

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Porovnání systémů SolidWorks a Autodesk Inventor

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Taras KOVALENKO**
Osobní číslo: **E16B0185P**
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Téma práce: **Porovnání CAD systémů SolidWorks a Inventor verze 2017**
Zadávající katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Zásady pro vypracování

Vypracujte v obou CAD systémech shodnou sestavu.

1. Provedte porovnání pracovních prostředí.
2. Porovnejte ve formě screenshotů.
3. Provedte shrnutí kladů a záporů obou systémů.
4. Použijte verze 2017.
5. Vypracujte návodný postup v INVENTORU.

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Řezáček, Ph.D.**
Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky
Oponent bakalářské práce: **Ing. Jan Šobra, Ph.D.**
Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky
Datum zadání bakalářské práce: **15. července 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **21. srpna 2019**



Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan





Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. července 2019

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na porovnání systémů SolidWorks a Inventor.

Klíčová slova

3D CAD , SolidWorks , Inventor , výkres , sestava

Abstract

This bachelor theses focuses on comparison of programmes Autodesk Inventor and SolidWorks systems.

Key words

3D CAD , SolidWorks , Inventor , drawing , assembly

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software použitý při řešení zadání této bakalářské práce, je legální.

.....
podpis

V Plzni dne 20.8.2019

Taras Kovalenko

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Petru Řezáčkovi Ph.D. a Michalu Batkovi, za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce. Také bych chtěl poděkovat Petru Sedláčkovi za pomoc při sepsání bakalářské práce.

Obsah

OBSAH	8
ÚVOD	9
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	10
1. 3D CAD – ZÁKLADNÍ INFORMACE	11
2. PŘEHLED NAMODELOVANÝCH SESTAV.....	14
3. NÁSTROJE PRO TVORBU OBJEMOVÝCH A 2D TĚLES.....	17
4. JINÉ FUNKCE	25
5. NÁVODNÝ POSTUP V AI.....	32
6. ZÁVĚR.....	35
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	36

Úvod

V dnešní době je nedílnou součástí práce inženýrů využití profesionálního softwaru. Kompletní řešení problémů často vyžaduje od odborného pracovníka nikoli pouze úzké znalosti v určitém oboru, ale i minimálně základní znalosti podporných systémů. Předkládaná práce je zaměřena na porovnání programů Solid Works a Inventor. Bakalářskou práci jsem vypracoval ve spolupráci s firmou Safran Cabin CZ s.r.o.

Tato práce obsahuje obecný popis systémů (systémové požadavky, možnost konvertace objektů do jiných formátů atd.). Rovněž jsou zde popsány veškeré díly vytvořené v rámci spolupráce, dále následuje popis jednotlivých částí systémů a jejich porovnání. Práce zahrnuje též návodný postup v systému Autodesk Inventor. Informace o těchto programech byly získány nejen během projektování, ale také díky konzultacím s odborníky a informacím zveřejněných na oficiálních webových stránkách výrobců příslušného softwaru. Během práce byly použity nápovědy [1], [2].

Seznam symbolů a zkratk

AI	Autodesk Inventor
inch.	palce
mm.	milimetry
PTM	pravé tlačítko myši
SH	strom historie
SLW	SolidWorks
SP5	Service Pack 5
STM	střední tlačítko myši
SWC	SolidWorks Corporation

1. 3D CAD – základní informace

CAD (computer aided design) počítačem podporované projektování je ta část IT systémů, která je zaměřená na kreslení, tvorbu 3D objektů a vykonávání dalších úkolů spojených s projektováním. CAD systémy mohou být univerzální nebo specializované (zaměřené na strojírenství, architekturu, elektrotechniku atd.). Systémy Inventor a SolidWorks jsou systémy zaměřené na strojírenství.

Hlavní důvody k používání CAD systémů jsou tyto:

1. Snížení nákladů na výrobu projektu
2. Zkrácení času potřebného na návrh
3. Zvýšení produktivity práce odborných pracovníků.

1.1 SolidWorks

První verze programu SolidWorks byla vytvořena firmou SOLIDWORKS Corporation v roce 1995 a nesla název SolidWorks95. Od té doby společnost SWC tento program aktualizuje každý rok. Pro různé verze programu platí, že objekt, který je vytvořen ve starší verzi, lze otevřít ve všech následujících verzích. Projekt, který je vytvořen v novějších verzích, nelze otevřít v předcházejících verzích (platí i pro Autodesk Inventor). Tento problém částečně řeší aktualizace Service Pack 5. Pomocí SP5 lze otevírat objekty, které byly vytvořeny v následujících verzích SLW. Toto platí pouze pro dvě bezprostředně po sobě jdoucí verze a zároveň neplatí pro verzi 2014.

Objekty, které byly vytvořeny v SolidWorks jsou kompatibilní s následujícími formáty:

Autodesk® Inventor: .ipt for V6-V2016, .iam for V11-V2018

PTC®: .prt, .prt.*, .asm, .asm*, for Pro/E 16 - Creo 3.0

Solid Edge®: .par, .asm, .psm for V18 - ST8

NX™ software: .prt for UG 11 - NX 11

CATIA® V5: CATPart, CATProduct for V5R8-5-6R2016

Objekty lze konvertovat do následujících formátů: .sat .ckd .dxf .dwg .emn .brd.bdf, .idb .igs .iges .x_t, .x_b .3dm step.stl .tif .vda .mts .wrl .ai .pdf

1.2 Autodesk Inventor

První verze programu byla vytvořena v roce 1999 firmou Autodesk. Stejně jako u SLW, aktualizace probíhá každý rok. Objekty, které jsou vytvořeny v programu, jsou kompatibilní se všemi formáty jiných programů od společnosti Autodesk. Objekty vytvořené v programu AI lze konvertovat do následujících formátů (přímo při ukládání):
.sat .prt .dxf. dwg .emn .brd. Idb . igs .iges .x_t .x_b .dm .step .stl .neu .wire .model.session .exp.CATPart.jt .g.prt .asm .smt .dwf .dwfx .rvt

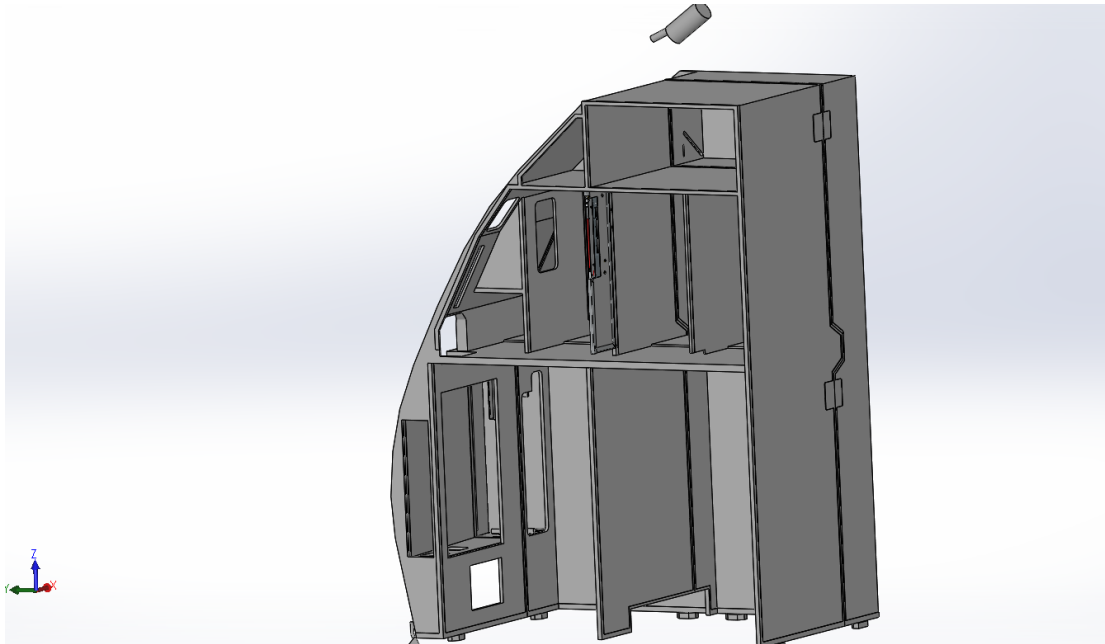
Na rozdíl od SLW může Inventor fungovat nejen na OS Windows, ale i na OS Macintosh. Minimální systémové požadavky pro AI jsou:
Procesor Intel Pentium 4 nebo AMD Athlon, 3,0 GHz, 4 Gb RAM, 9Gb ROM, (pro porovnání požadavky pro SLW: dvoujádrový procesor 3,3 GHz, 16Gb RAM, 9Gb na ROM).

1.3 Popis rozsahu práce vykonané spolu s firmou Safran

Firma Safran se zabývá vývojem a výrobou leteckých interiérů. Na obr 1-1 je ukázka mechanické struktury kuchyňské linky vyrobené ve firmě Safran.

Spolupráce s firmou Safran probíhala následujícím způsobem: Odpovědným pracovníkem mi byl zadán úkol, jehož obsahem byl návrh a modelování sestavy nebo dílu, který by splňoval určité požadavky. Jako inspirace byly použité díly z archivu firmy Safran. Poté jsem tento objekt namodeloval v programu SolidWorks a vytvořil k němu výkresy.

Z důvodu časové a finanční úspory během práce v systému SW jsem některé díly nemodeloval, ale použil jsem již existující (např. šrouby a další standardní díly).



Obrázek 1-1 Kuchyňská linka - mechanická struktura

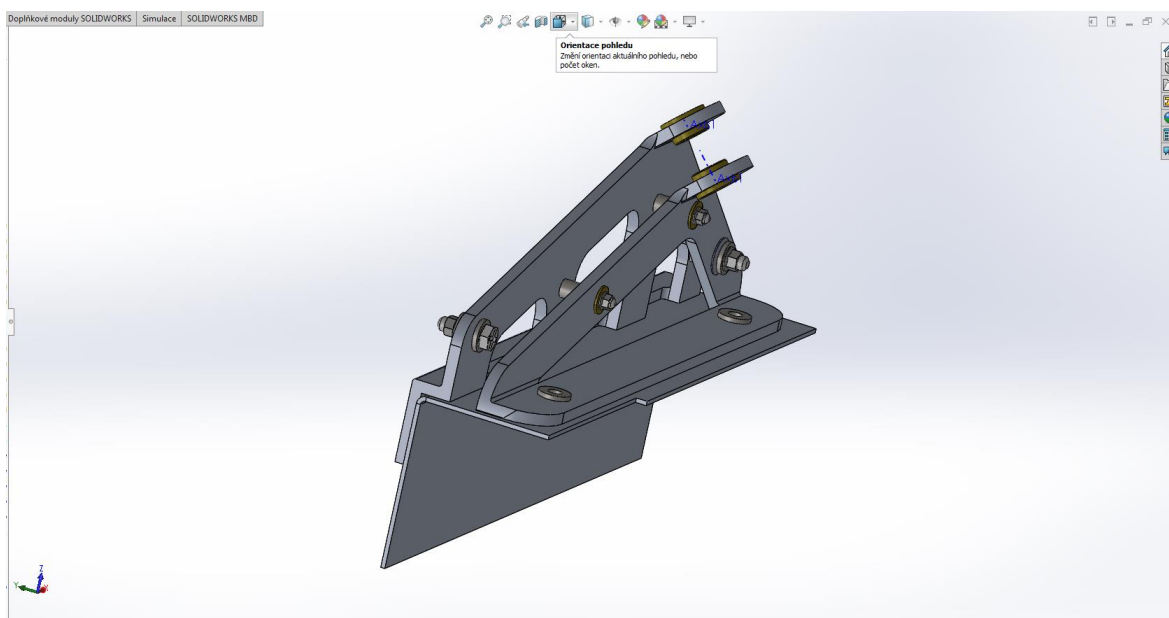
To, které konkrétní díly jsem nemodeloval, ale stáhl z archivu, bude podrobněji popsáno u každého dílu zvlášť. Po ukončení modelování odpovědný pracovník zkontroloval sestavu, zda nemá případné chyby a zda jsou splněny všechny požadavky. Po kontrole následovala část, která již neprobíhala v rámci spolupráce s firmou, a to namodelování objektu v AI. Pro úsporu času nebyly v programu AI vytvořeny výkresy pro všechny díly.

Vzhledem k tomu, že knihovna materiálů obsahuje omezený počet materiálů, nebylo možné při tvorbě objektů v programech používat stejné materiály. Při tvorbě dílů v programu SLW byly využité materiály, které se nacházely v knihovně firmy Safran a neexistovaly v knihovně programu AI. Proto při tvorbě dílů v programu AI nebyly přiřazeny stejné materiály, ale materiály stejného typu (hliník odpovídá hliníku a ocel oceli).

2. Přehled namodelovaných sestav

2.1 DSSH1-1

DSSH1-1 je konstrukce, pomocí které se kuchyňská linka připojí k trupu letadla. Základním požadavkem bylo vytvořit prvek pro připojení k rámu letadla. Byla zadána plocha a bod, ve kterém by měl být připojovací prvek připojen k připojovacímu prvku letadla a také sestava 60003A, na které by měl být umístěn připojovací prvek. Jako inspirace byly použity již existující díly z archivu firmy Safran.



Obrázek 2-1 DSSH1-1 připojovací prvek

Výsledek: Byla navržena a namodelována sestava DSSH1-1, která splňovala všechny požadavky. Pro tuto sestavu byly namodelovány svorky pro připojení uzemnění (jsou umístěné ve složce GND).

Všechny díly, jejichž název neobsahuje DSSH, jsou stažené z archivu firmy Safran. Podrobněji lze vidět na obr 12-1 všechny díly, které nebyly stažené, jsou na obrázku označené modrou barvou.

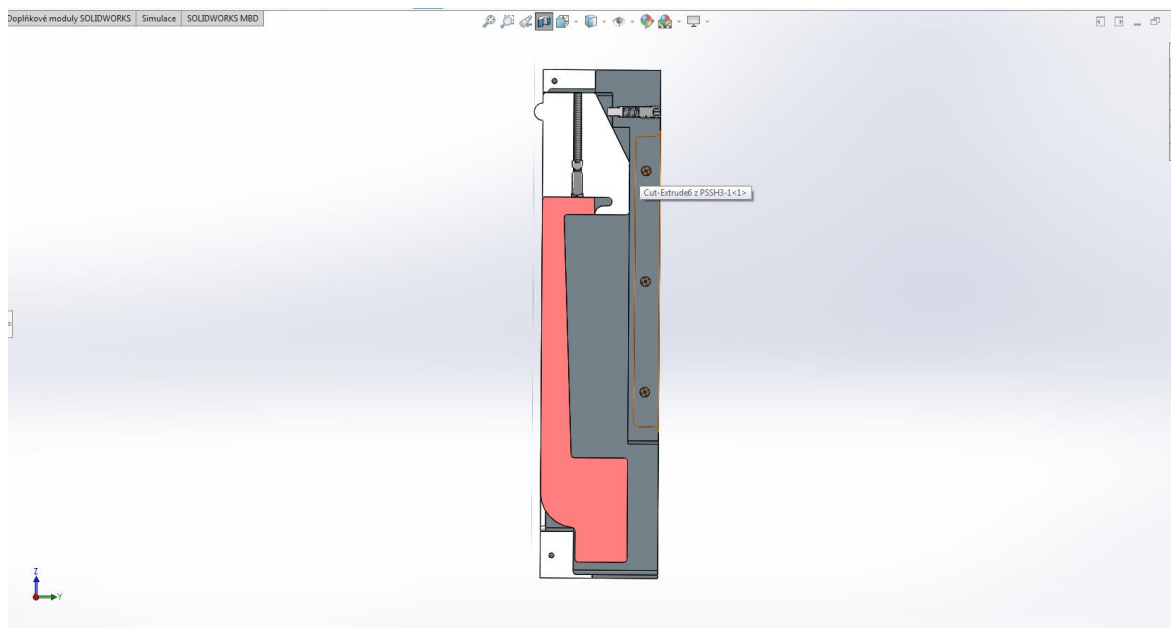
2.2 PSSH1-1

Na základě již existující sestavy (Foot Steep Instalation) byla vytvořena nová sestava (Hand Instalation). Nová sestava by měla splňovat následující dvě podmínky:

1. Šířka sestavy by neměla být větší než 10,16 mm (0,4 inch).
2. Sestava by měla být přizpůsobena pro držení rukou.

Výsledná sestava (PSSH1-1) byla po vytvoření umístěna na předem určené místo na finálním výrobku firmy Safran. To znamená, že sestava má souřadný systém shodný se souřadným systémem letadla (ve svém ss je umístěná přesně tam, kde by byla v letadle).

Výsledek: byla vytvořena sestava PSSH1-1 (HAND INSTALATION), která splňovala všechny požadavky. Tato sestava byla umístěna na své původní místo.

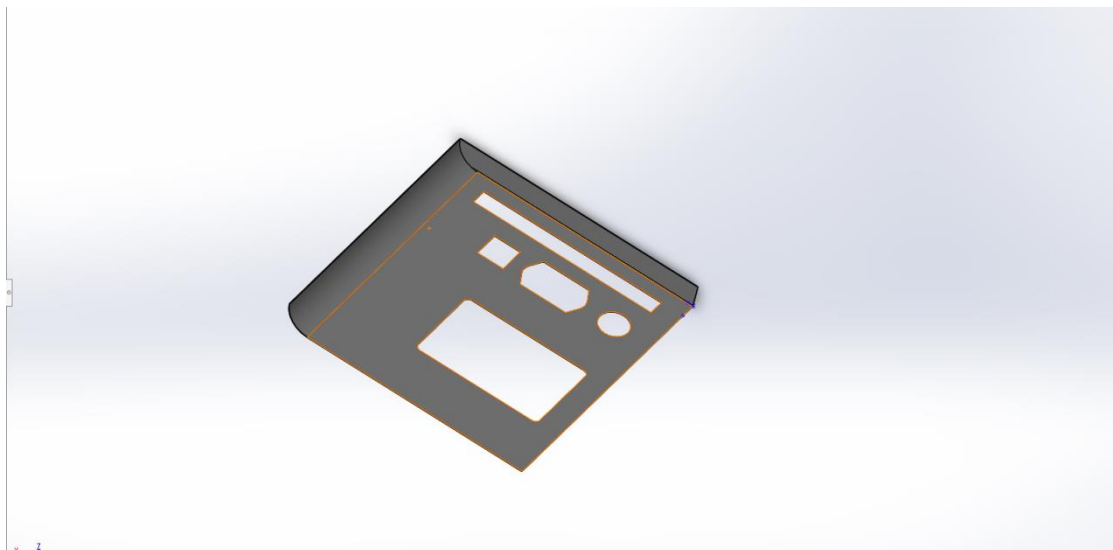


Obrázek 2-2 Výsledná sestava PSSH1-1 (řez v horizontální rovině)

Tato sestava funguje tak, že se při stisknutí tlačítka (PSSH3-3) vysune červená „ručička“ (PSSH3-4), za kterou se může chytit letuška. Funkčnost ostatních dílů je zřejmá. Díly PSSH3-5, PSSH3-6, PSSH3-7, PSSH3-8, PSSH3-9 byly staženy z archivu firmy Safran z důvodu finanční a časové úspory. Podrobněji lze vidět na obr 12-2. Na obr 12-2 je ukázka výkresu celkové sestavy.

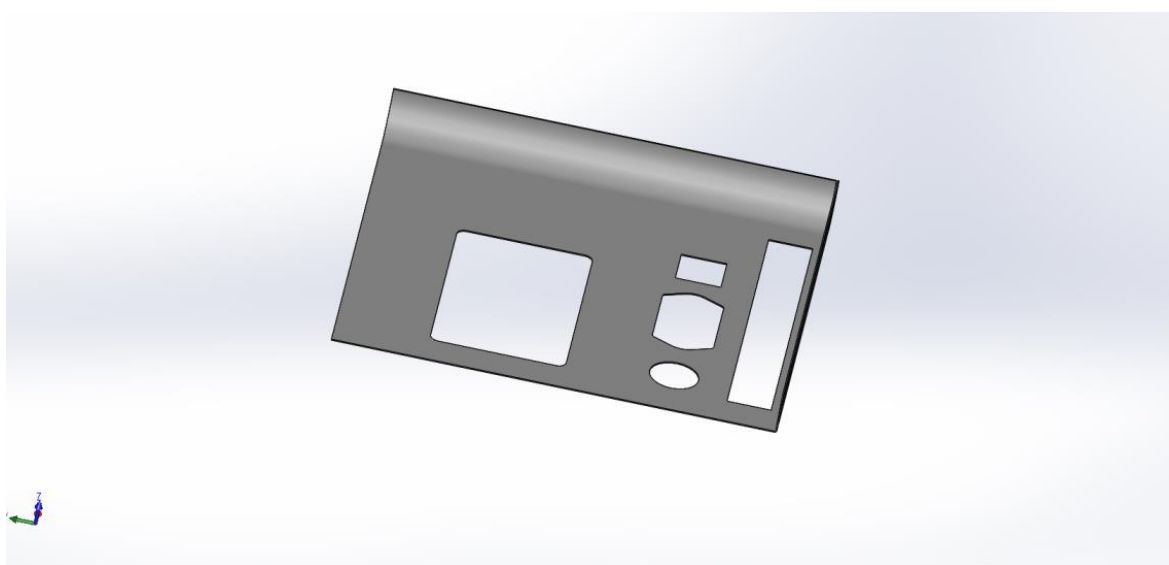
2.3 TSSH2-1

Základním požadavkem pro tuto sestavu bylo vytvoření plechového dílu, jehož pomocí by bylo možno nahradit prvek False Ceiling 03 v sestavě A6003. Taková změna snižuje náklady, protože obrábění plechového dílu je levnější než frézování.



Obrázek 2-3 TSSH2-1

Na obr 2-3 je ukázka sestavy, kde byl umístěn plechový díl. Základním požadavkem bylo, aby spodní plocha byla identická se spodní plochou prvků False Ceiling 03. Výsledek: Byl vytvořen díl TSSH1-1, který splňoval všechny požadavky.



Obrázek 2-4 TSSH1-1

Formálně není díl TSSH1-1 totožný s dílem False Ceiling. Je to proto, že základní plocha False Ceiling není tvořena obdélníkem (jako u TSSH1-1), ale rovnoběžníkem, jehož strany svírají úhel blízký 90°.

3. Nástroje pro tvorbu objemových a 2D těles

Při otevírání objektu v programu AI bude mít objekt taková nastavení, která si zvolil uživatel, jenž vytvořil objekt, případně uživatel, který nastavení změnil. V programu SLW je rozhodující to, jaká nastavení jsou použita na konkrétním počítači. Z toho vyplývá různý počet typů, které lze zvolit při vytváření nového objektu. V programu při vytvoření nového objektu v systému SLW lze zvolit jeden ze tří základních typů: díl, sestava, výkres. Celkový počet typů v systému AI je více než 43. Tak velký počet typů je v systému AI kvůli tomu, že každý typ má několik formátů a potřebný formát je nutno zvolit předem .

Typy objektů v systému AI :

Díl – standardní (DIN, mm, in), plechový díl (DIN, mm, in). Sestava – standardní (DIN, mm, in), plastová (DIN, mm, in), svářecí (ANSI-mm, ANSI-in, BSI, DIN, GB, ISO, JIS, in). Výkres DWG (am_ansi, am_bsi, am_din, am_iso, am_jis, ANSI-mm, ANSI-in, BSI, DIN, GB, GOST, ISO, JIS), IDW (ANSI-mm, ANSI-in, BSI, DIN, GB, GOST, ISO, JIS). Prezentace (DIN, mm, in).

Patří sem i starší typy (tyto typy si uživatel nainstaluje nebo vytvoří sám). Vlastnosti objektů, které jsou určené formátem, nejsou pevně dané a tyto vlastnosti lze měnit. Rovněž nejsou pevně dané *hlavní nástroje objektů* (např. v standardním dílu lze vytvořit plechový díl).

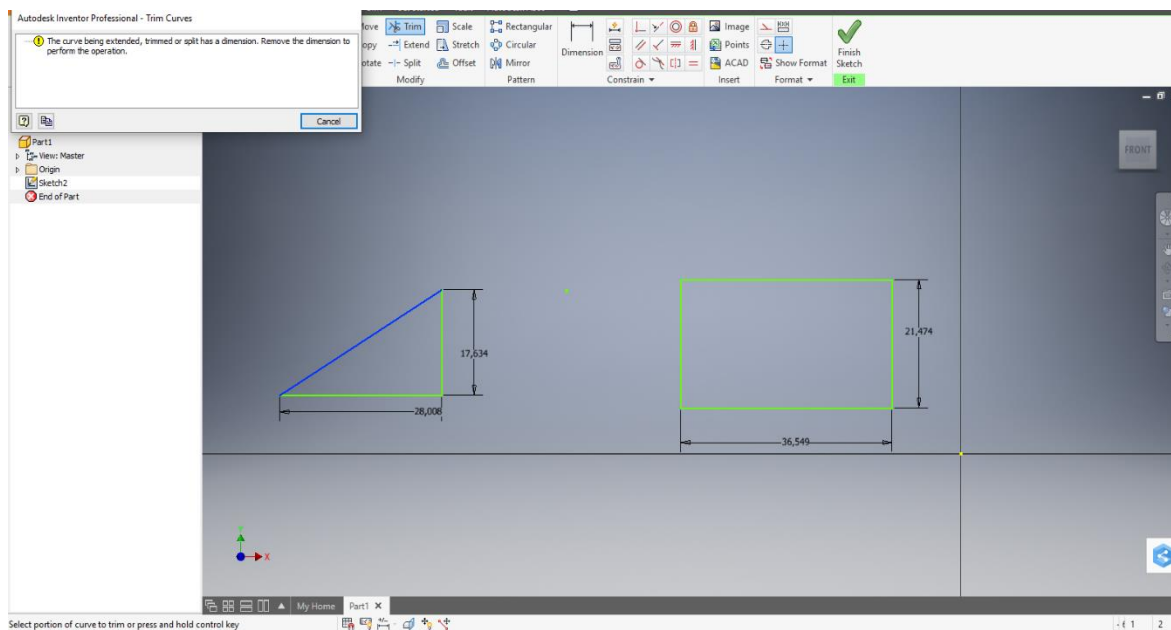
3.1 Tvorba náčrtů, funkce oříznutí

Tvorba náčrtů je principiálně stejná v obou systémech. V systému SLW lze vytvářet libovolně složité skici kombinací základních skic (přímka, kružnice, obdélník). Velmi užitečná vlastnost je možnost vytváření *skici řízené rovnicí* např. $y = \sqrt{1 - x^2}$ (rovnice kružnice). Pro změnu rozměru lze využít nejenom základní typy kót (délka, poloměr, úhel) ale i složitější (ordinační kóty, délka trajektorie). Systém nabízí možnost automatického kótování pomocí funkce *plně určit skicu*. Tvorba náčrtů v systému AI je téměř stejná.

Stejná je rovněž hierarchie kót. Existují dva typy kót – řídicí a řízené. Pomocí řídicích kót lze měnit rozměry skic. Řízené kóty pouze znázorňují rozměry.

Díky několika specifickým detailům je podle mého názoru tvorba náčrtů v programu SLW o něco jednodušší. V programu se při stisknutí PTM v levé části obrazovky objeví menu, s jehož pomocí můžeme měnit parametry křivky. Díky tomuto nástroji lze např. změnit velikost přímky bez použití kót. Tento nástroj může být užitečný také při kontrole nebo odstraňování chyb, protože uživatel má k dispozici všechny základní parametry křivky.

AI tento nástroj nemá, což znamená, že zadávání hodnot pro křivky kreslené v náčrtu je možné pouze pomocí kót. Jinými slovy prvek, ke kterému chce uživatel zadávat konkrétní hodnoty, musí být okótován. V případě, že uživatel potřebuje, aby se okótovaná hodnota měnila, je vhodnější kótu smazat. Stejný případ nastává, když se konečný styl kótování liší od původního (typické při využití souřadných kót).



Obrázek 3-1 Ukázka funkce oříznutí

Další nevýhodou tvorby náčrtu v programu AI je, že program nepovoluje smazání okótovaných křivek. Problém spočívá v tom, že v případě, že dvě přímky končí ve stejném bodě, okótování jedné přímky způsobí to, že mazání obou přímek může být zakázané. A to kvůli tomu, že smazání neokótované přímky by mělo za důsledek uříznutí bodu, který je

společný pro obě přímky a je součástí okótované přímky (před oříznutím přímky se musí smazat kóta). Výše uvedené nevýhody mají za následek delší časovou náročnost.

Důsledky těchto vlastností lze vidět na obrázku 3-1 Neokótované přímky nelze oříznout kvůli kótám (na obrázku 3-1 nelze oříznout žádnou přímku).

3.2 Vytváření objemových těles

Základní princip pro vytváření objemových těles v systému SLW je následující: vytvořit 2D nebo 3D skicu (2D sketch/3D sketch) a potom využít příslušný nástroj pro vytváření objemových těles. Stejně funguje i vytváření objemových těles v programu v systému AI. Nástrojů pro vytváření objemových těles je několik. Nejpožívanější jsou: *vysunutí* (join), *vyříznutí* (cut), *protnutí* (intersect), *přidání rotací* (revolve), *modelování pružiny* (coil) a *tažení po křivce* (sweep). Jednoduché objemová tělesa lze vytvářet pomocí funkce *primitivní objekty* (primitives). Při použití této funkce uživatel vytváří objemové těleso krok za krokem (první krok - načrtnutí skici, druhý krok - vytvoření objemového tělesa, stejný postup jako při klasickém modelování). Taková funkce se může používat během školení. Nevýhodou je to, že pomocí této funkce lze vytvářet jenom čtyři typy těles (kvádř, válec, koule, toroid). Existují rovněž funkce, pomocí kterých lze upravit tvar již hotového tělesa: *zaoblení* (fillet), *skosení* (chamfer). Mezi takové funkce patří funkce *průvodce děrami* (hole wizard). Tato funkce je specializovaná na vytváření vrtaných děr. Podrobněji je tato funkce popsána dále.

V programu AI jsou nástroje *vysunutí*, *vyříznutí*, *protnutí*, spojené do jednoho nástroje. Funkce, které přidávají a odebírají objem, nejsou rozdělené jako u SLW. Pro funkci *rotování* v platí v programu jiná pravidla. V systému SLW skica nesmí procházet osou. Systém AI tuto možnost podporuje, což je určitou výhodou, a povoluje vytvářet složitější díly. V systému AI lze objemová tělesa vytvářet nejenom na základě načrtnuté skici. Funkce *volná geometrie* povoluje vytvořit objemové těleso tvarováním jednoduchých 3D objektů. Podrobněji viz dále na straně 22.

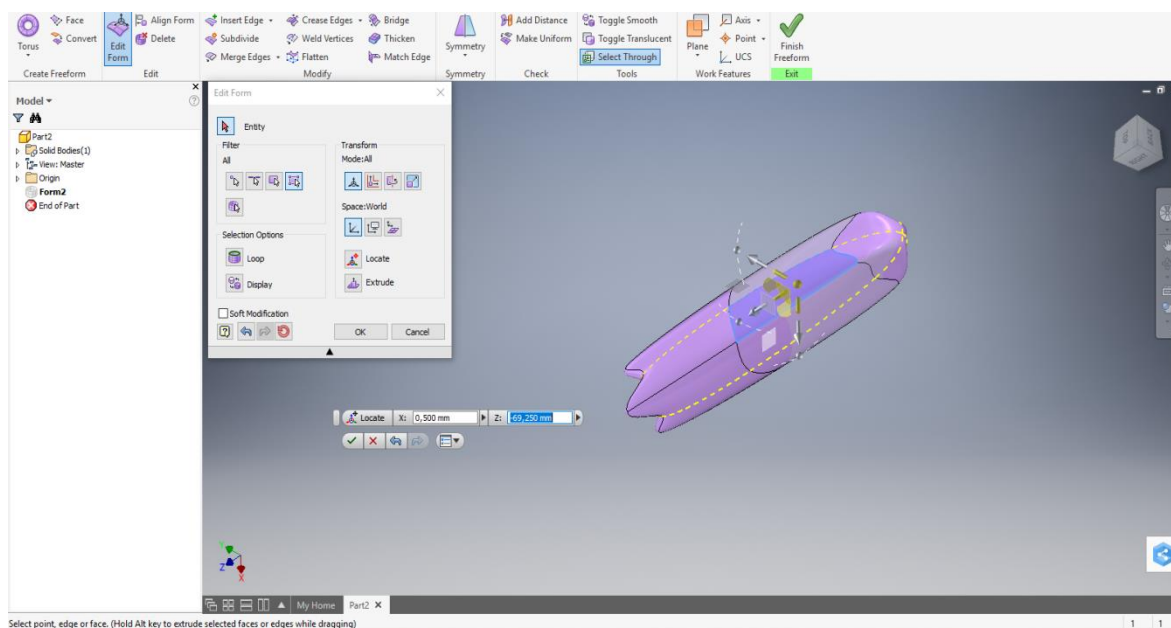
3.3 Volná geometrie

Při návrhu v moderních 3D CAD systémech není problémem vytvořit funkční objekt, který by splňoval všechny specifické fyzikální požadavky a který by měl libovolně složitý

tvar. Ovšem jak se zjišťuje v dnešní době, v určitých odvětvích, kde se používá návrh pomocí 3D CAD systémů, je vizuálně přitažlivý tvar stejně důležitý jako funkčnost a jednoduchost.

V případě, že práce návrháře je spojená s díly, které budou vyhodnocovány nejenom z konstrukčního hlediska, ale budou tvořeny s cílem vytvořit prvek, jehož vizuální přitažlivost by měla být co největší, je vhodné využít možnost návrhu *geometrie volných částí* (**freeform**). Tento nástroj nabízí alternativní způsob návrhu objektu, jenž na rozdíl od většiny funkcí, které vytvářejí objekty zadáním parametrů, povoluje vytvořit objekt pomocí přímé manipulace.

Tato funkce umožňuje nejen vizuálně díl vylepšit, ale také pomáhá vytvářet složitě tvarované součásti. Je to komplikovaný nástroj, a proto by měl návrhář, který bude tento nástroj používat, absolvovat školení. Další nevýhodou je, že u složitých tvarů je obtížné provádět kontrolu. Nástroje pro inspekci rozměrů totiž obtížně hledají rozměry objektů, které mají složitý tvar a neskládají se z konečného počtu základních objektů.

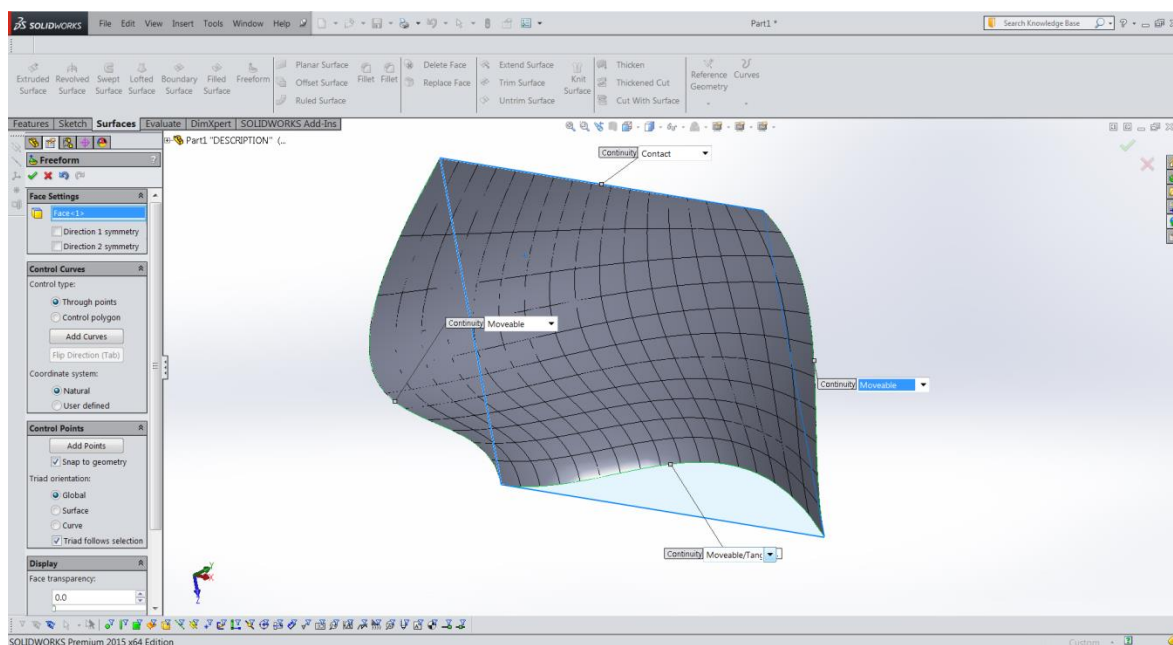


Obrázek 3-2 model byl vytvořený pomocí nástroje volné geometrie

Z toho důvodu je uživatel nucen využívat prvky *referenční geometrie* tj. vložit body, plochy a osy do dílu a poté kontrolovat vzdáleností mezi nimi. Tento způsob je ale časově značně náročný, protože pomocí této metody nelze vytvořit objekt libovolného tvaru. Po ukončení práce je vhodné výsledný tvar upravit pomocí jiných funkcí.

V programu AI nástroj pro vytváření prvku *volné geometrie* může pracovat s plochou nebo s objemovým tělesem. Před začátkem práce si uživatel může vybrat jeden ze základních tvarů (koule, toroid, krychle atd.). Objekt bude automaticky rozdělen do jednotlivých ploch, jak je vidět na obr. 3-2. Poté je možné změnit pomocí funkce *upravit tvar*. Tato funkce má stejný problém, který byl popsán na str. 30. S pomocí tohoto nástroje lze přidat objekty prakticky libovolného tvaru. Všechny ostatní funkce jsou doplňující.

Mezi silné stránky této funkce patří jednoduché ovládání, možnost využití více objemových těles a jejich snadné spojení. Slabou stránkou je obtížná úprava. Ve většině případů je jednodušší upravit plochu do původní polohy a potom provést úpravu plochy ještě jednou a zadat požadované parametry.



Obrázek 3-3 Volná geometrie v SLW

Program SLW obsahuje funkci pro vytváření objektu pomocí *volné geometrie*. Jednou ze základních nevýhod je, že tento nástroj nepovoluje pracovat s objemovými tělesy. Je to nástroj, jehož hlavním účelem je tvarovat plochy. Základní princip práce je stejný jako u AI. Spočívá ve změně hranice plochy, a proto je takový způsob složitější.

Pomocí dalších nástrojů (např. *vysunutí*) lze na základě vytvořené plochy vytvořit objemové těleso.

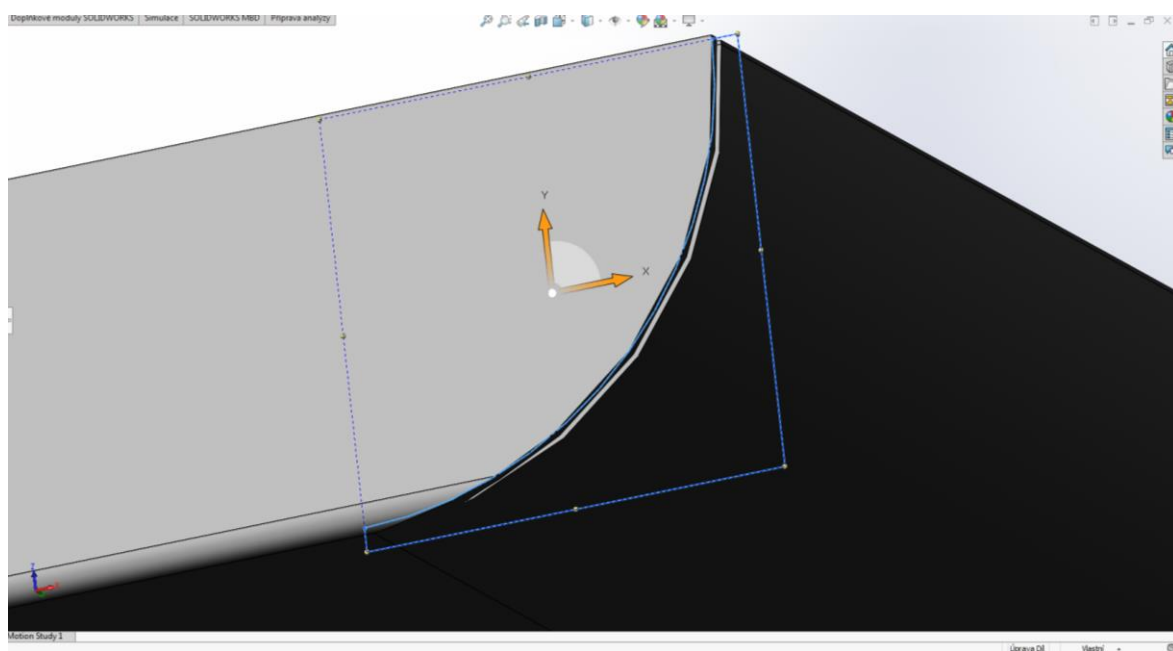
3.5 Modelování pružiny

V programu SLW se pro vytvoření pružiny používá funkce *tažení po křivce*. Tato funkce má, kromě možností vytvářet pružiny, mnoho dalších použití.

V programu AI pro modelování pružiny existuje speciální funkce. Postup pro vytváření pružiny v AI: Nakreslit osu (délka není podstatná). Nakreslit průřez pružiny. Pomocí funkce pro práci s pružinou nastavit potřebné rozměry a následně vytvořit pružinu. V menu funkce lze nastavit šířku jednoho závitu, počet závitů, délku pružiny a úhel zužování (v případě že by se měla pružina zužovat). Rovněž lze nastavit místo pružiny spirálu. Nástroj pro *práci s pružinou* je velmi užitečný pro začátečníky, protože je jednoduchý. Práce s funkcí *tažení po přímce* pomáhá vytvářet složitější typy pružin, ale je složitější.

3.6 Plechový díl

Při tvorbě prvků typu *sheet metal* je díl rozdělen do několika ploch. Jedna z těchto ploch se nastaví jako hlavní (nastaví se automaticky, ale lze tuto plochu zvolit ručně). Při rozvinutí, zůstane hlavní plocha na stejných souřadnicích. Všechny ostatní plochy se posunou, tak aby celý díl byl v jedné rovině. Toto platí pro SLW a AI.



Obrázek 3-5 TSSH3-1 rozvinutí

Nevýhodou práce s plechovým dílem je to, že při rozvinutí může vzniknout chyba, při které zůstanou všechny skici na svých souřadnicích. Chybu mohou způsobit vazby mezi skicami. Při rozvinutí se např. vodorovná vazba může přeměnit na vertikální. To může způsobit chybu, protože systém při rozvinu nemění typ vazeb. Tento problém lze řešit vhodným kótováním. Způsobit chybu může způsobit rovněž to, že skica nebo výřez se nacházejí v bezprostřední blízkosti oblasti ohybu nebo se nacházejí přímo v místě ohybu. V případě, že návrhář použije funkci *rozvinutí* bez předchozího opatření, může dojít k chybě. Všechny skici, které byly nakreslené na vedlejších rovinách, zůstanou na stejných místech (budou viset ve vzduchu). Tuto chybu lze vyřešit následujícím způsobem: ve stromě konfigurací vytvořit konfiguraci rozvinutí a normální. Pro každou konfiguraci je nutno nakreslit zvlášť všechny úpravy tvaru.

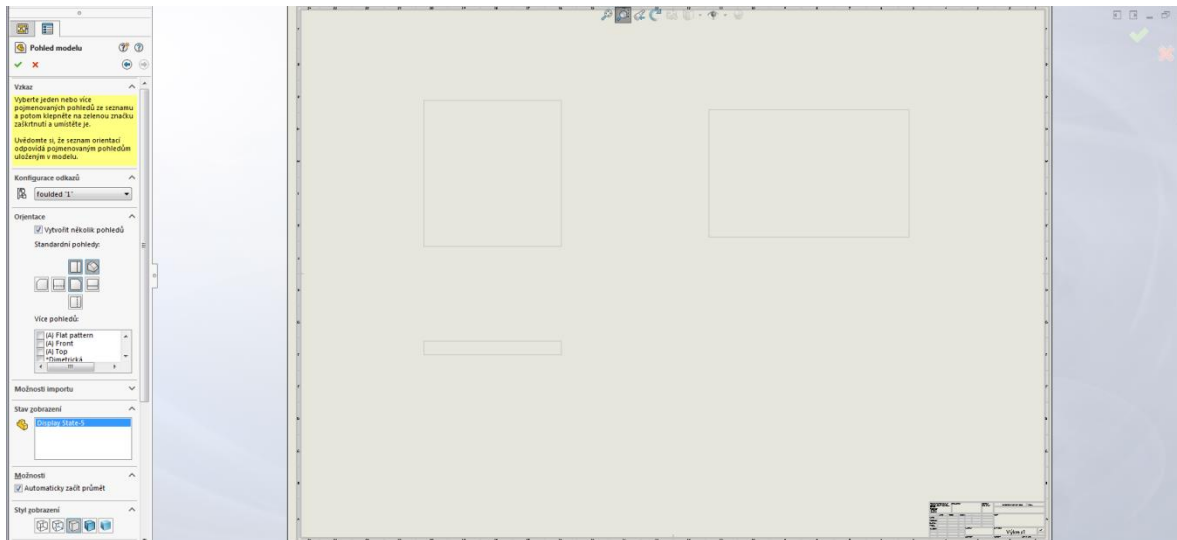
Systém AI pro výřezy používá funkce *výřez* (*cut*). Tato funkce funguje jako funkce *odebrání vysunutím* a je specializovaná právě na práci s plechovými díly. V této funkci jsou ošetřené výše popsané chyby. Ostatní funkce nejsou ošetřené stejně jako funkce *cut* a tento problém se musí řešit podobným způsobem jako u SLW (analogie konfigurací se v AI nazývá iPart).

3.7 Výkresy

V obou systémech se typ výkresu musí nastavit při vytváření výkresu. V systému SLW jsou čtyři základní typy výkresů. V systému AI je celkový počet typů dvacet jedna .

SLW má nevýhodu při tvorbě výkresů. Počet pohledů na výkresu nelze volně měnit, k dispozici je deset pohledů (+ aktuální pohled v případě, že jsou díl nebo sestava otevřená). Program SLW umožňuje nastavit jako nárys libovolnou plochu a tuto plochu také pod libovolným úhlem natočit. Toto se ovšem musí dělat v dílu nebo sestavě, ke které děláme výkres. Nutnost nastavování plochy pro nárys je hlavní nevýhodou tvorby výkresů v tomto programu. Autodesk Inventor povoluje nastavit pohled v libovolné poloze a pod libovolným úhlem pomocí výše uvedeného nástroje pro navigaci viz str 27 přímo ve výkresu, čímž značně šetří čas návrháře.

Výhodou programu AI je, že před umístěním na výkres je možné vidět, jak přesně bude vypadat pohled na výkresu.



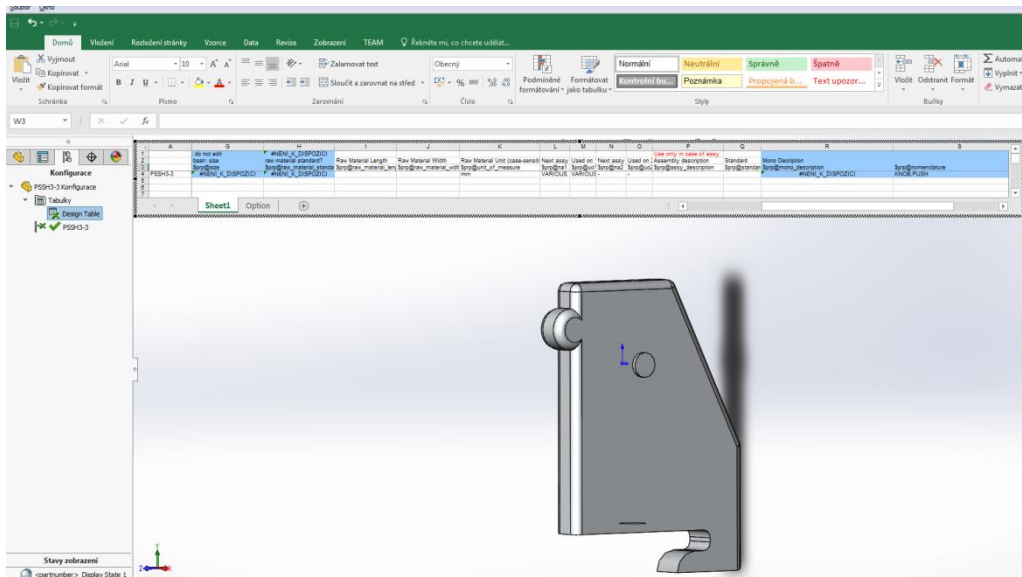
Obrázek 3-6 Tvorba výkresu v SLW

V programu SLW lze před umístěním vidět pouze plochu, kterou bude výkres zabírat (ve formě obdélníků jejichž šířka a výška je stejná jako je maximální výška a šířka pohledu). Například základní pohledy krychle, jejíž strana je x , a ve které jsou provrtané díry a pohledy koule o průměru x bez děr, budou před umístěním vypadat stejně.

4. Jiné funkce

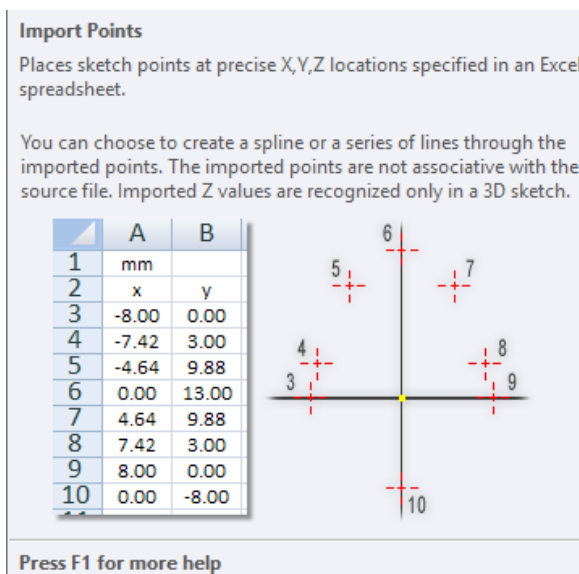
4.1 Spolupráce s jinými programy

Oba programy umožňují během práce s objekty využívat spolupráci s programem EXCEL. Program SLW umožňuje vytvořit tzv. *design table*. Hlavní důvodem k používání Excelu je možnost vytvářet pomocí *design table* kusovníky. *Design table* může obsahovat informace o typu materiálu, rozměrech, způsobu obrábění, jméno pracovníka, který díl vytvořil. Samozřejmě typ informace není nijak omezen, a každá firma si ho nastavuje sama dle svých potřeb. Pomocí Excelu lze řešit i jiné problémy. Např. lze ukládat informace o různých konfiguracích jednoho dílu. To značně usnadňuje archivaci projektů. Použití Excelu také snižuje náklady na archivaci. Organizace, která využívá AI, musí tento problém řešit samostatně a na vlastní náklady.



Obrázek 4-1 Využití Excelu v programu SLW

Inventor umožňuje vytvořit tabulku bodů. Pomocí tohoto nástroje lze umisťovat body na plochu tak, že zadáte jejich vzdálenosti od osy X a Y. Lze zadávat i vzdálenosti od osy Z ale pouze v případě vytváření 3D skic.

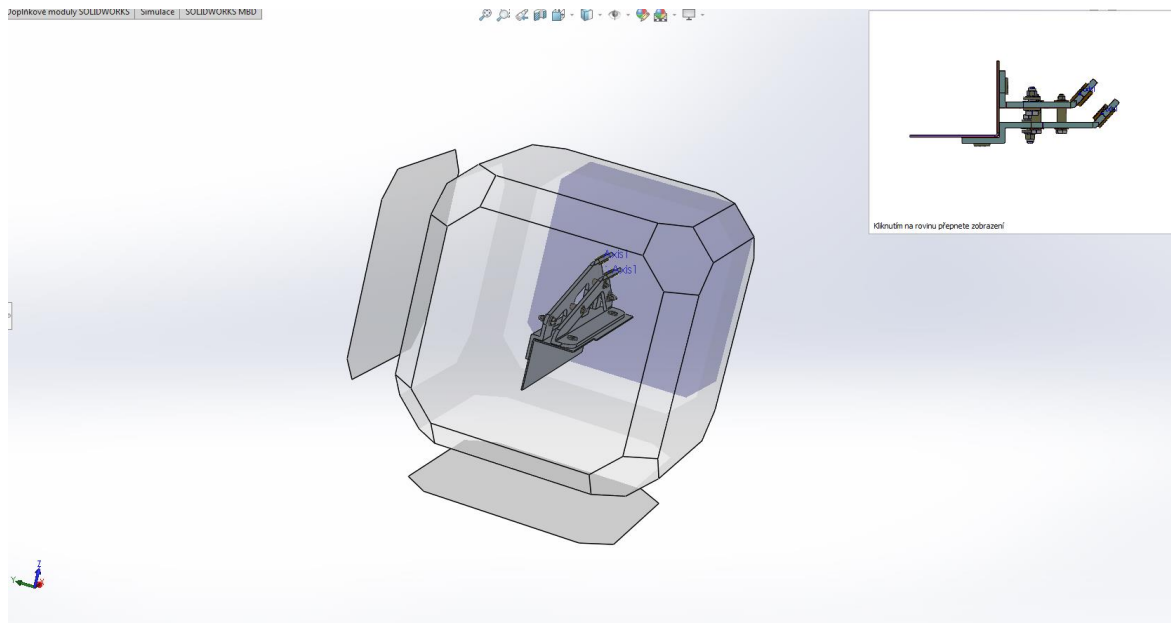


Obrázek 4-2 Návod pro využití EXCELU v AI

4.2 Navigace.

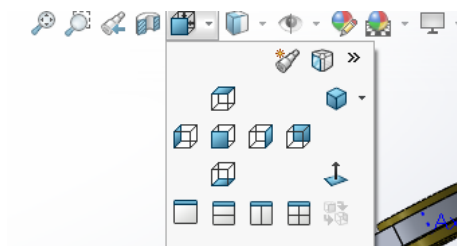
Základní nástroje pro navigaci jsou v obou programech stejné. Polohu objektu můžeme měnit buď pomocí STM (v AI Shift + STM) nebo pomocí speciálního menu. V programu Autodesk Inventor je v pravém horním úhlu umístěn nástroj pro změnu polohy objektu

Také je možné použít sadu funkcí (funkce *nahoru/dolů*, *otočení* atd.). Tato sada funkcí je velmi rozsáhlá a její popis v této bakalářské práci by byl příliš časově náročný. Z tohoto důvodu nebude v této bakalářské práci popis všech nástrojů uveden.



Obrázek 4-3 Navigace v programu SLW

Navigace v AI je vhodná pro uživatele začátečníky, kteří se s programem teprve seznamují. Tato funkce jim umožňuje lepší orientaci v programu. Nevýhodou je, že část nástrojů je příliš úzce specializovaná. Takovéto funkce (např. *Look Tool*, *Rewind*, *Center*, *Up/Down*) nenabízejí či téměř nenabízejí možnosti, které by nebylo možné realizovat pomocí jiných nástrojů.

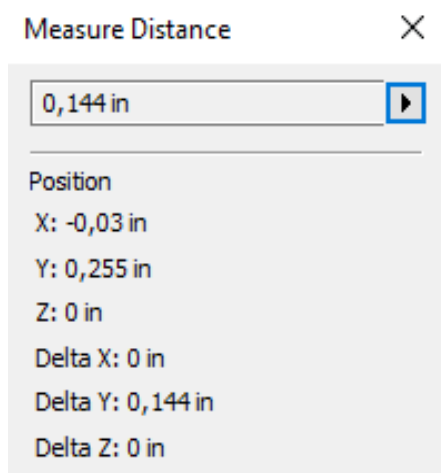


Solidworks disponuje menším počtem nástrojů pro změnu polohy objektů. Hlavními prostředky pro změnu polohy jsou myš a nástroj navigace viz obr 4-4. Nevýhodou navigace je, že všechny parametry jsou rozptýlené.

Obrázek 4-4 Navigace v SLW

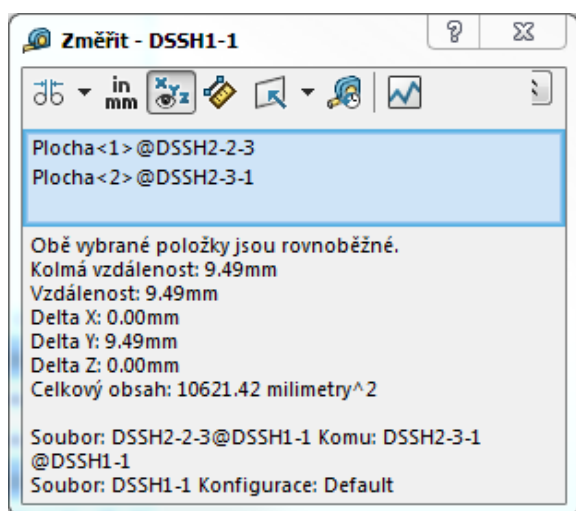
4.3 Kontrola rozměrů

Velmi výraznou nevýhodou programu AI je, že jeho nástroj pro inspekci rozměrů je rozdělen do jednotlivých funkcí (vzdálenost, úhel, obvod, plocha, místní úprava). Takové uspořádání značně zpomaluje inspekci.



Obrázek 4-5 Nástroj pro inspekci AI

Další nevýhodou je, že při kontrole rozměrů se nezvýrazňují objekty ani typ, který se měří. V případě, že se pak jedná o 2D objekty a ty jsou zároveň umístěné v jedné rovině, nezobrazuje se ani přímka nebo úhel, který má za účel odhalit chybu způsobenou náhodným označením jiného objektu tzn. nevidím, co měřím. Vlastnosti rozměrů (vzdálenost od středu, minimální vzdálenost, maximální vzdálenost) v programu AI nelze změnit, což považuji za velkou nevýhodu.



Obrázek 4-6 Inspekce v SLW

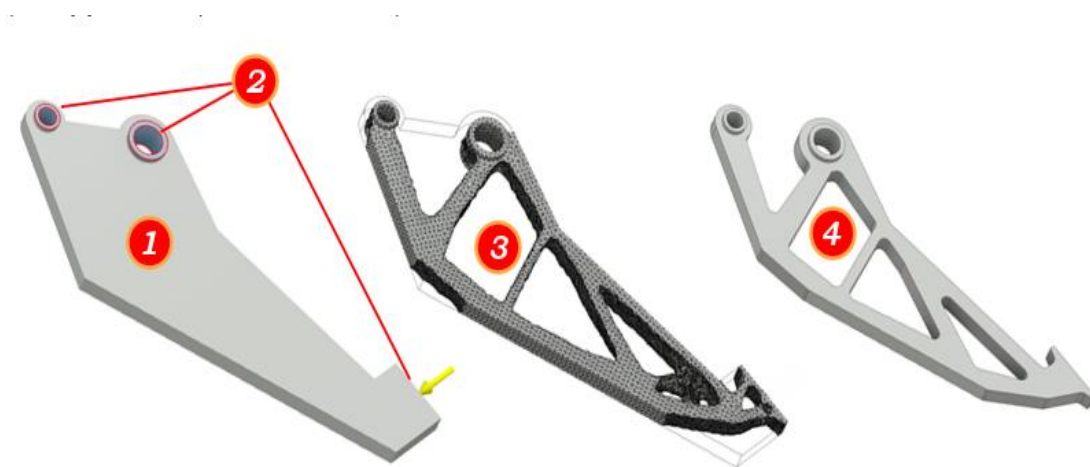
Nástroj pro inspekci rozměrů je v SLW (*smart dimention*) mnohem sofistikovanější a uživatelsky příjemnější. *Smart dimention* povoluje pracovat s více parametry najednou. Tento nástroj samostatně hledá rozměry, které lze změřit. Resetování vybraných objektů probíhá jednoduše kliknutím na prázdný prostor LTM. To znamená, že při měření hodnot v programu SLW se při práci s různými typy hodnot objektů nebo rozměrů nemusí nic přepínat nebo nastavovat. Rozměr lze zjistit rovněž kliknutím na plochu nebo hranu (nebo podržením tlačítka CTRL a kliknutím na dva objekty). V pravém dolním rohu se objeví

rozměr nebo vzdálenost. Tento způsob je rychlý, ale nepřesný, protože nelze kontrolovat typ rozměru, a proto není vhodný pro úplnou a komplexní kontrolu rozměrů.

4.4 Generátor tvaru

Program AI obsahuje jednu velmi významnou funkci, která se nazývá *generátor tvaru*. Jedná se o analytickou funkci, která nabízí jednoduchý a sofistikovaný přístup pro navrhování součástí, a zároveň pomáhá tvořit výřezy, tak aby byl optimalizován poměr objem / pevnost. Tento nástroj označuje oblasti v dílu, jejichž odstranění nezmění celkovou pevnost objektu (nebo při určitém mechanickém zatížení je snížení pevnosti zanedbatelné).

Generátor tvaru pracuje na základě výsledků analýzy pevnosti (stress analyze). Důležité parametry pro GT jsou tvar, materiál, mechanické zatížení a body přichycení. V tom spočívá jeho hlavní nevýhoda. Práce s *generátorem tvaru* vyžaduje od uživatele znalost práce s pevnostní analýzou. To znamená, že generátor tvaru není vhodný pro začátečníky.



Obrázek 4-7 Ukázka generátoru tvaru.

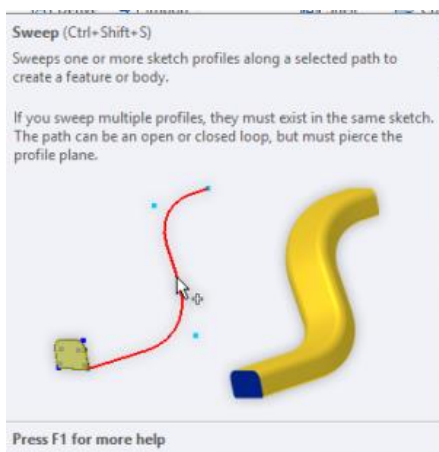
V této bakalářské práci by bylo vhodné použít *generátor tvaru* při tvorbě výřezu v dílech DSSH2-2 A DSSH2-3. Při návrhu těchto dílů nebyla použita studie GT z několika důvodů. Jak již bylo zmíněno, základní knihovna materiálů není rozsáhlá, a proto použité materiály u vytvořených objektů nejsou zcela totožné. Proto pevnostní parametry stejných dílů nejsou stejné, což by ovlivnilo tvar generovaných výřezů. Druhý důvod je pevnostní kontrola, která nepatří do rozsahu práce, kterou bych měl vykonat pro firmu Safran. Z tohoto důvodu jsem v rámci školení nebyl seznámen s nástrojem pro pevnostní analýzu.

Po předání všech sestav do firmy Safran bude pevnostní analýza provedena odpovědným pracovníkem. Tato část nepatří do zadání této bakalářské práce.

V programu SLW základní balík neobsahuje *generátor tvaru*. To má za důsledek větší pořizovací náklady.

4.5 Další rozdíly

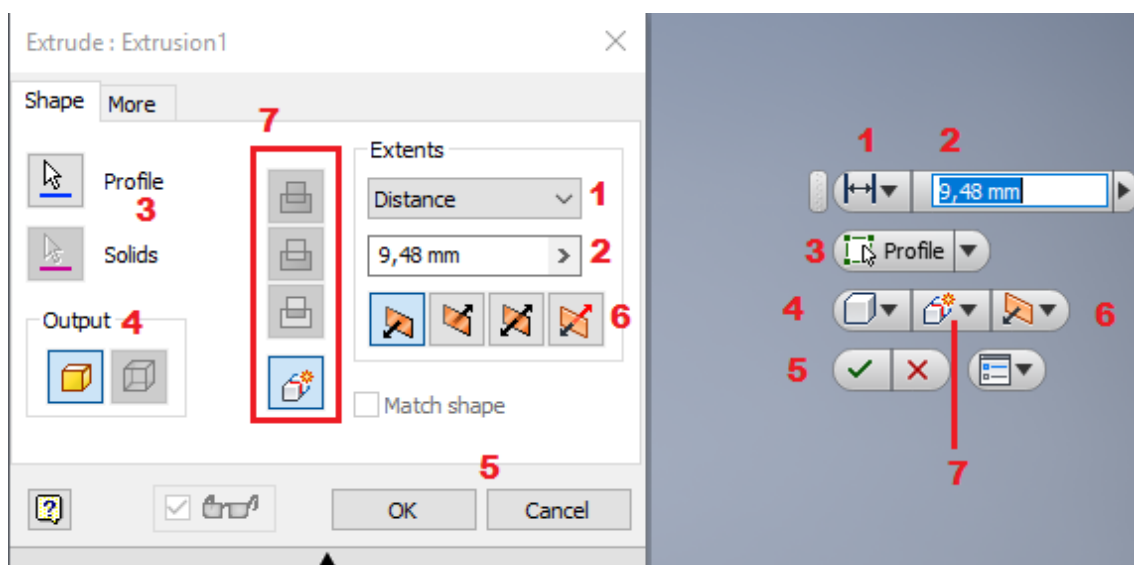
V programu AI se používá systém rychlých nápověd. Jestliže uživatel podrží kurzor myši na některé z funkcí, zobrazí se obrázek a pokyn, který stručně popisuje možnosti a způsob využití příslušné funkce. Tento systém značně usnadňuje práci v programu začátečníkům.



Obrázek 4-8 Nápovědy v programu AI

Nevýhodu program AI spatřuji v tom, že některé funkce obsahují zbytečně mnoho nástrojů. Pojmem zbytečné mám na mysli funkce, které nedoplňují již existující nástroje nebo doplňují funkce těchto nástrojů pouze minimálně.

Např. při vytvoření 3D objektu pomocí *vysunutí* se na obrazovce objevují dva nástroje pro zadání parametrů. Tyto nástroje nabízí prakticky stejné možnosti a využití dvou tabulek je zbytečné.



Obrázek 4-9 Funkce vysunutí

Na obr. 4-9 je podrobněji znázorněna daná problematika. Stejnými číslicemi jsou označena tlačítka nebo pole, jejichž účel je stejný. Stejné problémy se objevují i v jiných funkcích např. *otočit, zaoblit*.

4.6 Klávesové zkratky, cena

Podle mého vlastního názoru uživatelé, kteří zvládli práci v jednom z těchto systémů, snadno zvládnou práci v druhém systému. Velkou nevýhodou při přecházení v práci z jednoho programu do druhého je to, že stejné funkce mají v jednotlivých programech odlišný název. To se týká nejen českých, ale i anglických názvů. Klávesové zkratky se v obou programech nejsou stejné. To představuje nevýhodu pro uživatele, který přechází z jednoho systému do druhého. Klávesové zkratky v SLW jsou dostupné na [5]. Klávesové zkratky v systému AI jsou dostupné na [4].

Rozdílná je u těchto systémů i cenová politika jejich výrobců. Společnost SOLIDWORKS Corporation dodává neomezené licence a celková doba, na kterou se tato licence rozpočítává má samozřejmě vliv na obchodní cenu. Je možno objednat si licenci, která se nebude celou řadu let aktualizovat. Nabízí se vždy aktuální verze, nicméně verze nemá vliv na obchodní cenu. K 11. 7. 2019 je cena jedné **trvalé licence systému** SolidWorks 198.000 Kč. Společnost Autodesk v dnešní době neomezené licence neprodává[6]. Licenci je možno si na určitou dobu pronajmout, samozřejmě na cenu má

vliv počet licencí a doba, na kterou bude licence pronajata. K 11.7.2019 je **cena pronájmu jedné licence** systému Autodesk Inventor na 1 rok pro jednoho uživatele 66 568,39 Kč.

4.7 Strom historie

Strom historie je nástroj, který umožňuje prohlížet funkce, které byly, využité při tvorbě objektu. Za pomoci *stromu historie* lze nejen kontrolovat, ale i měnit hodnoty již použitých funkcí, rovněž lze nastavit nebo potlačit jejich viditelnost. Tento nástroj funguje jako seznam a je lineární. Je užitečný zejména pro začátečníky, protože uživatel může vidět, jak byl objekt krok za krokem vytvořen. SH se u různých typu objektů liší.



V systému AI se *strom historie* dílu skládá z následujících částí: *tělo funkce, umístění* (informace o umístění tělesa v pracovním prostoru), *souřadnice* (střed souřadného systému, osy, plochy ss.), *seznam funkcí* (všechny skici, objemová tělesa atd.), *konec dílu*. Při tvorbě objektu mezi objekty vzniká určitá hierarchie. Při tvorbě tělesa veškeré úpravy tvaru budou podřízené. Při potlačení (nebo smazání) hlavní funkce budou veškeré podřízené funkce rovněž potlačeny. V SH nelze posouvat podřízené funkce před hlavní funkcí nebo posouvat funkci mimo seznam funkcí. Lze posunout funkci za konec objektu (funkce bude potlačena)

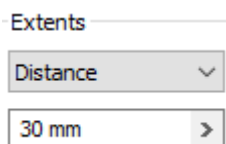
V systému SLW se SH dílů a sestavy je téměř stejný. Strom historie se skládá z následujících částí: *history, annotation, front plane /top plane /right plane/origin, seznam nástrojů*. Na rozdíl od AI v SLW neobsahuje SH položku *konec(end)*. SH sestavy v systému SLW obsahuje navíc položku *vazby*. Pro seznam funkcí platí stejná pravidla.

5. Návodný postup v AI

5.1 PSSH3-2

Základní principy vytváření objemových náčrtů a objemových těles

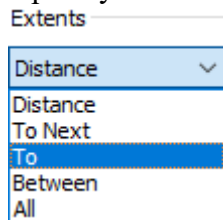
- 1) Vytvořte nový díl (doporučení: díl-standardní-mm).
- 2) Na libovolné ploše načrtněte obdélník o rozměrech pomocí funkce *načrtnout 2D skicu*.
- 3) Okótujte obdélník a zadejte následující hodnoty (šířka-10,16 mm, výška-293,43 mm).
- 4) Použijte funkci *vysunutí*. Vyberte funkci *přidat vysunutím* (stiskněte tlačítko ). Jako základní tělo pro vysunutí zvolte obdélník který jste nakreslil v bodě 2. (v menu funkcí stiskněte tlačítko *profil* , stiskněte na plochu uvnitř obdélníku). Zvolte parametr



vzdálenost a zadejte vzdálenost 30 mm.

5) Na ploše na které byl nakreslený obdélník v bodě 2. nakreslete obdélník uvnitř plochy (jak je znázorněno na obrázku 9-1). Odstup od horní hrany 12,93mm, od pravé a levé - 1mm, od spodní 26,7mm.

6) Použijte funkci *vysunutí*. Vyberte funkci *odebrat vysunutím* (stiskněte tlačítko). Jako základní tělo pro vysunutí zvolte obdélník který byl nakreslen v bodě 5. Zvolte



parametr *do (to)* a kliknout na zadní plochu figury vytvořené v bodě 4 (nebo zvolte parametr *vzdálenost* a zadejte vzdálenost 30mm nebo více).

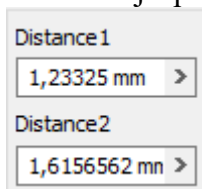
7) Na levé straně nakreslete obdélník, tak jak je ukázáno na obr 9-2 (odstup od pravé hrany je 3mm odstup, od ostatních hran je nulový). Použijte funkci *vysunutí* a zadejte parametry *vzdálenost* a zadejte vzdálenost 5,08mm.

8) Na pravé straně umístěte na plochu 2 body, tak jak je ukázáno na obr. 9-3.

Použijte funkce *díra*. Vyberte *stisknout tlačítko střed* *Centers* a vyberte body nakreslené v bodě 8. Zadejte hloubku *skrz vše*.

9) Stejným způsobem nakreslete body, jak je na ukázáno na obr x., a použijte funkce *díra*. Zadejte průměr 0,1065 in a hloubku *skrz vše*.

10) Použijte funkci *zkosení*. Vyberte hranu mezi dírou a vnější plochou vyberte typ



parametrů *výška a šířka* a zadejte parametry

12) Použijte funkci *zaoblení* a zadejte poloměr zaoblení 3mm. Vyberte ty hrany, které jsou znázoněné na obr 9-5 a obr 9-6. Stejným způsobem použijte funkci *zaoblení* o poloměru 2mm.

13) Změňte materiál (nástroje/materiál) a vyberte hliník (aluminium 6061).

5.1 PSSH3-5

Funkce rotací, zkosení.

1) Vytvořte nový díl (doporučení standard mm)


2) Pomocí funkce *načrtnout 2D skicu* načrtněte obdélník o rozměrech 13,487mm/3,143mm.

3) Použijte funkci *rotace*. Zadejte jako hlavní tělo nakreslený obdélník (stiskněte tlačítko profil a potom stiskněte nakreslenou skicu) a jako osu zvolte větší stranu

(stiskněte tlačítko osa rotace a stiskněte na větší stranu).


4) Použijte funkce *zkosení*. Zkoste horní hranu (viz obr 11-1). Zadejte typ parametrů

vzdálenost a úhel (vzdálenost 1mm, úhel 40°). *

- 5) Na horní hraně nakreslete obdélník o šířce 0,8 mm a výšce min 6 mm viz obr 11-2
 - 6) Použijte funkce *vysunutí*. Stiskněte tlačítko *odebrat vysunutím*  a zvolte typ parametrů vzdálenost (0,6 mm).
 - 7) Zopakujte postup popsany v bodech 4 a 5 pro dolní stranu dílu.
 - 8) Na horní straně nakreslete kružnici (poloměr 3,176 mm), nakreslete její poloměr viz obr 11-3.
 - 9) Použijte funkce *rotace*. Zvolte jako základní tělo nakreslenou kružnici, zadejte úhel rotace 360°
 - 10) Změňte materiál (nástroje/materiál) vyberte hliník (aluminium 6061).
- * poznámka 1: krok 4. lze nahradit úpravou skici nakreslené v bodě 1. nicméně tento způsob je vhodnější kvůli jednodušší úpravě.
- * poznámka 2: skici nakreslené v bodě 5 a 8 musejí být symetrické vůči průměru kružnic.

5.1 PSSH3-4

Vytváření výkresů

- 1) Vytvořte nový výkres.
- 2) Použijte funkci *base*, vyberte potřebný díl nebo sestavu (stiskněte tlačítko ).
- 3) Zvolte měřítko 1:2.
- 4) Umístěte pohledy.
- 5) Okótuje výkres pomocí funkce *dimension*. V případě, že potřebujete okótovat sestavu, můžete využít funkci pro označení jednotlivých dílů.
- 6) Pomocí funkce *kusovník* (*partlist*) umístěte kusovník na výkres. Výkres se vyplní sám.
- 7) Údaje v razítku lze vyplnit pomocí funkce *anotace/ text*.

5.2 Sestava PSSH1-1

Vytváření sestav

- 1) Vytvořte novou sestavu (doporučení standard mm).
- 2) Umístěte díl PSSH3-1 a PSSH3-2 na pracovní plochu pomocí funkce *umístít* (*place*).
- 3) Vytvořte vazbu mezi těmito díly pomocí funkce *vazby* (*constraint*). Zadejte parametry, které jsou znázoněny na obr.10-1. Pomocí tlačítka *selection* zvolte plochy (viz obr 10-1).
- 4) Stejným způsobem umístěte a zavazbte ostatní díly. Postupujte podle obrázku.
- 5) Pro snazší práci s některými díly je vhodné využít *řez* (half selection wiew).
- 6) Před umístěním pružiny je nutné připravit osu a plochu kolmou na osu.
- 7) Po umístění šroubu umístěte ostatní šrouby (celkem 5).

6. Závěr

V rozsahu spolupráce s firmou Safran v programu SolidWorks byly vytvořeny tři sestavy: (PSSH1-1, DSSH1-1, THHS2-1). Všechny specifické požadavky (jsou popsány v kapitolách 2.1, 2.2, 2.3), které byly kladeny na tyto sestavy, byly splněny. Výsledné rozdíly v rozměrech jsou zanedbatelné a nepřesahují toleranční mez. Všechny důležité rozdíly byly popsány v této bakalářské práci.

Protože SLW a AI jsou programy, které zabírají stejnou pozici na trhu a jsou zaměřené na stejný typ uživatelů, rozdíly mezi nimi nejsou velké. Na základě výše uvedených informací bych shrnul silné a slabé stránky obou 3D CAD systémů.

Solidworks

- + Jednodušší a přívětivější rozhraní, příjemnější styl uspořádání nástrojů a funkcí
- + Snazší a rychlejší kontrola a inspekce
- + Pokročilý systém kooperace s programem EXCEL
- Nepohodlný způsob umístění pohledů na výkres
- Omezený a málo užitečný pro použití nástroj pro tvorbu dílů pomocí volné geometrie

Autodesk Inventor

- + Pohodlnější rozhraní pro tvorbu výkresu
- + Rozhraní a některé funkce jsou přívětivější pro začátečníky
- + Rozsáhlý a jednoduše pochopitelný nástroj pro tvorbu dílů pomocí volné geometrie
- Styl uspořádání nástrojů i funkcí je pro některé funkce nevhodný (zbytečné nástroje, zbytečné funkce).

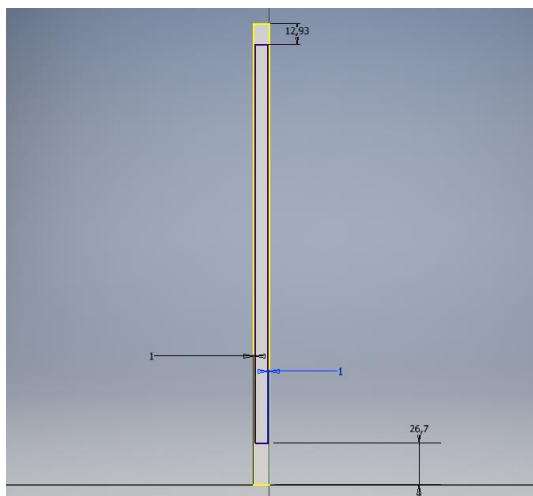
A proto pro velké firmy (jako např. Safran) má program **SolidWorks** mnoho výhod. Pro vzdělávací účely je vhodnější program **Autodesk Inventor**.

Seznam literatury a informačních zdrojů

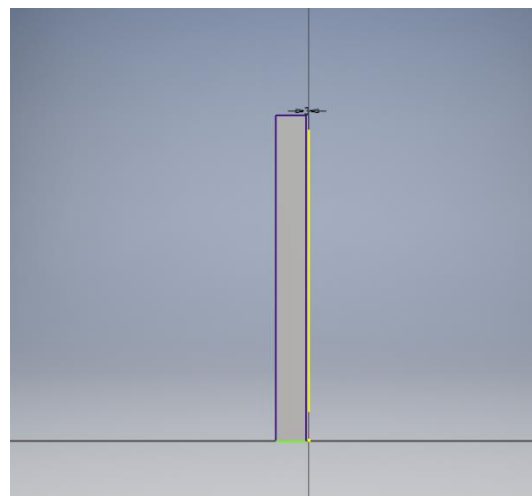
- [1] Nápověda pro SOLIDWORKS [online]. Poslední změna 11.6.2017.
[Cit. 5.06.2019]. Dostupné z http://help.solidworks.com/2017/Czech/SolidWorks/sldworks/c_introduction_toplevel_topic.htm
- [2] Nápověda pro Autodesk Inventor [online]. Poslední změna 10.8.2017.
[Cit. 5.06.2019]. Dostupné z <http://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2017/CSY/>
- [3] Obr 2-11 Ukázka generátoru tvaru. [online]. Poslední změna 10.8.2017.
[Cit. 5.06.2019]. Dostupné z <http://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2017/CSY/?guid=GUID-D74F47F3-FE22-44EF-85BE-7C6B1F56DCF9>
- [4] Klavesové zkratky pro Autodesk Inventor [online]. Poslední změna 10.8.2017.
[Cit. 5.06.2019]. Dostupné z <http://help.autodesk.com/view/INVLT/2017/CSY/?guid=GUID-DEEB0723-DFC7-4B28-95F4-099CC1E1EBF8>
- [5] Klavesové zkratky pro Solid Works [online]. Poslední změna 11.6.2017.
[Cit. 5.06.2019]. Dostupné z http://help.solidworks.com/2017/czech/SolidWorks/sldworks/c_time_saving_keyboard_shortcuts.htm?id=2dea7b3c79fb4bcbb6c8a4c38190c3fa#Pg0
- [6] Podstatné změny v cenové politice systému Autodesk Inventorů [online]. Poslední změna 11.09.2017. [Cit. 20.08.2019]. Dostupné z <https://www.autodesk.cz/products/perpetual-licenses>

Příloha 1.
Obrázky k návodnému postupu

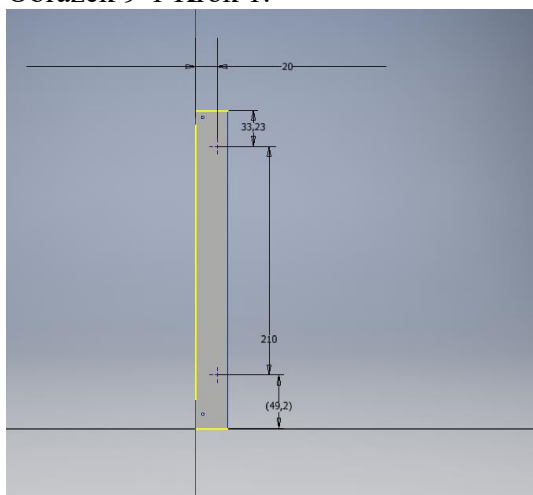
PHHS3-2



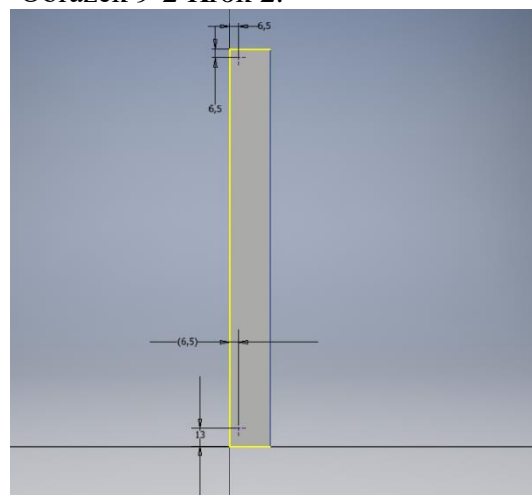
Obrázek 9-1 Krok 1.



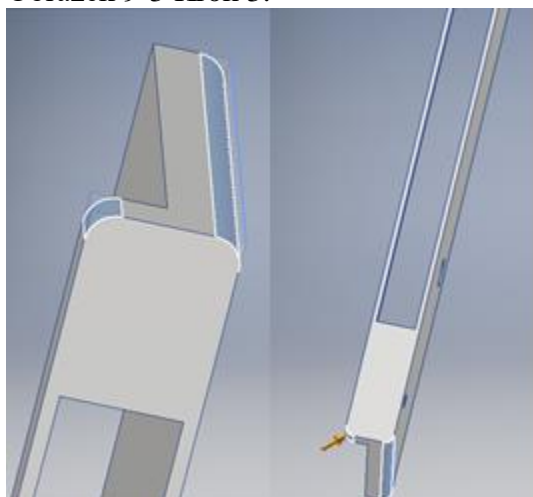
Obrázek 9-2 Krok 2.



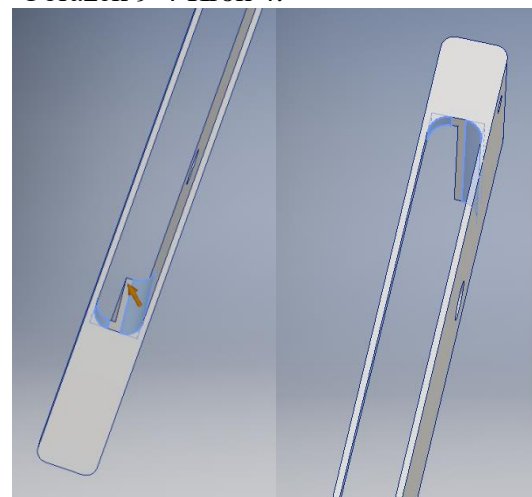
Obrázek 9-3 Krok 3.



Obrázek 9-4 Krok 4.



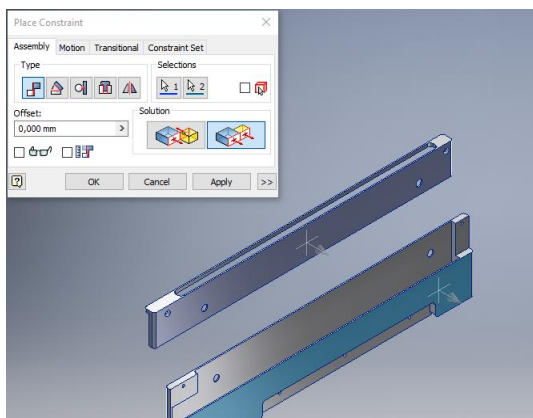
Obrázek 9-5 Krok 5.



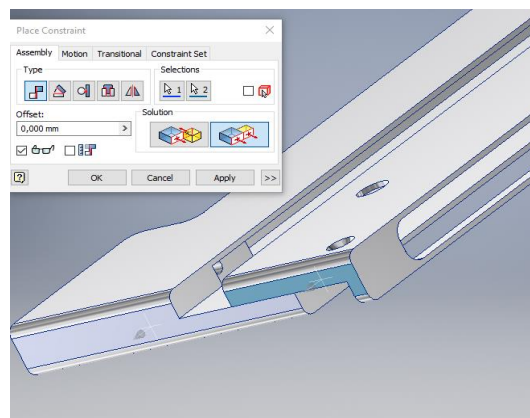
Obrázek 9-6 Krok 6.

PSSH 1-1

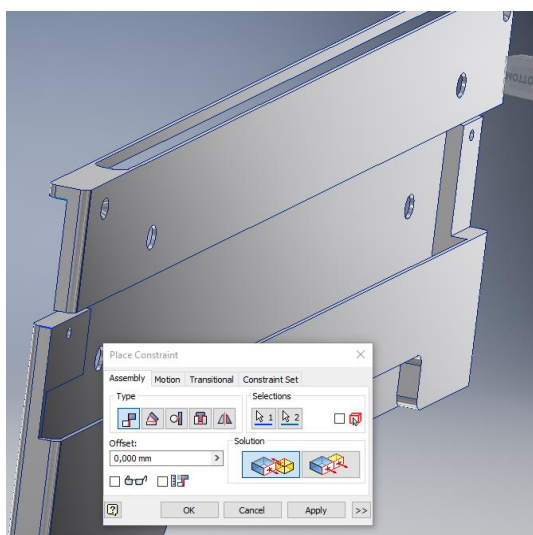
Vytváření sestav



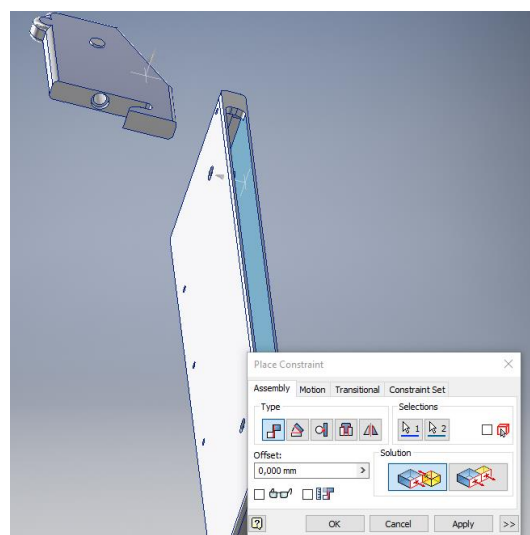
Obrázek 10-1 Krok 1.



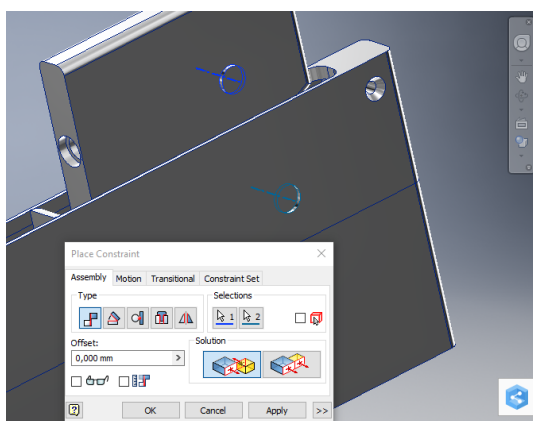
Obrázek 10-2 Krok 2.



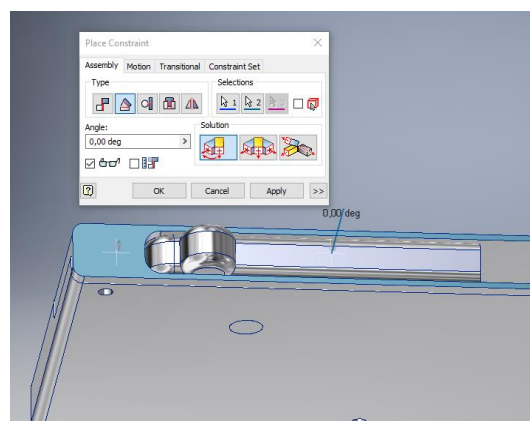
Obrázek 10-3 Krok 3.



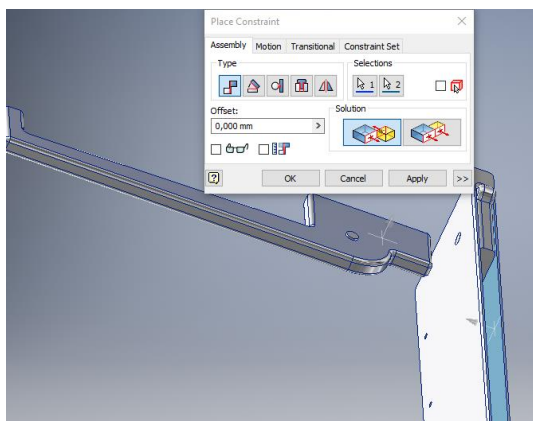
Obrázek 10-4 Krok 4.



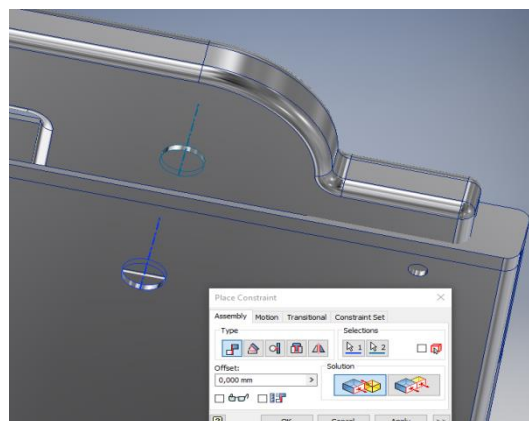
Obrázek 10-5 Krok 5.



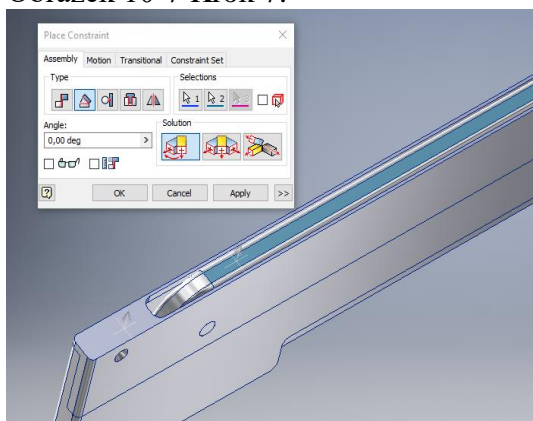
Obrázek 10-6 Krok 6.



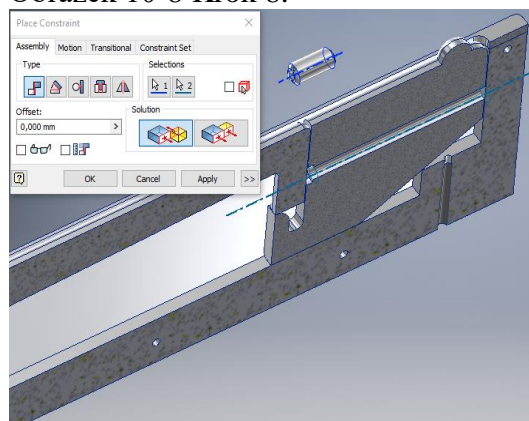
Obrázek 10-7 Krok 7.



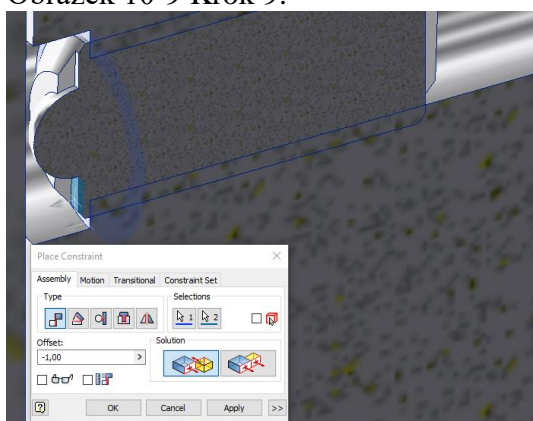
Obrázek 10-8 Krok 8.



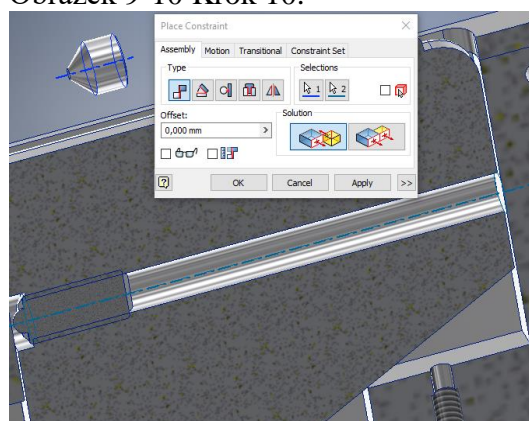
Obrázek 10-9 Krok 9.



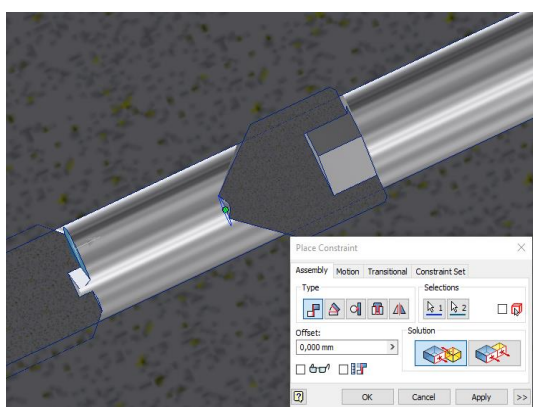
Obrázek 9-10 Krok 10.



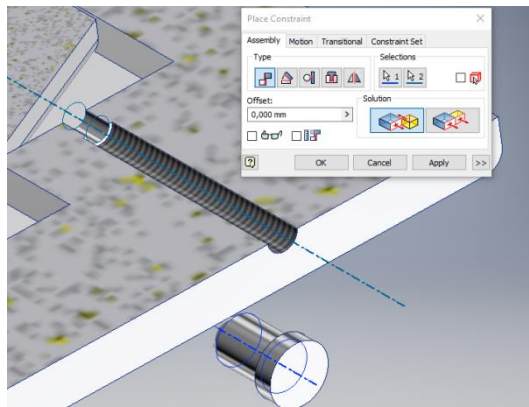
Obrázek 10-11 Krok 11.



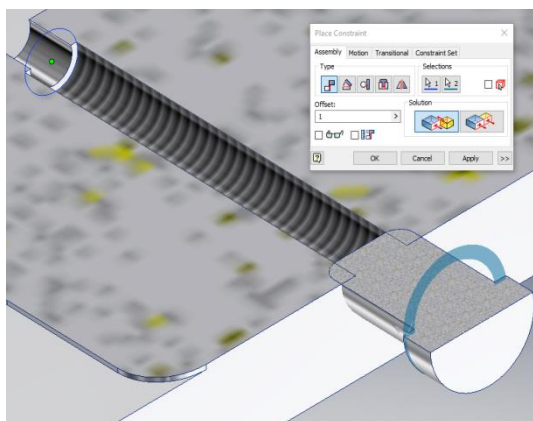
Obrázek 10-12 Krok 12.



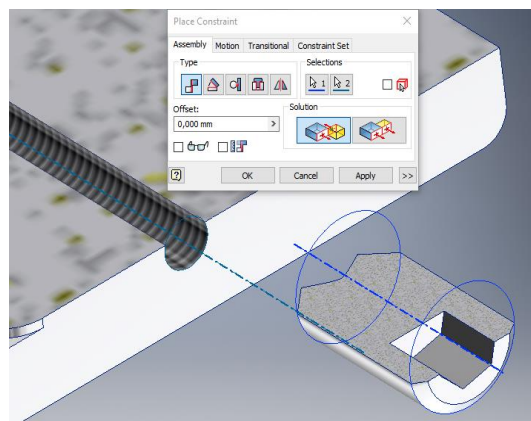
Obrázek 10-13 Krok 13.



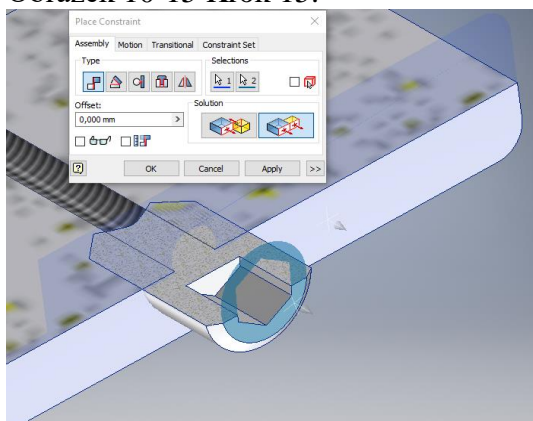
Obrázek 10-14 Krok 14.



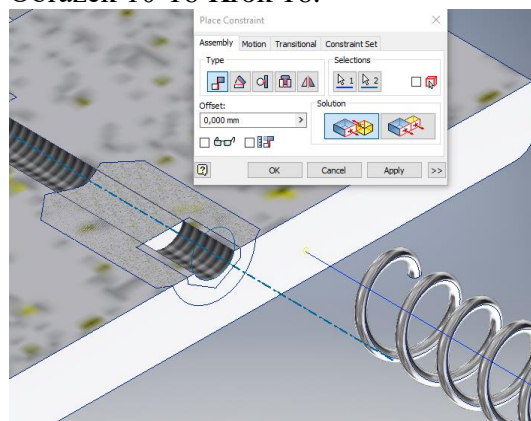
Obrázek 10-15 Krok 15.



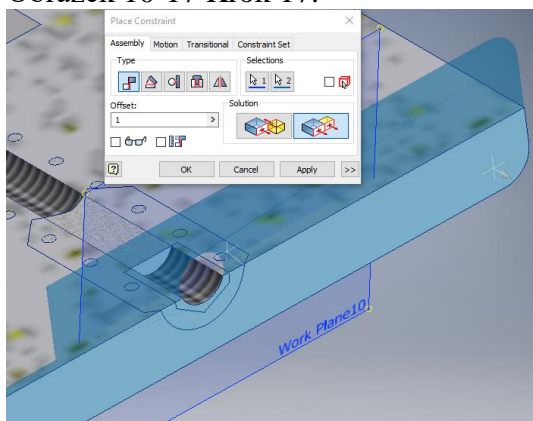
Obrázek 10-16 Krok 16.



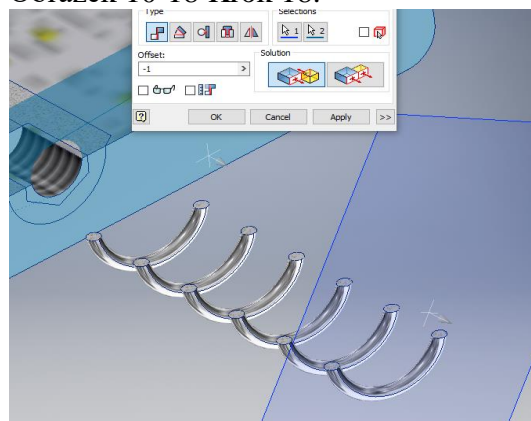
Obrázek 10-17 Krok 17.



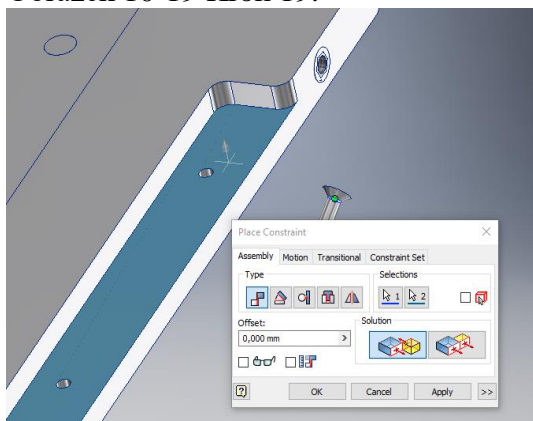
Obrázek 10-18 Krok 18.



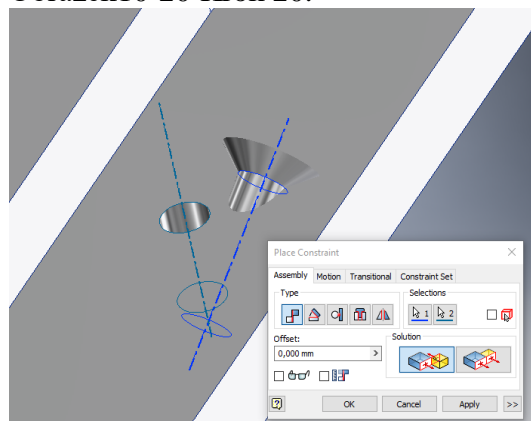
Obrázek 10-19 Krok 19.



Obrázek10-20 Krok 20.

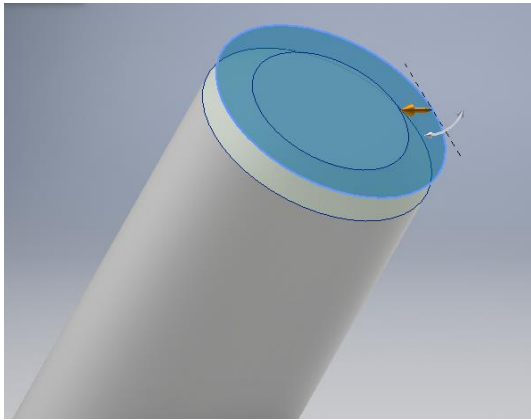


Obrázek 10-21 Krok 21.

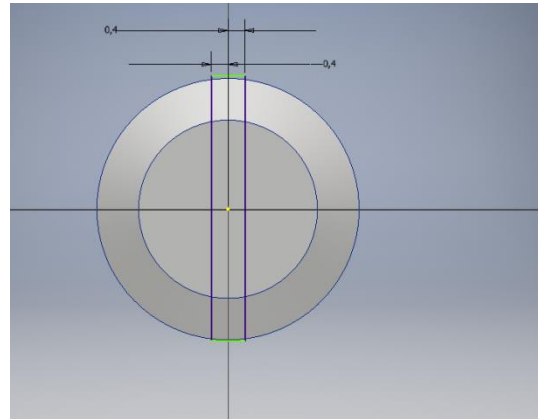


Obrázek 10-22 Krok 22.

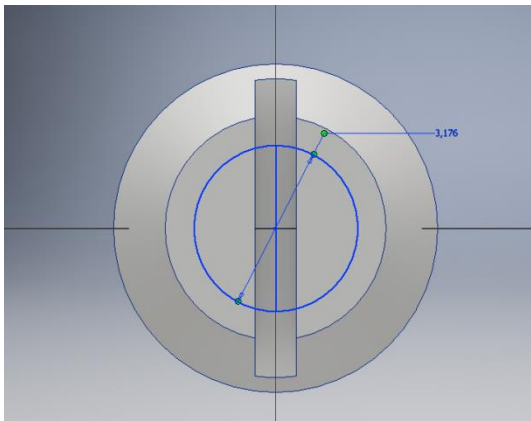
PSSH3-5



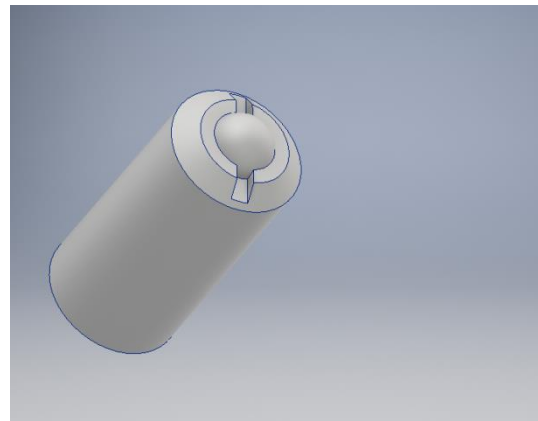
Obrázek 11-1 Krok 1.



Obrázek 11-2 Krok 2.

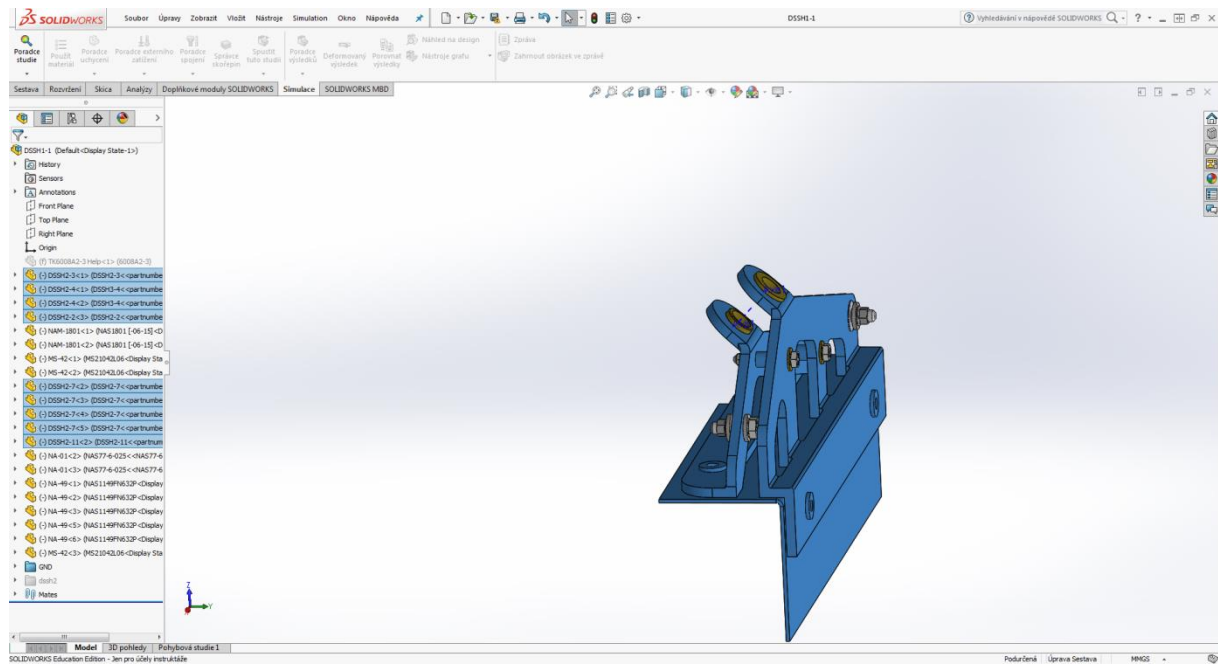


Obrázek 11-3 Krok 3.



Obrázek 11-23 výsledný díl.

Příloha 1.



Obrázek 12-1 Přehled namodelovaných dílů DSSH1-1

DRAWING NOTES:

- BREAK SHARP EDGES

DRAWN	LTR	REVISIONS	DATE	APPROVED
		DESCRIPTION		
		INITIAL RELEASE		

ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	PSSH3-2	1
2	PSSH3-4	1
3	PSSH3-5	1
4	PSSH3-1	1
5	220501-25	1
6	240516-47	1
7	220502-23	1
8	240516-12.3	1
9	220501-3	1
10	NAST14P440-6	2

DESIGNED	CHECKED	RELEASED	DATE	SHEET NO.	SHEET TOTAL

COMPLETION KIT
HAND STEP INSTALATION

DATE: 2019-08-08
PART: PSSH2-1

Obrázek 12-2 Přehled namodelovaných dílů PSSH2-1