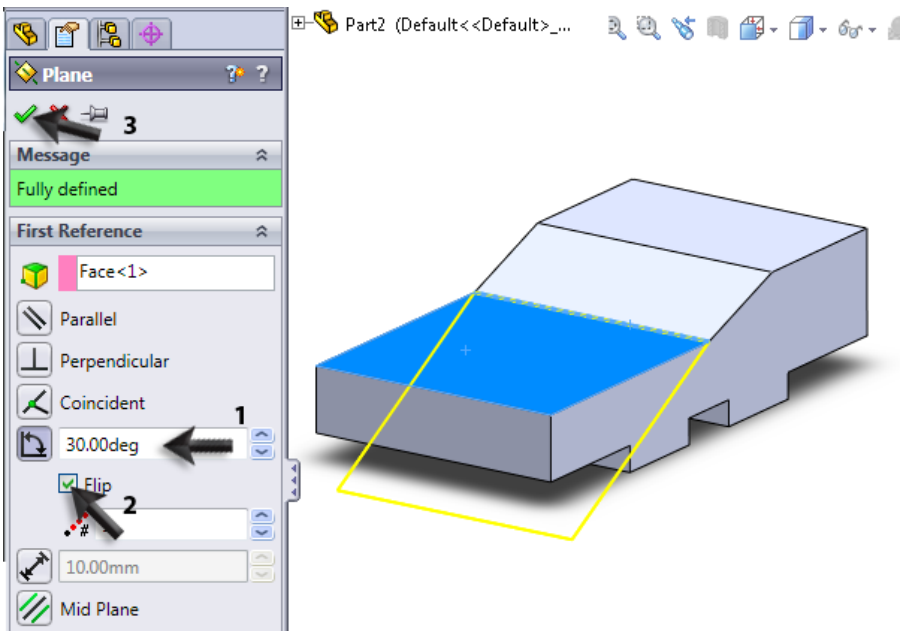
- a. 2040.57
- b. 2004.57
- c. 102.63
- d. 1561.23

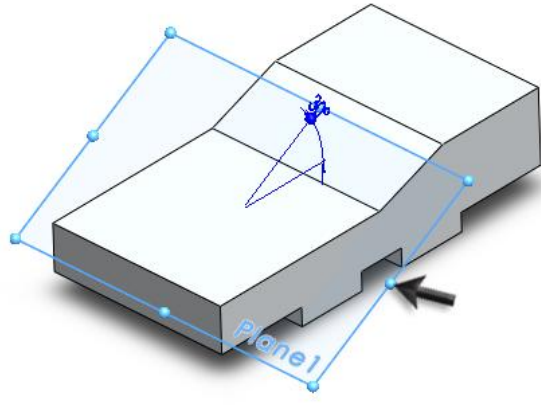
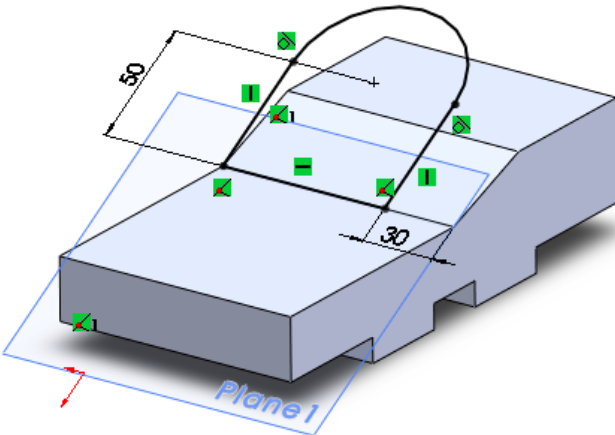
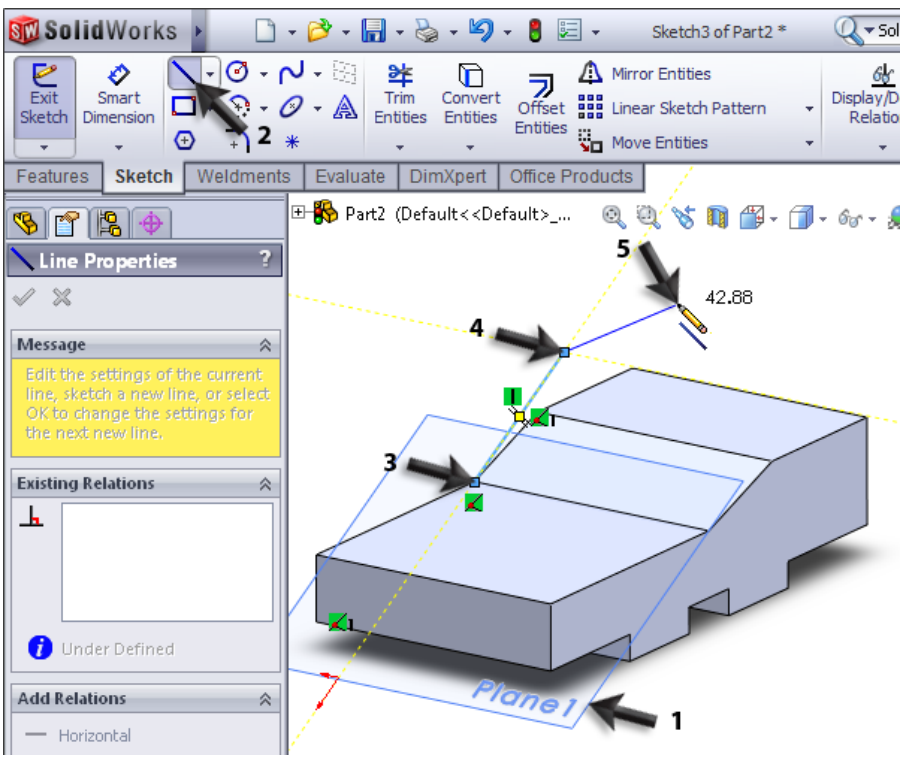


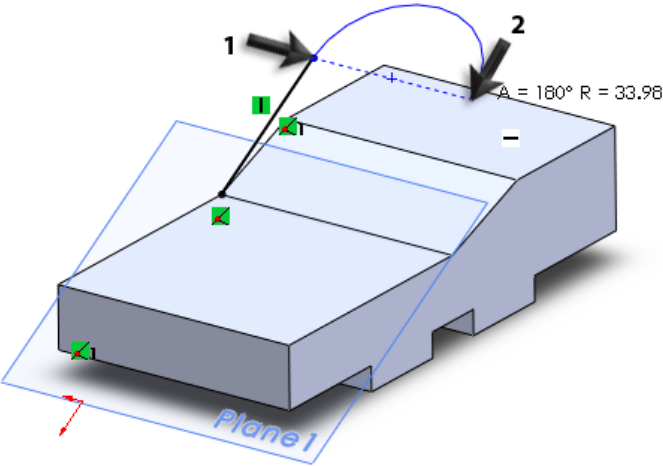
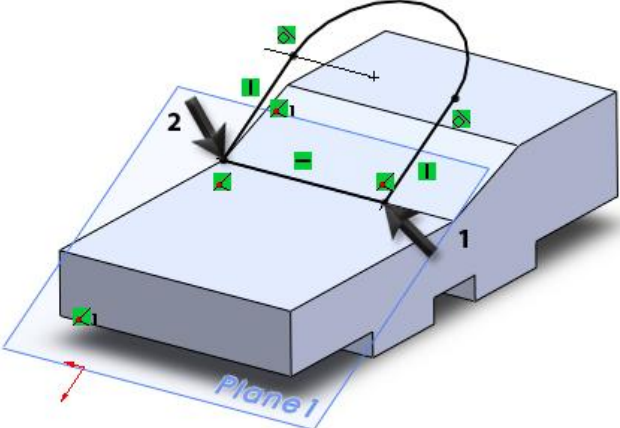
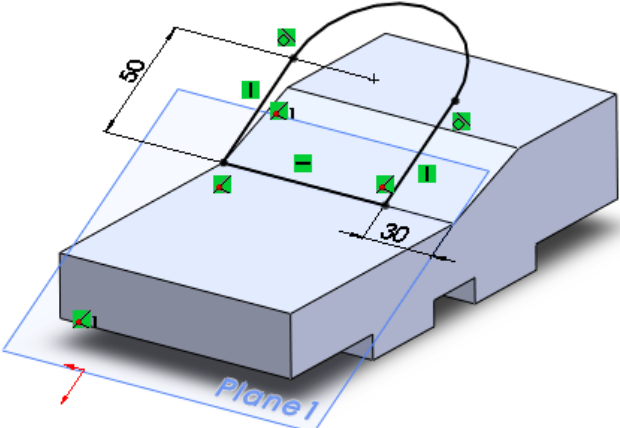


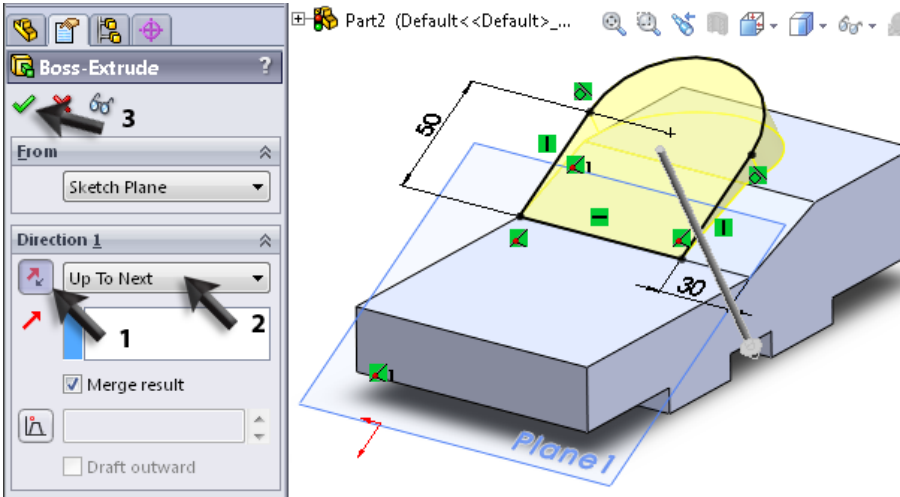
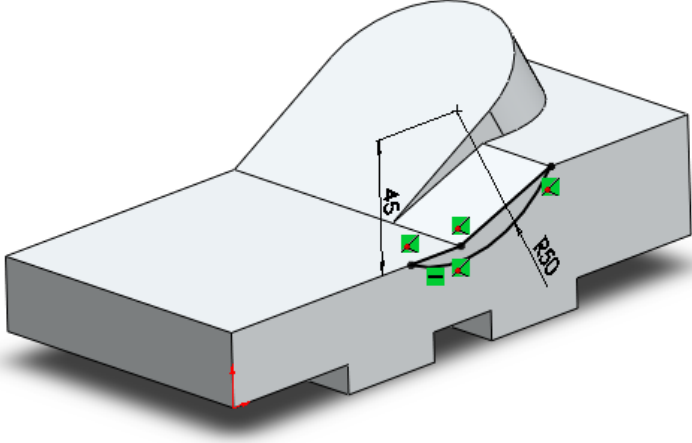
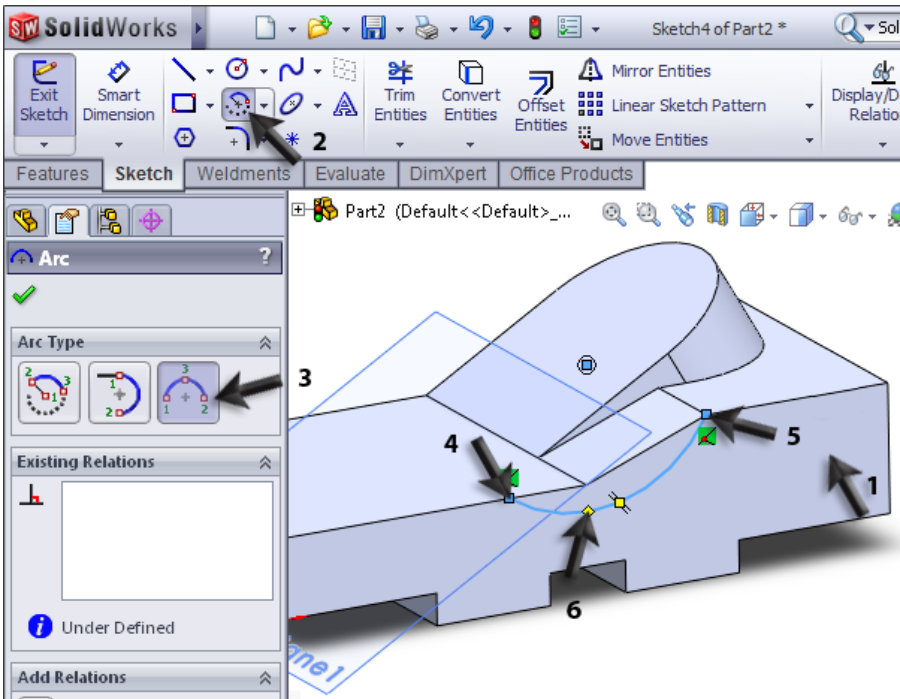
	<b>Werkplan</b>	<p>Ook nu weer moet je eerst bedenken hoe je het model gaat opbouwen. Hieronder zie je de stappen die we gaan doorlopen. Ook nu weer komt elke stap overeen met een feature.</p> 
<b>49</b>	<p>Open een nieuw part, en maak de sketch die je hiernaast ziet op het Right Plane.</p>	
<b>50</b>	<p>Extrudeer de sketch over 100 mm</p>	

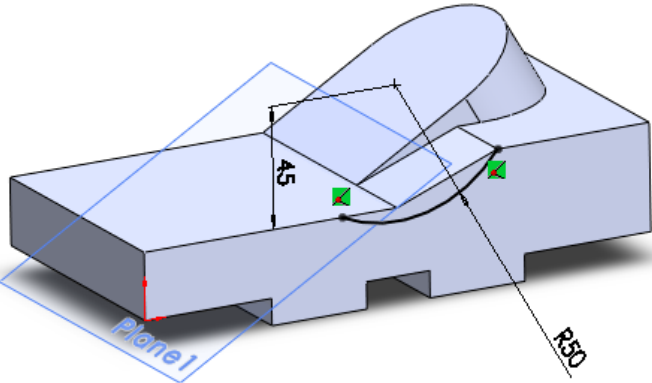
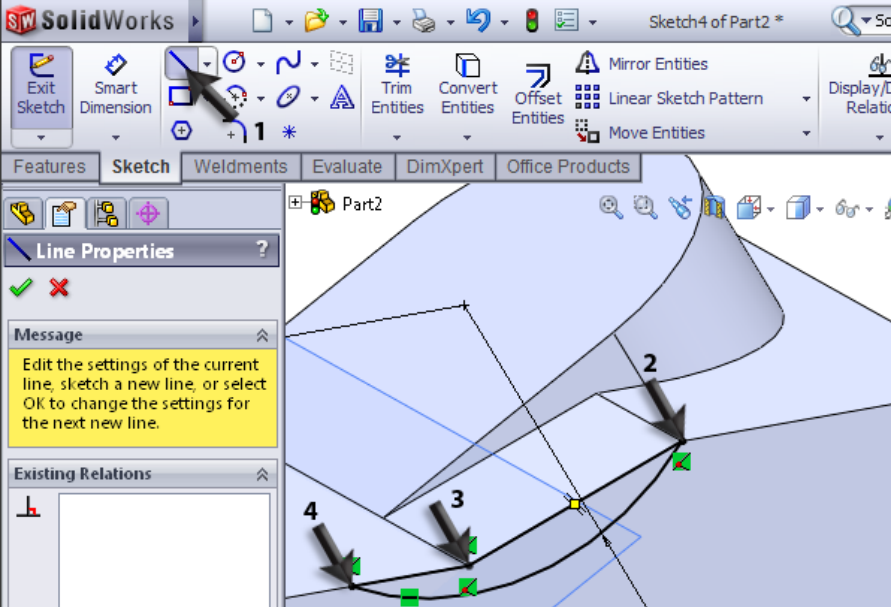
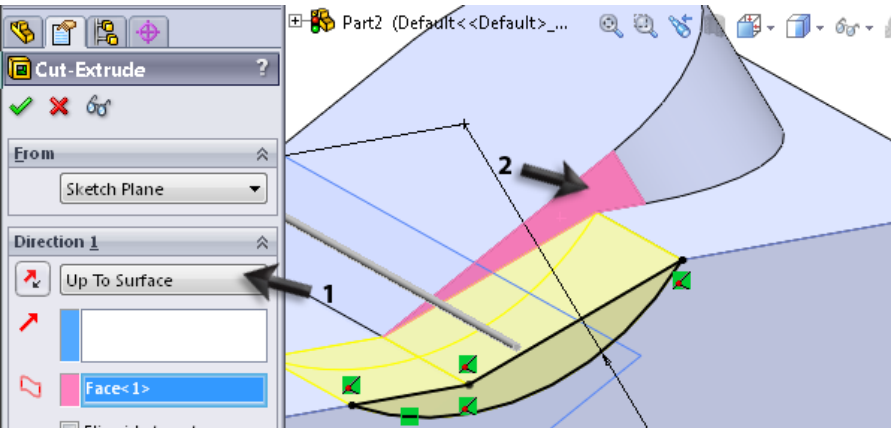


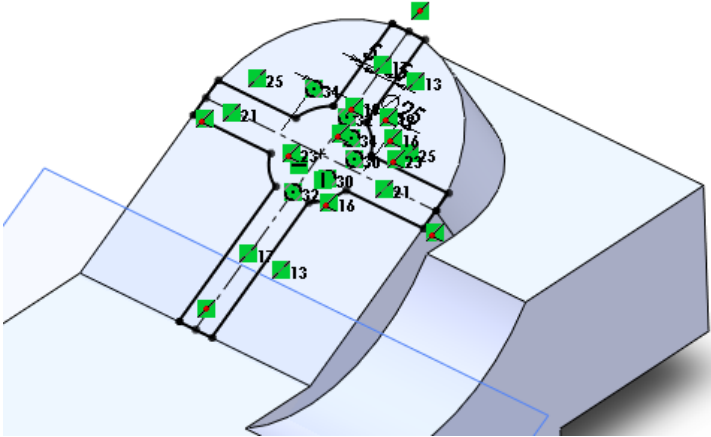
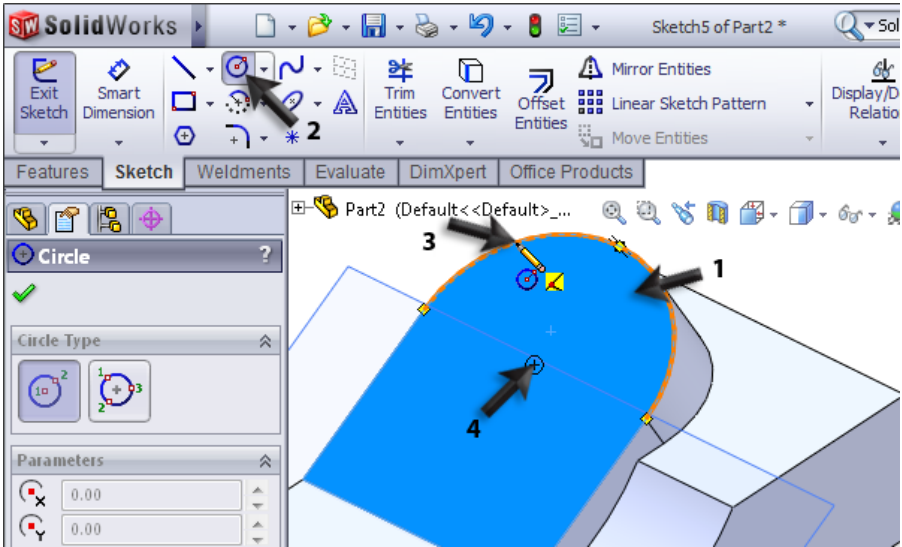
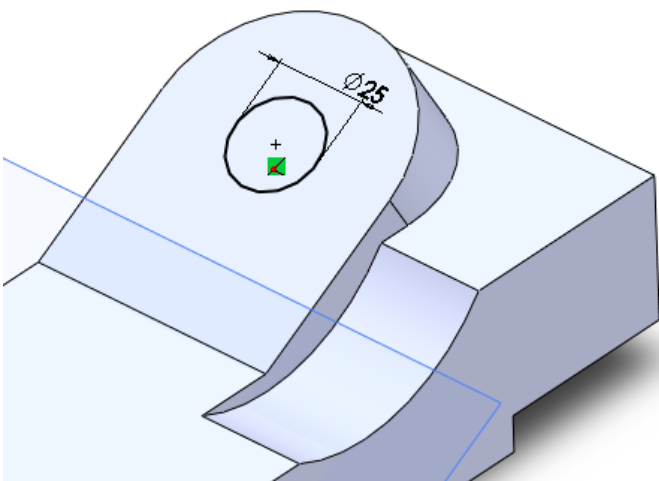
<p><b>51</b></p>	<p>Nu maken we het eerste hulpvlak.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selecteer de edge die hiernaast aangegeven is.</li> <li>2. Druk de &lt;ctrl&gt;-toets in, en selecteer ook het vlak dat hiernaast aangegeven is.</li> <li>3. Klik in de Command-Manager op het pijltje onder Reference Geometry.</li> <li>4. Klik op <b>Plane</b>.</li> </ol>	
<p><b>52</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stel in de PropertyManager de hoek van het nieuwe vlak in op 30°.</li> <li>2. Vink Flip aan.</li> <li>3. Klik op OK.</li> </ol>	
<p><b>Tip!</b></p>		<p>Als het hulpvlak nu precies op de samenvalt met de edge die je bij de vorige stap geselecteerd had, zit het straks in de weg. Daarom kun je het vlak het beste nu meteen een beetje uittrekken: Klik het aan, en versleep de bolletjes op de randen. De positie van het vlak verandert hierbij niet, alleen de maat die weergegeven wordt.</p>

		
53	<p>Maak nu de sketch die je hiernaast ziet, en ga verder bij stap 58.</p> <p>Lukt het niet om deze sketch te maken? Volg dan de stappen hierna.</p>	
54	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selecteer het hulpvlak dat je zojuist gemaakt hebt.</li> <li>2. Klik in de Command-Manager op Line</li> <li>3. Klik voor het eerste punt van de lijn zoals je hiernaast ziet.</li> <li>4. Klik ook voor het tweede punt van de lijn zoals je hiernaast ziet.</li> <li>5. Beweeg de muis nu weg van het laatste punt, maar klik niet!</li> </ol>	

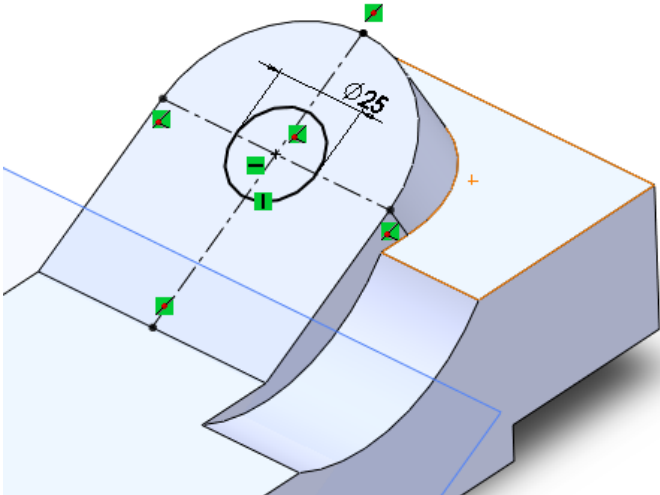
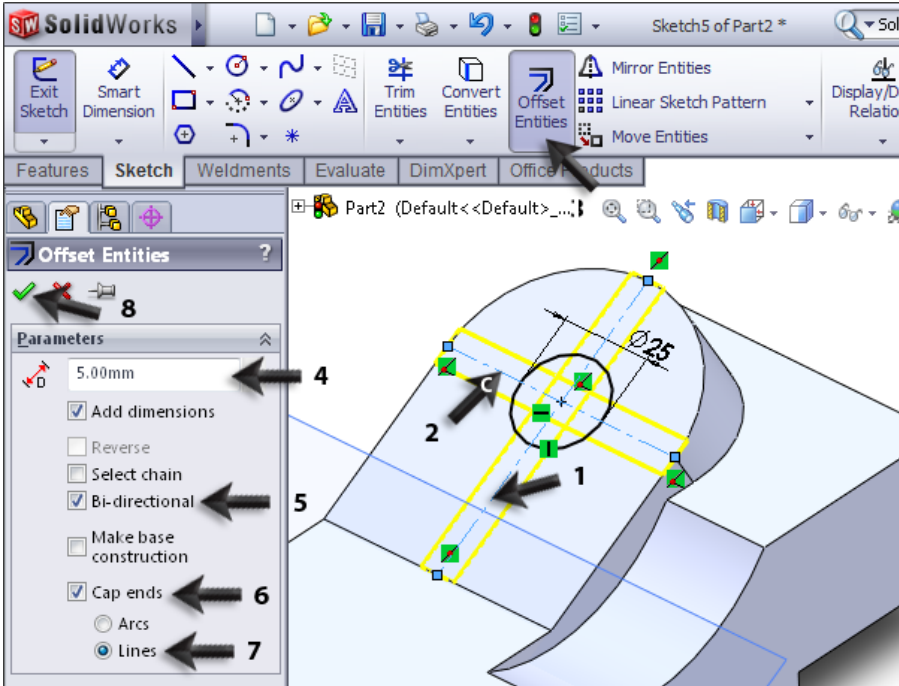
<p><b>55</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Beweeg de cursor terug naar het eindpunt van de lijn (niet klikken!)</li> <li>2. SolidWorks begint nu een boog te tekenen.</li> <li>3. Klik voor het tweede punt van de boog zoals je hiernaast ziet. Zorg dat je precies een halve cirkel tekent.</li> </ol>	
<p><b>56</b></p>	<p>Nu gaat SolidWorks weer automatisch door met het tekenen van lijnen.</p> <p>Teken de laatste twee lijnen.</p>	
<p><b>Tip!</b></p>	<p>Je ziet dat we hier 'automatisch' gewisseld hebben tussen het Line en het Circle commando. Dit wordt in SolidWorks <b>Autotransitioning</b> genoemd, en is erg handig als je een sketch uit lijnen en rakende cirkels wilt opbouwen.</p>	
<p><b>57</b></p>	<p>Plaats nu met Smart Dimensions de twee maten in de sketch zoals je hiernaast ziet.</p>	

<p><b>58</b></p>	<p>Maak een extrusie van deze sketch.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klik in de PropertyManager op Reverse direction, om te zorgen dat de extrusie naar beneden, en niet naar boven gaat</li> <li>2. Selecteer voor de diepte Up to Next</li> <li>3. Klik op OK.</li> </ol>	
<p><b>59</b></p>	<p>Maak nu de sketch die je hiernaast ziet, en ga verder bij stap 63.</p> <p>Lukt het niet om deze sketch te maken? Volg dan de stappen hierna.</p>	
<p><b>60</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selecteer het vlak waarop je de sketch gaat maken</li> <li>2. Klik in de Command-Manager, op <b>Arc</b>.</li> <li>3. Klik in de PropertyManager op <b>Point Arc</b>.</li> <li>4. Plaats het eerste punt van de boog op het hoekpunt zoals je hiernaast ziet</li> <li>5. Plaats het tweede punt op de edge</li> <li>6. Plaats het derde punt willekeurig.</li> </ol>	

<p><b>61</b></p>	<p>Plaats de twee maten in de sketch die je hiernaast ziet.</p>	
<p><b>62</b></p>	<p>Teken nu boven de boog de twee lijnstukjes zoals je hiernaast ziet.</p>	
<p><b>63</b></p>	<p>Maak van de sketch een Extruded Cut.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kies voor de diepte de optie <b>Up To Surface</b></li> <li>2. Klik in het model op het vlak tot waar de Cut Extrude moet lopen.</li> </ol>	

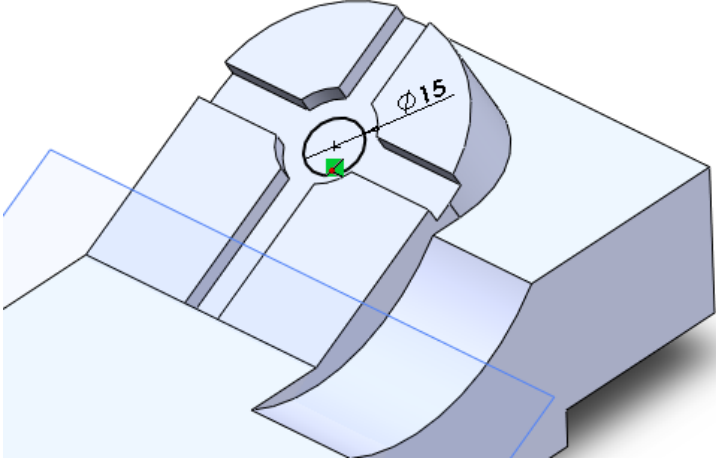
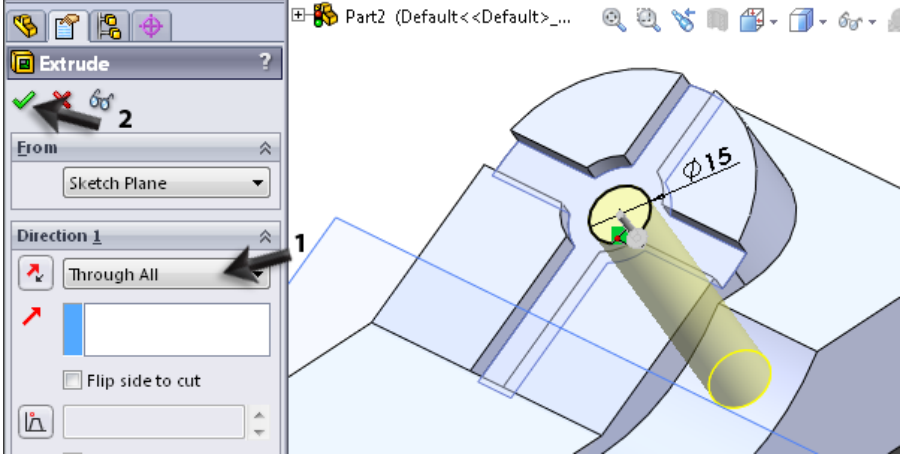
<p><b>64</b></p>	<p>Maak nu op het schuine vlak van het model de sketch die je hiernaast ziet. Ga daarna verder naar stap 71.</p> <p>Lukt het niet om de sketch te maken, volg dan de stappen die hierna volgen.</p>	
<p><b>65</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selecteer eerst het schuine vlak om daarop een sketch te maken.</li> <li>2. Klik in de Command-Manager op Circle</li> <li>3. Houd de muis even stil boven de ronde edge aan de bovenkant van het vlak. <b>Klik niet!</b></li> <li>4. Het middelpunt van de edge verschijnt nu. Klik daarop om het midden van de cirkel te plaatsen.</li> </ol>	
<p><b>66</b></p>	<p>Teken de cirkel en bemaat deze.</p>	

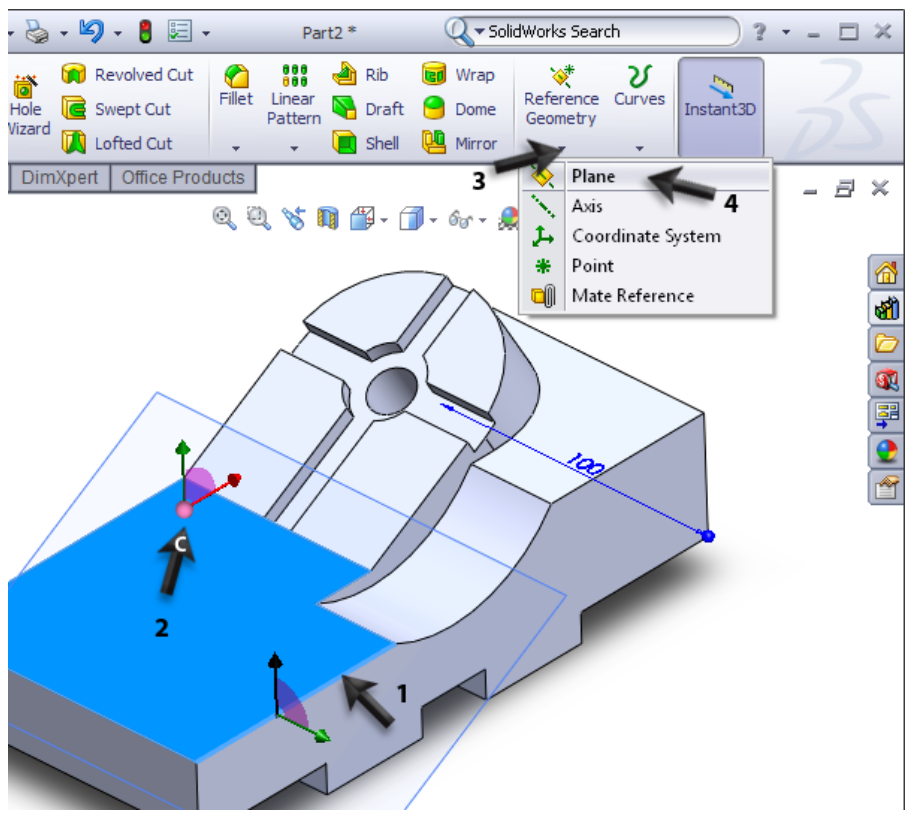
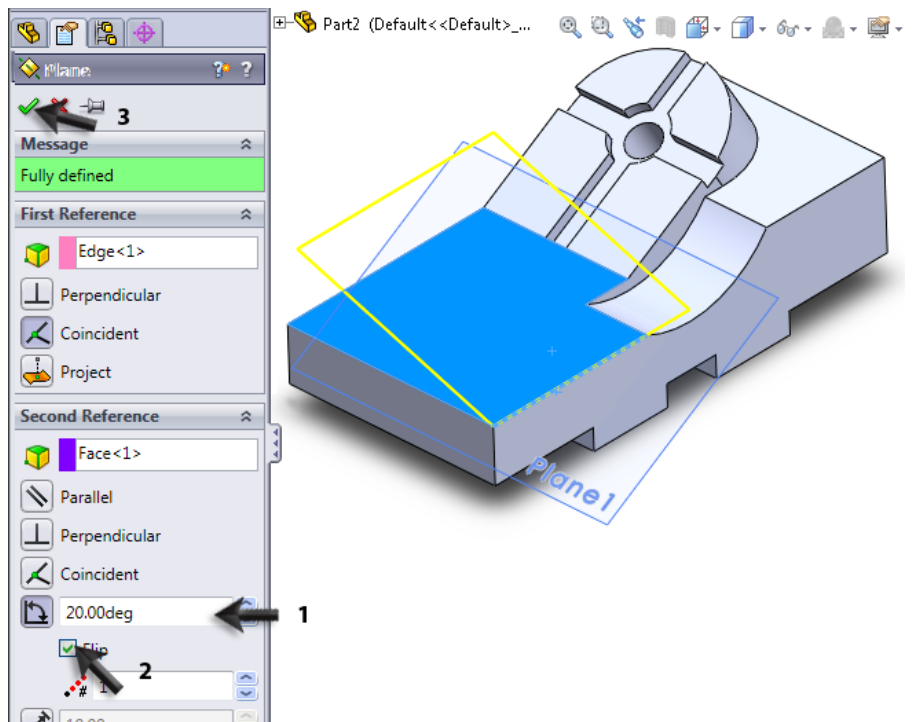


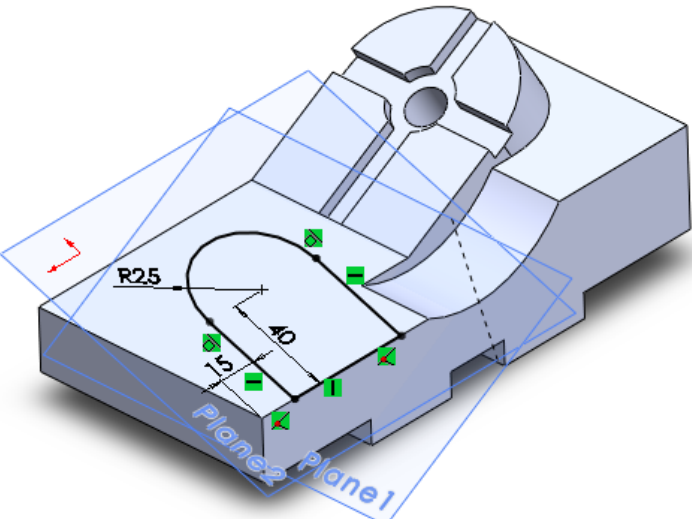
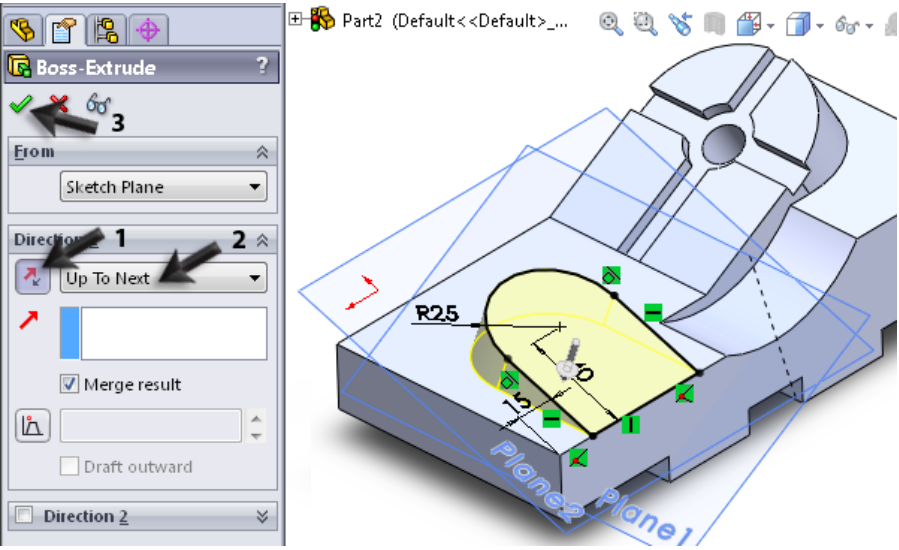
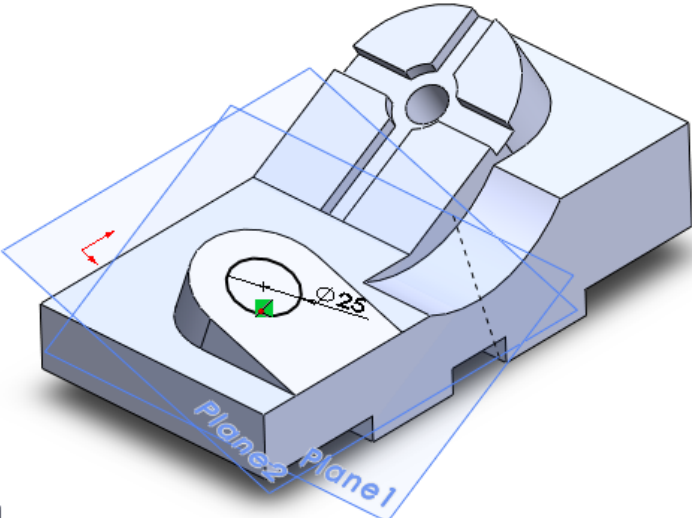
<p><b>67</b></p>	<p>Teken nu twee <b>centerlines</b> zoals je hiernaast ziet.</p> <p>Druk na het tekenen van de eerste <b>centerline</b> op &lt;esc&gt;, teken daarna de tweede <b>centerline</b>.</p>	
<p><b>68</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1,2 Selecteer beide centerlines (gebruik de &lt;ctrl&gt;-toets)</li> <li>3. Klik in de Command-Manager op <b>Offset</b></li> <li>4. De afstand is 5mm</li> <li>5. Selecteer de optie <b>Bi-directional</b>.</li> <li>6. Selecteer de optie <b>Cap ends</b>.</li> <li>7. Selecteer de optie <b>Lines</b>.</li> <li>8. Klik op OK.</li> </ol>	

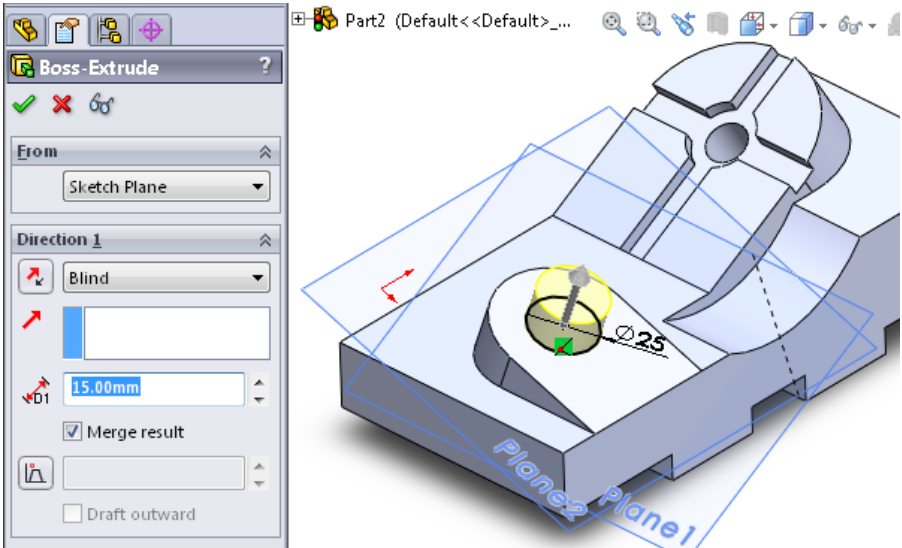
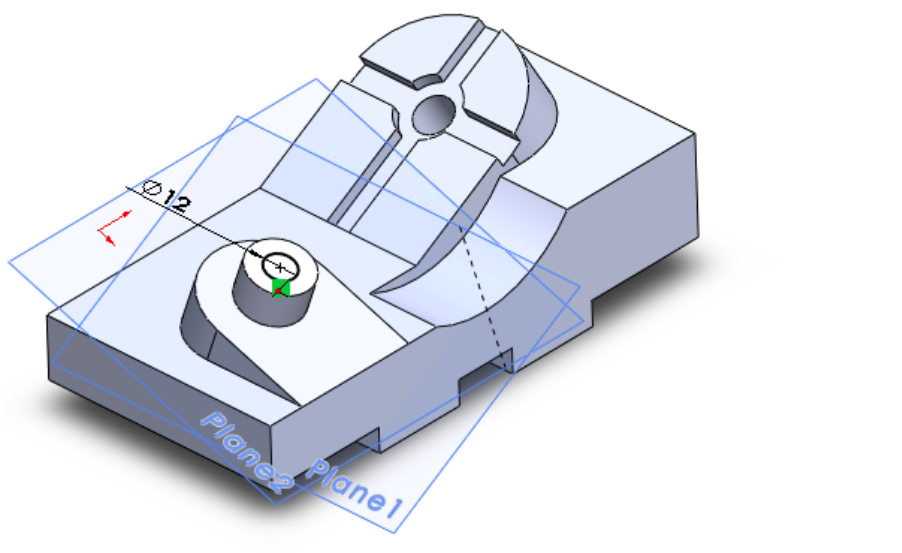
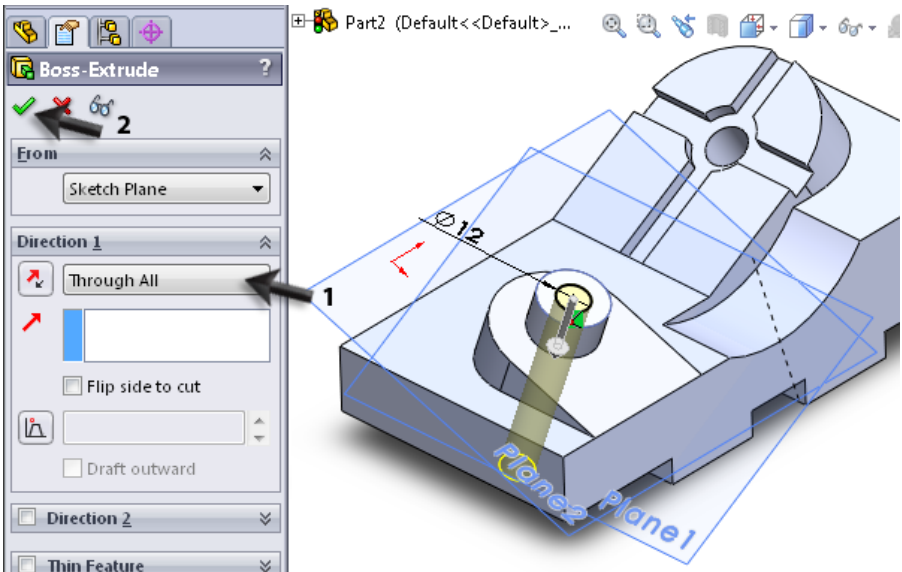
<p><b>69</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klik nu in de CommandManager op <b>Trim Entities</b>.</li> <li>2. Klik in de PropertyManager op de optie <b>Trim away inside</b>.</li> <li>3. Klik de cirkel aan</li> <li>4. Klik nu elk van de vier lijnen die door de cirkel heen lopen aan. Het gedeelte binnen de cirkel wordt verwijderd</li> </ol>	
<p><b>70</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klik in de PropertyManager op <b>Trim to Closest</b></li> <li>2. Klik de delen van de cirkel aan die weg moeten</li> </ol>	
<p><b>71</b></p>	<p>Is alles getrimd, maak dan een Extruded Cut van de sketch. Stel de diepte in op 5mm.</p>	



<p><b>72</b></p>	<p>Maak nu de sketch zoals je die hiernaast ziet.</p>	
<p><b>73</b></p>	<p>Maak hiervan een Extruded Cut Through All.</p>	

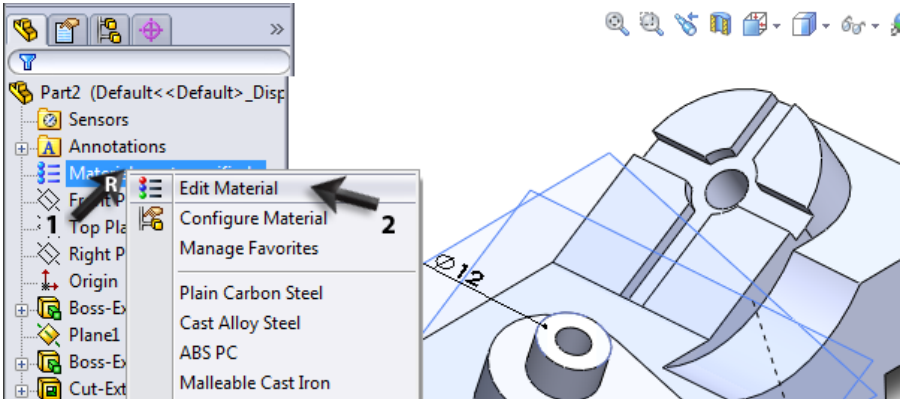
<p><b>74</b></p>	<p>Nu maken we het tweede hulpvlak.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selecteer de edge zoals die hiernaast aangegeven is.</li> <li>2. Selecteer (met de &lt;ctrl&gt;-toets ingedrukt) het vlak zoals hiernaast aangegeven.</li> <li>3. Klik in de Command-Manager op het pijltje bij <b>Reference Geometry</b>.</li> <li>4. Klik op <b>Plane</b>.</li> </ol>	
<p><b>75</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stel in de PropertyManager de hoek van het vlak in op 20°.</li> <li>2. Klik op Flip, zodat het vlak in de goede richting staat.</li> <li>3. Klik op OK.</li> </ol>	

<p><b>76</b></p>	<p>Maak op het <b>plane</b> dat je zojuist gemaakt hebt de sketch die je hiernaast ziet.</p> <p>Eerder, in stap 54 t/m 56, heb je al een soortgelijke sketch gemaakt. Kijk eventueel even nog eens hoe je dat daar gedaan hebt.</p>	
<p><b>77</b></p>	<p>Maak van de sketch nu een extrusie.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klik in de PropertyManager eerst op de knop <b>Reverse Direction</b>, zodat de extrusie naar beneden gaat.</li> <li>2. Selecteer de optie <b>Up To Next</b>.</li> <li>3. Klik op OK.</li> </ol>	
<p><b>78</b></p>	<p>Maak de sketch die je hiernaast ziet.</p>	

79	Extrudeer de sketch met een hoogte van 15mm.	 <p>The image shows the SolidWorks Boss-Extrude dialog box on the left and a 3D model on the right. The dialog box has 'From' set to 'Sketch Plane', 'Direction 1' set to 'Blind', and the height set to '15.00mm'. The 'Merge result' checkbox is checked. The 3D model shows a blue part with a yellow circular sketch on a plane. A dimension line indicates a diameter of <math>\varnothing 25</math>. The planes are labeled 'Plane2' and 'Plane1'.</p>
80	Maak de sketch die je hier-naast ziet.	 <p>The image shows a 3D model of the part with a new sketch on a plane. A dimension line indicates a diameter of <math>\varnothing 12</math>. The planes are labeled 'Plane2' and 'Plane1'.</p>
81	Maak van deze sketch een Cut Extrude Through All.	 <p>The image shows the SolidWorks Boss-Extrude dialog box on the left and a 3D model on the right. The dialog box has 'From' set to 'Sketch Plane', 'Direction 1' set to 'Through All', and the 'Thin Feature' checkbox is checked. The 3D model shows the same part with a new sketch on a plane. A dimension line indicates a diameter of <math>\varnothing 12</math>. The planes are labeled 'Plane2' and 'Plane1'. Arrows 1 and 2 point to the 'Through All' option and the 'Thin Feature' checkbox respectively.</p>

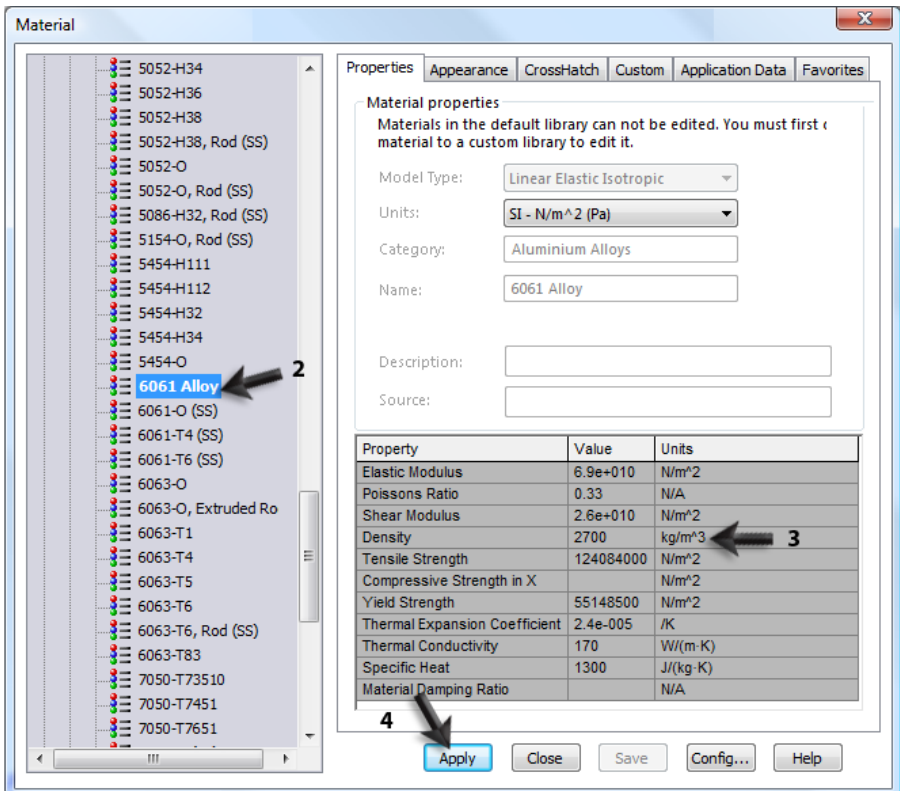
**82** Het model is nu klaar. Nu stellen we het materiaal in.

1. Klik in de FeatureManager met de rechter muisknop op Material.
2. Klik op **Edit Material**.



**83**

1. Open in de Property-Manager de lijst Aluminium Alloys.
2. Selecteer 6061 Alloy
3. Controleer of het soortelijk gewicht overeen komt met het soortelijk gewicht dat in de opgave gegeven is.
4. Klik op OK.



Property	Value	Units
Elastic Modulus	6.9e+010	N/m²
Poissons Ratio	0.33	N/A
Shear Modulus	2.6e+010	N/m²
Density	2700	kg/m³
Tensile Strength	124084000	N/m²
Compressive Strength in X		N/m²
Yield Strength	55148500	N/m²
Thermal Expansion Coefficient	2.4e-005	/K
Thermal Conductivity	170	W/(m·K)
Specific Heat	1300	J/(kg·K)
Material Damping Ratio		N/A

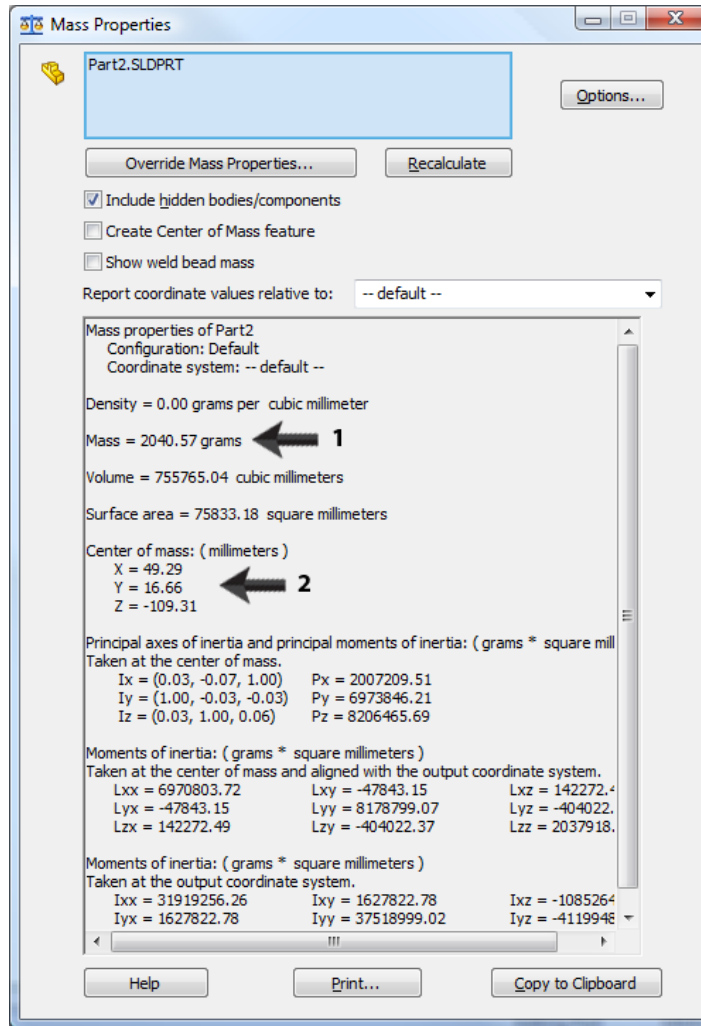
84

Tot slot moeten we het gewicht van dit onderdeel opvragen.

Klik in de cd op de tab Evaluate en daarna op **Mass Properties**.

In het menu dat verschijnt kun je nu aflezen dat het gewicht van dit onderdeel 2040.57 gram is. Dat komt dus overeen met antwoord **A** uit de opgave.

Ook de plaats van het zwaartepunt (Center of mass) kun je hier aflezen. Dit wordt gegeven in de vorm van een X-, Y- en Z-coördinaat ten opzichte van de origin. Ook in het model wordt het zwaartepunt aangegeven.



**Wat zijn de belangrijkste dingen die je hebt geleerd?**

Zoals in de introductie van deze tutorial al gezegd werd, heb je niet veel nieuwe dingen geleerd. Wel heb je een paar handigheidjes gezien:

- Enkele opties van het offset-commando
- Enkele mogelijkheden van het Trim-commando
- Het automatisch wisselen tussen lijn en arc bij het maken van een sketch.

Belangrijker is dat je nu twee voorbeelden gezien hebt van opgaven van een CSWA-examen. Je hebt gezien hoe je een stappenplan moet maken als je een wat complexer onderdeel moet modelleren.

Door veel te oefenen op dit soort opgaven, krijg je de routine die nodig is om het CSWA-certificaat te kunnen behalen.



# SolidWorks werkt in het onderwijs

3D CAD is niet meer weg te denken uit de technische wereld van vandaag. Of uw vakgebied nu Werktuigbouw, Metaal, Metaal-Electro, Industrieel Product Ontwerpen of Autotechniek is: 3D CAD is hét gereedschap van de ontwerper en engineer vandaag de dag.

Van alle 3D-CAD programma's die er op de markt zijn, is SolidWorks het meest gebruikt in de Benelux. Dit is te danken aan een unieke combinatie van eigenschappen: groot gebruiksgemak, brede inzetbaarheid en uitstekende ondersteuning. In de jaarlijkse updates worden steeds weer wensen van gebruikers in de software opgenomen, wat jaarlijks leidt tot uitbreiding van de functionaliteit, maar ook tot optimalisatie van functies die al in het programma aanwezig waren.

## Onderwijs

Een groot aantal onderwijsinstellingen, uiteenlopend van Lager Technisch Onderwijs tot de Technische Universiteiten, koos al voor SolidWorks. Waarom?

Voor een **docent** betekent de keuze voor SolidWorks de keuze voor gebruiksvriendelijke software, die leerlingen of studenten snel onder de knie hebben. SolidWorks leent zich daarom bij uitstek voor toepassing in bijvoorbeeld probleemgestuurd onderwijs of in competentiegericht onderwijs. Voor verschillende onderwijsniveaus zijn gratis Nederlandstalige tutorials beschikbaar, zoals een serie tutorials voor lager en middelbaar technisch onderwijs, waarin stap voor stap de basisbeginselen van SolidWorks uiteengezet worden, of de tutorial Geavanceerd Modelleren, waarin juist complexere onderwerpen, zoals het modelleren van complexe dubbelgekromde vlakken aan de orde komt. Alle tutorials zijn Nederlandstalig, en gratis te downloaden van [www.solidworks.nl](http://www.solidworks.nl). Aarzel niet om uw collega docenten of uw studenten attent te maken op alle gratis mogelijkheden die door SolidWorks op deze website geboden worden!

Voor een **leerling of student** is het leren van SolidWorks in de eerste plaats heel erg leuk en uitdagend. Door SolidWorks te gebruiken, wordt techniek veel inzichtelijker en tastbaarder, waardoor het werken aan opdrachten en projecten veel realistischer en leuker wordt. Bovendien weet elke leerling of student dat de kansen op een baan duidelijk groeien wanneer SolidWorks, de meest gebruikte 3D-CAD software in de Benelux, op zijn of haar cv staat. Bijvoorbeeld [www.cadjobs.nl](http://www.cadjobs.nl) zie je een groot aantal vacatures en stageplaatsen waarvoor kennis van SolidWorks vereist is. Dat maakt de motivatie om SolidWorks te leren alleen nog maar groter.

Om het gebruik van SolidWorks nog makkelijker te maken, is er een Student Kit beschikbaar. Gebruikt de opleiding SolidWorks, dan kan elke leerling of student de Student Kit **gratis** downloaden. De Student Kit is een volledige versie van SolidWorks, die alleen voor educatieve doeleinden gebruikt mag worden. De gegevens die je nodig hebt om de Student Kit te downloaden, kun je via de docent verkrijgen. Ook kun je de Student Kit [downloaden](http://www.solidworks.nl) via [www.solidworks.nl](http://www.solidworks.nl). Aarzel niet om uw collega studenten of uw docenten attent te maken op alle gratis mogelijkheden die door SolidWorks op deze website geboden worden!

Voor de **ICT-afdeling** betekent de keuze voor SolidWorks dat investeringen in nieuwe computers soms uitgesteld kunnen worden omdat SolidWorks relatief lage hardware-eisen stelt. De installatie en het beheer van SolidWorks in een netwerkomgeving is zeer eenvoudig, onder meer door het gebruik van netwerklisenties. En mochten er toch problemen ontstaan, dat is er een gekwalificeerde helpdesk beschikbaar, die u snel weer op weg helpt.

## Certificering

Wanneer je SolidWorks voldoende beheerst, kun je ook deelnemen aan het CSWA-examen. CSWA staat voor Certified SolidWorks Associate. Nadat je dit examen met goed gevolg hebt afgelegd, krijg je een certificaat waarmee je eenvoudig kunt aantonen dat je SolidWorks voldoende beheerst. Dat is handig bij het solliciteren naar een baan of een stageplek.

Na het doornemen van deze serie tutorials voor lager en middelbaar technisch onderwijs, heb je voldoende kennis van SolidWorks om aan het CSWA-examen deel te nemen.

## Tot slot

SolidWorks heeft zich voor lange tijd gecommitteerd aan het onderwijs. Door docenten te ondersteunen waar dat mogelijk is, door lesmateriaal beschikbaar te stellen en jaarlijks aan de nieuwste versie van de software aan te passen, door de Student Kit beschikbaar te stellen. De keuze voor SolidWorks is een keuze voor de toekomst. De toekomst van het onderwijs, dat zich verzekerd weet van brede ondersteuning en de toekomst van leerlingen en studenten, die na hun opleiding de beste kansen willen krijgen.

## Contact

Heb je nog vragen over SolidWorks, neem dan contact op met uw reseller, of kijk op <http://www.solidworks.nl>