

# Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

# Fakulta strojní



# MODELOVÁNÍ V INVENTORU

# Učební text předmětu "Grafické systémy II"

Martin Janečka Oldřich Učeň

#### Ostrava 2011



Tyto studijní materiály vznikly za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu OP VK CZ.1.07/2.3.00/09.0147 "Vzdělávání lidských zdrojů pro rozvoj týmů ve vývoji a výzkumu".

Název:	Modelování v INVENTORU
Autoři:	Ing. Martin Janečka, Ing. Oldřich Učeň, Ph.D.
Vydání:	první, 2011
Počet stran:	28

Studijní materiály pro studijní obor Konstrukce strojů a zařízení Fakulty strojní Jazyková korektura: nebyla provedena.



Tyto studijní materiály vznikly za finanční podpory Evropského sociálního fondu a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost.



Název:Vzdělávání lidských zdrojů pro rozvoj týmů ve vývoji a výzkumuČíslo:CZ.1.07/2.3.00/09.0147Realizace:Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

- © Martin Janečka, Oldřich Učeň
- © Vysoká škola báňská Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-2740-7

# **POKYNY KE STUDIU**

# Modelování v INVENTORU

Pro předmět Grafické systémy II, 4. semestru oboru Konstrukce strojů a zařízení jste obdrželi studijní balík obsahující:

- integrované skriptum pro distanční studium obsahující i pokyny ke studiu,
- přístup do e-learningového portálu obsahující doplňkové animacemi vybraných částí kapitol,

#### Prerekvizity

Pro studium tohoto předmětu se předpokládá absolvování předmětu z 3. semestru Grafické systémy I.

#### Cílem předmětu

Cílem je seznámení se se zásuvnými moduly v CADU INVENTOR verze 2011. Po prostudování modulů by měl student být schopen zvládnout a osvojit si znalosti v pokročilém modelování v systému INVNETOR 2011.

# Pro koho je předmět určen

Modul je zařazen do bakalářského studia oboru Konstrukce strojů a zařízení studijního programu Strojírenství, ale může jej studovat i zájemce z kteréhokoliv jiného oboru, pokud splňuje požadované prerekvizity.

Skriptum se dělí na části, kapitoly, které odpovídají logickému dělení studované látky, ale nejsou stejně obsáhlé. Předpokládaná doba ke studiu kapitoly se může výrazně lišit, proto jsou velké kapitoly děleny dále na číslované podkapitoly a těm odpovídá níže popsaná struktura.

# Při studiu každé kapitoly doporučujeme následující postup:



# Čas ke studiu: xx hodin

Na úvod kapitoly je uveden čas potřebný k prostudování látky. Čas je orientační a může vám sloužit jako hrubé vodítko pro rozvržení studia celého předmětu či kapitoly. Někomu se čas může zdát příliš dlouhý, někomu naopak. Jsou studenti, kteří se s touto problematikou ještě nikdy nesetkali a naopak takoví, kteří již v tomto oboru mají bohaté zkušenosti.



- Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět
  - Popsat ...
  - 🔸 Definovat ...
  - Vyřešit ...

Ihned potom jsou uvedeny cíle, kterých máte dosáhnout po prostudování této kapitoly – konkrétní dovednosti, znalosti.



#### Výklad

Následuje vlastní výklad studované látky, zavedení nových pojmů, jejich vysvětlení, vše doprovázeno obrázky, tabulkami, řešenými příklady, odkazy na animace.

# Shrnutí pojmů

Na závěr kapitoly jsou zopakovány hlavní pojmy, které si v ní máte osvojit. Pokud některému z nich ještě nerozumíte, vraťte se k nim ještě jednou.

Úspěšné a příjemné studium s tímto učebním textem Vám přejí autoři.

Ing. Martin Janečka, Ing. Oldřich Učeň, Ph.D.

# OBSAH

1	V	YTVÁŘÍME SESTAVY POMOCÍ NOVÉHO PŘÍKAZU SESTAVENÍ	7
	1.1	Vytváříme sestavy v Autodesku Inventoru 2011	7
2	N	OVINKY KONSTRUKČNÍCH PRACOVNÍCH PRVKŮ	12
	2.1	Konstrukční pracovní prvky – pracovní roviny	12
	2.2	Konstrukční pracovní prvky – pracovní osy	13
	2.3	Konstrukční pracovní prvky – pracovní body	14
3	D	DESIGN AKCELERÁTOR - GENERÁTORY SOUČÁSTÍ	16
	3.1	Generátor hřídelí	16
	3.2	Generátor ložisek	19
	3.3	Generátor per	20
	3.4	Další typy generátorů	22
4	Р	PARAMETRICKÉ MODELOVÁNÍ – ISOUČÁST	23
	4.1	Generátor nosných konstrukcí – parametrické modelování	23
	4.2	Vytvoření I-součásti	25
5	Z	LÁVĚR	28

# 1 VYTVÁŘÍME SESTAVY POMOCÍ NOVÉHO PŘÍKAZU SESTAVENÍ

V úvodní kapitole se seznámíme s vazbením součástí v programu Autodesk Inventor 2011, konkrétně s novým příkazem pro tvorbu sestav. Ikonu příkazu pro skládání sestav "**sestavení**" naleznete v panelu umístění, viz obrázek 1.1.



Obrázek 1.1 – Příkaz sestavení v záložce umístění

V oblasti sestav je tento nástroj v Inventoru 2011 zcela novým prvkem. Program však zachovává všechny příkazy a funkčnosti původních nástrojů skládání sestav, to znamená, že původní příkaz vazby můžete nezávisle taky používat.

# 1.1 Vytváříme sestavy v Autodesku Inventoru 2011



# Výklad

Příkaz pro tvorbu sestav nám umožňuje nejen automatickou, ale i manuální definici polohy součástí v sestavě podle obrázku 1.1.1. Navíc je tam možnost dodatečné korekce polohy součástí. Opět je tedy na každém uživateli zvlášť, zdali chce používat automatický návrh samotného programu při skládání sestavy nebo zda si vybere příkazy pro vazbení manuálně.



Obrázek 1.1.1 – Automatické a manuální zobrazení příkazu sestavení

Pro vlastní určení polohy součásti lze použít nejen existující geometrii součástí, ale i pracovní prvky (pracovní roviny, body, osy). Obě možnosti lze však i kombinovat. To znamená, že je možné tímto příkazem zvolit např. pracovní osu a současně vybrat vnější průměr díry. Stejným způsobem lze použít postupy na pracovní body a pracovní roviny, které se chovají identicky z pohledu nových nástrojů.

Můžeme také vyjít z definic souřadného systému sestavy či součásti. Tento pracovní postup preferujeme u složitějších sestav, ve kterých musíme užívat reference. Jsou to například globální body, pracovní roviny či osy, které nám poskytují u skládání jednoduchou orientaci (bod vazbený k bodu, či rovina vazbená na rovinu).

Co nástroj neumožňuje je skládání pohybových vazeb. Ty zůstaly v původním obsahu vazeb. Pohybové vazby se však používají méně než ostatní typy vazeb. Pro vazbení pohybovými vazbami je proto nutné opět spustit příkaz vazby.

Pojďme si tedy funkce při vazbení příkazem sestavení vysvětlit na řešeném příkladu.



Řešení praktického příkladu jako součást výukového textu.

Na obrázku 1.1.2 máme sestavit kolo a pneumatiku tak, abychom použili co nejméně vazebních úkonů. Použijeme tedy příkaz sestavení, který omezí klikání a pohyb myši na minimum.



Obrázek 1.1.2 – Počáteční stav při skládání sestavy kola a pneumatiky

Po vybrání příkazu v záložce umístění v hlavním panelu, se nám příkaz nastaví do režimu automaticky. Při výběru (kliknutí levým tlačítkem myši) první plochy na součásti *kolečko* a přiblížení se a výběrem plochy na součásti *pneumatika*, nám daný příkaz nabídne možnosti zavazbení součástí, viz obrázek 1.1.3. V našem případě vazbu **proti sobě** – **zarovnat**. Samozřejmě, že při samotném vazbení lze nastavit i odsazení od základny (v našem případě ponechejte 0).



Obrázek 1.1.3 – Součásti sestavy při automatickém vazbení

Program opravdu našel vazbu, která je pro řešení v naší situace správná. Stačí tedy jen vazbu použít. Výsledek prvního zavazbení vidíte na obrázku 1.1.4, kde se kurzorem myši ukazuje na vnější hranu součásti *kolečko* pro konečné zavazbení.



Obrázek 1.1.4 – Součásti sestavy po počátečním zavazbení

Program nám opět nabídne své řešení dané situace s vybranou vazbou. Z obrázku 1.1.5 je patrné, že příkaz sám nás přímo vybízí k výběru hrany (plochy) pro další vazbení. V našem případě vybereme vnitřní hranu součásti *pneumatika*. Příkaz nám opět nabídne možnost pro vazbu a to **vložit – zarovnané**. Vazba je znovu správná, proto ji použijeme.



Obrázek 1.1.5 – Součásti sestavy při konečném vazbení

Měli bychom se ještě zmínit o tom, když vazba, kterou vybral příkaz, správná není. V tom případě si můžete vazbu z nabídky aplikačního okna změnit na vámi požadovanou. Na posledním obrázku 1.1.6 této kapitoly vidíte zavazbenou sestavu a potvrzení všech vazeb na tlačítku **OK**. Samozřejmě, že existuje i manuální způsob vybrání vazeb, avšak v tomto

konkrétním případě je automatický způsob rychlejší, neboť příkaz vybral přesně to, co jsme potřebovali. Oba způsoby sestavení sestav naleznete v přiložené animaci\_1 na CD.



Obrázek 1.1.6 – Součásti sestavy zavazbené

# Shrnutí pojmů 1.1.

**Sestavení** je příkaz, který zrychlí práci a funkční navrhování u sestav. Je však na každém uživateli, který z postupů (novější či starší koncepce) mu bude vyhovovat. Nám se tento nový příkaz líbí a pro rychlejší skládání sestav jej můžeme jen doporučit.



# Otázky 1.1.

- 1. K čemu nám slouží příkaz sestavení?
- 2. Kde se tento příkaz dá použít?



# Úlohy k řešení 1.1.

1. Řešte následující úlohu, kterou naleznete na výukovém CD či e-learningovém portálu ve složce **animace\_1**. Výsledek a součásti použité k řešení, naleznete ve složce **součásti pro animaci\_1**.

# 2 NOVINKY KONSTRUKČNÍCH PRACOVNÍCH PRVKŮ

V této kapitole se seznámíme s novými možnostmi pracovních prvků, které jistě všichni hojně využíváme. Nástroje pro tvorbu pomocných pracovních prvků jsou k dispozici v nabídce ve třech základních sadách podle typu pracovního prvku a jeho významu.

Ikony příkazů pracovních prvků naleznete v panelu *pracovní konstrukční prvky*, viz obrázek 2.1. Patří sem pracovní rovina, pracovní osa, pracovní bod a málo kdo ví, že zde je i uživatelský souřadný systém.



Obrázek 2.1 – Pracovní konstrukční prvky



# 2.1 Konstrukční pracovní prvky – pracovní roviny

# Výklad

V nově vydané verzi Inventoru 2011 se počet vylepšení pro vytváření konstrukčních pracovních prvků zvětšil. Jak je patrné z obrázku 2.1.1, pracovní rovinu (dále jen rovinu) můžeme určit několika způsoby, které ve starších verzích nebyly dostupné. Tím se zvětšila možnost úpravy u tvarově složitějších prvků.

Použití pracovních rovin je na součástech velmi různorodé, ale například drážku pro pero na válcové ploše jsme zvládli až po více postupech. S novými jednoznačně určujícími funkcemi se vaše práce usnadní. Tradiční postupy jsou tedy rozšířeny a jednoznačně určují, co a jak použiju na danou problematiku.

Pracovní roviny lze přímo definovat jak pomocí dalších pracovních rovin, ale lze také zvolit přístupy vázané na geometrii součásti, pracovní body, případně pracovní osy.



Obrázek 2.1.1 – Pracovní roviny

# 2.2 Konstrukční pracovní prvky – pracovní osy

Tvorba pracovních os definuje sjednocený přístup k objektům rotačního tvaru a to jak v rovině, tak v prostoru. Příkazy nyní umožňují snadné vytvoření pracovních os jako průsečíků rovinných a prostorových objektů. Jednoznačnou definici pracovních os využijete například pro tvorbu profilů při šablonování a tažení. Lze je také prokládat k nerotačním rovinným tvarům, například k elipse. Nové prvky při tvorbě pracovních os jsou patrné z obrázku 2.2.1.



Obrázek 2.2.1 – Pracovní osy

# 2.3 Konstrukční pracovní prvky – pracovní body

V oblasti vytváření pracovních bodů se změna dotýká vytvoření pracovních bodů přímo z geometrie, nemusí se používat tedy jen body fixní. Pracovní body mohou být samozřejmě využity nejen pro tvorbu součástí, ale také například pro definici trajektorií při konstrukci potrubí, což je v praxi velmi problematické.

Dále body snadno určíte průsečíky rovin, čar či jejich kombinaci. Což v dřívější podobě bylo možné jen zdlouhavým výběrem příslušných konstrukcí a ne vždy jste narazili na potěšitelný výsledek. Změny v oblasti vytváření pracovních bodů lze vidět na obrázku 2.3.1.



Obrázek 2.3.1 – Pracovní body

Nastavení jednotlivých prvků je doplněno o přímé nastavení parametrů, kde přímo u součásti nastavujete dané hodnoty. Nemusíte tedy myší jezdit přes celou obrazovku, ale můžete provést jejich výběr přímo u součásti.



**Pracovní konstrukční prvky jsou** příkazy, kterými v nové verzi Inventoru nejen zrychlíte svou práci, ale usnadníte si i jejich vytváření na různých typech součástí. Skládají se z pracovní roviny, pracovní osy, pracovního bodu a uživatelského souřadného systému.



# Otázky 2.1.

- 1. K čemu nám slouží příkazy pracovních prvků?
- 2. Kdy tyto příkazy používáme?

# 3 DESIGN AKCELERÁTOR - GENERÁTORY SOUČÁSTÍ

V Inventoru jsou tyto návrhy součásti převzaty s Mechanical design v Autocadu, kde pomocí norem a normalizovaných prvků jste schopni rychle navrhnout součásti, sestavy i nové prvky, či udělat různé typy spojů těchto prvků.

Všechny generátory se zakládají na možnostech rychlejšího navrhování součástí pomocí vlastního návrhu přes různé druhy tabulek. Navíc se většina z nich skládá z výpočtové části, kde můžeme danou součást podrobit různému typu umístění podpor, reakcí a zatížení.

Níže jsou popsány některé z nich, avšak i ostatní pracují na podobné, ne-li stejném principu návrhu. Generátory jsou v designu akcelerátoru v záložce **převod energie**, jak lze vidět na obrázku 3.1.



Obrázek 3.1 – Záložka převod energie



Chcete-li aktivovat design akcelerátor, je třeba přejít do normy pro vytváření sestavy!

Při využívání všech generátorů bych vás chtěl jen upozornit na tlačítko **OK**. Když ho potvrdíte, tak daný příkaz (v našem případě generátor) ukončíte. Proto vždy vše nejprve navrhněte, upravte a až to vše budete mít, tak pak teprve potvrďte tlačítkem **OK**. Jinak se budete muset do návrhu vrátit přes pracovní strom či je navrhnout znova.

Další věcí je možnost propojení Inventoru a excelu, kde jste schopni si nadefinovat nejen rozměry, ale i připravit výpočty, dle kterých se pak samotný program řídí.

# 3.1 Generátor hřídelí

Potřebujeme-li navrhnout hřídel na danou nosnost, velikost či soustavu a známe vzdálenosti podpor, či si jen potřebujeme hřídel ověřit výpočtem, je tento generátor tím pravým pro náš návrh. Generátor naleznete v záložce převod energie, jakož i ostatní převodové prvky.



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

Seznámíte se s příkazem generování hřídelí.

↓ Naučíte se ovládat design akcelerátor.



Při výběru jakéhokoli generátoru, vám pravděpodobně vyskočí tabulka, která se ve většině případů skládá z návrhu a výpočtu. U generátoru hřídelí je tam navíc záložka grafy, jak můžete vidět na obrázku 3.1.1.

🖡 Návrh 🫛 🎜 Výpočet	🖄 Grafy	💕 🛃 😭 (
	Osa, počátek, orientace	Sestavit
Elementy Elementy		
	▼ 🗾 ▼ Válec 50 x 100	
- 4 🖶 🗖	Válec 80 x 100	
₿ 💻 🖶 📐	🗾 Válec 55 x 100	
🚽 🚟 Drážka p	ro pero 16 x 4 x 45 ISO 2491 A	

Obrázek 3.1.1 – Generátor hřídelí - návrh

V záložce n*ávrh* jste schopni umístit počátek či osu a pak jednotlivé elementy, ze kterých se bude hřídel skládat. V našem případě 3 elementy. Elementy mohou být různého typu a každý element pak má ještě další možnosti jako je třeba zaoblení, vytvoření drážky pro pero apod.

Navrhli-li jsme si tedy počet elementů hřídele, přejdeme na záložku *výpočet*, kterou můžete vidět na obrázku 3.1.2. Zde je několik záložek, ve kterých si nastavíme **materiál** (nemáme-li přednastaveno), **vlastnosti výpočtu**. Dále pak **zatížení a podpory**, vidíme je na obrázku hřídele, na kterém jsme je schopni nadefinovat. Máme-li vše nastaveno, použijeme tlačítko dole **vypočítat**. Po jeho aktivaci vidíme vpravo **výsledky.** Jsme-li spokojeni, můžeme přejít na záložku grafy, kterou vidíme na obrázku 3.1.3. Nejsme-li spokojeni, je třeba upravit některé parametry, ať již v *návrhu* či při *výpočtu*.

# DESIGN AKCELERÁTOR - GENERÁTORY SOUČÁSTÍ



Obrázek 3.1.2 – Generátor hřídelí – výpočet



Obrázek 3.1.3 – Generátor hřídelí - grafy

V záložce grafy si můžeme vybrat z několika zobrazení grafů, v různých rovinách či pro různé typy zatížení. Vše se nám pěkně zobrazí s lokálními extrémy, kde je snadné odečíst jejich hodnoty. Nechybí opět výsledky výpočtu. Jsme li spokojeni s návrhem i výpočty, stačí už jen stisknout klávesu **OK** a vložit hřídel do sestavy, do souřadného systému v sestavě.

#### 3.2 Generátor ložisek

Jestliže víme, jaké ložisko v dané situaci chceme použít, vložíme ho z obsahového centra. Potřebujeme-li však navrhnout vhodné ložisko pro konkrétní případ a známe součásti respektive jejich alespoň některé rozměry, použijeme tento generátor.





# Výklad

Generátor ložisek se skládá jen z *návrhu a výpočtu*. Pro jeho návrh však již potřebujete mít válcovou součást (např. hřídel), na kterou ložisko a typ ložiska budete navrhovat!

Jak je patrné z obrázku 3.2.1 musíme nejprve vybrat válcovou plochu a pak určit počáteční rovinu, ke které se dané ložisko bude vztahovat (např. konec hřídel).

Poté co tyto dva prvky vybereme, je třeba aktualizovat seznam ložisek. Ložisko poté vybereme až v záložce výpočet. Kdybychom však seznam neaktualizovali, neměli bychom na výběr žádné ložisko k použití a museli bychom jej celé v záložce výpočet navrhnout.



#### Obrázek 3.2.1 – Generátor ložisek - návrh

Přejdeme na záložku výpočet, kde je třeba z nabídky ložisek zvolit jedno, které chceme použít. Samozřejmě lze nastavit různé parametry pro výběr typu ložiska (norma, velikost apod.). Po zvolení typu ložiska provedeme výpočet, zda dané ložisko vyhoví podmínkám, které si předem nadefinujeme. Výpočet může být buď kontrolní, nebo si ložisko můžeme přímo sami navrhnout, pokud jsme jej tedy nevybrali již říve ze seznamu. Vše je patrné z obrázku 3.2.2. Jestliže nevyhoví, vybereme jiný typ, či předefinujeme parametry pro výpočet.

ierátor ložisek								
Návrh 😼 Výpočet								<b></b>
Typ pevnostního výpočtu			Vlastnosti	ložiska			Výsledky	
Kontrolní výpočet		~	Jmenovitý	úhel dotyku	α	15 deg 📀	L <sub>10</sub>	14957582 hr
7-10-1						26500 N	Lna	14957582 hr
zaczeni	12.2		Základní o	ynamická únosnost	С	2000 N	L <sub>10r</sub>	1346182 ul
Radiální zatížení	F <sub>r</sub> 40	00 N 📀	Základní s	tatická únosnost	$\subset_0$	22000 N	Loar	1346182 ul
Axiální zatížení	F. 0	N 🔉	Součinitel	dvnamického radiálního zatížení	x	0,60 ul 🔉 0,60 ul 🔉	Soc	55,00000 ul
Otáčky	n 15	500 rpm 🔷 🔉	Součinitel	dvnamického axiálního zatížení	Y	0,50 ul 🔰 0,50 ul 🔉	Pz	1,41372 W
-			Maarikaa			0.40.0	Fmin	220 N
		1	Mezhimou	nota FajFr	е		Pn	400 N
5			Součinitel	statického radiálního zatížení	×o	0,60 ul 📀	P	240 N
×			Součinitel	statického axiálního zatížení	Yo	0,50 ul 🔰	ka	0.000 ul
002			Exponent	pro určení životnosti	D	3,00000 ul 🔷 💈	a.	1.00 ul
94							-1 f.	1.00 ul
			Přípustné	otáčky pro mazání tukem	nLim <sub>1</sub>	0 rpm 🔰	n.	1500 rpm
			Přípustné	otáčky pro mazání olejem	nLim <sub>2</sub>	0 rpm 🔉	Desin	1500 rpm
					-		Denne	1500 rpm
			Výpočet ž	ivotnosti ložiska			Ložisko	10000
			Výpočet	dle ANSI/AFBMA 9-1990 (ISO 281-	-1990)	~	D	80.000 mm
0		100 br	Požadova	ná životnost	1	10000 br	d	50,000 mm
- 01		10011	J P0280048		-req		B	16,000 mm
Požadovaný součinitel statické beznečnosti	50	2,0 ul 🔉	Požadova	ná spolehlivost	Rreq	90 01	D	16,000 mm
	-0		Součinitel	zvláštních vlastností ložiska	az	1,00 ul 🔰		
Mazání			Součinitel	provozních podmínek	as	1,00 ul 🔉		
Součinitel tření	ц	0,0015 ul 🔉	Provozpí t	enlota	т	100 c 🔉		
	F		Provoznik	epioca				
Způsob mazaní			Součinitel	přídavných sil	r9	1,00 0		
Rodina	Určení	Vnější průměr	Vnitřní průměr	Šířka		^		
	B7210 AC	90,000 mm	50,000 mm	20,000 mm				
Rolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC	DILLOTIN		50.000 mm	20,000 mm				
Rolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC Rolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC	146310	110,000 mm	00,000 mm					
Rolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC Rolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC Rolling bearing GB/T 292-2007 Type 70000C	146310 71810 C	110,000 mm 60,000 mm	50,000 mm	0,000 mm				
Rolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC Rolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC Rolling bearing GB/T 292-2007 Type 70000C Rolling bearing GB/T 292-2007 Type 70000C Bulling bearing GB/T 292-2007 Type 70000C	146310 71810 C 71910 C	110,000 mm 60,000 mm 70,000 mm	50,000 mm 50,000 mm	0,000 mm 10,000 mm				
Rolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC Rolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC Rolling bearing GB/T 292-2007 Type 70000C Rolling bearing GB/T 292-2007 Type 70000C Rolling bearing GB/T 292-2007 Type 70000C	146310 71810 C 71910 C 71910 AC	110,000 mm 60,000 mm 70,000 mm 70,000 mm	50,000 mm 50,000 mm 50,000 mm	0,000 mm 10,000 mm 10,000 mm				
Rolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC Kolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC Kolling bearing GB/T 292-2007 Type 70000C Kolling bearing GB/T 292-2007 Type 70000C	146310 71810 C 71910 C 71910 AC 7010 C	110,000 mm 60,000 mm 70,000 mm 2 70,000 mm 80,000 mm	50,000 mm 50,000 mm 50,000 mm 50,000 mm 50,000 mm	0,000 mm 10,000 mm 10,000 mm 10,000 mm				
Rolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC           Kolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC           Kolling bearing GB/T 292-2007 Type 70000C	146310 71810 C 71910 C 71910 AC 7010 C 7010 C	110,000 mm 60,000 mm 70,000 mm 70,000 mm 80,000 mm 80,000 mm	50,000 mm 50,000 mm 50,000 mm 50,000 mm 50,000 mm	0,000 mm 10,000 mm 10,000 mm 10,000 mm				
Rolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC Rolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC Rolling bearing GB/T 292-2007 Type 70000C Rolling bearing GB/T 292-2007 Type 7000C Rolling bearing GB/T 292-2007 Type 7000C Rolli	146310 71810 C 71910 C 71910 AC 7010 C 7010 C	110,000 mm 60,000 mm 70,000 mm 70,000 mm 80,000 mm 80,000 mm	50,000 mm 50,000 mm 50,000 mm 50,000 mm	0,000 mm 10,000 mm 10,000 mm 10,000 mm				
Rolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC Kolling bearing GB/T 292-2007 Type B70000AC Kolling bearing GB/T 292-2007 Type 70000C Kolling bearing GB/T 292-2007 Type 70000C Rolling bearing GB/T 292-2007 Type 7000C Rolling bearing GB/T 292-2007 Type	146310 71810 C 71910 C 71910 AC 7010 C 7010 AC	110,000 mm 60,000 mm 70,000 mm 2 70,000 mm 80,000 mm 80,000 mm	50,000 mm 50,000 mm 50,000 mm 50,000 mm 50,000 mm	0,000 mm 10,000 mm 10,000 mm 10,000 mm				

Obrázek 3.2.2 – Generátor ložisek - výpočet

Opět platí, že pro dokončení je třeba zvolit tlačítko **OK**. Na válcové ploše se objeví ložisko, s kterým je možno ještě manipulovat po válcové ploše (určit vzdálenosti od počáteční roviny). Stačí kliknout na šipky, či znovu přes pravé tlačítko myši upravit v design akcelerátoru.

#### 3.3 Generátor per

Máme-li navrhnout pero na hřídel i do náboje, nebo již máme vytvořenou drážku v hřídeli a potřebujeme tam vložit pero, aniž bychom znali jeho rozměry, využijme tento generátor.



Čas ke studiu: 0,5 hodina

Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- ↓ Seznámíte se s příkazem generování per.
- ✤ Naučíte se ovládat design akcelerátor.

# Výklad

V tomto generátoru se dají pera navrhovat již pro existující drážky nebo pro spojení náboje s hřídelí bez vytvořené drážky pro pero. Generátor se skládá z návrhu a výpočtu. Jak je patrné z obrázku 3.3.1 zvolíme si pero nejprve dle normy, známe-li velikost můžeme ji dosadit, ale není potřeba, protože využijeme funkční navrhování v praxi. Vybrali jsme typ pera a teď bychom měli vybrat drážku hřídele. Generátor nám umožňuje, jak bylo výše zmíněno, vybrat drážku existující nebo udělat na hřídeli úplně novou. Samozřejmě však musíme vybrat referenční roviny a orientaci. Vybrali-li jsme je, můžeme perem na hřídeli pohybovat, ale ne otáčet, protože generátor po nás chce vytvoření i náboje. Nejprve jej tedy vypněte a pak perem pohybujte do správné polohy.

enerátor sp	oojení perem				6
🗯 Návrh	<b>f</b> ⊖ Výpočet				<b>₽ f</b> <sub>9</sub>
Pero					1
ISO 249 16 x 7 - 1	1 A 45				✓ 3
				Počet per:	
		55,00000 mm	2	1,000 ul	~
				Úhel	
		45,000 mm	~	0,00 deg	4
Prážka hříd Vyberte	dele existující v Reference k M Orientac	ční 1 Referenční 2 e	Vyberte o	iboje Referenční 1 Referenční 2 Prientace	าเ
*					×
2				ОК	Storno

Obrázek 3.3.1 – Generátor per - návrh

Přejdeme k výpočtové části. Na obrázku 3.3.2 můžete vidět, co vše se dá opět nastavit. Po nastavení všech potřebných položek, přejdeme k výpočtu a jsme-li s výsledky spokojeni, potvrdíme **OK** a pero se vloží tam, kam jsme si ho navrhli.

				Mahaviál nova			-		
yp pevnostniho vypočtu				Material pera				Výsledky	1
(ontrolní výpočet			~	Vlastni		4		d <sub>min</sub>	38,100 mm
Zjednodušený výpočet				Dovolený tlak	PA	246,000 MPa	>	Imin	0,000 mm
				Materiál hřídele				lf	29,000 mm
atižení			_	Vlastní				Otlačeni	pera
/ýkon, otáčky> moment			*	Bundané Hali		246,000 MD-		2	229276,008 u
51.2.2.	n O	001 kw	>		PA	240,000 MPa	-	Deforma	0,001 MPa
/KON	P 0,	001 NW		Dovolene smykove napeti	τ <sub>A</sub>	344,000 MPa	1	S	229276 008
tacky	n J	500,000 rpm		Materiál náboje					0 001 MP:
věrný moment	т [0,	.003 N m	2	Vlastni				Deforma	ce drážky pera
ozměry				Douolopú Hok		246.000 MPa	>	S	229276.008 u
růměr hřídele	d 55	5,00000 mm	>		PA			- D-	0.001 MPa
nitřní průměr dutého hřídele	d <sub>b</sub> 25	5,400 mm	>	Vlastnosti spoje			-	1.0.00	31
elikost pera	b 10	5,000 mm	>	Počet per	N	1,000 ul	~		
	h 7,	.000 mm	>	Požadovaná bezpečnost	Sv	1,000 ul	>		
élka pera	45	i,000 mm	~		Podmínk	y zatížení			
:05:25 Výpočet: Výpočet skončil úsj	pěšně!			<u></u>					

Obrázek 3.3.2 – Generátor per - výpočet

# 3.4 Další typy generátorů

Výklad

Mezi další generátory, kterými jsme se výše nezaobírali, patří **ozubená kola, klínové** řemeny, vačky drážky a těsnící kroužek. Pracují na podobném principu jako výše zmíněné generátory. Necháme je už ale na vás, ať si je vyzkoušíte sami, jak pracují, co vše se tam musí zadávat, co je potřeba k jejich vytvoření.

# Shrnutí pojmů 3.1.

**Generátory** jsou příkazy, které efektivně zrychlí vaše funkční navrhování sestav. Před prvním ostrým použitím je však vhodné si danou problematiku nazkoušet na příkladech.

# Otázky 3.1.

- 1. K čemu nám slouží příkazy generátorů?
- 2. Kdy je používáme?



# Úlohy k řešení 3.1.

 Řešte následující úlohu, kterou naleznete na výukovém CD či e-learningovém portálu ve složce animace\_2. Výsledek a součásti použité k řešení, naleznete ve složce součásti pro animaci\_2.

# 4 PARAMETRICKÉ MODELOVÁNÍ – ISOUČÁST

Při konstrukci součásti je možné definovat geometrii modelované součásti nejen zadáním konkrétních číselných hodnot, ale také obecně pomocí tabulky proměnných (v Inventoru nebo v excelu).

#### 4.1 Generátor nosných konstrukcí – parametrické modelování

Generátor nosných konstrukcí nám umožňuje zrychlení funkčního návrhu konstrukcí využívajících standardně dodávané konstrukční prvky (U, L, I nosníky, kruhové tyče apod.), které jsou obsažené v různých normách.





Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- Seznámíte se s příkazem generování nosných konstrukcí.
- ✤ Naučíte se ovládat design akcelerátor.



# Výklad

Tento příkaz spolupracuje efektivně s programem excel, kde jste si schopni pro 2D nebo 3D modely navrhnout tabulku s hodnotami bodů v osách X, Y či ve všech třech osách X, Y, Z. Tu jste pak schopni propojit s Inventorem v modeláři.

Samotný příkaz se skládá z **generátoru nosné konstrukce** a nástrojů pro jeho úpravu jako jsou třeba **pokos, oříznout na profil** apod. Vše můžete vidět na obrázku 4.1.1.



Obrázek 4.1.1 – Generátor nosných konstrukcí

Při otevření samotného generátoru nosné konstrukce vám vyskočí jen jedna tabulka s jednou hlavní záložkou, ve které jste schopni vše zadat a vybrat.

Je to patrné z obrázku 4.1.2. Nejprve si tedy vždy vyberte *normu*, kterou budete používat, pak její *rodinu* (což znamená prvek – U, L, I apod.) a nakonec velikost daného prvku.

Dále je velmi důležitá *orientace*, hlavně u nesouměrných prvků. Na pravé straně jsou potom odsazení v různých osách či natočení prvků. Neméně důležitou ikonou je ta s

*umístěním*, kde si můžete vybrat ze dvou možností. První je výběr úsečky (na přímce, hraně apod.), druhá je pro umístění z daného bodu do bodu.

Vložit				E
Výběr profilu	Orientace			
Norma	0	0	0	Ţ
ANSI				0,000 mm >
Rodina				<b> </b> ⊷
ANSI AISC (čtverec) - Trubk 🔽	0	•	0	0,000 mm 🔰
Velikost				٢
Vyberte prvek 👻		0	0	0,00 deg 🔉 🔉
Styl materiálu	Ŭ	U	0	
Výchozí 🛛	Užival	elský bod		
Barevný styl	Umístění			
🔾 Dle materiálu 🛛 👻			k	Sloučit
	[	ок	Storn	o Použit

Obrázek 4.1.2 – Generátor nosných konstrukcí – vkládání konstrukcí

Musím říci, že tento generátor hojně používám, spolu s programem excel, kde si napíšu tabulku hodnot bodů, kterou pak importuji do Inventoru. Navíc se dá na tomto příkazu vyzkoušet vytváření 3D náčrtů.



**Generátor nosné konstrukce** je příkaz, který vám pomůže při návrhu ocelové konstrukce za použití parametrů, bodů a norem s konstrukčními prvky. Před prvním ostrým použitím je však vhodné si danou problematiku nazkoušet na příkladech.



# Otázky 4.1.

- 2. K čemu nám slouží příkaz generátor nosné konstrukce?
- 3. Kdy je používáme?



# Úlohy k řešení 4.1.

Řešte následující úlohu, kterou naleznete na výukovém CD či e-learningovém portálu ve složce animace\_3. Výsledek a součásti použité k řešení, naleznete ve složce součásti pro animaci\_3.

# 4.2 Vytvoření I-součásti

I-Součásti se vytvářejí na základě parametrického modelování a tabulky proměnných, kde jsou generovány podstatné informace pro model. Model je následně popsán obecnými parametry (šířka, výška, počet apod.), které mají být modifikovány a propojeny s parametry v definiční tabulce I-Součásti.



		and the second second	Charl Andread Manfacture Laboration Contents	Versielenderstellen Bereiten (*	
y r stylů	*= ** **	Odvodit	Image: Second secon	Vytvořit Vytvořit součást komponenty	Vytvořit iSoučást
y a nor	my		Vložení	Rozvržení	Autor
×					

Obrázek 4.2.1 – Záložka správa – i\_součást

Pro vytváření těchto součásti je zapotřebí říci, že byste měli být již zdatný uživatel programu. Vytvoření je docela jednoduché, ale definování parametrů na součásti již vyžaduje zkušenosti. Po vybrání se Vám opět objeví tabulka, kterou vidíte na obrázku 4.2.2, ve které je několik záložek, nás však bude v této relaci, zajímat pouze první – **parametry**.

V této záložce jsou důležité položky, mezi které patří tabulka, ve které jsou námi navržené konstrukční či jiné varianty součásti. Kliknutím na pole 1 nebo 2 přidáte další řádek, ve kterém pak už stačí změnit parametry a součást si jinak nazvat.

To je jednoduché, avšak namodelovat součást tak, abychom tam parametry měli je poměrně složité a náročné na myšlení a konstrukci. Musíme si rozvážit, které z parametrů budou mít číselné hodnoty a které budeme chtít později měnit a které budou mít hodnoty parametrické.

Na obrázku 4.2.3 pak můžete vidět, jak taková I-součást vypadá ve stromu modelu (skládá se z 3 součástí). Vytvoří se tam tabulka, ve které jsou všechny vytvořené prvky na původním modelu a dvojklikem na ně se mezi nimi můžete přepínat a různě ukládat či vkládat do sestav.

	Vlastnosti Vyj	onutí iPrvky iVazb	y Pracov	ní konstru	ikční prvky	Závity Da	lší	
🕇 Souča	ást_kostka.ipt		~		Náz	ev		1
a 🗊 v	ysunutí1			0	Delk	a		
X	:= Delka [80 mm]			9	Výšł	ka		
~ *	:= Výška [7 mm]		i n	0	Sířka	3		
×	= Šířka (5 mm)		15	>> @	🖌 Poče	et_der		
×	= d0 [Delka]		I.	0	🖌 Poče	et_prvku		
×	= d1 [Výška]		- 6	<u> </u>	🖌 Vzd_	_der		
	:= d2 [Šířka]			2	Vzd_	_prvku		
×	= d3 [0,0 deg]			9	S Prun	ner_der		
Ð 👩 🗉	íra1		~		N Prun	ner_prvku		
	Member	Číslo součásti	Delka	Výška	Šířka	Počet_der	Počet_prvku	Vzd_d
		Součást_kostka-01	20 mm	7 mm	5 mm	3 ul	4 ul	6 mm
	boucast_kostka-01	Couřách kochla 02	40 mm	7 mm	5 mm	6 ul	8 ul	6 mm
	5oučást_kostka-01 5oučást_kostka-02	500Cast_Kostka-02		1.000	E.	10.1	16	6 mm
	5oučást_kostka-01 5oučást_kostka-02 5oučást_kostka-03	Součást_kostka-02	80 mm	7 mm	5 mm	13 UI	10.00	1000000000
	5oučást_kostka-01 5oučást_kostka-02 5oučást_kostka-03	Součást_kostka-02	80 mm	7 mm	15 mm	13 UI	10 UI	9
	oucast_kostka-01 5oučást_kostka-02 5oučást_kostka-03	Součást_kostka-02	80 mm	7 mm	5 mm	13 0	10 u	

Obrázek 4.2.2 – I-součást – vytvoření

1000000000	1.7.5.2
7	<b>#4</b>
S	oučást_kostka
– ही	<sup></sup> ∃ Tabulka
F	– 🛱 Součást_kostka-01
	— 🛱 Součást_kostka-02
	– 📝 🛱 Součást_kostka-03
- E	Objemová tělesa(1)
-P	Počátek

Obrázek 4.2.3 – I-součást – tabulka ve stromu modelu

Na tomto principu parametrického modelování pracují také i-prvky, které jsou vlastně jenom zjednodušeným modelem v parametrech i-součásti.

# Shrnutí pojmů 4.2.

**I-součást** je příkaz, kterým si můžete navrhnout na jedné součásti několik různých možností změn (např. počet děr, různou délku apod.) a nemusíte modelovat podobnou součást od znova.



# Otázky 4.2.

- 5. K čemu nám slouží příkaz i\_součást?
- 6. Kde se tento příkaz dá použít?



# Úlohy k řešení 4.2.

 Řešte následující úlohu, kterou naleznete na výukovém CD či e-learningovém portálu ve složce animace\_4. Výsledek a součásti použité k řešení, naleznete ve složce součásti pro animaci\_4.

28

# 5 ZÁVĚR



Důležité

Je velmi důležité, abyste při používání všech generátorů a podobných příkazů byli připojeni k výběru položek **z obsahového centra**. Jinak tyto příkazy **nebudou fungovat!** 



# Další zdroje

FOŘT, P., KLETEČKA, J. Autodesk Inventor: Funkční navrhování v průmyslové praxi. 2. akt. vyd. Brno: Computer Press, a.s., 2007. 318 s. ISBN 978-80-251-1773-6.



# **CD-ROM**

Informace o doplňujících animacích, videosekvencích apod., které si může student vyvolat z CD-ROMu nebo je může nalézt na e-learningovém portálu.



# Klíč k řešení

Řešení všech otázek najdete v animacích, dostupných na CD či e-learningovém portálu a samozřejmě studiem daných funkcí a příkazů z literatury či samotného programu.