

UNIVERZITA KONŠTANTÍNA FILOZOFA V NITRE

Technická grafika

Zbierka úloh pre stredné odborné školy

Peter Kuna Miloslav Skačan

Názov:	Technická grafika
	Zbierka úloh pre stredné odborné školy
Autor:	Ing. Mgr. Peter Kuna,PhD.
	Mgr. Miloslav Skačan, PhD.
Recenzenti:	Prof. Ing. Veronika STOFFOVÁ, CSc.
	doc. Ing. Štefan Koprda, PhD.

Všetky práva vyhradené. Toto dielo ani žiadnu jeho časť nemožno reprodukovať bez súhlasu majiteľov práv.

Publikácia bola vydaná v rámci projektu KEGA 017UKF-4/2020

ISBN 978-80-558-1826-9

OBSAH

ÚVOD4
PREDSTAVENIE PROGRAMU AUTODESK INVENTOR5
ÚLOHA Č. 1: ZÁKLADNÁ PRÁCA S PROGRAMOM8
ÚLOHA Č. 2: NÁSTROJ KRUH10
ÚLOHA Č. 3: POLYGÓN AKO SKRUTKA11
ÚLOHA Č. 4: KLADIVO14
ÚLOHA Č. 5: PODLOŽKA S DIERAMI15
ÚLOHA Č. 6: FIDGET SPINNER17
ÚLOHA Č. 7: VŔTACIA ŠABLÓNA19
ÚLOHA Č. 8: KOPÍROVANIE20
ÚLOHA Č. 9: ŠPECIÁLNA PRÍRUBA21
ÚLOHA Č. 10: BRZDOVÝ KOTÚČ22
ÚLOHA Č. 11: PLASTOVÁ PODLOŽKA25
ÚLOHA Č. 12: ZOSILŇUJÚCA PODLOŽKA26
ÚLOHA Č. 13: HRIADEĽ
ÚLOHA Č. 14: PODLOŽKA
ÚLOHA Č.15: ÚCHYT S POLKRUHOVÝM VÝREZOM
ÚLOHA Č.16: POTRUBIE43
ÚLOHA Č. 17: PRÍRUBA HRIADEĽA48
ÚLOHA Č.18: ZOSTAVA54
ÚLOHA Č. 19: MODELOVACIA PLASTELÍNA61
LITERATÚRA62

Úvod

Aplikácia informačných technológií vo výrobnej sfére sa v súčasnosti stáva už podmienkou a nie len módnym technologickým trendom. Automatizácia výrobných procesov je povinnou podmienku pre uplatnenie a prežitie výrobného podniku v globalizovanom trhovom priestore. Miera použitia najmodernejších výrobných postupov a technológií je určujúcim ukazovateľom technologickej úrovne ale aj prosperity celej spoločnosti. Hospodárstvo Slovenskej republiky je na základe historických udalostí už v silnej miere zamerané na strojársku výrobu a v súčasnosti na automobilový priemysel. Je preto veľmi dôležité tomuto trendu zamerať aj odborné školstvo. Úprava obsahu a foriem vzdelávania s cieľom reflektovať potreby priemyslu je v súčasnosti veľmi naliehavou podmienkou celonárodného hospodárskeho významu. Momentálne ešte ťažíme z výsledkov školstva spred "reformných" krokov a lacnej pracovnej sily. Vyslovujeme názor, že tento trend je v Európskom hospodárskom priestore už ďalej neudržateľný.

Predkladaná učebnica sa venuje programu Autodesk Inventor. Tento softvér patrí do skupiny CAx programov, ktorých spoločným ukazovateľom je počítačová podpora jednotlivých krokov návrhu a výroby. V súčasnosti je už model programovania výrobných CNC strojov prostredníctvom človeka prekonaný, technologicky zastaralý a ekonomicky neúnosný. Postup, kde konštruktér navrhne nový výrobok, nakreslí k nemu technickú dokumentáciu v CAD systéme a jeho výkres naprogramuje programátor do CNC stroja sa stáva minulosťou. V súčasnosti prevládajú trendy kde konštruktér navrhuje svoje zariadenia v softvérových 3D systémoch ako komplexné virtuálne modely. Simuluje ich správanie sa v systémoch virtuálnej reality. Dokáže tak odhaliť prvotné chyby či nepresnosti svojho návrhu ešte pred výrobou prvého skúšobného modelu výrobku. Po procese virtuálneho testovania a úprav pôvodného návrhu prichádza k samotnej výrobe. CAx systémy dokážu nielen navrhnúť samotný riadiaci kód pre CNC stroje, ale dokážu aj ukázať a simulovať samotný výrobný proces. Opäť tak vopred môžeme odhaliť prípadné problémy s výrobou. Celý tento proces zároveň eliminuje ľudský faktor. Pred tým musel CNC stroj programovať človek, ktorý čítal technickú dokumentáciu vytvorenú konštruktérom. Proces tvorby, čítanie výkresov a programovania však v sebe nesie mnoho rizík pochybenia.

Moderné CAx systémy sa tak stávajú nevyhnutným prostriedkom výroby. Do tejto skupiny zaraďujeme aj systém Autodek Inventor, ktorého učebnicu vám predkladáme.

Predstavenie programu Autodesk Inventor

Autodesk Inventor je produkt, ktorý nadväzuje na dlhodobú tradíciu AutoCADu v školstve a poskytuje výborné metodicky zvládnuté nástroje pre modelovanie. Intuitívnosť jednotlivých nástrojov a ich funkcií posúvajú možnosti nasadenia parametrického a adaptivného modelovania do výučby o veľký krok vpred. Inventor je predovšetkým nástrojom pre produktívne navrhovanie nových výrobkov.

Hlavnou výhodou Inventoru je predovšetkým ľahká ovládateľnosť, obsluha a efektívna tvorba veľkých zostáv. Priestorový parametrický model súčiastky poskytuje radu informácií nielen o geometrických charakteristikách, ale tiež o vzájomných polohách a väzbách súčiastok (komponentov) v zostavách. Za parametrický model považujeme taký model, ktorý je matematicky popísaný pomocou parametrov. Náčrty konštrukčných prvkov sa skladajú z jednotlivých objektov (oblúky, úsečky), ktoré sú zviazané pomocou geometrických väzieb. Väzby obmedzujú stupne voľnosti pri tvorbe náčrtov a definujú ich geometriu, napríklad vzájomnú rovnobežnosť, kolmosť alebo sústrednosť. Rozmery náčrtov a prvkov popisujú a riadia rozmerové parametre (kóty).

Základná podstata modelovania:

- 1. Definícia 2D náčrtu (profilu) tvoriaca model
- 2. Parametrizácia a priradenie väzieb (geometrické parametre, rozmerové parametre)
- 3. Vytvorenie modelu
- 4. Úprava modelu
- 5. Vytvorenie výkresu a jeho aktualizácia

Možnosti parametrického modelovania tu však nekončia. Je možné kedykoľvek sa vrátiť k pôvodnému modelu, vykonať jeho modifikáciu. Akékoľvek zmeny sa automaticky premietajú do vopred vytvorených pohľadov, ktoré tvoria výkresovú dokumentáciu.

Autodesk Inventor poskytuje používateľom tieto základné moduly aktivované v priebehu zakladania nového súboru:

- 1. Modelovanie súčiastok vytváranie súčiastky pomocou objemov a plôch (*.ipt)
- Modelovanie súčiastok z plechu špeciálne vytvorený modul pre plechy (*.ipt)

- Modelovanie zostáv –pre tvorbu zostáv alebo adaptívnych súčiastok (*.iam)
- 4. Modelovanie zvarencov je špeciálny modul pre tvorbu zváraných zostáv (*.iam) automatizácia inžinierskych prác
- 5. Tvorba prezentácií využíva sa pre animáciu prezentácií a montážnych postupov (*.ipn)
- Výkresová dokumentácia vytvára zo všetkých modelov pohľady, rezy a výkresy (*.idw)

Začíname

Na úvod si objasníme prvé kroky, ktoré treba dodržať pri spustení programu. Po vytvorení nového dokumentu sa používateľovi otvorí okno, kde si zvolí vhodnú normu na modelovanie. V našom prípade je to Standard.ipt. Tento štandard využíva normy pre modelovanie, dané na Slovensku a vo väčšine sveta. Táto norma určuje jednotky dĺžky, ktoré sú v milimetroch (mm), čo znamená, že užívatelia modelujú práve v tejto jednotke.



Obrázok 1: Úvodný výber štandardu návrhu

Po výbere normy modelovania sa na monitore zobrazí ďalšie okno. V ňom si užívatelia určia pracovnú hladinu, v ktorej ďalej budú modelovať. Na výber majú vždy jednu z troch pracovných hladín: XY, XZ, YZ. Pri klasickom 2D modelovaní odporúčame vybrať pracovnú hladinu XY, ktorú možno nazvať aj základnou pracovnou hladinou.



Obrázok 2: Výber hladiny modelovania

Po výbere hladiny sa zobrazí pracovná plocha zložená z dvoch osí. To, ktoré osi užívatelia na pracovnej ploche uvidia, záleží vždy od predchádzajúceho kroku, a teda toho, akú pracovnú hladinu si zvolili. V tomto okamihu pokladáme za nesmierne dôležité, zdôrazniť, že i napriek tomu, že sa nachádzame v 3D programe, modelovania sa začína vždy v dvojrozmernom priestore.

Ďalším dôležitým krokom je náčrt, na základe ktorého sa potom v programe pridáva aj tretia os, ktorá celú prácu presúva do trojrozmerného priestoru. Predkladaná učebnica prináša riešené úlohy. Predpokladáme, že čitateľ (žiak), absolvoval výučbu základných úkonov, nevyhnutných pre začiatok práce s programom. Po úvodných nastaveniach osí, pracovnej roviny, je dôležité poznať náležitosti programu ako základné nástroje a pohyb v prostredí programu. V programe Inventor je tiež dôležité pochopiť prepínanie medzi 2D a 3D náčrtoch.

Úloha č. 1: Základná práca s programom

Po dokončení prvých dôležitých krokov sa dostávame k praktickým úlohám. Prvé úlohy sú venované základným nástrojom, ktoré sú usporiadané v toolbar, teda v základnej ponuke nástrojov programu.

Prvým nástrojom je čiara (line). Tento nástroj v sebe zahŕňa ďalšie štyri varianty kreslenia čiar. Pre ukážku funkcie tohto nástroja je vhodné si zvoliť kreslenie jednoduchého geometrického útvaru, v našom prípade sme si zvolili štvorec. Na základe preštudovanej literatúry a praktických skúsenosti z tohto odboru si dovolíme tvrdiť, že najvhodnejším spôsobom, ako žiakom vysvetliť prácu s týmto nástrojom, je vytvorenie jednoduchých náčrtov geometrických tvarov, ako je už napríklad spomínaný štvorec, obdĺžnik alebo trojuholník. Je potrebné dôrazne upozorniť, že neoddeliteľnou súčasťou modelovania v tomto programe je kótovanie, každej načrtnutej čiary alebo časti modelovanej súčiastky.

V prvej úlohe použijeme prvýkrát nástroj kótovanie a kótujeme štvorec o veľkosti 100mm.



Obrázok 3: Návrh štvorca

Dôležité je si uvedomiť, že vytvorený 2D náčrt sa bude následne prevádzať do 3D súčiastky (modelu). Z tohto dôvodu je potrebné, aby sme poznali presne rozmery súčiastky. Po zadaní jednotlivých rozmerov a ich opätovnej kontrole môžeme prejsť z 2D náčrtu do 3D modelovania. Prechod z 2D náčrtu do 3D modelovania je v programe Inventor veľmi intuitívny. Prechod z 2D do 3D sa vykonáva zakliknutím ikony "Dokončiť". Po kliknutí na túto ikonu program automaticky zmení pohľad z 2D do 3D návrhu. Vytvorený náčrt sa nakloní do priestoru, aby vzniklo miesto pre pridanie tretej osi, teda je potrebné pridať aj tretí rozmer. Tento pridávame nástrojom "extrude" (vytiahnutie). Po výbere nástroja "Extrude" sa zobrazí tabuľka s jednotlivými nastaveniami tohto nástroja, v ktorej je možné nastaviť spôsob vysunutia, dĺžku vysunutia a pod. Vzhľadom na to, že v prvej úlohe máme vytvoriť kocku, je potrebné pridať rovnaký rozmer súčiastky aj na tretiu os. Dôležitou úlohou učiteľa je vysvetliť žiakom, že pri 2D náčrte vytvárame náčrt, ktorý následne budeme modelovať do formy 3D súčiastky. Je teda kritické vedieť rozmer súčiastky, ako príklad v tejto úlohe je štvorec o veľkosti 100 mm. Nástroj "Extrude" nám ponúka ďalšie možnosti, ako súčiastku vysunúť a prispôsobiť podľa potrieb. Po vytvorení vysunutia a zadaní veľkosti kóty 100 mm potvrdíme výber tlačidlom OK. Následne sa súčiastka vytvorí a nástroj "Extrude" sa stane neaktívny. Program "čaká", akú ďalšiu úlohu mu budeme zadávať.



Obrázok 4: Nástroj vysunutie ("extrude")

Úloha č. 2: Nástroj kruh

V druhej úlohe sa venujeme ďalšiemu nástroju v 2D náčrte, týmto nástrojom je kruh "circle", ktorý patrí medzi základné geometrické tvary.

Po výbere spomínaného nástroja je potrebné, vrátiť sa do 2D náčrtu. Chceme totiž pokračovať v úlohe č.1 a pri už vytvorenom 3D modeli kocky vymodelovať náčrt kruhu a následne pomocou nástroja "Extrude" pridať jeho tretí rozmer. Tento úkon vykonáme stlačením ikony 2D náčrt. Nasledovne sa nás program spýta, čo ďalej chceme s modelom robiť. Pri pohybe myšou po už vytvorenom modeli sa nám zobrazujú rôzne ikony, ktoré nám ponúkajú možnosti úpravy modelu. Musíme nájsť ikonu "Upraviť skicu". Po kliknutí na tento nástroj, nás program vráti akoby na začiatok. Vráti nás opäť do pracovnej hladiny, ktorú sme si vybrali na začiatku prvej úlohy. Chceme teda vytvoriť kruh vedľa štvorca o veľkosti priemeru 100 mm. Na nastavenie veľkosti použijeme nástroj kótovanie, z ponuky vyberieme kótovanie priemeru. Po vytvorení kóty zadáme jej veľkosť. Pre umiestnenie kruhu budeme potrebovať použiť nástroj posun "move", aby sme vedeli kruh umiestniť na požadované miesto, poprípade si určiť stred kruhu pomocou nástroja "point".



Obrázok 5: Nástroj kruh ("circle")

Po umiestnení kruhu môžeme skúsiť samostatne vysunúť kruh do tretieho rozmeru o veľkosti 100 mm. Po dokončení každej úlohy, vždy úlohu uložíme. Na obrázku číslo 6 môžeme vidieť ako by mal vyzerať výsledok.



Obrázok 6: Výsledné modely

Úloha č. 3: Polygón ako skrutka

V poradí treťou úlohou je vytvorenie skrutky spolu s maticou. V tejto úlohe použijeme v poradí ďalší z nástrojov - nástroj polygón. Oboznámime sa s pokročilejšími technikami modelovania, ako je napríklad vytvorenie typu závitu. Predpokladáme, že čitateľ vie aké typy závitov existujú a aký význam má stúpanie závitu.

Podobne ako v predchádzajúcich úlohách je potrebné zvoliť si pracovnú hladinu a v 2D náčrte vytvoriť náčrt skrutky. Skrutku vytvárame nástrojom polygón. Po zakliknutí a vytvorení prvého bodu sa nás program spýta prostredníctvom nového okna, o aký typ polygónu máme záujem. V okne nastavení vyberieme šesť strán polygónu a začneme náčrt. Veľkosť jednej strany je 10 mm. Veľkosť polygónu vieme dodatočne meniť prostredníctvom kóty (Obrázok 7).

Po vytvorení polygónu pokračujeme v 3D náčrte, v ktorom si vyberieme nástroj "extrude", teda vysunieme už narysovaný polygón o veľkosti 5mm. Po vysunutí nám vznikne hlavička skrutky. Následne pokračujeme vo vytváraní závitu. Vyberieme si nástroj "circle" a vytvoríme kruh o veľkosti 12 mm. Stred kruhu sa nachádza v tom istom bode ako aj stred už vymodelovanej hlavičky skrutky. Program nám ponúka možnosť zachytávania bodov, ktorý je aktívny, tak stred pri vytváraní kruhu sa nám automaticky prichytí (Obrázok 8).



Obrázok 7: Nástroj polygón



Obrázok 8: Hlavička skrutky a nástroj "circle" so spoločným stredom

Dĺžka závitu je ľubovoľná, odporúčame dĺžku od 12 mm do 24 mm. Následne pokračujeme vytvorením závitu výberom nástroja "thread" (závit). V okne nastavenia tohto nástroja si môžeme vybrať štýl závitu. Jedným z výberu je M12 x 2,5.

Samostatnou úlohou je vytvorenie matice takej istej veľkosti, s použitím nástroja závitu. Výsledok tejto úlohy vyzeral nasledovne (podľa umiestnenia matice):



Obrázok 9: Výsledné skrutky s maticou

Ďalšou výzvou pre samostatnú prácu môže byť napríklad vytvorenie skrutiek s alternatívnymi tvarmi hlavičiek.



Obrázok 10: Výsledné skrutky s alternatívnou hlavičkou

Úloha č. 4: Kladivo

V prvých troch úlohách sme sa oboznámili so základnými funkciami programu, teda vieme použiť základné nástroje používané pri modelovaní v 2D aj v 3D priestore. Spoznali sme základné vlastnosti kótovania, jeho úpravu a dôležitosť pri modelovaní. Prvé tri úlohy boli orientované na strojárske výrobky. Ďalšou úlohou by sme chceli rozvinúť u čitateľov kreativitu a schopnosť modelovať vlastné súčiastky. Úlohou je vymodelovať bežne dostupný nástroj v každej domácnosti - kladivo. Vezmite si prosím kladivo odmerajte jeho veľkosti a posúďte z akého materiálu sú jednotlivé jeho časti vyrobené. Následne skúste samostatne vytvoriť aspoň zjednodušený 3D model tohto nástroja.



Obrázok 11: Príklad výsledného 3D modelu kladiva

Úloha č. 5: Podložka s dierami

V tejto úlohe sa venujeme ďalším nástrojom, z ponuky programu. Konkrétne použijeme nástroj "Point". Začneme najskôr vytvárať model podľa predlohy v podobe technického nákresu.



Následne pri tvorbe šiestich dier s priemerom 4mm použijeme pre definíciu ich stredov nástroj "Point". Nástroj point je vhodné použiť na stredy dier, ktorých veľkosť je daná. Diery je možné vytvoriť viacerými spôsobmi. Prvý spôsob je nástroj "extrude", ale nastavený na odpočítanie, ďalší spôsob je nástroj "hole", a môžeme tiež použiť aj nástroj na kopírovanie. Výsledkom je 3D model (Obrázok 13), ku ktorému chceme následne vytvoriť jeho technický výkres.

Prvýkrát sa v úlohe stretávame s exportom technického výkresu. Ako sme už spomínali, technický výkres je dôležitý hlavne pre priemyselnú prax. Vytvoriť technický výkres v Inventore je proces za pár minút. Dôležité je vybrať si normu a podľa inštrukcií priemyselnej praxe a STN vytvoriť technický výkres. Technický výkres je jeden hlavných výsledkov modelovania v programe Inventor v priemyselnej praxi.



Obrázok 12: Technický náčrt súčiastky



Obrázok 13: Výsledný 3D model

Po dokončení modelu si môžeme v ponuke vybrať možnosť vytvoriť technický výkres. Následne sa v programe otvorí nová záložka, ktorá vyzerá ako technický výkres, obsahuje totiž okraje, popisové pole. Veľkosť a nastavenia si vieme zmeniť v nastaveniach výkresu. Pre umiestnenie súčiastky si vyberieme možnosť "premietanie" v hornom paneli nástrojov, ktorý sa nám tiež svojou

ponukou prispôsobil pre tvorbu technického výkresu. Na výkres sme začali vynášať nárys, bokorys, pôdorys alebo náčrt v 3D súčiastky.

Technický výkres sme vytvorili na základe vopred dohodnutých kritérií. Po vynesení pohľadov premietania súčiastky je ďalším krokom kótovanie súčiastky. Nemali by sme zabudnúť kótovať všetky rozmery súčiastky. Dôležité je vyniesť správne pohľady modelu a vytvoriť popisové pole.



Obrázok 14: Technický výkres

Úloha č. 6: Fidget spinner

Z hľadiska motivácie sme vybrali tvorbu modelu Fidget spinnera, ktorý sa stal hitom u mladých ľudí ako "antistresová hračka". Tvorba tohto modelu je zároveň vhodná na popísanie ďalšieho nástroja "Circular".

Prvým krokom je výber normy a hladiny. Potom vytvoríme nasledovný 2D náčrt:



Obrázok 15: 2D náčrt Fidget spinnera

Fidget spinner má tri ramená. Vymodelovať sa dajú všetky tri pracným modelovaním, alebo vieme použiť nástroj "Circular". Tomuto nástroju stačí nakresliť jedno rameno so stredom v bode 0,0. Následným použitím tohto nástroja dotvoríme ďalšie dve ramená:



Obrázok 16: Nástroj "circular"

Po dokončení 2D náčrtu pokračujeme na 3D náčrt. Vysunutie Fidget spinneru bude 5 mm. Postupne zaoblíme hrany. Výzvou k samostatnej práci je

dokončenie modelu pridaním stredového a ramenných ložísk (len puzdrá) a výber materiálu a farby modelu. Výsledný model (



Obrázok 17: Výsledný model

Úloha č. 7: Vŕtacia šablóna

Táto úloha je zameraná na pohyb v 2D a následne v 3D priestore. Úlohou je vytvoriť vŕtaciu šablónu, do ktorej musíme zakresliť stredy dier podľa vopred stanovenej tabuľky. Veľkosť šablóny je 60 x 30 cm a jej počiatok je v bode 0,0. Veľkosť dier je 5 mm. Náčrt vŕtacej šablóny (Obrázok 18).

Pri tejto úlohe sú už čitatelia oboznámení so všetkými základnými nástrojmi a vlastnosťami programu na tvorenie 3D modelu. V ďalších úlohách teda už budeme postupovať samostatnejšie.

	х	Y
1	5	5
2	12	20
3	20	10
4	40	20
5	52	10

Tabuľka 1: Tabuľka s pravouhlými súradnicami stredov dier

Úlohou je teda vytvoriť vŕtaciu šablónu do 3D. Veľkosť vysunutia je 5 mm, diery ostávajú zachované podľa daných súradníc. Výsledok tejto úlohy (Obrázok 19)



Obrázok 18: Náčrt vŕtacej šablóny



Obrázok 19: Výsledný model vŕtacej šablóny

Úloha č. 8: Kopírovanie

Medzi dôležité vlastnosti programu na 3D modelovanie je kopírovanie. Tento nástroj uľahčuje a urýchľuje prácu. Náš alternatívny spôsob výučby obsahuje aj úlohu zameranú na kopírovanie. Máme vymodelovať 12 ks hranolov s dĺžkou 100 mm. Ich veľkosť je 4 mm. V nich musíme vycentrovať dieru o veľkosti priemeru 2 mm. Objekt bude kopírovaný do vzdialenosti 20 x 14 mm.



Obrázok 20: Výsledný model použitím nástroja kopírovanie

Úloha č. 9: ŠPECIÁLNA PRÍRUBA

V poradí desiatou úlohou je vytvorenie špeciálnej obdĺžnikovej príruby s veľkosťou 52 x 18 mm. Diery budú vzdialené od seba 8 mm a veľkosti 6 x 3 mm. Stredná diera má rozmer 30 x 8 mm, jej zaoblenie R2. Vzdialenosť štyroch dier od strednej diery je 3 mm. Vysunutie je o veľkosti 5 mm. Táto úloha slúži na zopakovanie si postupov a použitých nástrojov, o ktorých už máme vedomosti. K dispozícií sú rozmery súčiastky a aj výsledný model súčiastky. Prvých desať úloh by sme mohli nazvať sériou úloh, v ktorých čitatelia získali základné poznatky aj o softvéri, jeho pracovnom prostredí a logike používania nástrojov.



Obrázok 21: Výsledný model špeciálnej príruby

Úloha č. 10: Brzdový kotúč

Ďalšia časť úloh je venovaná mierne pokročilejším zadaniam v programe Autodesk Inventor. V tejto úlohe použijeme nástroj "revolve". Dobrým príkladom je vytvorenie modelu brzdového kotúča. Začneme jeho prierezom, ktorý ráta jeho rozmery, chladiacu drážku a pomocnú čiaru.



Obrázok 22: Náčrt prierezu brzdového kotúča

Po náčrte použijeme nástroj "Revolve", (Obrázok 23) v ktorom musíme označiť časť, s ktorou ideme pracovať a vytvoriť pomocnú čiaru, okolo ktorej

nám nástroj vykreslí brzdový kotúč. Zadáme hodnotu 360 stupňov. Program nám sám prepočíta uhol tvoriaci zadanú súčiastku.

Po aplikovaní nástroja "revolve" sa nám vytvorí brzdový kotúč. Samostatnou úlohou pre čitateľov je domodelovať kotúč a upraviť jeho vlastnosti. Minimálnou požiadavkou je vytvoriť 4 - 5 dier na uchytenie kolesa. Môžeme použiť nástroj "circular". Brzdový kotúč dostane vlastnosť ocele. Voliteľnou požiadavkou je vytvorenie dier na chladenie a pomocných dier na uchytenie kotúča. Dnes existuje niekoľko typov brzdových kotúčov, ktoré sa delia na základe ich použitia podľa typu áut. Čitatelia sa teda môžu inšpirovať internetom a na základe ich výberu brzdový kotúč domodelovať.



Obrázok 23: Nástroj "Revolve"



Obrázok 24: Ukážka výsledného modelu brzdového kotúča

Úloha č. 11: PLASTOVÁ podložka

V tejto úlohe sa pozrieme na ďalšie nástroje, ktoré nám softvér ponúka. Novým nástrojom pre nás je nástroj "Trim". Tento nástroj slúži na odstránenie prebytočných čiar. Ideálnym modelom je plastová podložka, ktorá ma na rohoch štyri diery. Kruhy, ktoré má podložka definované na okrajoch, vytvoríme pomocou nástroja "Circle". Podložka má všetky strany oblé. Úlohou bude vymodelovať túto podložku pomocou priloženého 2D náčrtu



Obrázok 25: 2D náčrt plastovej podložky

V tejto úlohe sa môžeme oboznámiť s nástrojmi na rezanie alebo na strihanie "trim", vďaka ktorým je možné vytvoriť zadané štyri oblúky na tejto súčiastke. Nástroj "trim" je veľmi intuitívny. Po jeho aktivácií myšou prejdeme na vytvorený geometrický objekt a samotný program nám graficky zobrazí možnosti rezania. Rezanie vyberieme potvrdíme myšou.

Podložka sa v ďalšom kroku vymodeluje v 3D a vysunutie bude 2 mm. Zvolený materiál bude PVC. Výsledok bude nasledovný:



Obrázok 26: Výsledný model plastovej podložky

Úloha č. 12: Zosilňujúca podložka

V tejto úlohe si krok po kroku vymodelujeme zložitejšiu súčiastku zosilňujúca podložku. Tá sa používa napríklad v stavaných skriniach. Prvým krokom bol výber pracovnej roviny a následne prvý náčrt. Veľkosti sú dané, v 2D náčrte, postupujeme podľa obrázku. Po náčrte č.1 vynesieme kóty na všetky možné veľkosti súčiastky. V druhom kroku sa preklikneme do 3D náčrtu, kde nastavíme prvé vysunutie na 9 mm.





Obrázok 27: Náčrt č.1 – základ zosilňovacej podložky

Obrázok 28: 3D model po vysunutí z náčrtu č.1

Po vysunutí je potrebné zadefinovať výšku v okolí diery. Zvolíme si 2D náčrt na hornej strane vysunutia a vytvoríme náčrt č.2. Šírka plochy v okolí diery bude 18 mm od stredu diery. Po náčrte pokračujeme ďalším vysunutím 21 mm, ktoré nám zadefinuje aj výšku celej súčiastky a tiež výšku diery.



Obrázok 29: Náčrt č. 2 – vysunutie v okolí diery



Obrázok 30: 3D model po vysunutí z náčrtu č. 2

Po vysunutí nám ostáva dokončiť poslednú časť súčiastky, konkrétne zosilňujúcu podpornú skosenú časť, ktorej úlohou je, aby sa pri námahe súčiastka nedeformovala. Opäť si zvolíme možnosť 2D náčrt na spodnej časti súčiastky. Dĺžka tejto časti bude 42 mm a šírka 7 mm.



Obrázok 31: Náčrt č.3 - skosené zosilnenie

Po náčrte dokončíme 2D náčrt a prepneme sa do 3D náčrtu, kde vysunieme túto časť na výšku 21 mm, teda takú istú výšku, ako je aj okolie diery. Následne použijeme nástroj skosenie, ktoré nastavíme v okne skosenie. Vyberieme si možnosť skosenie dvoch strán, strany "a" a strany "b". Vzdialenosť strany "a"= 42 mm a vzdialenosť strany "b"= 21 mm.



Obrázok 32: Modelovanie skoseného zosilnenia

Po nastavení skosenia je súčiastka takmer hotová. Poslednou úlohou je nastaviť súčiastke typ materiálu. Výsledná súčiastka – zosilňujúca podložka bude vyzerať nasledovne:



Obrázok 33: Výsledný 3D model zosilňujúcej podložky **Úloha č. 13: Hriadeľ**

V úlohe číslo štrnásť máme k dispozícií technický výkres hriadeľu. Sú na ňom dané všetky potrebné miery, veľkosti a skosenia. Pri pohľade na hriadeľ je potrebné pochopiť spôsob modelovania. Náčrt nebude vyzerať ako priložený technický výkres, ale postupne budeme na seba "lepit" jednotlivé časti hriadeľa.



Obrázok 34: Technický nákres hriadeľa

Je teda na nás, z ktorej strany začneme pracovať. Náš návod začína z pravej strany, tak po výbere pracovnej roviny a 2D náčrtu začíname prvým krokom, teda kruhom s priemerom 35 mm.



Obrázok 35: Náčrt č.1 - Kruh s priemerom 35 mm

Potom nasleduje prechod do 3D náčrtu a vysunutie o 5 mm (vypočítame na základe priložených kót 23,6 - 18,6). Prvé vysunutie má skosenie 1 x 45°. Následne pokračujeme v náčrte ďalšej časti, vyberieme si v 3D náčrte hornú stranu vysunutia časti a vytvoríme kruh veľkosti s priemerom 33 mm. Ďalej opäť vysunieme v 3D náčrte na 2 mm podľa technického výkresu. Potom pokračujeme podobne treťou časťou, ktorá ma opäť priemer 35 mm a vysunutie v 3D nastavíme na 16,6 mm (18,6 - 2). Prvé tri časti hriadeľa by mali mať dĺžku 23,6 mm. Následne pokračujeme tým istým spôsobom podľa technického výkresu, čakajú nás ešte 4 časti hriadeľa.

Po dokončení hriadeľa dotvoríme všetky dané vlastnosti podľa technického výkresu, teda skosenia, zaoblenia a tiež dva zárezy (drážky). Hornú drážku vytvoríme pomocou novej pracovnej roviny.



Obrázok 36: Vytvorenie novej pracovnej roviny pre drážku č.1

Na časti hriadeľa podľa obrázka si vytvoríme veľkosť drážky, do úvahy sa berie jej hĺbka a šírka. Na tomto náčrte vytvoríme pracovnú rovinu pomocou nástroja Pracovná rovina (Work pláne). Vyberieme typ vhodný pre daný hriadeľ a pracovnú rovinu vytiahneme na okraj časti hranola. Následne je našou úlohou vytvoriť na nej náčrt drážky s veľkosťou, aká je určená na technickom výkrese a v 3D náčrte jej vysunutie, ktoré ale nastavíme ako odpočítavanie. Na základe toho nám vytvorí drážku o hĺbke podľa technického výkresu.

Podobná situácia sa zopakuje aj pri vytváraní ďalšej drážky. Teda vytvoríme si ďalšiu pracovnú rovinu definovanú podľa technického výkresu. Pracovná rovina bude definovaná pozdĺž celého modelovaného hriadeľa (Obrázok 37).



Obrázok 37: Vytvorenie novej pracovnej roviny pre drážku č.2



Obrázok 38: Definícia rozmerov drážky č.2

Následne si zadefinujeme veľkosť drážky a vytvoríme jej vysunutie. Vysunutie ("extrude") nastavíme ako odpočet, na základe čoho nám vytvorí drážku. Modelovaný hriadeľ obsahuje dve drážky. Obe sa modelujú tým istým spôsobom. Treba dbať, aby žiaci pochopili postupnosť pri modelovaní tejto súčiastky. Program ponúka rôzne typy vytvorenia novej pracovnej hladiny (work plane). Výber závisí vždy od spôsobu modelovania a typu súčiastky.

Po úprave drážok nastavíme hriadeľu vlastnosť materiálu a úlohu uložíme. Výsledný 3D model hriadeľa bude vyzerať nasledovne:



Obrázok 39: Výsledný 3D model hriadeľa

Úloha č. 14: Podložka

V tejto úlohe modelujeme podložku, ktorá obsahuje štyri úchytky. Podložku vymodelujeme pomocou nástroja "zrkadlenie" (mirror). Keďže má štyri rovnaké strany, ktoré obsahujú úchytky, túto vlastnosť súčiastky vieme využiť práve nástrojom zrkadlenie. V tejto úlohe začneme výberom pracovnej roviny a začneme 2D náčrtom jednej zo strán (Obrázok 40).

Veľkosti sú dané na úvodnom náčrte. Po náčrte zvolíme 3D náčrt a nastavíme vysunutie na 12 mm. V tejto úlohe sú dve možnosti kopírovania. Jeden spôsob sme si už ukázali v úlohe číslo 9. To je najjednoduchší spôsob kopírovania, ktorý by sa dal aplikovať aj v tejto úlohe. Existuje ale aj iný spôsob kopírovania – zrkadlenie pomocou pracovnej roviny. Tento spôsob si bližšie popíšeme v tejto úlohe.



Obrázok 40: Náčrt č.1 – Prvý segment podložky



Obrázok 41: Vysunutie z náčrtu č.1

Po vysunutí sa vrátime k náčrtu a vytvoríme úchytku, ktorá pozostáva z troch krokov. V prvom kroku si vytvoríme náčrt, veľkosti sú dané podľa

obrázku č. 57. Šírka držiaka je 20 mm, dĺžka 30 mm a je vo vzdialenosti 54 mm od kraja súčiastky. Držiak okótujeme a následne sa prepneme do 3D návrhu. Držiak vysunieme na 12 mm ako je aj samotná podložka. Druhým krokom je vytvorenie diery o priemere 12 mm so stredom vo vzdialenosti 17 mm od kraja. Tretím krokom je vytvorenie čiar, priliehajúcich k diere vo vzdialenosti 12 mm a dĺžke 17 mm. Po návrhu vytvoríme vysunutie ("extrude"), ktoré nastavíme ako odpočítanie a vytvoríme tak dieru a vznikne úchytka v tvare U.



Obrázok 42: Postup tvorby držiaka podložky

Po vytvorení úchytky príde na rad zrkadlenie. Po kliknutí na nástroj zrkadlenie, nám vyskočí okno nastavenia zrkadlenia. Prvým krokom je označiť časť, ktorú chceme zrkadliť a druhý krok je označiť "mirrorline" alebo pracovnú rovinu, v ktorej sa zrkadlenie nastaví.



Obrázok 43: Nastavenie prvého zrkadlenia pre segment č.1

Po dokončení klikneme na tlačidlo "Apply" a zrkadlenie je dokončené. Keďže má naša podložka štyri strany, čaká nás ešte jedno zrkadlenie, ktoré vytvoríme takým istým spôsobom.



Obrázok 44: Nastavenie finálneho zrkadlenia pre celú podložku

Výslednej podložke ešte dokončíme skosenia podľa obrázku 3 mm a dáme jej červenú farbu. Výsledok bude vyzerať nasledovne:



Obrázok 45: Výsledný model celej podložky

Úloha č.15: Úchyt s polkruhovým výrezom

V tejto úlohe si vyskúšame modelovanie úchytu pre súčiastku s kruhovým prierezom. Použijeme už známe postupy, ktoré sme si osvojili v predchádzajúcich úlohách.

Prvým krokom je výber správnej normu modelovania a následne hladinu. K dispozícií máme náčrt a rozmery modelovaného úchytu.



Obrázok 46: Náčrt úchytu s polkruhovým výrezom

Po výbere hladiny začíname modelovaním podstavy úchytu. Jeho rozmery sú na obrázku. Vyberieme si 2D náčrt a následne kreslíme pomocou nástroja "Line" (Obrázok 47).

Po vytvorení náčrtu prechádzame do 3D náčrtu a použijeme nástroj "Extrude". Týmto nástrojom pridáme nášmu náčrtu tretiu dimenziu. Výška podstavy je 16 mm. Vysunutie nechávame nastavené na "Distance", čo znamená, že vysunutie do vzdialenosti (Obrázok 48).



Obrázok 47: Náčrt č.1 - podstava úchytu



Obrázok 48: Nastavenie vysunutia pre náčrt č.1

Po dokončení modelovania spodnej časti, tzv. podstavy úchytu, pokračujeme jeho bočnou stranou. Najskôr musíme prejsť opäť do 2D náčrtu. Vyberieme si hornú hladinu, teda hornú časť spodnej podstavy. Na túto časť podstavy načrtneme bočnú stenu úchytu. Jeho rozmer je 16 x 64 mm. Po náčrte pokračujeme vysunutím výškou 48 mm.

trude		TE Post *
hape More		
Profile	Extents Distance	
Solds	48 3	
Output E		
Ø Ø 6		~
	- C Platon snape	
2 V Ar	OK Canori	

Obrázok 49: Vysunutie bočnej steny úchytu

Po vysunutí bočnej steny úchytu nezabudneme na jeho zaoblenie. Použijeme nástroj Fillet, v ktorom nastavíme rádius na 32 mm a následne klikneme na hranu, ktorú chceme zaobliť. Potvrdíme kliknutím na tlačidlo Apply.



Obrázok 50: Skosenie bočnej steny úchytu

Po vytvorení bočnej steny pokračujeme s modelovaním hornej časti úchytu, ktorý bude obsahovať polkruhový výrez. Vrátime sa do 2D náčrtu, v ktorom nakreslíme hornú časť úchytu aj s polkruhovým výrezom. Rozmery máme na obrázku. Na vytvorenie polkruhového výrezu použijeme nástroj "circle", a následne časť hornú a stredovú vystrihneme pomocou nástroja Trim.



Obrázok 51: Náčrt č.2 - Horná stena úchytu

Po 2D náčrte hornej steny s polkruhovým výrezom pokračujeme do 3D náčrtu. Následne použijeme nástroj Extrude, vďaka ktorému vysunieme hornú stenu. Veľkosť vysunutia je 42 mm.



Obrázok 52: Vysunutie podľa náčrtu č.2

Po dokončení vysunutia hornej steny s polkruhovým výrezom pokračujeme ďalším krokom. Tým je dokončenie šikminy hornej steny. Prvým krokom je 2D náčrt. Vrátime sa do 2D náčrtu a vyberieme si hladinu, na ktorej vytvoríme náčrt tejto šikminy. Následne prejdeme do 3D náčrtu a vytvoríme jeho vysunutie nástrojom Extrude. Veľkosť vysunutia je 12 mm.



Obrázok 53: Zošikmenie na úchyte

Posledným krokom modelovania tejto súčiastky je vymodelovanie oblúkovej diery úchytu. Vyberieme si hladinu, na ktorej budeme túto dieru modelovať pomocou nástroja Extrude – odpočítanie. Po výbere hladiny sa premiestnime do 2D náčrtu, v ktorom umiestnime náčrt tejto diery. Rozmery diery sú na obrázku vľavo. Následne použijeme nástroj Extrude, v ktorom nastavíme odpočítanie a vytvoríme dieru (Obrázok 54).

Po vytvorení diery na úchyte máme súčiastku takmer hotovú. Posledným krokom bude pridať súčiastke materiál. Naším materiálom podľa obrázka je materiál oceľ vo farbe Light Red.



Obrázok 54: Vytvorenie diery úchytu



Obrázok 55: Výsledný 3D model úchytu

Úloha č.16: Potrubie

V tejto úlohe sa sa stretneme s modelovaním potrubia, ktoré sa využíva v rôznych sférach priemyselnej praxe. Pri návrhu rôznych liniek, strojov, ale aj v automobilovom priemysle pri návrhu brzdového systému. Softvér Autodesk Inventor ponúka jednoduché modelovanie takéhoto potrubia. Model potrubia bude mať nasledovné rozmery:



Obrázok 56: Náčrt modelovaného potrubia

Už na začiatku modelovania po výbere normy Standard.ipt (mm) nepokračujeme do 2D náčrtu, ale priamo do náčrtu v 3D. Hlavným dôvodom je, že potrubie podľa obrázka zasahuje do všetkých troch osí modelovania. 3D náčrt obsahuje tie isté možnosti náčrtu ako aj 2D náčrt, ale zo začiatku môže pôsobiť chaotickejšie. Pri každom náčrte, napr. čiary, musíme programu určiť, na ktorej osi sa bude táto čiara vyskytovať.



Obrázok 57: 2D náčrt potrubia

Na náčrt potrubia teda použijeme nástroj Line. Týmto nástrojom podľa obrázka postupujeme a postupne vytvárame náčrt potrubia. Po každej načrtnutej čiare musíme vyniesť kótu, vďaka ktorej upravíme aj veľkosť danej časti.



Obrázok 58: 3D Náčrt potrubia

Po dokončení náčrtu potrubia ideme pokračovať úpravami. Prvou úpravou je zaoblenie rohov potrubia. Túto úpravu vieme vytvoriť vďaka nástroju Bend. Po otvorení okna nástroja Bend nám ostáva určiť veľkosť zaoblenia. Použijeme veľkosť 10 mm a následne kurzorom myši zaklikneme všetky rohy (Obrázok 59).

Ďalšou úpravou je vytvorenie samotného potrubia. Náš model zatiaľ prezentujú len čiary. Na vytvorenie potrubia si najskôr musíme určiť hladinu. V tejto úlohe to je konkrétne hladina XZ, na ktorej sme začínali náčrt. Po zakliknutí tejto hladiny sa dostaneme v tejto úlohe prvýkrát do 2D náčrtu. Nami modelované potrubie bude mať polomer 15 mm. Po dokončení potvrdíme náčrt a vrátime sa do 3D náčrtu (Obrázok 60).



Obrázok 59: Zaoblenie rohov potrubia



Obrázok 60: Nastavenie tvaru a priemeru potrubia

V poradí treťou úpravou je použitie nástroja Sweep. Po výbere tohto nástroja sa nám otvorí okno jeho nastavení. Vyberieme si kurzor Path. Následne označíme v náčrte čiaru, ktorá definuje nami modelované potrubie. Následne sa nám zjaví možnosť, ako bude naše potrubie vyzerať, na základe nami načrtnutého priemeru v predchádzajúcom kroku. Klikneme na tlačidlo OK a potrubie máme takmer hotové.



Obrázok 61: Vytvorenie potrubia

Po vytvorení potrubia môžeme dať modelu vlastnosť chrómu alebo plastu, vyberáme podľa ďalšieho použitia. Poslednou úpravou tohto modelu bude vytvorenie jeho vnútorného priemeru. Posledným použitým nástrojom bude nástroj Shell, ktorý sme už párkrát použili pri vytváraní dier. Po zakliknutí tohto nástroja sa nám zobrazí okno, v ktorom nastavíme nasledovné veci. Zaklikneme kurzor pri možnosti "Remove faces" a hrúbku "Thickness" nastavíme na 2 mm (Obrázok 62).

Následne klikneme na začiatok potrubia, teda na miesto, kde nám má vzniknúť vnútorný priemer. Nezabudneme zakliknúť aj koniec potrubia. Nástroj nám vytvorí dieru a model potrubia je hotový.



Obrázok 62: Vytvorenie vnútorného prierezu potrubia

Úloha č. 17: Príruba hriadeľa

Táto úloha je určená na zopakovanie základných prác v programe Inventor. Na začiatku práce máme k dispozícii technický výkres súčiastky – príruby hriadeľa (Obrázok 63).



Obrázok 63: Technický výkres príruby

Po preštudovaní technického výkresu môžeme začať. Prvým krokom, ako v každej jednej úlohe, je vybrať si normu modelovania (Standard.ipt) a následne hladinu, v ktorej budeme modelovať. Po výbere hladiny ako prvé modelujeme základňu tejto súčiastky, teda spodnú časť. Rozmery čítame z technického výkresu. Po vytvorení spodnej časti súčiastky pokračujeme vysunutím súčiastky pomocou nástroja "Extrude". Veľkosť vysunutia je 10 mm (Obrázok 64).



Obrázok 64: Vytvorenie základne príruby

Ďalším nástrojom, ktorý použijeme, je nástroj "Fillet". Týmto nástrojom vytvoríme zaoblenie rohov, konkrétne rádius nastavíme na 20 mm (Obrázok 64).



Obrázok 65: Skosenie rohov základne

Ďalším krokom po vytvorení spodnej časti súčiastky pokračujeme do 2D náčrtu. Kliknutím na hornú časť 3D modelu zaklikneme 2D náčrt. Vybrali sme si teda hladinu, na ktorej budeme 2D náčrt realizovať. Našou úlohou je rozmiestniť štyri diery do rohov súčiastky. Na hociktoré miesto blízko okraja súčiastky umiestnime štyri kruhy, pomocou nástroja Circle. Následne pomocou kóty upravíme ich veľkosť, a tiež pomocou kót umiestime tieto kruhy na ich miesto. Ďalšou úlohou je vytvoriť diery, môžeme použiť nástroj Extrude a nastaviť odpočítanie.



Obrázok 66: Náčrt dier

Keď máme vytvorenú spodnú časť súčiastky, ďalej pokračujeme vytvorením strednej vysunutej časti súčiastky. Preklikneme sa do 2D náčrtu a na stred súčiastky vytvoríme dva kruhy v rozmeroch 34 mm a 18 mm. Menší kruh nám definuje vnútorný prierez. Preklikneme sa do 3D modelovania a strednú časť vysunieme pomocou nástroja Extrude. Výšku vysunutia čítame z technického výkresu (Obrázok 67).

Keď máme hotovú základnú časť súčiastky, našou úlohou je vytvoriť bočné podpery. Teraz môžeme použiť nástroj "Slice graphics", ktorý aktivujeme aj klávesom F7. Tento nástroj nám umožní vidieť súčiastku v jej priereze. Presne táto vlastnosť nástroja nám pomôže umiestniť prvú podperu. V 2D náčrte ju nakreslíme pomocou nástroja "Line". Vo vlastnostiach môžeme nastaviť farbu na Light Red. Rozmery a vzdialenosti čítame z technického výkresu (Obrázok 68).



Obrázok 67: Vysunutie stredovej časti príruby



Obrázok 68: Prierez stredom súčiastky

Po vytvorení náčrtu podpery klikneme na "Dokončiť 2D náčrt" a následne v 3D modeli použijeme nástroj "Rib", ktorý nám slúži na vypĺňanie. Nastavíme šírku (5 mm) a štýl vyplnenia. Následne vidíme, ako sa nám vytvorila prvá podpera (Obrázok 69).



Obrázok 69: Vymodelovanie prvej podpery

Ak sa nám podarilo vytvoriť prvú podperu, budeme potrebovať ešte ďalšie tri. Teraz použijeme nástroj "Circular", ktorý sme už párkrát použili v predchádzajúcich úlohách. Po kliknutí na nástroj sa nám otvorí okno nastavenia nástroja. Postupne nastavíme počet opakovaní a stupne, v ktorých nám má vytvoriť podpery. Po kliknutí na tlačidlo OK máme podpery hotové.



Obrázok 70: Modelovanie ostatných podpier

Poslednou úlohou je dotvoriť stredovú dieru. Pri náčrte spodnej časti súčiastky sme ju nevytvorili. Potrebujeme označiť hladinu, na ktorej sme začali 2D náčrt stredovej vysunutej časti. V okne Model by sme túto časť súčiastky mali mať označenú Sketch3. Môžeme teda hľadať na súčiastke alebo v okne Model. Po zakliknutí tejto hladiny nastavíme odpočítanie nástroja "Extrude" a diera je hotová.



Obrázok 71: Modelovanie spodnej diery



Obrázok 72: Výsledný 3D model príruby hriadeľa

Úloha č.18: Zostava

Predposlednou úlohou bude zostava. Autodesk Inventor umožňuje nielen skladať zostavy z hotových dielov, ale v rámci zostavy aj nové diely vytvárať. Pred zahájením práce v zostave je nutné otvoriť šablónu pre tvorbu zostáv, ktorá má príponu ".iam". Výsledkom zostavy sú modely, technický výkres a taktiež aj video.



Obrázok 73: Výber štandardu zostava

Po kliknutí a výbere tohto štandardu nám program ponúkne inú pracovnú plochu, na akú sme zvyknutý. Hlavným dôvodom je prispôsobenie práce pre modelára. Zostavy majú výhodu v tom, že softvér nám ponúka už vopred pripravené modely. Je už len na nás, akú zostavu chceme modelovať. Našou úlohou bude vytvoriť jednoduchý model ozubeného kolesa, ktorý je hnaný závitom. Prvý krok je výber tohto typu. Postupujeme podľa obrázka a vyberieme "Worm gear".



Obrázok 74: Výber typu zostavy

Po výbere sa nám zobrazí okno, ktoré nazývame generátor komponentu, v ktorom si musíme vybrať, ako bude naša zostava vyzerať. Postupne sa preklikávame medzi riadkami v zobrazenom okne a nastavujeme rôzne vlastnosti modela. Napr. koľko zubov bude obsahovať ozubené koleso, jeho veľkosť. Tak isto nastavíme aj závit, jeho dĺžku, stúpanie závitu a celkovú veľkosť.

Design 🎜 Calcul	stion	~				S 2 5
Common Desired Gear Ratio		Tan. Module		Tan. Pressure Angle		Hebx Angle
40.0000 ul	+	4.000 mm	٠	20.0000 deg	•	5.7106 deg 🕠 🔀
Preview	1					Center Distance
Worm				Worm gear		
Component	•	A Control Face		Component.	•	A Culotical Face
Number of Threads				Number of Teeth		
14		R Start plane		40 ul		R Start plane
Worm Length				Facewidth		
60.000 mm				20.000 mm		
Pitch Diameter		Dameter Factor		Unit Correction		
40.000 mm		10.0000 ul	٠	0.0000 ul		

Obrázok 75: Nastavenie súčiastok v zostave

V generátore komponentu si vieme vyskladať zostavu, nastaviť všetky dôležité parametre. Po kontrole klikneme na tlačidlo "Calculate", ktoré nám prepočíta veľkosti a počty zubov, ktoré má zostava obsahovať. Pri nevhodnom nastavení nám automaticky prepočíta, ako je najvhodnejšie zmeniť počet zubov na ozubenom kolese alebo stúpanie na závite. Po nastavení všetkých komponentov klikneme na tlačidlo OK a zostava je vytvorená.



Obrázok 76: Vygenerované súčiastky zostavy

Výsledná zostava ešte potrebuje nastaviť, aby sme ju mohli označiť za hotovú. Nastavením myslíme jej "spojazdnenie".



Obrázok 77: Nastavenie zostavy

Prvým krokom je nastavenie "Center point" oboch súčiastok. Je to bod, ktorý sa stane hlavným bodom, okolo ktorého sa bude súčiastka točiť. Kurzorom myši si otvoríme okno "Model", v ktorom sa nachádzajú súradnice oboch našich súčiastok. Po kliknutí na hociktoré súradnice sa nám na modeli zobrazia ich náhľady. Už vidíme, že ktorú hladinu budeme potrebovať nastaviť ako "Center point". Po kliknutí na tento point myšou klikáme na súčiastku a určíme jej "Center point". Urobíme takto na oboch súčiastkach.

Druhým krokom je nastavenie uhla sklonu súčiastok v zostave. Tento úkon vykonávame hlavne kvôli prehľadnosti súčiastok v zostave. V okne "Model" si vyberiem jednu zo súčiastok a určím si os, podľa ktorej potrebujem vykonať sklon. My sme si vybrali os Z, podľa ktorej vieme ozubené koleso pohybovať v uhle.



Obrázok 78: Nastavaenie uhla súčiastky

Po nastaveniach, vykonaných v zostave, pokračujeme ďalej. Našou úlohou je vytvoriť video pohybu nami modelovanej zostavy. Nastavenia vykonávame v okne "Model". Vyberieme si záložku "Modeling View", v ktorom sa nachádzame v náhľade zostavy.



Obrázok 79: Nastavenie animácie zostavy - základ

V záložke "Relationships" sa nachádza bod "Angle", vďaka ktorému vieme zostavu rozpohybovať. Kliknutím pravým tlačidlom myši sa nám zobrazí ponuka, kde vyberieme prepísať a "Angle" prepíšeme na "Animation". Po výbere tejto možnosti sa nám zobrazí okno "Drive (Animation)".

within (ma)	- P	osition = (0.0)	0 deg)	
itart	End	-	Pause Delay	
0.00 deg) 360*2	0deg 🖡	0.000 s	
	-	-		
4 +	144 44	+ ++		
No.				
N N N	inimize dalog o	suring recordin	9	
3		OK	Cancel	<<
Drive Adaptivi	tγ			
Collision Deter	ction			
Collision Detection	tion	Repett	ons	
Collision Deter Increment	ction value	Repett	ons t/End	
Collision Deter Increment a amount of v	ction value	Repetti © Star © Star	ons t/End t/End/Start	
Collision Detect Increment amount of v total # of st	ction ratue	Repetti Star	ons t/End t/End/Start) ul	
Collsion Detect Increment amount of st total # of st	tion value	Repetti Star Star 1.000	ons t/End t/End/Start) ul	

Obrázok 80: Nastavenie animácie – rozšírené

Animáciu v tomto softvére vytvárame na základe uhlov, preto je dôležité nastavenie začiatku a konca pozície. Štartujeme na 0 stupňoch a koniec je na 360 stupňoch. Dôležitým údajom je aj počet opakovaní, ktorý pripíšeme do kolónky "END". Natavili sme teda otáčanie o 360 stupňov, ktoré sa bude opakovať dvestokrát. Dôležitým krokom je tiež nastavenie rýchlosti otáčania. Preddefinované je 1, ale my nastavíme rýchlosť na 5 (viď obrázok). Po vykonaní nastavení môžeme spustiť animáciu. Pracujeme v status bare, v okne "Drive".

Po dokončení animácie zostavy nám ostáva ešte posledná úprava. Tou je zmena farby zostavy. Pracujeme podobne ako aj v predchádzajúcich cvičeniach. Kliknutím na "Material" v hornej časti sa nám otvorí RGB spektrum, v ktorom si vieme vybrať farbu ako chceme. Nastavíme farby a pre lepšie zobrazenie animácie, zostavu otočíme.



Obrázok 81: Výber materiálu a farby zostavy



Obrázok 82: Výsledná zostava

Úloha č. 19: Modelovacia plastelína

Na záver čitateľom ponúkame netradičné zadanie, ktoré sa vykoná pomocou modelovacej plastelíny. K dispozícií máme náčrt súčiastky, jej rozmery a modelovaciu plastelínu. V tejto úlohe pracujeme hlavne s predstavivosťou a schopnosťou čítať technické výkresy.



Obrázok 83: Nákres súčiastky



Obrázok 84: Ukážka výsledného modelu z modelovacej plastelíny

Literatúra

ASPERL, A., How to teach CAD. Computer-Aided Design and Applications, Volume 2,Issue 1, 2005, pp. 459-468, doi: 10.1080/16864360.2005.10738395

BELMANS, R. AND GEYSEN, W., CAD-CAE in ElectricalMachines and Drives Teaching. EuropeanJournal of EngineeringEducation, Volume 13, Issue 2, 1988, pp. 205–212

BILALIS, N., ComputerAided Design CAD. INNOREGIO: dissemination of innovation and knowledge management techniques. TechnicalUniversity of Crete, 2000

FOŘT, P.AND KLETEČKA, J., AutodeskInventor. Brno, Computer Press, 2004

CHANG, K.H., Product Design Modellingusing CAD/CAE. Academic Press USA, 2014

KAMINAGA, K., FUKUDA, Y. AND SATO, T., Successful examples in CAD/CAE teaching. Sun, Q., Tang, Z.and Zhang, Y. (Eds.), Computer Applications in Production Engineering. IFIP Advances in Information and Communication Technology, pp. 214-221.Boston, Springer, 1995, doi: 10.1007/978-0-387-34879-7_23

KUNA, P. HAŠKOVÁ, A. PALAJ, M. SKAČAN, M. ZÁHOREC, J.: How to teach CAD/CAE systems. In: iJEP International Journal: Engineering Pedagogy, 2018, Vol. 8, No.1, 2018, s. 148 - 162, ISSN 2192-4880

Názov:	Technická grafika
	Zbierka úloh pre stredné odborné školy
Autor:	Ing. Mgr. Peter Kuna,PhD.
	Mgr. Miloslav Skačan, PhD.
Recenzenti:	Prof. Ing. Veronika STOFFOVÁ, CSc.
	doc. Ing. Štefan Koprda, PhD.
Jazyková korektúra:	Mgr. Ľubica Arpášová
Cover design:	Mgr. Miroslav Šebo, PhD.
Motív na obálke:	Mgr. Miroslav Šebo, PhD.
Technická úprava:	Ing. Mgr. Peter Kuna, PhD.
Vydanie:	prvé
Rok:	2021
Rozsah:	63 s.
Vydavateľ:	UKF v Nitre
Tlač:	online / CD
Náklad:	100 ks

Všetky práva vyhradené. Toto dielo ani žiadnu jeho časť nemožno reprodukovať bez súhlasu majiteľov práv.

Publikácia bola vydaná v rámci projektu KEGA 017UKF-4/2020

ISBN 978-80-558-1826-9