

# Tvorba adaptivních součástí sestav v Solid Edge

Jiří Šmidák

---

Bakalářská práce  
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	<b>Jiří Šmidák</b>
Osobní číslo:	<b>T19253</b>
Studijní program:	<b>B3909 Procesní inženýrství</b>
Studijní obor:	<b>Technologická zařízení</b>
Forma studia:	<b>Prezenční</b>
Téma práce:	<b>Tvorba adaptivních součástí sestav v Solid Edge</b>

## Zásady pro vypracování

1. Vypracujte řešení k dané problematice.
2. Vypracujte průvodce vytvářením adaptivních součástí.
3. Vytvořte simulace pohybů sestavy.
4. Vypracujte příklady vhodné pro výuku.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

Solid Edge ST for designers. Schererville: CAD/CIM Technologies, [2009], xvi, 698 různě číslovaných. ISBN 9781932709674.  
RUSIŇÁK, Miroslav. UGS Solid Edge verze 20: učebnice. Praha: Miroslav Rusiňák, 2007, vi, 486 s., UGS velocity series. ISBN 9788023993820.

Návoděda a školení Solid Edge 2020 [online]. [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: [https://docs.plm.automation.siemens.com/tdoc/se/2020/se\\_help#uid:index](https://docs.plm.automation.siemens.com/tdoc/se/2020/se_help#uid:index)

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Adam Škrobák, Ph.D.**  
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **3. ledna 2022**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **20. května 2022**

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D. v.r.**  
děkan

L.S.

**prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D. v.r.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 24. února 2022

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá tvorbou adaptivních součástí v sestavách a jejich animacemi v programu Solid Edge. Teoretická část je věnována historii CAD systémů a jejich rozdělení, dále popis programu Solid Edge a jeho historický vývoj. V závěru práce jsou představeny adaptivní součásti. V praktické části je uveden podrobný postup tvorby vybraných adaptivních součástí, jako je tlačná pružina a řetěz. Dále jejich zakomponování do sestav a následně jejich animace.

Klíčová slova: CAD, Solid Edge, adaptivní součásti, sestava, animace

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the creation of adaptive parts in assemblies and their animations in Solid Edge. The theoretical part is devoted to the history of CAD systems and their division, as well as a description of Solid Edge and its historical development. At the end of this part, adaptive parts are introduced. The practical part provides a detailed procedure for creating selected adaptive parts, such as compression spring and chain. Furthermore, their incorporation into assemblies and subsequently their animation.

Keywords: CAD, Solid Edge, adaptive parts, assembly, animation

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce, Ing. Adamovi Škrobákovi, Ph.D., za cenné rady, odborné vedení a za čas, který mi během psaní bakalářské práce věnoval. Také bych chtěl poděkovat rodině za jejich podporu během celého mého studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 CAD SYSTÉMY</b> .....	<b>11</b>
1.1 HISTORIE CAD MODELOVÁNÍ .....	11
<b>2 ROZDĚLENÍ CAD SYSTÉMŮ</b> .....	<b>13</b>
2.1 MALÉ CAD SYSTÉMY .....	13
2.2 STŘEDNÍ CAD SYSTÉMY .....	13
2.3 VELKÉ CAD SYSTÉMY .....	14
2.4 FREEWARE CAD SYSTÉMY.....	15
2.5 PARAMETRICKÉ MODELOVÁNÍ.....	15
<b>3 NEJROZŠÍŘENĚJŠÍ CAD SYSTÉMY</b> .....	<b>16</b>
3.1 AUTODESK AUTOCAD.....	16
3.2 AUTODESK INVENTOR .....	17
3.3 AUTODESK REVIT.....	17
3.4 CATIA.....	18
3.5 SOLIDWORKS.....	18
3.6 SIEMENS NX .....	19
3.7 VISI.....	19
3.8 DALŠÍ CAD SYSTÉMY .....	20
<b>4 SOLID EDGE</b> .....	<b>21</b>
4.1 HISTORIE.....	22
4.2 HISTORIE VERZÍ.....	23
Solid Edge V1 .....	23
Solid Edge V2 .....	23
Solid Edge V3 .....	24
Solid Edge V3,5 .....	25
Solid Edge V4 .....	25
Solid Edge V5 .....	26
Solid Edge V6 .....	28
Solid Edge V7 .....	28
Solid Edge V8 .....	29
Solid Edge V9 .....	29
Solid Edge V10 .....	29
Další verze.....	30
<b>5 ADAPTIVNÍ SOUČÁSTI</b> .....	<b>31</b>
5.1 PRUŽINY.....	31
5.1.1 Základní rozdělení pružin .....	32

5.2	ŘETĚZY .....	32
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>NASTAVENÍ MODELOVACÍHO PROSTŘEDÍ .....</b>	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>TVORBA FUNKČNÍ (ADAPTIVNÍ) PRUŽINY.....</b>	<b>38</b>
7.1	PRUŽINA V SESTAVĚ.....	45
7.2	ANIMACE SESTAVY .....	53
<b>8</b>	<b>TVORBA FUNKČNÍHO ŘETĚZU.....</b>	<b>56</b>
8.1	TVORBA PRVNÍHO ČLÁNKŮ.....	56
8.2	TVORBA DRUHÉHO ČLÁNKU .....	60
8.3	TVORBA ŘETĚZU .....	63
8.4	TVORBA SESTAVY A JEJÍ ANIMACE .....	71
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>77</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>78</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>80</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>81</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>84</b>



## ÚVOD

V dnešní době jsou CAD systémy nepostradatelným nástrojem při návrhu a tvorbě všech součástí v jakémkoliv odvětví. Firmy mají na výběr mnoho CAD systémů od různých společností. Proto si firmy vybírají CAD systémy, které jsou přímo zaměřeny na zaměření dané firmy. Dalším faktorem je cena a uživatelské prostředí. Společnosti, které tyto systémy vyvíjí mezi sebou závodí ve vývoji nových funkcí a snaží se uživatelům usnadnit práci.

Teoretická část práce popisuje historii CAD modelování, rozdělení CAD systémů a nejpoužívanější CAD systémy. Dále obsahuje informace o programu Solid Edge a jeho historii. Na závěr obsahuje kapitolu o adaptivních součástech.

V praktické části je úvod do prostředí programu Solid Edge, seznámení se základními funkcemi a ukázky celého postupu při tvorbě zvolených adaptivních součástí, jejich složení do sestavy a jejich animace.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 CAD SYSTÉMY

CAD (Computer Aided Design) neboli počítačem podporované projektování.

CAD systémy jsou počítačové programy, které umožňují vytvářet různé součásti z kterých jdou vytvářet výkresy a sestavy. Také v nich jdou provádět výpočty a různé simulace.

### 1.1 Historie CAD modelování

První grafický program byl vytvořen roku 1950 a jednalo se o letecký systém SAGE US Air Force (Semi Automatic Ground Environment). Tento grafický program byl vyvinutý v technologické institutu Massachusetts. Systém sloužil k zobrazení radarových dat zpracovaných počítačem. V době, kdy se tento program využíval neexistovala klasický myš k počítači jako dnes, a proto se používalo tzv. Světelné pero, kterým se kreslilo na obrazovku jako dnes třeba na tablet.



*Obrázek 1 Kreslení světelným perem [21]*

V roce 1962 v rámci své disertace Ivan Sutherland dokončil svůj program Sketchpad. Program Sketchpad je označován jako začátek CAD systémů.

Kvůli malému pokroku ve vývoji počítačů byly využívány velké a drahé sálové počítače. To mělo za následek, že používání CAD systému bylo využíváno jen velkými firmami.

V roce 1970 firma Tektronix vylepšila svůj hardware a díky nástupu menších počítačů se CAD programy rozšířily i do menších firem. Systém řady PDP-11 složen z 16-ti bitového počítače a 11-ti bitové obrazovky dovoval kreslit jednoduché 2D úlohy. Jelikož tento systém pořád využíval vektorovou grafiku byla rychlost kreslení pořád podobná jako u klasického rýsování.

Problém vektorové grafiky byl v tom, že pokud konstruktér chtěl smazat čáru musel smazat celou plochu a následně dlouho čekat, než se náčrt znovu vykreslí. Konec vektorové grafiky přišel až v roce 1978 a byla nahrazena rastrovou grafikou. S trojrozměrnou grafikou a renderováním došel až v roce 1980 program ARCH MODEL.



*Obrázek 2 Počítač PDP 11[22]*

První programy byly určeny hlavně pro 2D modelování a 3D modely se používaly jen pro kontrolu, jelikož v té době to bylo velice pracné a zdlouhavé. Toto mělo za následek, že konstruktéři 3D modelování ani často nevyužívali. Díky tomuto problému, ale vznikl nápad vytvořit parametrické modelování. Základ parametrického modelování spočívá v hrubě nakreslené skice, která se poté zakótuje a postupně se zpřesňuje až do finální podoby. S parametrickým modelováním přichází na trh v roce 1988 firma PTC Pro/Engineer. Později parametrické modelování přijímá program Solid Edge a Solid Works.

V roce 1993 začínají firmy přecházet z operačního systému Unix na operační systém Windows NT, který jim zajišťuje mnohem lepší stabilitu a v dnešní době už každý průměrný počítač umožňuje práci v těchto programech. [1], [12], [14]

## 2 ROZDĚLENÍ CAD SYSTÉMŮ

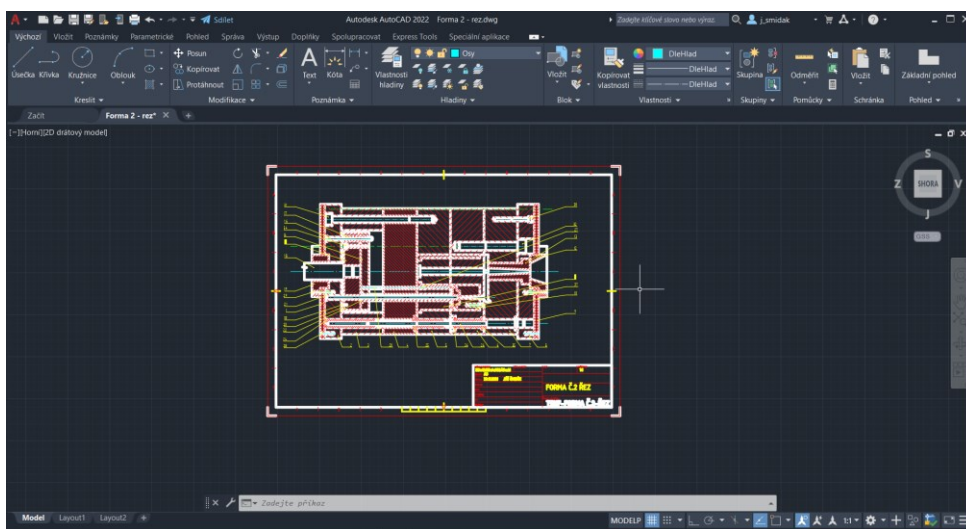
CAD systémy lze rozdělit do tří kategorií.

- Podle funkcí
- Podle způsobu projektování
- Podle přizpůsobivosti

### 2.1 Malé CAD systémy

Malé CAD systémy jsou jednoduché programy, které využívají jenom 2D modelování bez možnosti 3D. Nejznámější program, který patří do této kategorie je AutoCAD a potom méně známe jako Solid Edge 2D drafting nebo Inventor LT.

Velkou výhodou těchto programů je že jsou oproti středním a velkým CAD systémům levné a práce v nich je jednoduchá. [2], [13], [14]



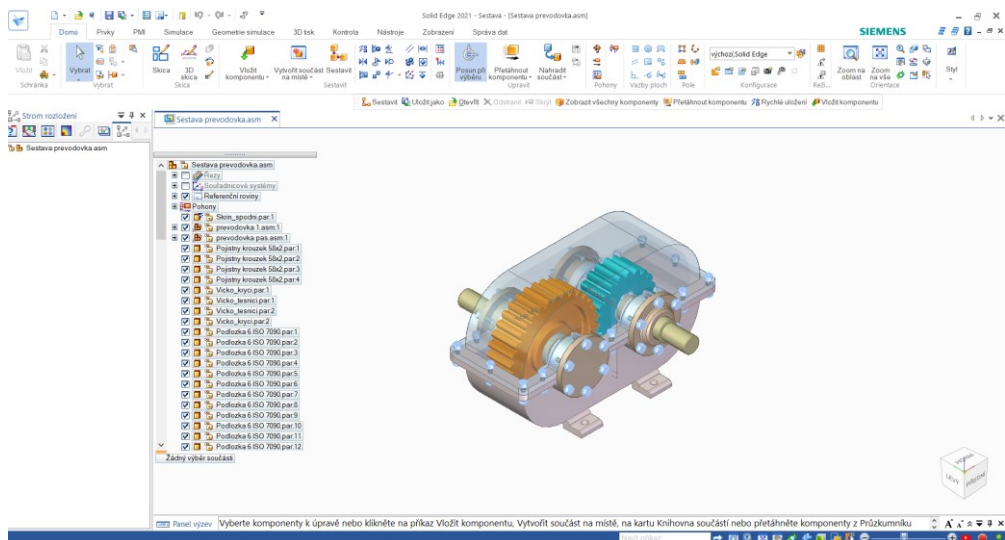
Obrázek 3 Program AutoCAD 2022

### 2.2 Střední CAD systémy

Střední CAD systémy umožňují práci jak ve 2D tak i v 3D prostředí. Tvorba součástí funguje tak že nejdříve nakreslíme skicu ve 2D a potom ji převedeme do 3D pomocí funkce vysunout nebo rotovat. Z těchto součástí potom můžeme vytvořit sestavy a výkresy.

Do této skupiny patří programy jako Solid Edge, Solid Works nebo Inventor. Tyto programy jsou rozdílné ve svém uživatelském prostředí, ale funkce mají podobné a pokud konstruktér umí v jenom z těchto programů rychle se naučí i v těch dalších a je schopný v nich pracovat.

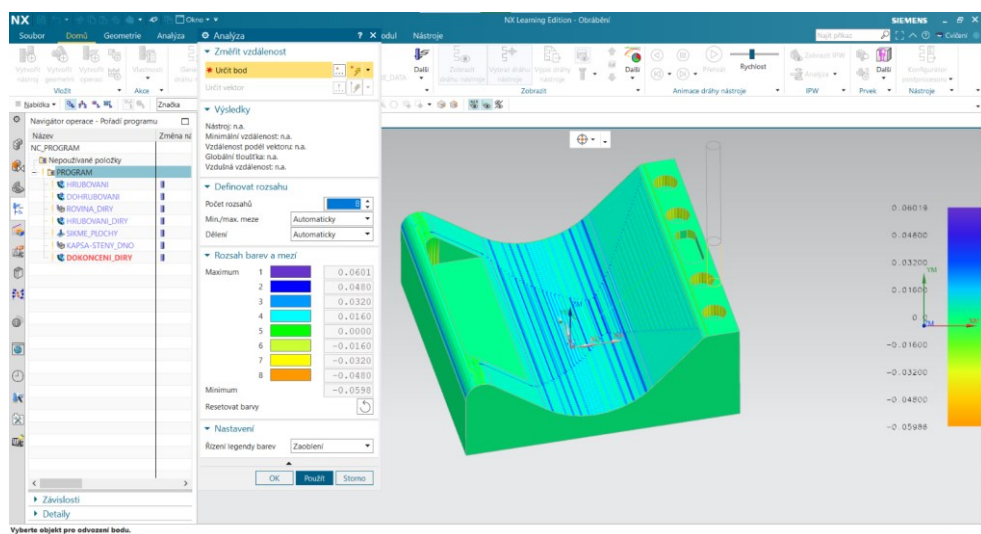
K těmto programům lze také dokoupit nastavby v podobě databáze předem vymodelovaných součástí. V těchto databázích se nachází například ložiska, čepy, šrouby nebo ozubená kola. Tyto databáze konstruktérům velice usnadňují práci a přibližují střední CAD systémy k velkým CAD systémům. [2], [13], [14]



Obrázek 4 Program Solid Edge 2021

### 2.3 Velké CAD systémy

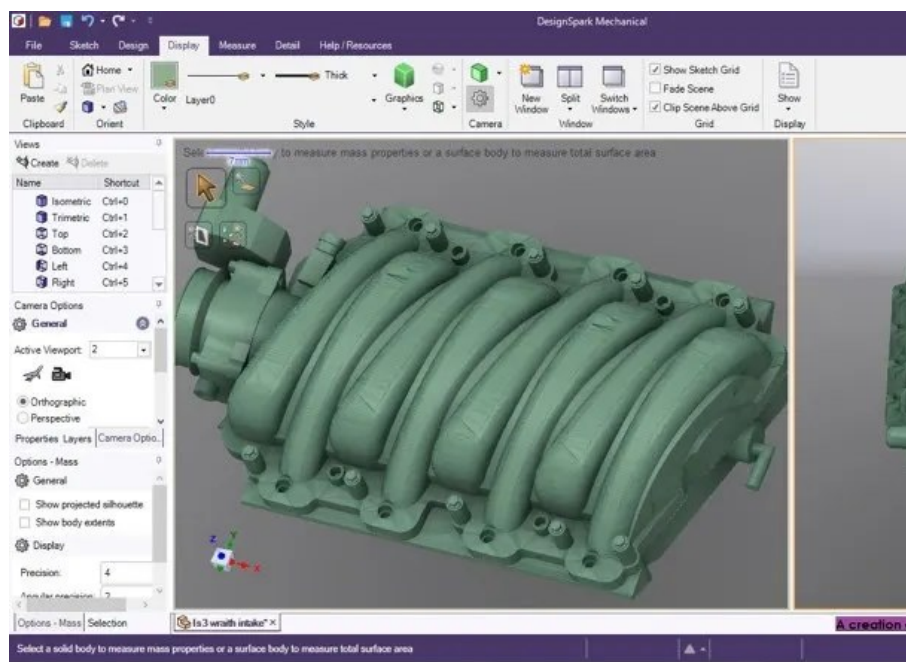
Velké CAD systémy jsou nejrozšířenější skupinou CAD systémů. Pracuje se v nich převážně v 3D prostředí a uplatňují se během celého výrobního procesu. Lze v nich tvořit animace a analýzy jako jsou deformace, teplotní zatížení, obrábění atd. Do této skupiny patří programy jako CATIA nebo Siemens NX. [2], [13], [14]



Obrázek 5 Program Siemens NX

## 2.4 Freeware CAD systémy

Freeware CAD systémy jsou speciální skupinou CAD systémů a je to alternativa pro výše uvedené CAD systémy. Jak už je z názvu jasné jsou bezplatné a volně stažitelné. Jedinou jejich výhodou na rozdíl od ostatních je bezplatné získání a nevýhody převyšují výhody. Tyto systémy nejsou kompatibilní s jinými CAD systémy a jejich souborovými formáty. Další nevýhodou je omezený počet funkcí, omezený počet součástí v sestavách a není možné propojit je s databázemi s předem vytvořených součástí. [2], [13], [14]



Obrázek 6 Program DesignSpark Mechanical [23]

## 2.5 Parametrické modelování

Jedná se o modelovací proces se schopností změnit tvar geometrie modelu pomocí změny hodnoty uloženého parametru, který je nejčastěji reprezentován kótou. Zaznamenaná historie vzniku modelu umožňuje kdykoliv editovat vysunutí, rotace, tažení nebo jiné prvky pomocí kterých byl model vytvořen.

Při parametrickém modelování se vytváří 3D model po jednotlivých částech, které na sebe navazují. Z 2D náčrtu se následně vytváří jednotlivé 3D prvky, které mohou být na předchozích vytvořených objektech závislé. Proto i složitý návrh může záviset na jediném parametru. [18]

### 3 NEJROZŠÍŘENĚJŠÍ CAD SYSTEMY

V dnešní době je na trhu s CAD systémy relativně dost variant a firmy si můžou vybrat přesně ten systém který se hodí k jejich práci, jelikož každý CAD systém se zaměřuje trochu na něco jiné i přes to že mají podobné funkce. Proto je nejlepší do firmy pořídit CAD systém který se přesně zaměřuje na danou výrobní oblast. Některé systémy jsou lepší v 2D kreslení a některé zase v 3D modelování. Ve firmách, které se zabývají výrobou jednoduchých součástí je jedno jaký systém si pořídí, ale ve firmách, které vyrábějí složitější nebo specifické součásti je výhodnější pořídit systém který je určený pro danou výrobní oblast. Níže v této kapitole si řekneme, jaké systémy se používají a k čemu jsou určeny. [3], [4]

#### 3.1 Autodesk AutoCAD

Jedná se o jeden z nejstarších a nejpoužívanějších CAD systémů pro 2D/3D kreslení. Má různé varianty pro různé obory např. strojírenství a stavebnictví. Také má ještě spoustu rozšíření jako je například AutoCAD Mechanical který obsahuje knihovnu s předem nakreslenými a normalizovanými součástky jako jsou šrouby, čepy, ložiska atd. Už zmíněný AutoCAD Mechanical je výborný pro kreslení sestav jelikož je možné použít knihovnu a ušetří to konstruktérům spoustu práce. Oproti tomu obyčejný AutoCAD je vhodný pro 2D kreslení jednotlivých součástí a z nich vytváření výkresové dokumentace.

Tento CAD systém je hodně rozšířený ve školách a studenti se v něm seznamují s 2D kreslením a následném vytváření výkresové dokumentace. Později přecházejí na různé střední CAD systémy jako například Autodesk Inventor a učí se 3D modelování.

Hlavní funkce systému:

- 2D kreslení a výkresová dokumentace
- Rozšířené pracovní postupy
- Externí reference a palety bloků
- Dynamické bloky
- 3D síť, objemové a povrchové modelování [3], [4]



### 3.2 Autodesk Inventor

Jedná se o střední CAD systém využíván ve strojírenství pro 3D modelování vytváření výkresové dokumentace a simulacím. Není až tak rozšířený jako systémy SolidWorks a Solid Edge.

Hlavní funkce systému:

- Parametrické modelování
- 3D modelování objemových těles
- Simulace
- Vizualizace [3], [4]

### 3.3 Autodesk Revit

Jedná se o systém zaměřený na BIM (informační modelování budov) používaný pro stavební projekty s nástroji pro tvorbu 3D modelů budov. Tento software podporuje všechny disciplíny stavebních projektů včetně architektonických, strukturálních, mechanických a elektrických aspektů.

Hlavní funkce systému:

- 3D modelování a 3D vizualizace
- Modelování a detailizování TZB
- Modelování ocelových konstrukcí
- Stavební dokumentace projektů
- Modely komponent pro stavebnictví a výrobu [3]

### 3.4 CATIA

Jedná se o velký CAD systém pro 3D modelování, kreslení, simulace a vytváření výkresové dokumentace. Je využíván především v automobilovém a leteckém průmyslu.

Hlavní funkce systému:

- 3D modelování
- Simulace
- Digitální prototypování
- Vysoce detailní modelování povrchu a manipulace s tvary
- Virtuální vytváření a analýza produktů během vývoje [3], [4]

### 3.5 SolidWorks

Jedná se o velice rozšířený střední CAD systém. Tento program umožňuje 3D modelování, kreslení, simulování, vytváření sestav a výkresové dokumentace. K tomuto programu lze dokoupit databázi s předem vytvořenými součástmi a také zle dokoupit program Solid CAM který umožňuje obrábění součástí jako ve velkých CAD systémech. Program SolidWorks je hlavně využíván ve strojírenství pro vývoj a návrh strojírenských a elektronických součástek.

Hlavní funkce systému:

- Simulace návrhu výrobku
- 3D modelování
- Sestavy
- Správa produktových dat
- Odhad nákladů a kontroly vyrobiteľnosti
- Hlavní využití ve strojírenství a elektrotechnice
- Program je vytvořen pro snadné a intuitivní ovládání [3]

### 3.6 Siemens NX

Jedná se o velký CAD systém se zaměřením hlavně na obrábění a simulace. Program samozřejmě umožňuje 3D modelování a vytváření výkresové dokumentace ale ovládání není úplně intuitivní a je lepší součástku nakreslit například v programu Solid Edge který je od stejné firmy a převést ji do programu Siemens NX a dále tam s ní pracovat. Systém je hodně využíván v automobilovém a leteckém průmyslu.

Hlavní funkce systému:

- Pokročilé nástroje pro vytváření geometrie
- Nástroje pro 3D modelování a vykreslování
- Konvergentní modelování
- Generativní inženýrství
- Parametrický návrh [3]

### 3.7 VISI

Jedná se o jeden z nejlepších CAD/CAM softwarů pro výrobce forem a zápuštěk. Nabízí jedinečnou kombinaci aplikací, plně integrovaný drátěný model, modelování povrchu těles, strategie 2D, 3D a 5osého obrábění. Společnost Hexagon, které tento systém vyvíjí nabízí specializovaná řešení, která eliminují vazby mezi různými softwary a převod geometrie tělesa na povrch.

Hlavní funkce systému:

- Kombinované drátěné modely, objemové a povrchové modelování
- Objemové a povrchové booleovské operace
- Opravy a analýza povrchů
- Inteligentní deformace modelů
- Automatické vytváření B.O.M.
- 5osé obrábění
- Konstrukce nástrojů pro vstřikování plastů, včetně analýzy toku materiálu [19]

### 3.8 Další CAD systémy

Patří sem i program Solid Edge ale ten má samostatnou kapitolu.

- Civil 3D
- MicroStation
- Creo
- Fusion 360
- Alibre Design
- DraftSight
- ArchiCAD [3], [4]

## 4 SOLID EDGE

Program Solid Edge patří do skupiny středních CAD systémů vyvíjený firmou Siemens. Umožňuje 2D kreslení, 3D modelování, vytváření sestav, animací a výkresové dokumentace. Tento program je především určen pro komplexní konstrukci součástí a sestav. Přímými konkurenty jsou programy Solid Works, Autodesk Inventor atd.

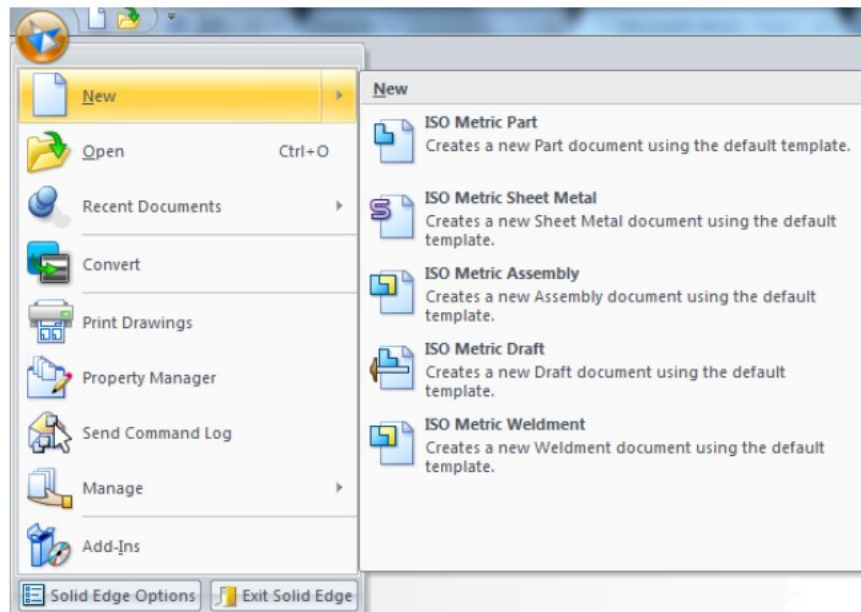
Je nabízen ve 4 variantách, které se od sebe liší cenou a funkcemi. Nejlevnější základní verze se jmenuje Solid Edge Desing and Drafting dále je zde Solid Edge Foundation, Solid Edge Classic. Nejdražší verze s nejvíc funkcemi se jmenuje Solid Edge Premium. Všechny tyto verze jsou k dispozici v podobě měsíčního předplatného, které se pohybuje od 66 až po 302 euro za měsíc. Je zde i zkušební 30denní verze.

Od roku 2006 je nabízena ještě bezplatná verze Solid Edge 2D Drafting která obsahuje základní funkce a možnost kreslení 2D výkresů. Solid Edge je také bezplatně nabízen studentům, učitelům a startupům. Bezplatná studentská verze platí po dobu studia a pouze pro studijní účely není dovoleno pomocí ní vydělávat. Další bezplatnou verzí je Solid Edge Free Viewer který umožňuje prohlížení 2D výkresů a 3D modelů vytvořených v programu Solid Edge. Tento program je k dispozici nejen pro operační systém Windows ale také pro mobilní zařízení. Lze stáhnout v mobilních aplikacích Google Play, Apple Store a Windows Store.

Hlavní předností programu Solid Edge je že si konstruktér může vybrat mezi synchronním nebo parametrickým modelováním.

Dostupné moduly v programu Solid Edge:

- Objemová součást (Part)
- Plechová součást (Sheetmatal)
- Sestava (Assembly)
- Konstrukce potrubí (XpresRouter)
- Konstrukce kabeláže (Wire Harness)
- Konstrukce rámu (Structural Frames)
- Svařenec (Weldment)
- Výkres (Draft) [3], [4], [5], [8], [9], [10], [11]



Obrázek 7 Tvorba nového modulu [24]

## 4.1 Historie

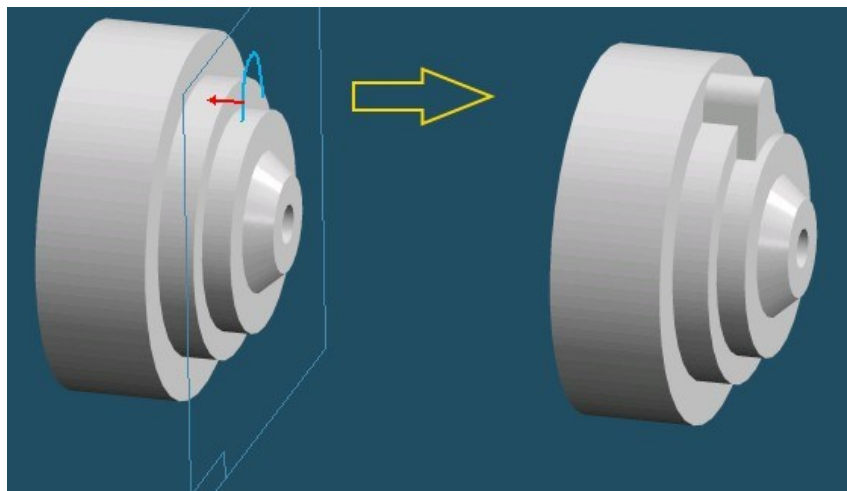
Solid Edge původně pochází od společnost Integraph Corporation. Historie společnosti sahá do roku 1969 kdy byla založena skupinou inženýrů která vyvíjela software pro raketu Saturn. V této skupině byl Jim Meadlock a Terry Schasman od jejíž jmen vznikla zkratka a název společnosti M&S Computing. V roce 1980 změnila společnost M&S Computing název již na zmíněný Integraph Corporation. V roce 2007 tuto firmu odkoupila společnost Siemens. Před odkoupením společností Siemens byl Unix hlavním systémem pro CAD programy se speciálními stanicemi s Turkey Graphics Systém. Proto měla k systému přístup omezená skupinka inženýrů a jelikož velká část komponentů pro CAD systémy nebyla vytvořena bylo zapotřebí připojení neutrální třetí strany STEP nebo DXF. V roce 1995 přišla společnost Intergraph Corporation s novou technologií Jupiter. Technologie Jupiter byla určena hlavně pro software založený na operačním systému Windows. To přineslo lepší spolupráci mezi komponenty a byly kompatibilní s OLE od Microsoftu.

Solid Edge díky tomuto spojení mohl od první verze pracovat s 3D modelováním i když v té době byla většina programů orientovaná ještě na 2D. Spojení s operačním systémem Windows bylo možné využívat CAD systémy na obyčejných kancelářských počítačích. [6]

## 4.2 Historie verzí

### Solid Edge V1

První verze programu Solid Edge měla základní funkce pro 3D modelování jako je vysunutí, vyříznutí, rotace, odebrání pomocí rotace, zkosení, zaoblení, žebro, skořepina nebo pole. [6]



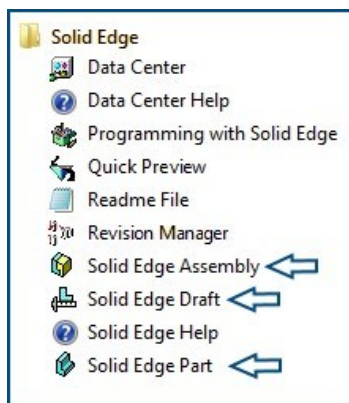
Obrázek 8 Solid Edge V1 [6]

### Solid Edge V2

Solid Edge V2 byl vydán v roce 1996 a používal ACIS 2.0 se zaměřením na dva aspekty procesu návrhu. Návrh jednotlivých dílů a správu velkých sestav.

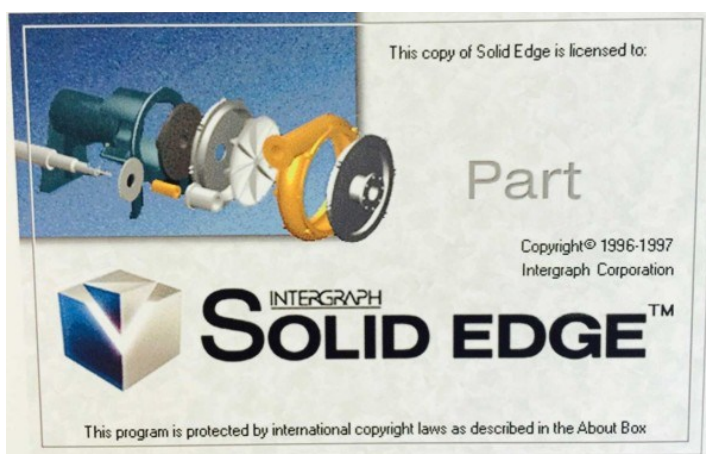
Druhá verze dále vylepšila návrh sestavy pomocí nových konstrukčních funkcí "shora dolů" včetně místního modelování montážních komponent. Konstrukteři mohli v rámci sestavy vytvářet nové modely. V sestavách bylo také zlepšeno přesnější uchycení a sdružení dílů, konstrukční vztahy k plochám a okrajům jiných součástí. Ve verzi 8 bylo toto vylepšení ještě vylepšeno o příkaz Peer.

Stejně jako první verze tak i druhá verze mohla vytvářet součásti, které nemají spojenou skicu, jelikož vyplňuje mezery mezi nimi. Tato verze také zlepšila zaokrouhlování a vytváření tenkostěnných součástí díky ACIS jádru. Kromě toho druhá verze podporovala Intellimouse nově představené inovační polohovací zařízení od společnosti Microsoft. Po instalaci měla nabídka Start nové ikony pro spuštění jednotlivých součástí a sestav.



Obrázek 9 Složka programu Solid Edge V2 [6]

Každá ikona spustila Solid Edge ve vybraném prostředí se specifickou úvodní obrazovkou. [6]

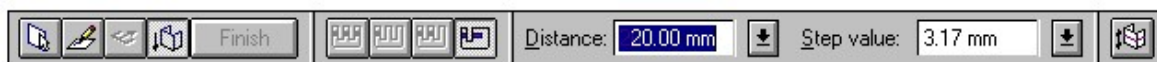


Obrázek 10 Úvodní obrazovka pro vybrané prostředí [6]

### Solid Edge V3

Solid Edge V3 byl vydán v roce 1997 a stále používal ACIS 2.0. Minimální systémové požadavky byly počítač s procesorem Intel 486, RAM paměť 32 MB, 100Mb místa na disku a operační systém Windows 95.

Byl zde umístěn jako v předchozích verzích pás karet SmartStep který dnes nazýváme panel příkazů.



Obrázek 11 Panel příkazů [6]



Seznam několika funkcí, které byly přidány ve verzi V3:

- Byl přidán příkaz „Nahradit“ díl v sestavě což umožňovalo nahradit díl v sestavě, aniž by byly porušeny vazby
- Bylo možné připojit vazbu k sestavě
- Funkce „Zrcadlení“ v prostředí sestav
- Funkce „Zobrazení závitu z díry“ byla přidána do návrhu
- Ukládání zrcadlových součástí
- Byla přidána funkce pro 2D zobrazení původně pod názvem „Převést na grafiku“
- Byl přidán formát pro ukládání a následné prohlížení přes internet s názvem SaveAs CGM v té době podporovaný IE i Netscape Navigator
- Označování prvků jako konstrukční
- Správce revizí, který nahradil příkazy „Kopírovat speciální“, „Přejmenovat speciální“ a „Nahradit“. Později byl správce revizí nahrazen správcem návrhů ve verzi ST9 [6]

### **Solid Edge V3,5**

Tato verze byla vydána v červnu 1997 a používala ACIS 2.1. V této verzi se objevilo modelování plechových dílů s funkcemi příruba, obrysová příruba, rohové nástroje pro zlomení a plochý vzor. Byly integrovány možnosti vykreslování jako vyhlazení, odrazy, textury a stíny. Přibyly nové funkce potlačení prvků, přejmenování prvku a import IGES. [6]

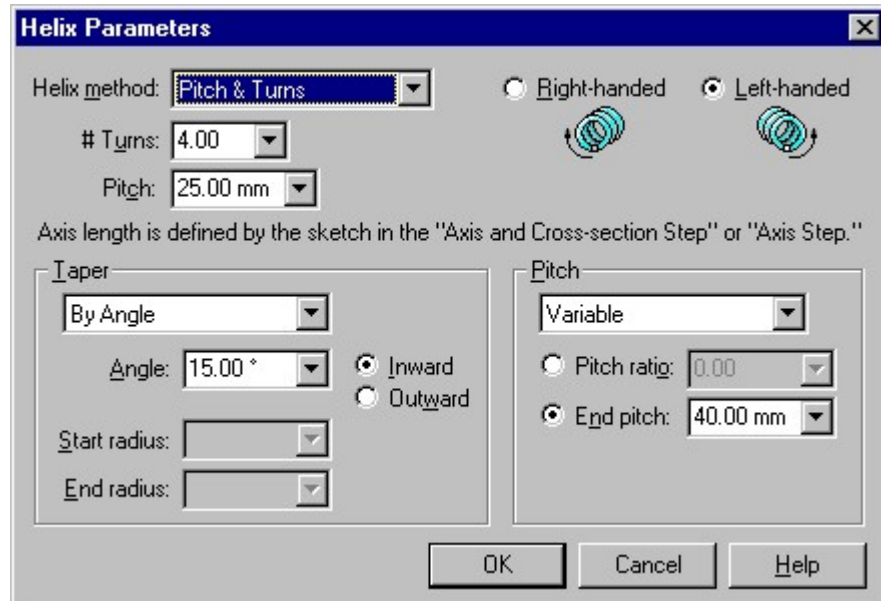
### **Solid Edge V4**

Solid Edge V4 byl vydán v listopadu 1997. Přinesl 150 nových vylepšení a byla to poslední verze která využívala jádro ACIS.

Některé nové funkce:

- Přejít na funkce v panelu Edge
- Uložit jako obrázek

- Samostatný prohlížeč
- Modelování součástí v sestavě
- Přidání ohýbání ven pro plechové díly
- Zaoblení s proměnným poloměrem
- Nové okno pro tvorbu šroubovice [6]

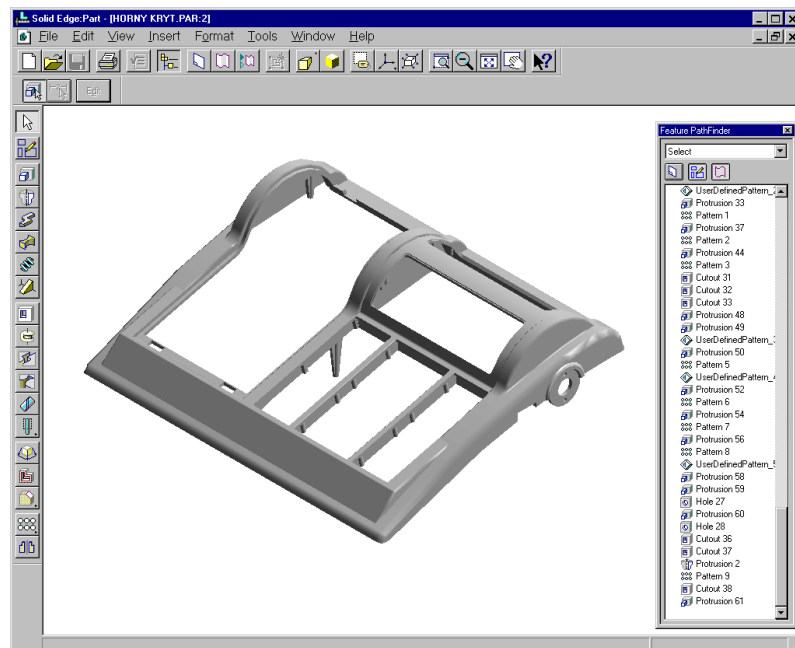


Obrázek 12 Nové okno pro tvorbu šroubovice [6]

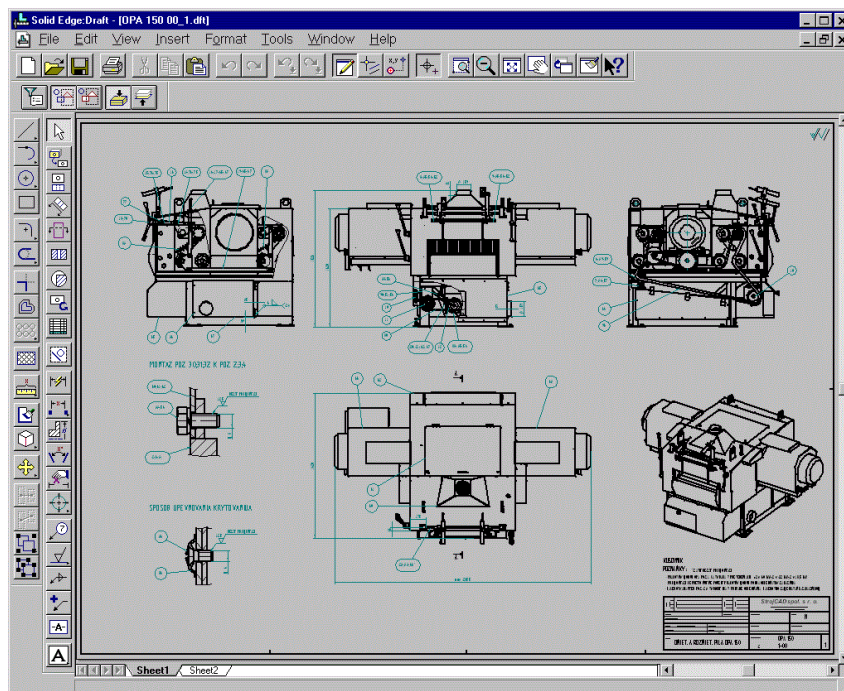
### Solid Edge V5

Solid Edge V5 byl vydán v roce 1998. Tato verze již nepoužívala jádro ACIS ale Parasolid a běžela na operačním systému Windows 97 a NT. V této verzi přibýlo okolo sto nových funkcí a jednalo se hlavně o vylepšení použitelnosti programu. Největší změnou bylo zlepšení zaokrouhlování, tenčí stěny a zmizely skryté čáry u kreslení. Solid Edge V5 také umožňoval práci se staršími soubory z verze V4.

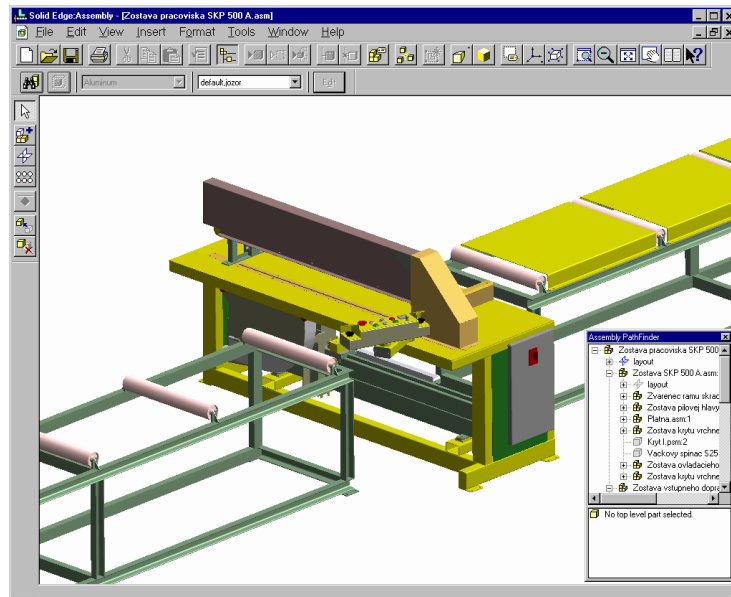
Přibýlo zde i vylepšení vazeb, které fungovalo tak, že program sledoval pomocí kurzoru uživatele a nabízel mu možné vazby. Toto zlepšení ušetřilo spoustu času v prostředí sestav a ulehčilo konstruktérům práci. Také sketch byla rozšířena o nové funkce a přibýlo v ní devět geometrických vztahů. [6]



Obrázek 13 Prostředí dílů ve verzi V5 [6]



Obrázek 14 Prostředí výkresu ve verzi V5 [6]



Obrázek 15 Prostředí sestav ve verzi V5 [6]

### Solid Edge V6

Solid Edge V6 byl vydán v prosinci 1998 a používal jádro Parasolid 10.0. Byla zde přidána funkce vytvářet doplňky což byl externí program, který Solid Edge automaticky spouštěl při použití této funkce. Využití to mělo hlavně při programování pomocí Solid Edge APL.

Přibýly zde i nové funkce jako možnost rozdělení podsestav, drážka nebo vytvoření vlastní knihovny. Pokud si konstruktér vytvořil vlastní knihovnu mohl díly z ní kdykoliv použít v nových projektech a ušetřilo mu to spoustu práce. Knihovny se staly později součástí všech velkých CAD systémů. [7]

### Solid Edge V7

Solid Edge V7 byl vydán v roce 1999 a využíval jádro Parasolid 11.0. Hlavní novinkou v této verzi bylo přidání modulu XpresRouter.

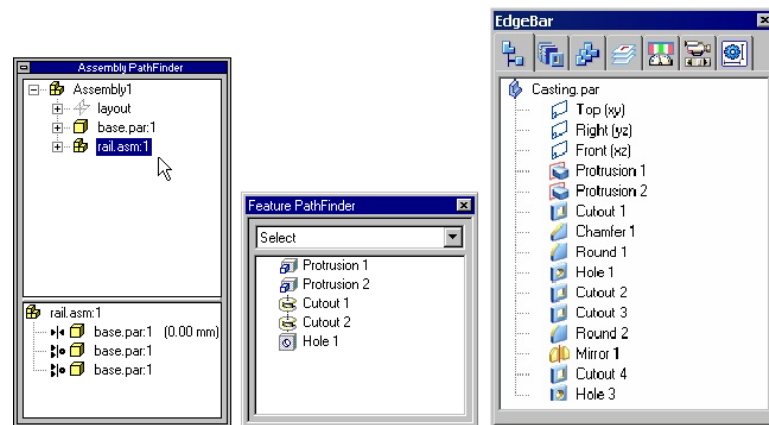
Některé nové funkce:

- Zrcadlení součástí
- Tabulka děr
- Vazba Tangent Assembly
- Vytvoření uživatelského souřadného systému
- Možnost uložení JT [7]

## Solid Edge V8

Solid Edge V8 byl vydán v roce 2000 a běžel na jádru Parasolid 11.1. Tato verze nabízela přes 350 vylepšení na základě požadavků od zákazníků.

Uživatelské rozhraní obsahovalo okno EdgeBar. EdgeBar bylo rozhraní pod kterým byli umístěny další rozhraní v závislosti na prostředí jako díl, sestava nebo návrh.



Obrázek 16 Okno PathFinders před přidáním EdgeBaru [7]

V této verzi byla přidána možnost převést formát DWG na DXF. Dále byla představena funkce SimplyMotion díky které mohli konstruktéři snadno a rychle simulovat složité pohyby nebo simulovat pohyby celé sestavy. Byl zde také přidán SmartSelect, který umožňoval uživatelům nastavit si barvu, šířku a typ čar.

Největší novinkou byla funkce Cognitive Assembly Design. Cognitive Assembly Design byla sada nástrojů, která zjednodušila vytváření sestav. [7]

## Solid Edge V9

Solid Edge V9 byl vydán na začátku roku 2001 a běžel na jádru Parasolid 12.0.

Pro svařence bylo přidáno zcela nové prostředí, které usnadnilo tvorbu svařovaných součástí. Nástroje pro svařované díly umožnilo tvorbu svařovaných součástí ze souborů dílu. Ve výkresové dokumentaci si mohli uživatelé přidat přípravu povrchu, typ svaru a operace po svaření. [7]

## Solid Edge V10

Solid Edge V10 byl vydán v červenci 2001 a využíval jádro Parasolid 13.0. Obsahoval nové funkce jako sdružení sestav, sestavy alternativních pozic, sledování zobrazení výkresu,

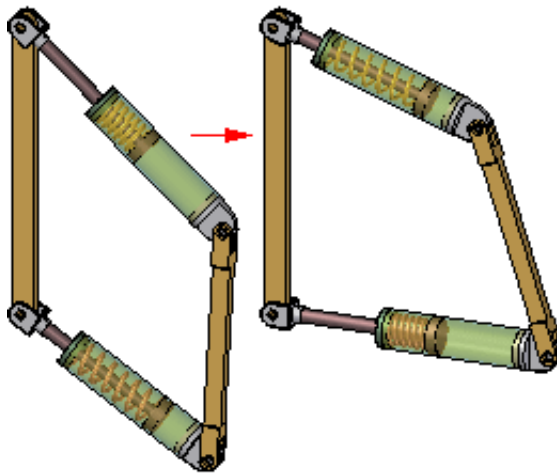
barevné možnosti dílu a webový portál Edge eXchange. Největší novinkou byla možnost vytvořit křivku pomocí souřadnicových dat z Excel tabulky. To umožnilo spojit více konstrukčních prvků. [7]

#### **Další verze**

- Solid Edge V11 – V20
- Solid Edge ST1 – ST10 (první verze přinesla synchronní modelování)
- Solid Edge 2019 – 2022

## 5 ADAPTIVNÍ SOUČÁSTI

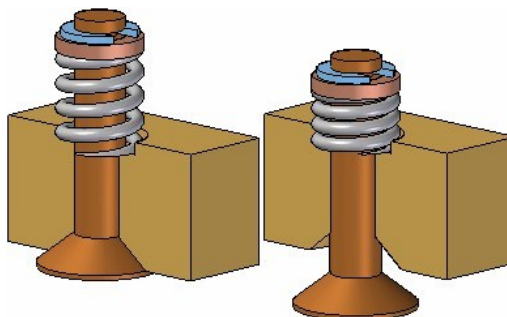
Adaptivní součást je součást, která musí reagovat na měnící se podmínky v sestavách například pružina, která je stlačena nebo nekomprimovaná na základě polohy jiných dílů v sestavě. Řetěz jako celek lze také vnímat jako adaptivní součást, kdy se jednotlivé články přesouvají, mění polohu a natočení. [15]



Obrázek 17 Adaptivní sestava [15]

### 5.1 Pružiny

Pružiny jsou strojní součást, které umožňují v jednom nebo i více směrech elastickou deformaci působením síly se deformují, ale když síla přestane působit vrací se do původní polohy. Využívají se k zachycení, akumulaci sil nebo k pružnému spojení jiných součástí, aby se rázy a kmitání neodpružené součásti nepřenášely na odpruženou součást. Pružiny obvykle působí silou závislou na velikosti jejich výchylky z klidové polohy a ve směru této výchylky. [16]



Obrázek 18 Pružina v sestavě [15]

### 5.1.1 Základní rozdělení pružin

Kovové pružiny:

- Namáhané ohybem (listové, vzpěrné listové, šroubovitě zkrutné, spirálové)
- Namáhané tlakem (šroubovitě válcové, šroubovitě kuželové, zkrutné tyče)
- Namáhané kombinovaně (talířové, kroužkové, tlačné, talířové složené)

Pružiny pryžové:

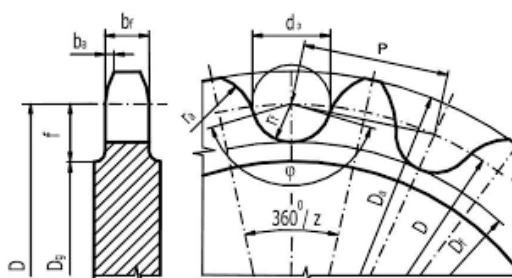
- Zatížené tlakem
- Zatížené smykem
- Zatížené krutem
- Gumové špalky
- Gumové dorazy
- Gumová lana

Pneumatické pružiny:

- Plynové (tlačné, tažné, s blokací)
- Radiální měch
- Axiální měch
- Hydropneumatické [16]

## 5.2 Řetězy

Řetězové převody jsou opásané převody, které přenášejí kroutící moment z hnacího hřídele na hnaný hřídel pomocí řetězu. Řetězové převody pracují oproti řemenovým výhradně s tvarovým stykem. Kroutící moment je na řetěz přenášen přes řetězové kola.



Obrázek 19 Řetězové kolo [19]



Výhody:

- Vysoká účinnost
- Odolnost proti vyšším teplotám
- Stálý řetězový poměr bez prokluzu
- Využití u velkých osových vzdáleností hřídelů

Nevýhody:

- Hlučné
- Musí se mazat
- Nedokážou tlumit rázy
- Složitější výroba než u řetězových převodů
- Vyšší cena než u řetězových převodů
- Vyšší nároky na montáž

Druhý řetězů:

- Článekové
- Kloubové (Ewartův, Gallův, pouzdrový, válečkový)
- Zubové
- Lamelové [17]

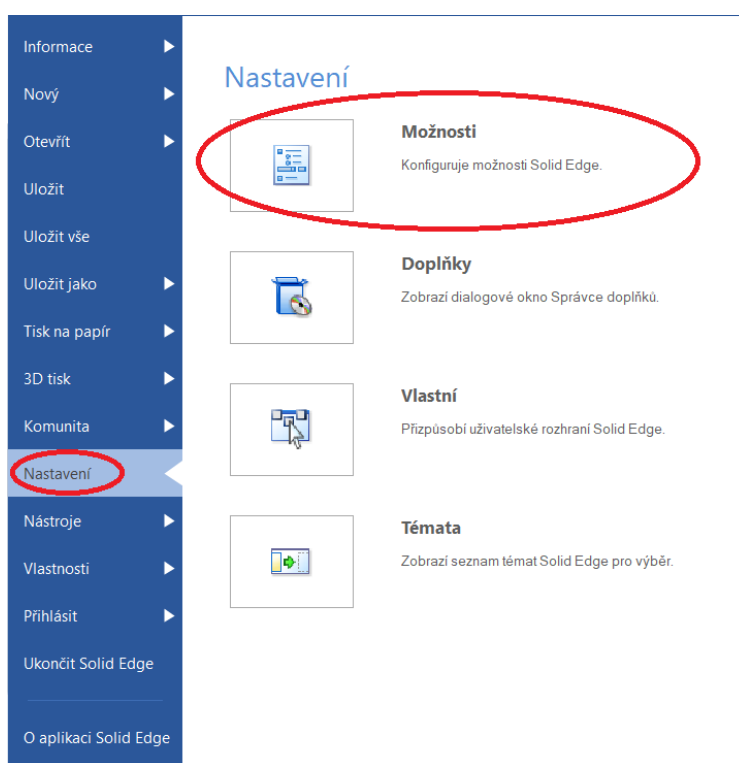
## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 NASTAVENÍ MODELOVACÍHO PROSTŘEDÍ

V prvním kroku spustíme program Solid Edge. Po spuštění programu v nastavení zkontrolujeme modelovací prostředí a pokud není nastavené sekvenční, tak toto modelovací prostředí zvolíme.

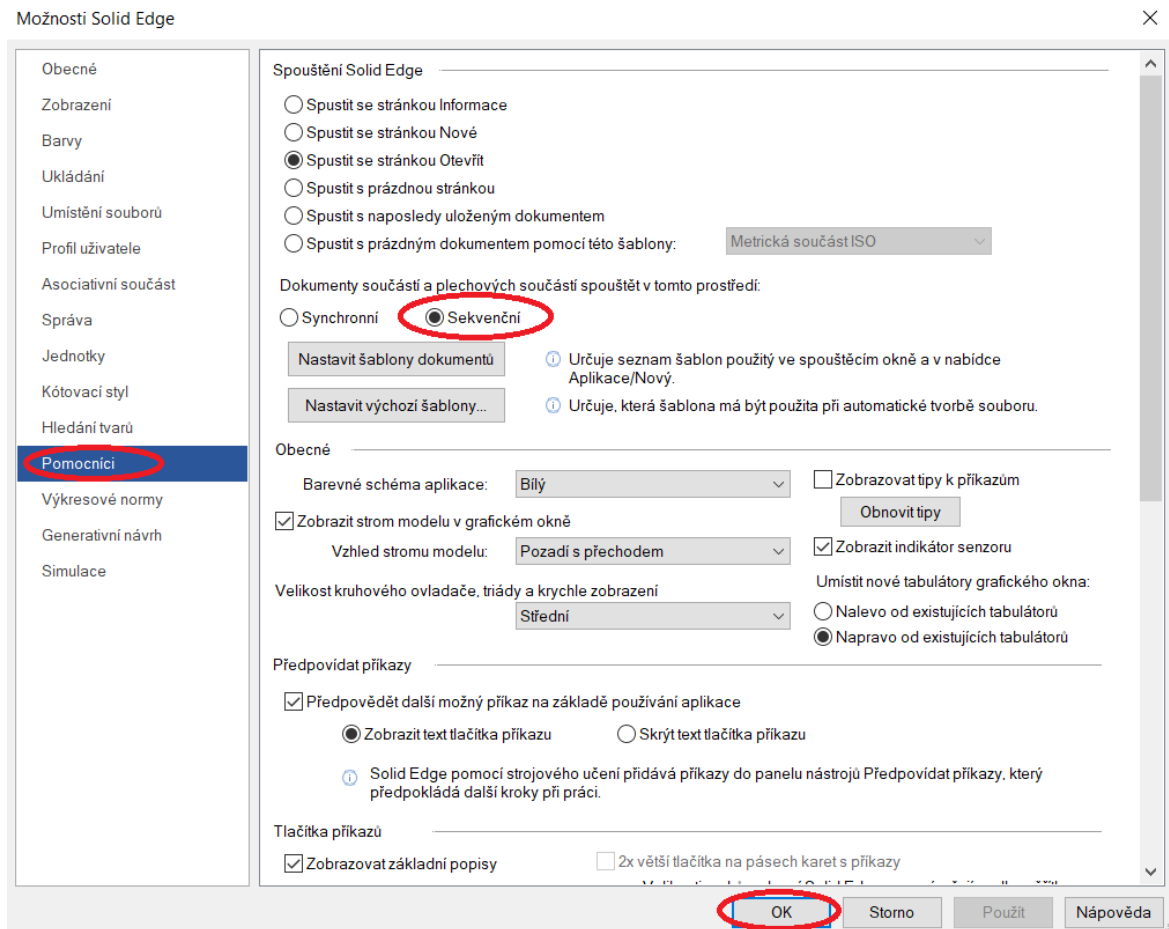
Vybereme tlačítko „Aplikace“ a klikneme na záložku „Nastavení“, kde se nám objeví další možnosti výběru.

V záložce „Nastavení“ klikneme na „Možnosti“ a zobrazí se nám další okno, kde je možné nastavit například barvy, jednotky, styl kótování nebo námi hledané modelovací prostředí.



Obrázek 20 Nastavení programu Solid Edge

V „Možnosti“ vybereme na levé straně záložku „Pomocí“ a zde si zvolíme „Sekvenční“ namísto přednastaveného „Synchronní“. Po výběru modelovacího prostředí potvrdíme nastavení tlačítkem „OK“

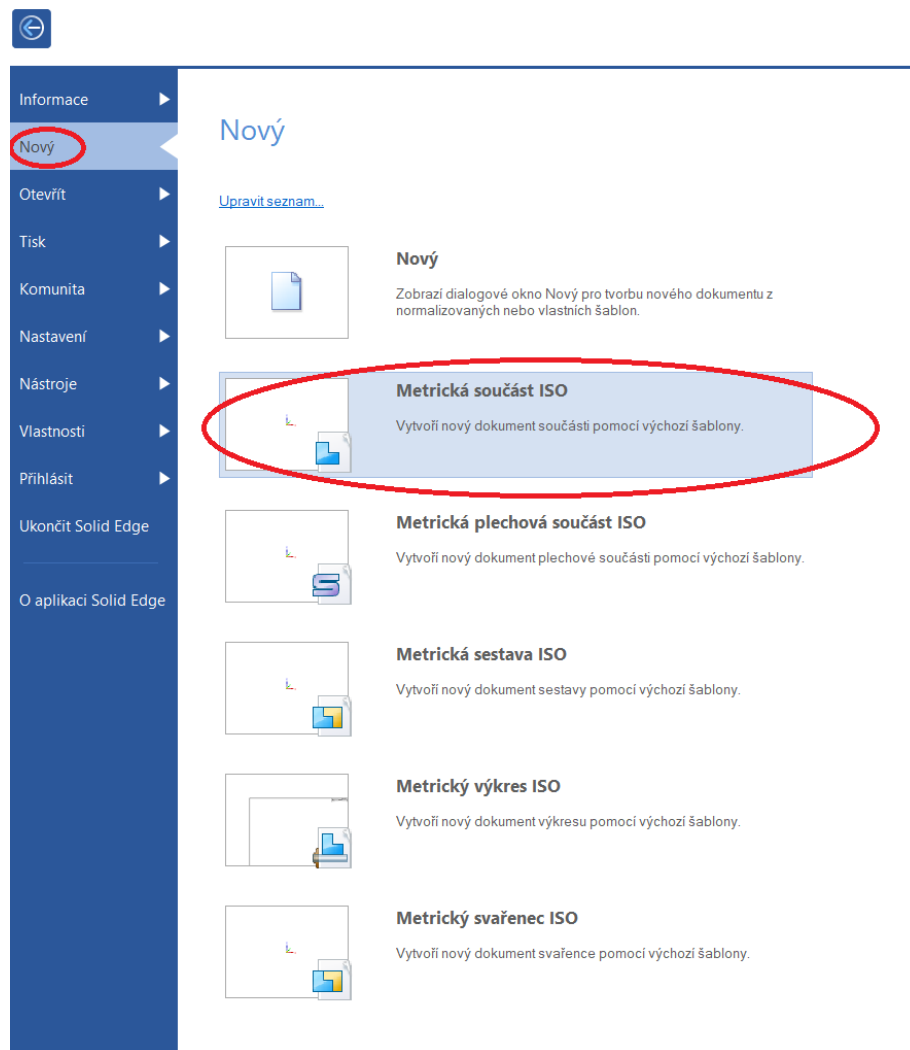


Obrázek 21 Možnosti Solid Edge

Abychom mohli začít modelovat, musíme v prvním kroku vytvořit nový soubor a zvolit objemové těleso podle ISO šablony „Metrická součást ISO“.

Klikneme na tlačítko „Aplikace“ a následně klikneme na záložku „Nový“ kde se nám zobrazí různé ISO šablony.

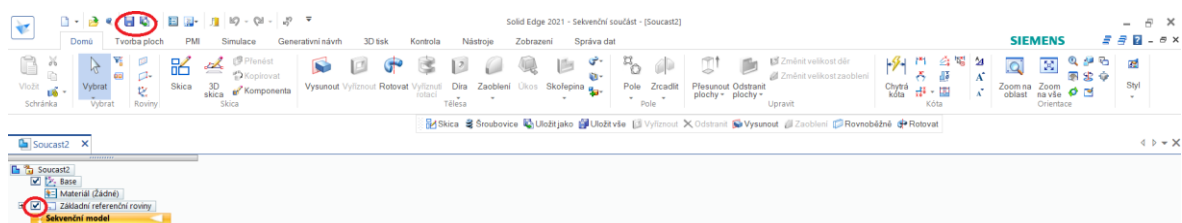
Ve vybrané záložce „Nový“ klikneme na možnost „Metrická součást ISO“. Tímto vytvoříme nový soubor, který má koncovku „par“ jako „Part“. V tomto novém souboru jsou rozměry a metody technického zobrazování nastaveny dle ISO standardů díky vybrané ISO šablony.



Obrázek 22 Vytvoření nového souboru

Je i možnost tyto kroky ignorovat a v záložce „Nový“ vybrat možnost „Nový“ a vytvořit si novou šablonu nebo vložit už existující.

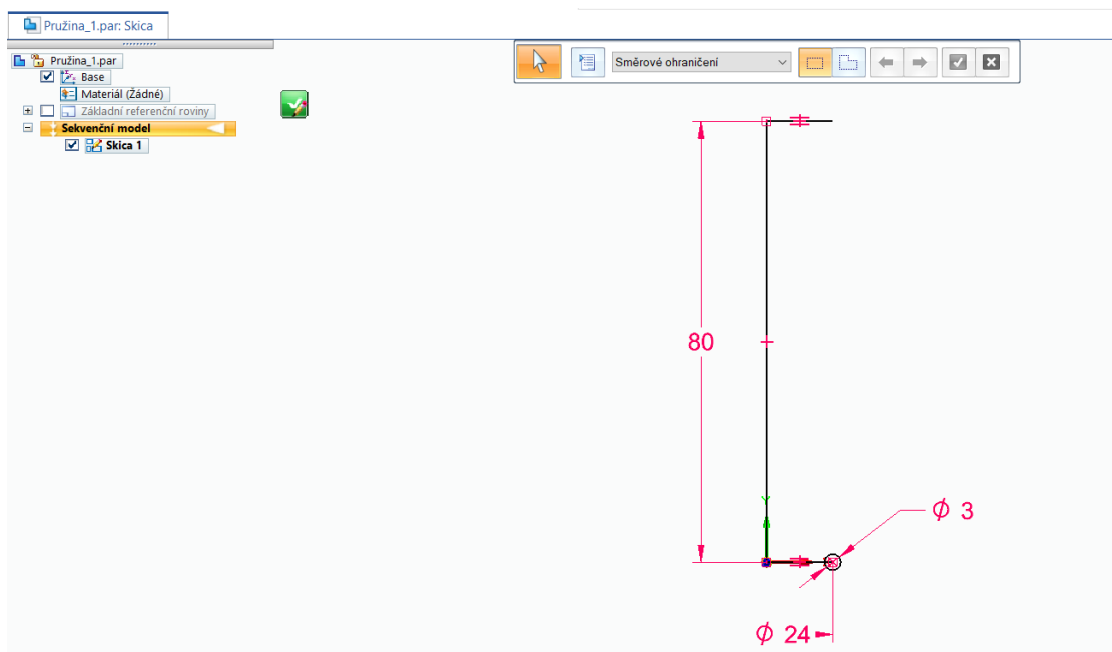
Po vytvoření nového modelu si zapneme referenční roviny a soubor uložíme. Uložení souboru se provede kliknutím na ikonu „Uložit“ nebo „Uložit jako“ v horním pásu karet. Soubor lze v průběhu modelování průběžně rychle ukládat pomocí klávesové zkratky „Ctrl + S“



Obrázek 23 Zapnutí referenčních rovin a ikony pro ukládání

## 7 TVORBA FUNKČNÍ (ADAPTIVNÍ) PRUŽINY

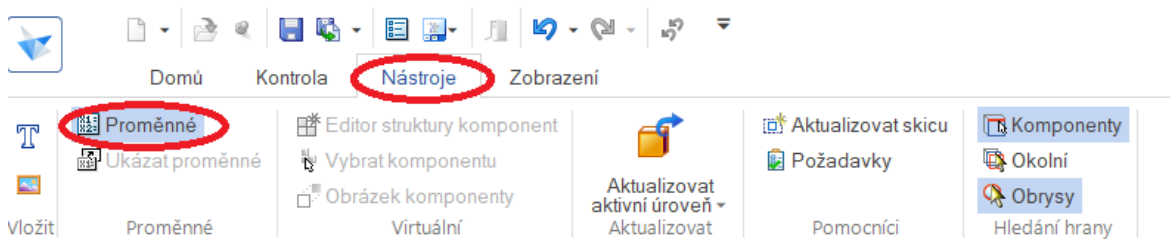
V pásu karet klikneme na tlačítko „Skica“ a poté vybereme kliknutím zvolenou rovinu v tomto případě „Půdorys (rovina xy)“. V této rovině vytvoříme náčrt a zakótujeme ho podle obrázku níže.



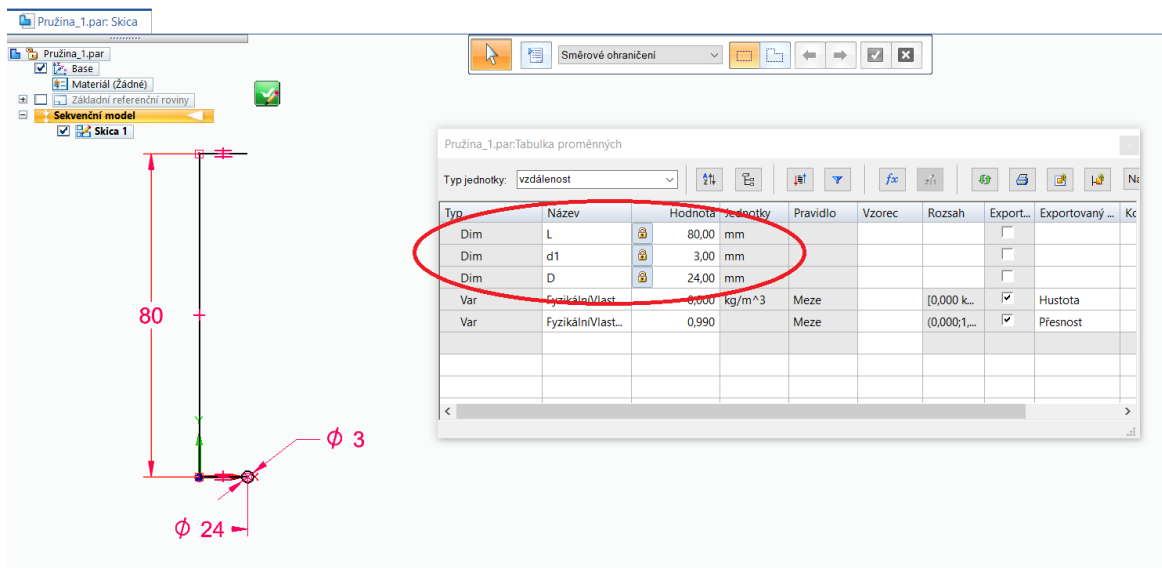
Obrázek 24 Skica 1

Po dokončení skici klikneme na „Zavřít skicu“ a poté na „Dokončit“.

V horním pásu karet z „Domů“ se přepneme do „Nástroje“ a klikneme na „Proměnné“ kde se nám zobrazí tabulka. V této tabulce přepíšeme sloupec „Název“ dle obrázku a zavřeme. Po zavření se znovu přepneme do „Domů“.

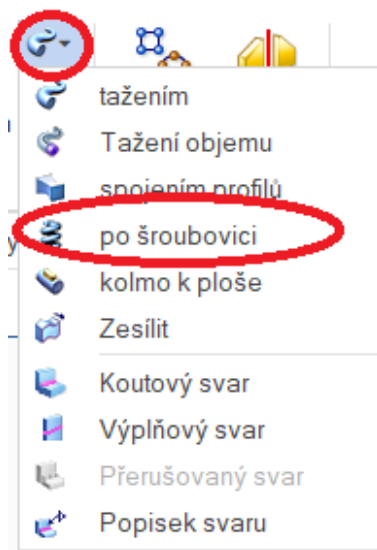


Obrázek 25 Nástroje Solid Edge



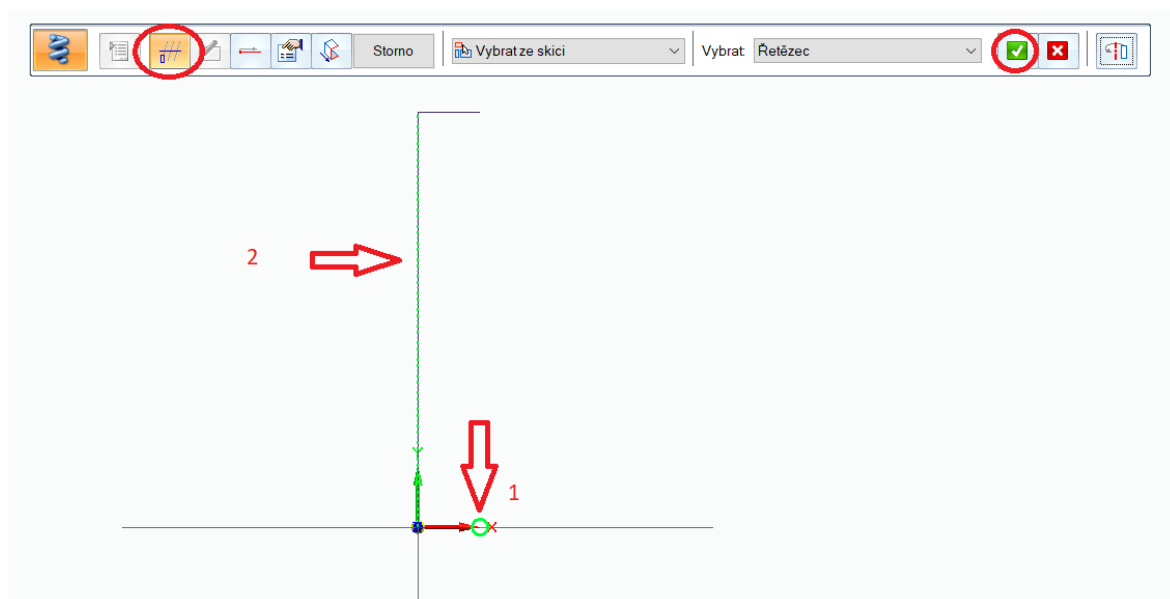
Obrázek 26 Tabulka proměnných

V dalším kroku vybereme v záložce „Přidat“ funkci „Po šroubovici (Šroubovice)“.



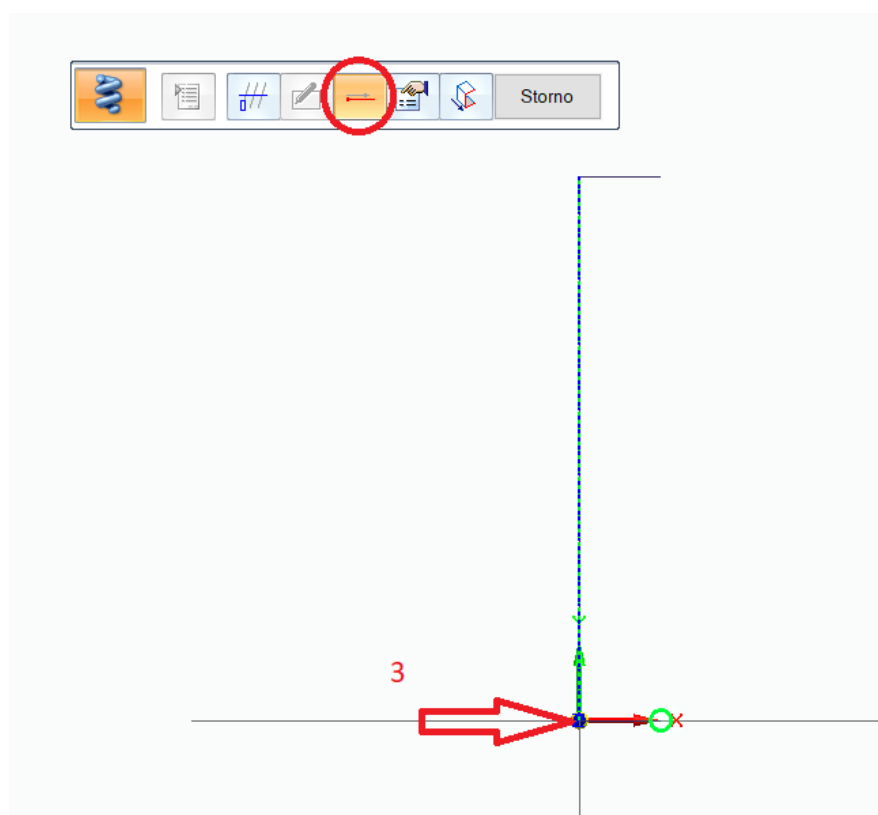
Obrázek 27 Funkce Přidat – po šroubovici

Zobrazí se nám okno a automaticky se vybere funkce „Šroubovice – Osa a řez“. Jako první vybereme kružnici s průměrem 3 mm a potvrdíme zeleným potvrzovacím tlačítkem. V druhém kroku vybereme svislou úsečku s délkou 80 mm, představující osu pružiny.



Obrázek 28 Funkce Šroubovice – Osa a řez

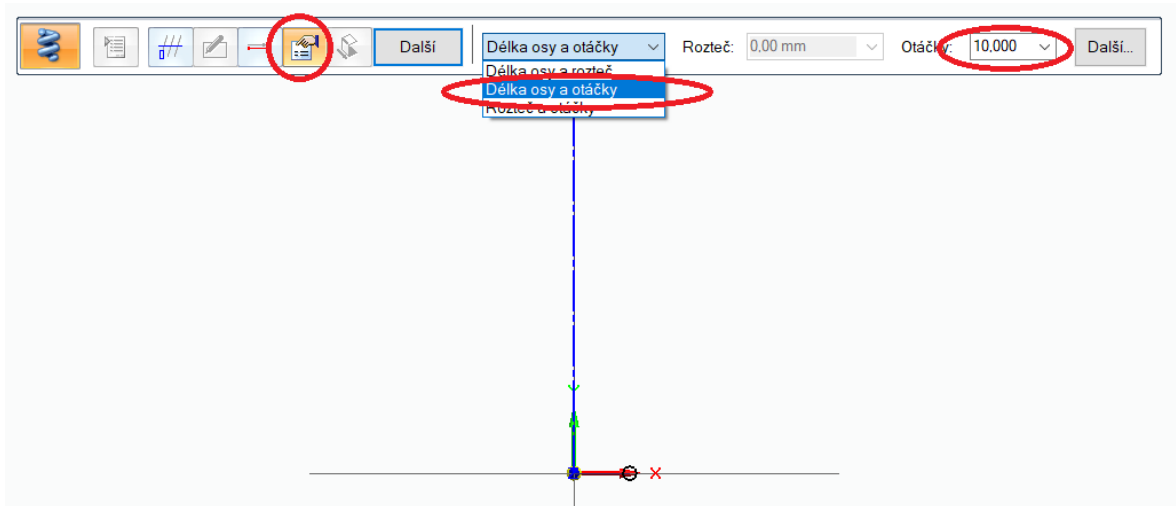
Po dokončení těchto dvou kroků se automaticky spustí funkce „Šroubovice – Počátek“ a zde v tomto případě vybereme střed souřadného systému.



Obrázek 29 Funkce Šroubovice – Počátek

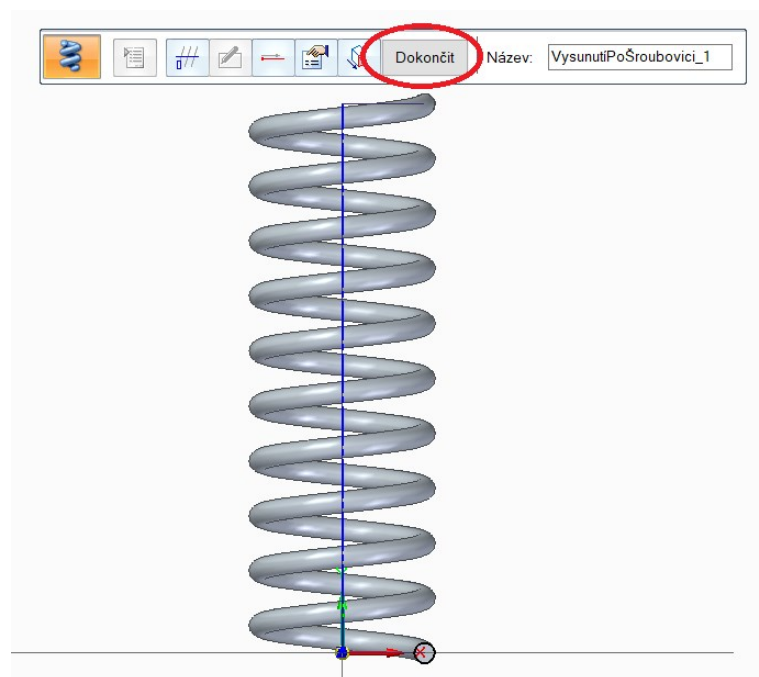


Po zvolení počátku se znovu automaticky zapne nová funkce „Šroubovice – Parametry“, kde je automaticky předvolená funkce „Délka osy a rozteč“. V našem případě tuto předvolenou funkci přepneme a zvolíme funkci „Délka osy a otáčky“ a do okna „Otáčky“ podle obrázku níže zadáme deset otáček.



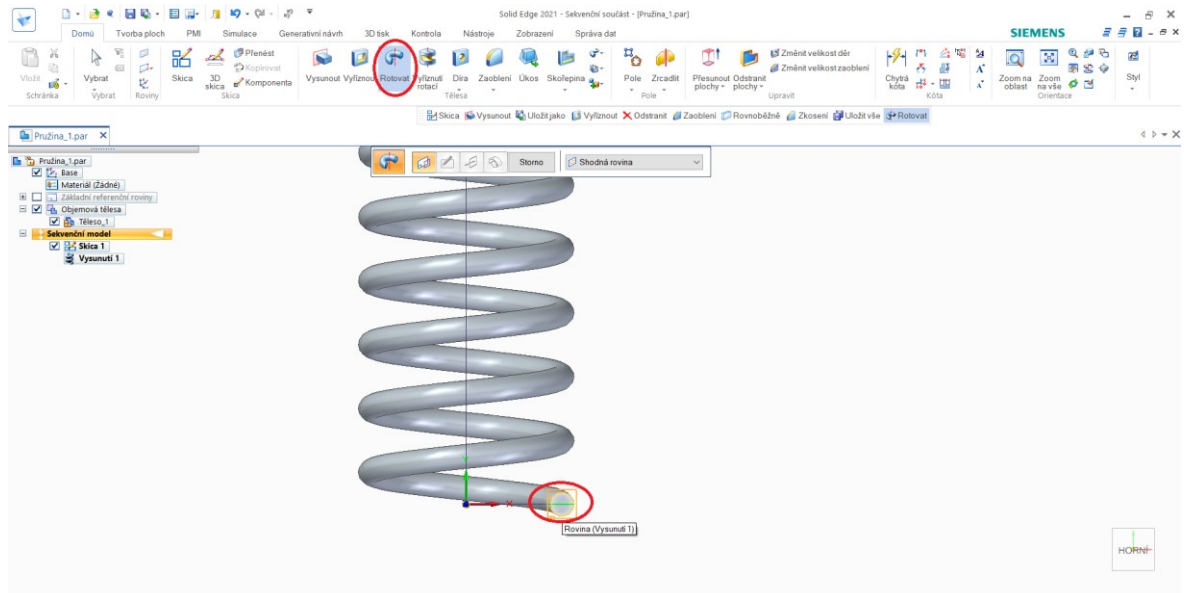
Obrázek 30 Funkce Šroubovice – Parametry

Po zvolení parametrů potvrdíme tento výběr kliknutím na „Dálší“ a následně kliknutím na „Náhled“, po kterém se vykreslí pružina. Pokud bychom chtěli dělat nějaké úpravy, můžeme se v krocích vrátit, pokud ne, klikneme na „Dokončit“.



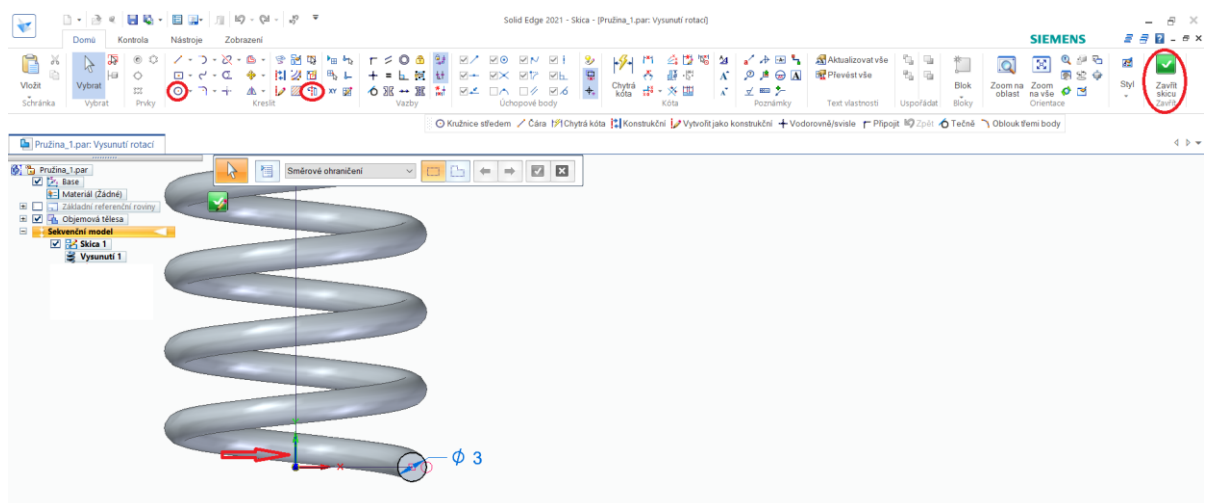
Obrázek 31 Pružina

Po vytvoření pružiny pomocí funkce „Přidat – po šroubovici“ vytvoříme dosedací plochy pružiny. Tyto plochy vytvoříme pomocí dvou funkcí, a to „Rotovat“ a „Vyříznout“. Začneme s funkcí „Rotovat“ a vybereme rovinu „Rovina (Vysunutí 1)“ dle obrázku níže.



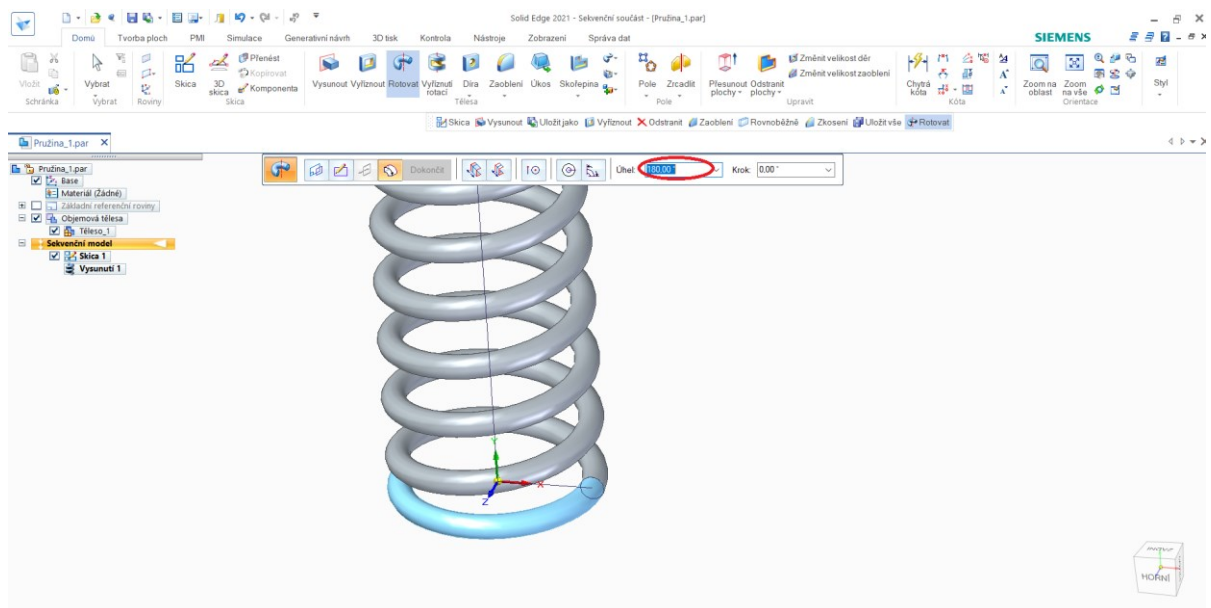
Obrázek 32 Funkce Rotovat

V této rovině se automaticky vytvoří skica, ve které pomocí funkce „Kružnice středem“ nakreslíme kružnici o průměru 3 mm dle obrázku níže. Také funkcí „Osa rotace“ zvolíme osu rotace. Jako osu rotace zvolíme osu Y. Po dokončení těchto kroků klikneme na „Zavřít skicu“, a tím tuto operaci potvrdíme.



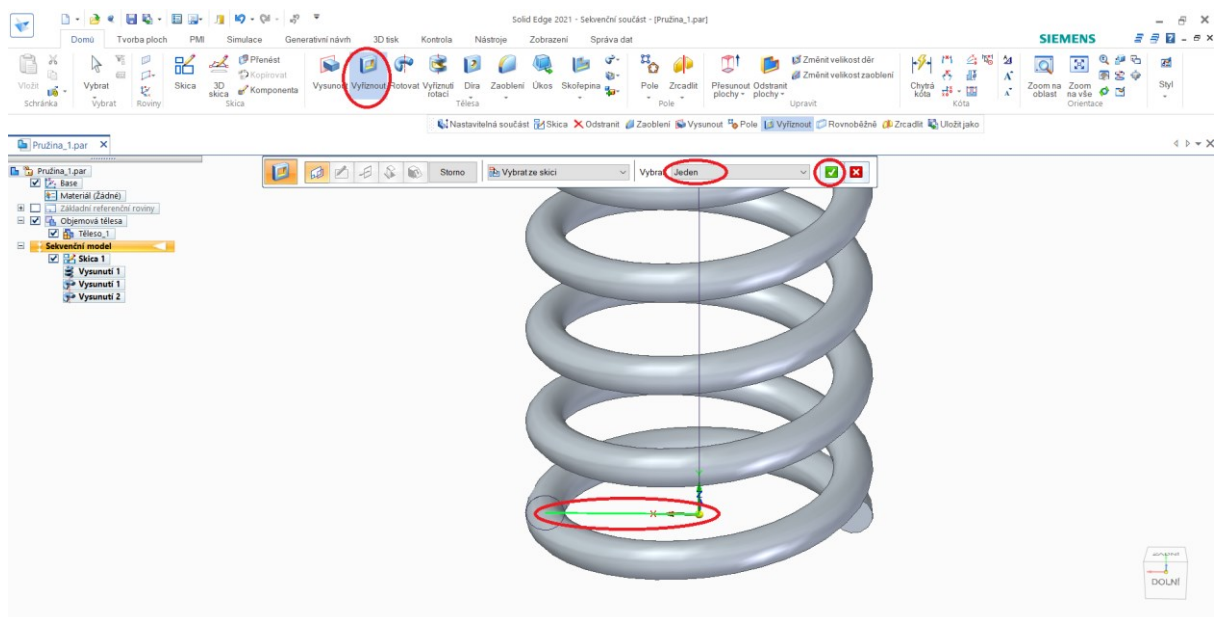
Obrázek 33 Náčrt kružnice

V dalším kroku vybereme směr rotace a úhel 180° dle obrázku. Poté klikneme na „Dokončit“. Tuto akci opakujeme ještě jednou, a to na vrchní části pružiny.



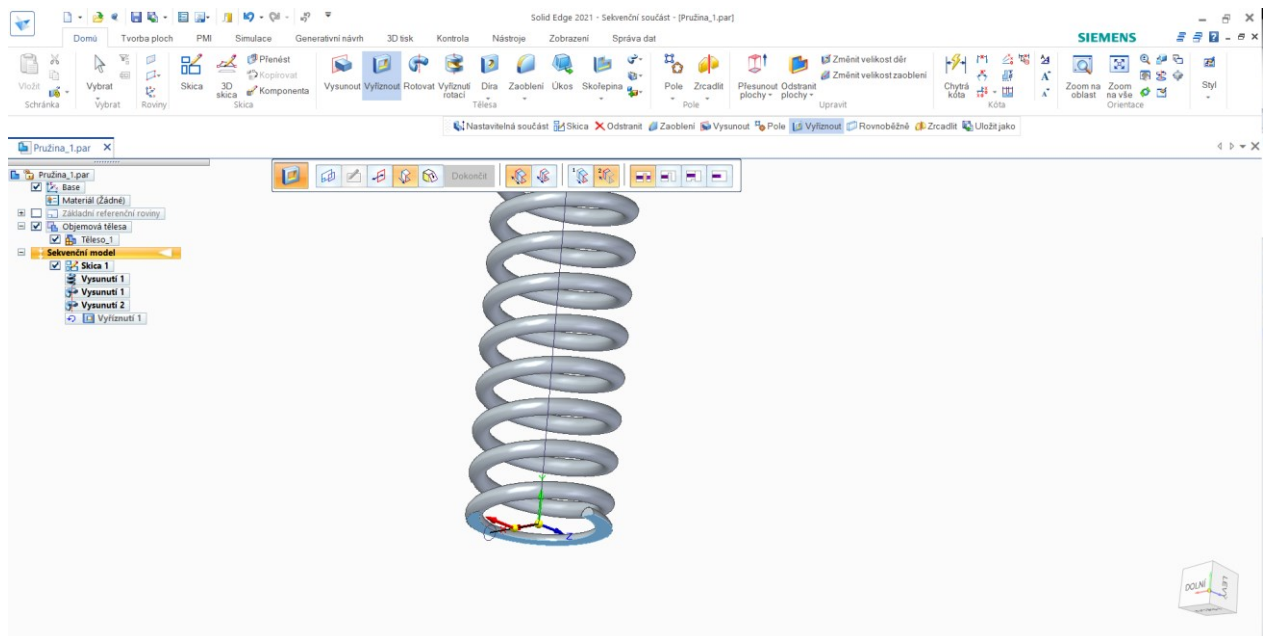
Obrázek 34 Dokončení rotace

Po dokončení obou rotací přejdeme k poslednímu kroku pro vytvoření dosedacích ploch pružiny. Klikneme na funkci „Vyříznout“. V kolonce „Vybrat“ vybereme možnost „Jeden“ a klikneme na horizontální úsečku, která je zakroužkována na obrázku níže a výběr potvrdíme.



Obrázek 35 Funkce Vyříznout

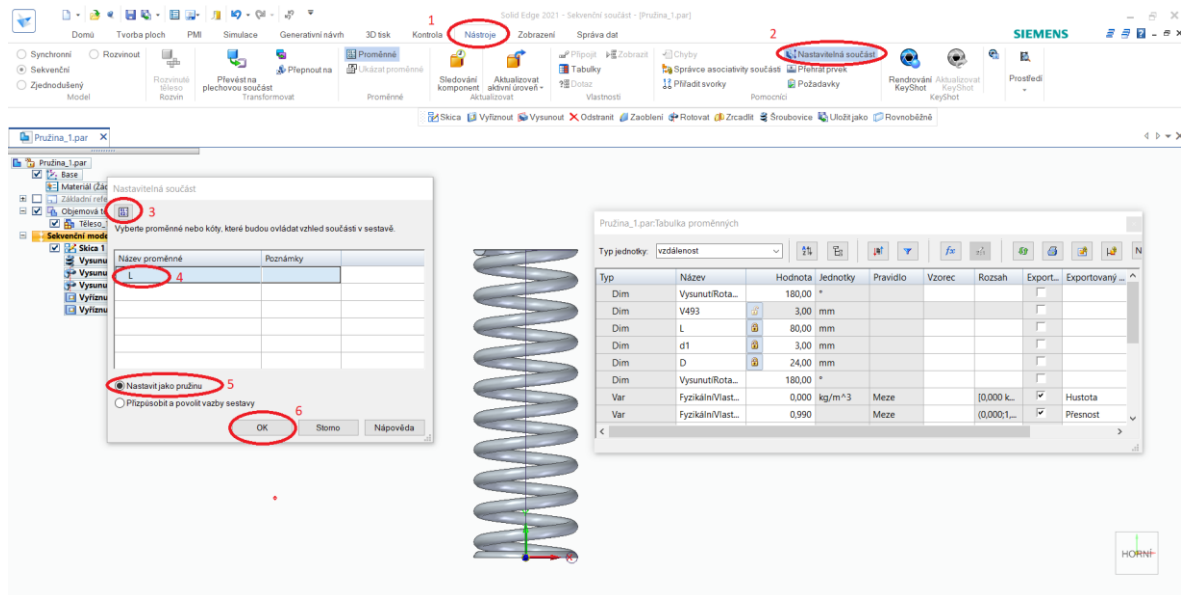
Po potvrzení se automaticky spustí další krok. V tomto kroku vybereme směr vyříznutí. Vyříznutí musí být symetricky na obě strany, aby se vytvořila dosedací plocha pružiny. Po správném výběru klikneme na „Dokončit“. Stejně jako u rotace celý proces znovu opakujeme na vrchní části pružiny.



Obrázek 36 Dokončení vyříznutí

Když je pružina zcela hotova, lze ji převést na adaptivní součást, aby s ní bylo možné v sestavě dále pracovat.

V horním pásu karet se přepneme do „Nástroje“ a klikneme na možnost „Nastavitelná součást“. Dále dle obrázku klikneme na okno tabulky proměnných označenou číslem 3. Zobrazí se tabulka, kterou jsme již nastavili (Obrázek 26). Tento krok není nutný, pokud víme, co chceme v okně „Nastavitelná součást“ zadat do sloupce „Název proměnné“. Není však špatné si připomenout, jak byla v předchozích krocích délka označena. Ve sloupci „Název proměnné“ zadáme délku pružiny označenou písmenem L. Vybereme možnost „Nastavit jako pružinu“ a potvrdíme nastavení kliknutím na tlačítko „OK“.

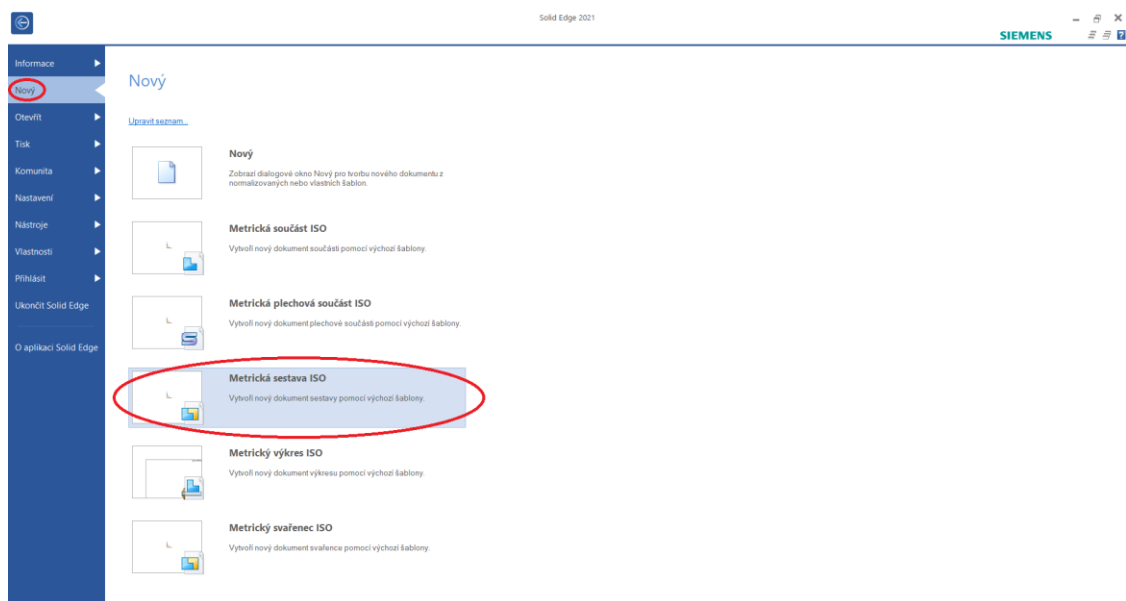


Obrázek 37 Nastavení pružiny jako adaptivní součást

Nyní je pružina adaptivní, to znamená, že s ní můžeme dále pracovat v sestavě a pružina se bude chovat adaptivně.

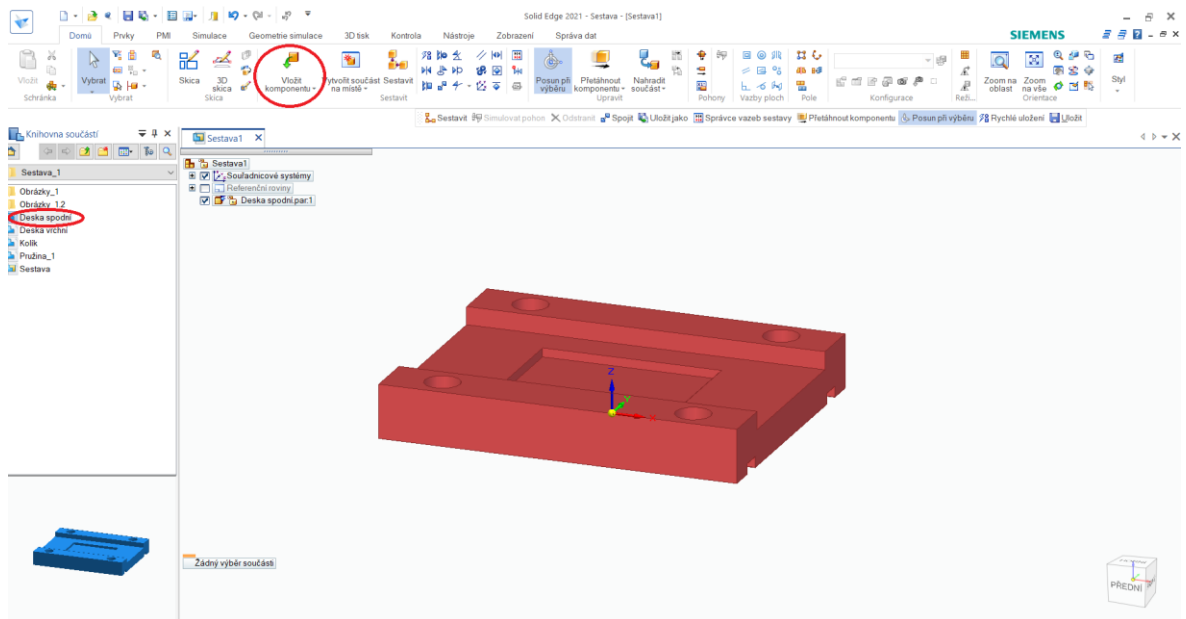
## 7.1 Pružina v sestavě

Stejně jako v předchozí kapitole věnované modelování, musíme nejdříve vybrat správnou ISO šablonu pro tvorbu sestavy. V tomto případě klikneme na „Nový“ a následně na „Metrická sestava ISO“, čímž se dostaneme do prostředí sestav.



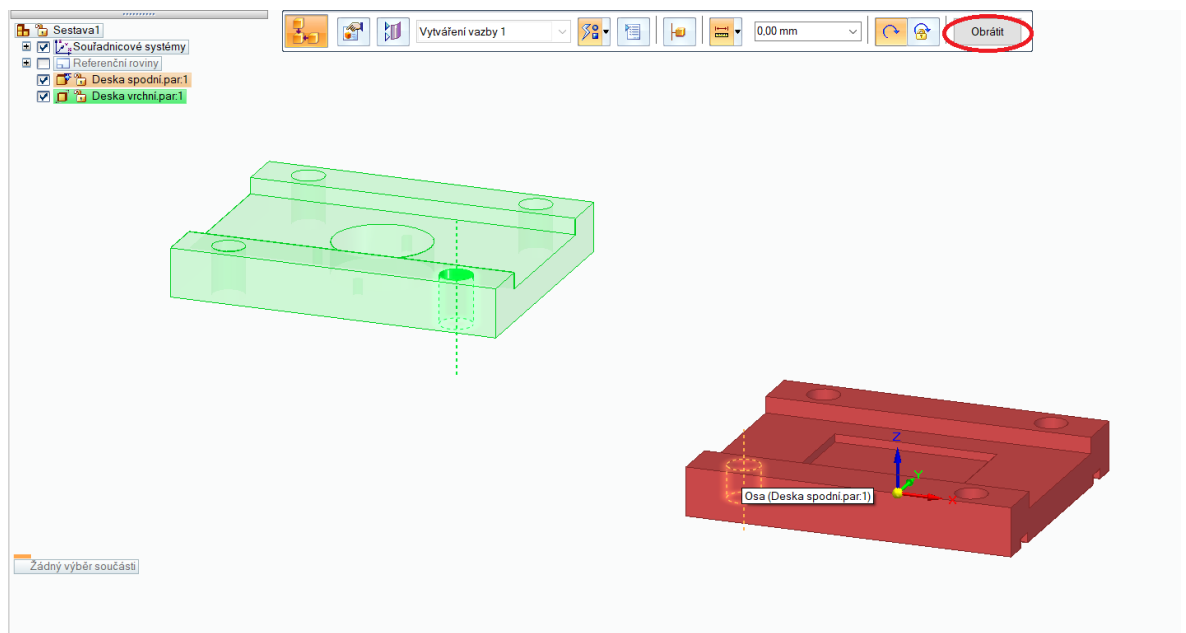
Obrázek 38 Metrická sestava ISO

V horním pásu karet klikneme na „Vložit komponentu“ a v knihovně součástí vybereme součást „Deska spodní“. Součást vložíme přetáhnutím nebo dvojklikem.



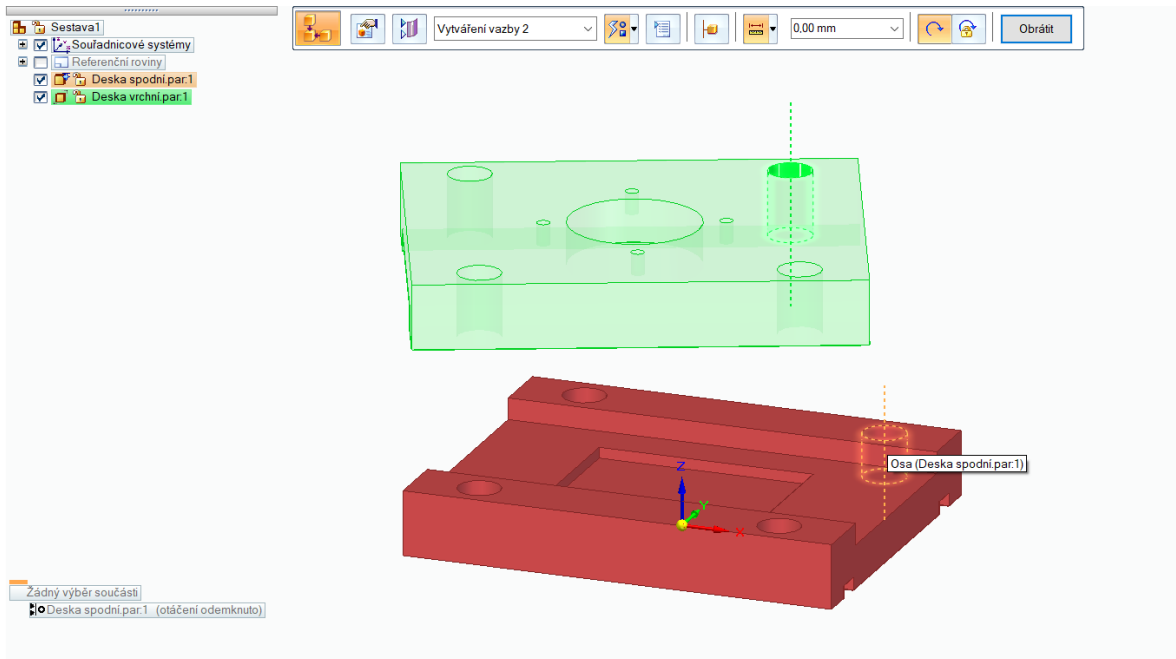
Obrázek 39 Vložení komponenty

V knihovně vybereme součást „Deska vrchní“ a vložíme ji do sestavy. Po vložení vrchní desky obě součásti ustavíme do vzájemné polohy pomocí vazby sousostnosti tak, že vybereme dvě znázorněné díry. Vrchní desku také otočíme kliknutím na „Obrátit“.



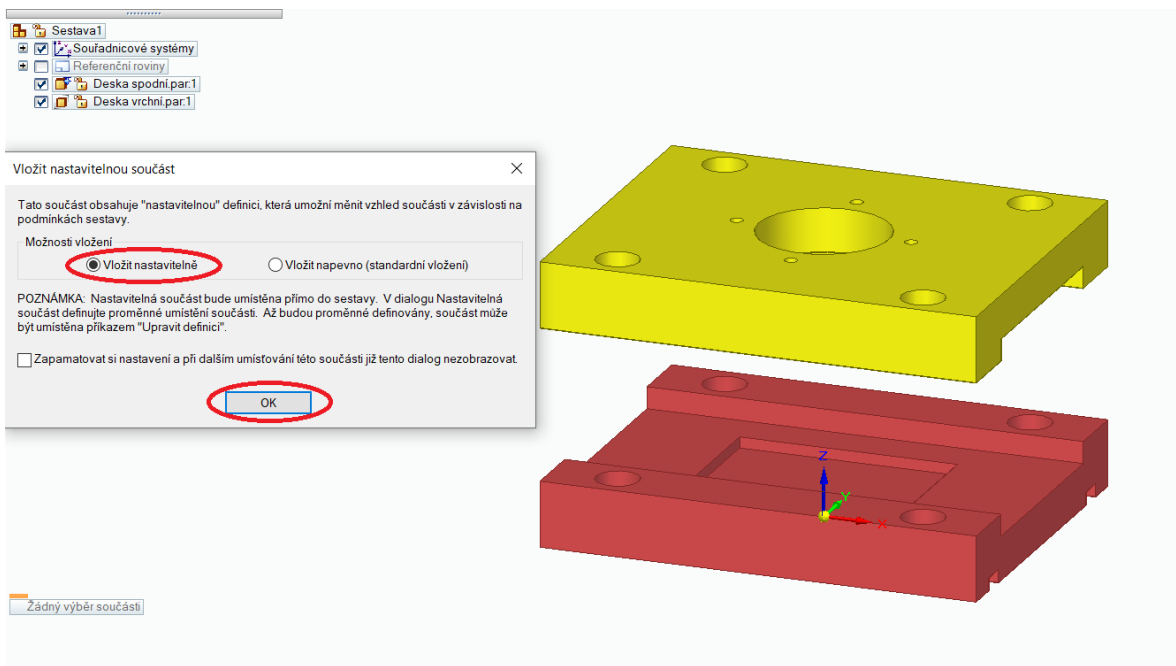
Obrázek 40 Vazba Souose 1

V dalším kroku znovu použijeme stejnou vazbu na nově vybrané díry. Tímto jsou desky zcela ustaveny do vzájemné polohy, jejich odsazení v tomto případě neřešíme.



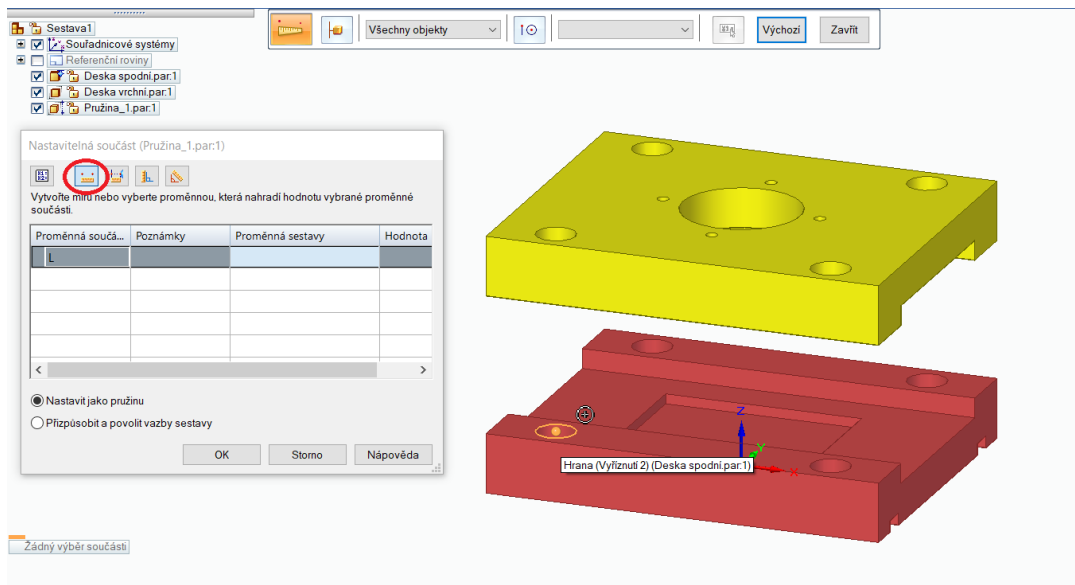
Obrázek 41 Vazba Souose 2

Nyní vložíme do sestavy pružinu „Pružina\_1“. Při vkládání pružiny se zobrazí okno s nabídkou možností. Vybereme možnost „Vložit nastavitelně“ a potvrdíme kliknutím na tlačítko „OK“.



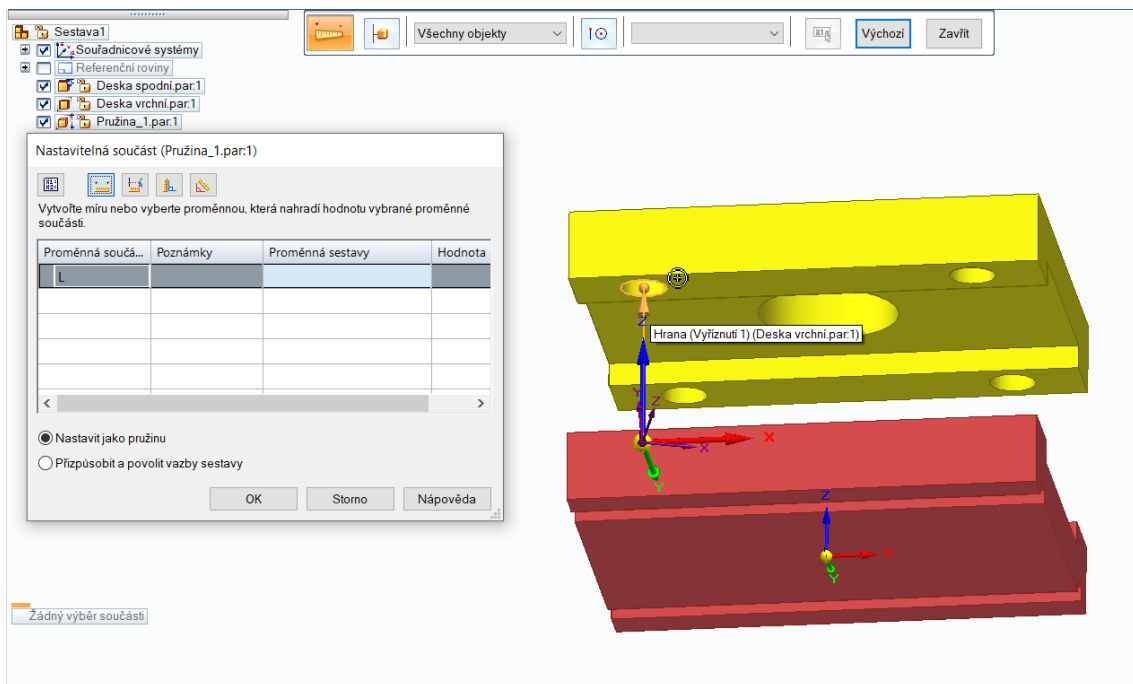
Obrázek 42 Vložit nastavitelně

Po potvrzení se zobrazí tabulka, kde klikneme na možnost „Změřit vzdálenost“ zakroužkovanou na obrázku níže. Jakmile tuto možnost vybereme, musíme vybrat hranu, ke které tato funkce bude platit. Vybereme hranu díry, která je znázorněna na obrázku a pro potvrzení na ní klikneme.



Obrázek 43 První bod

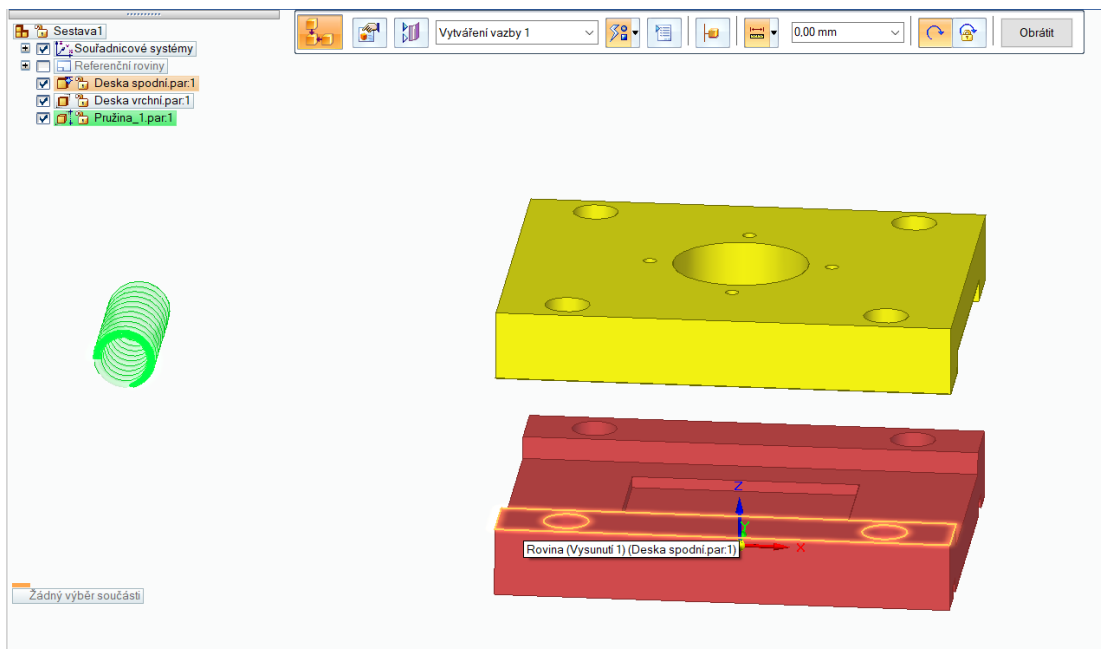
V dalším kroku vybereme novou díru a její hranu, která je znázorněna na obrázku a pro potvrzení na ní klikneme.



Obrázek 44 Druhý bod

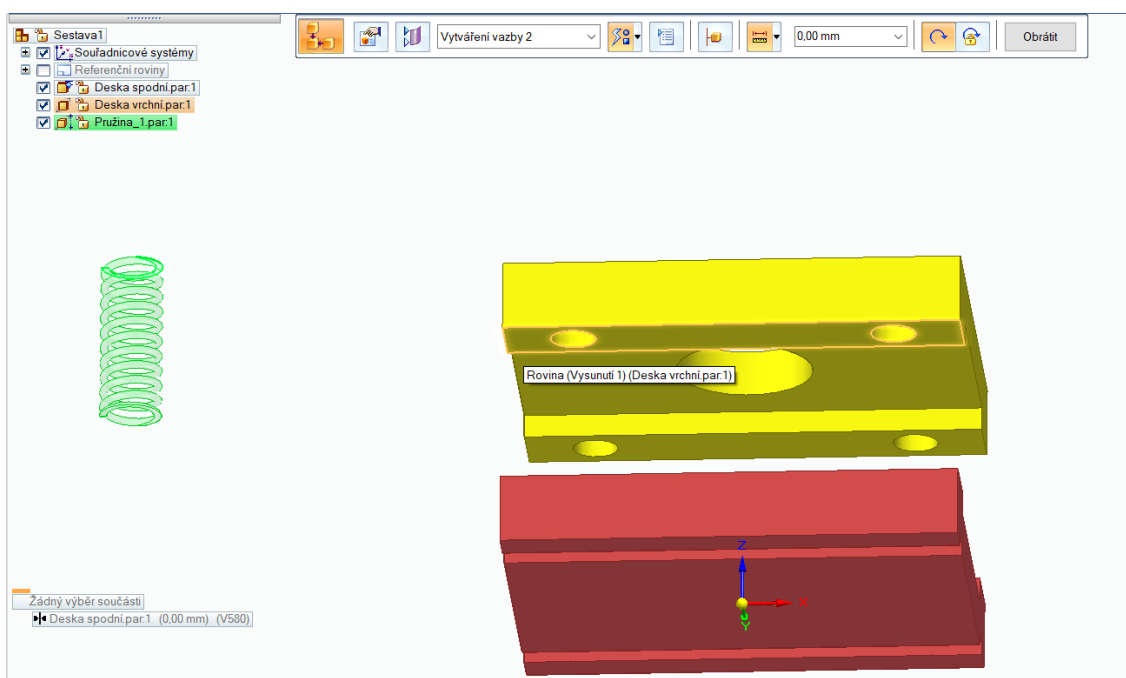


Když jsou dva předchozí kroky hotovy, vybereme podle obrázku dosedací plochu pružiny a plochu spodní desky. Pomocí vazby „Proti sobě“ je spojíme k sobě.



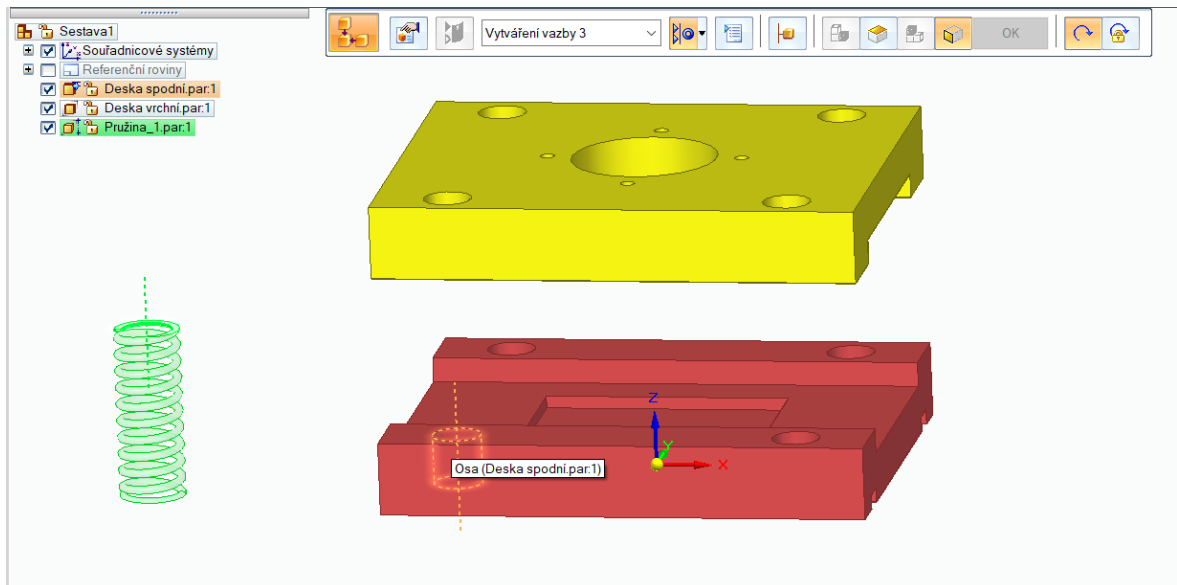
Obrázek 45 Vazba Proti sobě

Tento krok opakujeme s tím, že vybereme druhou dosedací plochu pružiny a plochu vrchní desky dle obrázku níže.



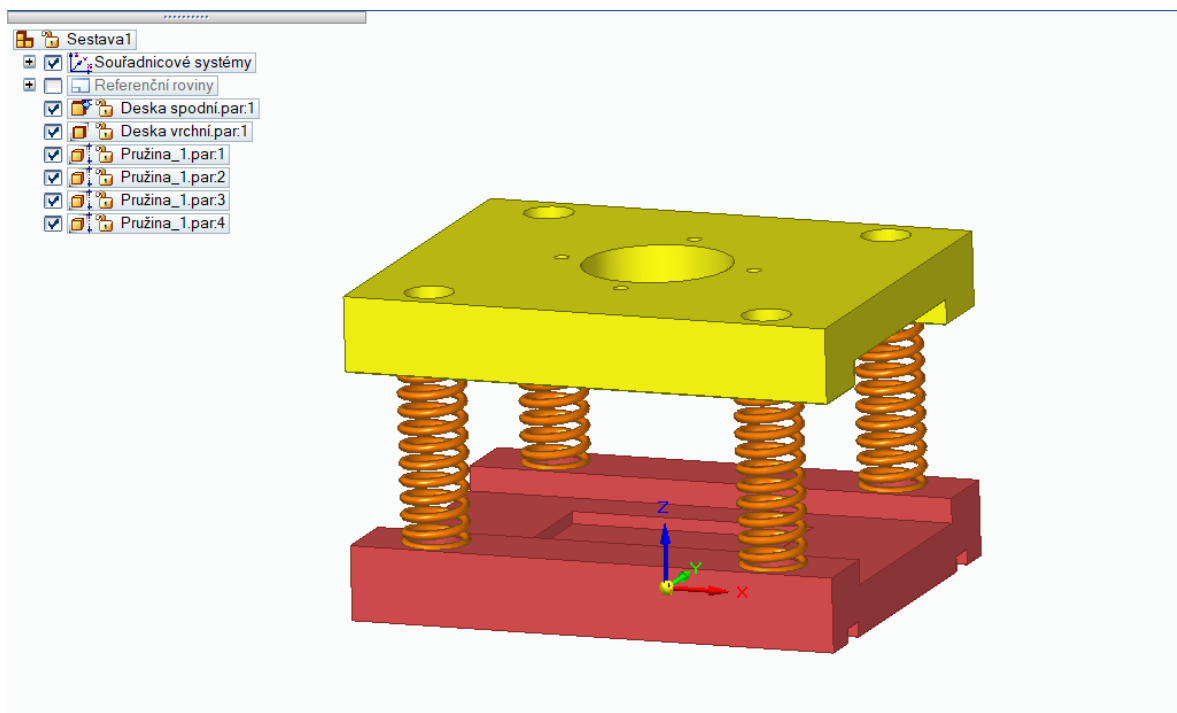
Obrázek 46 Vazba Proti sobě 2

V posledním kroku vybereme osu pružiny a osu díry jako obrázku a pomocí vazby „Souose“ je spojíme. Tímto je pružina zcela ukotvena tak, aby mohla v sestavě plnit roli adaptivní součásti.



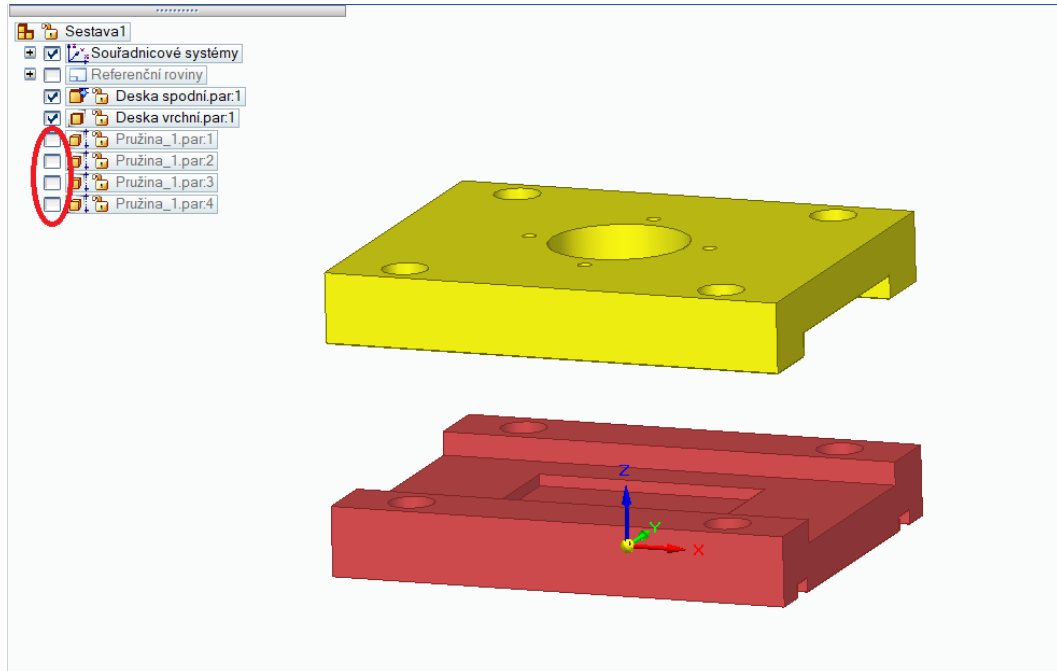
Obrázek 47 Vazba Souose 3

Tyto kroky zopakujeme ještě třikrát, abychom zkompletovali celou sestavu.



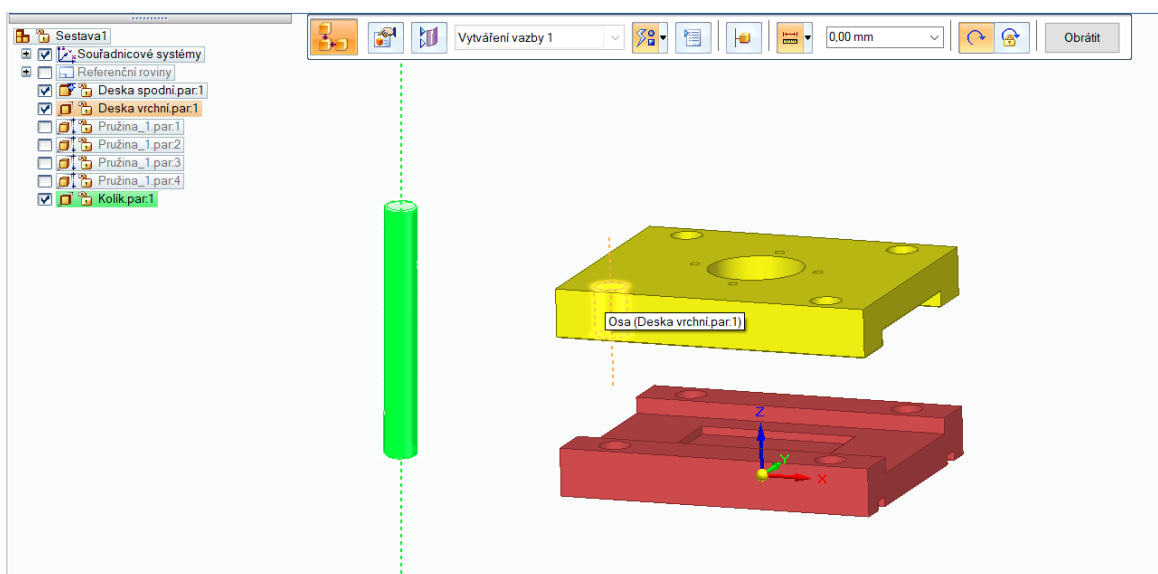
Obrázek 48 Vložené pružiny

Jakmile máme v sestavě vloženy obě desky a pružiny, chybí nám vložit už jen středící kolíky. Aby bylo vložení a ukotvení středících kolíků přehlednější, skryjeme si proto pružiny. To provedeme tak, že odklikneme viditelnost ve stromu součásti dle obrázku.



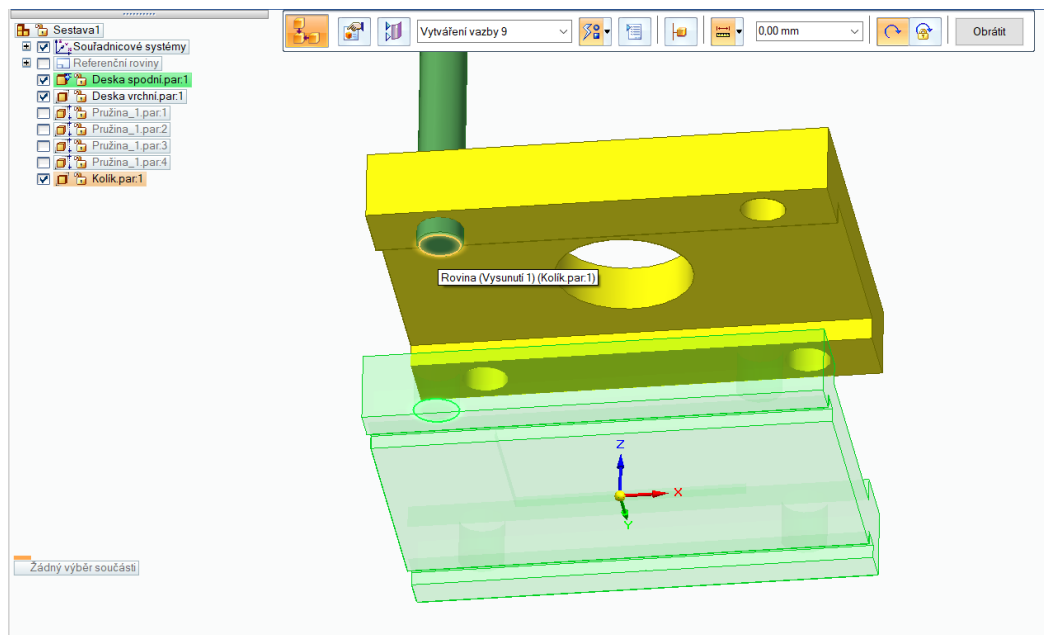
Obrázek 49 Skrytí pružin

V knihovně součástí vybereme kolík „Kolík“ a vložíme ho do sestavy. Pomocí vazby „Souose“ vybereme osu kolíku a osu díry, tím tuto vazbu potvrdíme.



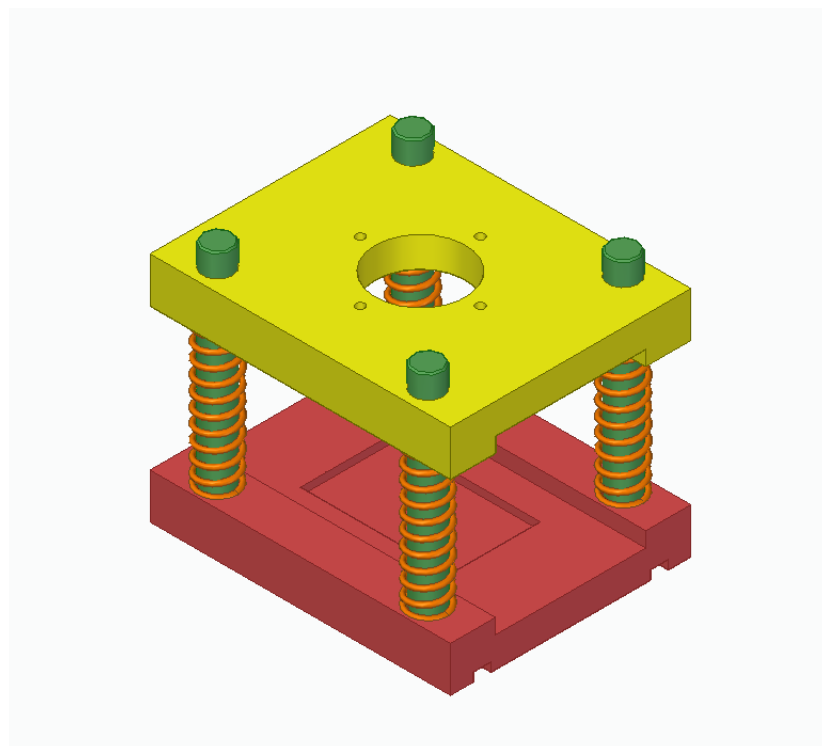
Obrázek 50 Vazba Souose 4

V dalším kroku pomocí vazby „Proti sobě“ vybereme dolní plochu kolíku a dno díry, jak je naznačeno na obrázku níže.



Obrázek 51 Vazba Proti sobě 3

Stejně jako u pružiny tyto kroky opakujeme třikrát, abychom do každé díry vložili kolík. Poté znovu zobrazíme pružiny a získáme hotovou sestavu.

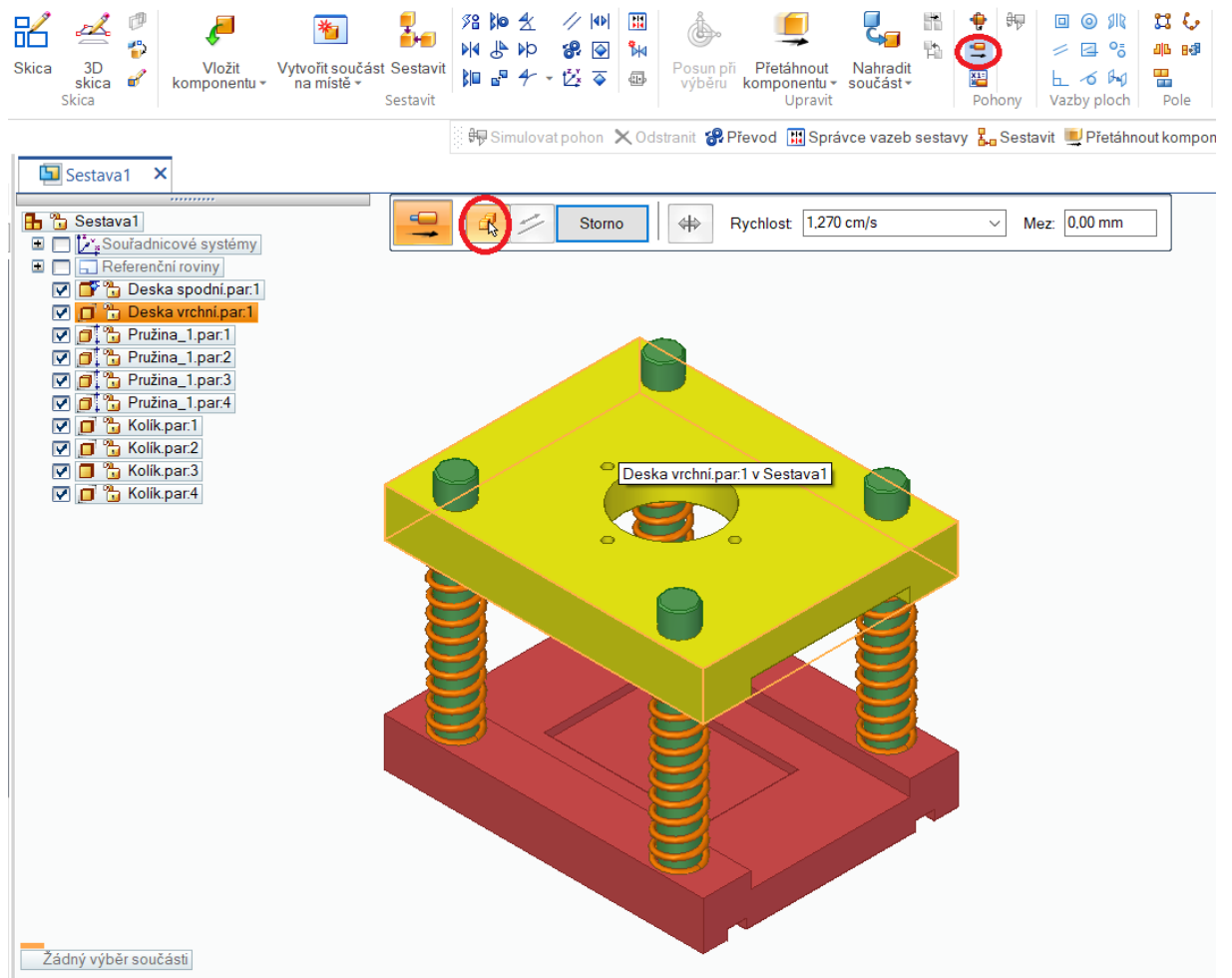


Obrázek 52 Hotová sestava

## 7.2 Animace sestavy

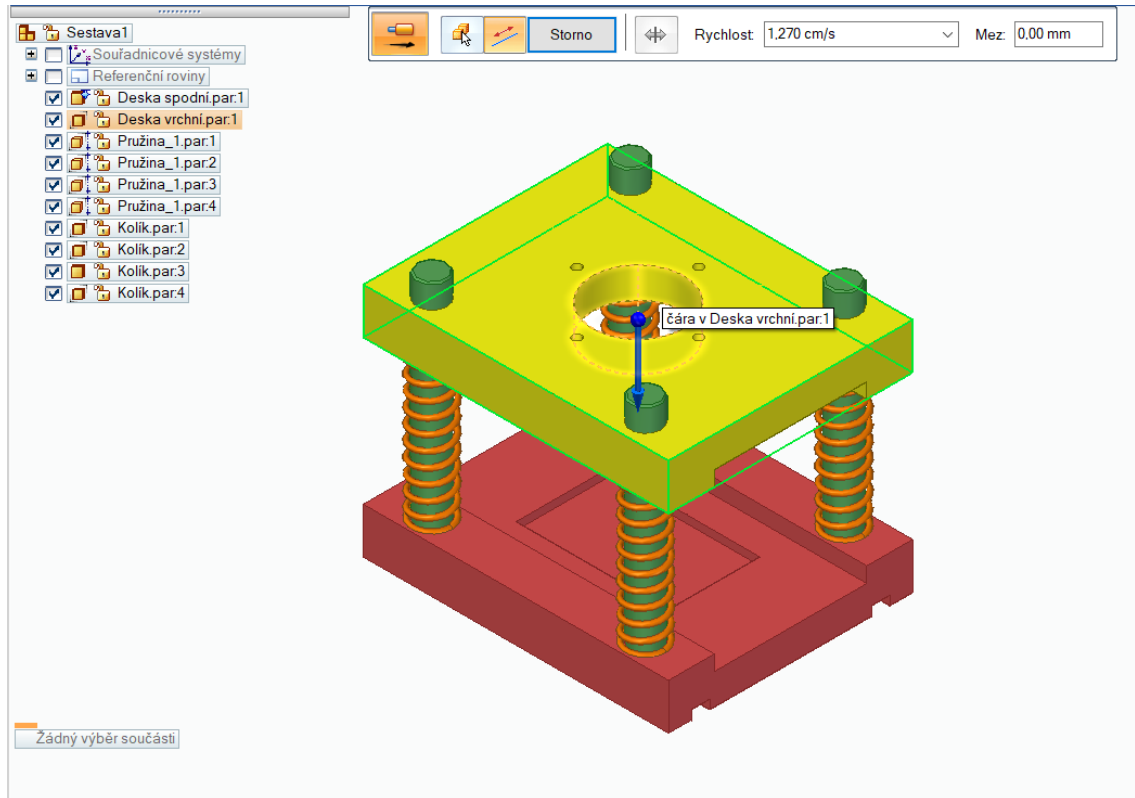
V této kapitole si ukážeme, jak nasimulovat pohyb sestavy, tak aby se pružiny adaptovaly s pohybem vrchní desky dolů, tak i nahoru.

V horním pásu karet klikneme na funkci „Lineární pohon“ a zobrazí se nám okno, kde budeme definovat co a jak se bude pohybovat. Jako první klikneme na vrchní desku, čímž vybereme součást, která se bude pohybovat.



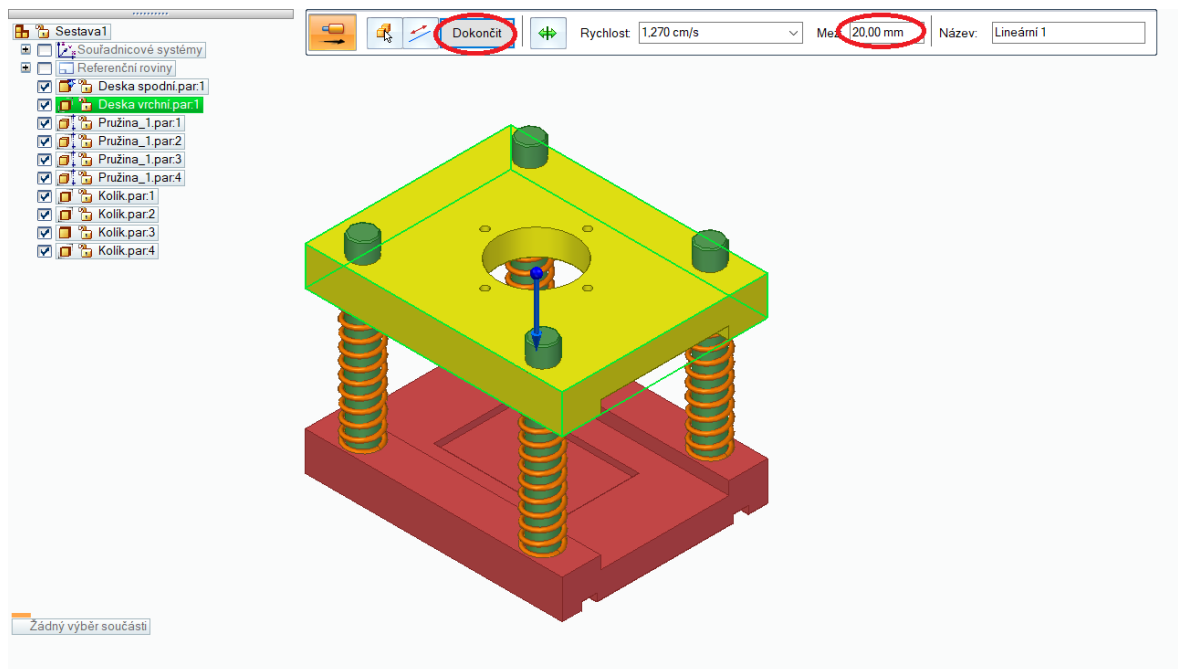
Obrázek 53 Lineární pohon 1

Po kliknutí na vrchní desku se automaticky spustí další krok, ve kterém vybereme směr pohybu a spustí se další krok.



Obrázek 54 Výběr směru lineárního pohybu

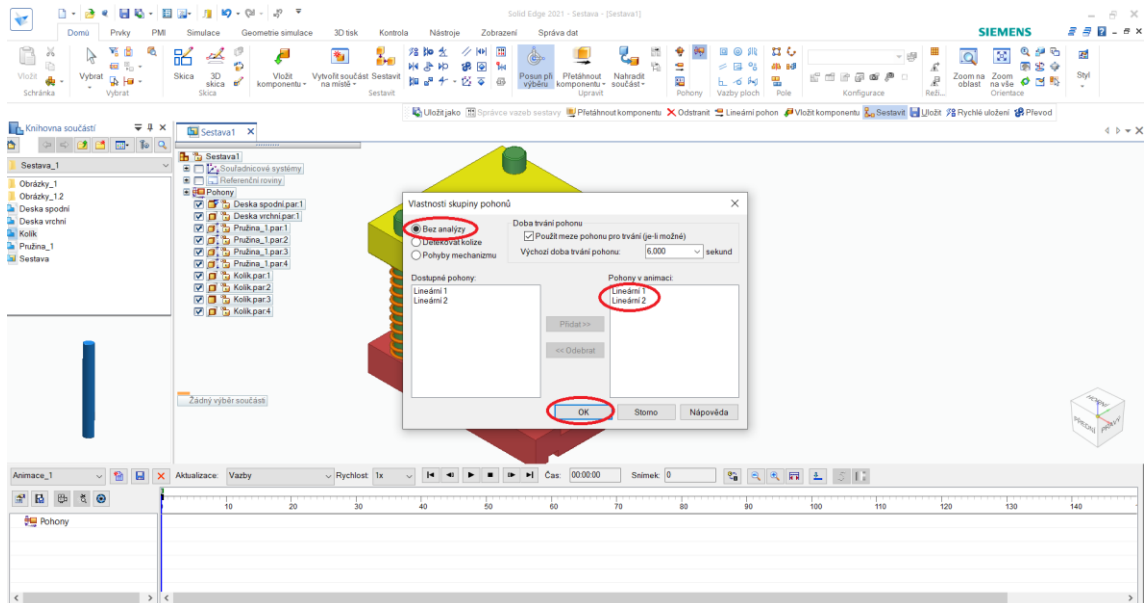
V kolonce „Mez“ nastavíme délku pohybu a kliknutím na tlačítko „Dokončit“ tento krok potvrdíme.



Obrázek 55 Nastavení meze

Tyto kroky znovu opakujeme s tím rozdílem, že při výběru směru zvolíme opačný směr.

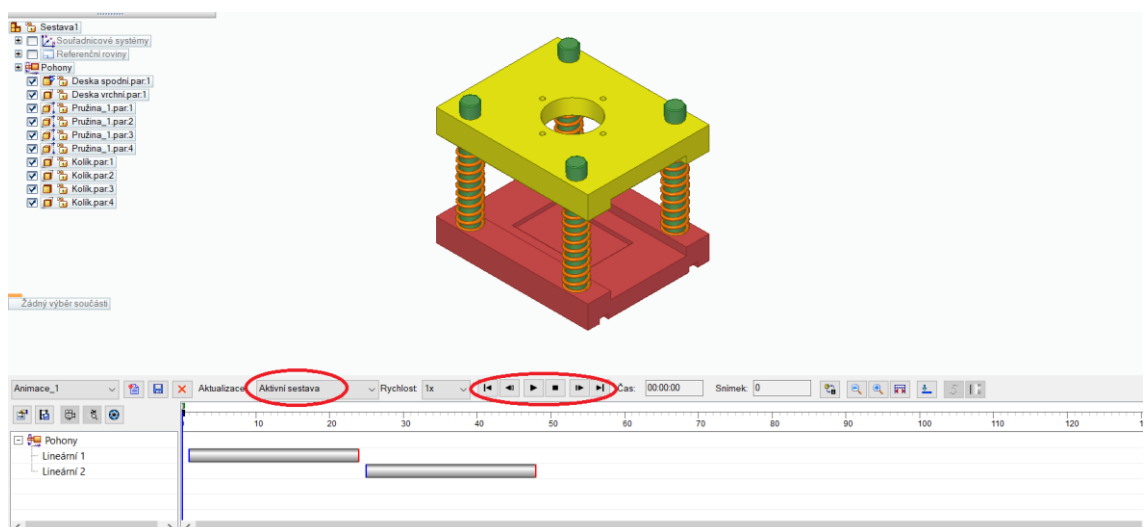
Pro spuštění pohonu musíme kliknout na tlačítko „Simulovat pohon“. Zobrazí se tabulka, kde vybereme „Bez analýzy“ a do kolonky „Pohony v animaci“ přidáme oba pohony. Toto nastavení potvrdíme kliknutím na tlačítko „OK“.



Obrázek 56 Simulace pohonu

V dolní části obrazovky se zobrazí prostředí animace. Zde je možné nastavit si různé funkce animace například aktualizace, rychlost.

Nastavíme v kolonce „Aktualizace – Aktivní sestava“ a spustíme animaci tlačítkem „Přehrát“.



Obrázek 57 Prostředí animací

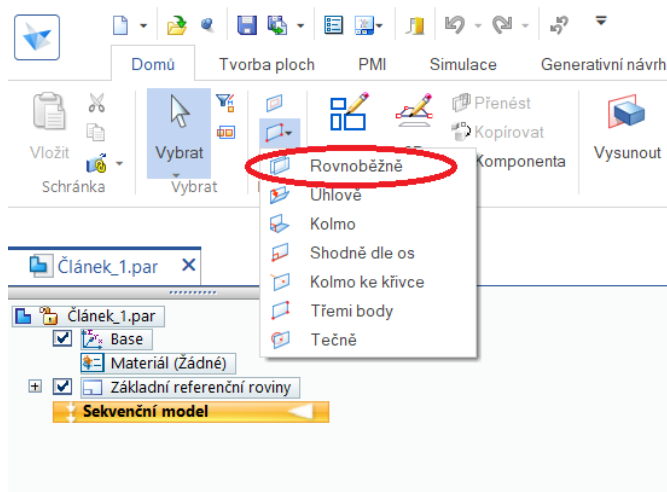
## 8 TVORBA FUNKČNÍHO ŘETĚZU

Tato kapitola obsahuje podrobný návod tvorby jednotlivých článků řetězu a jejich rozkopírování. Dále tvorbu sestavy jednoduchého řetězového převodu a jeho animaci.

### 8.1 Tvorba prvního článků

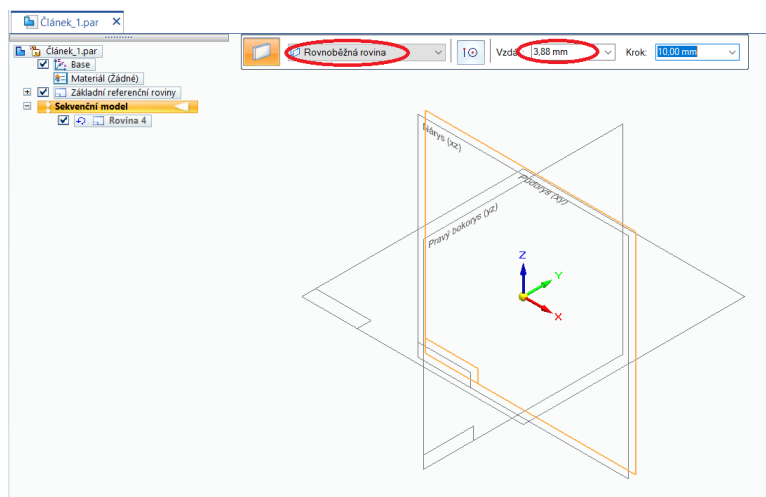
Nastavením modelovacího prostředí jsme se již zabývali stejně tak vytvořením nového souboru, proto zde tyto kroky již nebudou ukázány. Rovnou tedy přejdeme k tvorbě prvního článku řetězu.

Jako první vytvoříme pomocnou rovinu.



Obrázek 58 Tvorba rovnoběžné roviny 1

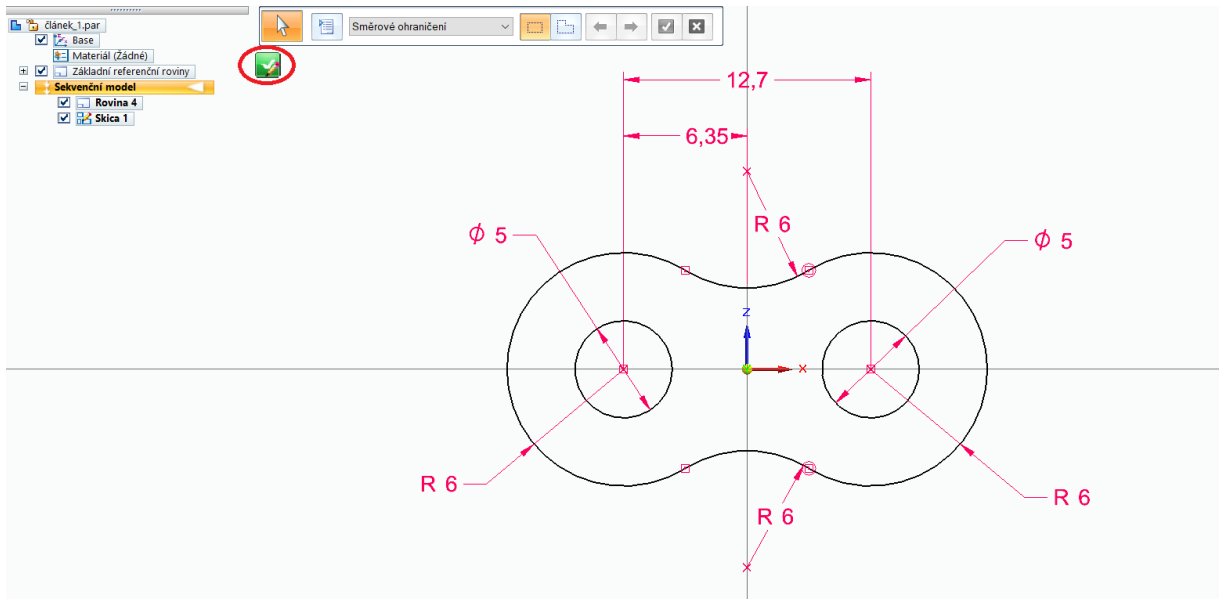
Tato rovina bude ve vzdálenosti 3,88 mm rovnoběžná s rovinou XZ.



Obrázek 59 Tvorba rovnoběžné roviny 2

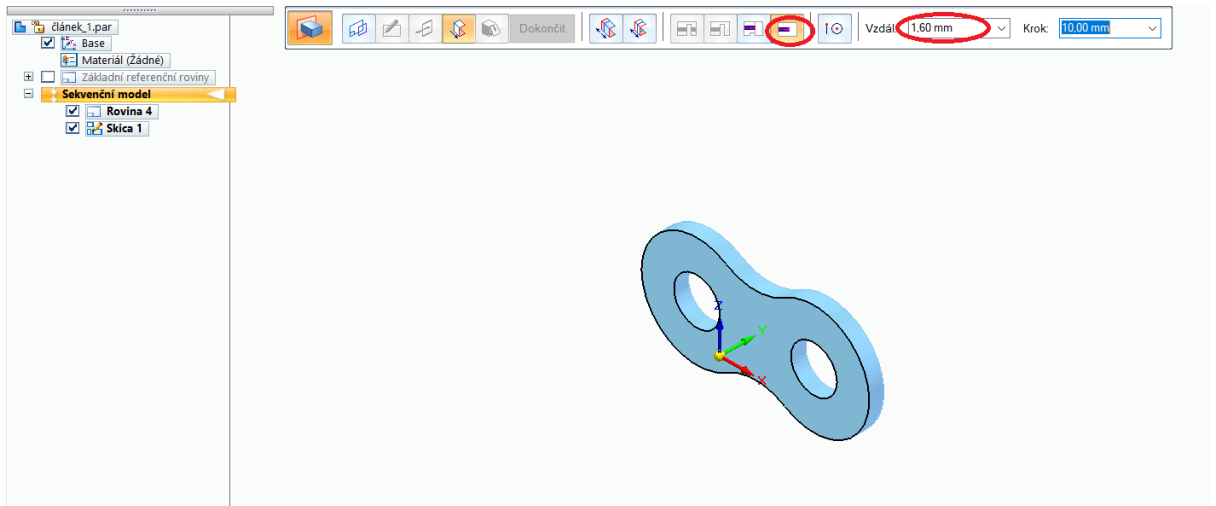


V této pomocné rovině vytvoříme novou skicu. Vytvořený náčrt zakótujeme podle obrázku níže a potvrdíme ji kliknutím na potvrzovací tlačítko.



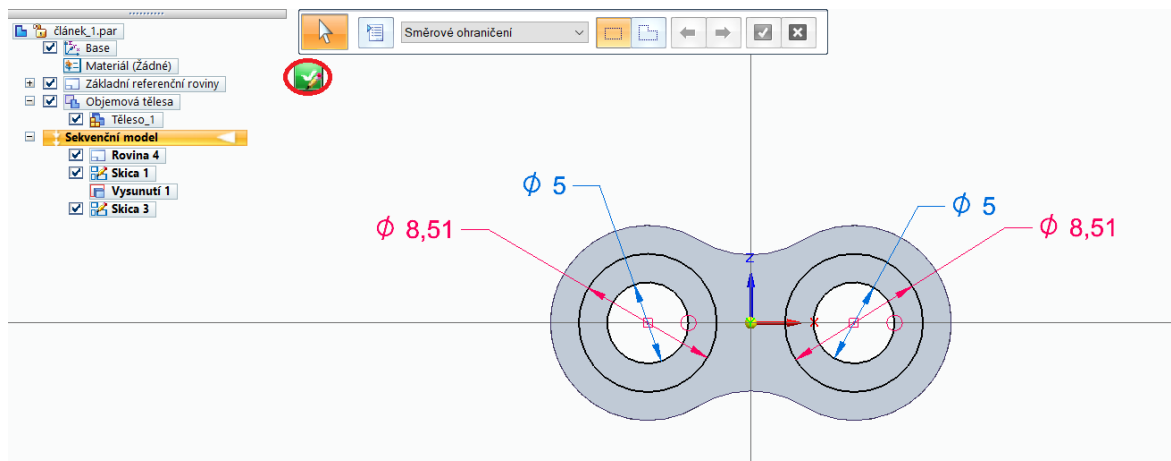
Obrázek 60 Článek 1 - Skica 1

V dalším kroku tuto skicu vysuneme pomocí funkce „Vysunout“ o 1,6 mm. Kliknutím na tlačítko „Dokončit“ vysunutí potvrdíme.



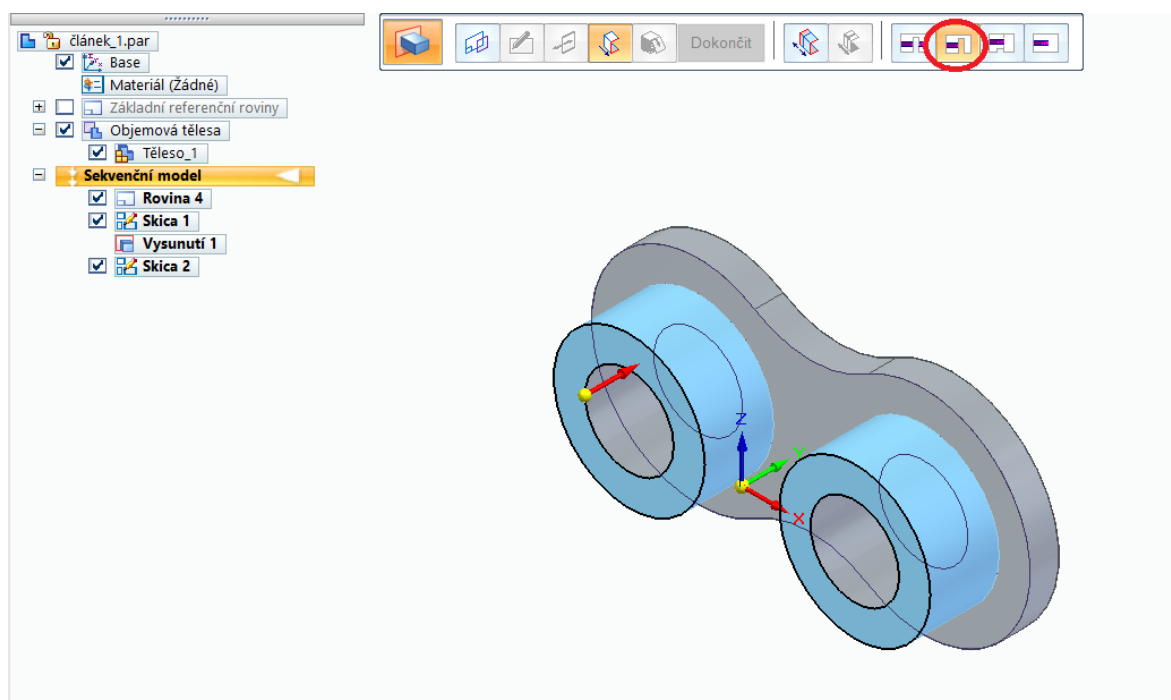
Obrázek 61 Článek 1 - Vysunutí 1

V rovině XZ vytvoříme novou skicu podle obrázku níže a kliknutím na potvrzovací tlačítko skicu potvrdíme.



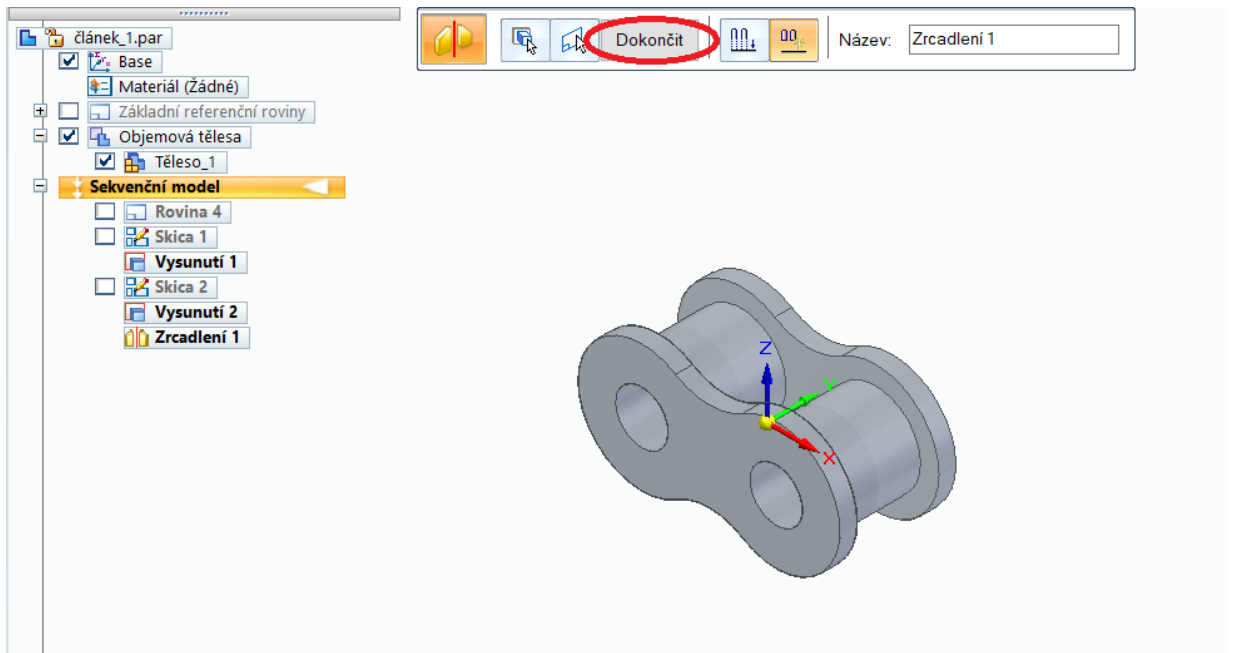
Obrázek 62 Článek 1 - Skica 2

Skicu pomocí funkce „Vysunout – K dalšímu“ vysuneme a kliknutím na tlačítko „Dokončit“ vysunutím potvrdíme.



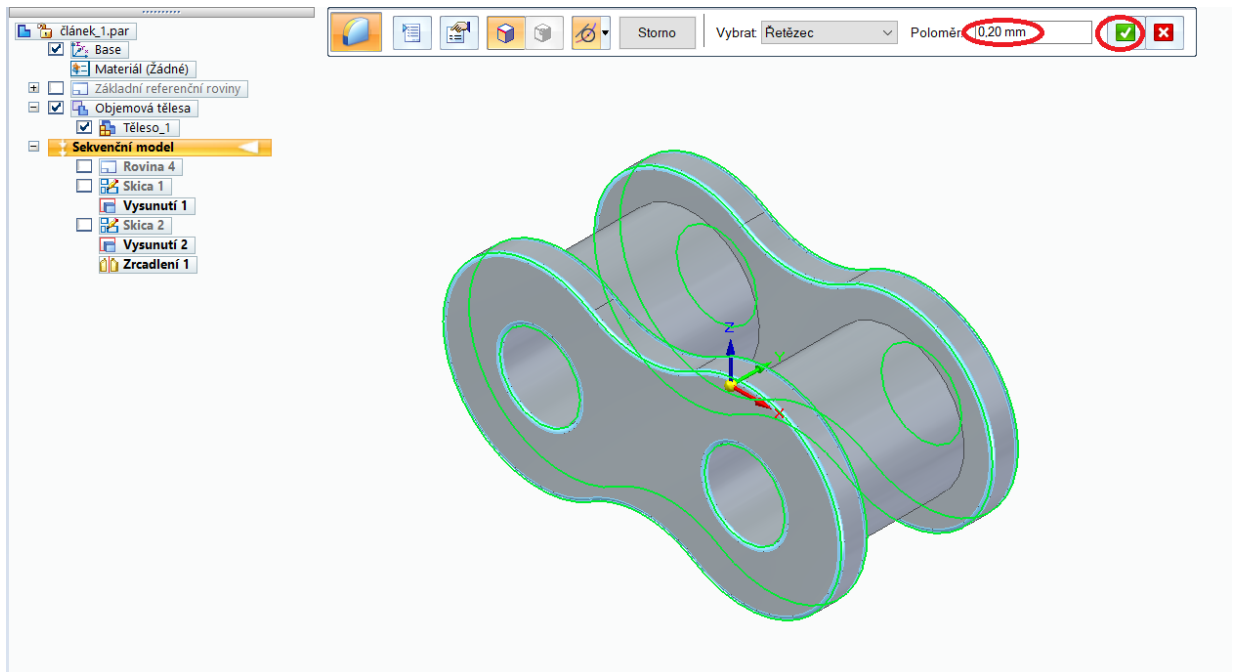
Obrázek 63 Článek 1 - Vysunutí 2

Pomocí funkce „Zrcadlit“ zrcadlíme „Vysunutí 1“ a „Vysunutí 2“ přes rovinu XZ. Jako první vybereme prvky zrcadlení a kliknutím na potvrzovací tlačítko tento výběr potvrdíme. Po potvrzení výběru se automaticky spustí další krok, kde vybereme rovinu a kliknutím na tlačítko „Dokončit“ zrcadlení potvrdíme.



Obrázek 64 Článek 1 - Zrcadlení 1

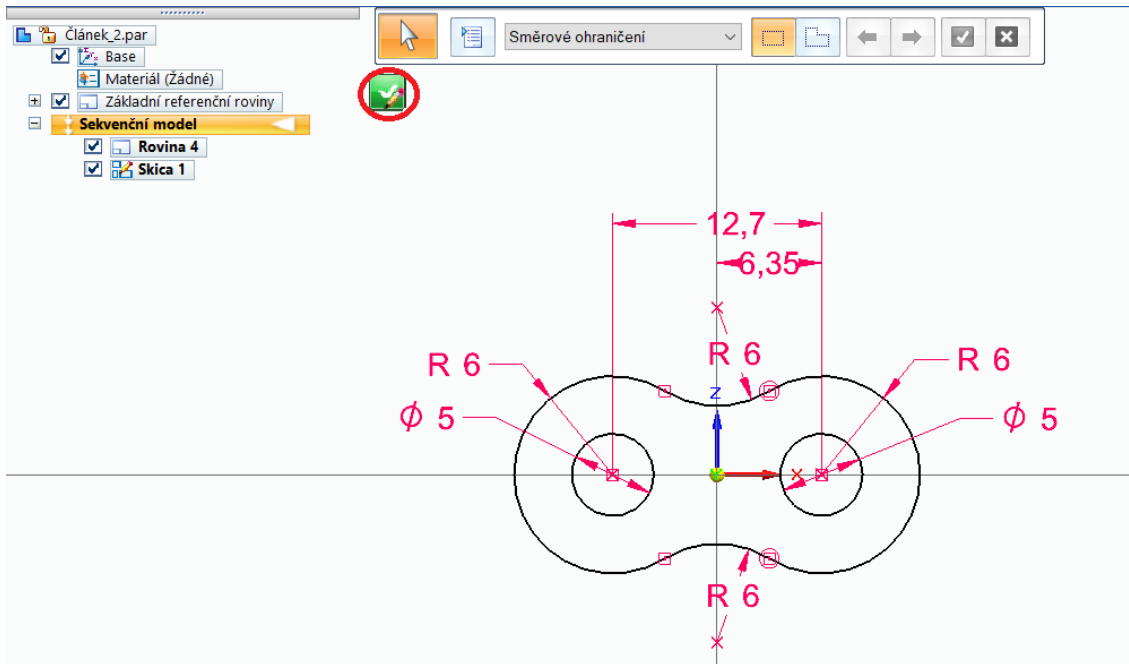
V posledním kroku „Článek\_1“ pomocí funkce „Zaoblení“ zaoblíme dle obrázku níže. Kliknutím na potvrzovací tlačítko tento krok potvrdíme. Automaticky se spustí další krok, kde klikneme na tlačítko „Náhled“ a tlačítko „Dokončit“. Tímto je první článek hotový.



Obrázek 65 Článek 1 - Zaoblení

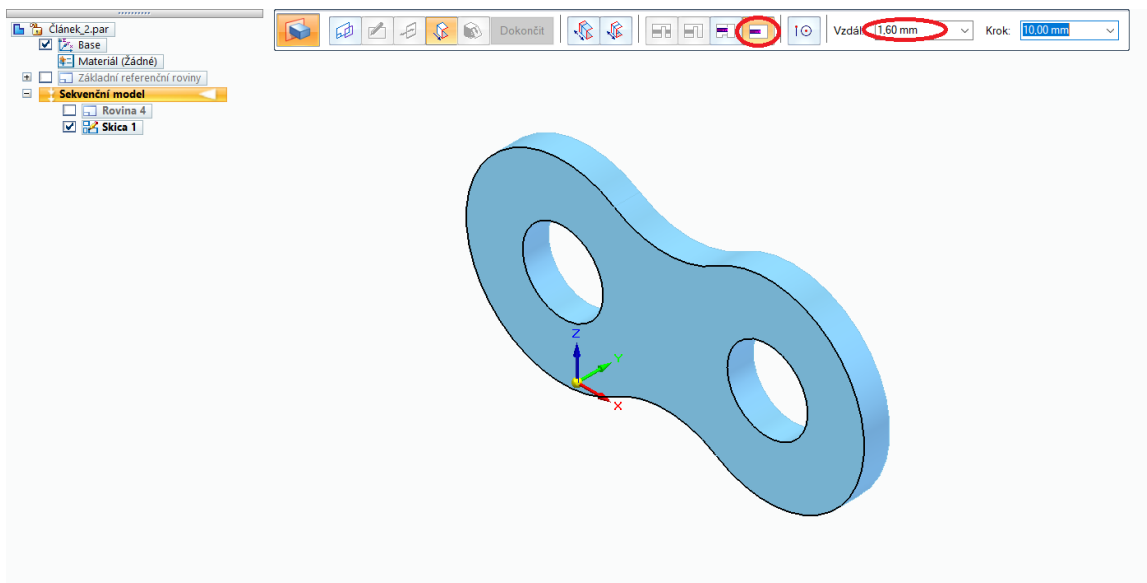
## 8.2 Tvorba druhého článku

Stejně jako u prvního článku vytvoříme pomocnou rovnoběžnou rovinu ve vzdálenosti 5,48 mm k rovině XZ. V této rovině vytvoříme novou skicu. Náčrt zakótujeme dle obrázku níže. Kliknutím na potvrzovací tlačítko skicu potvrdíme a zavřeme.



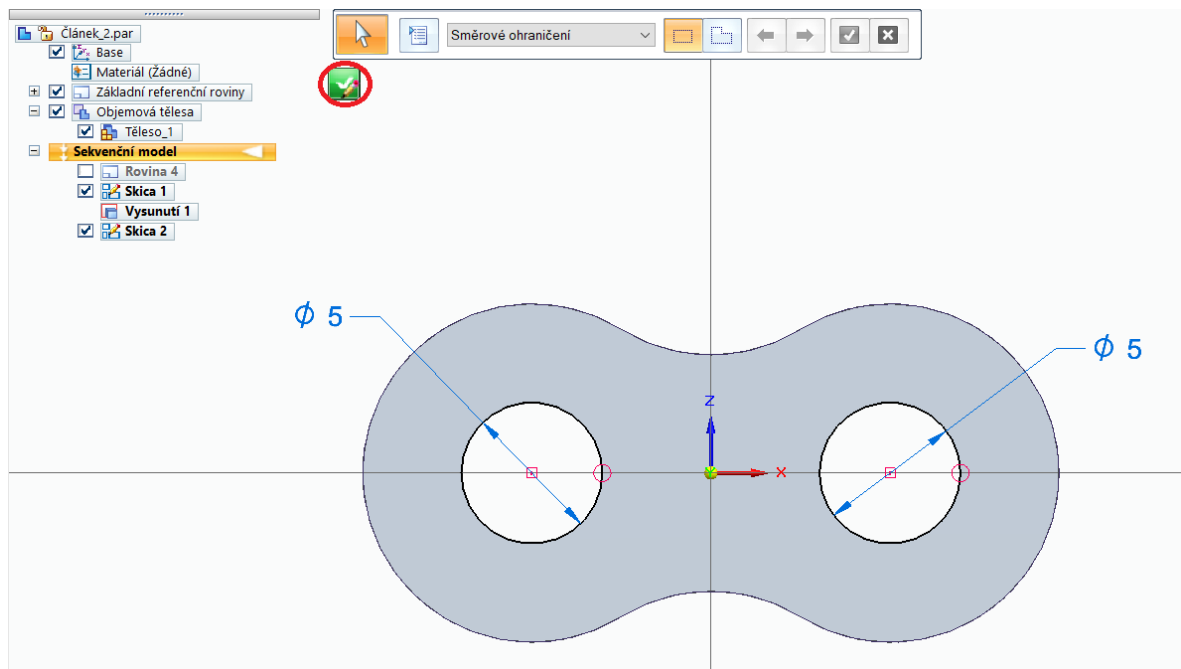
Obrázek 66 Článek 2 - Skica 1

V dalším kroku tuto skicu vysuneme pomocí funkce „Vysunout“ o 1,6 mm a kliknutím na tlačítko „Dokončit“ vysunutí potvrdíme.



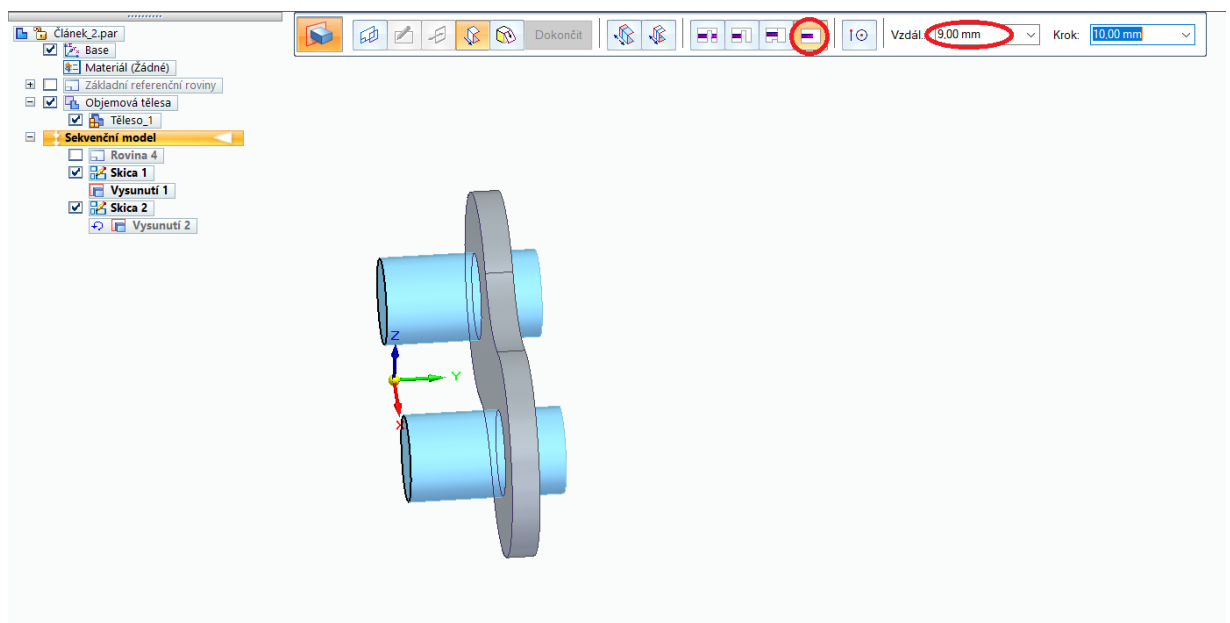
Obrázek 67 Článek 2 - Vysunutí 1

V rovině XZ vytvoříme novou skicu dle obrázku níže. Kliknutím na potvrzovací tlačítko skicu potvrdíme a zavřeme.



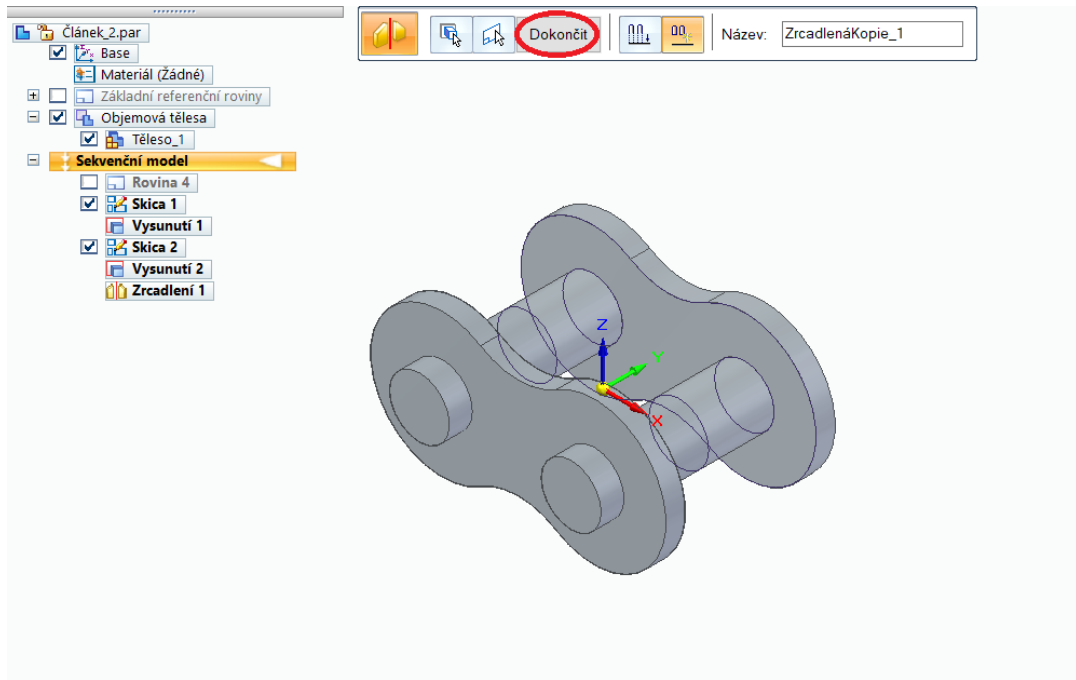
Obrázek 68 Článek 2 - Skica 2

Tuto skicu vysuneme pomocí funkce „Vysunout“ o 9 mm dle obrázku níže. Kliknutím na tlačítko „Dokončit“ vysunutí dokončíme.



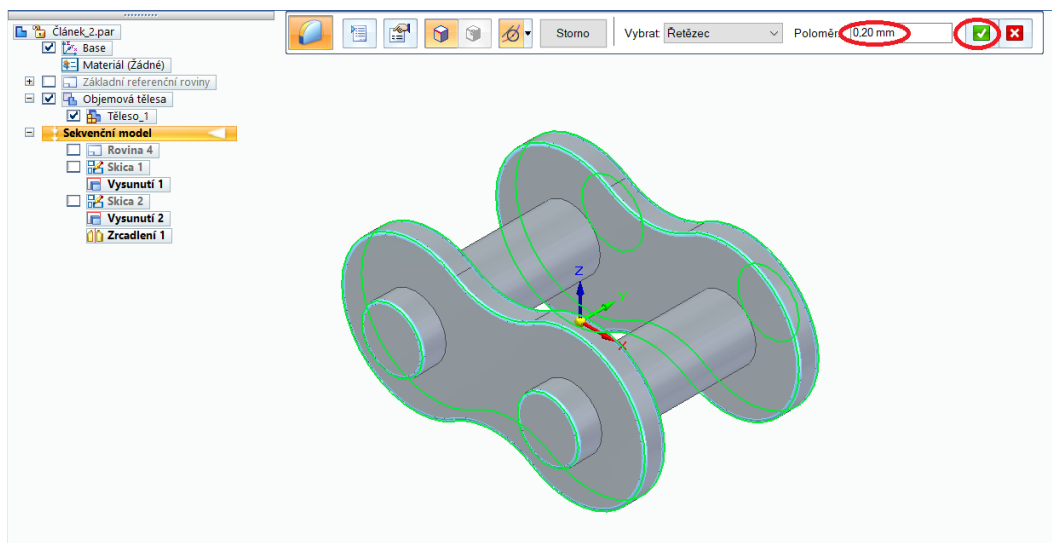
Obrázek 69 Článek 2 - Vysunutí 2

Pomocí funkce „Zrcadlit“ zrcadlíme „Vysunutí 1“ a „Vysunutí 2“ přes rovinu XZ. Jako první vybereme prvky zrcadlení a kliknutím na potvrzovací tlačítko tento výběr potvrdíme. Po potvrzení výběru se automaticky spustí další krok, kde vybereme rovinu a kliknutím na tlačítko „Dokončit“ zrcadlení potvrdíme.



Obrázek 70 Článek 2 - Zrcadlení 1

V posledním kroku „Článek\_1“ pomocí funkce „Zaoblení“ zaoblíme dle obrázku níže. Kliknutím na potvrzovací tlačítko tento krok potvrdíme. Automaticky se spustí další krok, kde klikneme na tlačítko „Náhled“ a tlačítko „Dokončit“. Tímto je druhý článek hotový.

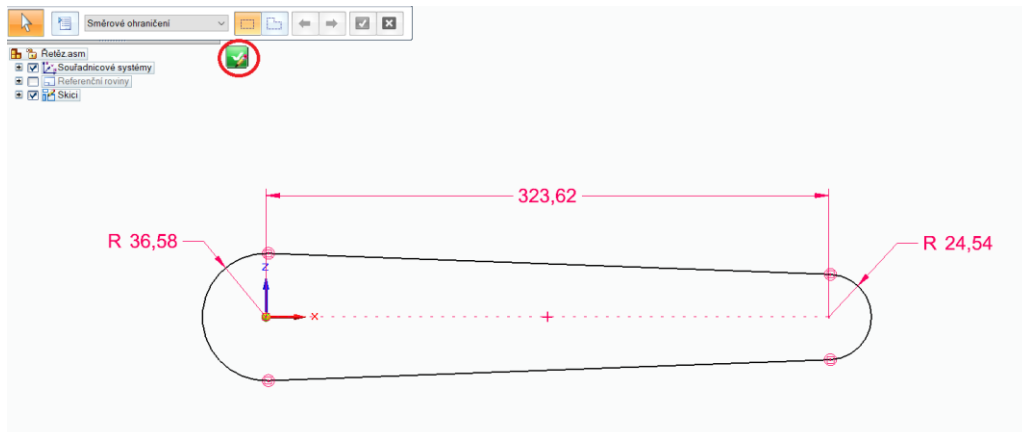


Obrázek 71 Článek 2 - Zaoblení

### 8.3 Tvorba řetězu

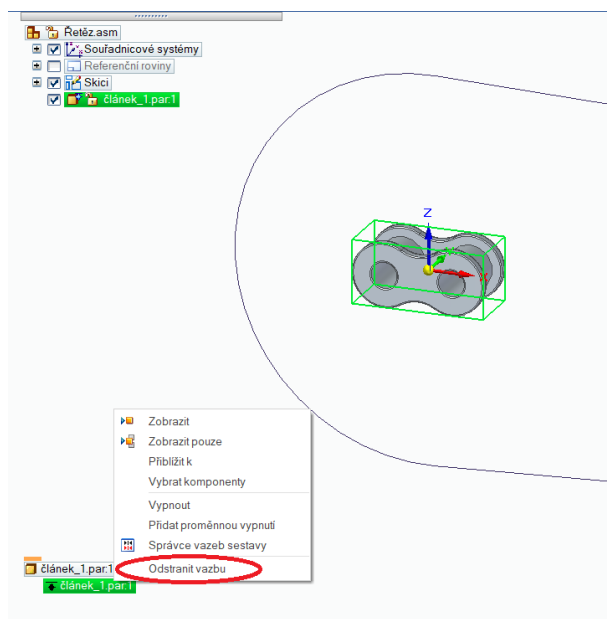
Další kapitola se zabývá tvorbou celého řetězu s již vymodelovaných článků.

Klikneme na „Nový“ vybereme ISO šablonu „Metrická sestava ISO“ a přepneme se do prostředí sestav. Zde vytvoříme novou skicu pomocí funkce „Skica“ a zakótujeme podle obrázku níže. Kliknutím na potvrzovací tlačítko skicu zavřeme.



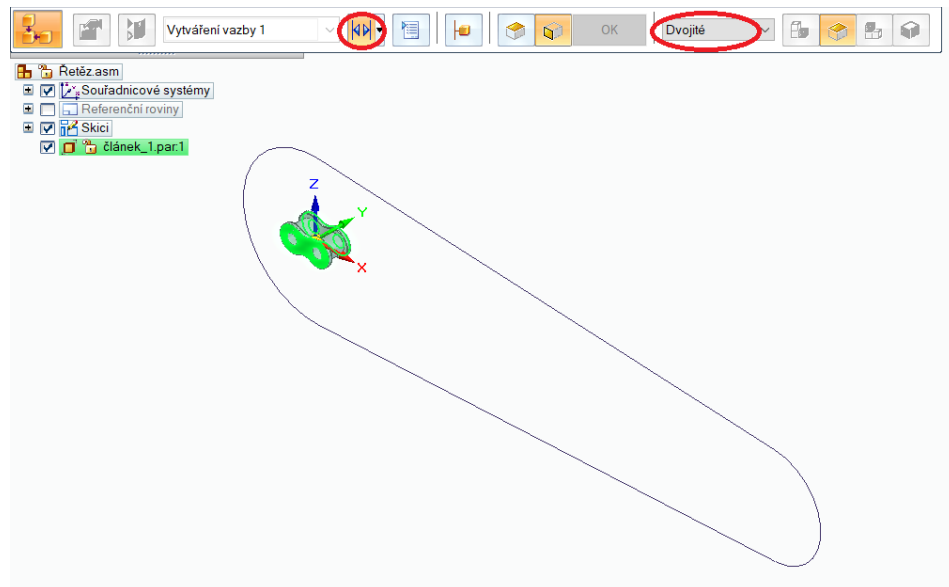
Obrázek 72 Řetěz skica

V horním pásu karet klikneme na funkci „Vložit komponentu“ a z „Knihovny součástí“ vybereme „Článek\_1“. Po vložení „Článek\_1“ na něj klikneme pravým tlačítkem myši a odstraníme pevnou vazbu, aby s ním bylo možné dále pracovat.



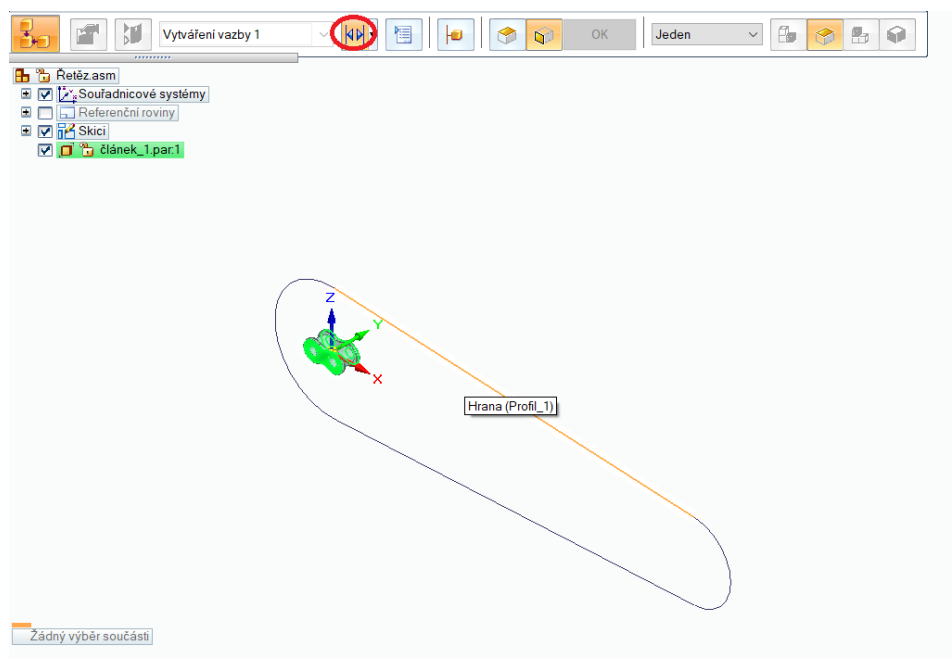
Obrázek 73 Odstranění pevné vazby

Pomocí vazby „Symetrie“ ve dvou krocích nastavíme „Článek\_1“ do symetrické polohy ke skici. V prvním kroku vybereme vazbu „Symetrie“ zvolíme možnost „Dvojitě“ a vybereme dvě plochy článku dle obrázku níže.



Obrázek 74 Vazba Symetrie 1

V druhém kroku se přepneme z možnosti „Dvojitě“ na „Jeden“ a klikneme na úsečku dle znázorněnou na obrázku níže. Po tomto kroku je „Článek\_1“ symetricky ukotven.

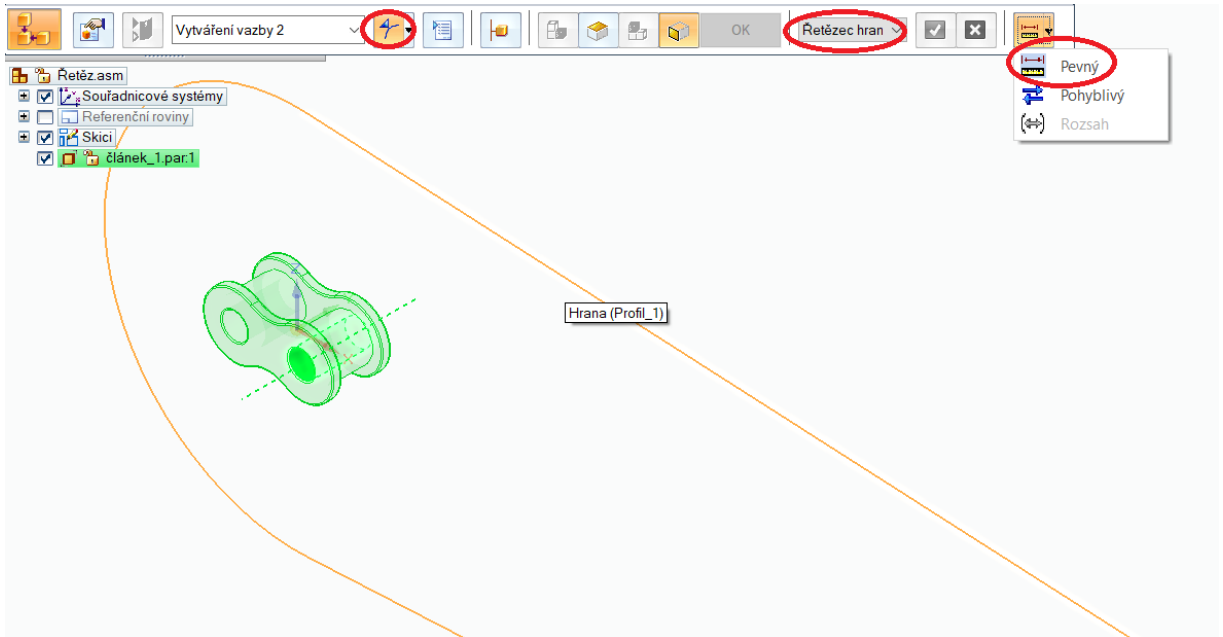


Obrázek 75 Vazba Symetrie 2



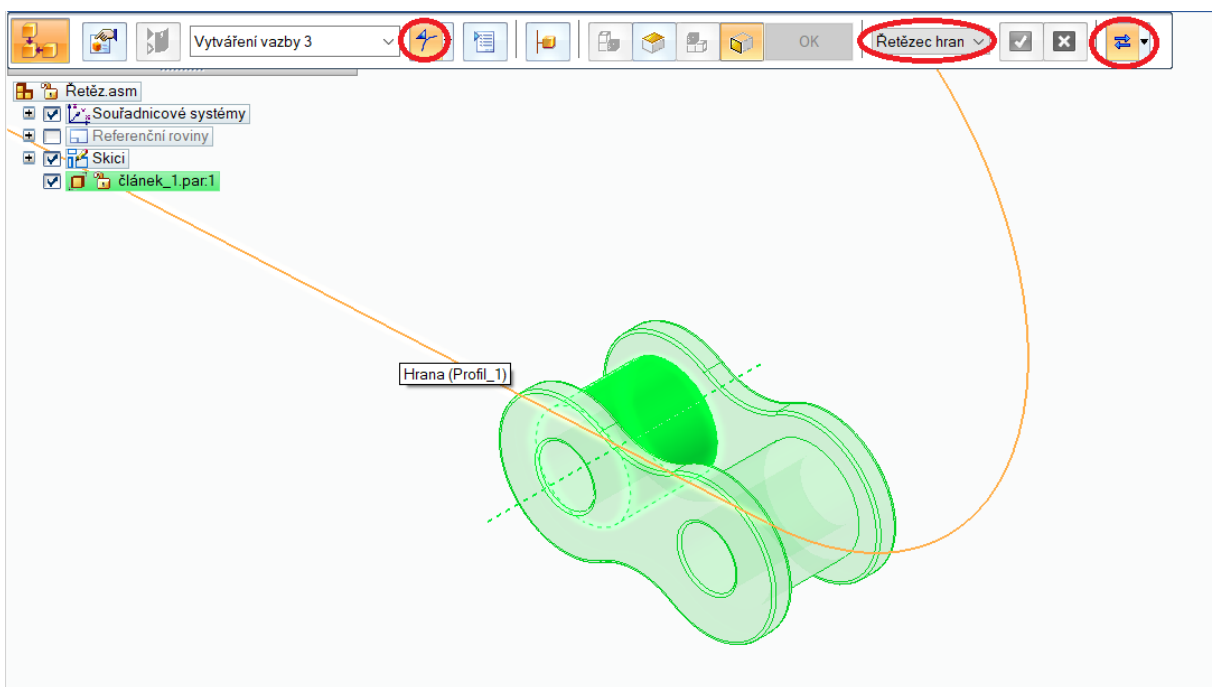
Nyní ve dvou krocích pomoci vazby „Trajektorie“ zvolíme trajektorii článku.

V prvním kroku zvolíme vazbu „Trajektorie“ a klikneme na úsečku dle obrázku níže.



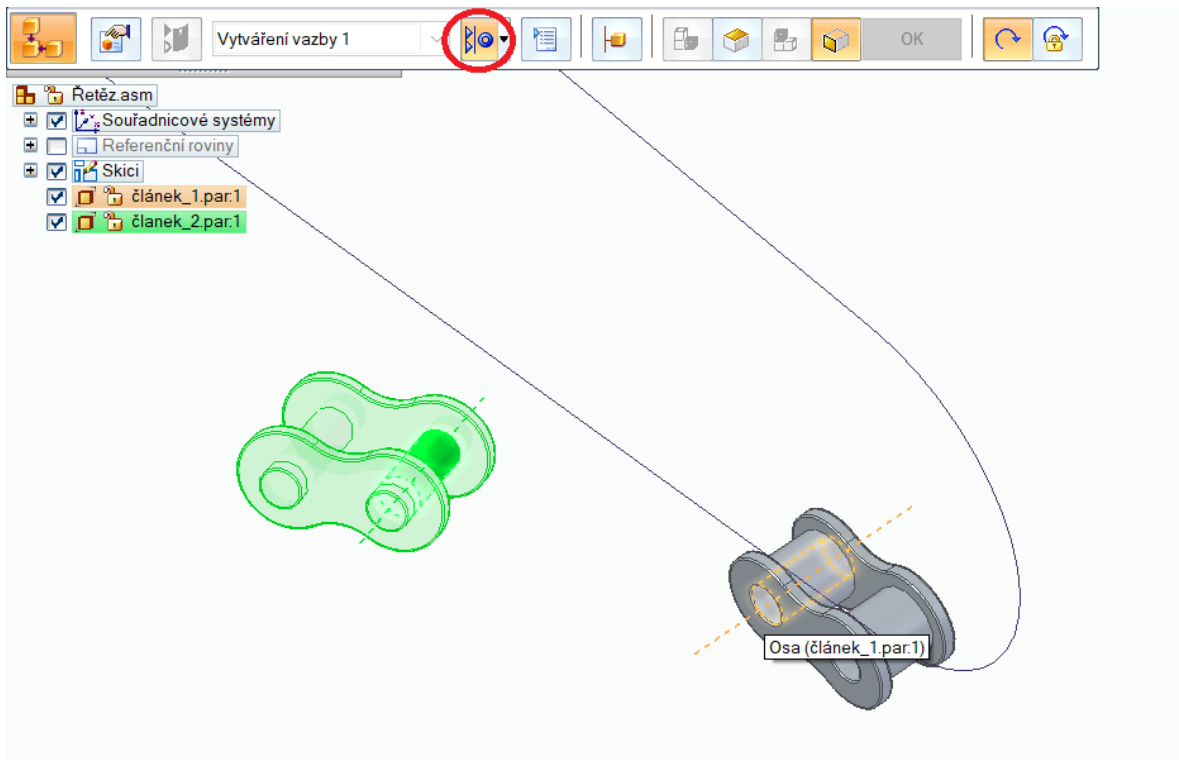
Obrázek 76 Vazba Trajektorie 1

V druhém kroku znovu zvolíme vazbu „Trajektorie“ vybereme osu článku a klikneme na úsečku dle obrázku níže. Kliknutím na potvrzovací tlačítko vazbu potvrdíme.



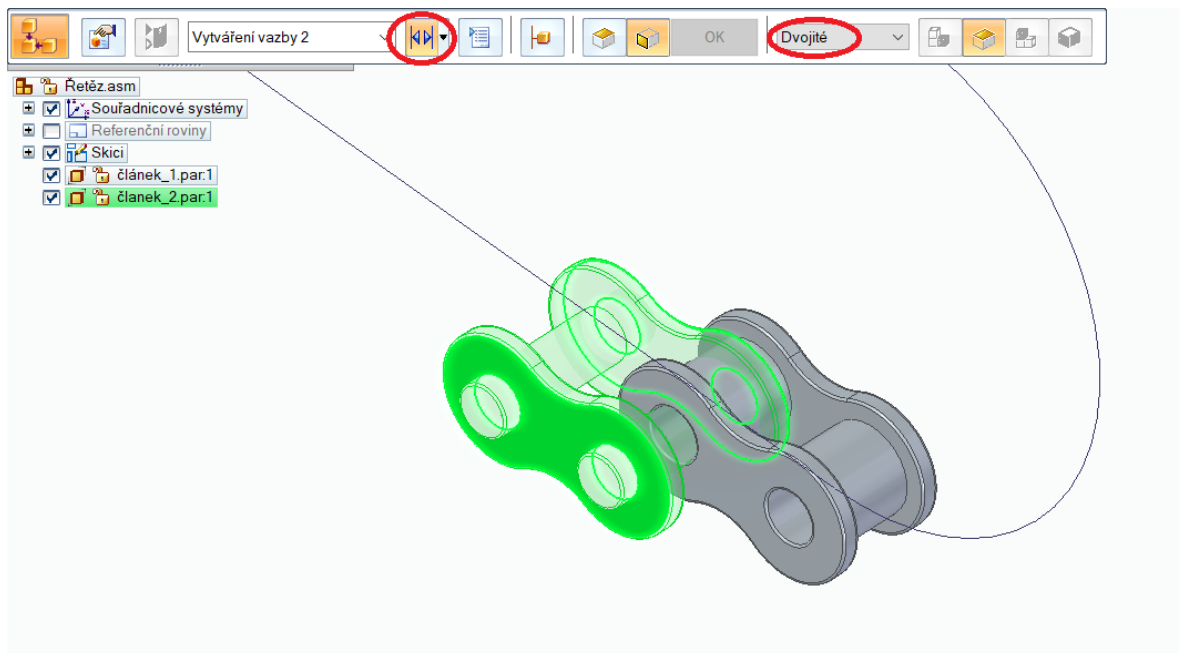
Obrázek 77 Vazba Trajektorie 2

Vybereme vazbu „Souose“ a oba články touto vazbou ukotvíme souose.



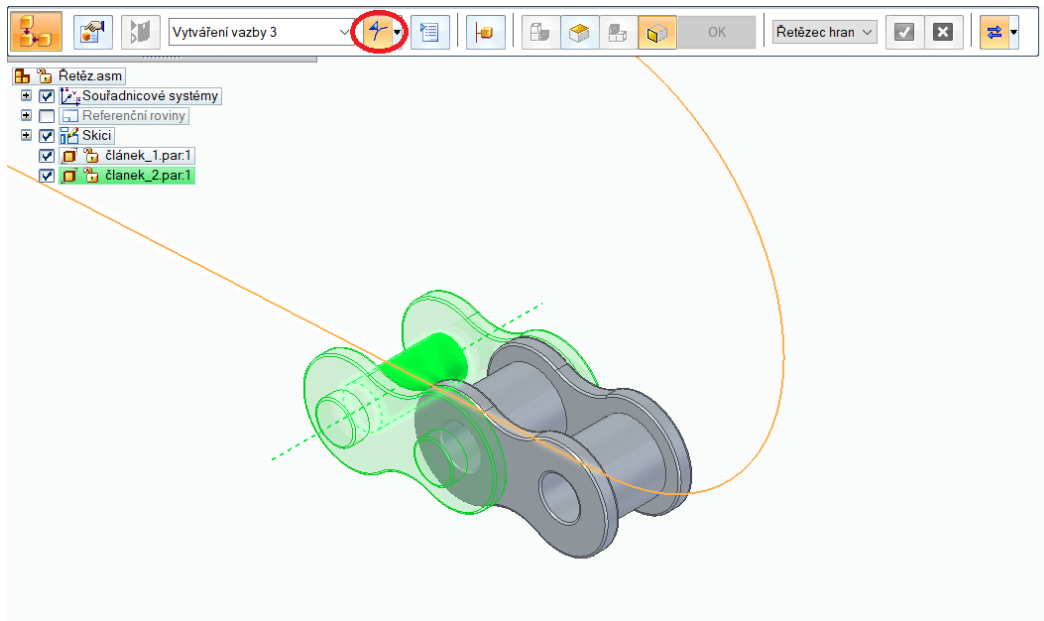
Obrázek 78 Vazba Souose 5

V dalším kroku zvolíme vazbu „Symetrie“ a vybereme dvě plochy článku „Článek\_2“.  
Potom znovu vybereme dvě plochy článku „Článek\_1“ a tím články symetricky ukotvíme.



Obrázek 79 Vazba Symetrie 3

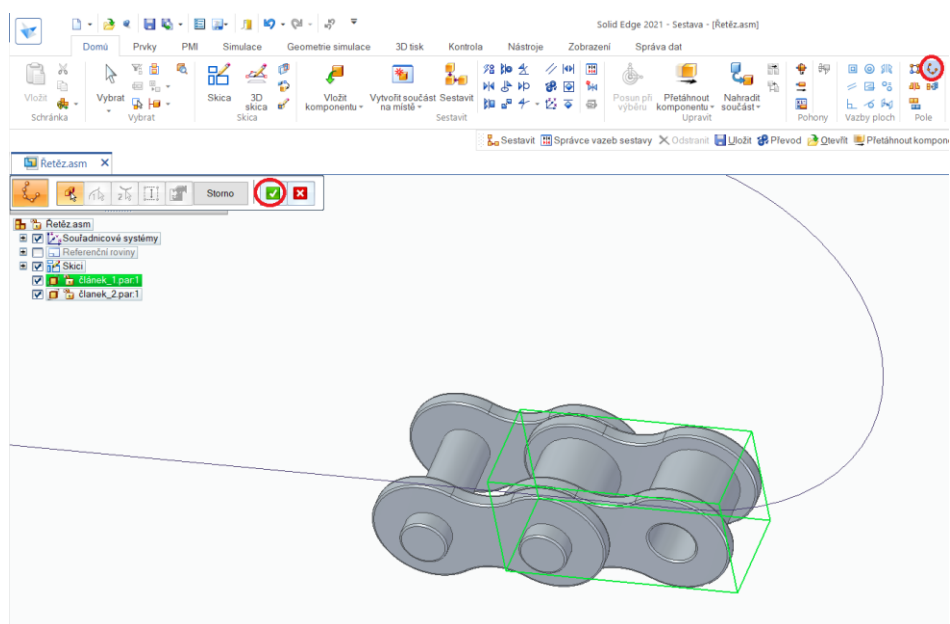
Zvolíme vazbu „Trajektorie“ a vybereme osu článku. Potom klikneme na úsečku skici dle obrázku níže.



Obrázek 80 Vazba Trajektorie 3

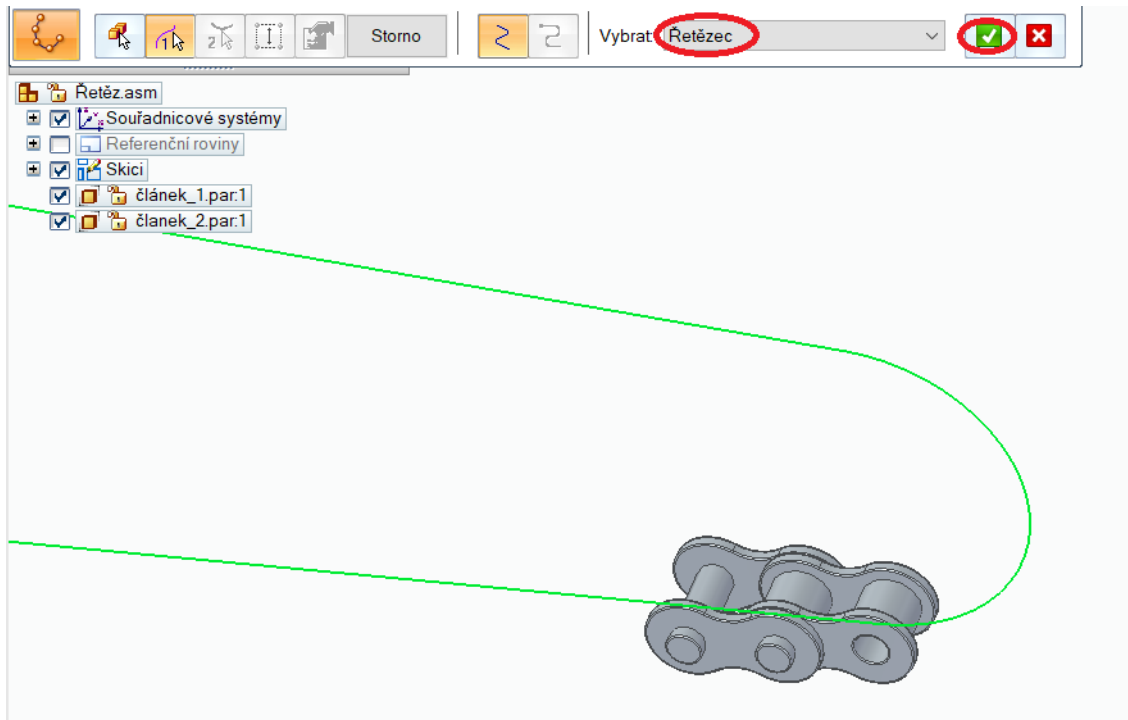
Oba články máme vzájemně ukotveny a můžeme přejít k jejich rozkopírování pomocí funkce „Podél křivky“.

V horním pásu karet klikneme na funkci „Podél křivky“ a vybereme „Článek\_1“ výběr potvrdíme kliknutím na potvrzovací tlačítko.



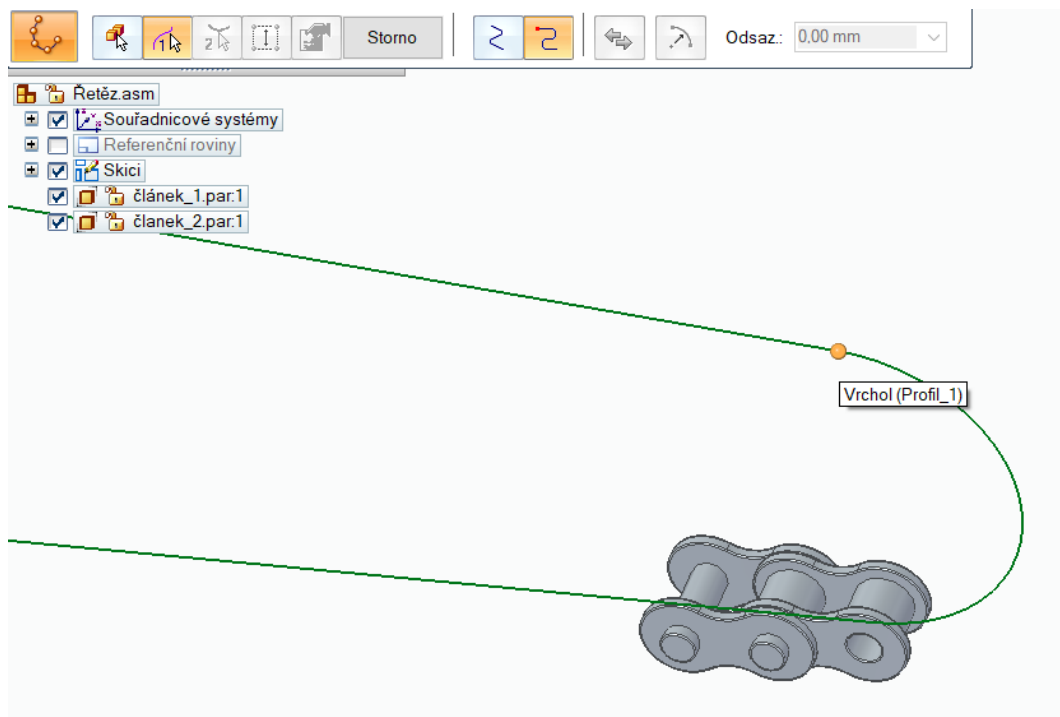
Obrázek 81 Funkce Podél křivky 1

Po potvrzení vybereme křivku dle obrázku a kliknutím na potvrzovací tlačítko výběr potvrdíme.



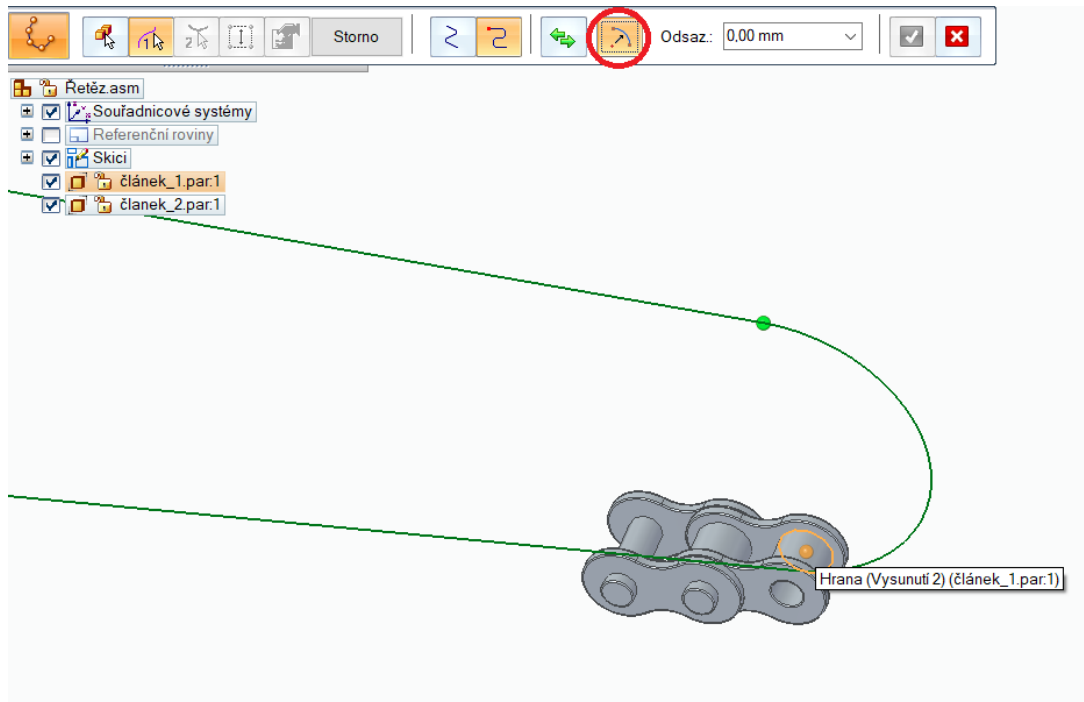
Obrázek 82 Funkce Podél křivky 2

V dalším kroku vybereme koncový bod křivky dle obrázku níže.



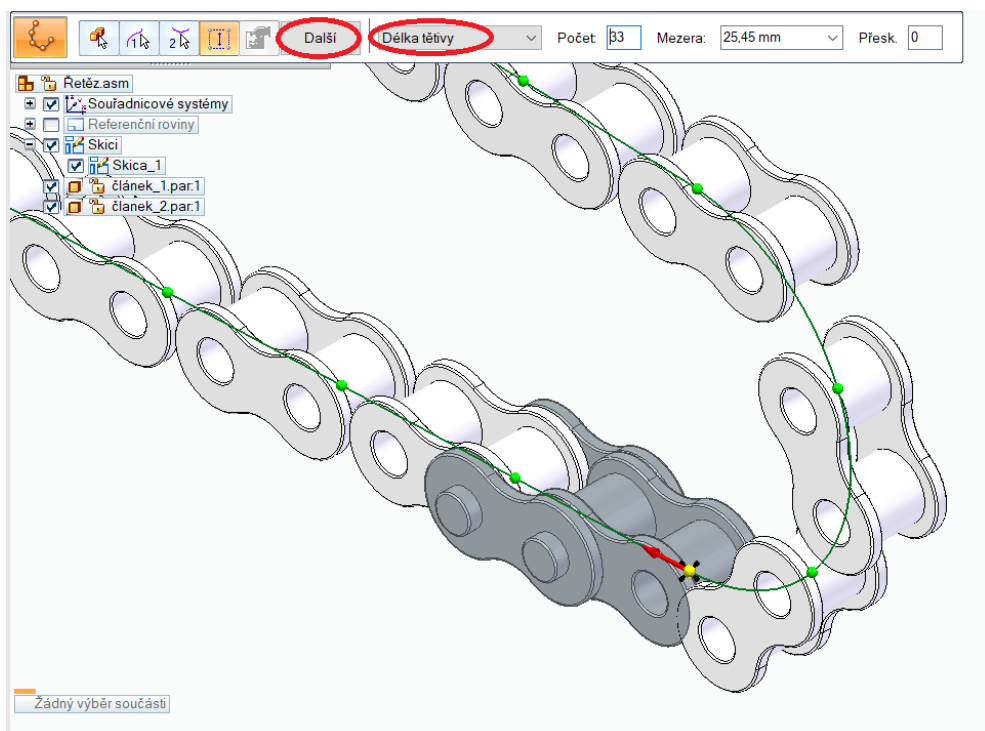
Obrázek 83 Funkce Podél křivky 3

Klikneme na hranu prvního článku dle obrázku. Po kliknutí se automaticky spustí další krok, kde klikneme na potvrzovací tlačítko.



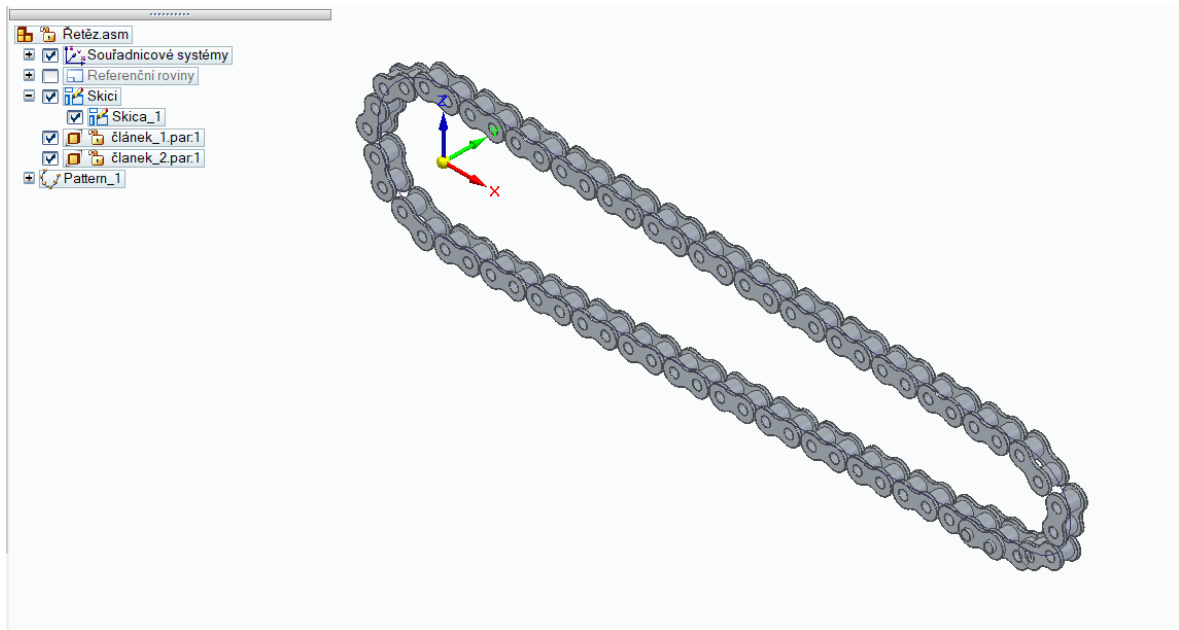
Obrázek 84 Funkce Podél křivky 4

Vyberme možnost „Délka tětiny“ a klikneme na další.



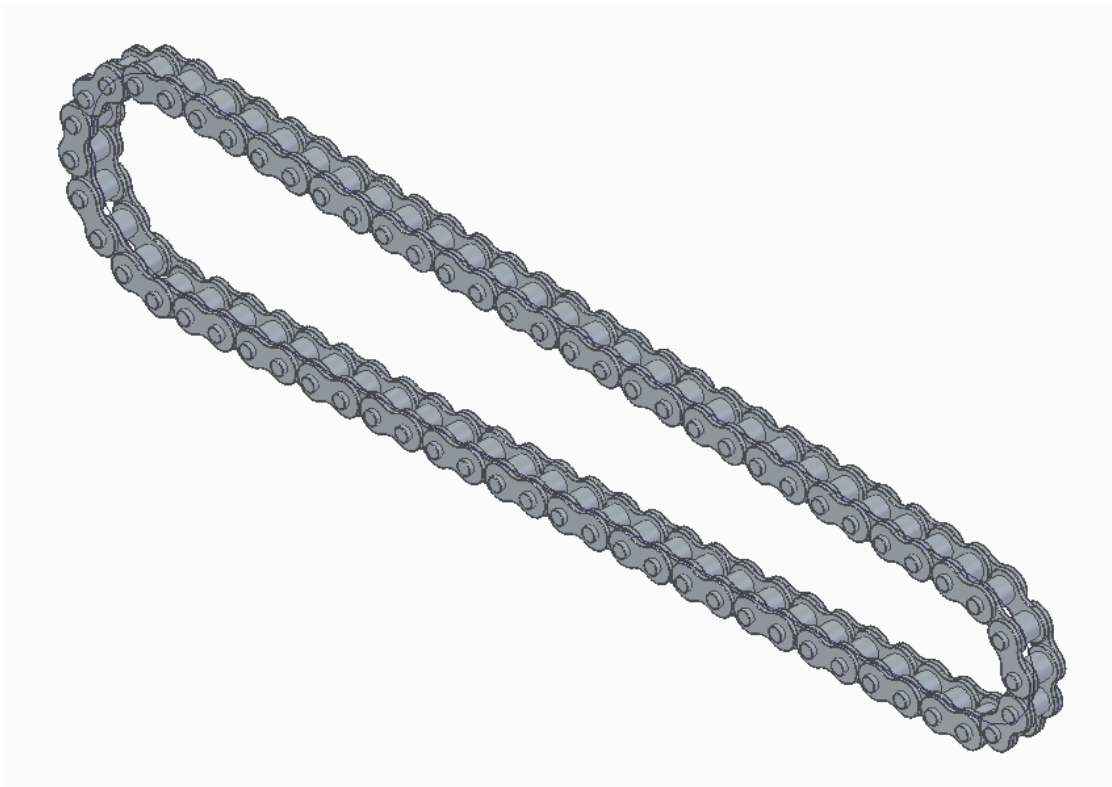
Obrázek 85 Funkce Podél křivky 5

Vybereme možnost „Sledovat těživu křivky“ a klinutím na tlačítko „Náhled“ a „Dokončit“, tím všechen výběr potvrdíme.



Obrázek 86 Ukázka řetězu

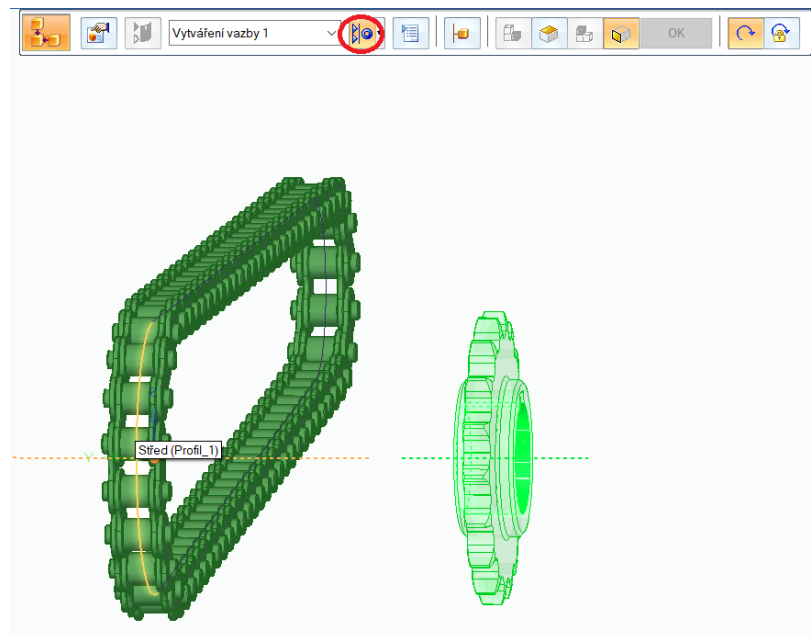
Tyto kroky znovu zopakujeme s druhým článkem a získáme hotový řetěz.



Obrázek 87 Hotový řetěz

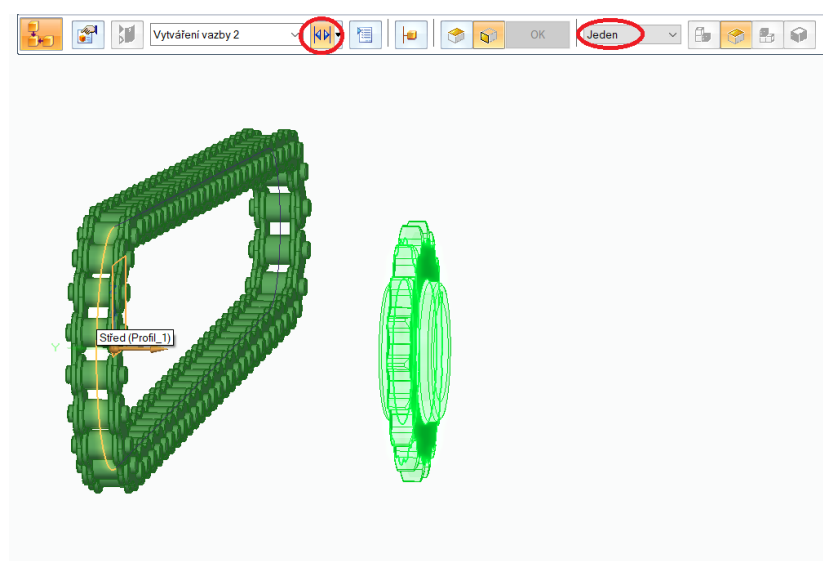
## 8.4 Tvorba sestavy a její animace

Do sestavy „Řetěz“ vložíme z „Knihovny součástí“ součást „Řetězové kolo\_1“. Použijeme vazbu „Souose“ a vybereme osu řetězového kola „Řetězové kolo\_1“ a osu skici dle obrázku níže.



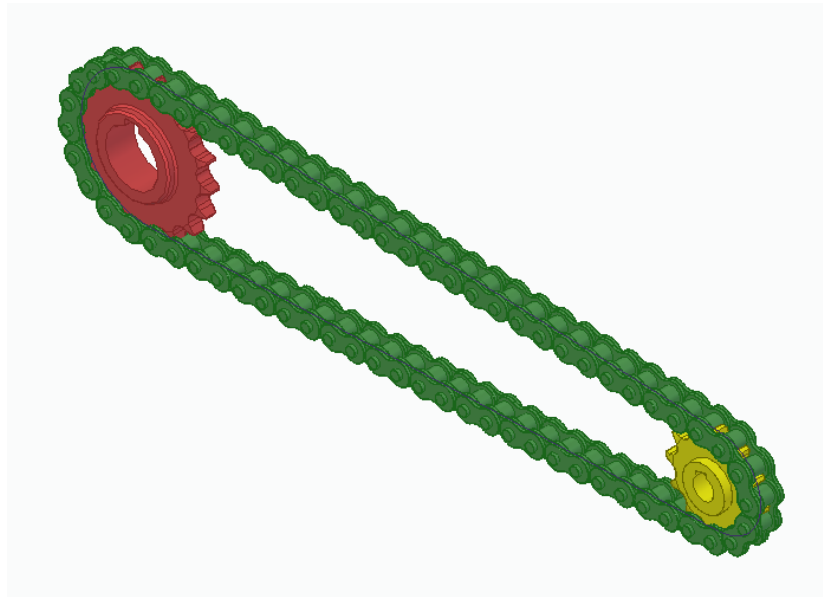
Obrázek 88 Vazba Souose 6

Vybereme vazbu „Symetrie“ a možnost „Dvojíte“ a vybereme obě strany řetězového kola. V dalším kroku vybereme možnost „Jeden“ a vybereme úsečku znázorněnou na obrázku níže.



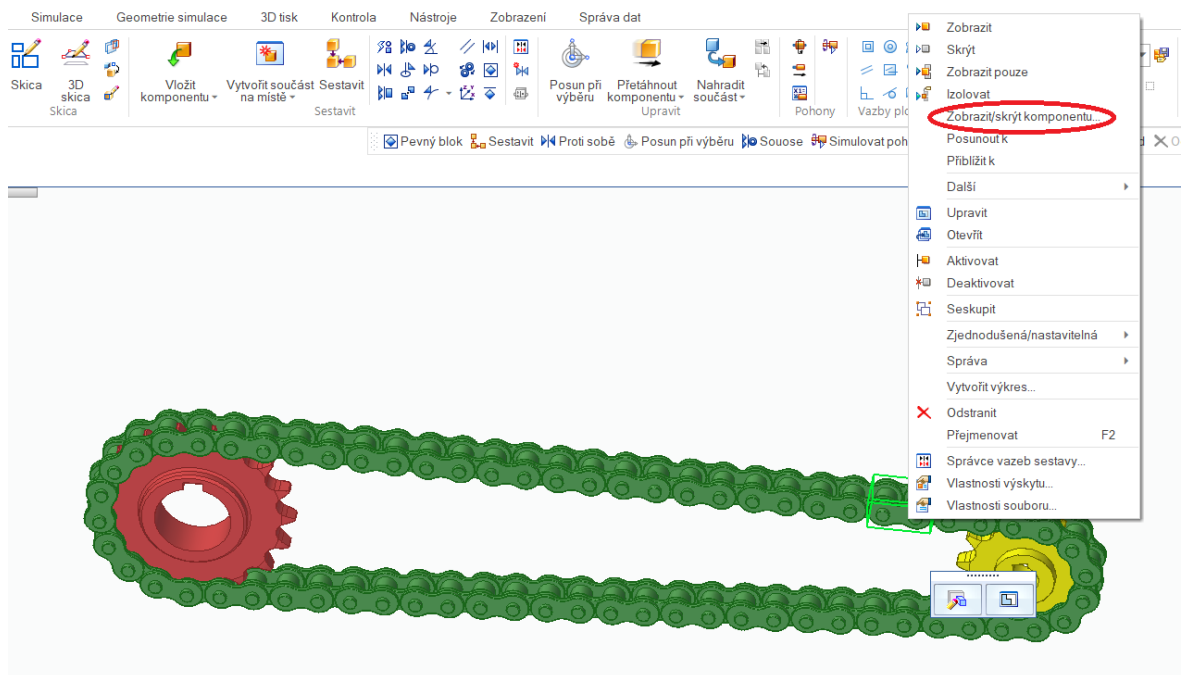
Obrázek 89 Vazba Symetrie 4

Do sestavy vložíme druhé řetězové kolo „Řetězové kolo\_2“ a celý postup opakujeme.



Obrázek 90 Sestava

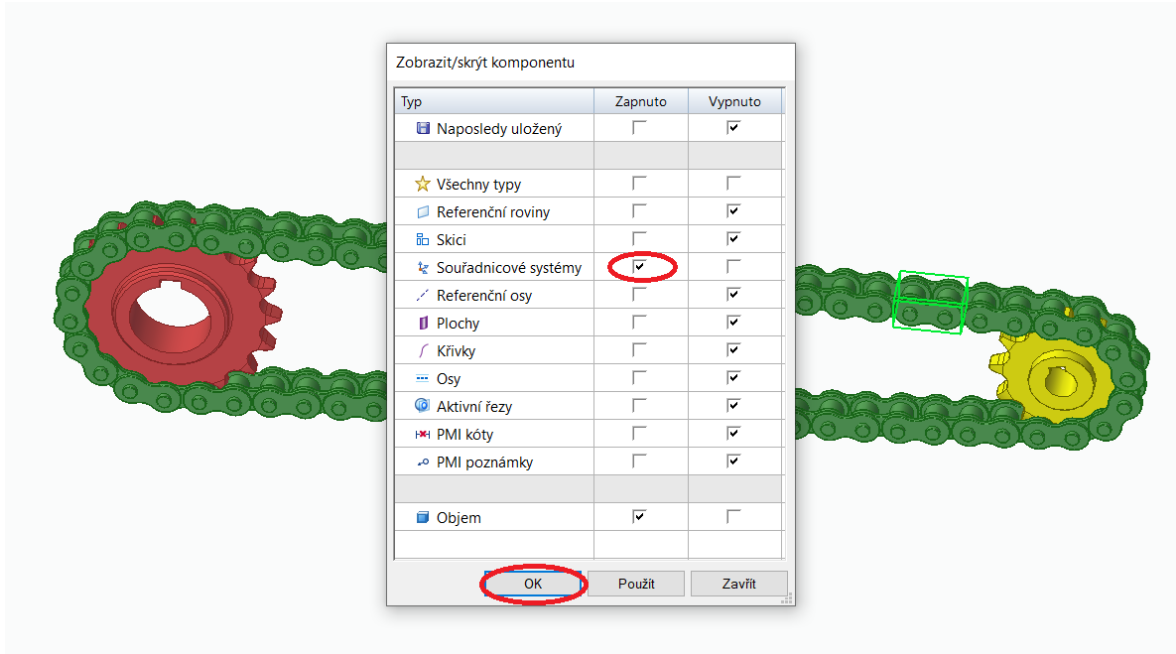
Abychom mohli pracovat s vazbou „Převod“, musíme si zobrazit souřadnicový systém libovolného článku řetězu. Klikneme tedy na zvolený článek pravým tlačítkem myši a vybereme možnost „Zobrazit/skrýt komponentu“.



Obrázek 91 Zobrazení souřadného systému článku

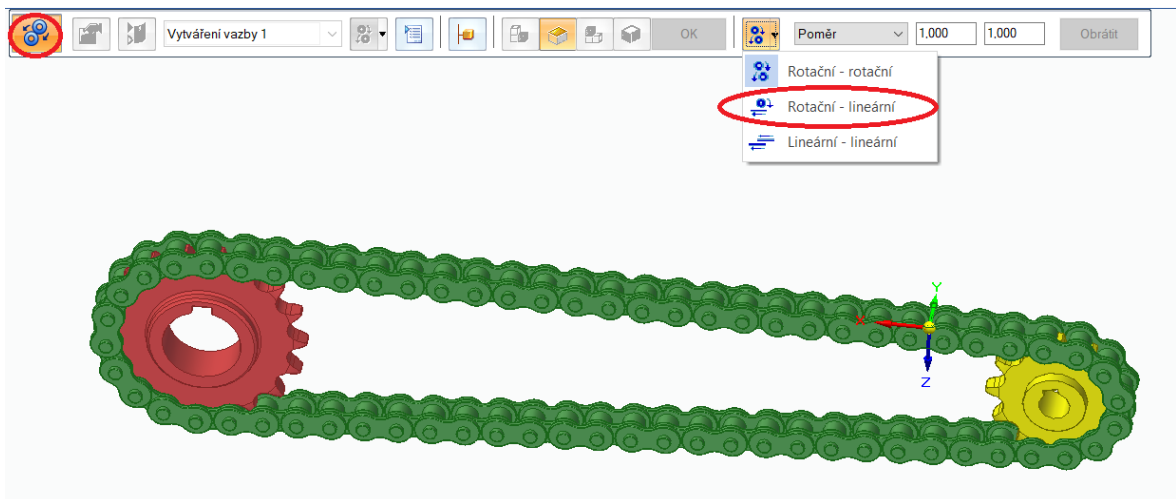


Po výběru této funkce se automaticky zobrazí okno, kde zaškneme možnost „Souřadnicové systémy“. Kliknutím na tlačítko „OK“ výběr potvrdíme a zobrazí se souřadnicový systém daného článku.



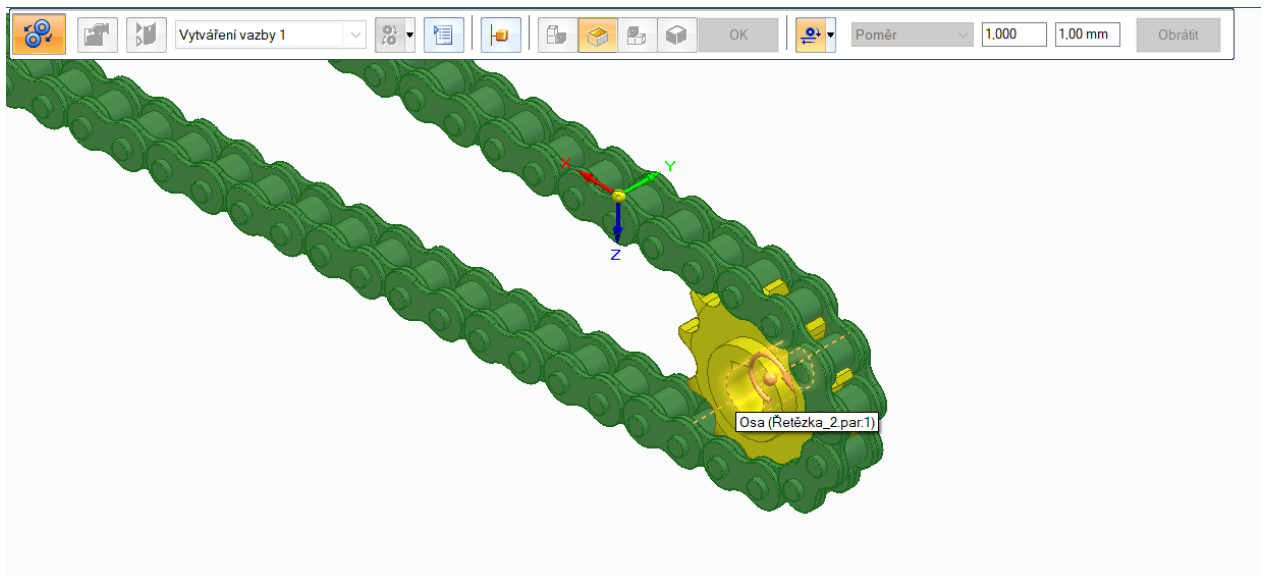
Obrázek 92 Vložení souřadnicového systému článku

Nyní, když máme zobrazený souřadnicový systém článku, vybereme vazbu „Převod“ a zvolíme typ převodu „Rotační – lineární“.



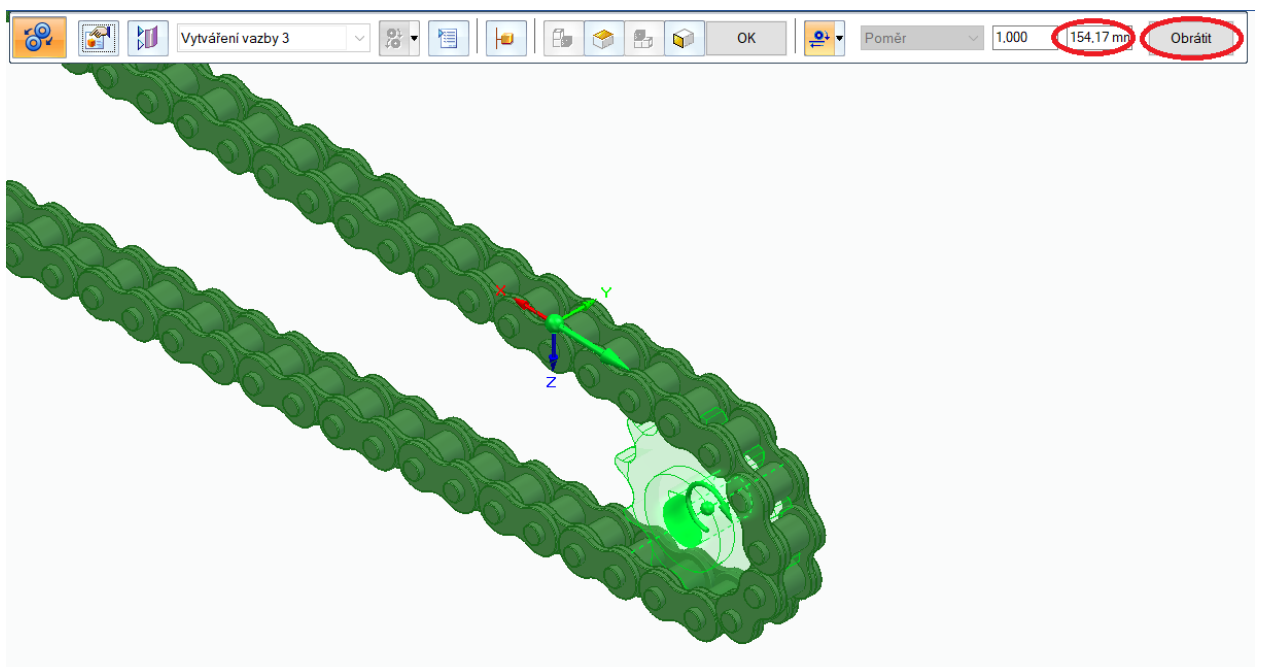
Obrázek 93 Vazba Převod 1

Po zvolení typu převodu, jako první vybereme osu řetězového kola „Řetězové kolo\_2“.



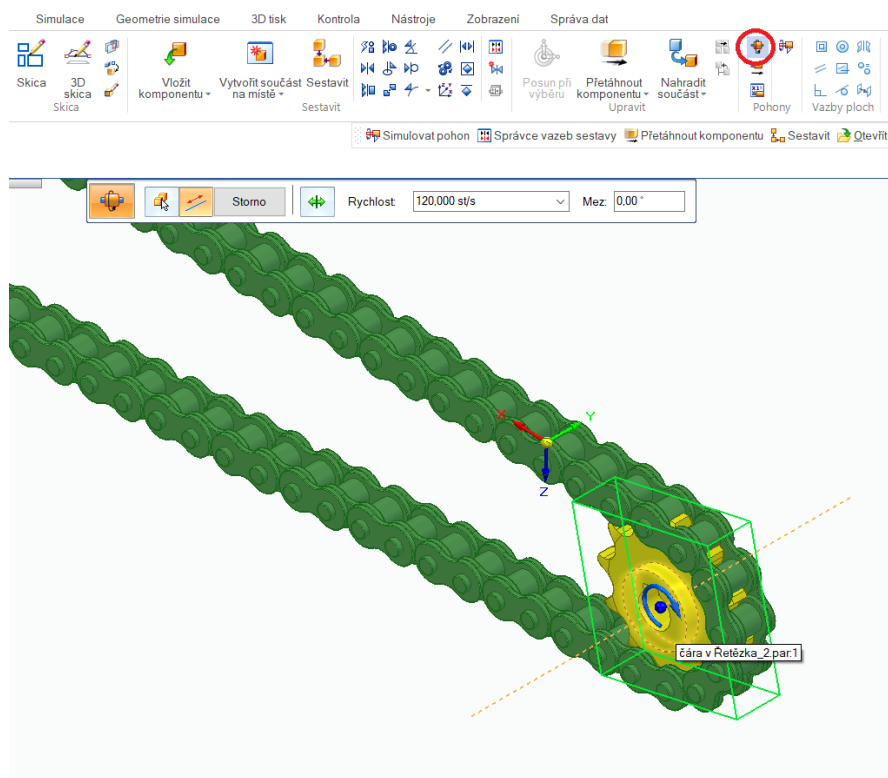
Obrázek 94 Vazba Převod 2

V druhém kroku vybereme souřadný systém článku. Konkrétně osu X a klikneme na tlačítko „Obrátit“. V kolonce „Převod – Hodnota 2“ zadáme obvod řetězového kola „Řetězové kolo\_2“ tedy 154,17 mm.



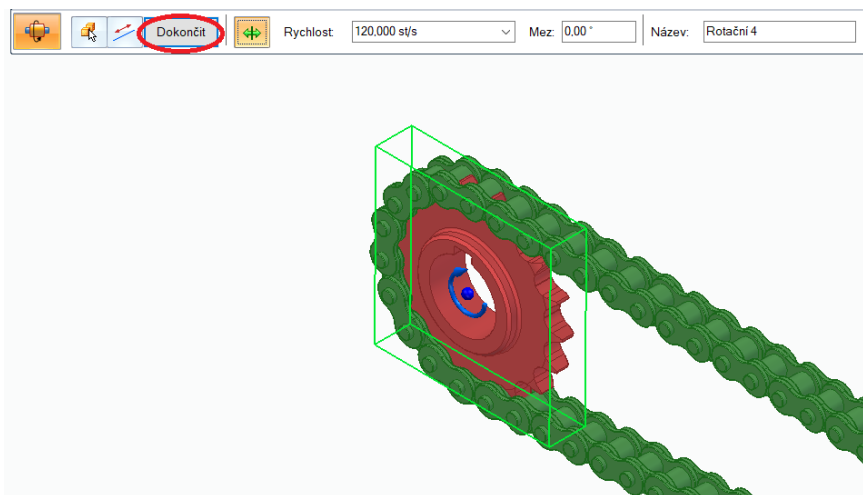
Obrázek 95 Vazba Převod 3

Zvolíme funkci „Rotační pohon“ a vybereme osu řetězového kola „Řetězové kolo\_2“. Po zvolení osy rotace klikneme na tlačítko „Dokončit“.



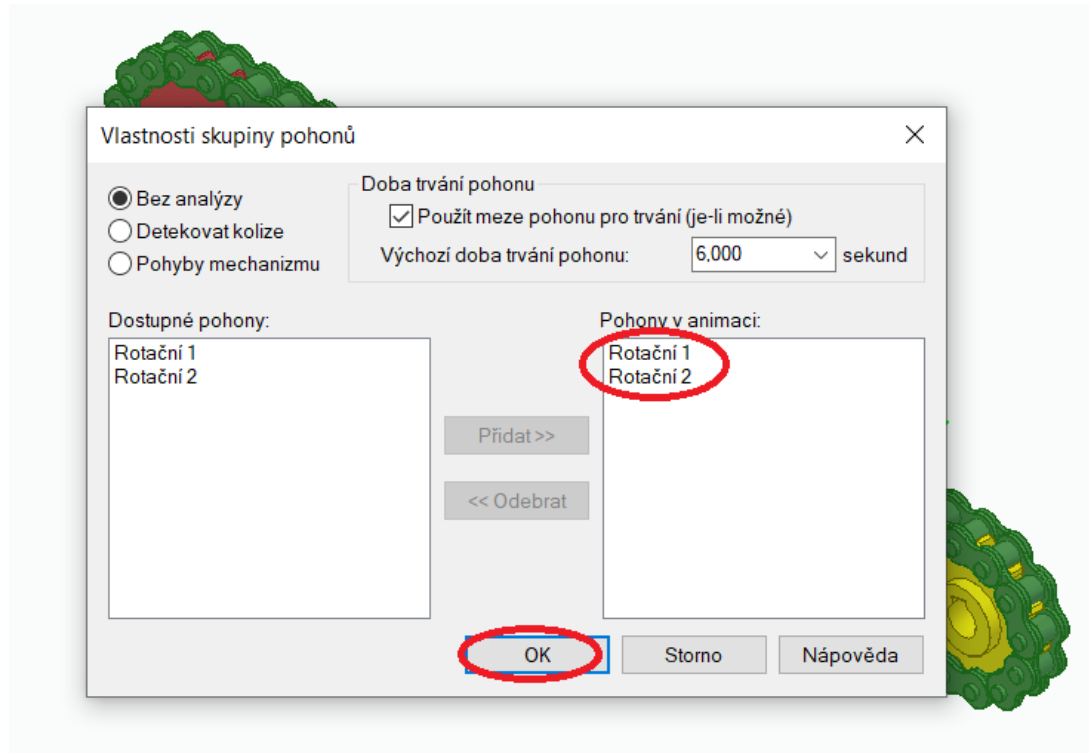
Obrázek 96 Rotační pohon 1

Je třeba ještě nastavit rotační pohyb pro druhé řetězové kolo „Řetězové kolo\_1“, proto tento postup opakujeme. Řetězovým kolům lze také nastavit vzájemný převod v patričném poměru. Nebo lze nastavit převod mezi řetězem a druhým řetězovým kolem. Potom lze simulovat pouze jeden pohyb.



Obrázek 97 Rotační pohon 2

Pokud bychom chtěli simulovat pohyb celé sestavy, klikneme na funkci „Simulovat pohyb“ a v kolonce „Pohony v animaci“ vybereme oba rotační pohony. Kliknutím na tlačítko „Ok“ výběr potvrdíme. Prostředí simulace již bylo představeno v kapitole 7.2 Animace sestavy.



Obrázek 98 Funkce simulovat pohyb

## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit co nejpodrobnější návod tvorby adaptivních součástí jejich zakomponováním do sestav a následné animace.

Teoretická část této práce byla zpracována jako literární rešerše. Je zde uvedena historie CAD systémů, jejich historie a nejpoužívanější CAD systémy. Dále teoretická část obsahuje kapitolu o programu Solid Edge a jeho historii od nejstarší verze po nejnovější. Poslední kapitola této práce se zabývá adaptivními součástmi.

Praktická část práce je zaměřena na podrobnou tvorbu dvou adaptivních součástí. Nejprve tlačné pružiny, jejíž adaptivita spočívá ve stlačování pohybující se vrchní deskou. Toho lze docílit řízením jednoho z rozměrů, tedy celkové délky, která se přepočítává v reálném čase za simulace lineárního pohybu vrchní desky.

Druhou součástí je řetěz, který ve skutečnosti představuje sestavu řady článků kopírujících křivku. Zde je řízená vazba mezi článkem a křivkou. Rotačním pohybem řetězového kola a lineárním pohybem článků po křivce je docílena simulace sestavy.

V elektronické příloze jsou rovněž modely součástí užitých v příkladech, které jsou potřebné pro cvičné sestavení při výuce.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Historie počítačů vyráběných v SSSR - Root.cz. Root.cz - informace nejen ze světa Linuxu [cit. 01.05.2020] . [online]. Copyright © 1998 [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: <https://www.root.cz/clanky/historie-pocitacu-vyrabenych-v-nbsp-sssr/>
- [2] MENDEL UNIVERSITY. Obecný úvod o CAD systémech [online]. [cit. 2022-01-20] Dostupné z: [https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz\\_cast.pl?cast=12865](https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=12865)
- [3] 9 Types of CAD Software Companies Use. Apollo Technical [online]. 2020 [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: <https://www.apollotechnical.com/cad-software-companies-use/>.
- [4] CAROLO, Lucas. The Best CAD Software for Professionals. All3DP [online]. 2020 [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: <https://all3dp.com/1/best-cad-software/>.
- [5] Solid Edge vs Solidworks: What are the main differences?. [online]. Copyright © 2009 [cit. 2021-12-26]. Dostupné z: <https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/3d-printingsoftware/solidworks-vs-solidedge>
- [6] Solid Edge History - V1 to V5 | Solid Edge. Blog Network | Siemens Digital Industries Software [online]. Copyright © Siemens 2021 [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: <https://blogs.sw.siemens.com/solidedge/solid-edge-history-v1-to-v5/>
- [7] Solid Edge History – V6 to V10 | Solid Edge. Blog Network | Siemens Digital Industries Software [online]. Copyright © Siemens 2021 [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: <https://blogs.sw.siemens.com/solidedge/solid-edge-history-v6-to-v10/>
- [8] Solid Edge. Siemens [online]. [cit. 2022-01-29]. Dostupné z: <https://www.plm.automation.siemens.com/store/en-pl/solid-edge/index.html>
- [9] Bezplatná verze Prohlížeče Solid Edge. Siemens [online]. [cit. 2022-01-29]. Dostupné z: <https://solidedge.siemens.com/cs/free-software/solid-edge-free-viewer/>.
- [10] Verze Solid Edge pro studenty. Siemens [online]. [cit. 2022-01-29]. Dostupné z: [https://www.plm.automation.siemens.com/plmapp/education/solid-edge/cs\\_cz/free-software/student](https://www.plm.automation.siemens.com/plmapp/education/solid-edge/cs_cz/free-software/student).
- [11] Bezplatná verze Prohlížeče Solid Edge. Siemens [online]. [cit. 2022-01-29]. Dostupné z: <https://solidedge.siemens.com/cs/free-software/solid-edge-free-viewer/>.

- [12] Stručná historie CAD/CAM až po současnost. [online]. Copyright © 2020 [cit. 2022-01-29] Dostupné z: [https://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2002/xkubin2\\_CAD-CAM.htm](https://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2002/xkubin2_CAD-CAM.htm)
- [13] Kritéria pro výběr CAD systému. CAD - aktuálně ze světa CAD, CAM, CAE, CAQ, FEM a PLM [online]. Copyright © 2009 [cit. 2022-01-29]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/vzdelavani/83-vzdelavani/4366-kriteria-pro-vyber-cad-systemu.html>
- [14] KLEMENT, Milan. Počítačové modelování pro technickou praxi [online]. Olomouc, 2020 [cit. 2022-01-29]. Dostupné z: [https://www.pdf.upol.cz/fileadmin/userdata/PdF/katedry/ktiv/Studijni\\_materialy/Klement/PMT\\_sylabus\\_prednasek\\_2020.pdf](https://www.pdf.upol.cz/fileadmin/userdata/PdF/katedry/ktiv/Studijni_materialy/Klement/PMT_sylabus_prednasek_2020.pdf)
- [15] Adjustable Part Models in Assemblies [online]. Siemens [cit. 2022-01-30]. Dostupné z: [http://www.soliddna.com/SEHelp/ST6/EN/assemble\\_parts/adjprt1a.htm](http://www.soliddna.com/SEHelp/ST6/EN/assemble_parts/adjprt1a.htm)
- [16] Pružina [online]. oneindustry [cit. 2022-01-30]. Dostupné z: <https://www.oneindustry.cz/lexikon/pruzina/>
- [17] Řetězoví převody [online]. [cit. 2022-02-18]. Dostupné z: <https://www.spszengrova.cz/wp-content/uploads/2020/04/SPS-3-%C5%98et%C4%9Bzov%C3%A9-p%C5%99evody-UT.pdf>
- [18] Parametrické modelování [online]. [cit. 2022-02-18]. Dostupné z: <https://f360.cz/cad/parametricke-modelovani/>
- [19] Hexagon VISI [online]. [cit. 2022-02-18]. Dostupné z: <https://www.visicadcam.com/>
- [20] Mujsolidworks.cz [online]. [cit. 2022-05-17]. Dostupné z: <https://www.mujsolidworks.cz/postup-modelovani-retezoveho-kola/>
- [21] Počítačové modelování pro technickou praxi [online]. Olomouc, 2020 [cit. 2022-05-17]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/181002492-Pocitacove-modelovani-pro-technickou-praxi.html>
- [22] PDP-11/70 [online]. [cit. 2022-05-17]. Dostupné z: <https://gunkies.org/wiki/PDP-11/70>
- [23] DesignSpark Mechanical Software [online]. [cit. 2022-05-17]. Dostupné z: <https://www.rs-online.com/designspark/mechanical-software>
- [24] Blog Solid Edge. Digicad.fr [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://support.digicad.fr/templates-solid-edge/>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

CAD	počítačová podpora navrhování (Computer Aided Design)
CAM	počítačová podpora výroby (Computer Aided Manufacturing)
2D	dvourozměrný
3D	trojrozměrný
ACIS	Andy, Charles, Ian's System
DWG	AutoCAD Drawing File
DXF	Drawing Exchange Format
BIM	informační modelování budov (Building Information Modeling)
bit	Binary Digit
kB	KiloByte
MB	MegaByte
RAM	paměť s náhodným přístupem (Random Access Memory)
IGES	Initial Graphics Exchange Specification



**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obrázek 1 Kreslení světelným perem [21]</i> .....	11
<i>Obrázek 2 Počítač PDP 11[22]</i> .....	12
<i>Obrázek 3 Program AutoCAD 2022</i> .....	13
<i>Obrázek 4 Program Solid Edge 2021</i> .....	14
<i>Obrázek 5 Program Siemens NX</i> .....	14
<i>Obrázek 6 Program DesignSpark Mechanical [23]</i> .....	15
<i>Obrázek 7 Tvorba nového modulu [24]</i> .....	22
<i>Obrázek 8 Solid Edge V1 [6]</i> .....	23
<i>Obrázek 9 Složka programu Solid Edge V2 [6]</i> .....	24
<i>Obrázek 10 Úvodní obrazovka pro vybrané prostředí [6]</i> .....	24
<i>Obrázek 11 Panel příkazů [6]</i> .....	24
<i>Obrázek 12 Nové okno pro tvorbu šroubovice [6]</i> .....	26
<i>Obrázek 13 Prostor dílů ve verzi V5 [6]</i> .....	27
<i>Obrázek 14 Prostor výkresu ve verzi V5 [6]</i> .....	27
<i>Obrázek 15 Prostor sestav ve verzi V5 [6]</i> .....	28
<i>Obrázek 16 Okno PathFinders před přidáním EdgeBaru [7]</i> .....	29
<i>Obrázek 17 Adaptivní sestava [15]</i> .....	31
<i>Obrázek 18 Pružina v sestavě [15]</i> .....	31
<i>Obrázek 19 Řetězové kolo [19]</i> .....	32
<i>Obrázek 20 Nastavení programu Solid Edge</i> .....	35
<i>Obrázek 21 Možnosti Solid Edge</i> .....	36
<i>Obrázek 22 Vytvoření nového souboru</i> .....	37
<i>Obrázek 23 Zapnutí referenčních rovin a ikony pro ukládání</i> .....	37
<i>Obrázek 24 Skica 1</i> .....	38
<i>Obrázek 25 Nástroje Solid Edge</i> .....	38
<i>Obrázek 26 Tabulka proměnných</i> .....	39
<i>Obrázek 27 Funkce Přidat – po šroubovici</i> .....	39
<i>Obrázek 28 Funkce Šroubovice – Osa a řez</i> .....	40
<i>Obrázek 29 Funkce Šroubovice – Počátek</i> .....	40
<i>Obrázek 30 Funkce Šroubovice – Parametry</i> .....	41
<i>Obrázek 31 Pružina</i> .....	41
<i>Obrázek 32 Funkce Rotovat</i> .....	42
<i>Obrázek 33 Náčrt kružnice</i> .....	42
<i>Obrázek 34 Dokončení rotace</i> .....	43

<i>Obrázek 35</i> Funkce Vyříznout.....	43
<i>Obrázek 36</i> Dokončení vyříznutí.....	44
<i>Obrázek 37</i> Nastavení pružiny jako adaptivní součást.....	45
<i>Obrázek 38</i> Metrická sestava ISO .....	45
<i>Obrázek 39</i> Vložení komponenty.....	46
<i>Obrázek 40</i> Vazba Souose 1.....	46
<i>Obrázek 41</i> Vazba Souose 2.....	47
<i>Obrázek 42</i> Vložit nastavitelně .....	47
<i>Obrázek 43</i> První bod .....	48
<i>Obrázek 44</i> Druhý bod.....	48
<i>Obrázek 45</i> Vazba Proti sobě .....	49
<i>Obrázek 46</i> Vazba Proti sobě 2 .....	49
<i>Obrázek 47</i> Vazba Souose 3.....	50
<i>Obrázek 48</i> Vložené pružiny .....	50
<i>Obrázek 49</i> Skrytí pružin .....	51
<i>Obrázek 50</i> Vazba Souose 4.....	51
<i>Obrázek 51</i> Vazba Proti sobě 3 .....	52
<i>Obrázek 52</i> Hotová sestava .....	52
<i>Obrázek 53</i> Lineární pohon 1 .....	53
<i>Obrázek 54</i> Výběr směru lineárního pohybu .....	54
<i>Obrázek 55</i> Nastavení meze .....	54
<i>Obrázek 56</i> Simulace pohonu .....	55
<i>Obrázek 57</i> Prostředí animací.....	55
<i>Obrázek 58</i> Tvorba rovnoběžné roviny 1.....	56
<i>Obrázek 59</i> Tvorba rovnoběžné roviny 2.....	56
<i>Obrázek 60</i> Článek 1 - Skica1.....	57
<i>Obrázek 61</i> Článek 1 - Vysunutí 1 .....	57
<i>Obrázek 62</i> Článek 1 - Skica 2.....	58
<i>Obrázek 63</i> Článek 1 - Vysunutí 2 .....	58
<i>Obrázek 64</i> Článek 1 - Zrcadlení 1.....	59
<i>Obrázek 65</i> Článek 1 - Zaoblení .....	59
<i>Obrázek 66</i> Článek 2 - Skica 1.....	60
<i>Obrázek 67</i> Článek 2 - Vysunutí 1 .....	60
<i>Obrázek 68</i> Článek 2 - Skica 2.....	61
<i>Obrázek 69</i> Článek 2 - Vysunutí 2 .....	61

<i>Obrázek 70 Článek 2 - Zrcadlení 1</i> .....	62
<i>Obrázek 71 Článek 2 - Zaoblení</i> .....	62
<i>Obrázek 72 Řetěz skica</i> .....	63
<i>Obrázek 73 Odstranění pevné vazby</i> .....	63
<i>Obrázek 74 Vazba Symetrie 1</i> .....	64
<i>Obrázek 75 Vazba Symetrie 2</i> .....	64
<i>Obrázek 76 Vazba Trajektorie 1</i> .....	65
<i>Obrázek 77 Vazba Trajektorie 2</i> .....	65
<i>Obrázek 78 Vazba Souose 5</i> .....	66
<i>Obrázek 79 Vazba Symetrie 3</i> .....	66
<i>Obrázek 80 Vazba Trajektorie 3</i> .....	67
<i>Obrázek 81 Funkce Podél křivky 1</i> .....	67
<i>Obrázek 82 Funkce Podél křivky 2</i> .....	68
<i>Obrázek 83 Funkce Podél křivky 3</i> .....	68
<i>Obrázek 84 Funkce Podél křivky 4</i> .....	69
<i>Obrázek 85 Funkce Podél křivky 5</i> .....	69
<i>Obrázek 86 Ukázka řetězu</i> .....	70
<i>Obrázek 87 Hotový řetěz</i> .....	70
<i>Obrázek 88 Vazba Souose 6</i> .....	71
<i>Obrázek 89 Vazba Symetrie 4</i> .....	71
<i>Obrázek 90 Sestava</i> .....	72
<i>Obrázek 91 Zobrazení souřadného systému článku</i> .....	72
<i>Obrázek 92 Vložení souřadnicového systému článku</i> .....	73
<i>Obrázek 93 Vazba Převod 1</i> .....	73
<i>Obrázek 94 Vazba Převod 2</i> .....	74
<i>Obrázek 95 Vazba Převod 3</i> .....	74
<i>Obrázek 96 Rotační pohon 1</i> .....	75
<i>Obrázek 97 Rotační pohon 2</i> .....	75
<i>Obrázek 98 Funkce simulovat pohyb</i> .....	76

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Zadání samostatného cvičení

Příloha P II: Výkresy k cvičení

Příloha P III: CD

## **PŘÍLOHA P I: ZADÁNÍ SAMOSTATNÉHO CVIČENÍ**

Vytvořte adaptivní pružinu podle přiloženého výkresu „Pružina“. Pružina bude dlouhá 168 mm, rozteč 14 mm a bude mít 12 závitů. Dále pomocí přiložených modelů vytvořte podsestavu „Podsestava odpružení“ dle výkresu. V poslední části cvičení vytvořte sestavu „Sestava odpružení“ pomocí přiložených předpřipravených modelů a následně vytvořte animaci sestavy.