

Övningsuppgifter i kursen CAD 1 med Solidworks

Följande uppgifter följer delvis upplägget i kursdokumentet [Elevhandledning för CAD](#) - Computer Aided Design.

Serienummer för Solidworks edu 2017-2018:

9020 0091 4861 7805 JMJQ 97GD (läsåret 2019/20)

Innehåll

Innehåll	1
Grundläggande features	3
Sketch, Extruded Boss/Base, SmartDimensions, Shell, Fillet och ExtrudedCut	3
Avfasning med Chamfer	6
Centerlinjer	7
Speglingar och plan	8
Anpassade skisser med cirklar och linjer	11
Lägg till och ta bort material	13
Ritningens grunder	17
Ritningar i Solidworks	17
Mer om extrudering och Sketch Fillet	19
Roteringar med Revolved Boss/Base	21
Repetition inför prov 1	25
Svepning med funktionen Swept Boss/Base	28
Mer om plan	31
Olika geometrier	34
Lofted Boss/Base (upphöjning)	35
Fixa punkter, tangenter, vinklade plan och speglingar	42
Fixa punkter	42
Tangenter	42
Vinklade plan	43
Spegling av objekt	43
Upprepning med Circular Pattern	46
Sammansättningar - Assembly	48
Rotation, förflyttning och fix	48
Färger och mönster	48
Roterar sammansättning (assembly)	50
Linear Pattern	51

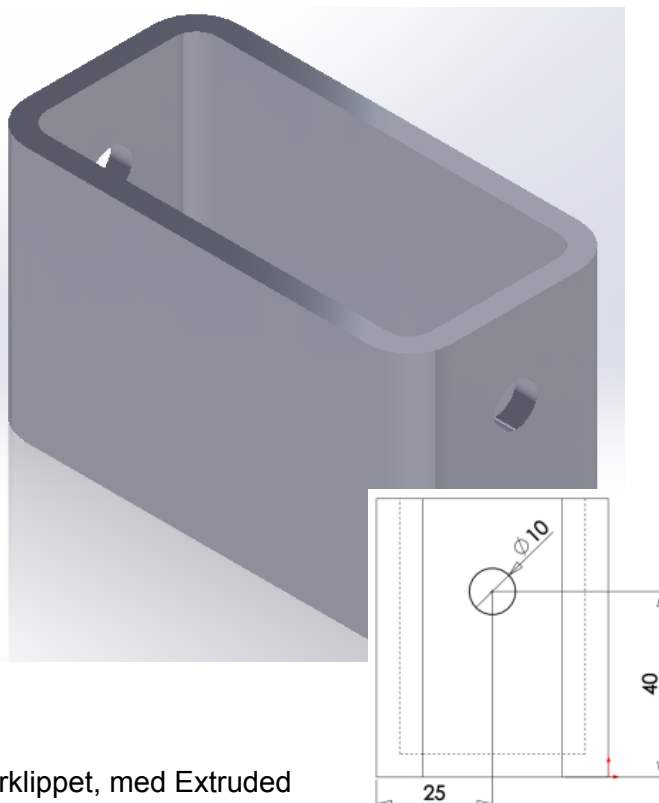
Repetition inför prov 2	53
Mer om sammansättningar	53
Mätverktyget	53
Lite om text	57
Kardanknut	58
Mer om ritningar	60
Cad-tävling - 2019/20	63
Planering inför delprov 1 och 2	63
Extra övningar	63
Gängor (threads)	64
Bult	64
Mutter	64
Sammansättning av bult och mutter	64
Bilaga	66

Grundläggande features

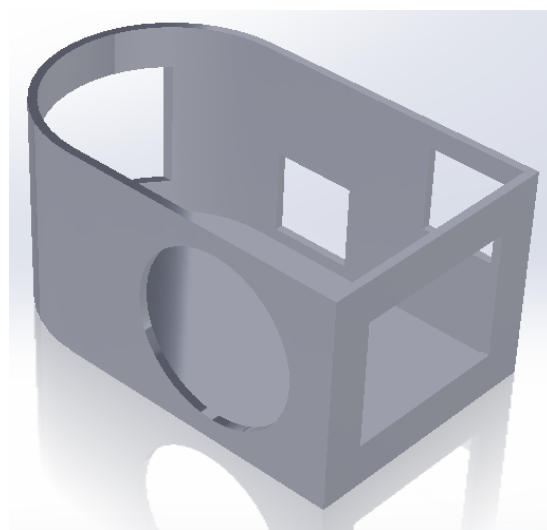
Programmet innehåller många funktioner - features - för att påverka föremålets (detaljens) utseende. Funktionen *Extruded Boss/Base* skapar en tredimensionell kropp av en tvådimensionell skiss, *Shell* urholkar en kropp, *Fillet* skapar avrundade kanter och *Extruded Cut* skapar håligheter.

Sketch, Extruded Boss/Base, SmartDimensions, Shell, Fillet och ExtrudedCut

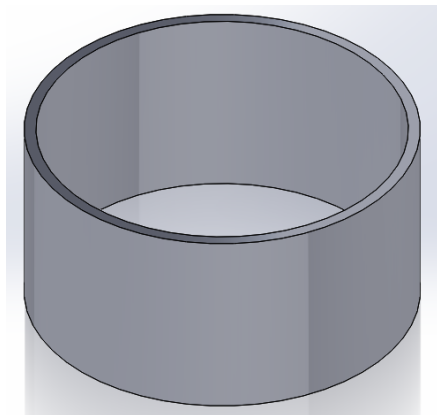
- 1) Skapa lådan som visas på sidan 9 i [elevhandledningen](#). Uppgiften löses delvis tillsammans med lärare. När du löst uppgiften har du koll på begreppen:
 - a) Sketch (skiss), d.v.s. rita en rektangel med måtten 100 x 60 mm i frontplanet.
 - b) Feature (funktioner som påverkar utseendet).
 - c) Extrudering (utdragning av två till tre dimensioner) så att bredden blir 50 mm,
 - d) Fillet (avrundning av kanter) med radien 10 mm.
 - e) Smart Dimensions (måtsättning).
 - f) Urholka med Shell så att godstjockleken blir 5 mm.
 - g) Gör hål på ändytorna, enligt urklippet, med Extruded Cut.
 - h) Spara detaljen med namnet **box.sldprt**.
Den färdiga detaljen (lådan) har alltså längden 100 mm, höjden 60 mm och bredden 50 mm.



- 2) Öppna föregående detalj och skapa kopian **box2.sldprt**. Modifiera nu lådan enligt följande punkter:
 - a) Längden ska fortfarande vara 100 mm, men ändra höjden till 50 mm och bredden till 60 mm.
 - b) Ta bort hålen på kortsidorna (Cut-Extrude och Sketch).
 - c) Ta bort urholkningen (Shell)
 - d) Ta även bort avrundningarna (Fillet).



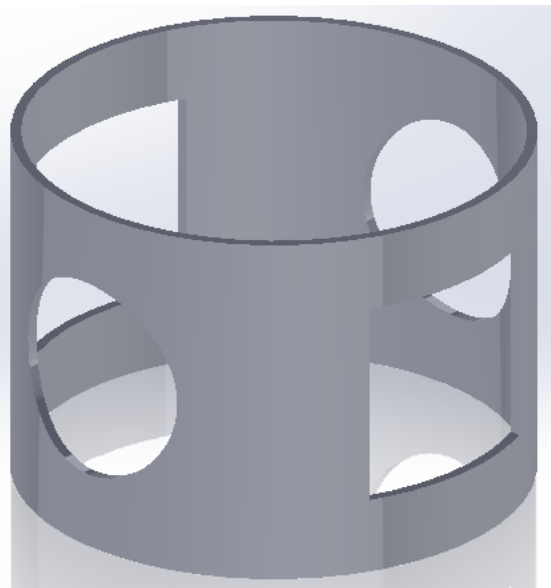
- e) Lägg få en ny avrundning (radie=30 mm) på de två borte kanterna så att sidan blir en halvcirkel.
- f) Urholka detaljen (Shell) så att materialets tjocklek blir 2 mm.
- g) Gör ett runt hål på vänstersidan med diametern 40 mm och vars centrum ligger 30 mm från högerkanten och mitt på sidan i höjdlid, d.v.s. med centrum 25 mm från underkanten. Gör först cirkeln med måttsättning och gör sedan hålet med *Extruded-Cut*. Välj egenskapen *Blind* och djupet 2 mm.
- h) Gör ett rektangulärt hål på kortsidan med måtten 40 x 30 mm och som ligger mitt på sidan, alltså med måtten 10 mm till detaljens sidor. Hålet ska vara genomgående, som görs med *Extrude-Cut*, och egenskapen *Through All*.
- i) På den borte sidan ska det finnas två kvadratiska hål med sidan 20 mm och med avståndet 5 mm från över- respektive underkanten. Avståndet mellan hålen ska vara 20 mm.
- j) Spara och stäng dokumentet.



- 3) I denna övning ska du göra en ihålig cylinder med botten med ytterdiametern 100 mm, höjden 50 mm och godstjockleken 3 mm, enligt urklippet till höger. Tips: Börja med att rita en cirkel på topplanet. Spara detaljen med namnet **uppgift3.sldprt**.

- 4) Nu ska du skapa en liknande cylinder som i förra uppgiften, men höjden ska vara 70 mm och det ska finnas fyra hål på mantelytan, enligt bilden till höger. Lös uppgiften enligt följande punkter:

- a) Rita en kvadrat med sidan 100 mm på topplanet med origo i mitten.
- b) Skapa en extrudering med *Extruded Boss/Base* med höjden 70 mm i y-led.
- c) Skapa ett cirkulärt genomgående hål i z-led mitt på sidoytan med diametern 40 mm.
- d) Skapa ett kvadratisk genomgående hål i x-led mitt på sidoytan med sidan 40 mm.
- e) Skapa avrundade hörn med *Fillet* med radien 50 mm så att detaljen får cylinderform.
- f) Urholka cylindern till ett rör med *Extruded Cut* så att godstjockleken blir 2 mm.
- g) Spara detaljen med namnet **uppgift4.sldprt**.

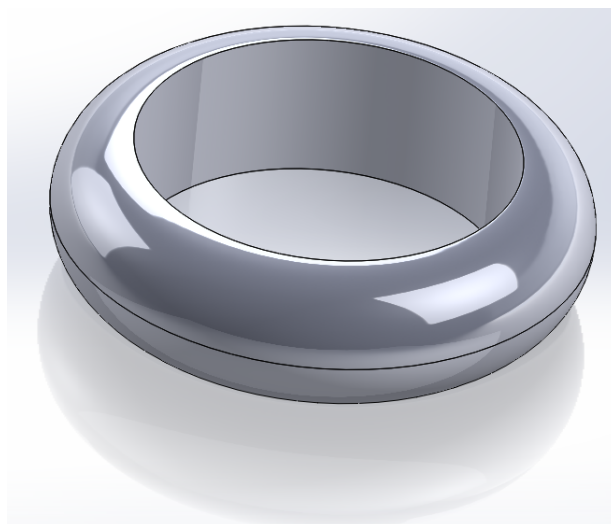
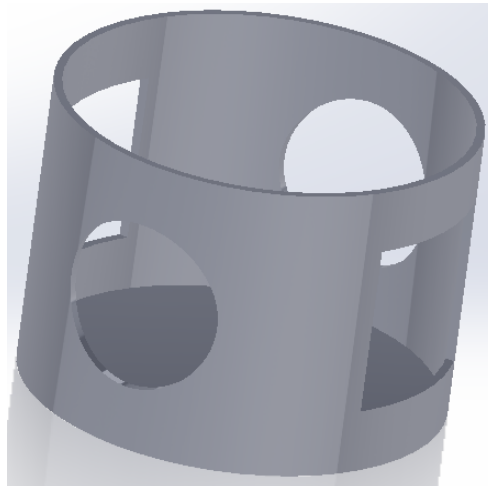


Lärardemonstration:

- Visar hur mått kan ändras när måttsättning inte gjorts med SmartDimension från början. Markera *Sketch* i designträdet och välj *Edit*.
- Visar att ordningen är viktig vid användning av *Shell* och *Extruded Cut*.

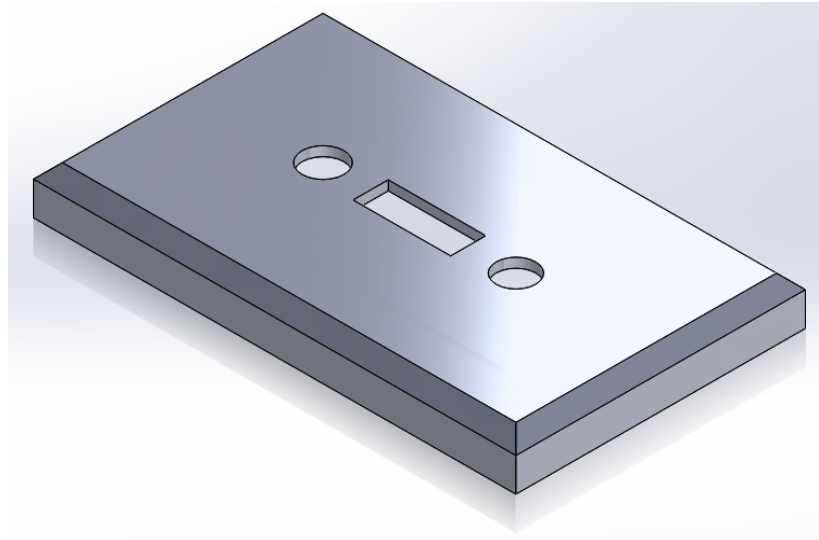
5) Skapa en kopia av föregående **uppgift4** och spara den som **uppgift5.sldprt**.

- a) Gör sedan justeringar så att röret/cylindern får en botten med godstjockleken 2 mm, enligt bilden till höger. Ledning: Justera egenskaperna på Cut-Extrude3 genom att välja Blind och djupet 68 mm.
- b) Gör en ring för ditt ringfinger på handen, enligt bilden nedan. Ringen ska ha innerdiametern så att den passar på ditt finger (mät med skjutmättet). Ringen ska ha tjockleken 3 mm, d.v.s. 6 mm större yttre diameter än innerdiameter, och höjden 6 mm. Ytterkanterna ska ha en avrundning med radien 3 mm på över och undersidan. Spara ringen under ditt namn, exempelvis **anders.sldprt**, på skrivbordet. Spara sedan ringen igen med **Spara som** och välj filformatet **anders.stl**. Då är det rätt filformat för 3d-skrivaren. Vill du skriva ut ringen kan du be läraren om hjälp.

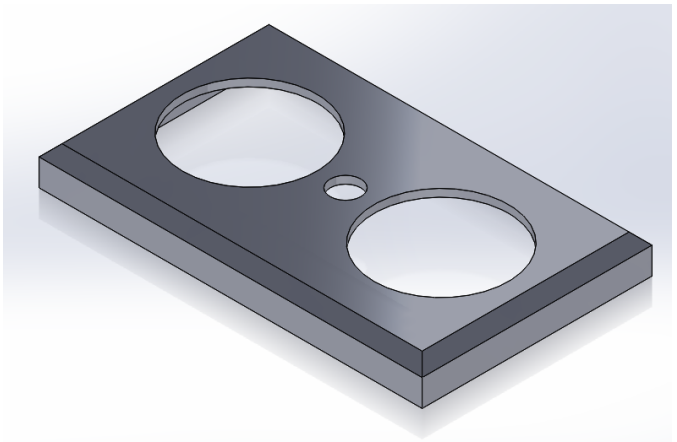


Avfasning med Chamfer

- 6) Skapa brytarplattan på sidan 21 i handledningen, enligt urklippet till höger. Anta att plattan har måtten 100 x 60 mm och höjden 10 mm. Avfasningen skapas med featurer *Fillet/Chamfer* (under Fillet) och ska ha vinkeln 45 grader och längden 3 mm med valet *Angel Distance*. Plattan ska urholkas med godstjockleken 2 mm. Hålen har diametern 10 mm och dess centrum ligger 30 mm från kanterna. Det rektangulära hålet har måtten 20 x 10 mm. Spara detaljen med namnet **uppgift6.sldprt**.

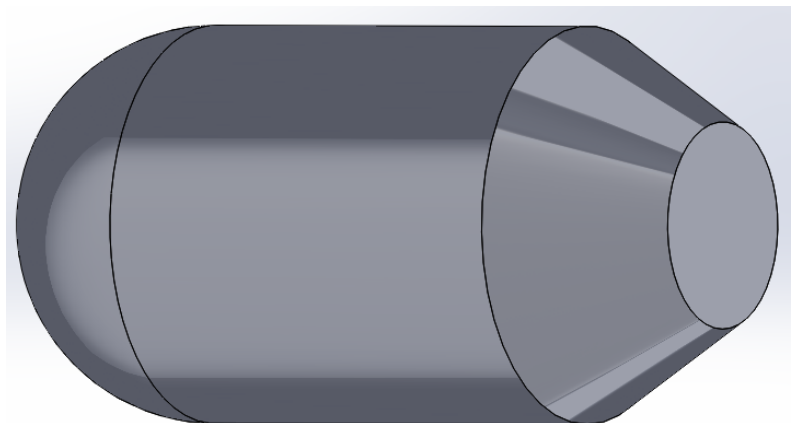


- 7) Kopiera föregående uppgift och spara den som **uppgift7.sldprt**. Gör sedan skyddsplattan till strömbrytaren, enligt urklippet till höger. Börja med att ta bort det rektangulära hålet i mitten, samt ändra mått och läge för de runda hålen. De stora hålen ska ha diametern 35 mm och ha centrum 30 mm från långsidan och 25 mm från kortsidan.

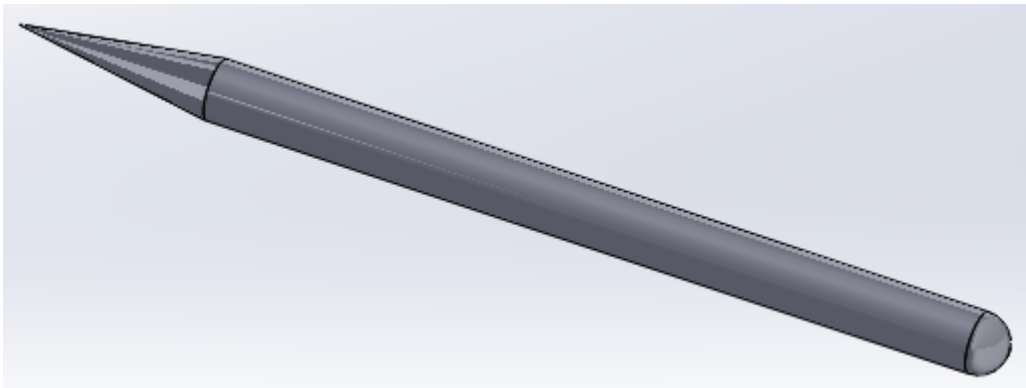


- 8) Gör en cylinderformad detalj som i ena änden är konisk och i den andra sfärisk (klotformad) avrundning, enligt bilden nedan. Lös uppgiften på följande sätt:

- a) Skissa en cirkel på exempelvis frontplanet med diametern 25 mm.



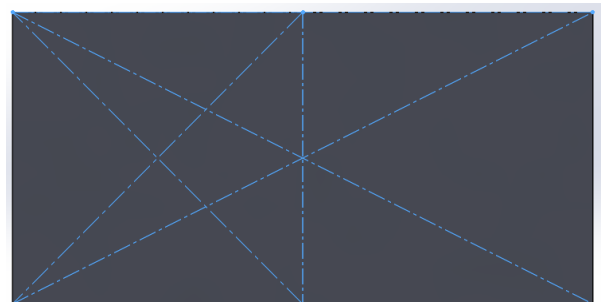
- b) Extrudera cirkeln med *Extruded Boss/Base* till en cylinder med höjden/längden 50 mm.
 - c) Skapa en cirkulär sfärisk avrundning i cylinderns ena ände med featuren *Fillet/Fillet* med radien 12,5 mm (samma som cylinderns radie).
 - d) Skapa en konisk avfasning i andra änden med featuren *Fillet/Chamfer* och chanfertypen *Distance Distance*. Välj sedan *Asymmetric*. Konen ska ha höjden 10 mm och avståndet konens toppcirkel till cylinderkanten ska vara 6 mm. Dessa mått anges med de asymmetriska chamferparametrarna D1=6 mm och D2=10 mm.
 - e) Spara uppgiften med namnet **uppgift8.sldprt**.
- 9) Nu ska du göra en övning där du använder featuren *Fillet* för avrundning och avfasning. Det hela ska resultera i en penna, enligt bilden nedan. Lös uppgiften på följande sätt:



- a) Pennan har diametern 6 mm. Skapa därför först en cirkel med diametern 6 mm.
- b) Skapa en tredimensionell extrudering av cirkeln med längden 100 mm.
- c) Skapa en cirkulär sfärisk/klotformad avrundning i ena änden med radien 3 mm med hjälp av avrundningsfeaturen *Fillet/Fillet*.
- d) Skapa en spets i andra änden med avrundningsfeaturen *Fillet/Chamfer* med typen *Distance/Distance* och de asymmetriska parametrarna 20 mm för spetsens längd (d_2) och 3 mm för avståndet (d_1) från kant till spets (radien).
- e) Spara uppgiften som **penna.sldprt**.

Centerlinjer

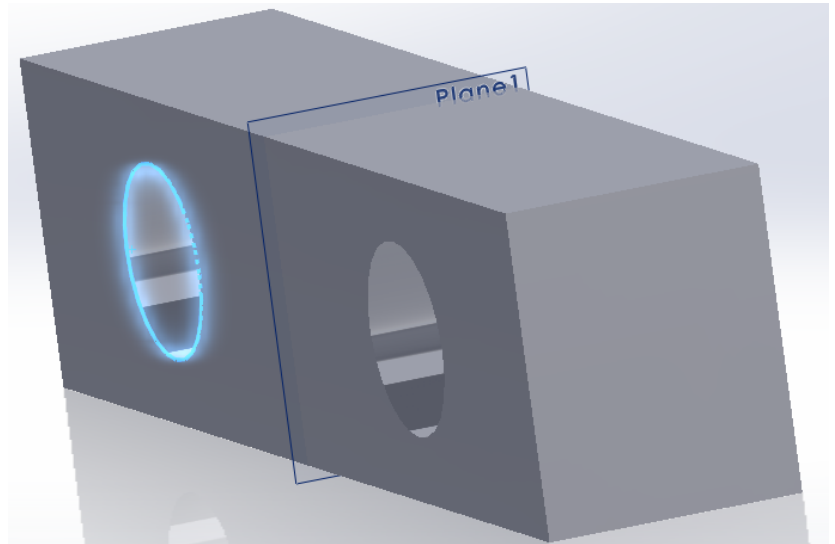
Hittills har vi mått ut var exempelvis ett hål ska placeras så att det hamnar mitt på en sida. Det är dock enklare att märka ut mittpunkter med centerlinjer, som finns under *Sketch* och *Line*. Ritningen av linjer avbryts med *esc*-tangenter och de raderas med *delete*. De kan även döljas.



Speglingar och plan

Om exempelvis en sida ska ha två hål räcker det att skapa ett hål, genom att lägga in ett plan och sedan skapa det andra hålet genom att spegla det första hålet i planet. Detta görs på följande sätt:

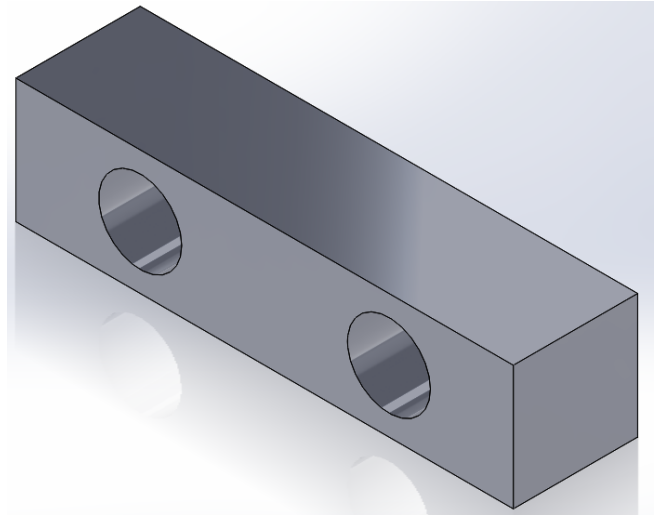
- Gör menyvalet **Insert/Reference Geometry/Plane...**
- Gå till View Orientation och välj de två planen som speglingsplanet ska ligga mitt emellan. Välj dem genom att klicka på varje plan.
- Bekräfta genom att klicka på den gröna bocken.
- Lägg detaljen så att sidan med hålet visas i två dimensioner.
- Klicka på *FeaturesManeger Design Tree* och välj hålets Cut-Extrude1 (exempelvis) som ska speglas.
- Välj *Features Mirror*.
- Markera speglingsplanet, som visas som ett streck.
- Hålet skapas när den gröna bocken klickas.



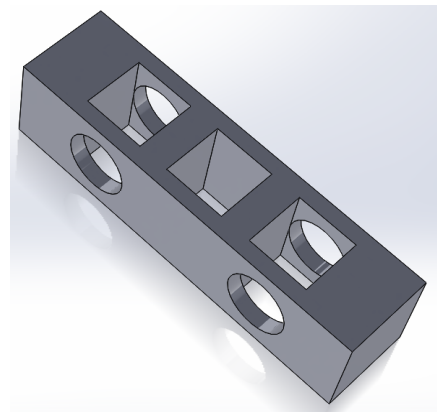
Plane1 som visas i detaljen kan döljas genom att klicka på Plane1 i designträdet och markera ögat.

10) Här ska du göra en detalj med två symmetriskt placerade hål med hjälp av centerline och spegling, enligt bilden till höger. Lös uppgiften på följande sätt.

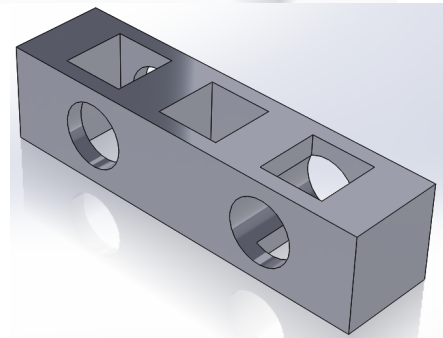
- Skapa en extruderad detalj med måtten 100 x 30 x 30 mm.
- Lägg in centerlines som markerar mittpunkten på den vänstra halvan av detaljen.
- Lägg in ett cirkulärt hål med diametern 20 mm i mittpunkten.
- Lägg in ett plan som är parallellt med detaljens kortsidor som hålet sedan ska speglas i.
- Spegla hålet i planet så att ytterligare hål skapas på detaljens högersida.
- Dölj speglingsplanet.
- Spara detaljen med filnamnet **uppgift10.sldprt**



11) Öppna och spara en kopia av föregående uppgift med namnet **uppgift11.sldprt**. Modifiera detaljen så att den får tre symmetriskt placerade kvadratiska hål med sidan 20 mm, enligt bilden till höger. Placera hålen med hjälp av centerlines och spegling.

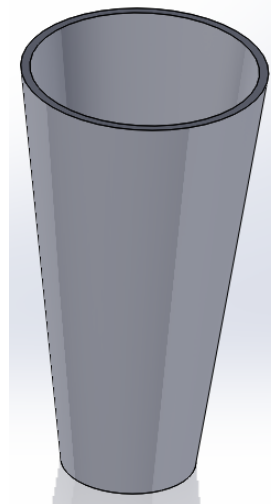


12) Spara en kopia av föregående detalj under namnet **uppgift12.sldprt** och modifiera den så så att avstånden mellan de tre fyrkantiga hålen och kanterna blir lika stora, enligt urklippet till höger.
Ledning: Ta bort centerlinjerna för det vänstra hålet och ange rätt avstånd mellan kant och hål.

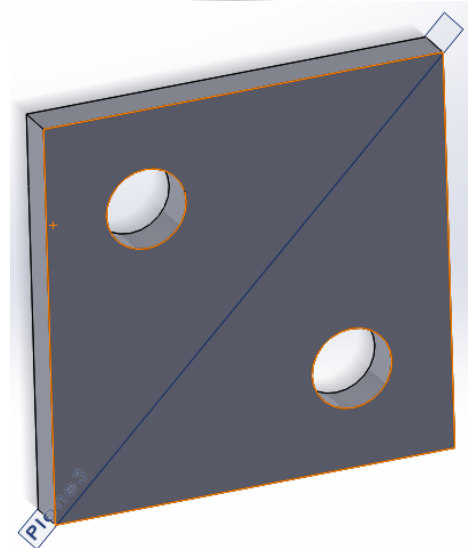
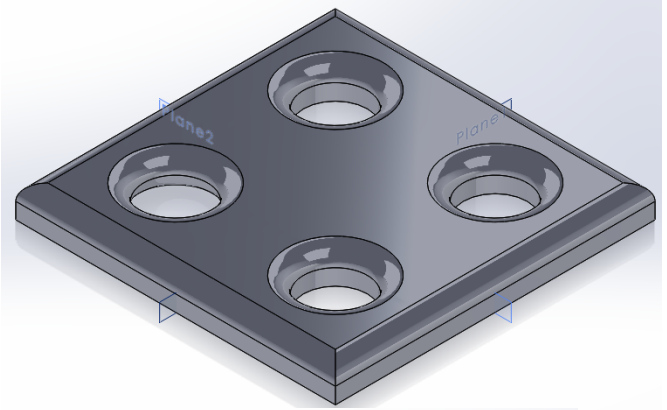
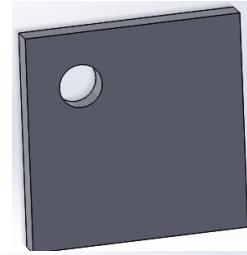


13) Lös följande uppgifter:

- Gör en konformad mugg med höjden 100 mm, enligt bilden intill. Den övre ytterdiametern är 60 mm och nedre ytterdiametern 30 mm. Muggen har godstjockleken 2 mm. Spara muggen under namnet **uppgift13.sldprt**.



- b) Gör en kvadratisk platta med sidan 100 mm och tjockleken 10 mm.
- c) Gör ett cirkulärt hål i den övre vänstra kvadranten med diametern 20 mm, enligt urklippet till höger. Centraera hålet i mitten av kvadranten med två centerlinjer.
- d) Lägg in ett lodrätt respektive ett vertikalt plan genom plattans mitt via menyvalet **Reference Geometry/Plane**.
- e) Gör två speglingar så att det blir fyra hål i plattan, enligt bilden till höger.
- f) Observera att alla kanter är avrundade med radien 5 mm.
- g) Spara detaljen med filnamnet **uppgift13b.sldprt**
- h) *Gör en liknande platta med två diagonala hål, där det ena hålet är en spegling i ett diagonalt plan av det andra, enligt bilden till höger. Ledning: Planet skapas som vanligt via *Reference Geometry* och genom att klicka på hörnlinjerna. Spara detaljen med filnamnet **uppgift13h.sldprt**

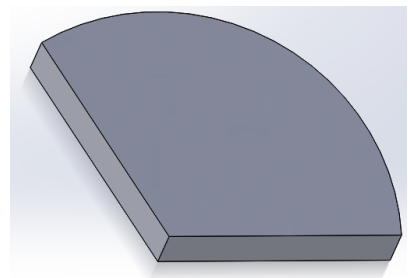
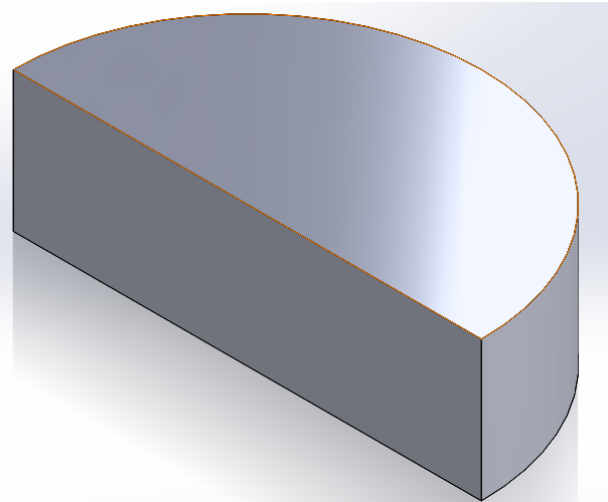


Anpassade skisser med cirklar och linjer

Hittills har vi använt färdiga geometrier (cirklar, rektanglar...) som skisser. Vi ska nu anpassa skisserna med linjer så att vi kan skapa halvcirklar, trianglar och helt egna geometrier. Vi illustrerar detta genom att skapa en halvcirkel som extruderas till en tredimensionell geometri, enligt detaljen till höger:

- Välj Sketch och skapa en cirkel på vanligt vis.
- Välj Sketch och linje och dra den som en diameter i cirkeln.
- Klicka på Ok.
- Markera Sketch i designträdet så att cirkel och linje markeras.
- Välj Extruded Boss/Base.
- Klicka på den cirkelhalva som ska extruderas.
- Ange önskat mått på extruderingen och klicka på ok.
- En variant är att göra en cirkel med centrumvinkeln 180 grader med skissverktyget *Centerpoint Arc*. Bilden till höger har centrumvinkeln 120 grader.

Andra geometrier och hål (*Extruded Cut*) görs på motsvarande sätt.

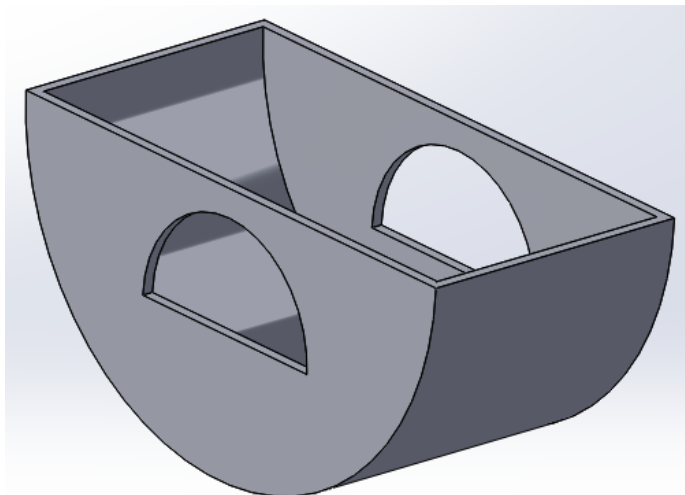


- 14) Gör den halvcirkelformade cylindern ovan med diametern 100 mm och höjden 30 mm. Spara detaljen under namnet **uppgift14.sldprt**.

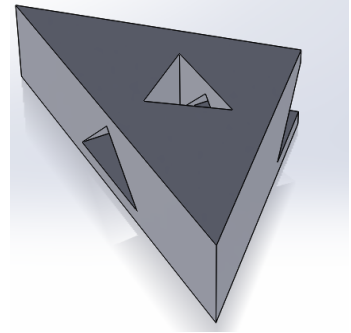
- 15) Skapa den halvcirkelformade detaljen till höger, som har mindre halvcirkelformade hål på sidorna, enligt följande:

- a) Den stora halvcirkeln har diametern 100 mm och extruderingen höjden 50 mm.
- b) Hålen på sidorna har diametern 40 mm och diametern har sitt centrum mitt på den halvcirkelformade sidan.
- c) Urholkningen (Shell) har godstjockleken 2 mm.

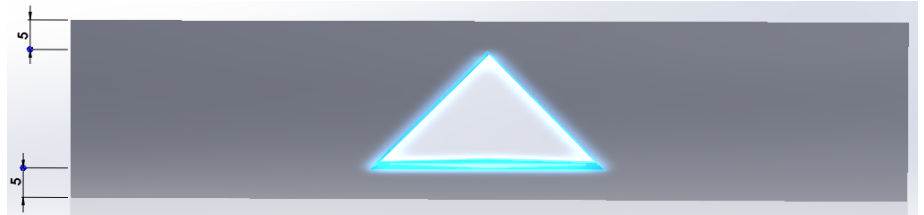
Spara detaljen under namnet **uppgift15.sldprt**.



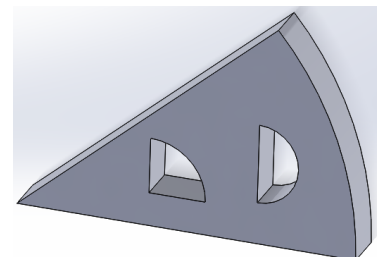
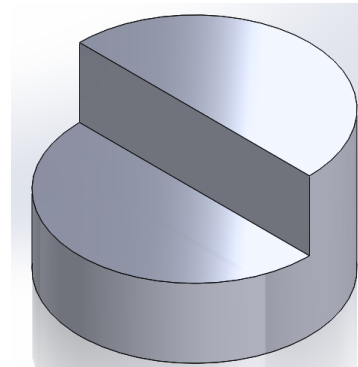
16) Skapa en triangelformad rätvinklig detalj med två triangelformade hål i, enligt bilden. Lös uppgiften på följande sätt:



- Skissa med linjer en rätvinklig triangel med båda kateterna 100 mm.
- Extrudera triangeln till höjden 30 mm.
- Skapa ett triangelformat hål på triangelns översida med lämpliga mått. Den lilla triangelns bas ska vara parallell med den stora triangelns bas och den lilla triangelns spets ska peka på den stora triangelns bas. Hålet ska vara genomgående.
- Skapa även ett genomgående triangelformat hål på detaljens långsida med lämpliga mått och 5 mm över- och undersidan, enligt bilden.



- Spara detaljen under namnet **uppgift16.sldprt**.
- Skapa den cirkulära detaljen till höger, med diametern 100 mm. Den ena halvan har höjden 30 mm och den andra 60 mm. Spara detaljen under namnet **uppgift16f.sldprt**.
- Gör "tårtbiten" till höger, med centrumvinkeln 45 grader, samt två hål i form av en halvcirkel respektive kvartscirkel. Välj själv lämpliga mått. Spara detaljen under namnet **uppgift16g.sldprt**.

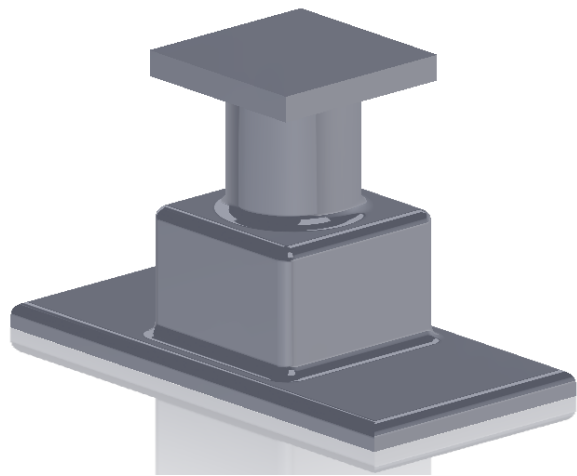


Lägg till och ta bort material

Hittills har detaljerna gjorts utifrån en extruderad skiss. En detalj kan dock vara sammansatt av flera olika delar baserade på flera extruderade skisser, som ritas på en tidigare detalj. På så sätt kan material läggas till i detaljen. På motsvarande sätt kan material tas bort från en detalj genom att lägga på en skiss och använda Extruded Cut. Det spelar ingen roll om skissen går utanför materialet som ska tas bort.

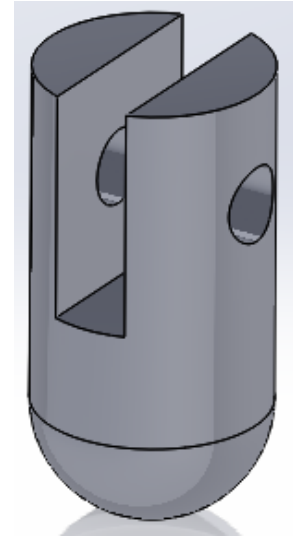
17) Skapa en detalj som består av tre delar genom att lägga till material, enligt bilden till höger. Lös uppgiften på följande sätt:

- a) Skapa bottenplattan med måtten 200 x 100 mm och tjockleken 10 mm.
- b) Lägg på ett rätblock mitt på plattan med sidorna 75 mm och höjden 50 mm.
- c) Lägg till en cylinder med diametern 50 mm och höjden 50 mm.
- d) Lägg på den övre plattan med måtten 75 x 75 mm och tjockleken 10 mm.
- e) Alla kanter utom den övre plattan ska vara avrundade (Fillet) med radien 5 mm.
- f) Spara detaljen under namnet **uppgift17.sldprt**.

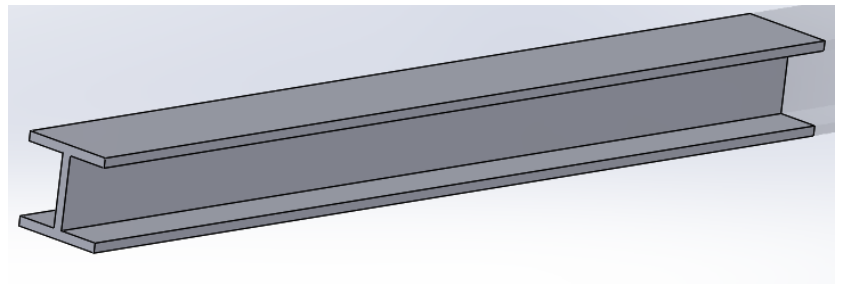


18) Skapa en cylindrisk axel med ett urtag i ena änden med ett tvärgående hål. Lös uppgiften på följande sätt.

- Skapa en cylinder med radien 30 mm och höjden 100 mm.
- Gör ett 10 mm brett och 30 mm djupt urtag i cylinderns kant genom att markera med en rektangel och använda *Extruded Cut*.
- Gör ett genomgående centrerat hål med diametern 10 mm med centrum 15 mm från överkanten.
- Skapa en halvsfärisk avrundning nederst på cylindern.
- Spara detaljen under namnet **uppgift18.sldprt**.



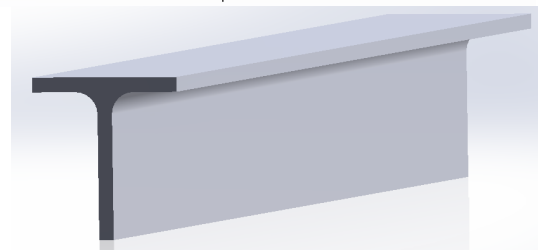
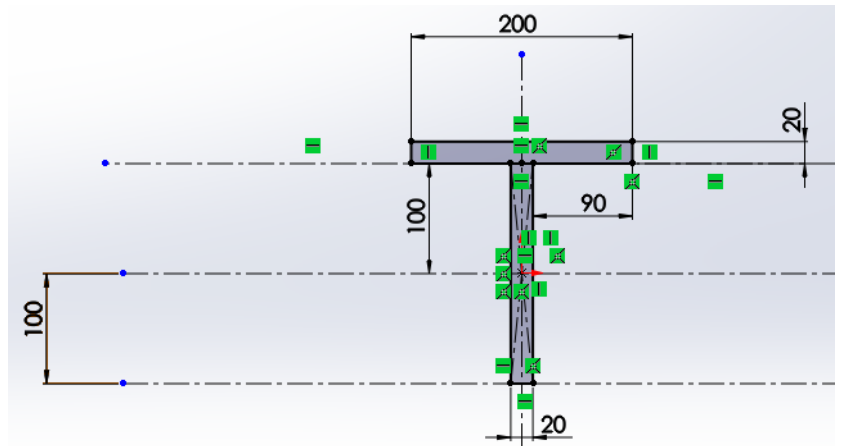
19) Skapa en I-balk med livets höjd 75 mm, flänsarna 100 mm breda och balkens längd 1000 mm, enligt bilden intill. Materialets tjocklek är 10 mm. Ledning: Börja med att göra en skiss som består av en rektangel



med bredden 100 mm och höjden 95 mm. Gör sedan två extruded cut. Spara balken under namnet **uppgift19.sldprt**.

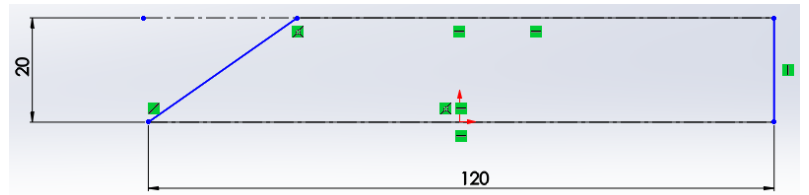
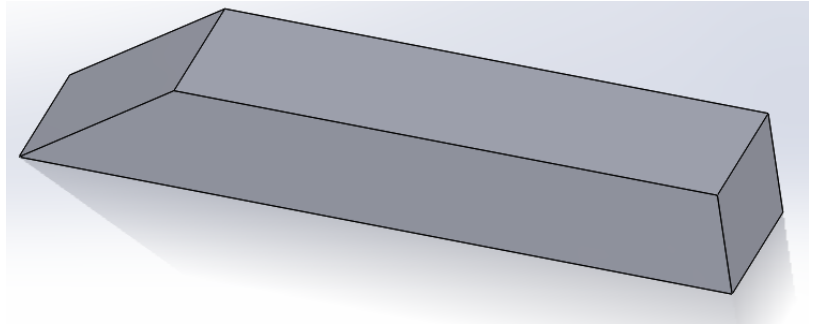
20) Skapa en T-balk med måtten 200 x 20 mm både på överfläns och liv. Skapa balken på följande sätt:

- Lägga ut tre centerline på avståndet 100 mm från varandra.
- Rita livet som en rektangel med centrum på centerlinjen i mitten. Måtsätt den.
- Rita den övre flänsen som en rektangel med ena hörnet på den övre centerlinjen.
- Extrudera profilen till längden 3000 mm.
- Gör hålkål (avrundning) med radien 30 mm mellan liv och fläns.
- Spara balken under namnet **uppgift20.sldprt**.



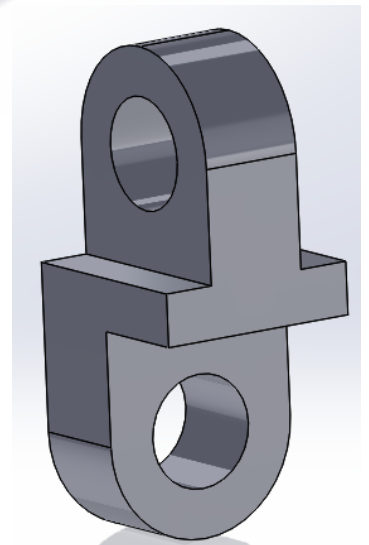
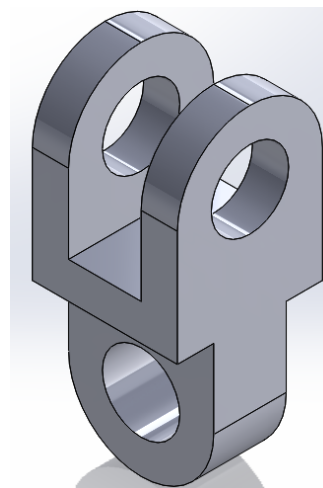
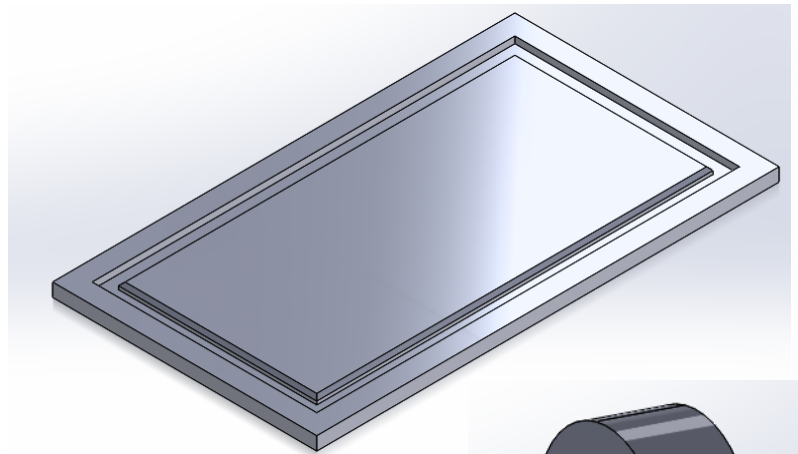
21) Skapa en kilformad metallstav, enligt bilden till höger. Staven har en kvadratisk snitt med sidan 20 mm. Lös uppgiften på följande sätt:

- Börja med att lägga in två centerlinjer på avståndet 20 mm från varandra.
- Lägg in en sned centerlinje med vinkeln 35° mot långsidan.
- Dra linjer längs centerlinjerna.
- Extrudera skissen 20 mm.
- Spara balken under namnet **uppgift21.sldprt**.

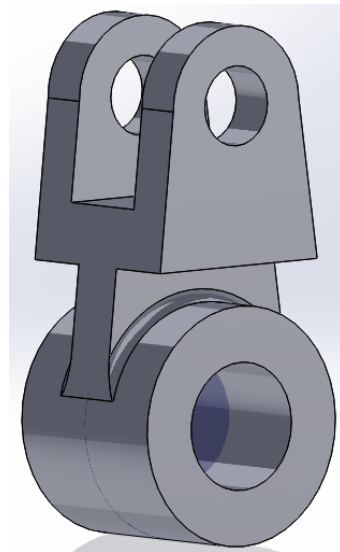


22) Lös följande uppgifter:

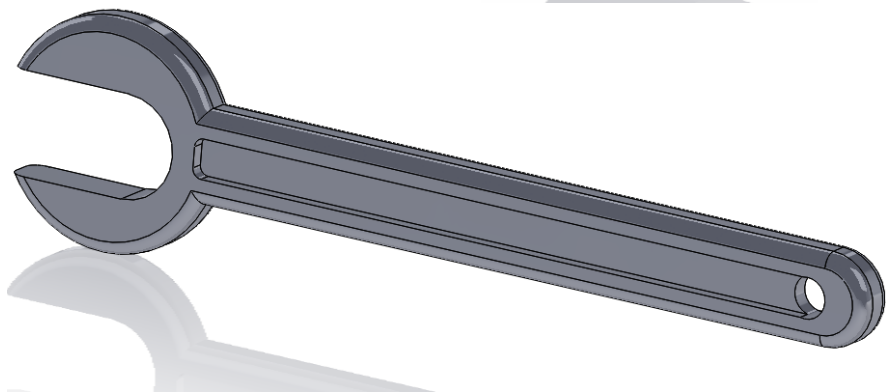
- Skapa en spegeldörr, enligt urklippet intill. Dörren har måtten 700 x 400 mm och tjockleken 20 mm. Skapa sedan ett urtag som 10 mm djupt och 20 mm brett med avståndet 30 mm från kanten. Använd sedan *Chamfer* för att skapa en avfasning med vinkeln 45° och $D=10$ mm. Spara dörren under namnet **uppgift22.sldprt**.
- Gör parten till höger, nr 1 på uppgiftslappen. Spara under namnet **uppgift22b.sldprt**.
- Gör parten till höger, nr 2 på uppgiftslappen. Spara under namnet **uppgift22c.sldprt**.



- d) *Gör parten till höger, nr 3 på uppgiftslappen.
Ledning: Skapa skissen genom att nedtill rita en cirkel med diametern 60 mm och en cirkel upptill med diametern 40 mm med centrumavståndet 80 mm till den nedre cirkeln, enligt ritningen. Sammanbind sedan cirkelnas kanter med två linjer innan skissen extruderas till tjockleken 50 mm från *Mid Plane*. Observera att det är en avrundning på 3 mm mellan den stora cylindern och den platta vertikala ytan. Spara under namnet **uppgift22d.sldprt**.

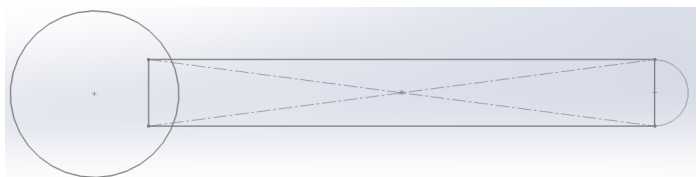


- 23) Skapa en blocknyckel med längden 150 mm, bredden 20 mm och tjockleken 10 mm, enligt bilden till höger. Den består av en rektangulär del och en rund del med diametern 50 mm. Lös



uppgiften på följande sätt:

- Skissa en rektangel med måtten 150 x 20 mm.
- Ena änden ska ha en avrundning med diametern 20 mm, som skissas med *Tangent Arc*.
- Andra änden ska ha en cirkel med diametern 50 mm, vars centrum ligger 20 mm från rektangelns kortsida.
- Den färdiga skissen ska innan extrudering ska se ut som skissen nedan.
- Extrudera skissen till tjockleken 10 mm.
- Gör ett urtag i cirkeln med *Extruded cut* med måtten 30 x 20 mm med en avrundning.
- Kanterna ska ha en Fillet-avrundning med radien 3 mm.
- Handtaget ska ha en försänkning på båda sidor med höjden 6 mm och djupet 3 mm på båda sidor som görs med *Cut Extrude*. Bakänden ska ha en avrundning gjord med *Tangent Arc* och framändens avrundade hörn med radien 2 mm gjorda med *Sketch Fillet*. Spegla försänkningen.
- Bakänden ska ha ett genomgående hål med diametern 6 mm.
- Spara balken under namnet **uppgift23.sldprt**.



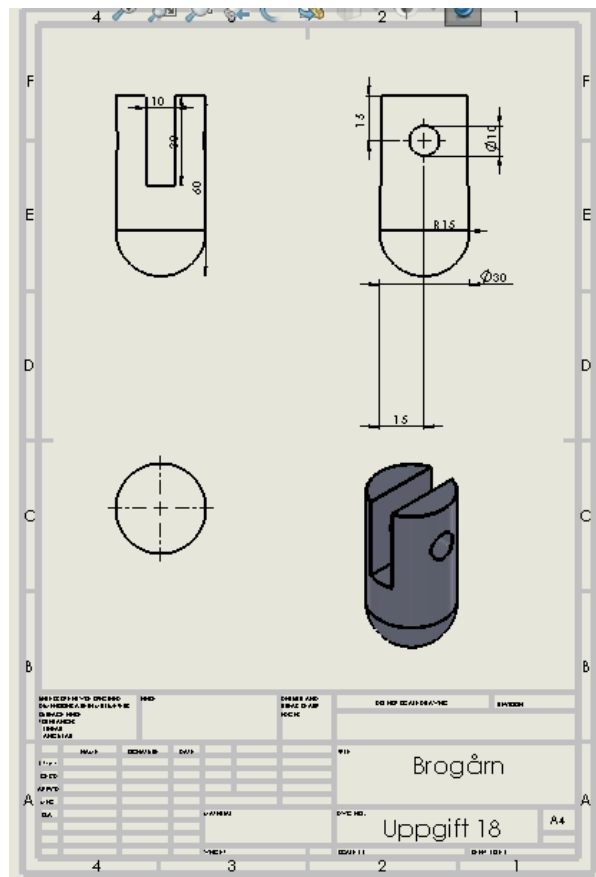
Ritningens grunder

Hittills har vi ritat tredimensionella detaljer. Ska detaljerna tillverkas manuellt i en verkstad måste det vara tvådimensionella måttsatta ritningar på papper i standardstorlekar (A2, A3 eller A4). Innan vi skapar tvådimensionella ritningar i Solidworks ska vi ha en liten genomgång i ritteknik via denna [presentationen](#).

Ritningar i Solidworks

Nu är vi redo att skapa ritningar i Solidworks. Detta gör vi genom att delvis följa en tutoriols - *Lesson 3: Drawings*, som ligger under Solidworks Resources till höger i programmet. Läraren visar hur ritningen till höger skapas utifrån detaljen i uppgift 18:

- Skapa en ritning av parten via **File/Make Drawing from part**
- Välj ritningens storlek (A2, A3, A4).
- Storleken kan ändra i efterhand genom att högerklicka på ritningen och välja **Properties**.
- Klicka på View Palette i den högra menyn (om den inte redan visas) och dra in de tre vyerna enligt europeisk vyplacering till ritningen, samt en isometrisk vy.
- Den isometriska vyn ändras i den vänstra menyn under **Display Style**.
- Ändra eventuellt skalan via den vänstra menyn under Scale, där **Use custom scale** väljs.
- Måttsätt automatiskt med **Annotation, Model Items** och valet *Entire model* under **Source**. Flytta vid behov måttlinjerna med markören så att måtten syns bra.
- Klicka OK (grön bock).
- Ändringar i ritningshuvudet görs genom att högerklicka på ritningen och välja **Edit Sheet Format**. Förstora och markera sedan och skriv in text på lämpligt ställe. Återgå till ritningen genom att högerklicka och välja **Edit Sheet**.
- Spara som **uppgift70a.slddrw** och stäng. Observera att den sparade ritningen får samma namn som parten, men suffixet *slddrw*.

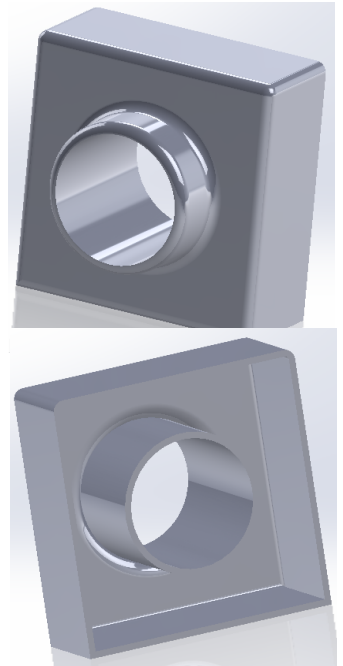
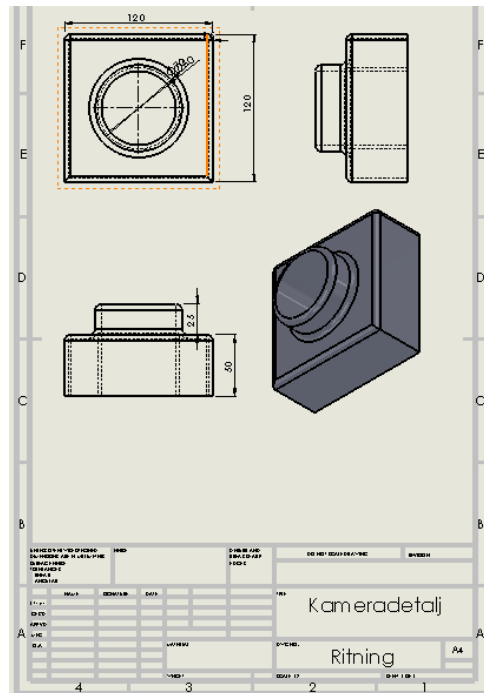


24) Börja med att själv skapa ritningen ovan till uppgift 18 som läraren nyss visade.

25) Nu ska du första skapa en kameradetalj och sedan skapa en ritning. Lös uppgiften på följande sätt:

- a) Skapa kameradetaljen till höger med måtten 120x120x50 mm. Cylindern har höjden 25 mm, yttardiametern 70 mm och innerdiametern 60 mm. Kanterna är avrundade (inte bakkanterna). Baksidan är utholkad med godstjockleken 3 mm. Spara kameradetaljen **uppgift25a.sldprt**.

- b) Skapa en ritning med tre vyer och en isometrisk vy, enligt ritningen ovan. Dolda linjer ska visas.

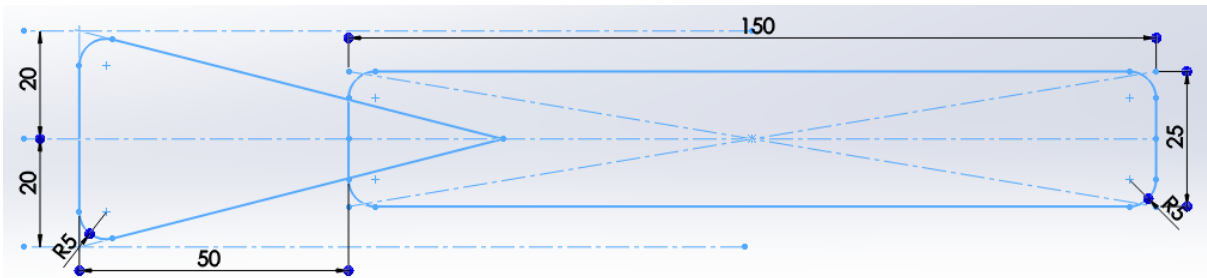


under namnet

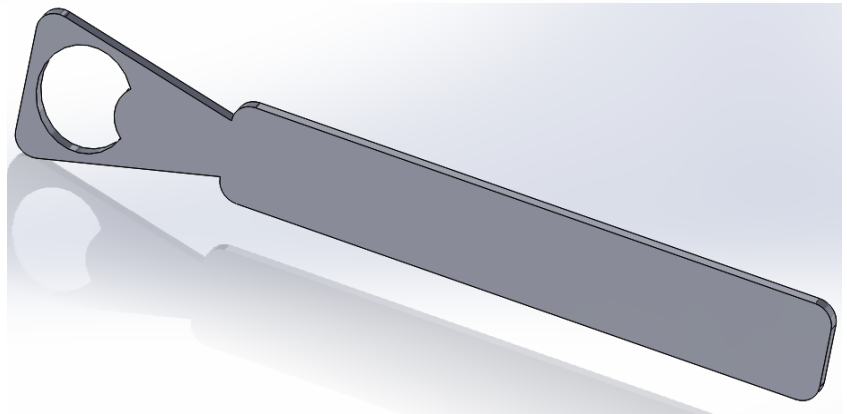
Mer om extrudering och Sketch Fillet

26) Skapa flasköppnaren på bilden nedan enligt följande punkter:

- Skissa en rektangel med måtten 150 x 25 mm.
- Skissa en triangel med måtten enligt bilden nedan. Observera att triangelns vänstra hörn ligger 20 mm över och under mittlinjen. Lägg in tre centerlinjer som hörnen läggs på.

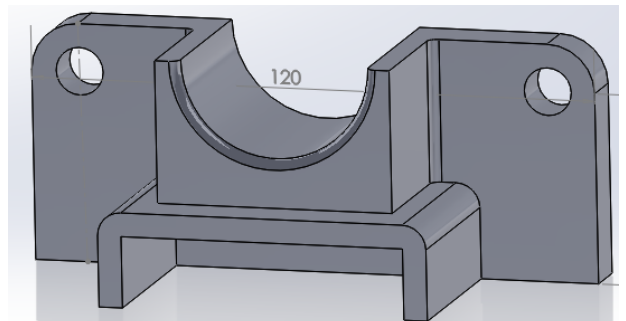


- Runda av alla hörn med skissverktyget *Sketch Fillet* med radien 5 mm.
- Extrudera hela skissen med *Extruded boss* till tjockleken 3 mm.
- Skissa en ellips för öppnarens hål.
- Gör hålet med *Extruded cut*.
- Skissa cirkeln för korklåset som drar kapsylen uppåt.
- Gör *Extrude boss* på cirkeln. Observera att extruderingen ska gå inåt i materialet.
- Spara detaljen under namnet **uppgift26.sldprt**.



27) Skapa lagerhållaren till höger, enligt de sex bilderna i presentationen [Lektion 2](#) med följande mått:

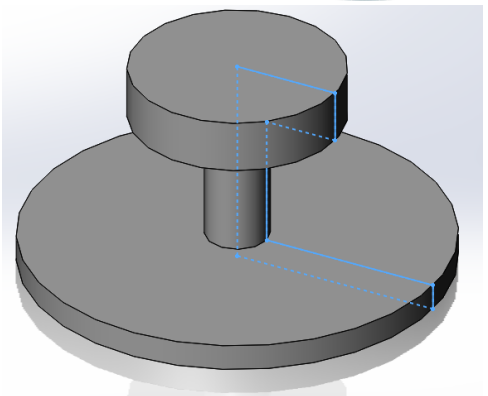
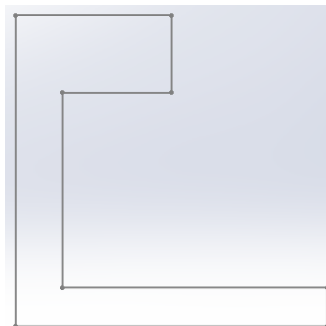
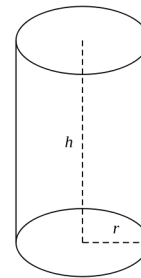
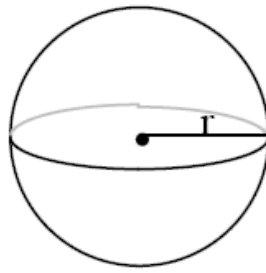
- Bakplattan har måtten 120x50x10 mm.
- Den undre delen har måttet 70x20x40 mm och tjockleken 5 mm.
- Den övre delen har bredden 50 mm och djupet 30 mm. Höjden ger sig själv.
- Det halvcirkelformade urtaget har diametern 40 mm.
- Avrundningen med *Fillet/Face Fillet* på bakplattan har radien 10 mm.
- Avrundningen på den undre delens kanter har radien 5 mm.



- g) Avrundningen på de två innerhörnen och på den cirkulära ytterkanten har radien 2 mm.
- h) De två cirkulära hålen har diametern 10 mm och sina centrum där kanternas avrundning börjar.
- i) Spara detaljen under namnet **uppgift27.sldprt**.

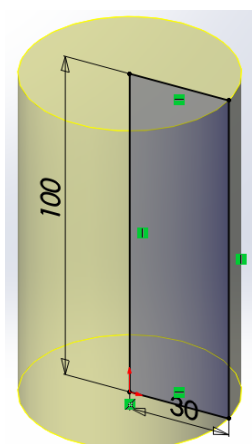
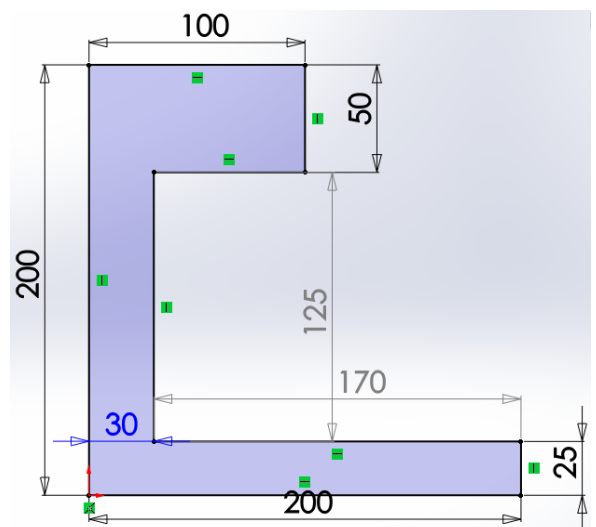
Roteringar med *Revolved Boss/Base*

Många kroppar är symmetriska i tre dimensioner runt en symmetriaxel, exempelvis en cylinder, en boll och en kon. För att skapa dessa så räcker det med att först skapa en profil i två dimensioner och sedan låta den rotera runt symmetriaxeln. I följande exempel skapas först en skiss, som sedan roteras runt den vänstra linjen, som är symmetriaxeln. Då skapas figuren till höger. Detta görs med metoden *Revolved Boss/Base*.



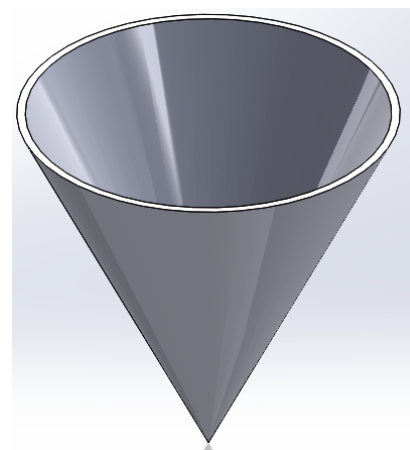
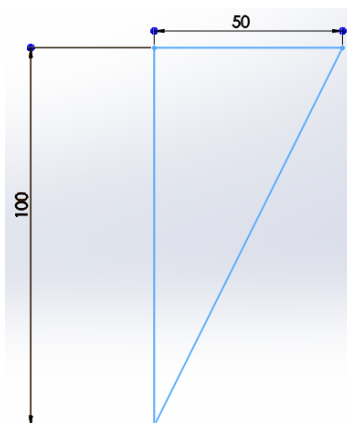
28) Skapa figuren till höger enligt följande punkter. x

- Skapa ett nytt dokument i frontplanet och klicka på featuren *Revolved Boss/Base*.
- Skissa profilen med linjer och måttsätt enligt figuren till höger.
- Klicka på *Exit Sketch*.
- Markera i egenskapsfönstret för fältet för *Revolved Boss/Base* till vänster fältet *Axis of revolution* och klicka sedan på axeln som allt ska rotera runt, alltså den vänstra linjen i skissen.
- Välj *Bilnd* och 360 grader i de följande två fälten och klicka på *OK*.
- Spara detaljen under namnet **uppgift28.sldprt**.

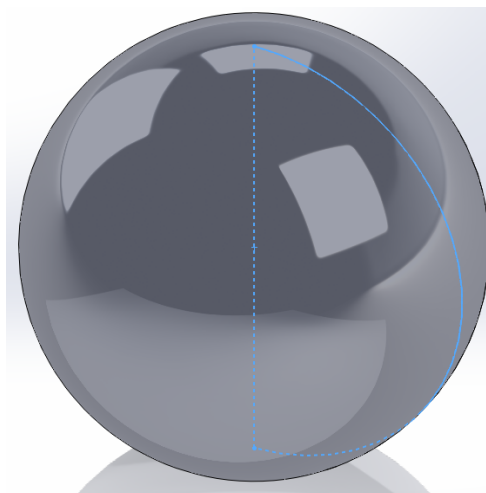
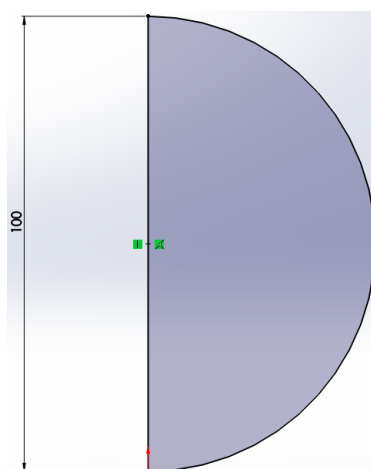


29) Skapa en massiv cylinder med radien 30 mm och höjden 100 mm genom att rotera en rektangel runt symmetriaxeln, enligt figuren till höger. Spara detaljen under namnet **uppgift29.sldprt**.

- 30) Skapa en ihålig strut med godstjockleken 2mm genom att rotera profilen till höger runt symmetriaxeln. Ihåligheten skapas med *Shell*. Skapa den med skissen intill. Spara detaljen under namnet **uppgift30.sldprt**.

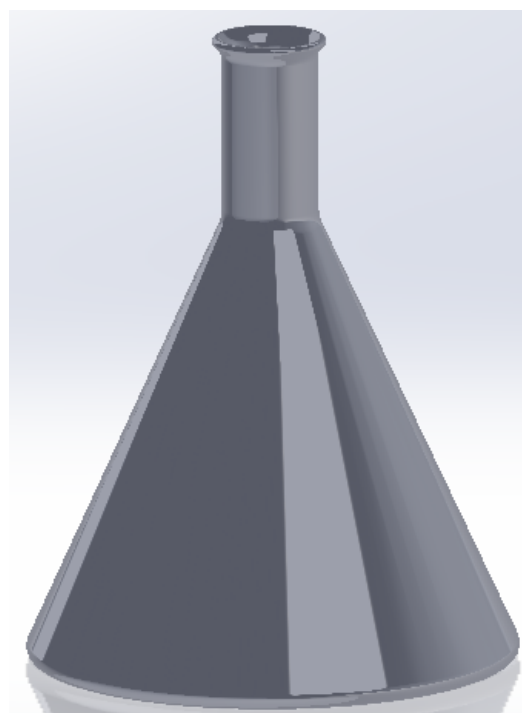


- 31) Skapa ett klot genom att rotera en halvcirkel med radien 50 mm, enligt figurerna intill. Spara detaljen under namnet **uppgift31.sldprt**.



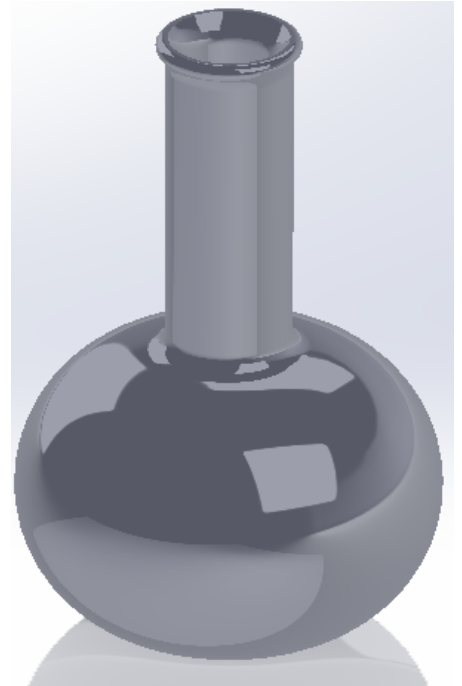
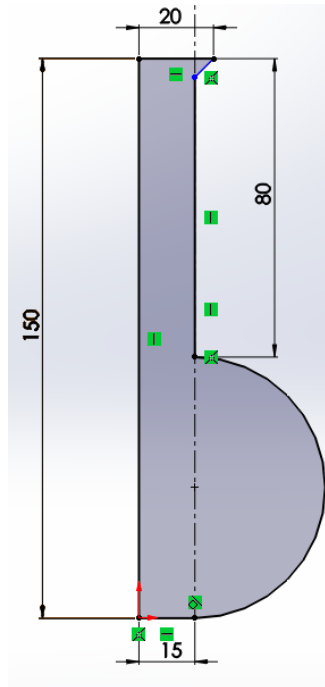
- 32) I denna uppgiften ska du skapa en E-kolv, som visas i figuren nedan till höger. Skapa den på följande sätt:

- Skissa profilen som ska roteras med linjer.
- Höjden på symmetrilinjen är 150 mm, yterradien upptill är 15 mm, inskärningen upptill är 5 mm lång och lutar 45°, halsens längd är 40 mm och bottenradien är 60 mm.
- Klicka på avsluta skiss och gör rotationen med *Revolved Boss/Base*.
- Avrundningen (Fillet) mellan den sneda sidan och bottenytan ska ha radien 3 mm.
- Avrundningen mellan den sneda sidan och halsen ska ha radien 10 mm.
- Avrundningen mellan halsen och inskärningen har radien 3 mm.
- Avrundningen mellan inskärningen och överdelen är 1 mm.
- Urholka E-kolven med *Shell* så att godstjockleken blir 2 mm.
- Spara E-kolven under namnet **uppgift32.sldprt**.

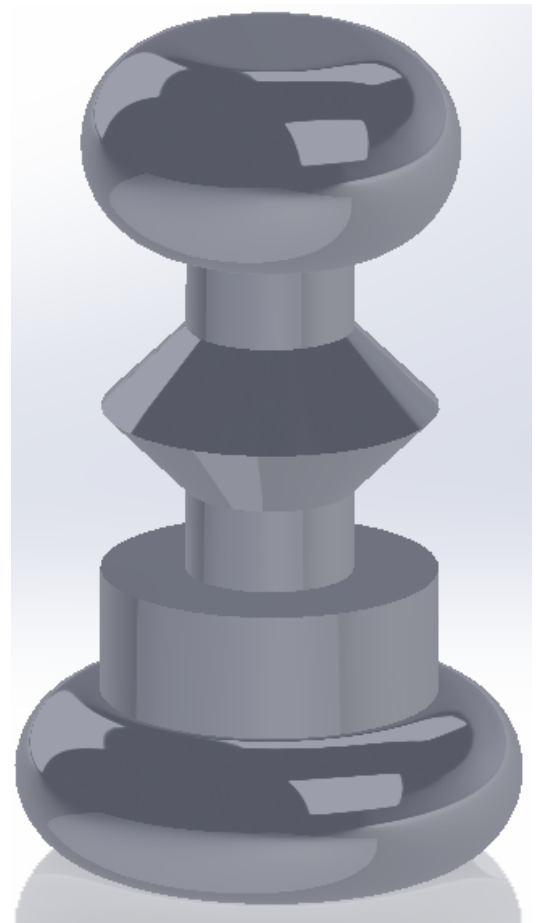
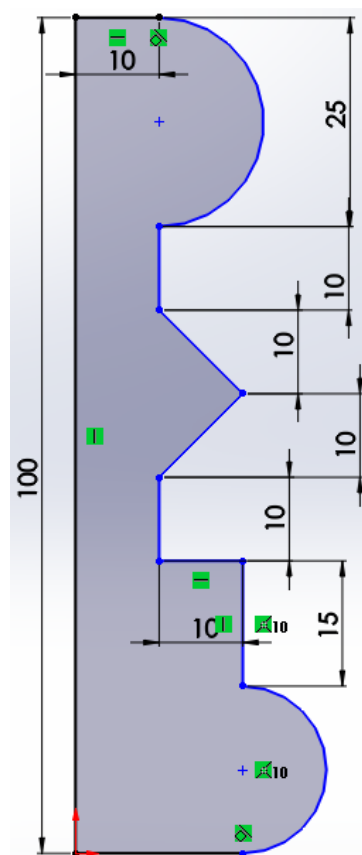


33) Skapa mätkolven i figuren till höger. Måtten är angivna i figuren som ska roteras nedan.

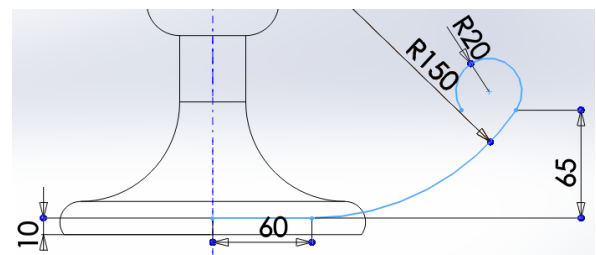
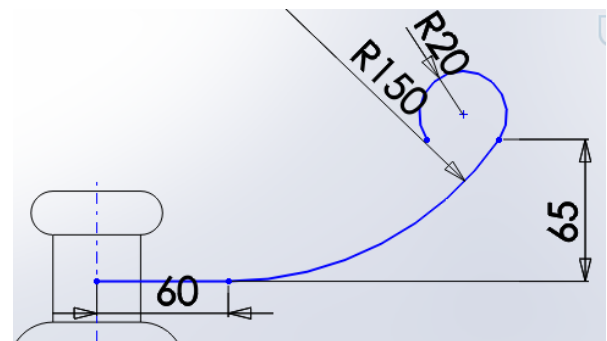
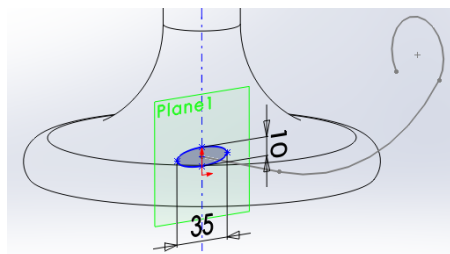
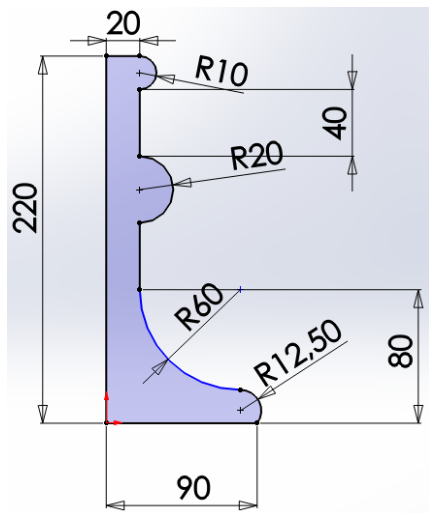
- Den sneda linjen upptill lutar 45 °.
- Avrundningen mellan halsen och den nedre runda delen har radien 5 mm.
- Avrundningen mellan halsen och den sneda delen har radien 5 mm.
- Avrundningen mellan den sneda delen och överdelen har radien 2 mm.
- Urholka med mätkolven med *Shell* så att godstjockleken blir 4 mm.
- Spara mätkolven under namnet **uppgift33.sldprt**.



34) Skapa det roterade konststycket till höger. Skissens mått finns i bilden intill. Observera att basvinklarna i triangeln på mitten är 45°. Spara konstverket under namnet **uppgift34.sldprt**.



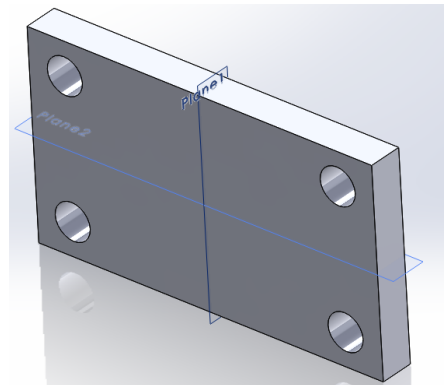
- 35) Konstruera ljusstaken på bilden till höger. Alla mått finns nedan. Det böjda handtaget konstrueras med featuren *Swept Boss/Base*, som vi återkommer till nedan. Om du vill kan du följa handledningen för *Revolves and Sweep* i Tutorials under menyvalet *Basic Techniques* i cadprogrammet. Spara ljusstaken under namnet **uppgift35.sldprt**.



Repetition inför prov 1

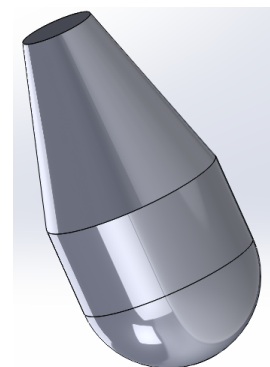
Nedanstående uppgifter är bra att repetera på inför första provet i CAD. Repetera även uppgifter du gjort tidigare. Inledningsvis visar läraren hur fyra hål kan göras genom att spegla det övre vänstra hålet i två vinkelräta plan, på följande sätt:

- Gör det övre vänstra hålet.
- Lägg in ett lodrätt plan att spegla i så att det övre högra hålet skapas.
- Lägg in ett horisontellt att spegla båda hålen i genom att markera Mirror1 i designträdet.



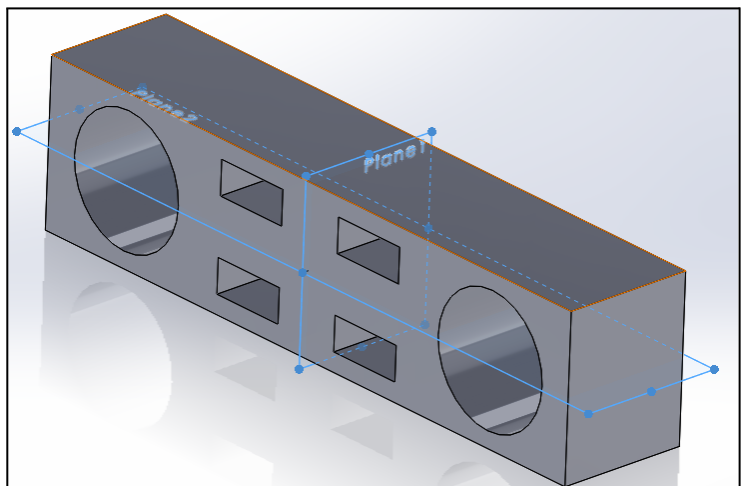
Läraren visar även avrundningar och koner skapas med Fillet och Chamfer, som i exemplet till höger:

- Cylindern har radien 100 mm och höjden 200 mm.
- Halvklotet (-sfären) på ena sidan är skapad med en avrundning (Fillet) med radien 50 mm.
- Konen i andra änden är skapad med en assymetrisk Fillet/Chamfer med $D_1=100$ mm och $D_2=30$ mm. Vad innebär symmetrisk chamfer?



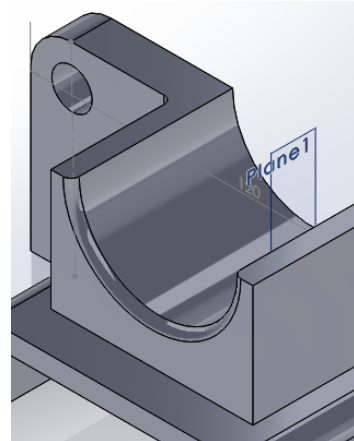
1. I den här uppgiften ska du öva på speglingar med två plan. Lös uppgiften på följande sätt:

- Skapa en rektangulär skiss med måtten 200 x 50 mm.
- Extrudera skissen så att den får tjockleken 40 mm med *Extruded Boss/Bass*.
- Skapa ett hål med diametern 40 mm som har sitt centrum 30 mm från vänstra sidan.
- Lägg in ett plan på mitten parallellt med kortsidorna.
- Gör en spegling av det cirkulära hålet i planet så att det blir ett cirkulärt hål till höger.
- Lägg in ett rektangulärt hål till vänster om speglingsplanet. Måtten är inte så viktigt.
- Skapa ett ytterligare ett hål genom att spegla hålet i planet.
- Lägg in ytterligare ett plan som är parallellt med över- och undersidan.
- Spegla de två övre rektangulära hålen i planet så att det skapas två rektangulära hål nedtill. Markera Mirror2 i designträdet.

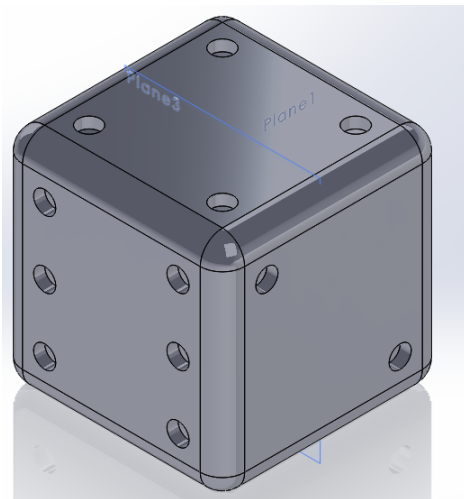


- j. Spara detaljen under namnet **rep1.sldprt**.
2. Öppna uppgiften **uppgift27.sldprt** och spara den som **rep2.sldprt**. Lös sedan följande uppgift:

- Ta bort det högra hålet genom att aktivera skissen under *Cut-Extrude9* i designträdet, markera det högra hålet och tryck på delete-knappen.
- Skapa det högra hålet igen genom att lägga in ett plan på mitten och sedan spegla det vänstra hålet. Klicka på de plana ändytorna och förläng planet genom att dra det uppåt så att det kommer över hålen.

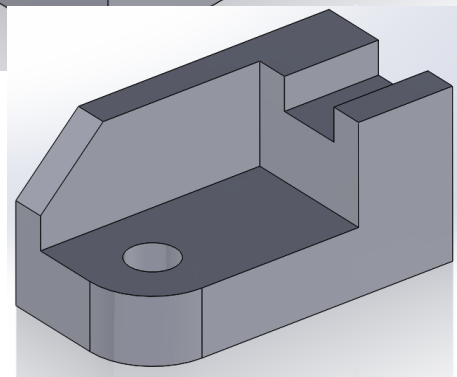
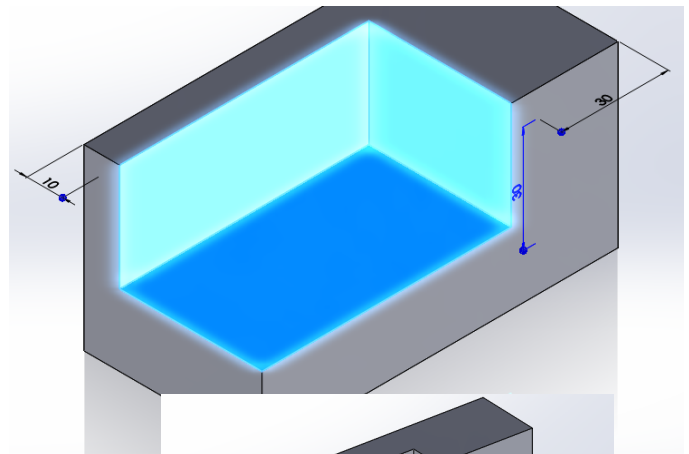


3. Skapa en sexsidig tärning på följande sätt:
- Sidorna är 20 mm.
 - Kanternas avrundning (Fillet) är 2 mm.
 - Förutom centrpunkterna ska de ligga 5 mm till höger och vänster om centrumlinjen. Lägga in centerlines så blir det enklare.
 - Lägg även in plan att spegla i så räcker det ibland med att göra halva antalet punkter på sidan.
 - Punkterna är cirkulära och 1 mm djupa.
 - Spara detaljen under namnet **rep3.sldprt**.

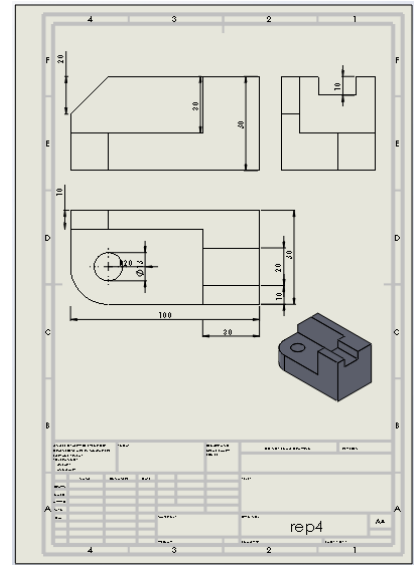


4. Skapa parten till höger nedan med följande mått:

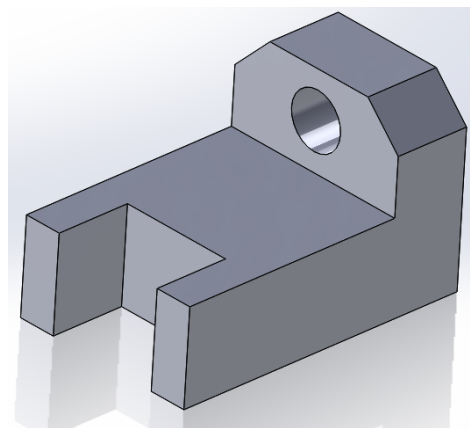
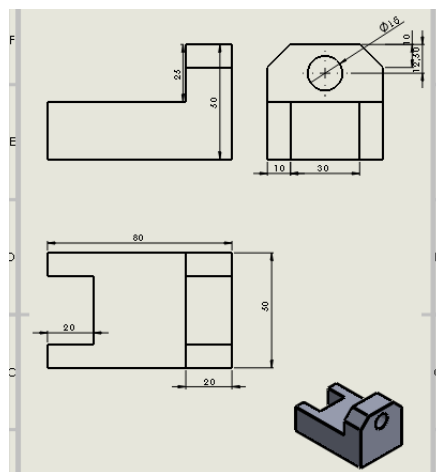
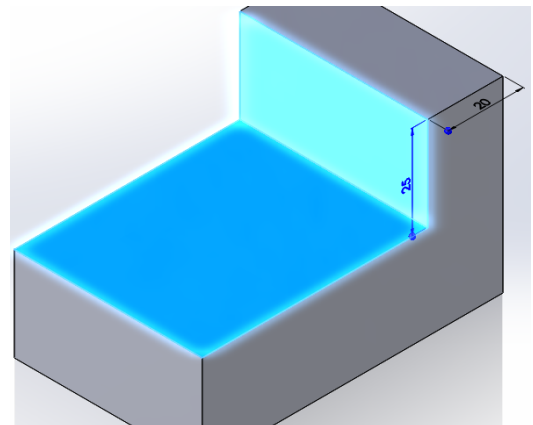
- Skapa ett rätblock med måtten 100 x 50 x 50 mm.
- Gör ett rätblocksformat urtag med måtten i figuren nedan.
- Gör ett uttag i mitten på övre ytan till höger med bredden 20 mm och djupet 10 mm.
- Hörnets avrundning har radien 20 mm.
- Hålet har diametern 15 mm och har sitt centrum i centrum för hörnets avrundning.
- Hörnets avfasning (med *Camfer*) börjar 20 mm in på båda sidorna.



- g. Gör en måttsatt ritning av detaljen i A4-format i skala 1:1 med europeisk vyplacering, enligt urklippet till höger.
- h. Spara detaljen under namnet **rep4.sldprt**.



- 5. Skapa ett rättblocket till höger nedan.
 - a. Rättblocket har måtten 80 x 50 x 50 mm.'
 - b. Gör ett urtag med måtten i urklippet nedan.
 - c. Urtaget i framkanten har bredden 30 mm och djupet 20 mm.
 - d. Avfasningen på sidorna börjar 10 mm in på varje sida.
 - e. Hålet har diametern 15 mm och har centrum mitt på sidan.
 - f. Gör en måttsatt ritning av detaljen i A4 med skalan 1:1 med europeisk vyplacering, enligt urklippet nedan.
 - g. Spara detaljen under namnet **rep5.sldprt**.



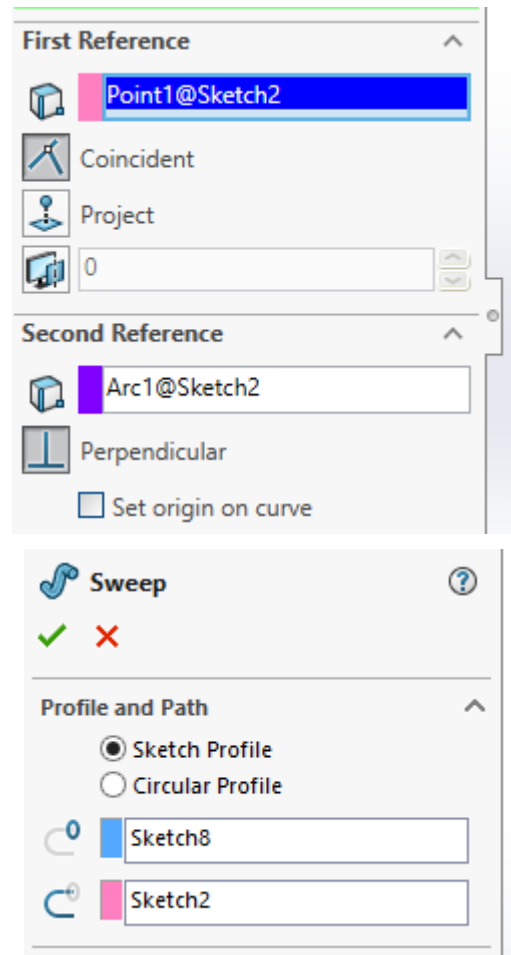
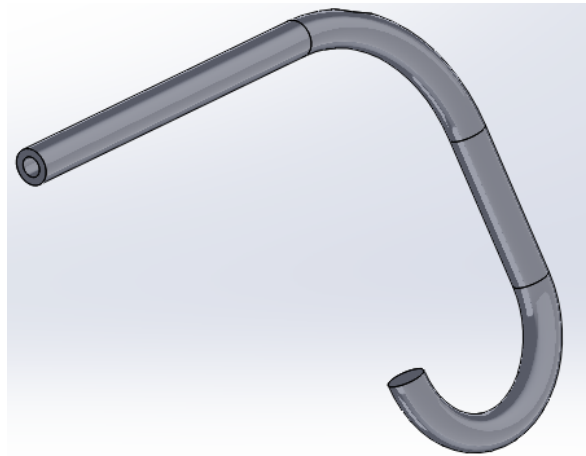
Svepning med funktionen Swept Boss/Base

Hittills har vi skapat raka och regelbundna geometrier som cylindrar och rätblock. Ibland finns dock behov av att göra mer skruvade geometrier som exempelvis en vattenslang, en berg-och-dalbana eller olika typer av rundade handtag. I cad görs detta med hjälp av en funktion (feature) som heter *Swept Boss/Base*. Principen är att först skissa en kurva i ett plan (exempelvis Top Plane) och sedan låta en tvådimensionell skiss (exempelvis en cirkel) svepa en cylinder runt linjen. Detta görs enligt följande punkter i Solid Works:

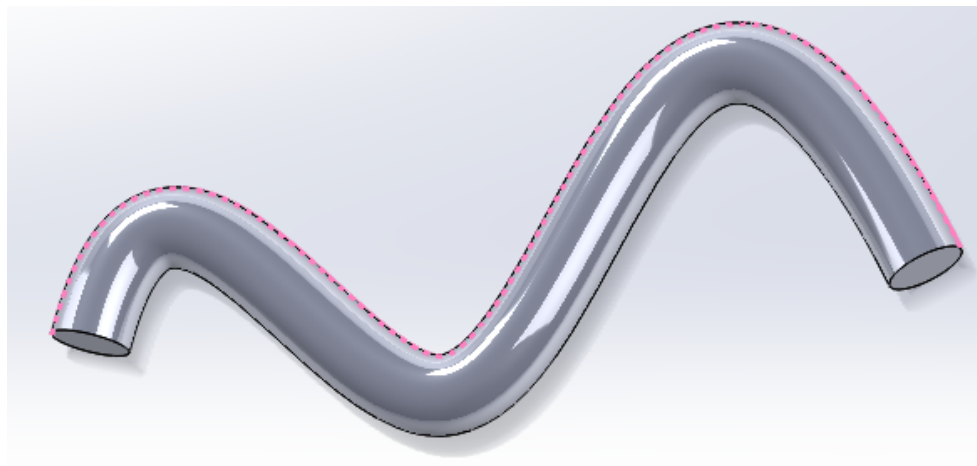
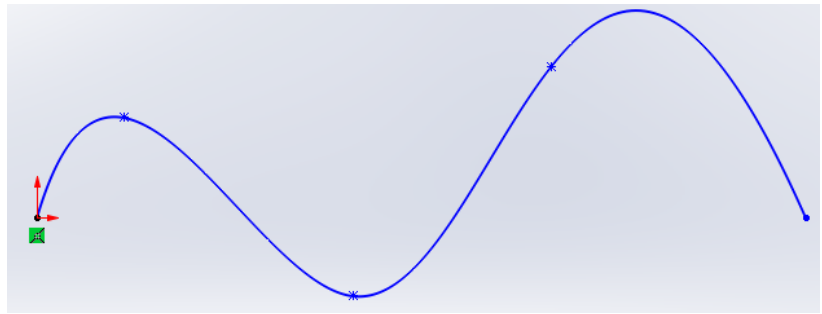
- Skissa en kurva i ett plan.
- Avsluta *Sketch* och välj *Features*.
- Skapa ett nytt plan för linjens startpunkt genom att välja *Planes* under *Reference Geometry*.
- Markera fältet *First Reference* i planets egenskapsfönster, enligt bilden till höger, och klicka på linjens startpunkt.
- Markera sedan fältet *Second Reference* och klicka på en annan punkt på linjen så att planet blir vinkelrätt mot linjens startpunkt.
- Klicka på OK.
- Vrid upp planet med linjens startpunkt mot skärmen och skissa geometrin som ska svepas runt linjen.
- Välj sedan *Swept Boss/Base*.
- Markera första fältet och klick på geometrin som ska svepas (Sketch8 i bilden till höger).
- Markera andra fältet och klicka på linjen som svepningen ska ske runt.
- Nu visas svepningen.
- Klicka på OK för att avsluta.

Följande instruktionsfilm från Youtube visar hur svepning görs:

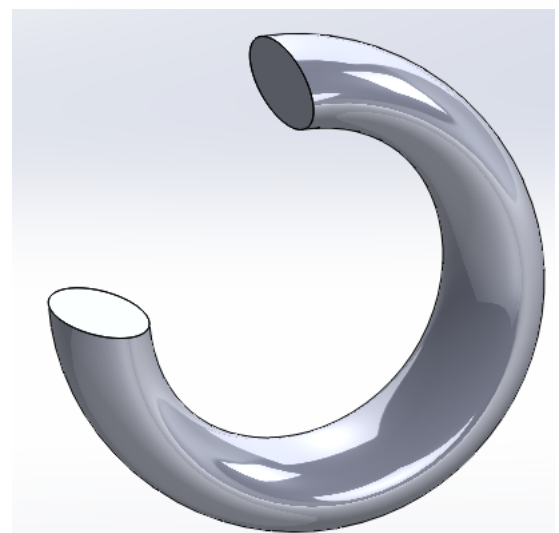
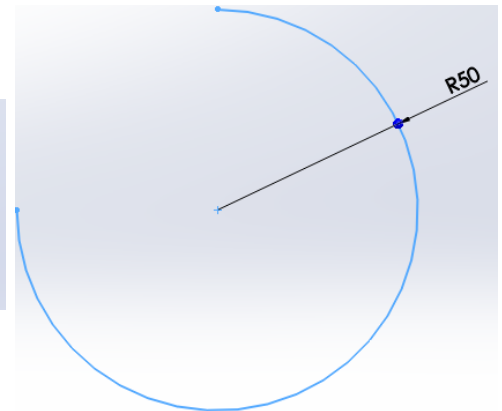
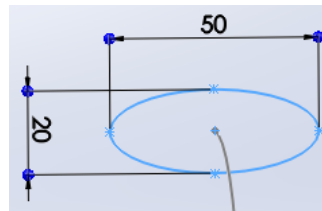
<https://www.youtube.com/watch?v=KVmi7L9qPPw>



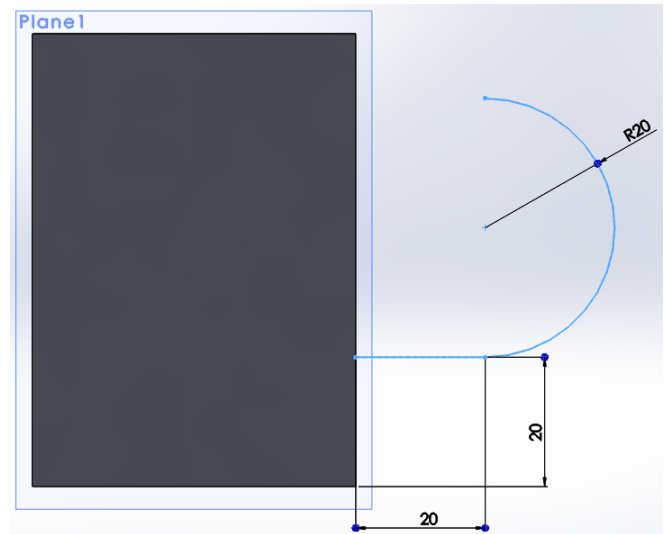
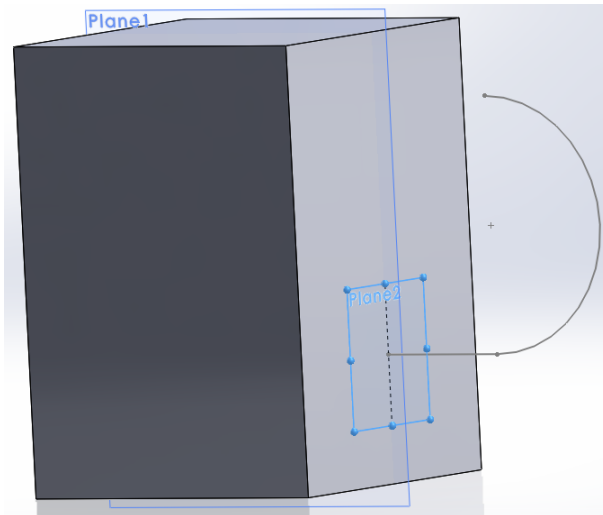
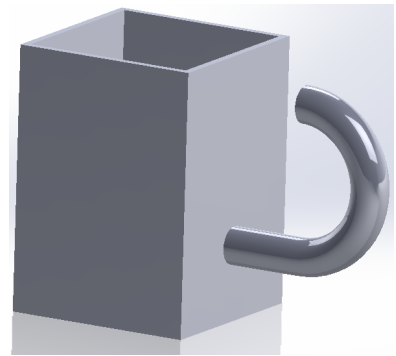
36. Skissa en splinekurva, som ser ut ungefär som bilden till höger. Skapa sedan en cirkulär svepning runt kurvan, enligt bilden nedan. Spara svepningen under namnet **uppgift36.sldprt**.



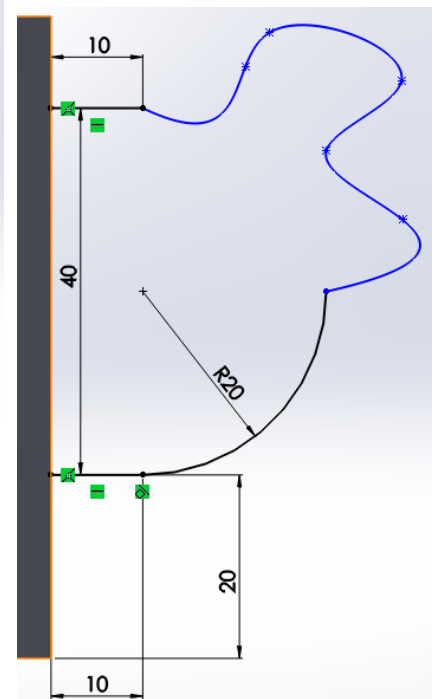
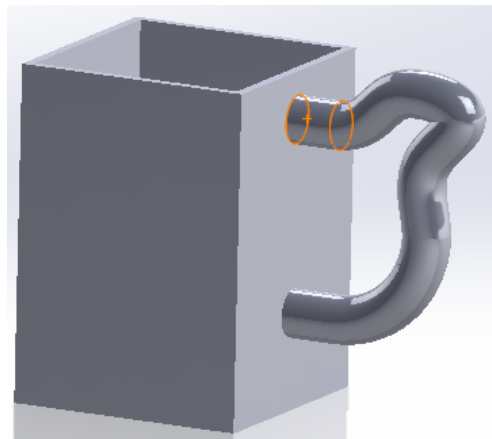
37. Skapa en trekvartscirkel med radien 50 mm med *Centerpoint Arc*, enligt bilden till höger. Skapa sedan en elliptisk svepning runt cirkellinjen, vilken har måtten enligt bilden till höger. Den färdiga svepningen ser ut som bilden nedan till höger. Spara svepningen under namnet **uppgift37.sldprt**.



38. Skapa en mugg med kvadratisk bottenyta med sidan 50 mm, höjden 70 mm och godstjockleken 3 mm. Kurvan för handtagets svepning har måtten enligt bilderna till höger och ligger i planet Plane 1 mitt på muggen. Handtaget har diametern 10 mm. Spara muggen under namnet **uppgift38.sldprt**.



39. Öppna upp föregående mugg, spara en kopia av den under namnet **uppgift39.sldprt** och ändra handtagets utseende så att det även den övre delen sitter fast i muggen, enligt figuren närmast till höger. Måtten för handtagets kurva visas i figuren till höger, där den blå kurvan är en fri formad splinelinje.

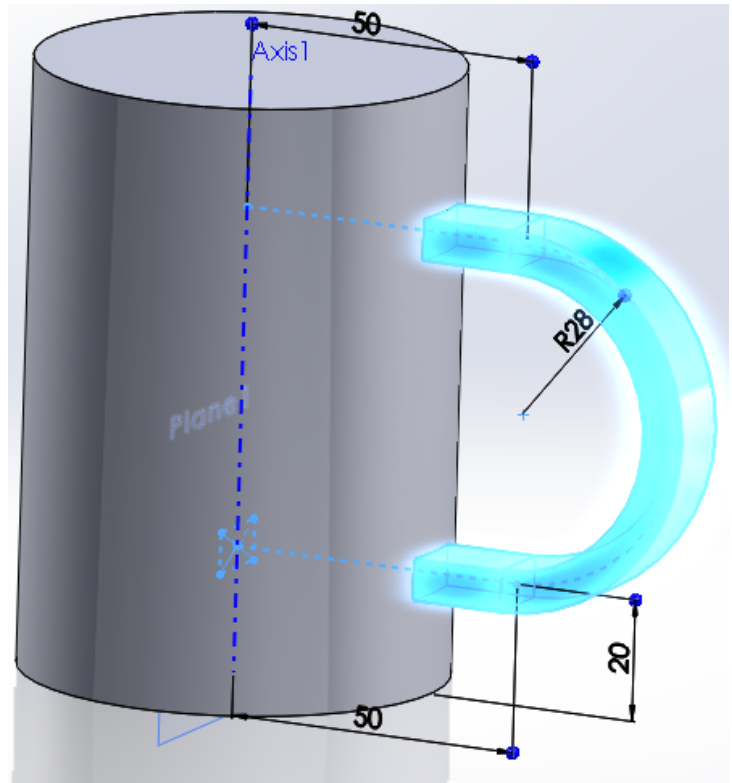


Mer om plan

När svepningar görs med featuren *Swept Boss/Base* måste kurvan för svepningen respektive svepningens tvärsnitt ligga i två plan som är vinkelräta mot varandra. Om svepningen startar vid ett plan, som vid den fyrkantiga muggen ovan, är det inga problem. Böjar svepningen vid en böjd yta, exempelvis cylinderns mantelyta, fungera ju inte detta. Då brukar svepningen börja vid detaljens symmetrilinje. Samtidigt måste två vinkelräta plan skapas i cylindern på följande sätt:

- Skapa en symmetriaxel (axis) i cylindern genom menyvalet **Reference Geometry/Axis** och sedan markera på *Cylindrical/Conical Face*.
- Axeln skapas sedan när du klickar på cylinderytan.
- Välj sedan *Front*, *Top* eller *Right plane* som går genom cylinderns centrum och som axeln ligger i. I detta plan ritas kurvan för svepningen.
- Därefter skapas som tidigare ett nytt plan som är vinkelrätt mot det förra planet genom att klicka på svepningskurvas startpunkt på axeln och en annan punkt på kurvan.
- Nu ritas svepningsprofilen i detta plan och därefter skapas svepningen som tidigare.

I följande uppgifter övar vi på att lägga in plan.

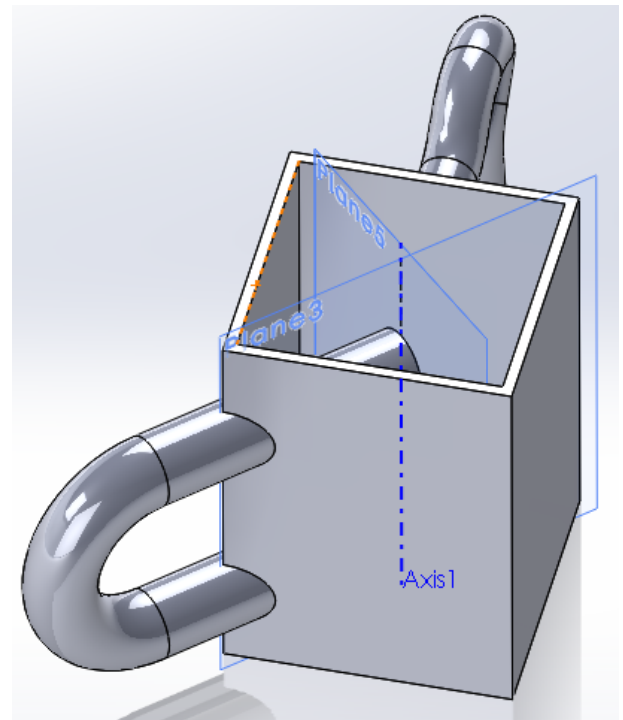
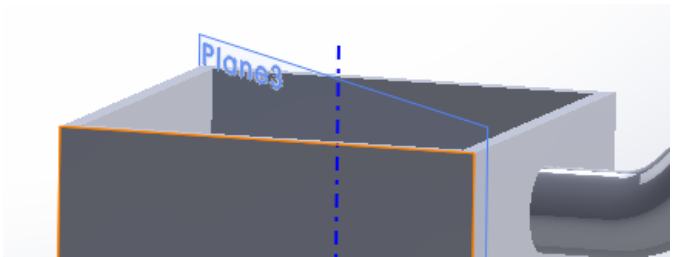


40. Skapa den cylinderformade koppen ovan, som har diametern 70 mm och höjden 100 mm. Spara muggen under namnet **uppgift40.sldprt**.

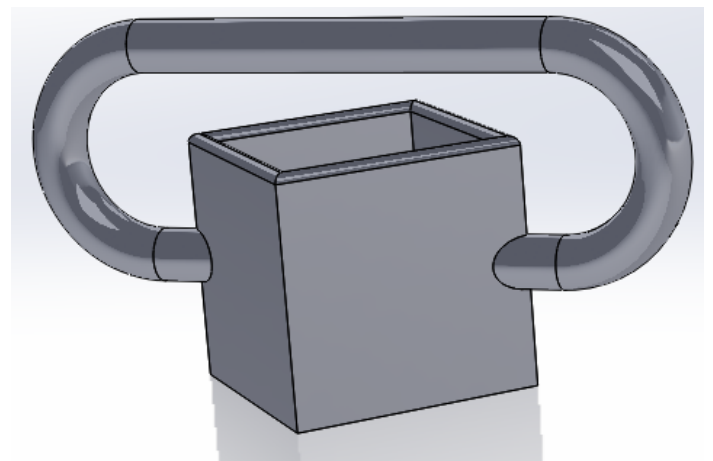
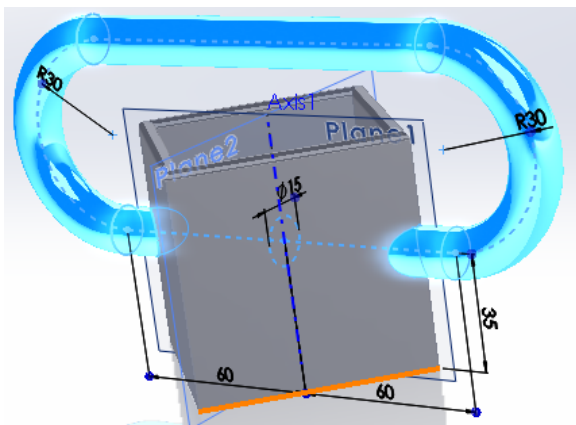
41. Öppna upp föregående mugg, spara en kopia av den under namnet **uppgift41.sldprt**. Ett hand ska nu utgå från en av muggens hörn, enligt figuren till höger. Lös uppgiften på följande sätt:

- Lägg in två vinkelräta plan som skär varandra längs muggens symmetrilinje.
- Skapa en längs symmetrilinjen genom menyvalet **Reference Geometry/Axis** och välj **Two Planes**.
- Kurvan för svepningen ska ritas på ett plan som är vertikalt och diagonalt genom muggen. Skapa planet via menyvalet **Reference Geometry/Plane** och klicka sedan på två diagonala kanter i muggen.
- Rita kurvan, d.v.s. Två horisontella linjer och en halvcirkelbåge.
- Skapa det vinkelräta planet mot kurvan.
- Markera planet och rita profilen för svepningen.
- Skapa svepningen.

Spara och stäng uppgiften.

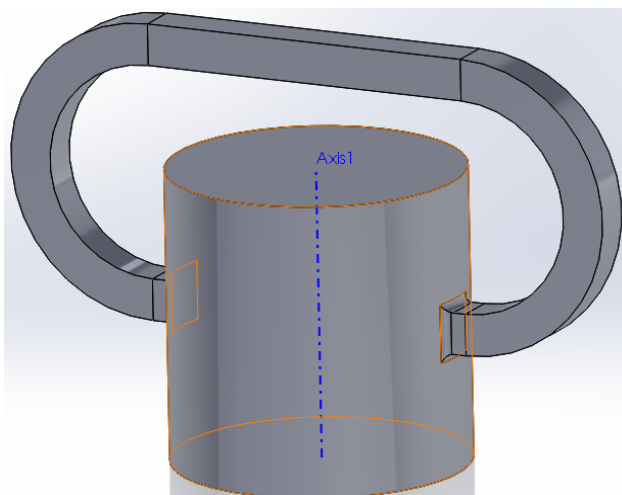


42. Skapa en den kubiska koppen till höger nedan, med sidorna 70 mm och där röret med diametern 15 mm lämnar kuben mitt på två motstående kanter. Måtten finns på figuren nedan. För att lösa uppgiften är det lämpligt att lägga in två vinkelräta plan och en axel i skärningen mellan planen, enligt figurerna. Observera att muggen är urholkad med godstjockleken 5 mm och kanten avrundad på ut- och insidan med radien 2,5 mm. Spara koppen under namnet **uppgift42.sldprt**.

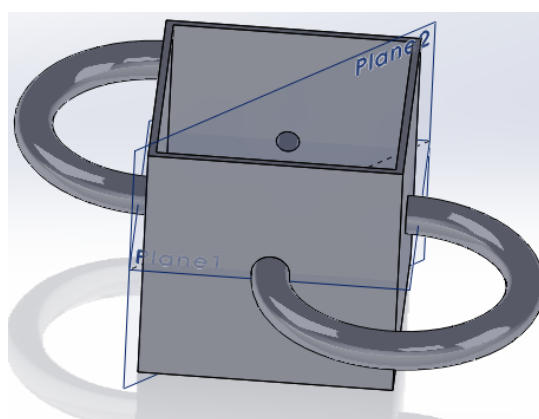


43. Skapa följande fantasifulla parter:

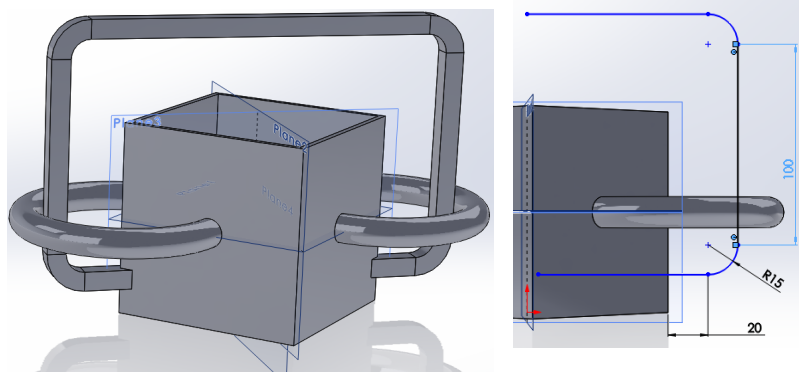
- a. Skapa en cylinder med diametern och höjden 70 mm och ett kvadratisk rör med sidan 10 mm som går runt cylindern. Två vinkelräta plan skapas med Front Plane och Right Plane. Observera avrundningen vid rörets infästning i cylindern. Spara cylindern under namnet **uppgift43.sldprt**.



- b. Skapa den kubiska muggen till höger med sidan 100 mm. Öglorna är två trekvartscirklar som är fästade mitt på sidorna. Observera att den ena öglan är en spegling av den andra. Spara muggen under namnet **uppgift43b.sldprt**.

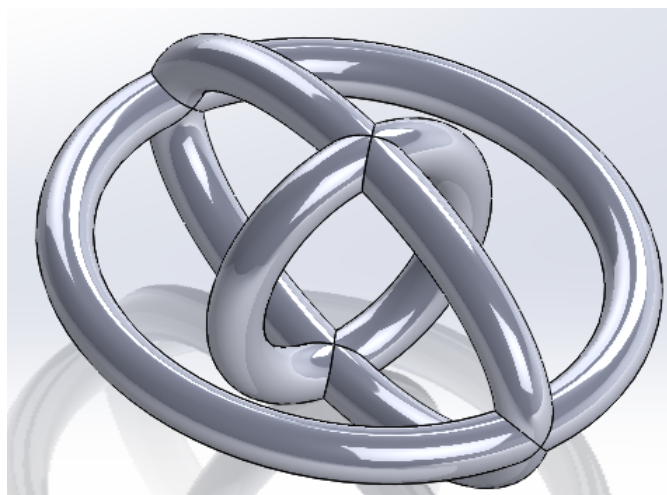


- c. Lägg till ett kvadratisk handtag med tvärsnittssidan 10 mm. Övriga mått anges i urklippet nedan. Spara muggen under namnet **uppgift43c.sldprt**.



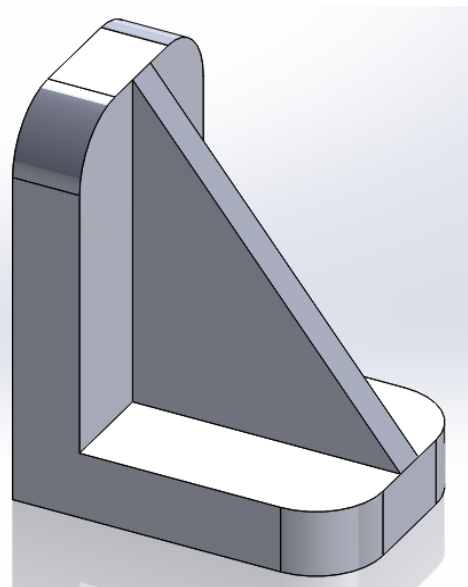
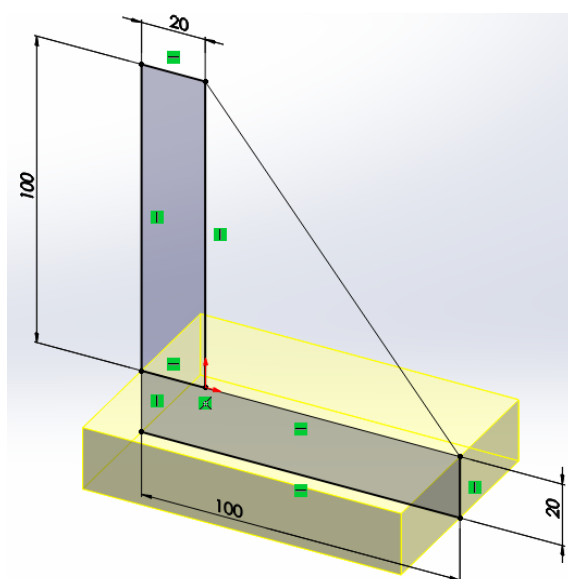
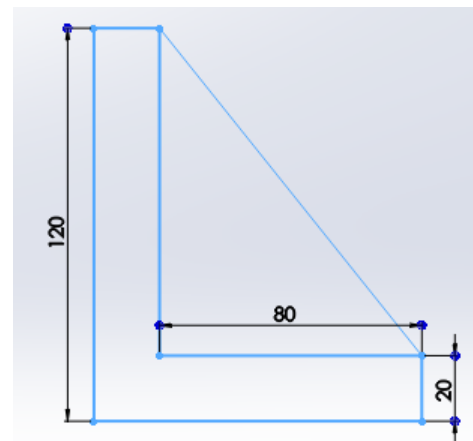
- d. Gör handtaget till ljusstaken i uppgift 35. Spara i samma fil dokument som tidigare, **uppgift35.sldprt**.

- e. Gör ellipsen och de två cirkelarna i urklippet till höger. Den stora cirkeln har diametern 200 mm, ellipsen har axlarna 200 mm och 100 mm och den lilla cirkeln i mitten har diametern 100 mm. Alla rör har diametern 20 mm. Spara under namnet **uppgift43e.sldprt**.

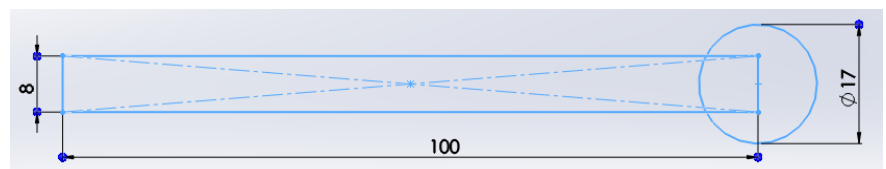
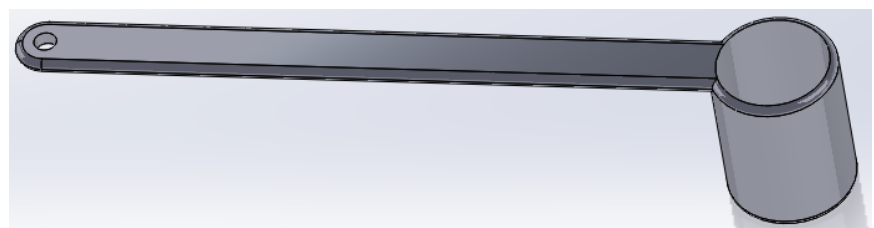


Olika geometrier

44. Skapa detaljen i bilden nedan till höger. Den består av två extruderade delar - bak- och undersidan, samt den triangulära delen med bredden 10 mm. Bak- och undersidan har tjockleken 20 mm och den triangulära delen 10 mm. Avrundningen på hörnen har radien 20 mm. Bak- och bottenplattan har bredden 100 mm. Extruderingen görs lämpligen i midplanet. Spara detaljen under namnet **uppgift44.sldprt**.



45. Gör ett mått som rymmer en volymen en matsked (15 ml) med skismåttan enligt bilden till höger. Handtagets tjocklek är 2 mm. Kryddmättet ska ha innerdiametern 15 mm. Beräkna själv djupet av måttet.



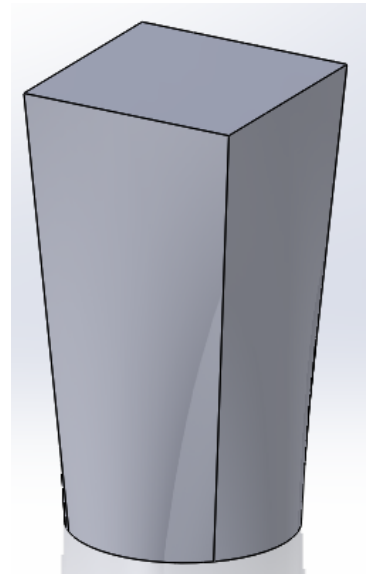
Måttets godstjocklek

ska vara 1 mm i den cylindriska mantelytan och i botten. Vad blir då måttets ytterdiameter? Avrundningen i bakkanten av handtaget är en halvcirkel (gjord med Fillet) och alla kanter är avrundade med radien 1 mm. Det färdiga måttet ska se ut som urklippet ovan. Spara detaljen under namnet **uppgift45.sldprt**.

Lofted Boss/Base (upphöjning)

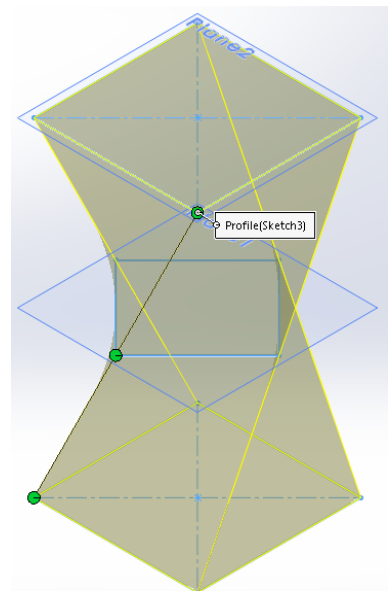
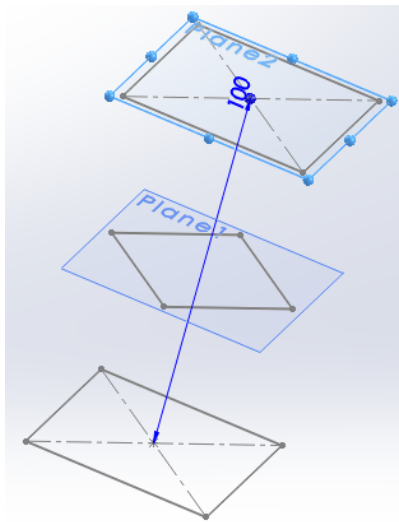
Hittills har våra volymer haft rektangulärt eller cylindriskt tvärsnitt. Ibland vill man dock ha en kropp där ena änden är fyrkantig och den cirkulär, vilket skapas med featuren *Lofted Boss/Base* (upphöjning), enligt figuren till höger. Kroppen skapas på följande sätt:

- Markera exempelvis topplanet med ctrl-tangenten nedtryckt.
- Skapa ytterligare ett plan i planmenyn och ange avståndet till planer.
- Markera featuren *Lofted Boss/Base* och klicka på cirkeln respektive rektangeln. Då skapas cylindern till höger.



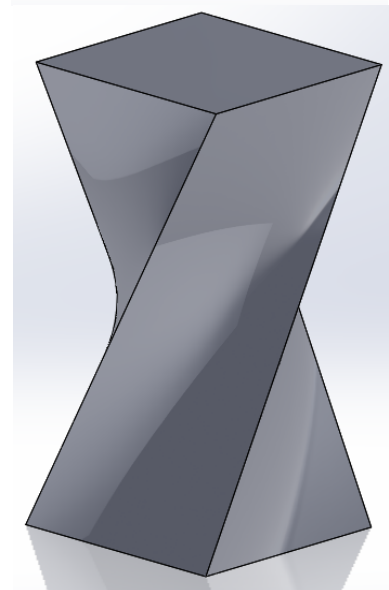
Det går även att skapa flera plan för att skapa mer komplicerade geometrier. I nästa exempel visas hur ändytorna är vridna 90 grader i förhållande till varandra med hjälp av tre plan, enligt den nedersta figuren. Detta görs på följande sätt:

- Skapa ett plan (plan 1) genom att klicka på topplanet med ctrl-tangenten nedtryckt. Ange avståndet till 50 mm.
- Skapa ytterligare ett plan (plan 2) på samma sätt men på avståndet 100 mm från topplanet.
- Skapa en kvadrat med sidan 50 mm på topplanet.
- Skapa en kvadrat som är vriden 45 grader i mittenplanet (plan 2).
- Skapa en kvadrat på översta planet (plan 2) med sidan 50 mm. Planen visas i figuren till höger.
- Klicka på featuren *Lofted Boss/Base* och sedan på de tre kvadraternas hörn.



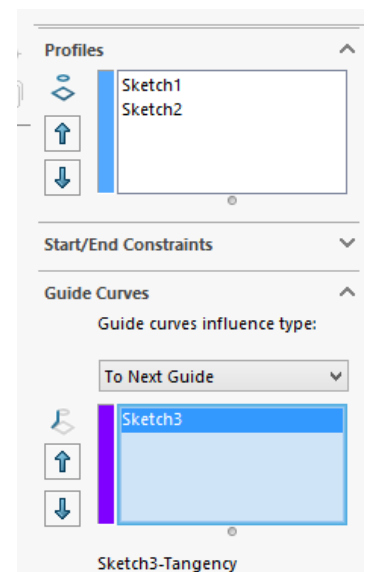
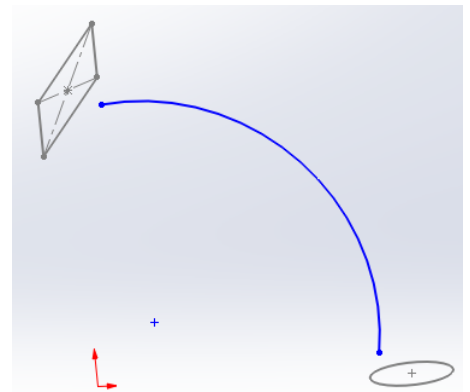
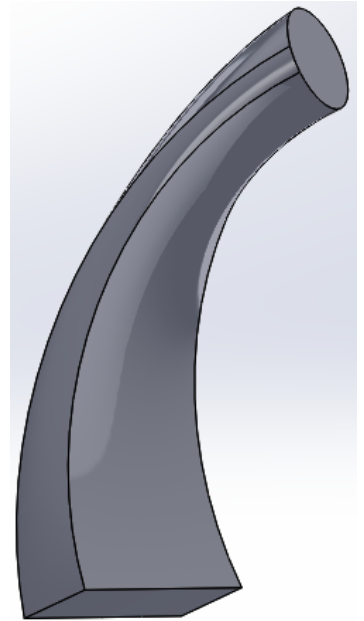
Följande film visar hur flera plan används för att skapa en geometri med hjälp av Lofted Boss/Base:

<https://www.youtube.com/watch?v=DAmUZKLzod0&t=485s>



I nästa exempel ska vi använda två vinkelräta plan för att skapa en detalj som övergår från ett cirkulärt tvärsnitt till ett kvadratisk, där ändytorna är vinkelräta mot varandra, enligt bilden till höger. Detaljen skapas på följande sätt:

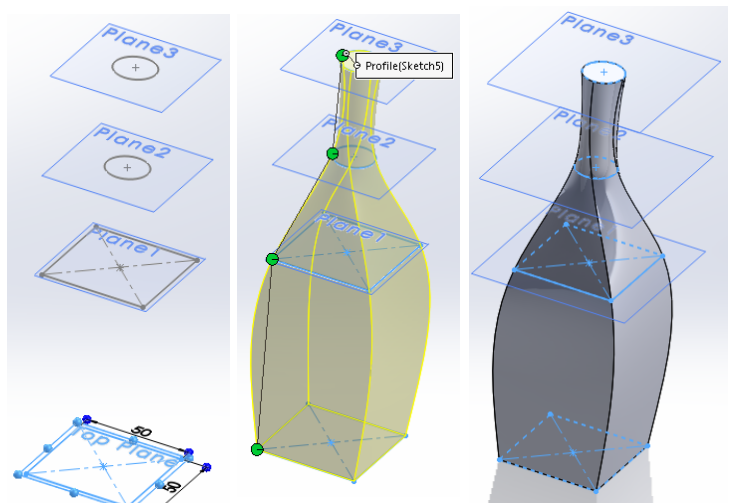
- Lägg in en rektangel på Front Plane med måtten 100 x 20 mm och med nedre kanten 100 mm från origo.
- Rita en cirkel med diametern 30 mm på Top Plane så att cirkelns nederdel är 100 mm från origo, d v s så att cirkelns centrum är 115 mm från origo.
- Vi ska nu binda samman rektangeln och cirkeln med ett halvcirkelformat rör. Därför måste vi lägga in en halvcirkel (guide line) som röret kan följa. Lägg in en ungefärlig kvartscirkel på Right Plane med tre punkter vars ändpunkter ligger en bit ifrån rektangeln respektive cirkeln.
- Halvcirkeln vänstra ändpunkt ska nu fästas på rektangelns nedre kan. Detta görs genom att: Markera kvartscirkeln, klicka på kvartscirkelns vänstra ändpunkt, håll ned ctrl-tangenten, klicka på rektangelns nedre dela och sedan på Pierce i vänstermenyn.
- Gör motsvarande för att fästa högra ändpunkten på cirkeln.
- Vill vi att röret ska ansluta vinkelrätt mot rektangeln och cirkeln kan vi ange att halvcirkeln ska ha radien 100 mm, som är avståndet till origo. Ett alternativ är att se till att kvartscirkeln är vinkelrät mot rektangelns nedre kant. Detta görs på följande sätt:
 - Dra en centerlinje åt vänster från nederkanten på rektangeln så den blir vinkelrät mot rektangeln (när den är 0 grader).
 - Håll ned ctrl-tangenten och klicka på halvcirkeln och på centerlinjen.
 - Då visas en meny till vänster. Klicka på Tangent-rutan. Då blir halvcirkeln parallell (tangent till) med centerlinjen och alltså vinkelrät till rektangeln. Eftersom cirkeln och rektangeln har samma avstånd till origo blir även halvcirkeln vinkelrät till cirkeln.
- Nu är det dags att skapa röret. Klicka först på OK om det inte är gjort.
- Välj featuren *Lofted Boss/Base*.
- Klicka på rektangelns (Sketch1) undre kant och på cirkeln (Sketch2), vilka visas i menyn under Profiles. Då skapas ett rör rakt rör mellan rektangeln och cirkeln.
- Nu vill vi att röret följer halvcirkeln. Först markerar vi fältet för Guide Curves och sedan på halvcirkeln (Sketch3), som nu visas i menyn. Klicka på Ok - röret är klart!



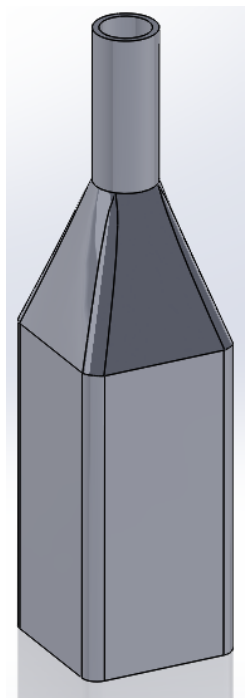
Detaljen skapas även i filmen <https://www.youtube.com/watch?v=IGIDpDqSAm8>.

46. Skapa den första detaljen i genomgången ovan, där cylinderns ena ändyta är kvadratisk med sidan 20 mm och den andra ändytan är cirkulär med diametern 30 mm. Spara detaljen under namnet **uppgift46.sldprt**.
47. Skapa den andra detaljen i genomgången ovan, med två kvadratiska ändytor, som är vridna 45 grader i förhållande till varandra. Måtten anges ovan. Spara detaljen under namnet **uppgift47.sldprt**.
48. Skapa den tredje detaljen i genomgången ovan, med två vinkelräta plan med en rektangel respektive en cirkel och ett rör emellan. Måtten anges ovan. Spara detaljen under namnet **uppgift48.sldprt**.
49. Nu ska vi skapa några olika flaskor med samma profiler i fyra olika plan, men genom att använda featuren *Lofted Boss/Base* på olika sätt. Lös uppgiften på följande sätt:

- a. Skapa ett nytt plan (Plane 1) på avståndet 100 mm från Top Plane.
- b. Skapa ett nytt plan (Plane 2) på avståndet 150 mm från Top Plane.
- c. Skapa ett nytt plan (Plane 3) på avståndet 200 mm från Top Plane.
- d. Lägg in en kvadrat med sidan 50 mm i Top Plane och i Plane 1.
- e. Lägg in en cirkel med diametern 20 mm i Plane 2 och i Plane 3.

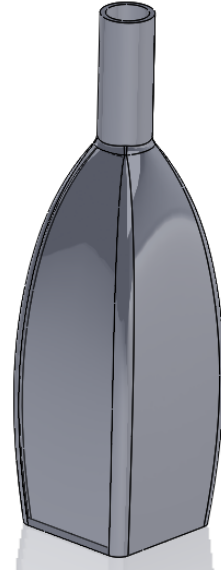


- f. Skapa nu en Lofted Boss/Base (upphöjning) genom att klicka på de tre profilerna och klicka på OK. Då skapas flaskan ovan till höger. Spara uppgiften som **uppgift49a.sldprt**.
- g. Spara en kopia av uppgiften som **uppgift49b.sldprt** och ta sedan bort alla Lofted så att endast planen och profilerna i figuren ovan till vänster återstår.
- h. Skapa nu en upphöjning endast mellan de två nedersta kvadraterna i Top Plane respektive Plane 1 och klicka OK.
- i. Skapa sedan en upphöjning mellan de två översta cirkelarna i Plane 2 respektive Plane 3 och klicka OK.
- j. Skapa sist en upphöjning mellan mellan översta kvadraten (klicka på ytan) och understa cirkeln i Plane 1 respektive Plane 2 och klicka på OK. Nu består flaskan av tre loftar. Då skapas flaskan ovan, som är urholkad (Shell) med godstjockleken 2 mm och vars kanter är avrundade (Fillet) med radien 5 mm. Spara.

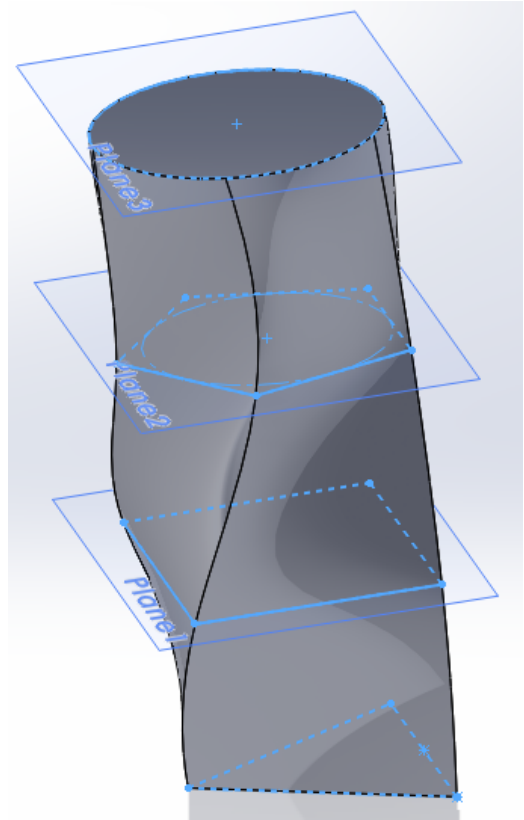


- k. Spara en kopia av uppgiften som **uppgift49c.sldprt** och ta sedan bort alla Lofted så att endast planen och profilerna i figuren ovan till vänster återstår.
- l. Skapa sedan en upphöjning mellan de två översta cirkelarna i Plane 2 respektive Plane 3 och klicka OK.
- m. Skapa sedan en upphöjning för de två kvadraterna och den undre cirkeln i Top Plane, Plane 1 respektive Plane 2. Klicka OK. Då skapas flaskan intill, som är urholkad och vars kanter är avrundade med 5 mm.
Spara.

Uppgiften visar att ett föremål med samma profiler (skisser i plan) får olika utseende beroende på hur featuren *Lofted Boss/Base* appliceras.

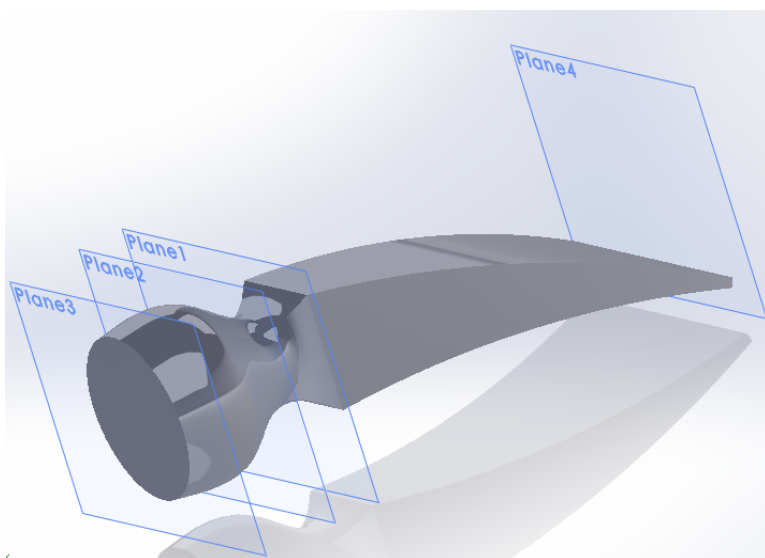
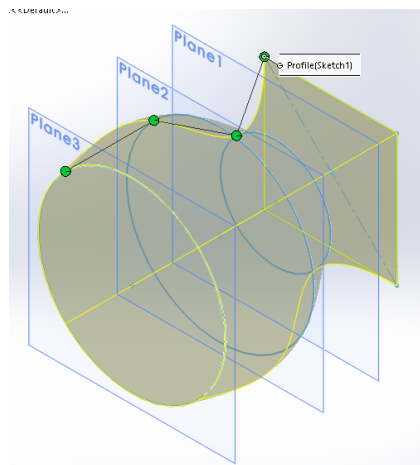


50. Skapa en upphöjd detalj som består av fyra plan inklusive topplanet på avståndet 25 mm ifrån varandra, enligt urklippet nedan. Snittytan i planen utgörs alltså av en triangel, en kvadrat en femhörning och en cirkel. Triangeln är liksidig med sidan 30 mm. Spara uppgiften som **uppgift50.sldprt**.



51. Nu ska du göra ett hammarhuvud, enligt figuren nedan. Lös uppgiften på följande sätt:

- Skapa tre plan utifrån Frontplanet med de inbördes avstånden 25 mm, 25 mm och 40 mm, enligt figuren till höger nedan.
- Rita en kvadrat på Frontplanet med sidan 60 mm.
- Rita en cirkel på Plan1 med diametern 50 mm.
- Rita en cirkel i Plan2 som har radien i kvadratens hörn.
- Kopiera skissen i Plan2 och klistra in den i Plan3.
- Gör *Lofted Boss/Base* på ytorna.
- Lägg in ytterligare ett Plan4 på avståndet 200 mm bakom Frontplanet, enligt figuren nedan.
- Rita en rektangulär skiss i Plan4 med måtten 150 x 5 mm och gör en *Lofted Boss/Base* med ändplanet (Front Plane).
- Fortsätt nu att lösa uppgiften genom att följa handledningen för *Lofts* i Tutorials under menyvalet *Basic Techniques* i cadprogrammet. Börja på sidan *Creating a Boss Loft*. Du kan även kolla på denna [youtube-film](#). Eller fortsätt här.
- Välj featutren Flex via menyvalet **Insert/Feature/Flex**
- Klicka på detaljen.
- Markera fältet Trim Plan 2 i menyn till vänster och klicka sedan på planet Front Plane, som lofningen sker emot. Trim Plan 2 flyttas då dit.
- Högerklicka på mittpunkt i cirkel och välj Align to... Klicka sedan på Högerplan i menyn ovan till vänster på ritbordet.
- Högerklicka åter på mittpunkten och välj Move Triad to Plane 2.
- Dra i kanten i plan 4 till önskad böjning.
- Ok
- Spara uppgiften som **uppgift51.sldprt**.

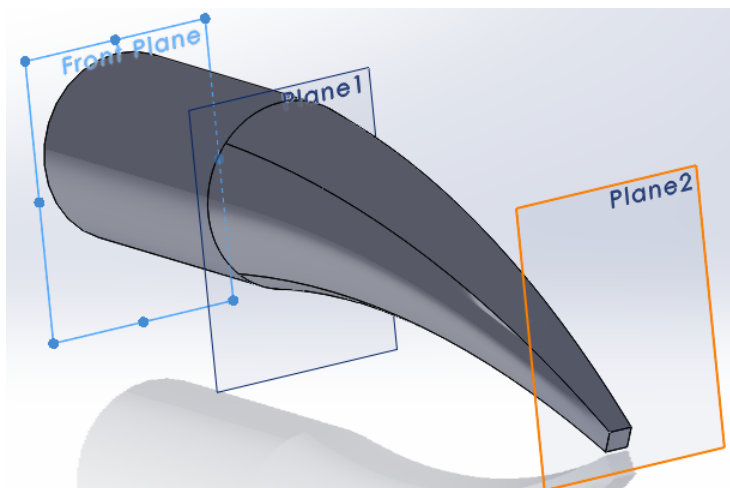


52. Konstruera ljusstaken i uppgift 35, inklusive handtaget på sidan.

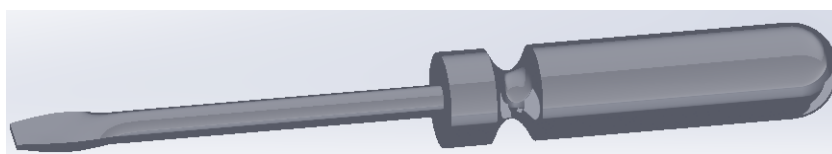
53. Gör en liten detalj som kan skrivas ut på 3D-skrivaren med storleken maximalt 20 mm, förslagsvis ringen i uppgift 5b ovan.

54. Gör detaljen i bilden till höger, enligt följande punkter:

- Avståndet mellan Front Plane och Plane1 är 50 mm.
- Avståndet mellan Plane1 och Plane2 är 100 mm.
- Cirklarna i Front Plane och Plane1 har diametern 30 mm.
- Kvadraten i Plane2 har sidan 4 mm.
- Gör en upphöjning (Lofted Boss/Base) mellan Front Plane och Plane 1.
- Gör en upphöjning mellan Plane1 och Plane2.
- Radien på böjningen med featuren Flex på den böjda delen ska vara 200 mm.
- Spara uppgiften som **uppgift54.sldprt**.

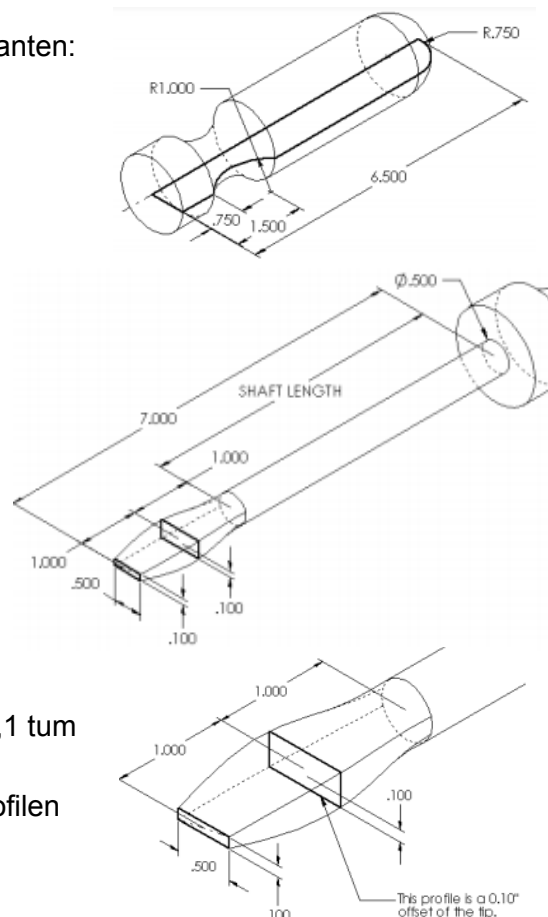


55. Gör skruvmejseln på s.229 på två sätt:
Extruded (bild till höger) med **Lofted Boss/Base** och **roterad**. Måtten

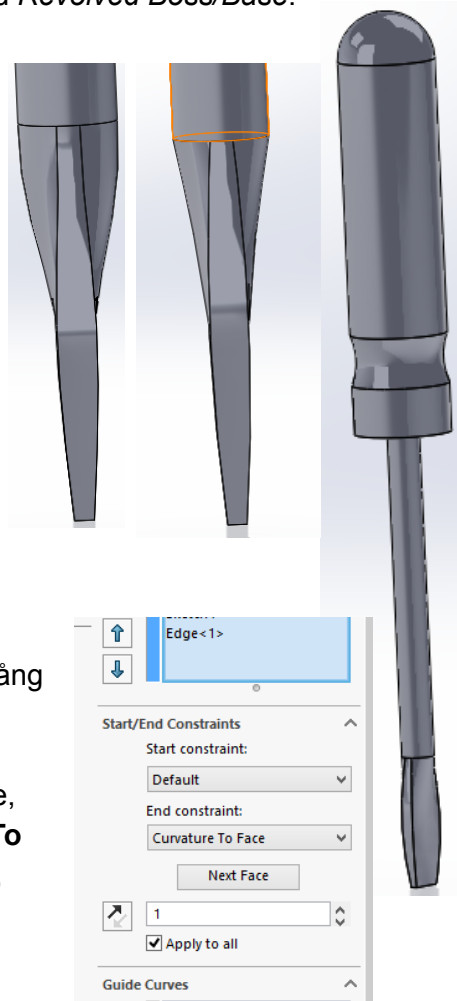


nedan anges i tum. Vi börjar med extruderade varianten:

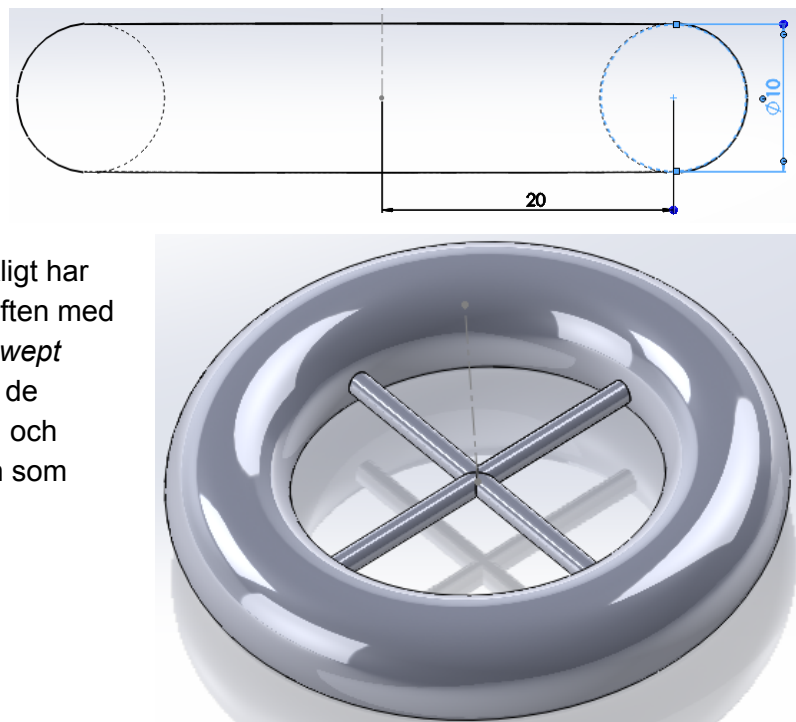
- Ändra måttenheten till tum i programmet.
- Rita cirkeln för handtaget förslagsvis i högerplanet.
- Extrudera till avsmalningen.
- Lägg ett plan mitt i avsmalningen och vid avsmalningens slut.
- Mitten på avsmalningen har halva handtagets diameter 0,5 tum.
- Extrudera den sista vänstra delen av handtaget.
- Använd featuren *Lofted Boss/Base* på på handtagets avsmalnande del.
- Extrudera mejseln till längden 5 tum.
- Lägg ett plan vid mejseln spets och ett där mejseln är bredast 1 tum från spetsen.
- Rektangeln vid spetsen har sidorna 0,5 x 0,1 tum och mittenprofilen 0,7 x 0,2 tum.
- Skapa en upphöjning för spetsen, mittenprofilen och den runda ytan.



- l. Spara uppgiften som **uppgift55a.sldprt**.
- m. Nu ska handtaget skapa igen, men nu med *Revolved Boss/Base*. Börja med ändra till enheten **Tum** och att göra profilen i förslagvis frontplanet med handtaget uppåt.
- n. Börja med rotationsaxeln (6,5 tum).
- o. Avsmalningen har liksom tidigare radien 0,375 tum. Tips: Lägg in en lodrät linje (som sedan raderas) för att få mittpunkten till radien till avsmalningen.
- p. Klicka *Exit sketch* och välj *Revolved Boss/Base* och skapa rotationen.
- q. Mejseldelen skapas på samma sätt som i förra mejseln.
- r. Den nedre plattare delen av mejseln kan anslutas på två sätt till den runda delen ovanför när featuren Lofted Boss/Base används.
- s. I mittenbilden ovan blir det en skarp övergång från den runda överdelen till den plattare underdelen.
- t. I bilden till vänster blir övergången mjukare, vilken skapas genom att välja **Curvature To Face** i egenskapsfönstret för featuren *Loft*, enligt bilden till höger.
- u. Spara uppgiften som **uppgift55b.sldprt**.



56. Nu ska du göra en ring (falukorv, torus) som har centrumradien 20 mm och tvärsnittsdiametern 10 mm, enligt bilden till höger. De två tunnare cylindrarna som korsar ringen och varandra rätvinkligt har diametern 2 mm. Lös uppgiften med *Revolved Boss/Base* och *Swept Boss/Base*. Använd endast de befintliga planen Front Plan och Right Plan. Spara uppgiften som **uppgift56.sldprt**.

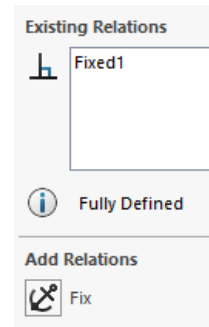


Fixa punkter, tangenter, vinklade plan och speglingar

Fixa punkter

När en linje måttsätts ändras längden alltid åt ena hållet. Då kan det ibland vara bra att kunna fixera, eller låsa fast, ändpunkten så att linjens längd ändrar sig åt andra hållet. Detta görs på följande sätt:

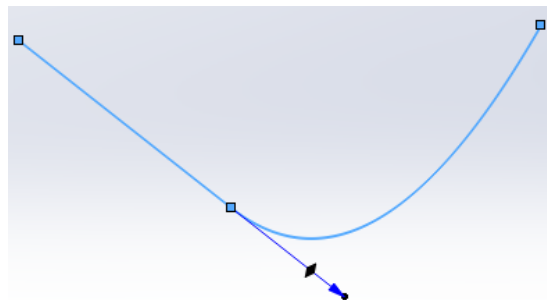
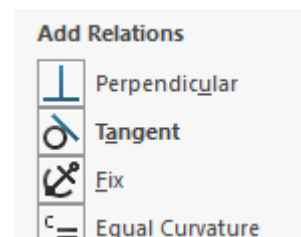
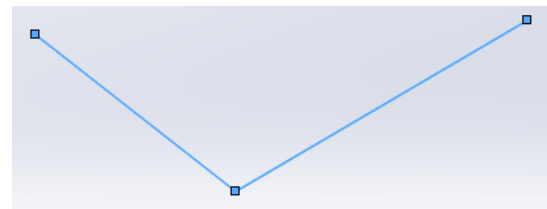
- Rita en linje
- Välj OK
- Väl att redigera linjen
- Enkelklicka på linjens ändpunkt som ska fixeras.
- Välj Fix i menyn
- Välj OK



Tangenter

Svepningar (Swept Boss/Base) görs ju alltid runt en kurva. Ibland vill man hänga på en spline i änden på en annan linje/kurva och att linjen och splinen ska ha samma tangent i den gemensamma punkten. Detta görs på följande sätt:

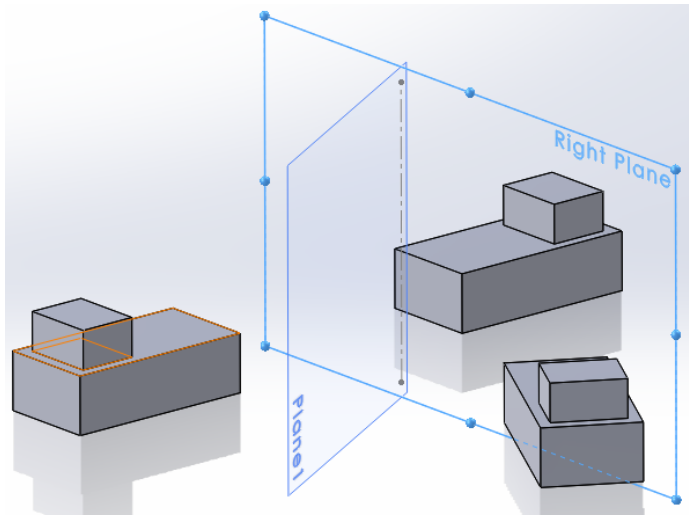
- Rita en linje
- Rita en spline med start i linjens ändpunkt och klicka på splinens slutpunkt. Tryck på esc-tangenten så att splinen bara får två punkter och blir en rak linje.
- Välj OK. Välj inte OK mellan linje och spline. Då blir det två olika objekt och då fungerar det inte.
- Välj att redigera objektet.
- Klicka på linjen.
- Klicka på splinen med ctrl-tangenten nedtryckt.
- Välj Tangent i verktygsfältet till vänster som visas.
- OK



Vinklade plan

Tidigare har vi gjort speglingar i plan som är parallella med standardplanen Front, Top och Right Plane. Som vi ska se nedan när vi gör hjulet/ratten med ekrar är det praktiskt att även kunna spegla i plan som är vinklade mot standardplanen. Här antar vi att de vinklade planen vrids runt x-, y- eller z-axeln. Detta görs på följande sätt:

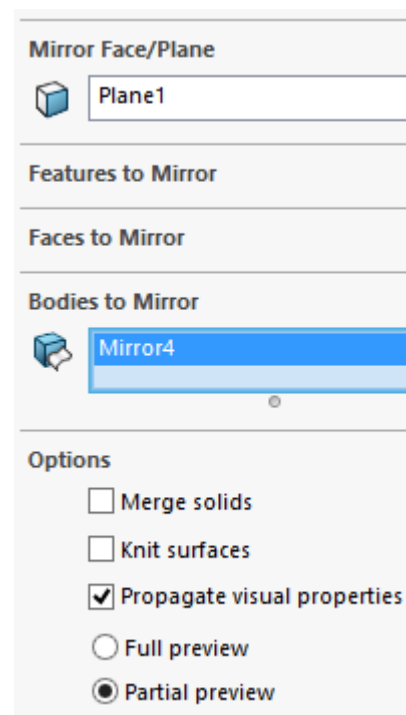
- Lägg in en Centerline längs axeln i standardplanet Right Plane som planet i nästa punkt ska vridas runt.
- Skapa ett nytt plan utifrån standardplanet i förra punkten. För att kunna ange vridningsvinkel måste först axeln (Centerline i förra punkten) som planet ska vridas runt klickas.
- Ok



Spegling av objekt

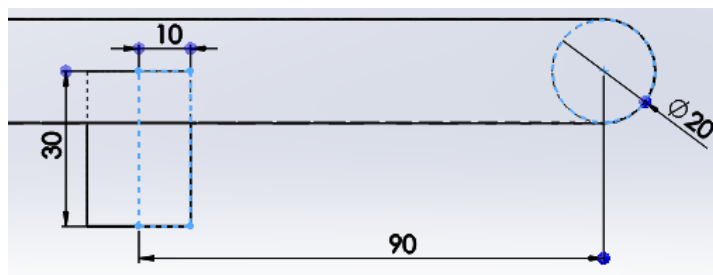
Nu återstår att spegla objektet i planet. Detta görs på följande sätt:

- Gör klart detaljen som ska speglas.
- Välj featuren Mirror.
- Klicka på planet som speglingen görs i.
- Klicka på detaljen/kroppen som ska speglas.
- Ta bort bocken i rutan Merge Solids.
- OK

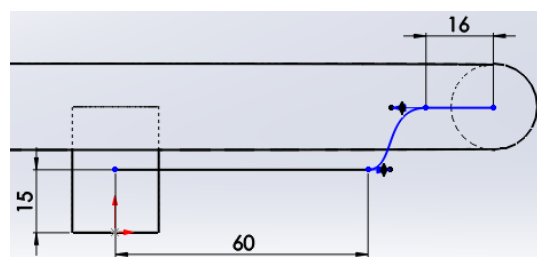


57. Nu ska du göra en hjul med fyra ekrar, enligt bilden nederst. Lös uppgiften enligt följande punkter.

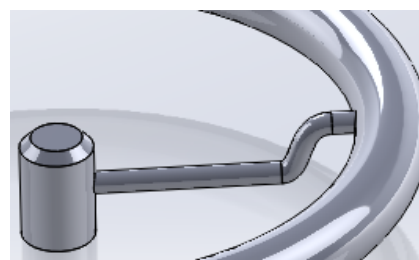
- a. Börja med att skapa hjulringen och navet med en rotering (Revolved). Skissen görs i Front Plane. Måtten finns angivna i figuren till höger. Hjulringen har sitt centrum i höjd med överkanten på navet.



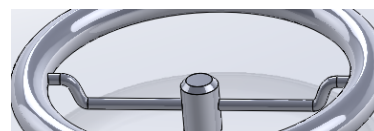
- b. Skapa kurvan mellan navets mitt och hjulringens centrum som ekern ska svepas runt. Kurvan består av två två linjen och en spline. Kurvans mått finns angivna i figuren till höger.



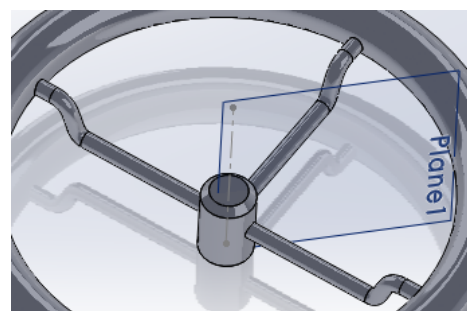
- c. Gör en cirkel med diametern 6 mm i kurvans ändpunkt i navet för svepningen av ekern. Gör även en avfasning (chamfer) av kanten på navets överkant med 3 mm.



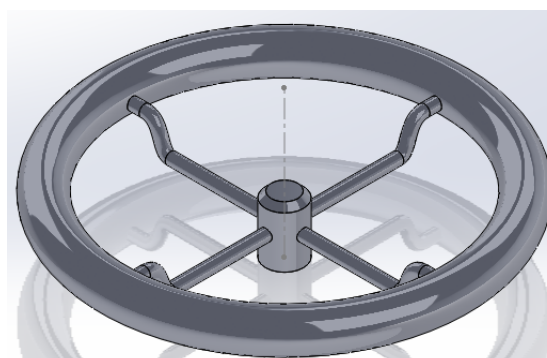
- d. Skapa ytterligare en eker genom att spegla den första ekern i Right Plane.



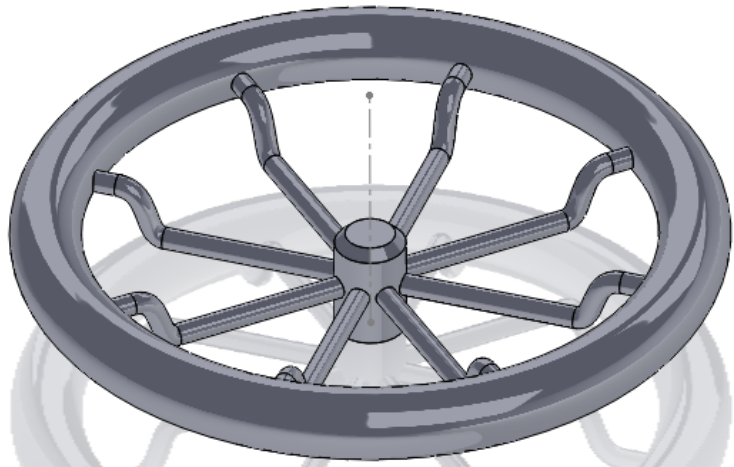
- e. Lägg in en Centerline i navets centrum. Skapa sedan ett nytt plan som är vridet 45 grader (135 grader) i förhållande till Right Plane som första ekern kan speglas i för att skapa ytterligare en eker som ligger i Right Plane. Klicka på Centerline för att kunna göra vridningen runt den.



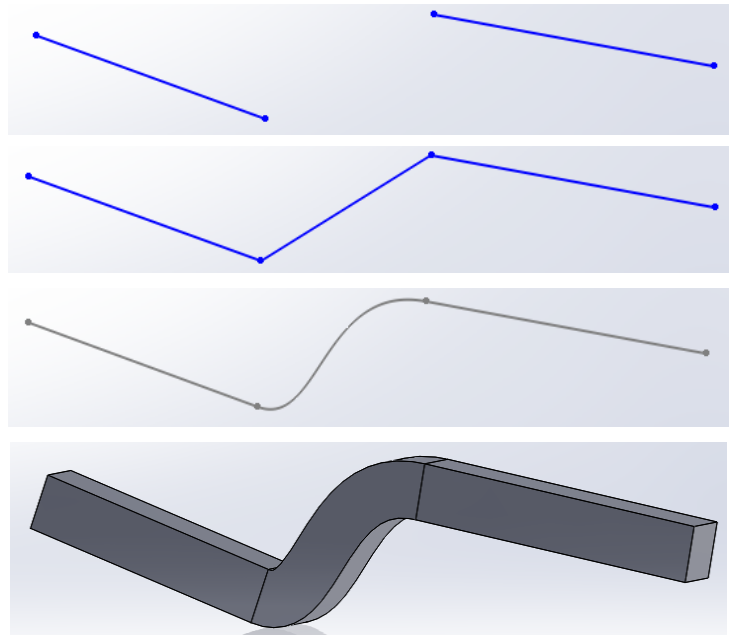
- f. Lägg in ytterligare ett plan så att den fjärde ekern skapas. Sedan är hjulet klart. Spara uppgiften som **uppgift57a.sldprt**.



58. Spara en kopia av föregående uppgift med namnet **uppgift58.sldprt**. Nu ska ytterligare fyra ekrar läggas in i hjulet. Alla fyra ekrarna skapas genom att endast ytterligare ett plan läggs in. Observera att om föremål som skapats genom spegling speglas så skapas automatiskt även en spegling av det ursprungliga föremålet. Skapa därför ett plan som är vridet 22,5 grader i förhållande till en speglad eker och spegla sedan de tre speglade ekrarna i det planet



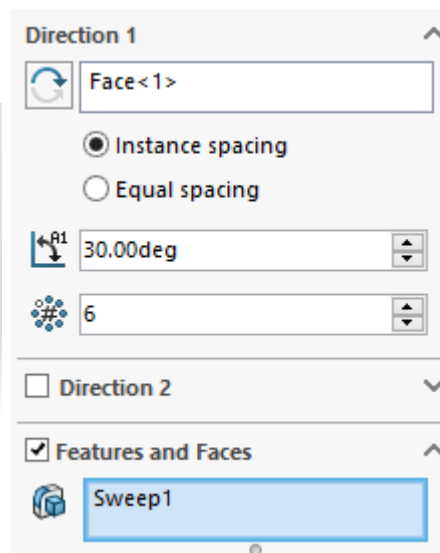
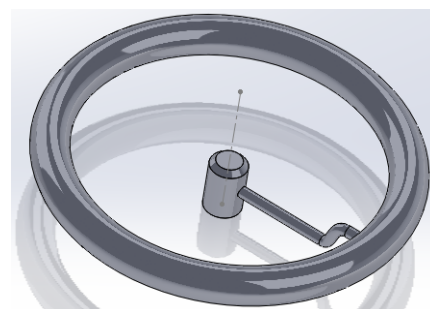
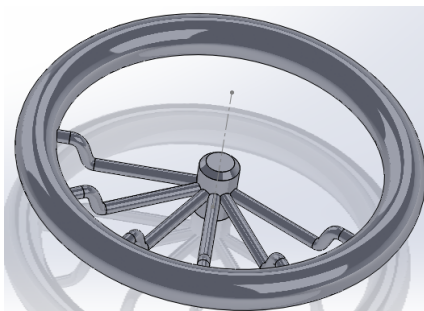
59. Här ska du öva på att ansluta en spline till två linjer så att tangenten är lika i anslutningspunkterna. Lös uppgiften på följande sätt:
- Rita två linjer.
 - Koppla samman linjerna med en spline i ändpunkterna.
 - Justera så att tangenten blir lika i ändpunkterna.
 - För en kvadratisk svepning längs linjen. Spara uppgiften som **uppgift59.sldprt**.



Uppprepning med Circular Pattern

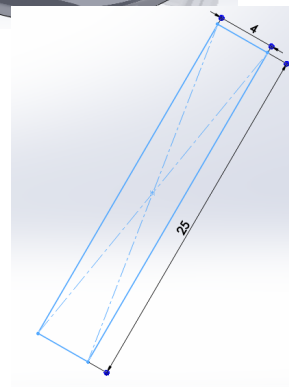
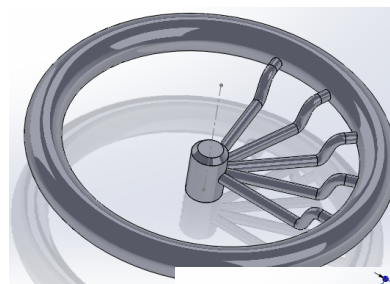
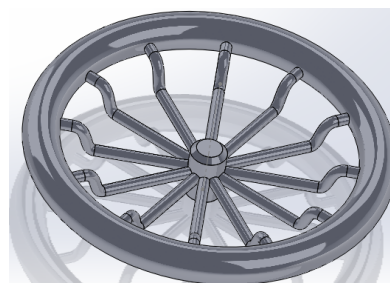
Ekrarna i ratten i i förra uppgifterna skapades via speglingar i plan. Ett enklare sätt att skapa många ekrar är att använda featuren Circular Pattern (under Linear Pattern i menyn), som närmast kopierar och upprepar en del i en detalj. Vill vi exempelvis skapa fem ekrar i ratten startar vi med att göra en eker, som i uppgift 57c., enligt bilden till höger. Gör sedan följande:

- Markera eker (Sweep1)
- Välj featuren Cirkular Pattern (vid Linear Pattern)
- Markera översta fältet Direction1 och klicka på navet (Face1) ekrar utgår ifrån.
- I exemplet skapas totalt sex ekrar med vinkelavståndet 30 grader.
- Ska ekrarna ligga jämnt fördelade runt navet väljs istället Equal spacing.

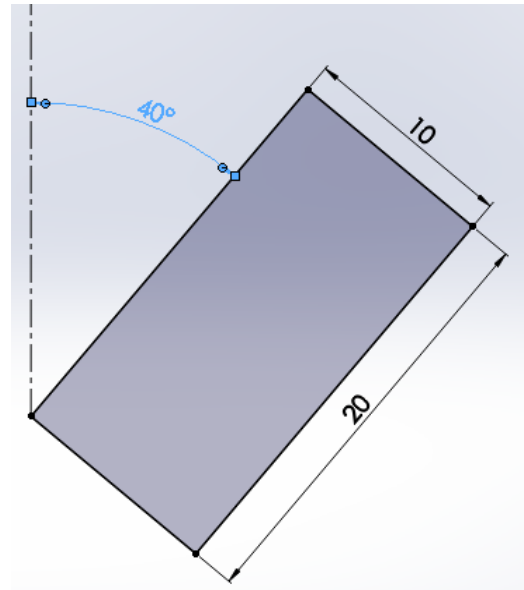


60. Nu ska du lägga in fler ekrar i uppgift 57 ovan. Lös uppgiften på följande sätt:

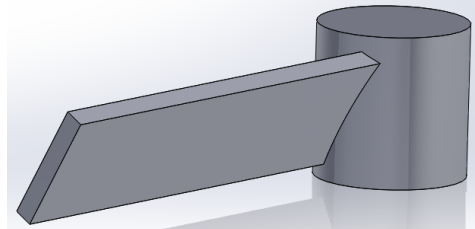
- Öppna **uppgift57a.sldprt** och skapa kopian **uppgift60a.sldprt** med ett hjul som har totalt 12 ekrar jämt fördelade runt navet, enligt bilden till höger.
- Öppna **uppgift60a.sldprt** och skapa i kopian **uppgift60b.sldprt** ett hjul som har 5 ekrar med 25 graders mellan ekrarna i moturs riktning, enligt bilden till höger.
- Rita en rektangel med måtten 25 x 4 mm som är vriden 30 grader runt sin mittpunkt i förhållande till den vertikala axeln, enligt urklippet till höger. Rita med skissverktyget *3 Point Centre Rectangle* (klicka mittpunkt, mitt på kortsida och hörnpunkt). Klicka OK, redigera, Fix på mittpunkten, klicka på sidan och ange vinkel. Spara uppgiften som **uppgift60c.sldprt**.



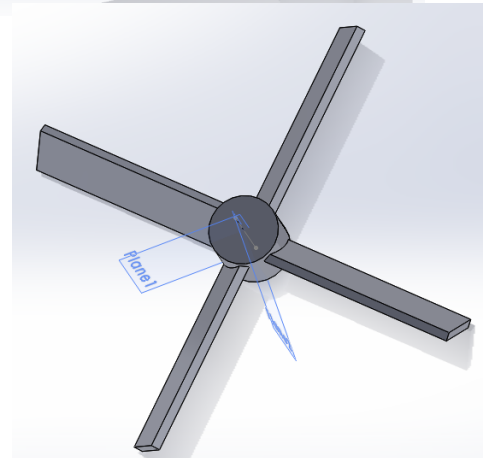
- d. Rita en vriden rektangel med skissverktyget *3 Point Corner Rectangle* med måtten 20 x 10 mm. Rita även in en lodrät Centerline genom den nedre vänstra punkten, som är Fix (behövs ej). Långsidan på rektangeln ska sedan vridas 40 grader mot Centerline genom att välja Smart Dimension, klicka på Centerline, klicka på rektangelns sida men Shift nedtryckt. Spara uppgiften som **uppgift60d.sldprt**.



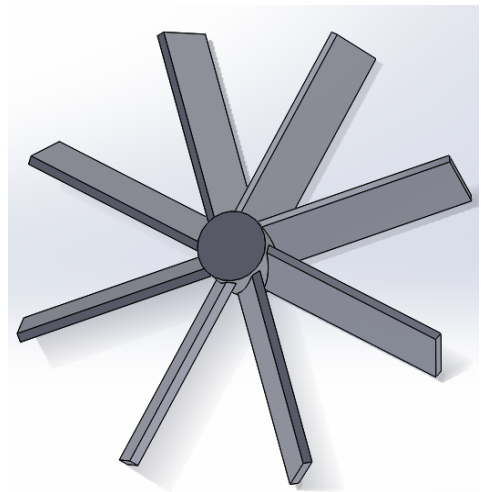
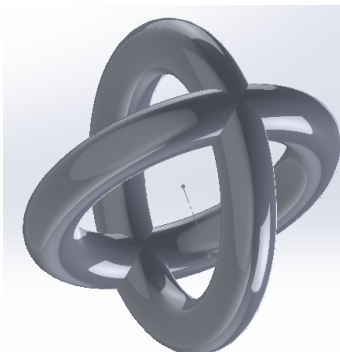
- e. Gör en cylinder i *Top Plane* med diametern och höjden 30 mm, som extruderas kring *Mid Plane*. Rita en rektangel (med *3 Point Centre Rectangle*) med måtten 25 x 4 mm i *Front Plane* som är vriden 30 grader i förhållande till cylinderaxeln och som extruderas till ett 100 mm långt blad, enligt urklippet till höger. Spara uppgiften som **uppgift60e.sldprt**.



- f. Skapa ytterligare tre blad genom spegling i plan. Fungerar "propellern"? Spara uppgiften som **uppgift60f.sldprt**.
- g. Ska propellern igen, men nu med featuren Circular Pattern och 8 blad, enligt urklippet nedan. Vad blir skillnaden? Spara uppgiften som **uppgift60g.sldprt**.



61. Gör en detalj med två vinkelräta "badringar" ([torusar](#)), med slangdiametern 20 mm och ringdiametern 100 mm. Spara uppgiften som **uppgift61.sldprt**.



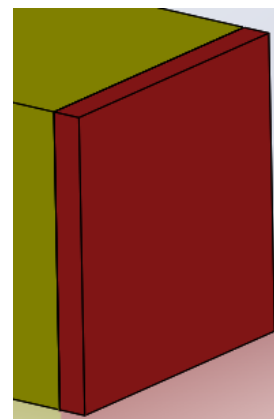
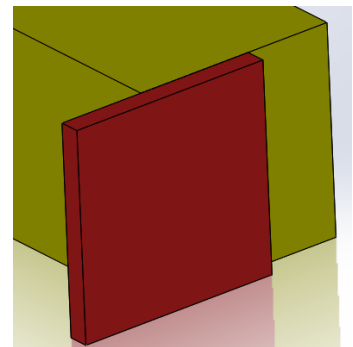
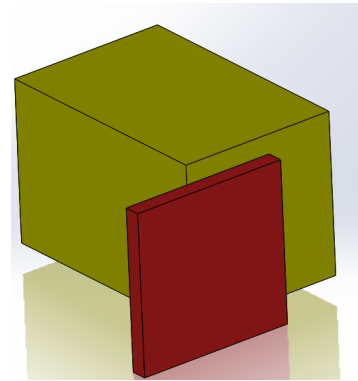
Sammansättningar - Assembly

En konstruktion består ofta av flera delar - parter- som är sparade i olika filer. När de olika delarna är klara ska de sättas samman till den färdiga konstruktionen. Sammansättningen kallas för att göra en *Assembly*. I följande exempel ska två parter sättas samman.

Detta görs på följande sätt:

- Öppna ett nytt dokument och välj Assembly.
- Infoga första parten (grön) via Browse.
- Klicka på menyvalet *Insert Components* och välj andra parten (röd) via Browse.
- Den röda parten ska nu fästas - paras med - på kortsidan av den gröna parten.
- Klicka på menyvalet *Mate* och klicka på båda ytorna på den röda och gröna delen som ska fästa mot varandra.
- Klicka på OK.
- Delarna ligger nu fästade mot varandra. Vi vill även att övre ytorna ska sammanfalla. Klicka åter på *Mate* och båda delarnas övre ytor. Delarna ligger nu rätt i höjdlid.
- Delarna ska nu även ligga rätt i sidled. Klicka åter på *Mate* och på bådas sidoytor och på OK.
- Båda delarna är nu låsta till varandra i rätt position.

Denna [film](#) visar de olika stegen vid Assembly.

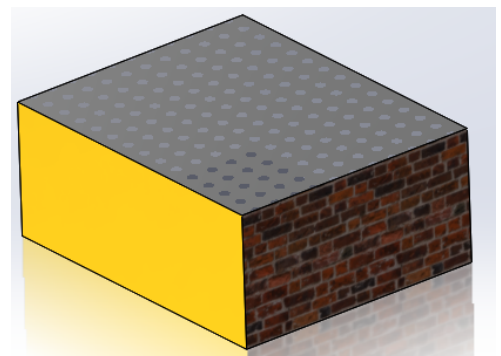


Rotation, förflyttning och fix

En part kan roteras och förflyttas i förhållande till en annan part via menyvalet Move Component och sedan dra i parten med vänster musknapp nedtryckt. Den första parten som väljs blir dock fixerad, d.v.s. den går inte att förflytta, och detta markeras med *f* i komponentpaletten. Parten kan dock göras flytande genom att klicka på den i komponentpaletten och välja *float*, alternativt *fix* för att låsa den igen.

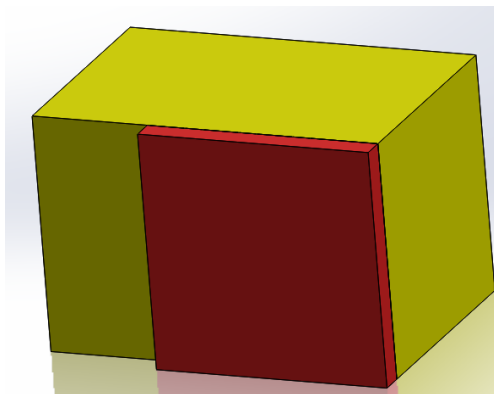
Färger och mönster

Hittills har vi använt Solid Works grå standardfärg och i de flesta fall är det tillräckligt. Är ytan exempelvis metallisk (som ljusstaken ovan) eller för att markera något kan det vara trevligare och praktiskt att använda mönster och färger. Färger och mönster finns till höger på sidan under färgbollens meny *Appearances, Scenes and Decals*. Ange typ av färg eller ett mönster i den övre delen och välj mönster eller nyans i den nedre delen. Dra färgsymbolen till ytan på detaljen som ska färgläggas. Välj om hela detaljen eller om endast den aktuella ytan ska få färgen.

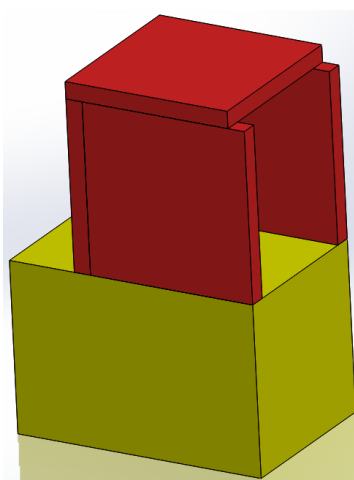
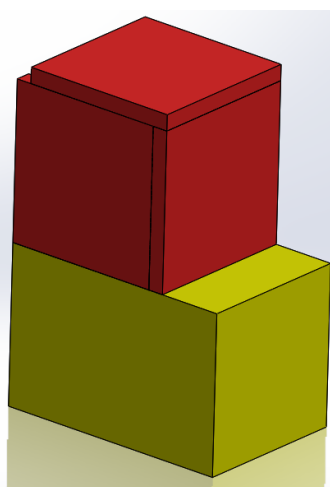


62. Du ska nu skapa sammansättningen i exemplet ovan. Lös uppgiften på följande sätt:

- Den gröna detaljen i exemplet ovan har måtten 75 x 50 x 50 mm. Skapa den och spar den som **uppgift62_part1.sldprt**.
- Den röda detaljen har måtten 5 x 50 x 50 mm. Skapa den och spar den som **uppgift62_part2.sldprt**.
- Gör nu sammansättningen och spara den som [uppgift62.sldasm](#).

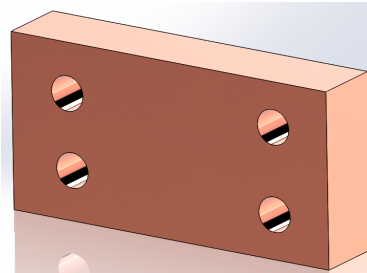
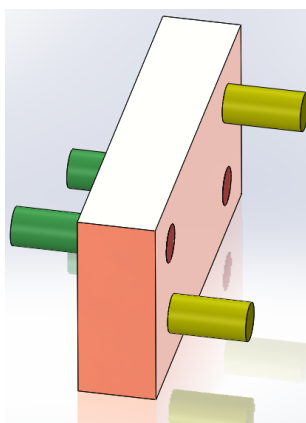
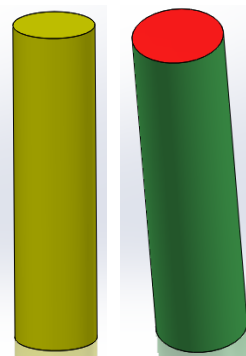


63. Använd de två parterna från förra uppgiften och gör sammansättningen enligt bilden till höger. Spara den som **uppgift63.sldasm**. Skapa med de två parterna i föregående uppgift sammansättningen enligt bilderna till höger. Spara den som [uppgift64.sldasm](#).



64. Skapa en cylinder som passar i ett hål i ett metallstycke. Lös uppgiften på följande sätt:

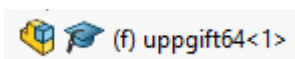
- Skapa en cylinder med diametern 10 mm och längden 50 mm med. Mantelytan är grön och ändytorna röda. Spara den som **uppgift64_cylinder_red.sldprt**.
- Skapa en kopia av cylindern som är helgul. Spara den som **uppgift64_cylinder_gul.sldprt**.
- Skapa metallstycket med måtten 100 x 50 x 20 mm och färgen polerad koppar? Stycket ska ha fyra runda hål med diametern 10 mm. Spara den som **uppgift64_stycke.sldprt**.
- Gör en sammansättning (assemble) så att bultarna sitter i hålen. Spara som **uppgift64d.sldasm**.



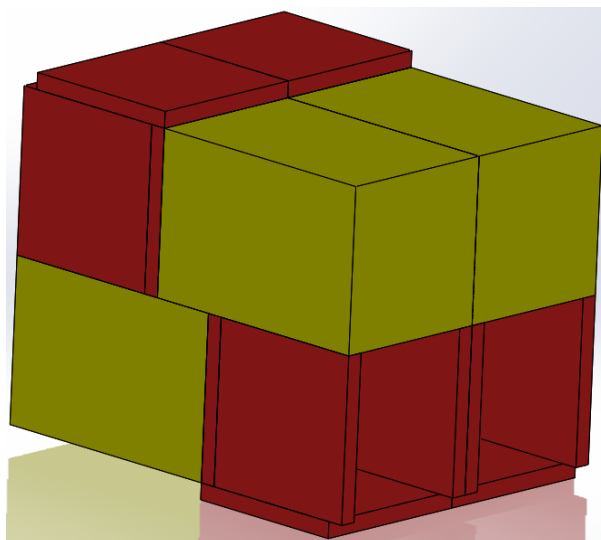
Rotera sammansättning (assembly)

En detalj kan vara svår att sammanfoga om den är orienterad åt fel håll. Sammansättningen kan underlättas om detaljen roteras. Detta görs på följande sätt:

- Eventuella mates med andra sammansättningar måste först raderas.
- Markera sammansättningen (blir blå) i dialogrutan.



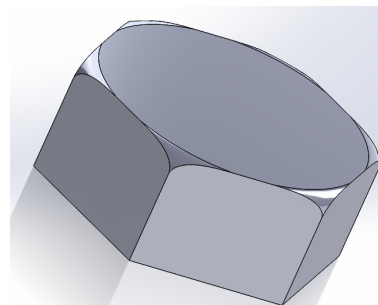
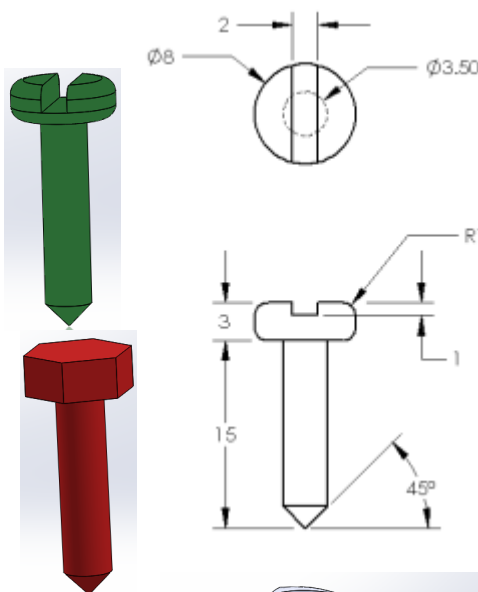
- Klicka på menyvalet *Move Component* upptill och välj *Rotate Component*.
- Roterar sammansättningen genom att röra musen och trycka på vänster musknapp.



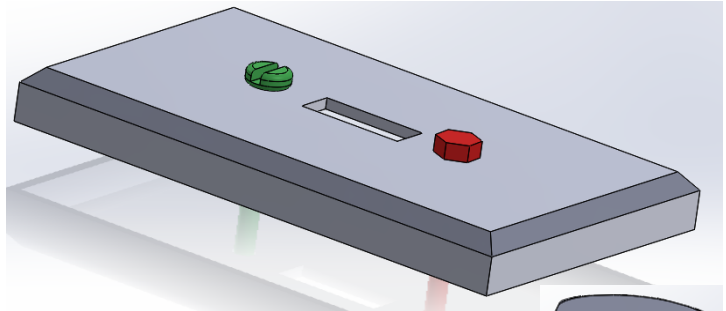
65. Gör fyra sammansättningar av sammansättningen i uppgift 63, enligt bilden till höger. Spara uppgiften som **uppgift65.sldasm**.

66. Nu ska du göra en skruv (utan gängor) som passar till brytarplattan i uppgift 6 och sedan göra en sammansättning av skruv och platta. Lös uppgiften på följande sätt:

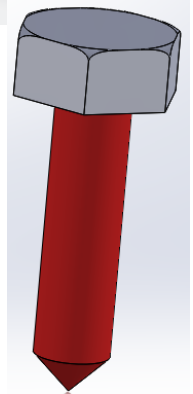
- Gör en skruv med måtten enligt figuren till höger. Spara som **uppgift66a.sldprt**. Skruven ska vara grön.
- Gör en skruv med sexkantigt huvud med i övrigt samma mått som förra skruven. Avståndet från centrum till ett hörn är 4 mm. Skruven ska vara röd. Spara som **uppgift66b.sldprt**.
- Ett riktigt sexkantshuvud har avrundade kanter så att en skruvnyckel (insexhylsa) lätt går på. Gör avrundningar som på bilden till höger. Spara som **uppgift66c.sldprt**. Ledning: Huvudet görs först runt som en cylinder med lagom (0,5 mm) avrundade kanter. Därefter beskärs cylindern från ovansidan via en sexkantig skiss med featuren *Extruded Cut* med *Flip side to cut* ibockad, vilket innebär att materialet på utsidan klipps bort.



- d. Gör en sammansättning av de två skruvarna och brytarplattan från uppgift 6, enligt urklippet till höger. Börja dock med att ändra diametern på de två runda hålen på plattan till 4 mm. Spara uppgiften som **uppgift66d.sldasm**.



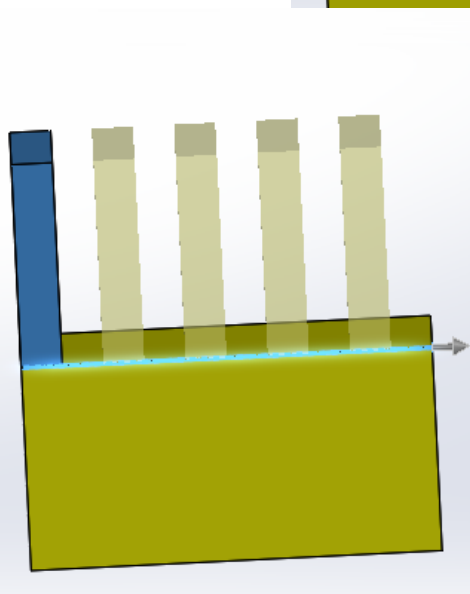
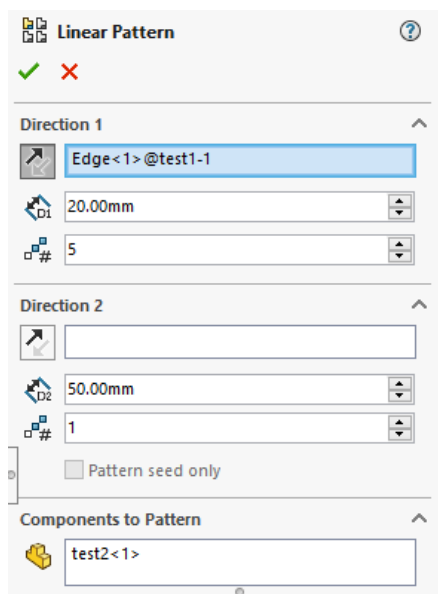
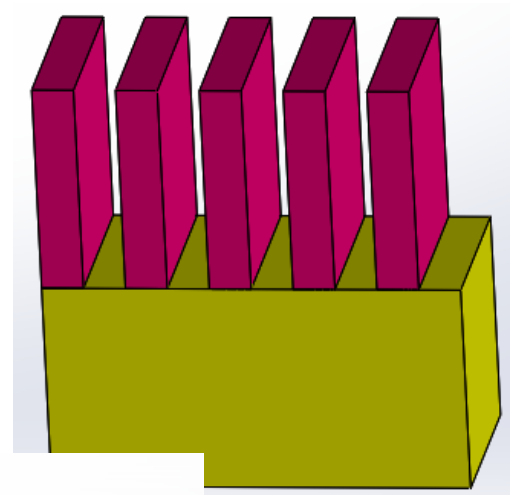
- e. Ersätt skruven i uppgift b) med huvudet i uppgift c). Lös förslagsvis uppgiften genom att göra en kopia av skruven i uppgift b) och döpa om den till **uppgift66e.sldprt**. Ta sedan bort huvudet och spara. Gör sedan ev assembly med huvudet i uppgift c), enligt bilden till höger. Börja med att göra en försänkning i huvudet med diametern 3,5 mm som den cylindriska nederdelen från b) passar i. Spara uppgiften som **uppgift66e.sldasm**.



Linear Pattern

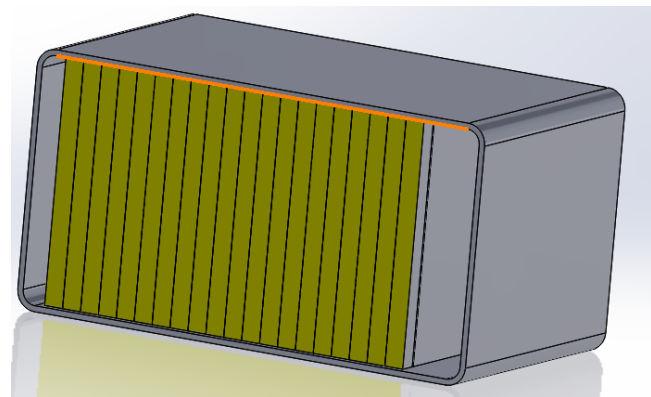
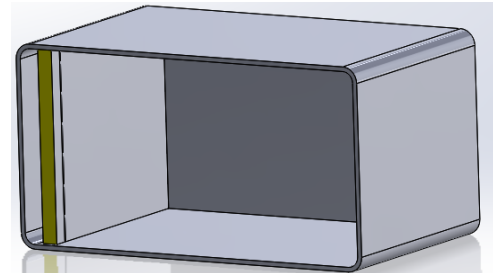
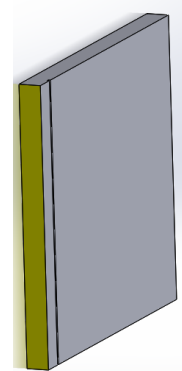
Ska flera likadana detaljer ingå i en sammansättning kan det underlätta att göra ett linjärt mönster via menyvalet **Insert/Component Pattern/Linear Pattern....**

Sammansättningen till höger, som är gjord av parterna i uppgift 62, är skapad med inställningarna i urklippet nedan. Avståndet D1 anger hur stort utrymme varje upprepad del upptar. Varje del har här bredden 10 mm. Observera att riktningen upprepningen sker i anges genom att klicka på kanten.



67. Nu ska vi göra en CD-fodral och ett CD-magasin. Sedan ska vi stoppa in ett antal fodral i magasinet. Lös uppgiften på följande sätt:

- Gör ett CD-fodral med måtten 140 x 125 x 10 mm. Det går även en 1 mm djup och 1 mm bred skåra 10 mm in från kanten, enligt bilden till höger. Spara som **uppgift67a.sldprt**.
- Gör ett CD-magasin med de inre måtten 125 mm (höjden), 145 mm (djupet), samt den yttre bredden 250 mm. Hörnen har avrundningen 10 mm. Urholkningen görs så att väggarna får tjockleken 3 mm. Det innebär att de yttre måtten 131 mm på höjden och 145 mm på djupet. Spara som **uppgift67b.sldprt**.
- Gör en sammanställning mellan ett fodral och magasinet, enligt utklippet till höger. Använd en *Distance Mate* på 10 mm mellan fodralets vänstersida och magasinet's inre vänstra sida. Spara uppgiften som **uppgift67c.sldasm**.
- Gör ett linjärt mönster så att det skapas 20 CD-fodral i magasinet, via menyvalet **Insert/Component Pattern/Linear Pattern...** Klicka på ytterkanten under CD-skivan för att ange riktningen. Spara uppgiften som **uppgift67d.sldasm**.



Repetition inför prov 2

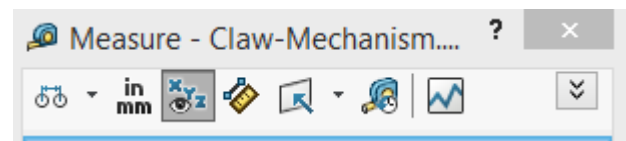
Följande uppgifter är bra att repetera inför kursens andra prov i CAD, vilket främst omfattar uppgifter från och med avsnittet *Svepning med funktionen Swept Boss/Base* (s. 26): 37, 41, 45, 46, 49, 54, 55, 58, 63

Mer om sammansättningar

Innan vi gör en mer komplicerad sammansättning ska vi kolla på mätverktyget, som mäter avstånd och ytor.

Mätverktyget

Mätverktyget ligger under menyvalet **Tools/Evaluate/Measure...** Den mest användbara funktionen är att kunna mäta avstånd mellan två punkter eller linjer.

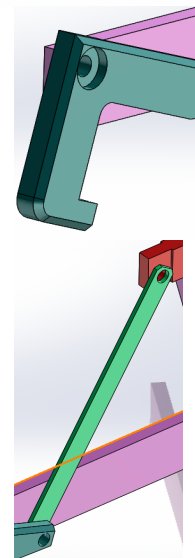
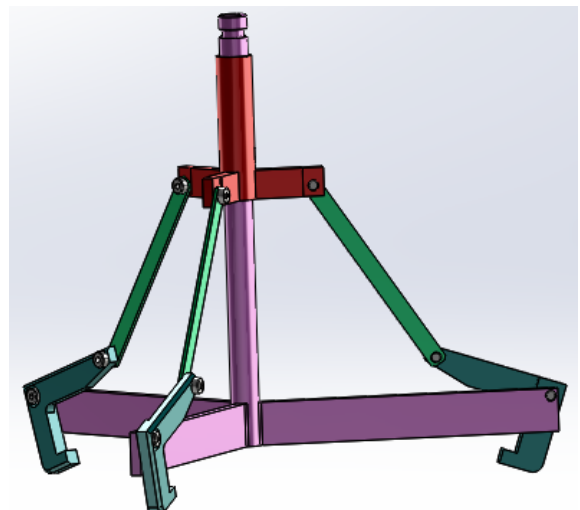


68. Ni ska nu göra en sammansättning av flera delar som skapar en slags gripklo, enligt bilden till höger, vars rörelse kan studeras genom att dra i delarna. Läraren visar hur den färdiga sammansättningen

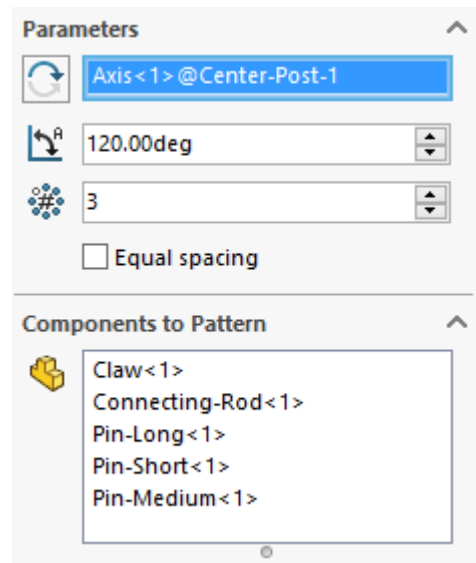
Claw-Mechanism.SLDASM fungerar. De sju delarna som ska sammanfogas finns färdiga i mappen **Claw**, som ni kan ladda ned via den komprimerade filen [Claw.7z](#) till eran cadmapp och sedan packa upp den.

Lös uppgiften på följande sätt:

- Skapa en ny sammansättning (Assembly) och spara den som **uppgift68.sldasm**.
- Infoga komponenterna **Center-Post** och **Collar** och sätt den senare på den förras axel med *mate*, enligt figuren ovan.
- Infoga komponenten **Claw** (klon) och sammanfoga den med ena foten så att hålen blir koncentrisk, enligt bilden till höger. "Matea" även hålens kanter så att de ligger intill varandra. Går det att dra i delarna?
- Infoga länkarmen **Connecting-Rod** och sammanfoga dess nedre hål med det andra hålet på klon.
- Sammanfoga det övre hålet på länkarmen med ena hålet på Collar, enligt bilden till höger.



- f. Infoga de tre sprintarna **Pin-Long**, **Pin-Medium** och **Pin-Short**. Fäst sprintarna i hålen. Använd mätverktyget så att de hamnar i rätt hål. Dra i komponenterna och kolla om det fungerar.
- g. Ena benet är klart och det är två likadana kvar att sammanfoga. Vi kan dock duplicera den första med Cirkular Pattern. Välj **Insert/Component Pattern/Cirkular Pattern**.
- h. Markera komponenterna som mönstret ska skapas för, d.v.s. Komponenterna som ska kopieras; klon, länkarmen och de tre sprintarna.
- i. Visa symmetriaxeln med **View/Hide/Show/Temporary Axes**.
- j. Klicka i det översta fältet (Parameter) i egenskapsfönstret för Cirkular Pattern och på symmetriaxeln så att den visas i fältet, enligt bilden tillhöger.
- k. Välj vinkel 120 grader och 3 ben.
- l. Klicka på OK och sammansättningen är klar. Glöm inte att spara.



69. Gör en enkel motor med kolv, cylinder, vevstake och svänghjul, enligt bilden till höger. Lös uppgiften på följande sätt:

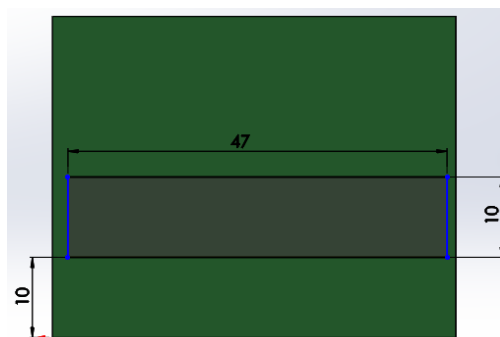
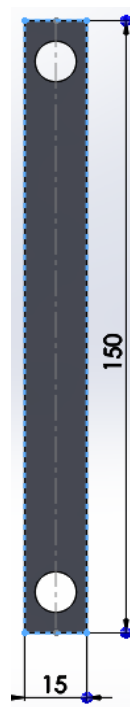
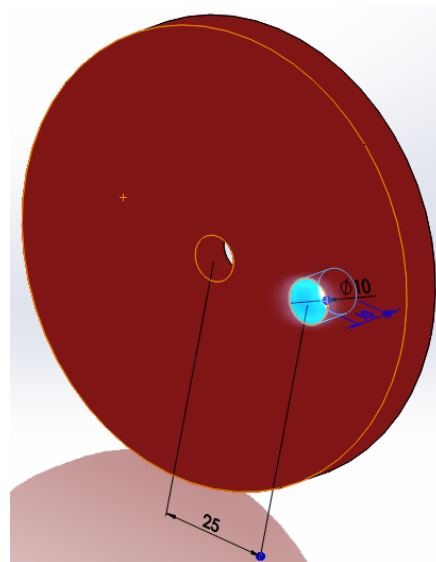
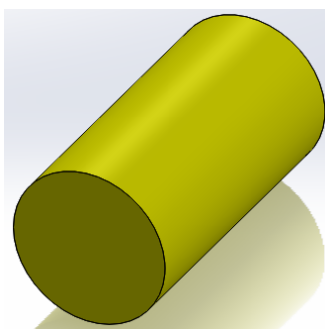
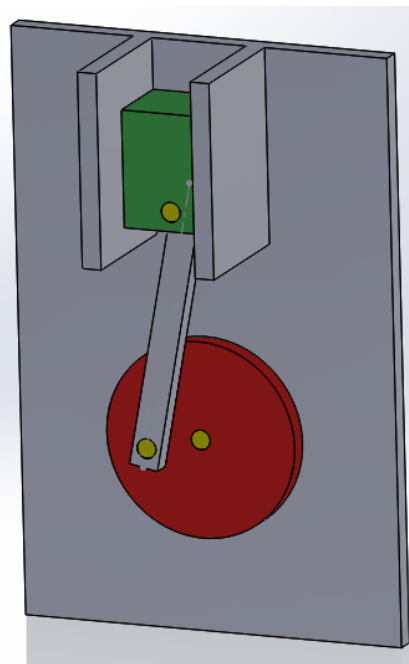
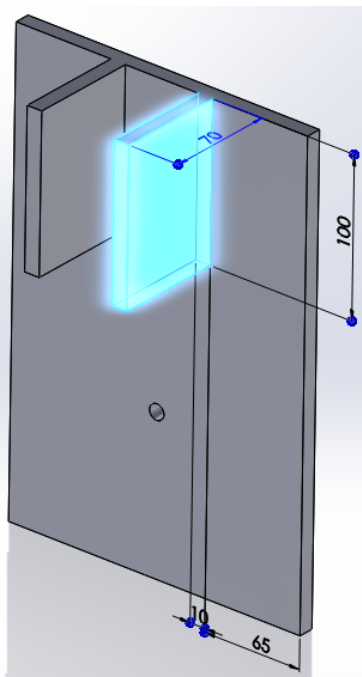
- a. Skapa bakstycket med cylindern med mått enligt figuren till höger.

Bakstycket har måtten 200 x 300 x 10 mm. Hålet har diametern 10 mm och sitter på mitten 100 mm från nedre kanten. Spara som **uppgift69a.sldprt**.

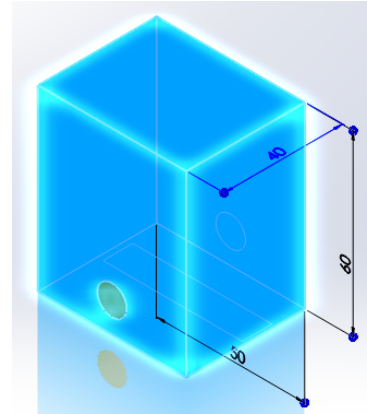
- b. Det röda svänghjulet har diametern 100 mm, håldiametern 10 mm och övriga mått enligt bilden till höger. Spara som **uppgift69b.sldprt**.

- c. Den gula cylindriska sprinten har måtten 20 x 10 mm. Spara som **uppgift69c.sldprt**.

- d. Vevstaken med tjockleken 10 mm har måtten enligt bilden till höger. Hålen har diametern 10 mm och har sina centrum 10 mm från kanten. Spara som **uppgift69d.sldprt**.

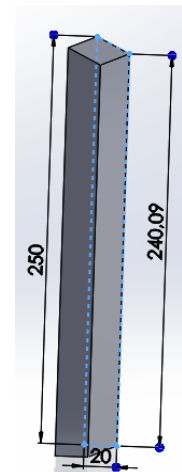
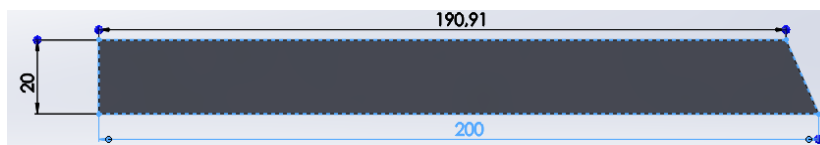
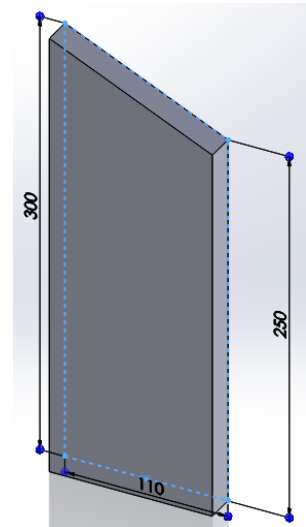
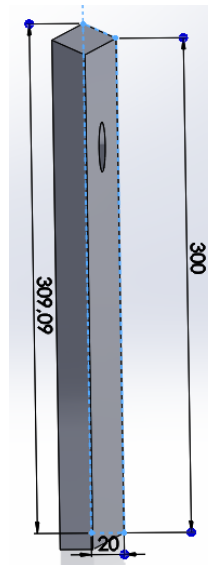


- e. Den gröna cylindern har måtten enligt bilden till höger. Den övre bilden visar cylindern från undersidan. Hålet har diametern 10 mm och har sitt centrum 10 mm från nederkanten. Spara som **uppgift69e.sldprt**.
- f. Gör en sammansättning av delarna (Assabblly) enligt figuren ovan till höger. Spara som **uppgift69f.sldasm**.



70. Nu ska ni göra en fågelholk av brädor med tjockleken 20 mm, enligt bilden nedan, som består av fem olika delar. Lös uppgiften enligt följande punkter:

- a. Holkens sida har måtten enligt bilden till höger. Spara som **uppgift70a.sldprt**.
- b. Framsidan har bredden 150 mm och höjden 300 mm på insidan. Beräkna höjden på utsidan med likformighet. Hålen har diametern 30 mm (för flugsnappare) med centrum 70 mm från ovansidan utvändigt. Spara som **uppgift70b.sldprt**.
- c. Gör baksidan genom att göra en kopia av framsidan och ändra måtten på höjden, enligt bilden till höger. Beräkna baksidans höjd. Spara som **uppgift70c.sldprt**.
- d. Takets bredd är 150 mm och undersidan ska ha längden 200 mm. Beräkna översidans längd så att baksidan blir parallell med bakväggen, enligt bilden nedan. Spara som **uppgift70d.sldprt**.

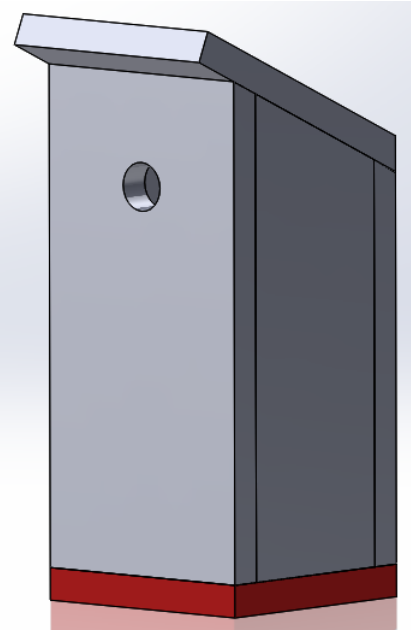
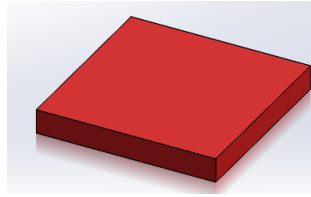


- e. Den röda bottenplattan har måtten 150 x 150 mm. Spara som

uppgift70e.sldprt.

- g. Sätt samman delarna till en holk.
Ett tips är att sista materialet takets underkant med holkens baksida. Spara som

uppgift70f.sldasm.



Lite om text

Ett av skissverktygen skapar texter och kan användas med metoderna (features) Extruded Boss/Base och Extruded Cut. För att skapa namnbrickan till höger görs förslagsvis på följande sätt:

- Gör en rektangulär part med måtten 100 x 20 x 2 mm.
- Rita en centerline i nederkanten på rektangeln. Klicka på OK.
- Klicka på skissverktyget för text.
- Markera fältet Curves och klicka på centerlinjen texten ska följa.
- Skriv ditt namn i textfältet till vänster.
- Bocka av rutan *Use document font* och välj Units (mm) eller Points.
- Välj en textstorlek på 8 mm.
- Klicka på OK och välj Extruded Boss/Base med höjden 5 mm.
- Klicka på OK.



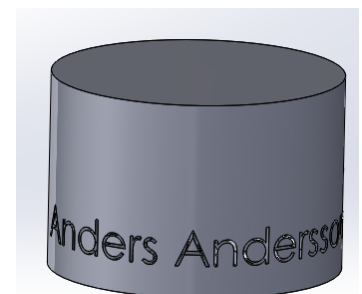
71. Gör en egen namnskylt. Spara som **uppgift71.sldprt.**

72. Gör ett plektrum med en ingraving, enligt bilden till höger. Bredden är ungefär 25 mm och höjden 30 mm. Spara som **uppgift72.sldprt.**

- a. Gör en namnbricka med mått enligt, där Brogårdsgymnasiet följer en kurvig splinelinje och skrivs försänkt 1 mm med storleken 26 punkter och fetstil, enligt urklippet. Spara som **uppgift72a.sldprt.**



- b. *Lägg in text på en krökt yta, exempelvis på cylindern till höger. Ledning: Använd featuren *Wrap* med egenskapen *Emboss*. Kolla [film](#). Spara som **uppgift72b.sldprt.**



Kardanknut

I bilar överförs kraften från motorn till bakaxeln via [kardanaxeln](#), som åtminstone består av två axlar. Axlarna hålls ihop av kardanknuten, som gör att axlarna kan snurra i olika riktningar. Följande fil illustrerar hur kardanknutarna fungerar:

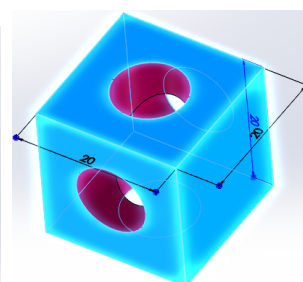
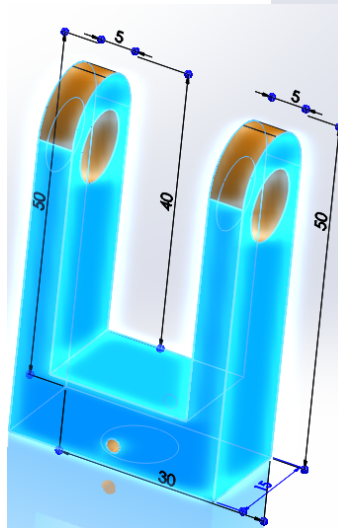
<https://www.youtube.com/watch?v=xSiCMdEQq6s>. Här är ytterligare ett par filmer som visar hur kardanknutar görs med SolidWorks.

- https://www.youtube.com/watch?v=36Bry_57Pcc
- <https://www.youtube.com/watch?v=NYPxUujd0ns>

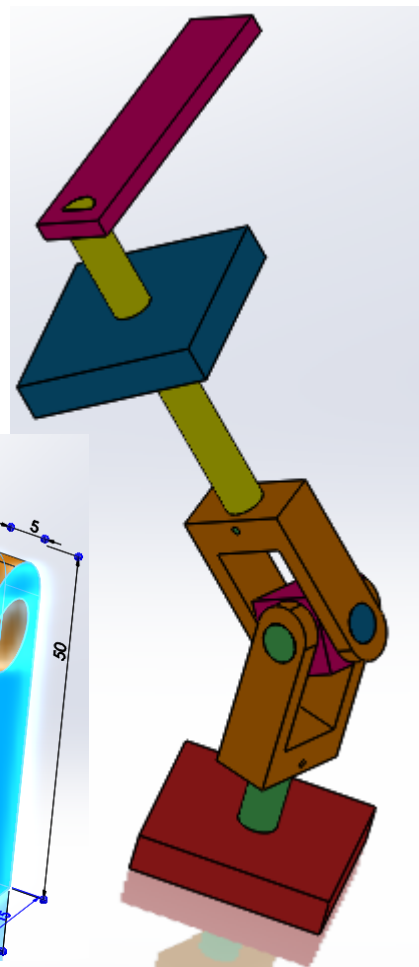
73. Nu ska ni göra en kardanaxel med en kardanknut, enligt bilden till höger. Varje färg representerar en part. Totalt

består sammansättningen av 12 delar (parter), varav 9 är unika. Läraren visar först hur den färdiga axeln fungerar, sedan löser ni uppgiften på följande sätt. Alla axlar och stora hål har diametern 10 mm:

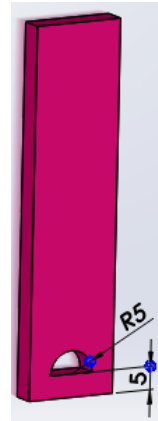
- Gör kardanknutens "gaffel". Måtten visas i figuren till höger. Hålet på undersidan har djupet 6 mm och det lilla hålet har diametern 2 mm, har centrum 3 mm från undersidan och är genomgående. De stora hålen centrum ligger 10 mm från överkanten. Observera den halvcirkelformade avrundningen upptill. Spara som **uppgift73a.sldprt**.
- Den lila kuben i mitten har sidan 20 mm. Spara som **uppgift73b.sldprt**.
- Gör den genomgående gröna sprinten med längden 30 mm och som liksom hålen har diametern 10 mm. Spara som **uppgift73c.sldprt**.
- Gör den blå kortare sprinten med längden 10 mm. Spara som **uppgift73d.sldprt**.



sprinten med längden



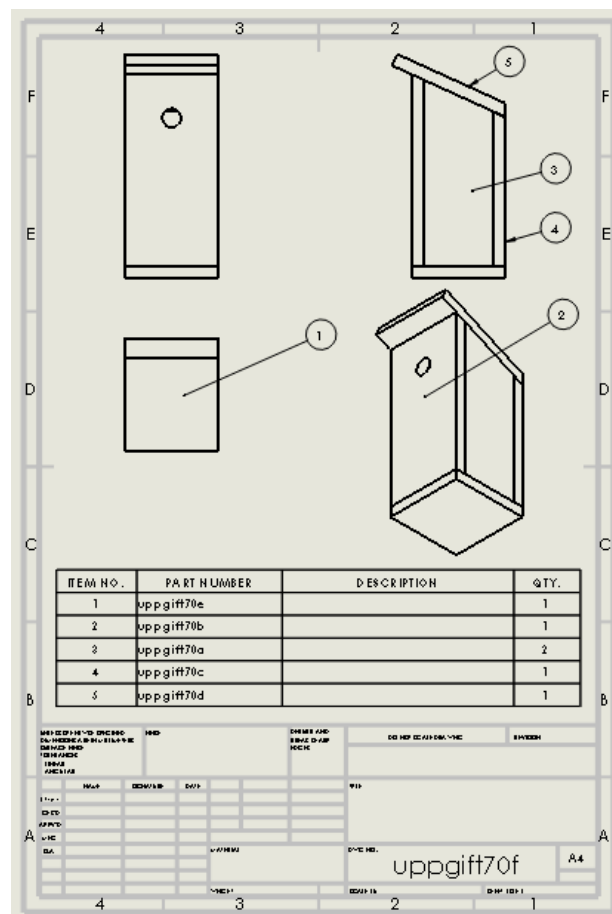
- e. Gör den gula axeln med längden 100 mm. Urtaget till en halvcirkel i ena änden är 5 mm. Hålet nederst har diametern 2 mm och har centrum 3 mm från nederkanten. Spara som **uppgift73e.sldprt**.
- f. Den röda kvadratiske plattan har sidan 50 mm och höjden 10 mm. Hålet har djupet 5 mm. Spara som **uppgift73f.sldprt**.
- g. Gör den övre blå plattan, som är en kopia av den röda plattan, förutom att hålet är genomgående. Spara som **uppgift73g.sldprt**.
- h. Den lilla gröna sprinten som fäster axeln i kardanknuten har längden 15 mm och diametern 2 mm. Spara som **uppgift73h.sldprt**.
- i. Gör det lilafärgade handtaget med måtten 80 x 20 x 5 mm med det halvcirkelformade hålet. Spara som **uppgift73i.sldprt**.
- j. Nu är det dag att göra sammansättningen (Assamble). För att kardanaxeln ska följa med när någon del roteras måste båda ändplattorna vara fixerade. Som regel fixeras (fix) den första parten som infogas, medan övriga kan flyttas runt (float). Vill man fixera läget hos en part klickas på parten med höger musknapp och välj **Fix** (alternativt **Float**). Spara sammansättningen som **uppgift73.sldasm**.
- k. Prova att flytta den övre blå plattan så att kardanaxeln får en annan vinkel.



Mer om ritningar

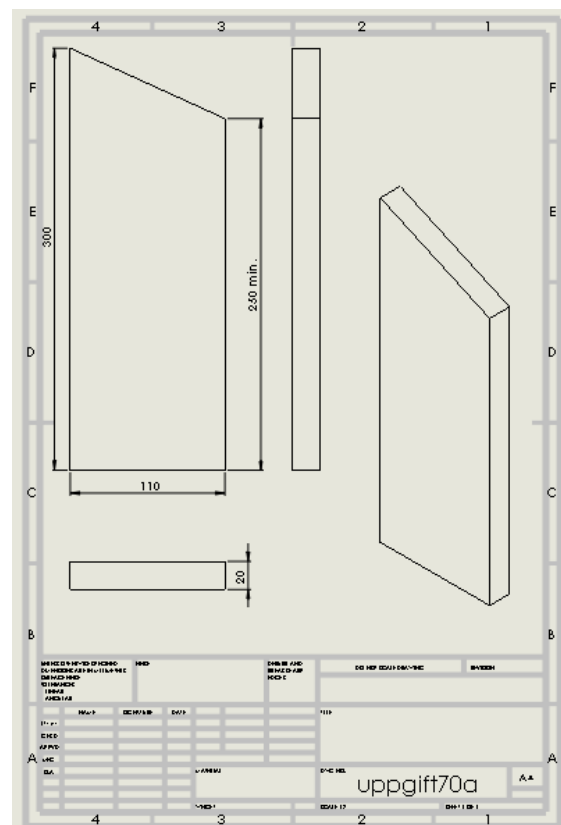
Vi har tidigare gjort ritningar av våra parter. Nu ska vi göra ritningar av våra sammansättningar och skapa dem på ett litet annat sätt än tidigare, enligt denna [filmen](#). Genomgången baseras på fågelholken ovan, som vi börjar med att göra en sammanställningsritning för, enligt bilden till höger. Därefter kommer vi att göra en ritning för varje del av holken. Gör sammanställningsritningen på följande sätt:

- Öppna uppgift **uppgift70f.sldasm**, som är sammansättningen av holken.
- Skapa en ny ritning via **File/New.../Drawing** med formatet A4.
- Dra in en holkvy från menyn till höger.
- Skapa en styckelista (tabell) genom att i menyn klicka på **Tables/Bill of materials** under **Annotation**. Nu skapas styckelistan automatiskt med nummer och parterna (filerna) som sammansättningen består av. Ange gärna en kort beskrivning.
- Klicka på Balloon i menyn för att lägga in de runda ringarna med en siffra i. Siffran skapas när man klickar på respektive part.
- Spara ritningen som **uppgift70f.slddrw**.
- Stäng **uppgift70f.sldasm** och ritningen **uppgift70f.slddrw**.

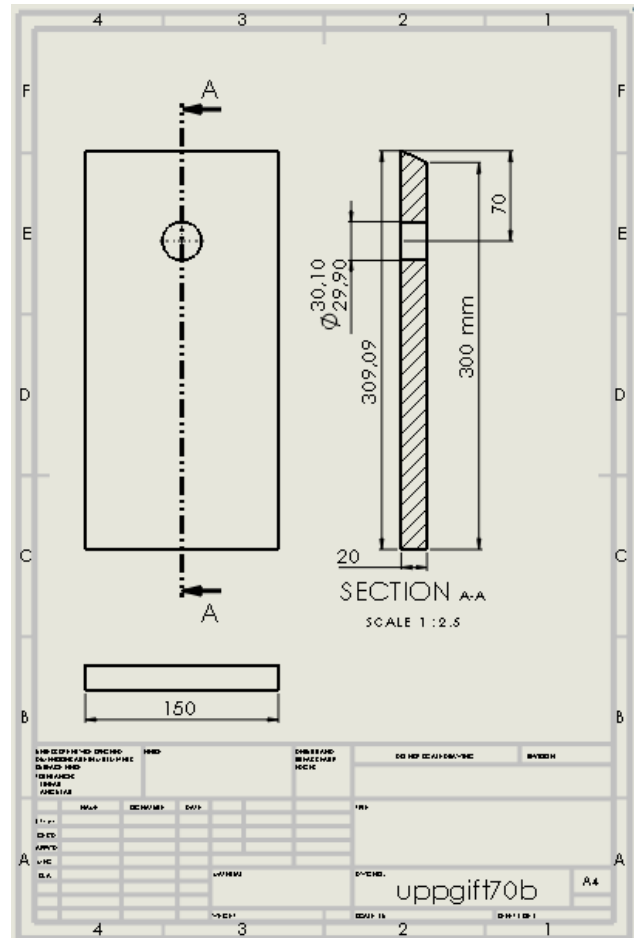


Nu gör vi en ritning av varje unik part. Vi börjar med sidan:

- Öppna holkens sida parten **uppgift70a.sldprt**.
- Skapa en ny ritning via **File/New.../Drawing** med formatet A4. Skala kan ändras via **Properties** under högerklick.
- Dra in vyerna från menyn till vänster. Skalan är 1:2.
- Måttsett automatiskt med **Annotation, Model Items** och valet *Entire model* under **Source**.
- Klicka OK (grön bock).
- Spara som **uppgift70a.slddrw** och stäng.



- Öppna nu framsidan med hålet, parten **uppgift70b.sldprt**, på samma sätt som tidigare.
- Ta bort den högra vyn och ersätt den med ett snitt av den vänstra vyn genom hålets centrum via menyvalet **View Layout/Section View**.
- Skalan ska vara 1:2,5.
- Måttsätt som tidigare automatiskt med smartdimension.
- Dra isär måttsättningen så att den syns bättre.
- Ta bort eventuellt onödiga mått.
- Lägg till mm på 300.
- Lägg till tolerans på hålet med smartdimension med *Limit* överst till vänster. Visa med en värdesiffra med *Unit Precision* överst.
- Markera alla tre vyerna och öka textstorleken till 5 mm via **Other** och **Font** i vänstermenyn genom att först markera en ritning.
- Spara ritningen som **uppgift70b.slddrw** och stäng.

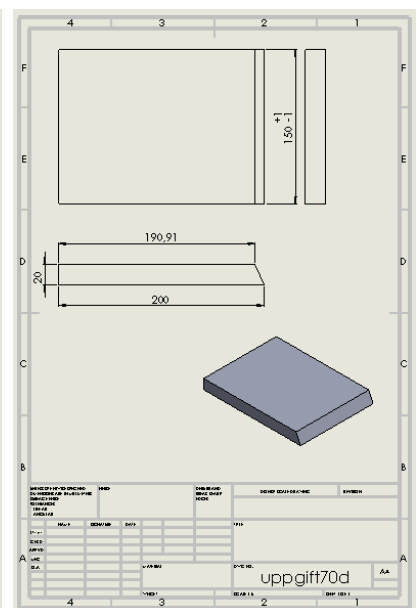
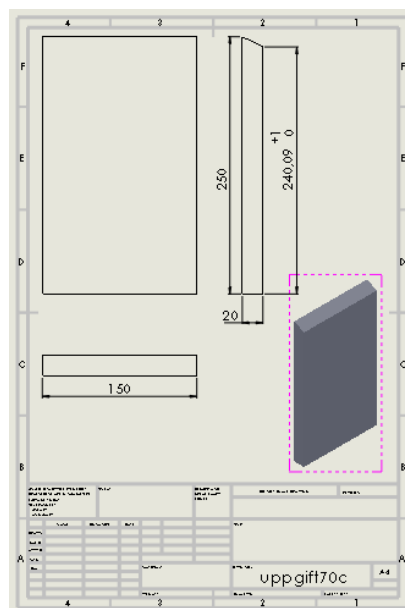


74. Gör sammanställningsritningen från genomgången ovan. Spara ritningen som **uppgift70f.slddrw**.

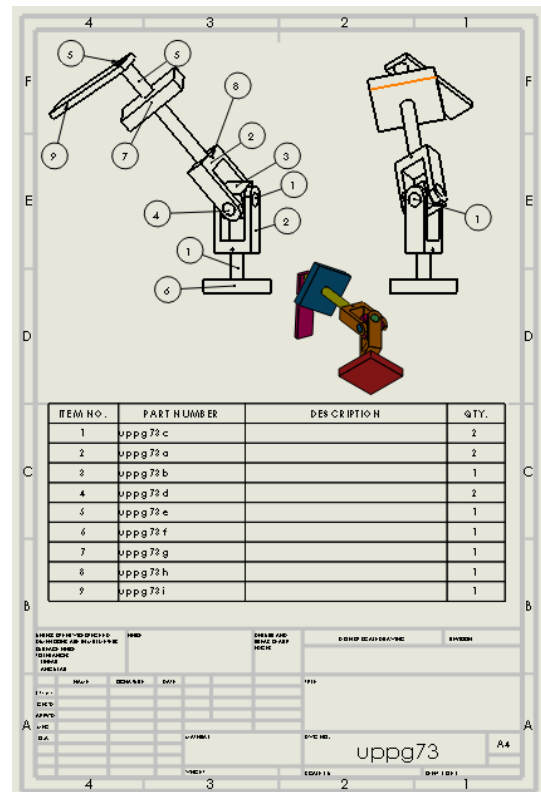
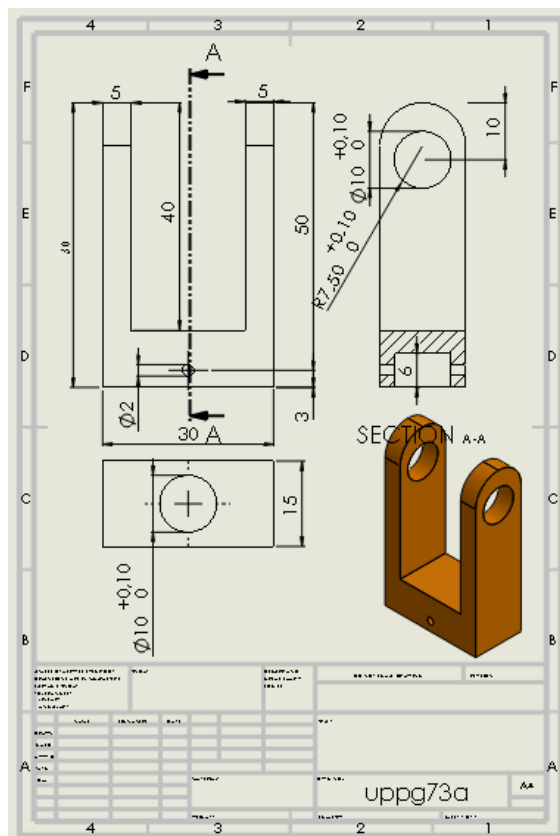
75. Gör ritningen av holkens sida ovan. Spara ritningen som **uppgift70a.slddrw**.

76. Gör ritningen av holkens framsida ovan. Spara ritningen som **uppgift70b.slddrw**.

77. Gör ritningar av holkens övriga delar; lock, botten och baksida. Spara ritningarna som **uppgift70c.slddrw**, **uppgift70d.slddrw** respektive **uppgift70e.slddrw**.



78. Gör en sammanställningsritning av kardanknuten i **uppgift73.sldasm**, enligt bilden till höger, med lämplig skala på en A4-ritning, samt ballonger och Spara ritningen som **uppgift73.slddrw**.
79. Gör övriga nio ritningar, enligt bilderna nedan, och spara dem som **uppgift73a.slddrw-uppgift73i.slddrw**. Observera snitt, måttsättning och toleranser, samt att mått och storlek på text är lagom stort.



Cad-tävling - 2019/20

Uttagstävling klar innan 18/12 2019. Vi jobbar med detta på några tekniklektioner när råttfärbilen är klar. Läs mer om tävlingen här:

<https://teknikcollege.se/wp-content/uploads/Inbjudan-skoltavling-i-CAD-konstruktion.pdf>

Inloggning: <https://sktc.se/uttagstavling-sm-cad/>

Planering inför delprov 1 och 2

Övningarna nedan genomförs på tekniklektionerna:

On 4/12	Materialteknik
To 5/12	Materialteknik
Ti 10/12	Mer om måttsättning, toleranser...
On 11/12	Kvalitet
To 12/12	Produktionsteknik och ekonomi
Ti 17/12	Delprov 1 (60 min)
On 18/12	Delprov 2 (180 min) kl 13:00-16:00.

Extra övningar

- Mått och toleranser på ritning: Visa på cylinder med hål.

- Text i ritningshuvud.

- Lägga på material:

<https://www.youtube.com/watch?v=VfyYyqgWzr8>

- Rendera (=gör bild av parten):

<https://www.youtube.com/watch?v=ngrFbNlSV34>

Gör på följande sätt: Aktivera PhotoView360 via Tools/Add-Ins... och bocka för PhotoView360.

Klicka på fliken Render Tools och välj ovan Scene Illumination Proof Sheet och välj en bra bild. Klicka Ok. Klicka sedan på Final Render. Spara bilden.

- Gångor (Thred):

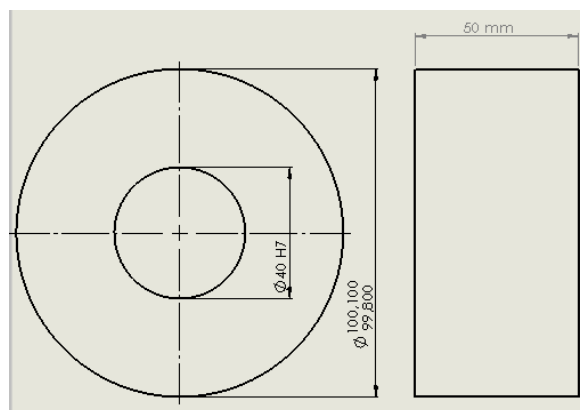
<https://www.youtube.com/watch?v=6AZ6jNvrAsI> och

<https://www.youtube.com/watch?v=r5Ntr4JcFqI&t=422s>

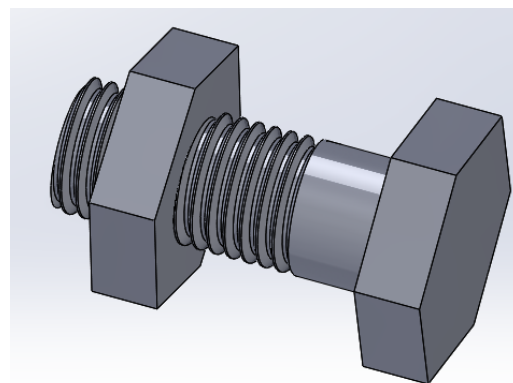
Gör en bult (gångor inåt) och en skruv (gångor utåt). Hål och bult är 10 mm och gångor M10x1,5mm.

- Mate gångor:

<https://www.youtube.com/watch?v=sQPtU6i4jGQ>



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: R4; 6,3 TOLERANCES: m LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	
	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	Anders Andersson	Ana	2019-12-16

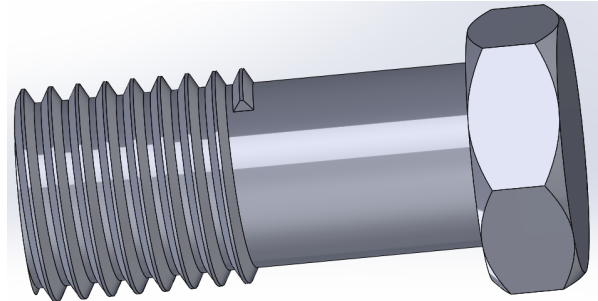


Gängor (threads)

Här lär vi oss att göra gängor på en bult och i en mutter, samt göra en sammansättning av av bult och mutter så att muttern går att skruva på bulten.

Bult

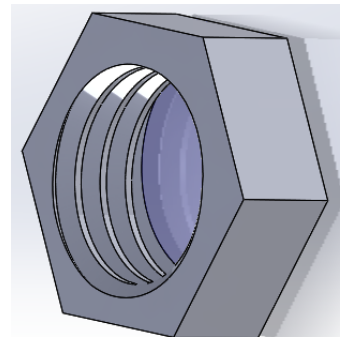
- Gör en cylindrisk bult med diametern 10 mm och längden 25 mm.
- Lägg på ett hexagonalt (sexkantigt) huvud med höjden 5 mm och radien 8 mm.
- Avrundningen kan göras med Extruded Cut och Draft 45° (frivilligt).
- Klicka på menyvalet **Insert/Feature/Threads...**
- Klicka på bultens ändkant så att den markeras i övre fältet i Thread Location.
- Skapa gängorna så att de blir 15 mm långa med ett Offset på 3 mm (så att gängan går utanför muttern och sedan beskärs vid kanten).
- Välj Metric Tap.
- Välj gängan M10x1,5 (diametern 10 mm med stigningen 1,5 mm per varv).
- Pricka för Extruded thread (gängorna ligger utanpå cylindern).
- Spara som **bulten.sldprt** i mappen **bultmutter**.



Mutter

Öppna ett nytt part-dokument och skapa en mutter:

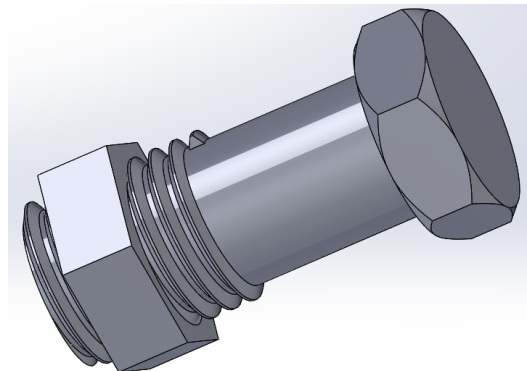
- Muttern görs liksom bulthuvudet med en hexagon med radien 8 mm och höjden 5 mm. Hålet är 10 mm.
- Klicka på menyvalet **Insert/Feature/Threads...**
- Skapa gängor genom att först klicka på hålets kant i fältet Thread Location.
- Välj 8 mm långa gängor med Offset på 3 mm.
- Välj även här Metric Tap och gängan M10x1,5.
- Pricka för Cut thread (gängorna ligger i materialet).
- Spara som **mutter.sldprt** i mappen **bultmutter**.



Sammansättning av bult och mutter

Nu är det dags att sätta ihop bult och mutter. Öppna ett nytt Assembly-dokument och lägg in bulten och muttern och gör sedan följande:

- Klicka på menyvalet **View/HideShow/Temporary Axes** för att visa bultens och mutterns symmetriaxlar.
- Gör *Mate* på symmetriaxlarna och dölj dem igen.



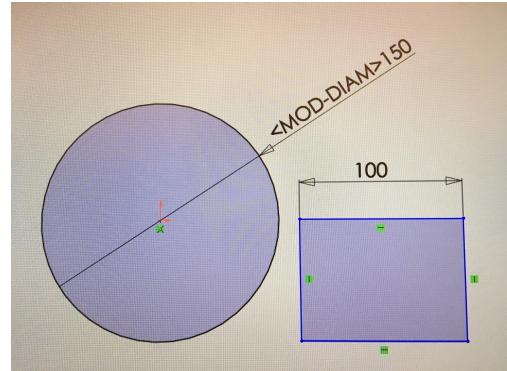
- Gör sammansättningen genomskinlig och passa in muttern så att gängorna ligger i varandra.
- Klicka på menyvalet **Mate** och välj Mechanical Mates och klicka för Screw.
- Gör sedan mate genom att klicka på ytorna för bultens gängbotten och mutterns gängtopp.
- Klicka på grön bock och testa om muttern gängas på bulten.
- Spara som **bultmutter.sldasm** i mappen **bultmutter**.

Här följer en bra film om gängor och Solid Works: <https://www.youtube.com/watch?v=r5Ntr4JcFqI&t=422s>

Bilaga

Ändring av måttangivelse på cirkel

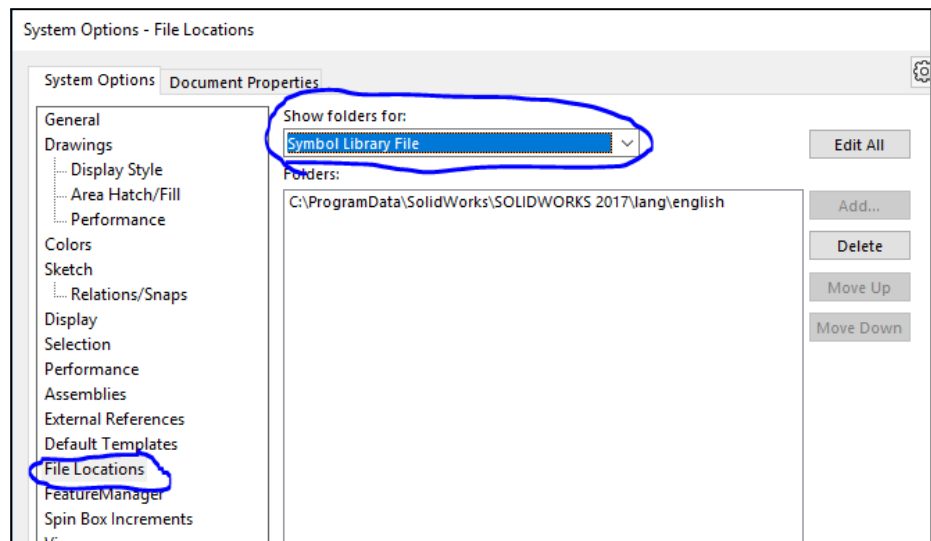
Fråga: Efter installationen av Solidworks 2017-2018 på våra stationära datorer för eleverna visas måttet för diameter av cirklar med inledande texten <MOD-DIAM>, enligt den bifogade bilden måttbild.jpg. Har ni något tips på hur man får bort detta? Måttet för rektanglar visas som tidigare.



Svar: Gå till **Tools - Options - System options -**

File Locations och där välja **Symbol library file** i listan.

Se till att sökvägen pekar på senaste installationen av SolidWorks. Radera den gamla versionen (2015) innan ni lägger in den nya (2017) med Add...



Nytt grafikkort

Meddelandet antyder att det är grafikkortsdrivrutinen som krånglar. Om du startar programmet SolidWorks Rx (finns i windows startmeny) så kan du i fliken "Diagnostics" få hjälp med att ladda ner den rekommenderade drivrutinen till ditt grafikkort.