UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Pedagogická fakulta

Katedra technické a informační výchovy

Diplomová práce

Bc. Jakub Zavřel

Tvorba a ověření didaktických prostředků pro podporu výuky CAD/CAM v oboru strojírenství

2025

Vedoucí práce: Mgr. et Mgr. Michal Mrázek, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 24. dubna 2025

Podpis

Děkuji Mgr. et. Mgr. Michalu Mrázkovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

Anotace

Jméno a příjmení:	Bc. Jakub Zavřel
Katedra:	Technické a informační výchovy
Vedoucí práce:	Mgr. et. Mgr. Michal Mrázek, Ph.D.
Rok obhajoby:	2025

Název práce:	Tvorba a ověření didaktických prostředků pro podporu výuky CAD/CAM v oboru strojírenství.
Název v angličtině:	Creation and verification of didactic resources to support CAD/CAM teaching in the field of mechanical engineering.
Anotace práce:	Diplomová práce je zaměřena na CAD/CAM v oboru strojírenství. Teoretická část vymezuje historický vývoj CAD/CAM, popisuje funkce CAD/CAM, shrnuje nejlepší programy k dané technologii, a zabývá se tvorbou didaktických prostředků. V praktické části se práce zaměřuje na tvorbu učební pomůcky v programu Autodesk Inventor 2025, k výuce CAD/CAM od spuštění programu až po počítačem podporovanou výrobu. Tyto materiály mohou být zařazeny do výuky předmětu Technologie a technické kreslení na strojírenských středních školách. Ve výzkumné části byla ověřována účinnost učební pomůcky pomocí dotazníkového šetření.
Klíčová slova:	CAD, CAM, didaktické prostředky, strojírenství.
Anotace v angličtině:	The thesis focuses on CAD/CAM in the field of mechanical engineering. The theoretical part defines the historical development of CAD/CAM, describes the functions of CAD/CAM, summarizes the best programs for the given technology, and deals with the creation of didactic resources. In the practical part, the work focuses on the creation of a teaching aid in the Autodesk Inventor 2025 program, for teaching CAD/CAM from program launch to computer-aided manufacture. These materials can be included in the teaching of the subject Technology and Technical Drawing at mechanical engineering secondary schools. In the research part, the effectiveness of the teaching aid was verified using a questionnaire survey.
Klíčová slova v angličtině:	CAD, CAM, didactic resources, mechanical engineering.
Přílohy vázané v práci:	Příloha č. 1: Dotazník – Učební pomůcka CAD/CAM
Rozsah práce:	141 stran (139 983 znaků)
Jazyk práce:	Čeština

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Pedagogická fakulta
Akademický rok: 2023/2024

Studijní program: Učitelství techniky pro střední školy
a praktických činností pro 2. stupeň základních škol (maior),
Učitelství informatiky pro 2. stupeň základních škol (minor)
Forma studia: Kombinovaná

Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

Jméno a příjmení:	**Bc. Jakub ZAVŘEL**
Osobní číslo:	**D23604**
Adresa:	Heyrovského 421/35, Olomouc – Povel, 77900 Olomouc 9, Česká republika
Téma práce:	Tvorba a ověření didaktických prostředků pro podporu výuky CAD/CAM v oboru strojírenství.
Téma práce anglicky:	Creation and verification of didactic resources to support CAD/CAM teaching in the field of engineering.
Jazyk práce:	Čeština
Související osoby:	Mgr. Michal Mrázek, Ph.D. (Vedoucí) Katedra technické a informační výchovy

Zásady pro vypracování:

Diplomová práce bude zaměřena na tvorbu didaktických prostředků pro výuku zaměřenou na počítačem podporované konstruování a výrobu v oboru strojírenství. Předpokladem bude zhotovení souboru učebních materiálů, které budou ověřeny přímo v praxi. Práce bude mít aplikační charakter.
V teoretické části práce se bude primárně zpracována problematika CAD/CAM v návaznosti na konstruování a výrobu. Dále budou analyzovány metody tvorby didaktických prostředků, jejich způsoby aplikace ve výuce a možnosti ověřování.
Práce bude zpracována dle platných předpisů a norem UP a PdF UP v Olomouci. Práce bude průběžně konzultována a finální verze předložena vedoucímu práce nejpozději 14 dní před odevzdáním.

Seznam doporučené literatury:

FABIAN, Michal a SPIŠÁK, Emil. 2009. *Navrhování a výroba s pomocí CA.. technologií.* Brno: Edice vědecké a odborné literatury. ISBN 978-80-85825-65-7.
MAŇÁK, Josef a ŠVEC, Vlastimil. 2003. *Výukové metody*. Brno: Paido. ISBN 80-7315-039-5.
PAGAČ, Marek. 2020. *Učebnice SolidWorks.* 2. vydání. V Brně: Vydavatelství Nová média. ISBN 978-80-270-8730-3.
PRŮCHA, Jan, Walterová, Eliška a MAREŠ, Jiří. 2013. *Pedagogický slovník.* 7., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Portál. ISBN 978-80-262-0403-9.
SADÍLEK, Marek. 2010. *CAM systémy o obrábění I.* 2., dopl. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava. ISBN 978-80-248-2278-5.
SPIELMANN, Michal a ŠPAČEK, Jiří. 2020. *AutoCAD: názorný průvodce pro verze 2019 a 2020.* Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-4994-2.

Stav schvalování: Vedoucím katedry schválen studentův podklad VŠKP

Obsah

Anotace

Úvod ... 8

Teoretická část ... 9

1. Problematika CAD/CAM v kontextu strojírenství ... 10
   - 1.1 Historický vývoj a současný stav ... 10
   - 1.2 Role CAD/CAM v moderním průmyslu ... 11
   - 1.3 Využití CAD/CAM ve strojírenství ... 12
   - 1.4 Výhody CAD/CAM pro strojírenský průmysl ... 13
2. CAD/CAM systémy používané ve strojírenství ... 15
   - 2.1 Autodesk Inventor ... 16
   - 2.2 Fusion 360 ... 17
   - 2.3 Solidworks ... 19
   - 2.4 CATIA ... 20
   - 2.5 Creo Elements/Pro ... 21
   - 2.6 Kritéria pro výběr vhodného nástroje pro výuku ... 23
3. Didaktické prostředky ve výuce technických oborů ... 25
   - 3.1 Definice a klasifikace didaktických prostředků ... 25
   - 3.2 Materiální prostředky ve výuce ... 25
   - 3.3 Učební pomůcky ... 28
   - 3.4 Druhy učebních pomůcek ... 28
   - 3.5 Technické výukové prostředky ... 29
   - 3.6 Integrování materiálních zdrojů do výuky ... 30
   - 3.7 Edukační funkce materiálních didaktických prostředků ... 31
   - 3.8 Propojení CAD/CAM jako didaktický prostředek ve výuce oboru mechanik seřizovač a změny RVP ... 32

Praktická část ... 35

4. Tvorba učební pomůcky ... 36
   - 4.1 Cíl a zaměření praktické části ... 36
   - 4.2 Principy tvorby učební pomůcky ... 37
   - 4.3 Informační úvod k učební pomůcce ... 38
5. Učební pomůcka ... 39
   - 5.1 Spuštění programu a vytvoření nového souboru v Autodesk Inventoru 2025 ... 39
   - 5.2 Základní nástroje pro tvorbu 2D náčrtu ... 43
   - 5.3 Modelování 3D objektů z náčrtu ... 47

5.4 Vytvoření CAM nastavení a nástrojů ... 59
5.5 Použití funkcí CAM pro obrábění ... 66
Výzkumná část ... 94
6. Ověření učební pomůcky ... 95
6.1 Výzkumné cíle a předpoklady ... 96
6.2 Výzkumný vzorek a metody sběru dat ... 97
6.3 Realizace výzkumu ... 99
6.4 Vyhodnocení výsledků výzkumu ... 100
6.5 Shrnutí výsledků výzkumu ... 120
Závěr ... 121
Seznam použité literatury a zdrojů ... 122
Seznam zkratek ... 125
Seznam obrázků ... 127
Seznam tabulek ... 134
Seznam grafů ... 135
Seznam příloh ... 136

Úvod

Technologický pokrok v oblasti průmyslu a výroby klade stále větší důraz na efektivitu, preciznost a využití moderních nástrojů. V této souvislosti se stává práce s CAD (Computer-Aided Design) a CAM (Computer-Aided Manufacturing) systémy neodmyslitelnou součástí praxe v oboru strojírenství. Tyto technologie umožňují nejen zefektivnění konstrukčních a výrobních procesů, ale také podporují rozvoj inovativního přístupu při řešení technických problémů.

Efektivní využití CAD/CAM systémů však vyžaduje odpovídající znalosti a dovednosti, které je nutné získat již v průběhu odborného vzdělávání. Právě zde vstupují do hry didaktické prostředky, jenž představují klíčový nástroj pro usnadnění pochopení a osvojení těchto technologií. Cílem vzdělávacích materiálů je nejen přiblížit žákům teoretické základy, ale také poskytnout praktické návody a cvičení, které je připraví na reálné situace v průmyslové praxi.

Tato diplomová práce je zaměřena na tvorbu didaktických prostředků, které budou využívány při výuce se zaměřením na CAD/CAM systémy v oboru strojírenství. Klíčovým aspektem je zpracování souboru učebních materiálů, které budou ověřeny přímo v praxi. Součástí práce je také analýza metod tvorby didaktických prostředků, jejich aplikace ve výuce a zhodnocení efektivity pomocí zpětné vazby od žáků i pedagogů.

Hlavním cílem této práce je přispět ke zkvalitnění vzdělávání v oblasti strojírenství prostřednictvím moderních a praktických výukových materiálů, které odpovídají aktuálním potřebám škol i průmyslu. Výsledky této práce mohou posloužit jako základ pro další rozvoj výuky CAD/CAM technologií a jejich širší implementaci do technického vzdělávání.

Teoretická část

1. Problematika CAD/CAM v kontextu strojírenství

CAD (Computer-Aided Design) a CAM (Computer-Aided Manufacturing) systémy patří mezi klíčové technologie moderního strojírenství. Spojují digitální navrhování s automatizovanou výrobou, čímž umožňují rychlejší a přesnější přechod od myšlenky k hotovému produktu. Tato kapitola se zabývá teoretickými východisky, významem, přínosy i výzvami spojenými s používáním CAD/CAM technologií v průmyslové praxi.

1.1 Historický vývoj a současný stav

CAD (Computer-Aided Design) a CAM (Computer-Aided Manufacturing) jsou technologie, které se staly klíčovými v moderním průmyslu. CAD slouží k tvorbě digitálních návrhů, zatímco CAM řídí výrobu pomocí CNC strojů. Ačkoliv se CAM objevilo dříve, jejich spojení umožnilo přímý přenos návrhů do výroby, čímž se zlepšila efektivita a přesnost.

Historie CAD sahá do 50. let 20. století, kdy Douglas T. Ross z MIT pracoval na počítačových zobrazovacích systémech. První komerční CAD/CAM systém vyvinul Patrick Hanratty s programem DAC a numerickým řízením PRONTO. V 60. letech Ivan Sutherland vytvořil první interaktivní CAD software Sketchpad, umožňující návrh pomocí světelného pera.

CAM se vyvíjelo souběžně s CNC technologiemi a umožnilo automatizaci výroby. Počítače generovaly G-kód pro řízení obráběcích strojů, což bylo poprvé využito v automobilovém a leteckém průmyslu. V 60. letech Pierre Bézier vyvinul 3D CAD/CAM systém UNISURF pro automobilku Renault, což umožnilo přesnější výrobu dílů.

V 70. letech Hanratty založil MCS a vyvinul systém ADAM, který se stal základem pro moderní CAD/CAM. V roce 1977 vznikl CATIA, který se stal standardem v průmyslu. Významným milníkem bylo spuštění AutoCADu firmou Autodesk v roce 1982, který umožnil širokou dostupnost CAD technologií na osobních počítačích (Geddes, 2020).

Velkou revoluci přineslo využití softwaru CATIA společností Boeing v roce 1988 při návrhu letadla 777. CAD sjednotil role projektantů, designérů a inženýrů, čímž změnil způsob práce ve strojírenství. Dnes je rozdíl mezi těmito profesemi méně výrazný, což se odráží i v kariérních cestách spojených s AutoCADem (Bethany, 2023).

V 90. letech se CAD/CAM přesunul z UNIXu na PC, což otevřelo cestu k masovému využití těchto technologií. Od roku 2000 se MCAD stal rychlejším, levnějším a přesnějším a dnes je klíčový pro konstrukční návrhy. MCAD se zaměřuje na mechanickou část návrhu a lze jej kombinovat se specializovaným softwarem, jako je ECAD pro návrh PCB (Cole, 2023).

Díky dostupnosti a neustálému vývoji se CAD/CAM stal nezbytným nástrojem pro moderní inženýrství a výrobu. CAD/CAM se neustále vyvíjí a integruje do moderních technologií, jako je cloud computing a IoT. Díky těmto inovacím se nejen zlepšují výrobní procesy, ale také otevírají nové možnosti pro další pokrok v průmyslu (Geddes, 2020).

1.2 Role CAD/CAM v moderním průmyslu

CAD/CAM nachází využití v mnoha průmyslových odvětvích a to chemické, stavební, elektrotechnické a strojní. Každý z těchto oborů zahrnuje specifické dílčí disciplíny a využívá CAD/CAM software pro návrh a optimalizaci procesů.

Chemický průmysl se zaměřuje na navrhování průmyslových procesů přeměňujících suroviny na užitečné produkty. CAD pomáhá s návrhem zařízení a optimalizací výrobních metod. Dílčí disciplíny zahrnují návrh procesů, řízení procesů a vývoj chemických reaktorů.

Stavební průmysl se zabývá projektováním a výstavbou budov, mostů a infrastruktury. CAD umožňuje modelování terénu a optimalizaci návrhů s ohledem na náklady, terén a bezpečnost. Mezi klíčové oblasti patří geotechnické inženýrství, stavební inženýrství a environmentální inženýrství.

Elektrotechnika se soustředí na vývoj elektrických a elektronických systémů. CAD umožňuje vytváření schémat, simulaci obvodů a automatizaci návrhových úloh. Mezi hlavní disciplíny patří elektronika, mikroelektronika, telekomunikace a návrh počítačových systémů.

Strojírenství zahrnuje návrh a vývoj mechanických systémů. CAD pomáhá s modelováním součástí, sestavami a simulacemi. Strojní inženýrství zahrnuje mechatroniku, statickou analýzu, mechaniku a termodynamiku (Bethany, 2023).

V letecké výrobě pomáhá eliminovat chyby v prostředí s extrémními požadavky na přesnost. Architektura a interiérový design využívají CAD k vytváření digitálních návrhů, které oživují koncepty. Ve zdravotnictví se CAD/CAM uplatňuje při výrobě zubních protetik a lékařského vybavení. Módní průmysl jej využívá ke snížení odpadu optimalizací spotřeby materiálů. Dokonce i forenzní věda se spoléhá na CAD/CAM při analýze zranění, odhadech věku a identifikaci osob (Geddes, 2020).

Díky CAD mohou inženýři napříč obory navrhovat efektivnější a přesnější řešení, čímž zvyšují produktivitu a snižují náklady (Bethany, 2023).

1.3 Využití CAD/CAM ve strojírenství

Strojírenství vyžaduje vysokou přesnost, analytické myšlení a pokročilé designérské dovednosti. Moderní počítačově podporovaný návrh (CAD) poskytuje inženýrům digitální nástroje pro vytváření přesných 2D a 3D modelů, čímž nahradil tradiční rýsovací prkno. CAD software je dnes nepostradatelným prvkem při návrhu mechanických součástí a systémů, protože umožňuje rychlejší, přesnější a efektivnější tvorbu návrhů. Inženýři mohou snadno upravovat modely, opakovaně využívat prvky a analyzovat jednotlivé komponenty, což výrazně urychluje celý vývojový cyklus (Cole, 2023).

Mechanical CAD (MCAD) je specializovaný software zaměřený na strojírenství, který podporuje celý vývojový proces od návrhu a simulace až po výrobu. Nabízí širokou škálu funkcí, včetně databází materiálů, výrobních procesů a tolerancí (Cole, 2023).

Jednou z největších výhod CAD je možnost simulace, která umožňuje testování návrhů bez nutnosti fyzických prototypů. Pomocí analýzy konečných prvků (FEA) mohou inženýři ověřit pevnost, zatížení a teplotní vlivy na konstrukce, čímž minimalizují chyby a snižují vývojové náklady (Bethany, 2023). Moderní CAD software často zahrnuje nástroje CAE (počítačově podporované inženýrství), které umožňují detailní analýzu výkonnosti součástí. Mezi nejpoužívanější metody patří analýza konečných prvků, výpočetní dynamika tekutin (CFD) a multibody dynamika pro simulaci pohybu propojených těles. Tyto funkce umožňují ověřovat návrhy digitálně, což výrazně urychluje vývoj (Velling, 2023).

CAD software dnes nabízí pokročilé vizualizační možnosti, jako je realistické vykreslování, pohledy z různých úhlů nebo animace složitých mechanismů. Důležitou součástí je i standardizace návrhů, včetně databází běžných součástek, jako jsou šrouby či podložky. Roste také význam cloudových platforem, které umožňují inženýrům pracovat na projektech odkudkoli a usnadňují sdílení dat mezi týmy. Například software Fusion 360 podporuje spolupráci v reálném čase (Cadd, 2024).

S rostoucí složitostí produktů CAD usnadňuje generativní návrh a optimalizaci topologie, což vede k lehčím a levnějším výrobkům. Umělá inteligence a strojové učení umožňují automatizaci návrhových procesů a optimalizaci parametrů, čímž zvyšují efektivitu a snižují spotřebu materiálu. Dalším trendem je integrace virtuální a rozšířené reality (VR/AR), která usnadňuje návrh a testování produktů. Například software Creo umožňuje interaktivní 3D návrhy a simulace v prostředí AR (Cadd, 2024).

Počítačem podporované inženýrství (CAE) je dalším důležitým nástrojem, který umožňuje simulaci účinků různých podmínek na produktové návrhy. Pomocí CAE software jako Ansys, SimScale, nebo LS-DYNA mohou inženýři testovat a optimalizovat návrhy pomocí virtuálních prototypů, což výrazně šetří čas a náklady. CAE nástroje se často používají ve spojení s CAD pro analýzu konstrukčních aspektů jako je napětí, tekutinová dynamika nebo materiálová odolnost.

Počítačem podporovaná výroba (CAM) přenáší návrhy vytvořené v CAD do konkrétních instrukcí pro výrobu. CAM software pomáhá optimalizovat výrobní procesy, zvyšuje efektivitu a snižuje materiálové ztráty. Mezi nejrozšířenější CAM nástroje patří SolidWorks CAM, Fusion 360, NX CAM a Mastercam. Mnoho společností kombinuje CAD a CAM software do jednotného systému, čímž zefektivňuje výrobní procesy a minimalizuje chybovost.

V roce 2025 budou CAD, CAE a CAM software i nadále klíčovými nástroji pro inženýry. Díky pokročilým technologiím, jako je cloud computing, umělá inteligence a rozšířená či virtuální realita, se návrhové a výrobní procesy stanou efektivnějšími, přesnějšími a udržitelnějšími. CAD nejen zvyšuje kvalitu návrhů, ale také podporuje inovace a spolupráci v globálním měřítku (Michigan University, 2023).

1.4 Výhody CAD/CAM pro strojírenský průmysl

Strojírenský průmysl rychle přijal CAD software díky jeho mnoha výhodám. Inženýři a designéři získali vyšší přesnost a kontrolu nad svými projekty, protože mohou detailně analyzovat a měřit každou součást. CAD výrazně urychluje proces návrhu tím, že umožňuje rychlé úpravy bez nutnosti přepracování celých návrhů.

Významnou výhodou je snížení nákladů, protože fyzické prototypy nejsou nutné pro každou úpravu. Digitální modely lze testovat a optimalizovat přímo v CAD softwaru, než se návrh převede do výroby. CAD rovněž zlepšuje dokumentaci a spolupráci, protože každý krok návrhu je detailně zaznamenán a modely lze snadno sdílet s kolegy či klienty (Bethany, 2023).

Přesnost CAD návrhů je bezkonkurenční. Software umožňuje tvorbu složitých tvarů a povrchů, které by ruční kreslení jen obtížně zachytilo. Funkce, jako je kontrola interference, pomáhají odhalit kolize mezi součástmi ještě před výrobou, což vede ke kvalitnějším a spolehlivějším produktům.

Jedna z výhod je snadnější vizualizace návrhů. 3D modely umožňují lepší pochopení složitých konstrukcí, což usnadňuje prezentaci návrhů i pro osoby bez technického vzdělání. Standardizované formáty modelů navíc zajišťují jednotnost v designérských procesech

a usnadňují integraci mezi různými softwary a uživateli. Celkově CAD software významně přispívá k efektivitě, přesnosti a inovativnosti v inženýrství a designu (Velling, 2023).

Benefitem CAM softwaru je, že umožňuje rychlejší a efektivnější zavádění návrhů do výroby, díky automatizaci tvorby strojového kódu na základě CAD nebo CAE modelů. Tento proces zjednodušuje programování CNC strojů a urychluje výpočet výrobních nákladů. Největší přínos CAM se projevuje právě v CNC obrábění, kde systém automatizuje složité procesy, včetně optimalizace drah nástrojů a jejich výměny.

Další výhodou CAM softwaru je jeho integrace se systémy ERP (Enterprise Resource Planning), které pomáhají optimalizovat výrobní procesy. ERP systémy regulují přechod od surovin k hotovým produktům, což minimalizuje časové a materiálové ztráty.

Automatizace hraje klíčovou roli při zrychlení návrhových procesů. Firmy zaměřené na zakázkovou výrobu čelí tlaku na rychlé vytváření výkresů a kalkulaci cen. Kombinace CAD a CAM umožňuje okamžité generování výrobních nabídek na základě CAD modelů, což urychluje celý obchodní cyklus a umožňuje inženýrům pružně reagovat na poptávky zákazníků.

Dalším přínosem je možnost návrhu jednotlivých částí produktu samostatně, jejich archivace a opětovné použití v budoucnu. CAM software také automaticky generuje podrobné výkresy a kusovníky, čímž minimalizuje chyby, zvyšuje kvalitu a pomáhá firmám zpracovávat více zakázek s vyšší efektivitou (Velling, 2023).

2. CAD/CAM systémy používané ve strojírenství

Vybrané CAD/CAM softwary používané ve strojírenském průmyslu

S rostoucím technologickým pokrokem se CAD/CAM software neustále vyvíjí, integruje nové technologie a přizpůsobuje se potřebám inženýrů.

1. Autodesk Inventor

Inventor, jeden z programů společnosti Autodesk, je 3D CAD software určený pro navrhování ve strojírenství, tvorbu dokumentace a simulaci výrobků. Uživatelům umožňuje vytvářet detailní trojrozměrné modely, které podporují proces návrhu, vizualizace i testování produktů ještě před jejich samotnou výrobou. Díky simulačním funkcím mohou uživatelé zadávat různé parametry, jako například zatížení při jízdě nebo tření, a ověřit tak chování výrobku v podmínkách blízkých realitě.

2. Fusion 360

Fusion 360 představuje první krok společnosti Autodesk do oblasti cloudových CAD systémů. Tento software je označován jako „první nástroj svého druhu kombinující 3D CAD, CAM a CAE“. Nabízí parametrické funkce, které návrhářům umožňují flexibilně upravovat komponenty v závislosti na změnách požadavků. Uživatelům rovněž poskytuje nástroje pro ověřování pohybu a kompatibility jednotlivých částí, provádění simulací a tvorbu realistických vizualizací.

3. SolidWorks

SolidWorks je CAD a CAE software pro modelování pevných objektů, který vyvinula společnost Dassault Systèmes. V roce 1995 se stal prvním významným 3D modelovacím nástrojem dostupným pro operační systém Windows. Inženýři ho mohou využívat k tvorbě automaticky generovaných 2D výkresů i pokročilých 3D modelů s využitím parametrického přístupu. Kromě toho software umožňuje provádět různé typy analýz a simulací, včetně analýzy metodou konečných prvků (FEA).

4. Creo Elements/Pro

Creo, dříve známý jako Pro/ENGINEER, je software vyvinutý společností PTC. Jednalo se o první významný strojírenský CAD systém, který zavedl parametrické 3D modelování do oblasti počítačového navrhování. Program nabízí plně integrovaná řešení pro CAD, CAM a CAE, díky nimž mohou uživatelé realizovat celý vývojový proces od návrhu až po výrobu v rámci jedné platformy.

5. CATIA

CATIA, vyvinutá společností Dassault Systèmes, poskytuje komplexní podporu pro CAD, CAM i CAE. Často je označována jako 3D softwarová platforma pro správu životního cyklu produktu (PLM). Tento software nachází široké uplatnění v různých oblastech strojírenství, zejména v automobilovém a leteckém průmyslu, kde je kladen důraz na pokročilé modelování složitých povrchů (Bethany, 2023).

2.1 Autodesk Inventor

Autodesk Inventor je profesionální 3D CAD software určený především pro mechanické inženýrství, modelování výrobků a tvorbu technické dokumentace. Vznikl v roce 1999 jako odpověď společnosti Autodesk na rostoucí požadavky trhu v oblasti parametrického 3D navrhování. Na rozdíl od tradičních 2D CAD systémů (například AutoCAD), Inventor umožňuje vytvářet plně digitální prototypy, které uživateli pomáhají ověřit funkčnost, tvar i výrobní proveditelnost navrhovaného produktu ještě před jeho fyzickou realizací (Gaddy, 2022).

Inventor funguje na základě vlastního geometrického jádra ShapeManager a podporuje různé přístupy k modelování – parametrické, přímé i volné tvarování. Díky tomu poskytuje flexibilitu v návrhu a umožňuje snadné provádění změn pomocí rozměrů, vztahů a pravidel. Při změně jednoho dílu se automaticky aktualizují i všechny související výkresy a sestavy, což výrazně zvyšuje efektivitu a snižuje riziko chyb (Madeleine, 2023; Metalios, 2020).

Klíčovou roli v Inventoru hrají náčrty, prvky, díly a sestavy. Pomocí vazeb a kót lze snadno řídit vztahy mezi jednotlivými součástmi a vytvářet tak komplexní konstrukční celky. Software dále nabízí nástroje pro práci s plechovými díly, rámovými konstrukcemi, potrubními systémy i kabeláží. Významnou výhodou je i integrace s jinými Autodesk produkty, především AutoCADem, Fusionem 360 a Revitem, díky čemuž je možné kombinovat práci ve 2D i 3D bez ztráty dat (Madeleine, 2023).

Inventor je hojně využíván ve strojírenství, návrhu produktů, vývoji nástrojů a simulacích. Uživatelé oceňují především vizualizační nástroje, simulace pohybu, analýzu zatížení, podporu formátů jako STEP, IGES nebo TrustedDWG®, a také schopnost vytvářet konfigurovatelné návrhy pomocí iLogic – jazyka pro návrhovou automatizaci (Boz, 2024).

Verze Autodesk Inventor 2025 přináší celou řadu vylepšení, která zrychlují pracovní postupy, zvyšují uživatelský komfort a minimalizují potřebu opakovaných činností. Jednou z hlavních oblastí zlepšení je výkon při práci s velkými sestavami, díky čemuž je práce plynulejší i u složitějších projektů.

K novinkám patří například přímé propojení s Fusion 360, které umožňuje rychle přenášet návrhy pro pokročilé simulace, generativní design nebo CAM operace. Dále přibyly funkce jako plán kontroly návrhu, nové možnosti práce se značkami svarů a hran dle norem ISO, nebo vylepšené možnosti v oblasti model-based definition (MBD) – tedy integrace výrobních informací přímo do 3D modelu (Autodesk, 2025).

V oblasti plechových dílů došlo k modernizaci návrhového prostředí, které nyní nabízí více možností ohýbání a přípravy na výrobu. Funkce „Dokončit“ byla rozšířena o schopnost definovat povrchové úpravy, barvy nebo nátěry přímo v modelu, což přispívá k přesnějšímu předání dat do výroby.

Významné změny zaznamenaly i výkresy – přibyla podpora globálních výkresových standardů a vylepšené 3D poznámky. Nové nástroje umožňují efektivnější spolupráci pomocí sdílených pohledů, které lze prohlížet a komentovat přes webové rozhraní z jakéhokoliv zařízení. Inventor 2025 dále podporuje práci s daty z jiných CAD systémů bez nutnosti konverze a umožňuje zachování asociativních vazeb. Interoperabilita s BIM aplikacemi, jako je Revit, dovoluje přenášet a zjednodušovat 3D modely pro použití v architektonickém a stavebním prostředí.

Celkově Inventor 2025 představuje výkonné a komplexní řešení pro inženýry, kteří potřebují spolehlivý nástroj pro návrh, ověřování a dokumentaci složitých mechanických sestav. Díky neustálému vývoji zůstává Autodesk Inventor jedním z předních CAD softwarů v oblasti průmyslového a výrobního designu (Autodesk, 2025).

2.2 Fusion 360

Fusion 360 je inovativní cloudový 3D CAD/CAM software vyvinutý společností Autodesk, který integruje nástroje pro 3D modelování, simulace, rendering, přípravu pro výrobu (CAM), 3D tisk a vytváření 2D výkresů. Kombinuje možnosti parametrického modelování, mesh modelování a volného tvarování, což usnadňuje práci s objemovými tělesy a úpravy modelů bez historie. Tento nástroj je určen pro širokou škálu uživatelů, od začínajících firem a studentů až po profesionály, díky své cenové dostupnosti a podpoře pro různé operační systémy (Windows i Mac). Fusion 360 podporuje různé CAD formáty, jako IPT (Inventor), DWG (AutoCAD), STEP, IGES a další (Škarka, 2016).

Přestože je Fusion 360 silný nástroj, má některé limity, jako nedostatečnou podporu pro plechové díly, potrubní systémy a generátory sestav. Chybí také pokročilá správa projektů, což může být problém pro firmy. Program se však stále více využívá ve vzdělávacím sektoru a mezi

začínajícími firmami díky bezplatným verzím pro studenty, učitele a amatérské kutily (Škarka, 2016).

Fusion 360, uvedený na trh v roce 2013, je komplexní nástroj určený pro 3D modelování, simulace a počítačem podporovanou výrobu (CAM). Díky své cloudové platformě a možnosti spolupráce v reálném čase se stal oblíbeným řešením pro vývoj produktů v moderním inženýrství a designu. Fusion 360 je intuitivnější pro práci s 3D modely a lépe přizpůsobený potřebám produktového designu a komplexních návrhů. Plná integrace s cloudem umožňuje uživatelům přístup k projektům odkudkoli a podporuje efektivní týmovou spolupráci bez ohledu na místo nebo zařízení.

Fusion 360 je vybaven pokročilými simulačními nástroji pro testování návrhů v různých podmínkách a zároveň nabízí integrované CAM funkce, které umožňují simulaci výrobních procesů a přípravu dat pro CNC obrábění. Velkou výhodou je také podpora moderních programovacích jazyků, jako jsou Python a JavaScript, což umožňuje snadnou automatizaci úloh a rychlé vytváření prototypů.

Z hlediska ceny je Fusion 360 velmi dostupný a nabízí bezplatné licence pro studenty, vzdělávací instituce a neziskové organizace, čímž zpřístupňuje profesionální nástroje širší veřejnosti.

Díky své cloudové architektuře, pokročilým funkcím pro simulaci a výrobu a celkové flexibilitě představuje Fusion 360 silnější volbu pro 3D modelování a vývoj produktů než tradiční nástroje (Yang, 2025).

Fusion 360 je ideální nástroj pro strojní inženýry, protože poskytuje jednotnou platformu pro design, simulaci a výrobu. Tato platforma kombinuje CAD, CAM a CAE nástroje, což eliminuje potřebu více softwarů a zjednodušuje týmovou spolupráci. Pokročilé možnosti simulace a generativní návrh umožňují ověřování a optimalizaci návrhů, což zkracuje dobu uvedení na trh a zlepšuje výkonnost produktů (Samuels, 2023).

Nové funkce ve Fusion 360, jako konfigurace, umožňují spravovat různé varianty návrhu v rámci jednoho modelu. Konfigurace zefektivňují design, simulace a výrobu, což přináší úsporu času a nákladů. Generativní AI pak umožňuje automatické generování 3D konceptů na základě předchozích návrhů, což urychluje proces vývoje produktů.

Fusion 360 rovněž zjednodušuje přechod z 3D modelů na 2D výkresy díky automatizovaným výkresům. To šetří čas a eliminuje manuální opakování. S akvizicí FlexSim Autodesk rozšiřuje možnosti pro optimalizaci výrobních procesů v továrnách, což zajišťuje efektivní propojení designu, inženýrství a výroby. (Austin-Morgen, 2023).

Fusion 360 je moderní a flexibilní nástroj pro 3D modelování, simulace a výrobu, který je ideální pro začátečníky i profesionály. Díky integraci CAD, CAM, CAE, a cloudové platformě je ideální pro týmy pracující na složitých projektech a pro firmy zaměřené na rychlý vývoj produktů. Vývojářská komunita i průmyslové sektory těží z nových funkcí, jako jsou konfigurace, generativní AI a digitální továrny, což zvyšuje agilitu a efektivitu celého procesu vývoje (Autodesk, 2025).

2.3 Solidworks

SOLIDWORKS® 3D CAD je oblíbený software pro profesionály zaměřující se na design a vývoj produktů. Tento nástroj nabízí výkonné možnosti pro 3D modelování, tvorbu dokumentace, 2D výkresy a intuitivní uživatelské rozhraní. Byl navržen tak, aby pomohl inženýrům zvýšit produktivitu a usnadnil práci s CAD soubory. Nabízí vestavěné nástroje pro spolupráci, bezpečnou správu souborů na cloudu, podporu CAD a integraci s nástroji pro simulaci, rendering a CAM.

Mezi hlavní výhody patří rychlé a asociativní výkresy, snadný přechod mezi 2D a 3D modely a automatizace návrhu. Podporuje funkce pro svařence, plechy a montážní nástroje. SOLIDWORKS také umožňuje správu dat v cloudu a bezproblémovou spolupráci na projektech. Výkonnostní vylepšení zahrnují například rychlý přístup k funkcím přes SOLIDWORKS PDM a vylepšení v oblasti simulací, které zjednodušují analýzu bez kompromisů v přesnosti (Solidworks, 2025).

SOLIDWORKS 2025 přináší řadu nových funkcí, které usnadňují a zrychlují práci. Mezi nejvýznamnější novinky patří akcelerátory pro výběr hran a kopírování součástí v sestavách, které zefektivňují manipulaci s modely. V oblasti výkresů je nově k dispozici možnost vícenásobného schválení, což podporuje lepší spolupráci mezi členy týmu přímo v rámci aplikace. Významných vylepšení se dočkaly také nástroje pro návrh součástí a práce s 3D kótováním, které nyní umožňují ještě jednodušší a intuitivnější tvorbu technické dokumentace.

Vylepšení v SOLIDWORKS Simulation zjednodušují analýzu a zajišťují spolehlivost. Novinky zahrnují lepší správu simulací a možnost snadno vytvářet vlastní pružinové spojky. SOLIDWORKS 2025 usnadňuje týmovou práci prostřednictvím přístupu k informacím v reálném čase a vylepšuje správu dat pro usnadnění přechodu od návrhu k výrobě.

Vylepšení v SOLIDWORKS PDM a SOLIDWORKS Simulation pomáhají optimalizovat návrhy a zajišťují efektivní práci se soubory. Rychlý přístup k revizím a vylepšení struktury sestav zjednodušují správu projektů a urychlují vývoj produktů.

S novinkami se zvyšuje produktivita, což je pro inženýry a designéry klíčové (Solidworks, 2025).

Tipy pro zvýšení efektivity zahrnují použití zkratky pro rychlé opakování příkazů, práci s výřezy pro lepší zobrazení modelů a využití funkce pro obousměrné tažení v nástroji Sweep. Mezi novinkami jsou pokročilé nástroje pro detailování výkresů a zjednodušení procesu při vytváření plechových dílů. Tato vylepšení činí SOLIDWORKS jedním z nejpokročilejších CAD řešení (Pasini, 2023).

SOLIDWORKS, vydaný poprvé v roce 1995, se stal standardem v průmyslových odvětvích jako automobilový a letecký průmysl. Je známý svou jednoduchostí, efektivitou a cenovou dostupností. V roce 2024 přinesl nové možnosti pro správu dat, vylepšený výkon grafiky a rychlejší import souborů. Jeho neustálá vylepšení jsou zodpovědná za jeho dlouhodobý úspěch na trhu CAD řešení (Oanes, 2024).

SOLIDWORKS je určen pro tvorbu parametrických modelů, které umožňují flexibilní a efektivní úpravy návrhů. Uživatelé se mohou snadno přizpůsobit různým souborovým formátům a pracovat s díly, sestavami a výkresy. Tento software se neustále vyvíjí a přináší nové funkce pro zjednodušení pracovních postupů a zajištění přesnosti v návrzích.

Tato vylepšení a inovace činí SOLIDWORKS stále lepším nástrojem pro profesionály v oblasti designu a inženýrství, zajišťují efektivitu a rychlost v celém procesu vývoje produktů (Petrock, 2023).

2.4 CATIA

CATIA posouvá tradiční očekávání 3D CAD (počítačově podporovaného designu) na kognitivní rozšířený design, který spojuje modelování a simulaci. Využívá znalosti a technologie k automatizaci návrhu a systémového inženýrství, což pomáhá vytvářet propojený svět, nabízející všechny nástroje pro návrh propojených objektů a zážitků poháněných kybernetickými systémy.

CATIA poskytuje intuitivní uživatelské prostředí, které využívá 3D, webové služby, mobilní technologie a rozšířenou realitu. Umožňuje virtuální spolupráci mezi inovátory a podílí se na vytváření kybernetických fyzických systémů. Díky své integraci s platformou 3DEXPERIENCE je součástí řešení pro systémové inženýrství, modelování konceptů a ontologií. Tato řešení umožňují rozvíjet „Internet of Experiences“, propojující produkty, přírodu a reálný svět (Dassault Systèmes, 2025).

CATIA V5 je široce používaný software pro CAD, CAM a CAE, který se stal standardem v automobilovém, leteckém a průmyslovém sektoru. Pokrývá celý životní cyklus

produktu od konceptu po výrobu a nabízí různé moduly pro návrh součástí, sestav, kreslení a povrchové úpravy. CATIA V5 je známá svou schopností efektivně řídit komplexní sestavy a podporovat souběžné inženýrství, simulaci výkonnosti produktů a výrobní procesy. Umožňuje vývoj produktů s důrazem na optimální návrh a výkon.

Software je rozdělen do domén jako mechanické provedení, tvarový design, syntéza produktu, systémové inženýrství, analýza a obrábění. Nabízí také řešení pro správu dat a tvorbu produktů. K dispozici jsou webová řešení pro školení, která zajišťují snadný přístup k informacím a zvyšují produktivitu uživatelů (Dassault Systèmes, 2025).

CATIA V5 je založena na tradičním desktopovém řešení, používajícím soubory s příponami .CATPart a .CATProduct. Toto řešení je vhodné pro firmy s dlouhodobými vztahy se zákazníky nebo dodavateli, kteří používají tuto verzi, ale mezi verzemi CATIA není zpětná kompatibilita. Licencování je flexibilní a umožňuje více uživatelům používat jednu licenci. Starší uživatelské rozhraní však není tak intuitivní.

3DEXPERIENCE CATIA, novější verze postavená na platformě 3DEXPERIENCE, využívá databázový přístup pro efektivní správu dat a rychlou práci, zejména u složitých sestav. Umožňuje snadný přechod z jiných CAD systémů, jako je SOLIDWORKS, a nabízí cloudovou verzi, která minimalizuje nároky na správu IT a usnadňuje licencování. Verze 3DEXPERIENCE má uživatelsky přívětivější rozhraní, poskytuje nástroje pro efektivní spolupráci a integruje nové možnosti pro design a vizualizaci. Díky cloudovému přístupu je snadnější práce s daty a týmová spolupráce (Quizon, 2023).

CATIA 3DEXPERIENCE je modernější a flexibilnější než CATIA V5, zejména pro firmy, které využívají cloudové platformy a spolupracují na rozsáhlých projektech. Nabízí možnosti pro modelování dílů, generování povrchů, simulaci kompozitních materiálů, import souřadnic bodů, tvorbu splajnů a 3D tisk. Navíc umožňuje pokročilé nástroje pro práci s mřížkovými strukturami pro odlehčení dílů určených pro 3D tisk, které lze exportovat do formátů STL nebo 3MF (Ramos, 2024).

CATIA V5 a 3DEXPERIENCE CATIA tedy nabízejí robustní nástroje pro CAD, CAM a CAE, přičemž 3DEXPERIENCE se vyznačuje výhodami cloudové platformy, moderního uživatelského rozhraní a možností pro spolupráci v dynamických prostředích (Quizon, 2023).

2.5 Creo Elements/Pro

PTC Creo je pokročilý CAD nástroj, který přináší řadu výhod pro designéry a inženýry napříč různými průmyslovými odvětvími. Nabízí koncepční i robustní modelování, které umožňuje flexibilní práci s návrhy a jejich rychlé iterace díky kombinaci parametrického

a přímého modelování. Díky tomu lze efektivně přecházet od počátečního konceptu až po detailní technické modely.

Creo vyniká při práci s rozsáhlými sestavami, které zvládá bez problémů s výkonem. Optimalizované zobrazení, zjednodušené reprezentace a podpora souběžného inženýrství výrazně usnadňují spolupráci na složitých projektech. Software rovněž podporuje plnou zpětnou kompatibilitu, což znamená, že je možné pracovat i se staršími soubory bez ztráty dat nebo nutnosti jejich převodu.

Jednou z klíčových předností Creo je schopnost provádět změny i v pokročilých fázích návrhu. Díky flexibilním modelovacím nástrojům lze reagovat na nové požadavky bez narušení celého procesu. Creo také integruje pokročilé technologie, jako je generativní design a rozšířená realita (AR), čímž umožňuje návrhářům čelit budoucím výzvám a držet krok s rychle se vyvíjejícím trhem (PTC, 2025).

Přechod na Creo z jiných CAD nástrojů, například ze SOLIDWORKS, je usnadněn díky dostupným migračním nástrojům a výukovým programům. Creo umožňuje bezproblémový import existujících souborů, což minimalizuje zdržení a umožňuje plynulé navázání na dosavadní práci.

Tento nástroj je ideální pro náročné projekty, zejména v oblastech, kde je vyžadována vysoká přesnost a komplexní geometrie, například v letectví nebo automobilovém průmyslu. Model-Based Definition (MBD) navíc zjednodušuje komunikaci mezi návrháři a výrobou.

Mezi hlavní přínosy Creo patří snížení nákladů díky simulaci v reálném čase, rychlejší uvedení produktů na trh bez zbytečného přepracovávání návrhů a vyšší výkonnost podporující udržitelný vývoj. Creo tak představuje výkonný nástroj, který zjednodušuje, zrychluje a zkvalitňuje celý proces vývoje produktů (PTC, 2025).

Creo Elements/Direct Modeling je komplexní systém pro přímé modelování, který se ideálně hodí pro firmy zaměřené na radikální úpravy designu nebo vývoj jednorázových produktů. Díky své jednoduchosti a rychlému osvojení umožňuje zkrácení času potřebného k uvedení výrobku na trh. Tento systém je navržen tak, aby poskytoval vysokou míru flexibility a rychlosti, což je zásadní zejména v dynamickém prostředí vývoje.

Mezi klíčová rozšíření patří Creo Elements/Direct 3D Access, který umožňuje bezpečné sdílení 2D a 3D návrhů, nástroj Creo Elements/Direct Cabling pro efektivní tvorbu kabelové dokumentace, rozsáhlá knihovna komponent Creo Elements/Direct Part Library s více než 173 000 prvky, nástroj Creo Elements/Direct Finite Element Analysis pro analýzu výkonu produktů a také Creo AR Design Share, který umožňuje vizualizaci a sdílení návrhů v rozšířené realitě.

Systém podporuje práci s různými CAD formáty a poskytuje designérům i inženýrům flexibilní nástroje pro návrh a analýzu. Pro detailní tvorbu 2D dokumentace je k dispozici Creo Elements/Direct Drafting, který nabízí robustní funkce pro správu návrhových dat. Správa revizí a verzí modelů je zajištěna prostřednictvím Creo Elements/Direct Model Manager, který integruje správu produktových dat do celého vývojového procesu.

Pro malé firmy nebo jednotlivce je dostupná také bezplatná verze Creo Elements/Direct Modeling Express, která umožňuje vytvářet modely až do 60 dílů a je vhodná pro menší sériovou výrobu (PTC, 2025).

Creo+ představuje novou generaci softwaru Creo, která spojuje vysoký výkon s moderními cloudovými nástroji pro efektivnější spolupráci. Díky podpoře práce v reálném čase umožňuje více členům týmu současně upravovat návrhy, což výrazně usnadňuje týmovou práci a zrychluje celý vývojový proces. Správa a nasazení Creo+ je zjednodušena prostřednictvím nástroje PTC Control Center, který zajišťuje snadné nasazení na cloudových platformách. Creo+ je navíc plně kompatibilní s ostatními verzemi Creo, takže je zaručena bezproblémová spolupráce napříč různými prostředími.

Novinky představené v Creo 10 a Creo+ zahrnují také podporu kompozitních materiálů, což uživatelům umožňuje navrhovat produkty s využitím pokročilých materiálů pro specifické technické aplikace. Dále byla přidána možnost simulace tepelného namáhání, která poskytuje pokročilé nástroje pro analýzu složitých zatěžovacích scénářů (Pasini, 2023).

Creo 11 přináší řadu vylepšení v oblasti návrhu, simulace, výroby i spolupráce, které výrazně zvyšují produktivitu a flexibilitu při vývoji produktů. Mezi hlavní novinky patří podpora více tělových konceptů, jež usnadňuje práci s plechovými i běžnými tělesy. Významně byly vylepšeny také nástroje pro kabeláž, které nyní umožňují snadnější manipulaci s kabely a nabízejí přehlednější strukturu svazků. Nové možnosti přináší i kompozitní design, konkrétně nástroje pro simulaci drapování kompozitních materiálů. V oblasti generativního návrhu došlo ke zlepšení funkcí, například s podporou ložisek a rovinné symetrie. Creo 11 dále rozšiřuje schopnosti v oblasti aditivní a subtraktivní výroby a nabízí rozšířené možnosti exportu. Spolu s Creo+ přináší platforma inovace, které napomáhají efektivnějšímu vývoji a lepší spolupráci napříč týmy (Alba, 2024).

2.6 Kritéria pro výběr vhodného nástroje pro výuku

Při výběru správného CAD softwaru pro výuku je klíčové zvážit několik faktorů. Začněte tím, že identifikujete své potřeby: zjistěte, zda budete potřebovat pouze 2D návrhy, nebo pokud je pro vás nutné využít 3D modelování pro složitější projekty. Dále se zaměřte na

typy projektů, na kterých budete pracovat, a specifické funkce, které budete potřebovat, včetně možnosti integrace s dalšími nástroji. Prozkoumejte seznam CAD softwaru, porovnejte funkce různých nástrojů a vyberte ten, který nejlépe odpovídá vašim požadavkům, přičemž oblíbené nástroje pro mechanické navrhování, jako je SolidWorks nebo AutoCAD, jsou mezi nejlepšími volbami.

Uživatelská přívětivost a křivka učení jsou zásadní, přičemž nástroje jako AutoCAD a Fusion 360 jsou známé svou snadnou použitelností. Dále je třeba zvážit funkce, zejména schopnost provádět 3D modelování, emulaci a vizualizaci; zde vyniká SolidWorks pro své rozsáhlé nástroje. Integrační schopnosti jsou dalším důležitým kritériem, protože CAD software musí hladce spolupracovat s dalšími inženýrskými a projektovými nástroji. Cloudová vs. offline řešení je otázka závislá na preferencích uživatele, kde Fusion 360 nabízí cloudové možnosti, zatímco jiné programy poskytují offline přístup.

Cena a licencování hrají také roli v rozhodování, přičemž FreeCAD nabízí bezplatné řešení, zatímco pokročilé nástroje jako SOLIDWORKS a CATIA mají vyšší cenu, ale nabízejí širší funkce. V neposlední řadě je důležitá i zákaznická podpora a časté aktualizace, které zajišťují hladký provoz. Správný CAD software by měl vyvážit tyto aspekty a vyhovovat specifickým potřebám projektu, čímž může výrazně zlepšit produktivitu a efektivitu návrhu (Cadd, 2024).

3. Didaktické prostředky ve výuce technických oborů

Didaktické prostředky představují základní nástroj pedagoga pro efektivní přenos znalostí a dovedností studentům. Ve výuce technických oborů, jako je strojírenství nebo informatika, je jejich role obzvláště významná vzhledem ke specifické povaze technických disciplín. Tyto obory často vyžadují kombinaci teoretického pochopení a praktických dovedností, přičemž správně zvolené didaktické prostředky mohou výrazně přispět k úspěšnému zvládnutí učiva i k vyšší míře motivace a zájmu žáků o studovanou problematiku.

3.1 Definice a klasifikace didaktických prostředků

Didaktické prostředky se obecně dělí na materiální a nemateriální. Nemateriální prostředky představují především vyučovací metody a formy organizace výuky. Naopak mezi materiální prostředky patří různé prvky materiálně-technického vybavení, jako jsou učební pomůcky, technická zařízení, didaktická technika či běžné školní potřeby. Tyto prostředky spolu vzájemně souvisejí a navzájem se ovlivňují, ať už přímo, nebo zprostředkovaně.

Učitel prostřednictvím didaktických prostředků působí na žáky, podněcuje je k učení, motivuje je a zároveň organizuje proces poznávání jako celek i v jeho jednotlivých etapách. Didaktické prostředky tedy můžeme chápat jako nástroje, které slouží k řízení a usměrňování vyučovacího procesu. Je důležité si uvědomit, že mnoho z těchto prostředků má více funkcí, které mohou přispívat k dosažení různých cílů, a zároveň lze k jednomu cíli využít různorodé prostředky (Rambousek, 2014).

3.2 Materiální prostředky ve výuce

Materiální prostředky lze chápat jako didaktické nástroje hmotné povahy. Jde o jednotlivé předměty nebo soubory předmětů, které ve spojení s učivem, vyučovacími metodami a formami výuky napomáhají dosažení stanovených vzdělávacích cílů. Tyto prostředky se mohou na výuce podílet přímo, nebo vytvářet vhodné podmínky pro její realizaci (Geschwinder, 1987).

Hlavní výhodou materiálních didaktických prostředků je jejich schopnost podílet se na aktivizaci, organizaci a řízení učebních činností žáků. Nejenže pomáhají předávat a vizualizovat učivo, ale rovněž umožňují efektivně řídit proces osvojování poznatků a kontrolovat výsledky vzdělávání (Rambousek, 2014).

Podle Maňáka (1994) patří mezi materiální didaktické prostředky zejména učební pomůcky, které lze rozdělit do několika kategorií. Patří sem autentické objekty jako přírodniny,

různé výrobky nebo preparáty. Dále sem spadají modely, ať už statické či pohyblivé, stejně jako přístroje určené k demonstraci, měření, výpočtům nebo pozorování. Zahrnuty jsou i různé formy zobrazení, například obrazy, symbolická vyjádření nebo projekce – jak statická, tak dynamická. Mezi pomůcky patří také zvukové prostředky, jako jsou hudební nástroje, nahrávky nebo gramofonové desky. Neopomíjejí se ani hmatové pomůcky, například reliéfní ilustrace či texty ve slepeckém písmu. V neposlední řadě sem řadíme i literární zdroje, jako jsou učebnice, odborné příručky, mapy, atlasy nebo textové materiály, a také výukové programy určené pro výukové automaty a počítače.

Podle Obsta (2002) lze materiální didaktické prostředky rozdělit do pěti hlavních skupin. První skupinu tvoří učební pomůcky, mezi které patří originální objekty a reálné skutečnosti, jako jsou přírodniny (například minerály nebo vycpaná zvířata), různé výrobky či vzorky, a také přírodní děje a jevy z oblasti fyziky, chemie nebo biologie. Dále se sem řadí různé formy vizuálního zobrazení a znázornění, včetně modelů (statických, funkčních i stavebnicových), obrazových materiálů prezentovaných přímo nebo s pomocí didaktické techniky a také zvukových nahrávek uložených na magnetických nebo optických médiích. Třetí podskupinu představují textové pomůcky, například klasické nebo programované učebnice, pracovní sešity a další podpůrné materiály, jako jsou časopisy, encyklopedie či doplňková literatura. Čtvrtou podkategorii tvoří audiovizuální pořady a programy šířené pomocí didaktické techniky, mezi které patří televizní a rozhlasové pořady nebo vzdělávací programy určené pro výukové stroje a systémy. Poslední typ zahrnuje speciální pomůcky, jako jsou soupravy pro žákovské experimenty nebo pomůcky využívané při tělesné výchově.

Druhá hlavní kategorie zahrnuje technické výukové prostředky. Sem patří zařízení pro záznam a reprodukci zvuku, například magnetofony, gramofony, školní rozhlasové systémy, sluchátkové soupravy nebo CD přehrávače. Dále zde najdeme vizuální techniku, která slouží k diaprojekci, zpětné a dynamické projekci. Součástí této skupiny je také audiovizuální technika, která zahrnuje filmové projektory, videorekordéry, magnetoskopy, televizní techniku, diafonové přístroje nebo multimediální systémy pracující s počítači. Tato skupina rovněž zahrnuje zařízení pro řízení a hodnocení výuky, včetně zpětnovazebních systémů, výukových počítačových systémů, trenažérů a osobních počítačů.

Třetí kategorií je technika využívaná pro organizační a reprodukční účely. Tato zahrnuje například fotolaboratoře, kopírky, rozmnožovací stroje, školní rozhlasová a videostudia, počítače, počítačové sítě a databázové systémy uložené například na CD nosičích.

Do čtvrté skupiny patří výukové prostory a jejich vybavení. Sem řadíme běžné učebny vybavené tabulemi, nástěnkami nebo knihovnami, ale také specializované prostory jako jsou

učebny uzpůsobené pro audiovizuální výuku, odborné učebny, počítačové laboratoře, dílny, školní pozemky, tělocvičny a prostory určené pro hudební nebo dramatickou výchovu.

Pátou a poslední skupinu představuje vybavení, které využívají učitelé a žáci při výuce. To zahrnuje běžné psací potřeby, nástroje pro kreslení a rýsování, kalkulačky, notebooky, přenosné počítače, pracovní oděvy nebo sportovní úbory.

Podle Rambouska (2014) lze materiální didaktické prostředky rozdělit do několika základních skupin. První z nich tvoří učební pomůcky, které se výrazně liší od ostatních prvků materiálně-didaktického systému zejména svou těsnou vazbou na obsah výuky. Tento vztah je přímý a bezprostřední. Do této skupiny patří například učebnice, modely, žákovské experimentální soupravy, školní obrazy, různá vizuální zobrazení, zvukové nahrávky nebo programové aplikace. Některé z těchto pomůcek vyžadují ke své správné prezentaci využití speciálních zařízení, tedy technických prostředků didaktické techniky.

Druhou skupinu představují metodické pomůcky určené především pro učitele. Jde o odborné materiály, které podporují jeho profesní činnost – příručky, specializovanou literaturu z oblasti jeho oboru, pedagogiky, psychologie nebo filozofie výchovy, sbírky úloh a testy. Tyto pomůcky se vztahují nejen k výukovému obsahu, ale především k metodám plánování, řízení a hodnocení výuky.

Další skupinou jsou různá zařízení, která sice nejsou přímo vázána na konkrétní učivo, ale přesto hrají důležitou roli ve výuce. Tato kategorie zahrnuje speciálně vyrobené nebo upravené předměty určené k využití při vyučování – například laboratorní přístroje, měřicí techniku, nářadí, ICT prostředky nebo školní nábytek. I když nejsou považovány za učební pomůcky, významně přispívají k efektivitě výuky.

Didaktická technika tvoří samostatnou skupinu, a to vzhledem ke svému specifickému využití a široké uplatnitelnosti. Zahrnuje technická zařízení a systémy, které slouží k prezentaci učiva, k realizaci různých forem výuky, k podpoře samostatné práce žáků a k efektivnímu řízení a kontrole jejich činností. Patří sem například tabule, datové a videoprojektory, přehrávače nebo výukové počítače. Ačkoli by mohla být technika formálně zařazena mezi zařízení, kvůli své univerzálnosti je považována za samostatnou kategorii.

Pátou skupinou jsou školní potřeby – drobné, avšak nezbytné předměty, které žáci používají při běžné výuce. Jde například o sešity, psací a kreslicí potřeby, barvy, pravítka, úhloměry nebo kružítka.

Poslední, šestou kategorii tvoří výukové prostory a prostředí. Tyto prostory mohou být reálné i virtuální a slouží přímo k výukovým účelům. Patří sem odborné učebny, laboratoře,

dílny, tělocvičny, ale také virtuální výuková prostředí, jako jsou systémy typu VLE (Virtual Learning Environment).

Hlavním úkolem systému materiálních didaktických prostředků je vytvářet podmínky, které umožní co nejefektivnější dosažení stanovených výukových cílů. Zajišťují optimální prostředí pro osvojování učiva a tím podporují celý vzdělávací proces.

3.3 Učební pomůcky

Učební pomůcky zaujímají klíčové postavení mezi materiálními didaktickými prostředky. Jejich význam spočívá v úzké vazbě na obsah výuky, použitou metodu a formu práce. Tyto složky se navzájem ovlivňují a spolupodílejí se na formování výukového procesu. Učební pomůcky přímo podporují vzdělávací aktivity žáků a přispívají k naplňování vytyčených cílů výuky. Podle definice J. Průchy, E. Walterové a J. Mareše (2003) se jedná o tradičně používaný pojem označující předměty nebo objekty, které zprostředkovávají či imitují realitu. Jejich cílem je zvýšit názornost, zjednodušit proces výuky a podpořit porozumění učivu.

Pomůcky tohoto typu zajišťují přímé zprostředkování informací. Mají schopnost přiblížit vzdálené jevy, zvětšit detaily, které nejsou pouhým okem snadno viditelné, naopak zmenšit příliš rozsáhlé objekty, zpřesnit abstraktní pojmy, odhalit skryté souvislosti nebo usnadnit orientaci ve složité látce. V praxi se využívají buď přímým způsobem, nebo s podporou různých forem didaktické techniky.

Učební pomůcky hrají důležitou roli při individuálních i skupinových činnostech žáků. Podporují jejich schopnost pozorovat, vyhledávat informace, pracovat s materiálem a spolupracovat v rámci kolektivu. Významnou funkcí učebních pomůcek je zprostředkování komunikace mezi učitelem a žáky. Slouží jako médium pro přenos informací a často se stávají samotnými nositeli těchto poznatků, jak uvádí Hlavatý (2002).

3.4 Druhy učebních pomůcek

Pro lepší orientaci v hlavních skupinách a typech předmětů, jevů a procesů, které jsou v roli učebních pomůcek využívány, může posloužit následující přehled (Vaněček, 2008):

1. Autentické předměty a skutečnosti z reálného světa – Sem patří přírodniny v jejich původní podobě (např. minerály, rostliny), ale i upravené varianty, jako jsou preparáty, vycpaniny nebo výbrusy. Zahrnuty jsou rovněž reálné výrobky a výtvory, ať už ve své původní podobě (například přístroje, umělecké artefakty), nebo upravené – jako soubory vzorků či stroje v řezu. Kromě předmětů sem patří také různé druhy jevů a dějů

– fyzikální, chemické, biologické, sociální a další – a také přirozené zvuky, včetně lidského hlasu či hudebních projevů.

2. Znázornění a vizualizace skutečností – Tato kategorie zahrnuje modely různých typů (statické, funkční, konstrukční nebo plošné), dále obrazové materiály jako fotografie, ilustrace či schémata, a rovněž zobrazení prezentovaná pomocí technologií – od statických a dynamických až po interaktivní, virtuální a 3D zobrazení. Do této skupiny patří i zvukové nahrávky.
3. Textové vzdělávací materiály – Jedná se o klasické i digitální tištěné učebnice, ať už běžné, pracovní, programované nebo interaktivní. Patří sem rovněž pracovní listy, slovníky, přehledové tabulky, sbírky úloh, mapy a atlasy, stejně jako doplňkové či podpůrné publikace a další informační zdroje.
4. Programy a pořady využívající techniku – Tato skupina zahrnuje různé audiovizuální vzdělávací pořady, například výukové filmy, rozhlasové či televizní relace. Dále sem spadají výukové softwary s různou funkcí – informační, procvičovací, opakovací a jiné.
5. Speciální pomůcky – Zde najdeme zejména experimentální soupravy pro žáky, vzdělávací stavebnice nebo další tzv. zaměstnávací pomůcky. Tyto pomůcky se liší podle míry abstrakce obsahu i podle způsobu, jakým oslovují smyslové vnímání žáků.

Didaktické pomůcky mohou působit na různé smyslové receptory. Nejčastěji jde o vizuální a sluchové podněty, ale může jít také o podněty hmatové (taktilní), pohybové (kinestetické), čichové (olfaktorické) nebo chuťové (gustatorní). Významné a často nejefektivnější jsou pak kombinace těchto podnětů – tedy multisenzoriální působení, které výrazně podporuje zapamatování a porozumění učivu.

3.5 Technické výukové prostředky

Technické pomůcky jsou velkou skupinou materiálně didaktických prostředků. Ty se zařazují mezi technické výukové prostředky a rozdělují se do mnoha podskupin. Například podle Chromého (2011) představují technické výukové prostředky nástroje informační společnosti, přičemž důraz klade zejména na multimediální technologie, internet a mobilní komunikační sítě.

Mezi významné skupiny materiálních didaktických prostředků patří také technické výukové prostředky. Podle J. Průchy, E. Walterové a J. Mareše (2003) se didaktická technika chápe jako „souhrn technických zařízení využívaných ve vzdělávání“. Tato skupina zahrnuje široké spektrum zařízení, nástrojů, prostor a systémů, jejichž účelem je podporovat efektivitu a kvalitu vzdělávacího procesu.

Technické výukové prostředky se obvykle dělí do tří základních kategorií:

a) Základní výukové prostory a jejich zařízení

Tato kategorie zahrnuje běžné učebny určené pro teoretickou výuku, zpravidla s kapacitou do 30 žáků. Vybavení těchto prostor je považováno za základní součást technického zázemí školy. Typickými prvky jsou klasické či magnetické tabule, žákovské lavice a židle, nástěnky, úložné prostory, topení nebo vhodné osvětlení. Ačkoli někteří autoři tyto prostory z hlediska didaktiky nedefinují jako technické pomůcky, jejich role v procesu výuky je nezastupitelná (Chromý, 2011).

b) Speciální zařízení a vybavení školy

Tato skupina se vyskytuje převážně na školách odborného zaměření, které poskytují výuku specifických oborů. Jedná se o odborné učebny vybavené technickými zařízeními a nástroji odpovídajícími konkrétnímu předmětu nebo oboru. Patří sem například dílny, laboratoře, počítačové učebny, fotolaboratoře, školní pozemky, tělocvičny nebo specializované prostory jako hudební či dramatické sály. Tyto učebny musí splňovat standardní technické a bezpečnostní požadavky a zajistit podmínky odpovídající předpisům. Do této kategorie spadá i organizační a reprografická technika, např. trenažéry, kopírovací zařízení, rozmnožovací technika, databázové a multimediální systémy (Kalhous a Obst, 2002).

c) Technické pomůcky

Technické pomůcky představují velmi rozsáhlou skupinu materiálně didaktických prostředků. Jsou navrženy k podpoře a zprostředkování vzdělávacího obsahu a metod. Většina odborníků se shoduje na jejich rozčlenění, i když existují různé přístupy k jejich klasifikaci. Například Chromý (2011) je řadí mezi prostředky informační společnosti, přičemž klade důraz na moderní technologie, multimédia, online prostředí a mobilní komunikaci. Obecně však technické pomůcky zahrnují zařízení, která podporují přenos informací, aktivní učení a interaktivní výuku (Vaněček, 2008).

3.6 Integrování materiálních zdrojů do výuky

Podle Hladílka (2009) existuje devět základních pravidel, která by měl učitel dodržovat při práci s učebními pomůckami, aby jejich využití ve výuce bylo efektivní a smysluplné:

1. Výběr učebních pomůcek by měl probíhat s dostatečným předstihem, v rámci dlouhodobého plánování.
2. Funkčnost pomůcky by měla být ověřena ještě před samotným vyučováním.
3. Volba pomůcek musí reflektovat věkové zvláštnosti žáků i specifika vyučovaného předmětu.

4. Bezpečnostní hlediska spojená s používáním pomůcek musí být vždy důkladně zvažována.
5. Je třeba zvážit vhodný moment v průběhu výuky, kdy bude pomůcka efektivně zařazena.
6. Pomůcka by měla být představena ve správný čas a na vhodném místě ve výuce.
7. Pokud pomůcka ilustruje určitý jev, je vhodné ukázat jeho vývoj v čase.
8. Pomůcky je nezbytné sladit s použitými výukovými metodami a formami práce.
9. Názornost nesmí omezovat abstraktní myšlení, ale naopak jej má podněcovat.

Jak uvádí Obst (2002), většina informací je žákem vnímána prostřednictvím zraku – až 80 %, zatímco 12 % informací je přijímáno sluchem, 5 % hmatem a zbylých 3 % ostatními smysly. To podtrhuje význam materiálních didaktických prostředků jako vizuálních a interaktivních nástrojů ve výuce. Žák má možnost daný objekt reálně vidět nebo se jej dotýkat, což podporuje proces porozumění a zapamatování.

Obst do této skupiny prostředků řadí nejen učební pomůcky a technické výukové prostředky, ale také organizační a reprografickou techniku, vybavení učitele i žáka a samozřejmě prostředí učebny včetně jejího zařízení.

Výzkumy (např. Dostál, 2008) opakovaně ukazují, jak významný vliv má forma zprostředkování informací na míru jejich zapamatování. Člověk si v průměru zapamatuje:

- 10 % z toho, co si pouze přečte
- 20 % z toho, co slyší
- 30 % z toho, co vidí
- 50 %, pokud slyší i vidí současně

Pokud je však žák aktivně zapojen do činnosti – například formou diskuze nebo samostatné práce – míra zapamatování roste až na 70 %. Nejvyšší efektivity je pak dosaženo tehdy, když si žák informaci osvojí skrze vlastní zkušenost – až 90 % získaných informací zůstává dlouhodobě uchováno právě tímto způsobem.

3.7 Edukační funkce materiálních didaktických prostředků

Edukační funkce představují důležitou oblast spojenou s materiálně didaktickými prostředky. Často bývají mylně ztotožňovány pouze se znázorňováním učiva, přestože jejich význam je daleko širší a komplexnější. Jednotné třídění těchto funkcí neexistuje a není možné je vymezit zcela vyčerpávajícím způsobem. Jednotlivé funkce se vzájemně prolínají, ovlivňují a podmiňují, přičemž jejich hlavní podstata spočívá v obohacení a zdokonalení samotného vyučovacího procesu. Tento proces je vždy ovlivněn řadou dalších proměnných, a úspěšnost

použití těchto prostředků závisí nejen na jejich kvalitě a vhodnosti, ale zároveň také na dovednostech a připravenosti samotného učitele. Bez jeho aktivní účasti a pedagogického umu by se vyučování nemohlo efektivně uskutečnit.

Rambousek (1989) identifikuje několik základních edukačních funkcí, které materiálně didaktické prostředky plní. Patří mezi ně motivačně stimulační funkce, která podněcuje zájem žáků o učivo a napomáhá jejich aktivizaci. Dále informačně expoziční funkce, jejímž cílem je přímé zprostředkování učiva. Procvičovací funkce napomáhá upevnění poznatků, zatímco funkce aplikační umožňuje využití získaných vědomostí v praxi. Kontrolně diagnostická funkce pak slouží ke zpětné vazbě a ověřování dosažených výsledků. Nadstavbovou vrstvu tvoří funkce komunikační, která podporuje výměnu informací mezi učitelem a žáky, funkce řídící, ovlivňující organizaci a průběh výuky, a konečně funkce racionalizační, která přispívá k efektivnímu a úspornému využívání výukových prostředků a času.

Petty (2004) upozorňuje na několik hlavních přínosů využívání vizuálních pomůcek ve výuce. Jedním z nejdůležitějších aspektů je schopnost vizuálních prvků přitáhnout a udržet pozornost žáků, což je zásadní podmínka efektivního učení. Například obrázek je pro žáka mnohem obtížnější ignorovat než pouhý slovní výklad učitele. Vizuální podněty rovněž představují změnu ve struktuře hodiny, čímž přispívají ke zvýšení zájmu a motivace. Pomáhají také lépe uchopit abstraktní pojmy, neboť řada žáků snáze rozumí vizuálním reprezentacím než jazykovým popisům. Informace prezentované vizuálně se rovněž lépe zapamatovávají, což zvyšuje efektivitu učení. V neposlední řadě je využití vizuálních pomůcek také projevem učitelova zájmu a přípravy na výuku, což pozitivně ovlivňuje klima třídy a vztah mezi žáky a učitelem.

3.8 Propojení CAD/CAM jako didaktický prostředek ve výuce oboru mechanik seřizovač a změny RVP

Technologie CAD (Computer-Aided Design) a CAM (Computer-Aided Manufacturing) představují v současnosti nedílnou součást moderního strojírenství a výroby. Z tohoto důvodu nachází využití těchto systémů stále větší prostor také ve výuce odborných předmětů na středních odborných školách, především v oborech zaměřených na obsluhu a programování CNC strojů. Integrace CAD/CAM technologií do výuky tak přestává být pouze volitelným doplňkem, ale stává se základním didaktickým prostředkem, který žákům napomáhá lépe porozumět principům digitální výroby a zároveň rozvíjí jejich technické a digitální kompetence.

Zavádění CAD/CAM systémů do výuky je plně v souladu s revidovanými Rámcovými vzdělávacími programy (RVP), které reflektují rychlý technologický vývoj a požadavky trhu práce. V aktuálních verzích RVP dochází k posilování důrazu na praktické využití digitálních nástrojů, nejen v oblasti návrhu výrobků, ale i v souvislosti s jejich následnou výrobou a řízením procesů. Tyto změny se následně promítají do Školních vzdělávacích programů (ŠVP), které si jednotlivé školy vytvářejí na základě rámcových dokumentů. ŠVP umožňují přizpůsobit výuku úrovni vybavení školy, možnostem pedagogického týmu a konkrétním potřebám žáků.

CAD/CAM systémy jsou dnes běžně integrovány do předmětů, jako je technické kreslení, konstruování, programování CNC nebo odborný výcvik. Školy při tvorbě ŠVP zařazují výuku softwaru jako Autodesk Inventor, SolidWorks, Fusion 360 nebo jiných průmyslově používaných systémů. Výuka je tím více orientována na praxi a pomáhá žákům lépe si osvojit souvislosti mezi návrhem, modelováním, výrobou a následnou kontrolou výrobků.

Příkladem oboru, ve kterém dochází k intenzivnímu propojení výuky s CAD/CAM systémy, je obor Mechanik seřizovač (kód: 23-45-L/01). Tento obor připravuje žáky na budoucí povolání obsluhy a programování CNC strojů, práci s měřicí a diagnostickou technikou, a na základní úrovni také s konstrukčními programy.

V rámci nedávné revize RVP pro tento obor byly posíleny požadavky na digitální gramotnost a systematické zavedení CAD/CAM nástrojů do výuky. Nové pojetí klade důraz zejména na to, aby se žáci naučili propojit činnosti jako návrh součásti, její modelování, generování NC kódu pomocí CAM nástrojů a následné ověření kódu při práci na CNC stroji. Kromě technických znalostí je rozvíjena i schopnost systémového myšlení, algoritmizace postupu práce a orientace v digitálním prostředí (MŠMT, 2023).

CAD/CAM systémy jsou tak součástí nejen praktické výuky, ale i teoretických předmětů, kde žáci pracují s technickými výkresy, rozborem technologických postupů a návrhem výrobků podle zadaných parametrů. Revize RVP tak podporuje výuku napříč více předměty a umožňuje efektivní mezipředmětové propojení.

V prostředí odborného školství neslouží CAD/CAM pouze jako výrobní nástroj, ale také jako účinný didaktický prostředek. Jeho výhodou je, že propojuje teorii s praxí a umožňuje žákům získat přímou zkušenost s činnostmi, které odpovídají realitě moderních firem. Výuka s CAD/CAM rozvíjí schopnost žáků vizuálně vnímat technický problém, řešit jej systematickým způsobem a přemýšlet nad návaznostmi jednotlivých technologických kroků.

Díky práci v těchto systémech si žáci zlepšují technické myšlení, posilují digitální dovednosti a učí se samostatnému řešení úkolů. Zároveň se zvyšuje jejich motivace k učení,

protože výstupy jejich práce jsou okamžitě viditelné a uplatnitelné – například v podobě simulací nebo výstupu kódu pro CNC stroj. CAD/CAM zároveň podporuje individualizaci výuky, protože pokročilejší žáci mohou pracovat na složitějších modelech, zatímco začátečníci postupují podle jednodušších zadání.

CAD/CAM technologie hrají dnes klíčovou roli nejen v průmyslu, ale také v odborném vzdělávání. Jejich integrace do RVP a následně do ŠVP, zejména v oborech jako je mechanik seřizovač, potvrzuje směr, kterým se technické školství ubírá – směrem k digitálním kompetencím, efektivnímu řešení úloh a propojení s reálnou praxí. Výuka pomocí CAD/CAM tak není pouze výukou softwaru – je to výuka samostatného technického myšlení, schopnosti tvořit, analyzovat a digitálně vyrábět. To jsou dovednosti, které budou žáci potřebovat v pracovním životě i v dalších formách technického studia (MŠMT, 2023).

Praktická část

4. Tvorba učební pomůcky

4.1 Cíl a zaměření praktické části

Tato praktická část je zaměřena na tvorbu učební pomůcky pro žáky 2. a 3. ročníku středních odborných a průmyslových škol se strojírenským zaměřením. Pomůcka je primárně určena začátečníkům bez předchozích zkušeností s CAD/CAM systémy, kteří se teprve seznamují s odborným softwarem pro technické kreslení a návrh součástí. Orientace v prostředí CAD softwaru a základní znalosti principů technického kreslení jsou sice výhodou, nicméně pro plnohodnotné a efektivní využití učební pomůcky nejsou nutné.

Cílem učební pomůcky je zprostředkovat základní poznatky o práci s profesionálním softwarem Autodesk Inventor 2025, a to v návaznosti na proces digitálního modelování, návrhu a přípravy dat pro výrobu pomocí CAM technologií. Praktická část žákům umožní osvojit si klíčové pracovní postupy od vytvoření projektu, přes 2D kreslení a 3D modelování, až po aplikaci v reálném prostředí výrobních strojů.

Učební pomůcka slouží jako:

- doprovodný výukový materiál využitelný přímo ve výuce (např. v předmětech typu CAD/CAM, technické kreslení apod.),
- učební opora pro samostatnou práci žáků v hodinách i při domácí přípravě,
- návodný text pro samostudium, přístupný i mimo výuku.

Uspořádání učební pomůcky je tematické a přehledné – každé téma představuje soubor operací, které je potřeba zvládnout pro úspěšnou práci v Autodesk Inventoru. Logické členění zajišťuje systematický rozvoj dovedností krok za krokem.

Tematické celky zahrnují:

1. Spuštění programu a vytvoření nového souboru
2. Základní nástroje pro tvorbu 2D náčrtu
3. Modelování 3D objektů z náčrtů
4. Použití funkcí CAM pro obrábění

Tato pomůcka má za úkol podpořit žáky ve zvládnutí základů práce v odborném softwaru a vytvořit pevný základ pro další rozvoj technických dovedností, a to nejen ve školním prostředí, ale i v praxi.

4.2 Principy tvorby učební pomůcky

Při tvorbě této učební pomůcky jsem vycházel z požadavků na srozumitelnost, praktickou využitelnost a přehlednost obsahu s ohledem na cílovou skupinu – tedy žáky středních odborných škol bez předchozí zkušenosti s CAD/CAM systémy. Pomůcka je koncipována tak, aby jednotlivé kroky byly jasně vysvětleny a doplněny ilustrativními příklady, díky čemuž mohou žáci postupovat samostatně i bez přímého vedení vyučujícího.

Při tvorbě textu jsem měl na paměti následující principy a kritéria:

- Didaktická přehlednost – každý modul začíná jasným cílem a vede k očekávanému výstupu, aby uživatel věděl, co se naučí.
- Srozumitelnost jazyka – použití jednoduchého, technicky přesného, ale přístupného jazyka vhodného pro střední školu.
- Postupné budování kompetencí – témata na sebe logicky navazují od základních kroků po složitější úkony.
- Interaktivní využití – pomůcka je navržena tak, aby mohla být používána nejen při frontální výuce, ale i jako materiál pro samostatnou práci nebo domácí přípravu.
- Praktická orientace – důraz na reálné pracovní úkony, které žáci mohou později využít při praxi nebo v navazujících odborných předmětech.

Při výběru softwarového prostředí jsem se rozhodl pro Autodesk Inventor 2025, který je v současné době běžně využíván v technické praxi a školství. Jeho intuitivní rozhraní a široké možnosti v oblasti 3D modelování a CAM technologií z něj činí ideální nástroj pro výuku základních principů digitálního návrhu a přípravy výroby.

Učební pomůcka byla tvořena s důrazem na to, aby:

- respektovala principy souladu s rámcovým vzdělávacím programem a požadavky ŠVP,
- byla dostatečně flexibilní pro úpravu a rozšíření dle potřeb konkrétní školy či učitele,
- a zároveň sloužila jako ověřitelný výukový nástroj, který lze snadno implementovat do běžné výuky.

4.3 Informační úvod k učební pomůcce

Tato učební pomůcka je určena pro žáky 2. a 3. ročníku strojírenských středních škol, ale také pro začátečníky a mírně pokročilé uživatele softwaru Autodesk Inventor 2025, kteří si chtějí osvojit základní postupy při práci v odborném softwaru zaměřeném na technické kreslení a projektování. Cílem tohoto materiálu je poskytnout uživatelům stručný, srozumitelný a prakticky zaměřený návod, který je provede základními kroky práce s Autodesk Inventorem.

Obsah praktické části je strukturován podle tematických celků, přičemž každý z nich představuje soubor činností, které je třeba v daném softwaru vykonat. Každý modul obsahuje konkrétní výukové cíle, které vám pomohou pochopit a osvojit si základní i pokročilé funkce Autodesk Inventoru 2025. V jednotlivých modulech se naučíte nejen, jak založit nový projekt a správně nastavit pracovní prostředí, ale také jak efektivně vytvořit 2D náčrty, vymodelovat je do 3D a připravit model pro výrobu pomocí CAM funkcí.

Jednotlivá témata jsou následující:

1. Spuštění programu a vytvoření nového souboru v Autodesk Inventoru 2025.
2. Základní nástroje pro tvorbu 2D náčrtu.
3. Modelování 3D objektů z náčrtů.
4. Vytvoření CAM nastavení a nástrojů.
5. Použití funkcí CAM pro obrábění.

Tato témata jsou logicky řazena tak, aby uživateli umožnila postupné zvládnutí celého procesu od spuštění programu až po finální úpravy výkresu. Tato struktura umožňuje nejen snadnější orientaci v učební pomůcce, ale také podporuje systematické učení krok za krokem. Každé téma je podrobně vysvětleno, aby uživatelé mohli snadno pochopit a aplikovat jednotlivé kroky na konkrétních příkladech.

Tento materiál slouží jako praktický průvodce, který vám umožní rychle pochopit základní principy práce s Autodesk Inventorem a získat dovednosti potřebné pro tvorbu 2D náčrtů, 3D modelů a jejich výrobu.

5. Učební pomůcka

5.1 Spuštění programu a vytvoření nového souboru v Autodesk Inventoru 2025

V tomto modulu vytvoříte novou složku a také vyberete a pustíte váš nový soubor ve správném formátu.

Výukové cíle:

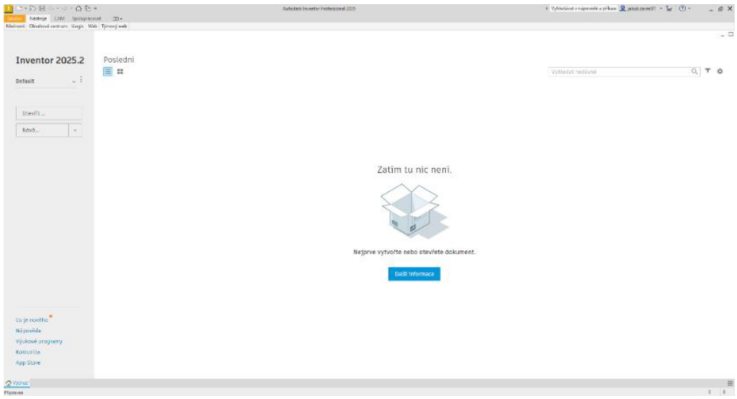
• Pochopit základní tvorbu nového projektu a použit jeho správné nastavení.

• Vytvořit nový projekt a nový soubor k tvorbě 2D nákresu ve správných jednotkách.

1. Zapněte si počítač a po spuštění klikněte na ikonku aplikace **Autodesk Inventor Professional 2025**. Zkontrolujte si, že zapínáte aplikaci v češtině.

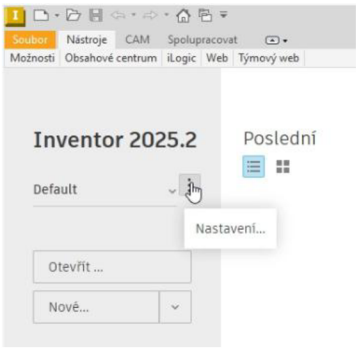
Obr. č. 1 Ikona programu (vlastní dílo autora)

2. Po spuštění programu se vám načte úvodní stránka, uprostřed uvidíte všechny vaše soubory, které na svém počítači otevřete nebo vytvoříte, ale neuložíte si je do nějakého nového projektu. Vlevo si můžete všimnout, že máte základní projekt s názvem Default.



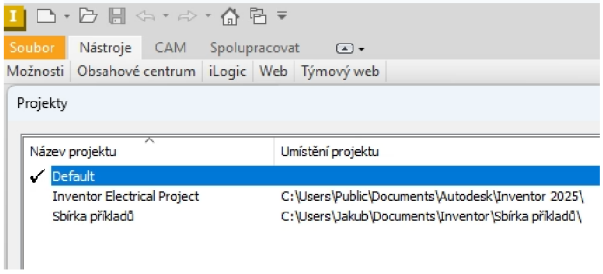
Obr. č. 2 Úvodní stránka (vlastní dílo autora)

3. Najeďte a klikněte kurzorem na tři tečky vedle Defaultu.
4. Objeví se vám Nastavení… A to rozklikněte.

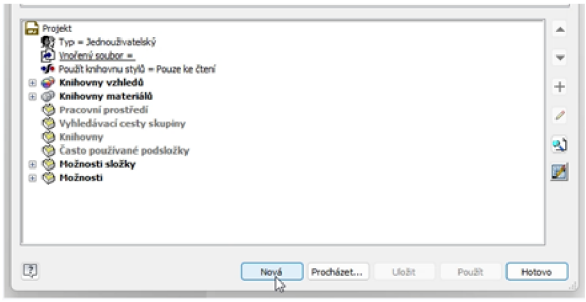


Obr. č. 3 Volba nastavení (vlastní dílo autora)

5. Otevřelo se vám okno s názvem Projekty a úplně dole v tomto okně zvolte Nová.

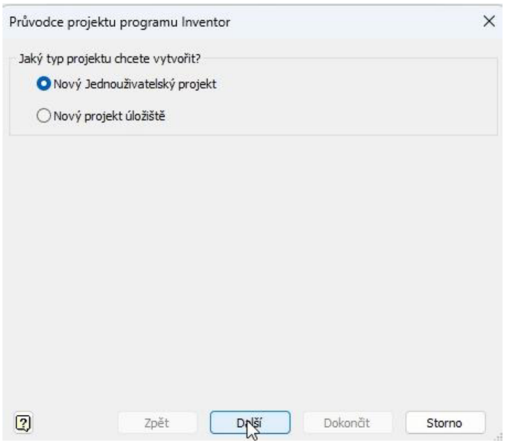


Obr. č. 4 Projekty (vlastní dílo autora)



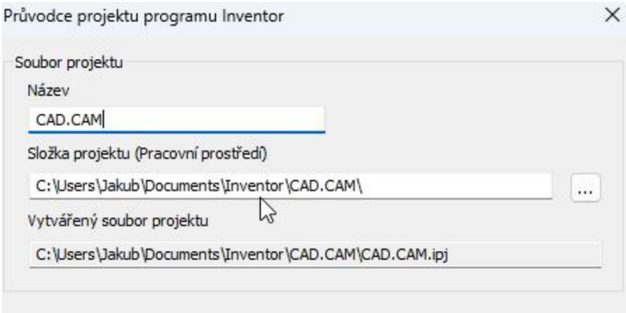
Obr. č. 5 Nový projekt (vlastní dílo autora)

6. Vyskočí vám Průvodce projektu programu Inventor, který se vás ptá, jaký typ projektu chcete vytvořit? Zvolte si **Nový Jednouživatelský projekt** a stiskněte na tlačítko Další.



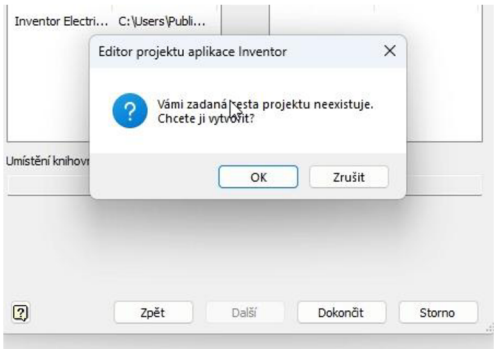
Obr. č. 6 Průvodce projektu (vlastní dílo autora)

7. Změňte název Souboru projektu na jakýkoliv budete potřebovat. V rámci tématu této práce byl zvolen název CAD.CAM. Dále zde vidíte i složky kam se vám budou projekty ukládat v počítači.



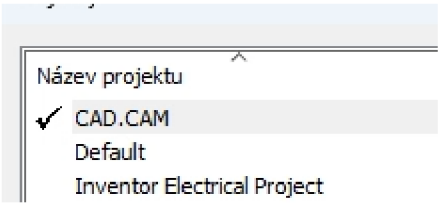
Obr. č. 7 Název projektu (vlastní dílo autora)

8. Stiskněte dokončit a objeví se upozornění, že zadaná cesta projektu neexistuje. Klikněte OK a potvrďte její vytvoření.

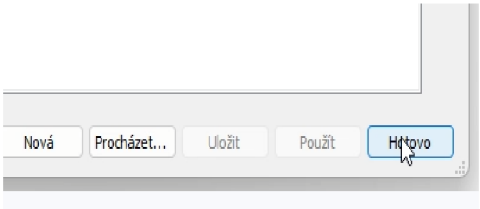


Obr. č. 8 Cesta projektu (vlastní dílo autora)

9. Můžete vidět úspěšně vytvořený projekt s názvem CAD.CAM. Fajfka vedle názvu označuje, který projekt máte právě vybraný. Klikněte na Hotovo.

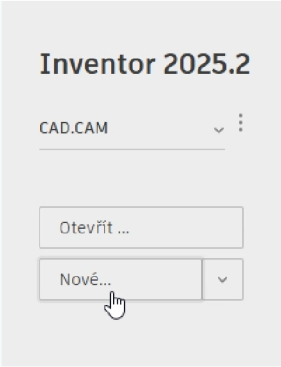


Obr. č. 9 Projekt CAD.CAM (vlastní dílo autora)



Obr. č. 10 Potvrzení (vlastní dílo autora)

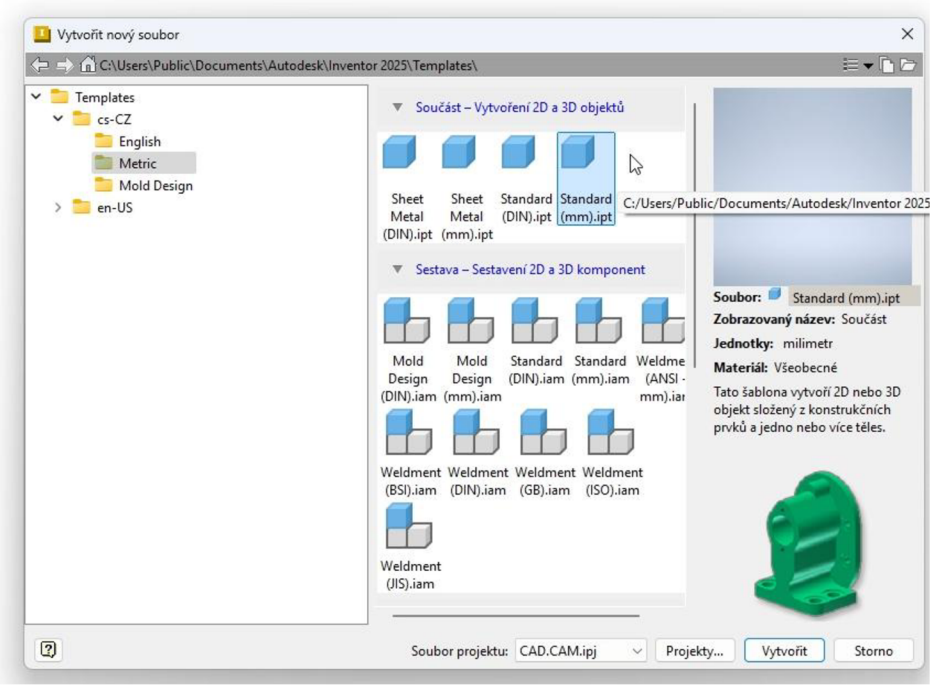
10. Název vytvořeného projektu by měl nahradit původní Default. Pro vytvoření nového souboru zvolíte tlačítko Nové …



Obr. č. 11 Nový soubor (vlastní dílo autora)

11. Při vytváření nového souboru musíte správně zvolit jeho nastavení. Jelikož budete vytvářet 2D a z něj 3D objekt je pro tuto práci důležité pracovat se souborem, který má název **Standard (mm).ipt.** Díky této volbě budete pracovat v metrickém systému a tím pádem bude základní jednotka milimetr.

    Abyste tento soubor našli musíte vlevo kliknout na složku cs-CZ a poté na podsložku Metric. V prvním řádku uprostřed se objeví soubor, se kterým budete pracovat. Vytvořte.



Obr. č. 12 Nastavení souboru (vlastní dílo autora)

5.2 Základní nástroje pro tvorbu 2D náčrtu

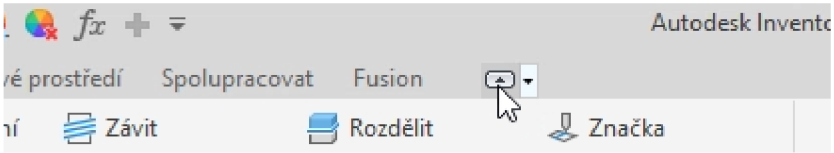
V tomto modulu si zobrazíte tlačítka panelů, přejmenujete soubor a vytvoříte 2D náčrt pomocí funkcí Autodesk Inventoru 2025.

Výukové cíle:

• Použít funkce 2D náčrtu.

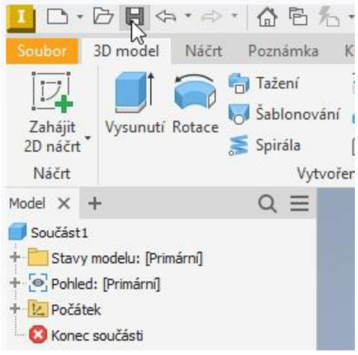
• Vytvořit 2D náčrt navrhované součásti.

1. Pro lepší orientaci v programu si na začátku dvakrát klikneme na šipku ke zobrazení karet na horním panelu. Díky tomu uvidíme názvy funkcí, a dokonce budou znázorněny i graficky pro lepší využití.



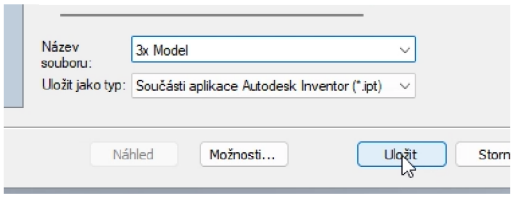
Obr. č. 13 Zobrazení karet (vlastní dílo autora)

2. Když vytvoříme nový soubor, tak se nám automaticky pojmenuje Součást a nějaké číslo. Tentokrát tam je číslo 1, jelikož je to první Součást v projektu CAD.CAM. Abychom změnili název souboru můžeme kliknout na tlačítko uložit nad záložkou 3D model.



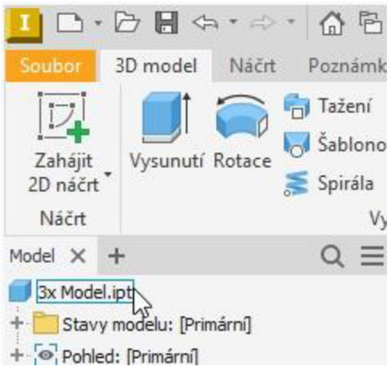
Obr. č. 14 Tlačítko uložit (vlastní dílo autora)

3. Objeví se okénko, kde je dole řádek s Názvem souboru. Jednoduše název přepíšeme a uložíme. V rámci tématu se soubor pojmenoval 3x Model.



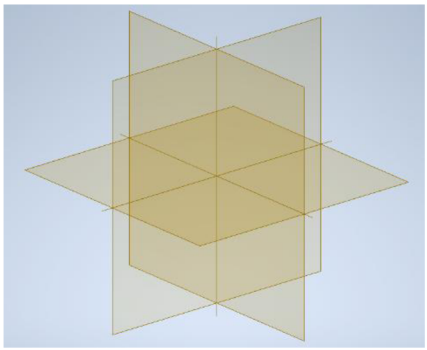
Obr. č. 15 Pojmenování souboru (vlastní dílo autora)

4. Pokud se podíváte na modrou kostku uvidíte název, pod kterým jste soubor uložili. Nyní klikněte na zahájit 2D náčrt.



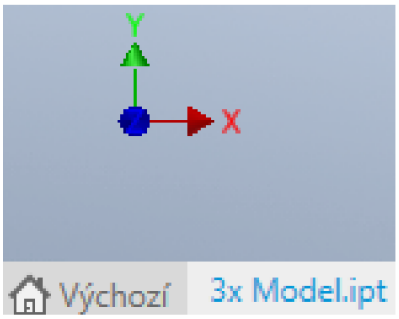
Obr. č. 16 Název souboru (vlastní dílo autora)

5. Po kliknutí se vám zobrazí různé roviny, na které můžeme začít kreslit náčrt.

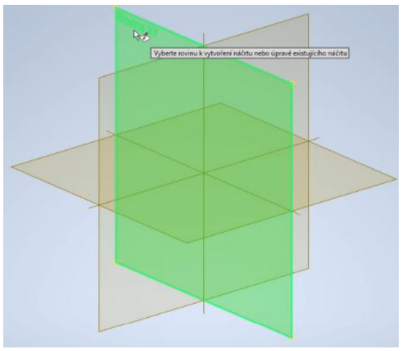


Obr. č. 17 Roviny zobrazení (vlastní dílo autora)

6. Vybereme rovinu XY a její levý horní roh. Zkontrolujeme si vlevo dole osy tak, abychom měli osu Y směrem nahoru a osu X směrem doprava.

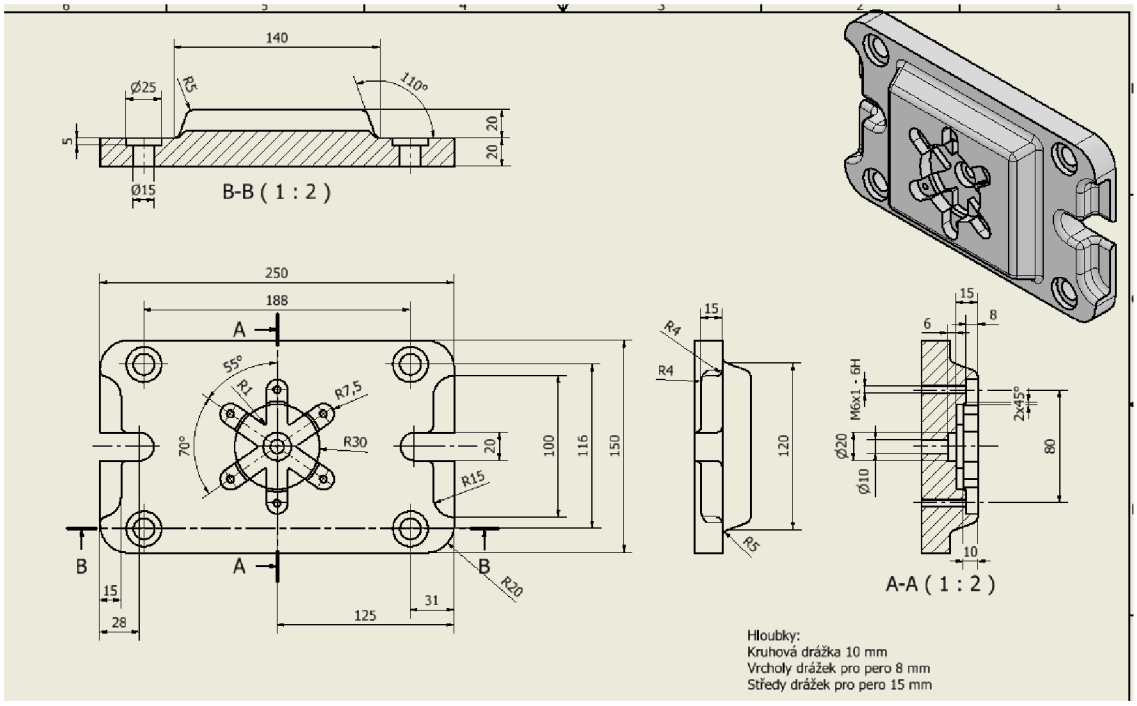


Obr. č. 18 Osy (vlastní dílo autora)



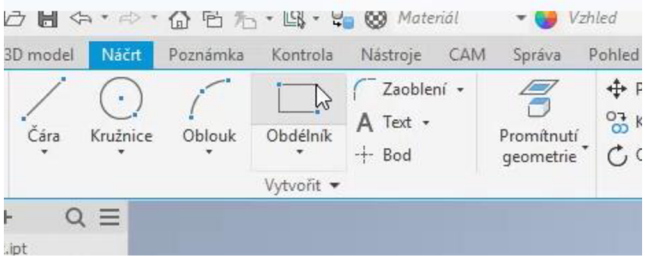
Obr. č. 19 Rovina XY (vlastní dílo autora)

7. Pro zpracování postupu tvorby součástí pomocí CAD a následné strojní výroby s využitím CAM byl zvolen tento složitější vzorový příklad, na kterém může být znázorněno více funkci Autodesk Inventoru 2025.

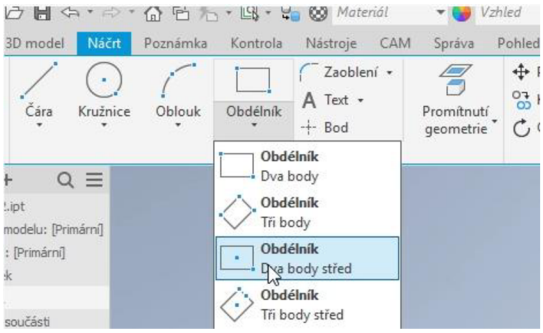


Obr. č. 20 Technický výkres (vlastní dílo autora)

8. Najedeme si na ikonu obdélníku a po kliknutí se nám vysune nabídka, ve které zvolíme Obdélník Dva body střed.

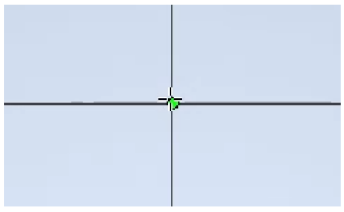


Obr. č. 21 Obdélník (vlastní dílo autora)

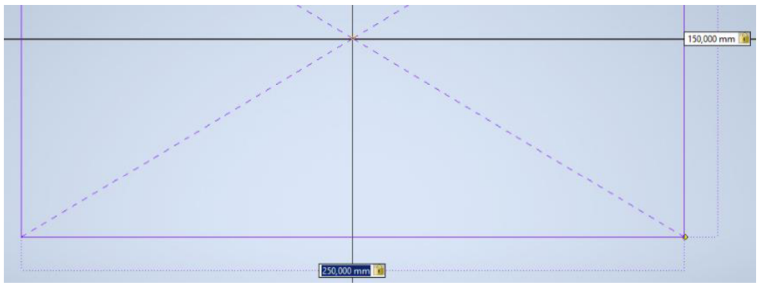


Obr. č. 22 Obdélník dva body střed (vlastní dílo autora)

9. Po výběru daného tvaru, klikneme přesně na střed našeho náčrtu, a kliknutím na řádek s mírou zadáme velikost požadovaného obdélníku. Podle přiloženého výkresu zvolíme hodnoty 200 mm na šířku a 150 mm na výšku. Pro snadnější psaní druhého rozměru můžeme kliknout na klávesu Tabulátor.

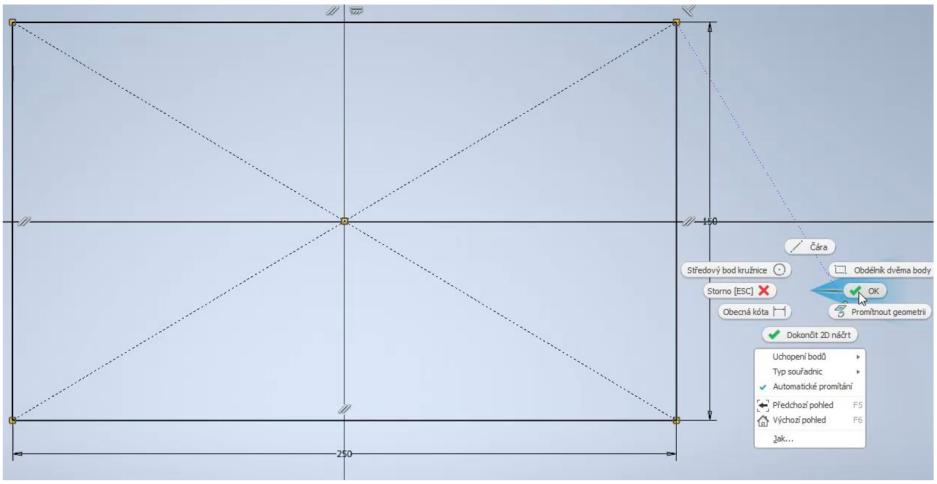


Obr. č. 23 Střed náčrtu (vlastní dílo autora)



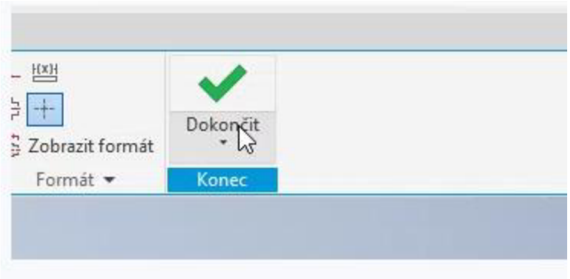
Obr. č. 24 Rozměry obdélníku (vlastní dílo autora)

10. Jakmile máme zadané oba rozměry a klikneme Enter, tak se nám zobrazí vytvořený obdélník, ale abychom ukončili funkci musíme kliknout pravým tlačítkem na myši do prostoru náčrtu a zvolit OK.



Obr. č. 25 Zhotovení obdélníku (vlastní dílo autora)

11. Toto byl první náčrt z několika dalších, které použijeme k vymodelování našeho 3D modelu. To znamená, že klikneme dokončit a teď již můžeme vytvořit první 3D část.



Obr. č. 26 Dokončení 2D náčrtu A (vlastní dílo autora)

5.3 Modelování 3D objektů z náčrtu

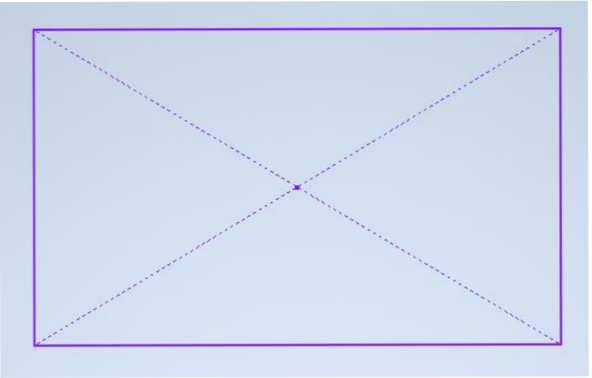
V tomto modulu vytvoříte a upravíte těleso geometrie.

Výukové cíle:

• Pochopit základní tvorbu náčrtu.

• Vytvořit 3D model pomocí základních nástrojů Autodesk Inventoru.

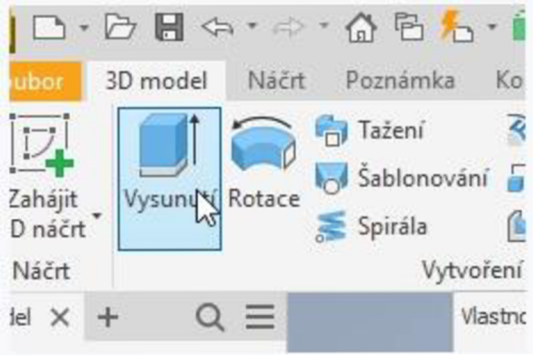
1. Po dokončení 2D náčrtu se může stát, že váš nákres nevidíte proto, že se vám otočila rovina pohledu. Musíte si pohlídat, že máte vpravo nahoře na kostce napsáno **zepředu.** Takto byste měli váš obdélník vidět.



Obr. č. 27 Náčrt v 3D prostoru (vlastní dílo autora)

Obr. č. 28 Kostka úhlu pohledu (vlastní dílo autora)

2. Pokud vše správně vidíte, tak vlevo nahoře zvolte v záložce 3D model, funkci s názvem Vysunutí.

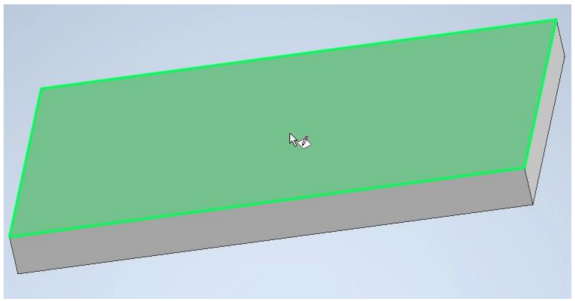


Obr. č. 29 Funkce vysunutí (vlastní dílo autora)

3. To vám nabídne možnosti vysunutí. Jediné, co tady změníte je Vzdálenost A, tu přepište na 20 mm a dejte OK.

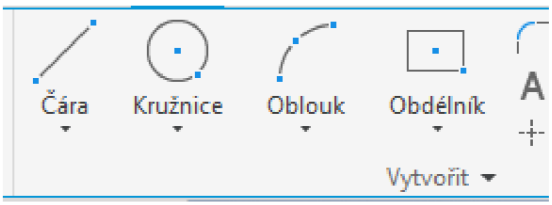
Obr. č. 30 Vlastnosti vysunutí (vlastní dílo autora)

4. Vznikne tento model a na jeho horní plochu vytvořte další 2D náčrt.



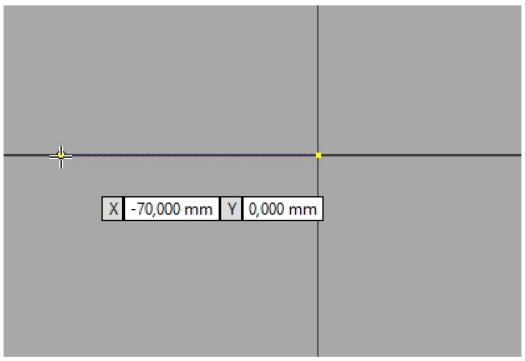
Obr. č. 31 3D model A (vlastní dílo autora)

5. Tentokrát si tento tvar vytvořte pomocí funkce čára, jako první najeďte kurzorem na střed. Uvidíte, že hodnoty X a Y budou 0. Podle výkresu potřebujete tento obdélník o rozměru 140x120 mm.



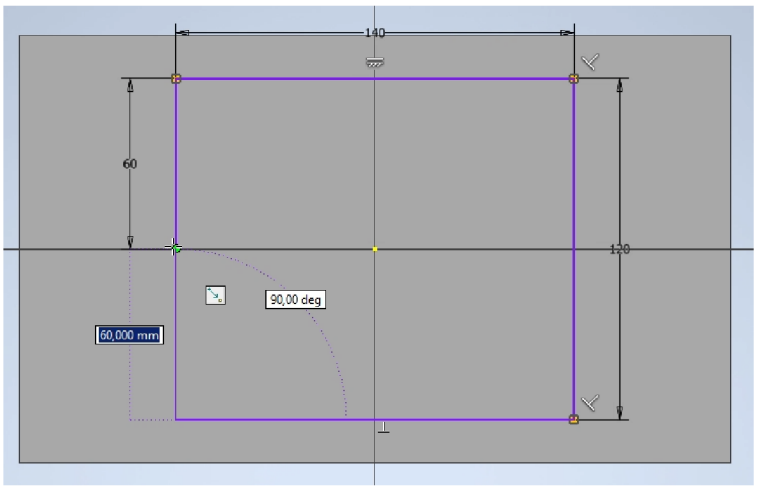
Obr. č. 32 Funkce Čára (vlastní dílo autora)

6. Můžete začít tím, že se v x posunete na rozměr -70 a v Y zůstanete na 0. Kliknete levým tlačítkem myši a pojedete nahoru o 60 mm.



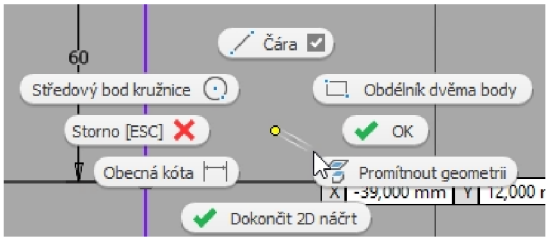
Obr. č. 33 Souřadnice XY (vlastní dílo autora)

7. Poté kliknete a pojedete doprava o 140 mm, opět kliknete a posunete se dolů o 120 mm, jako další doleva o 140 mm a nahoru spojíte s prvním bodem. Důležité je si hlídat pravé úhly u všech kroků.



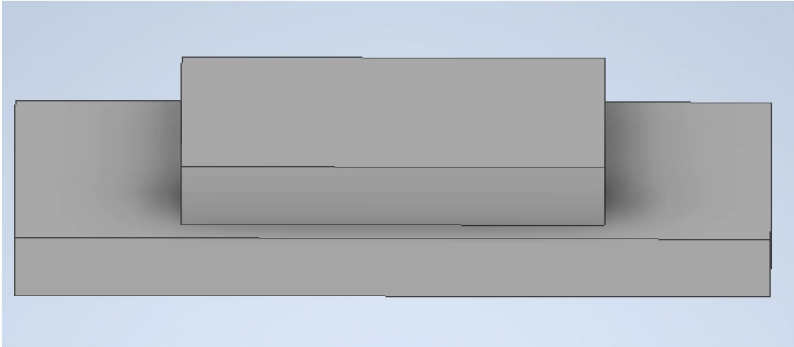
Obr. č. 34 Náčrt pomocí čar (vlastní dílo autora)

8. Po dokončení klikněte pravým tlačítkem myši a dejte dokončit 2D náčrt.



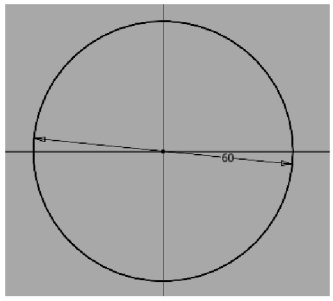
Obr. č. 35 Dokončení 2D náčrtu B (vlastní dílo autora)

9. Klikněte na funkci vysunout a nastavení můžete nechat z předchozí operace a dejte OK. Měli byste mít takovýto model.



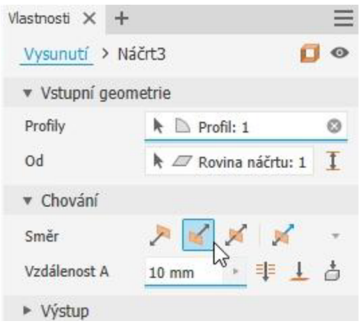
Obr. č. 36 3D model B (vlastní dílo autora)

10. Vytvořte další 2D náčrt na horní plochu nově vytvořené části a doprostřed vytvořte pomocí funkce kružnice kružnici o Ø60 mm. Opět dokončete 2D náčrt.

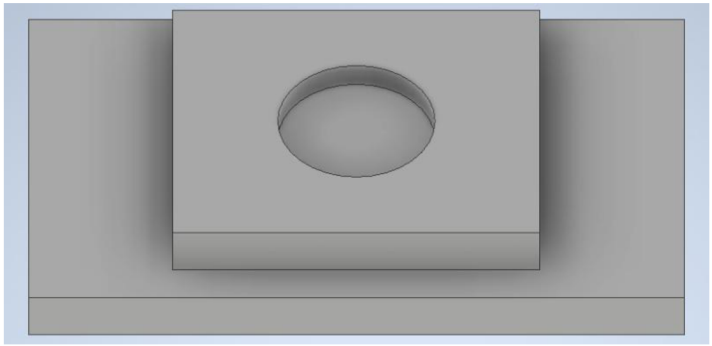


Obr. č. 37 Funkce kružnice (vlastní dílo autora)

11. Vysunete, ale tentokrát zvolíte jiný směr, a to směr Obrácený. Vzdálenost A bude tentokrát 10 mm. Prozatím by měl model vypadat takto.

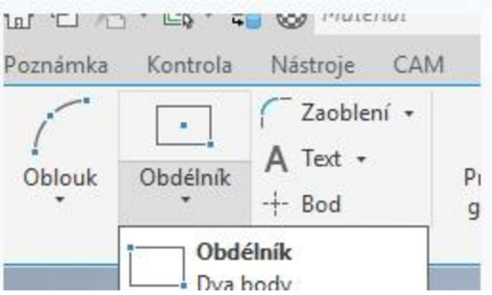


Obr. č. 38 Nastavení vysunutí B (vlastní dílo autora)



Obr. č. 39 3D model C (vlastní dílo autora)

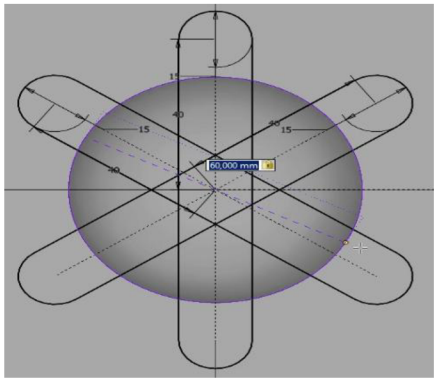
12. Vytvořte další náčrt na stejné ploše jako jste tvořili kružnici. Najeďte na šipku pod obdélníkem a vyberte drážku střed.



Obr. č. 40 Nabídka funkce obdélník (vlastní dílo autora)

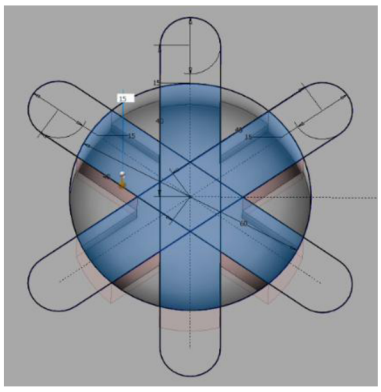
Obr. č. 41 Drážka střed (vlastní dílo autora)

13. Klikněte na střed kružnice a posuňte se nahoru o 40 mm potom dejte šířku drážky 15 mm. Stejným způsobem dokončete další dvě drážky podle přiloženého výkresu. Musíte doplnit i jejich úhel. Jakmile máte všechny tři drážky na svém místě vložte i kružnici o Ø60mm. Je to z důvodu toho, že každá část tohoto náčrtu je vysunuta do jiné hloubky.

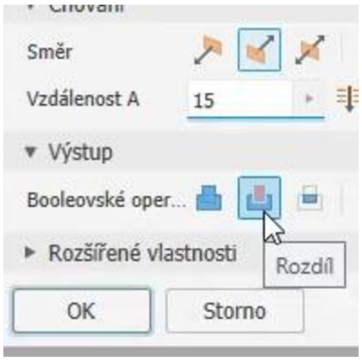


Obr. č. 42 2D náčrt drážek (vlastní dílo autora)

14. Vyberete funkci vysunutí a zvolíte všechny plochy uvnitř kružnice, tyto plochy budou vysunuté do hloubky 15 mm. Abyste dosáhly požadovaného tvaru musíte zvolit Výstup a tam tlačítko Rozdíl. Poté dejte OK.

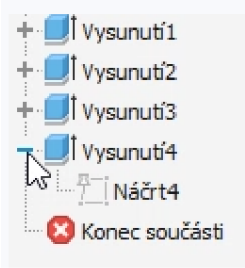


Obr. č. 43 Vysunutí drážek (vlastní dílo autora)

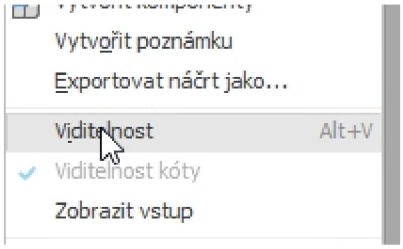


Obr. č. 44 Výstup rozdíl (vlastní dílo autora)

15. Teď ale potřebujete vysunout ještě krajní části drážek, do hloubky 8 mm. Jenže náčrt vám zmizel. Abyste ho nemuseli kreslit znovu můžete rozkliknout poslední vysunutí pomocí znaku + a pravým tlačítkem kliknout na Náčrt4, tam zvolíte viditelnost.

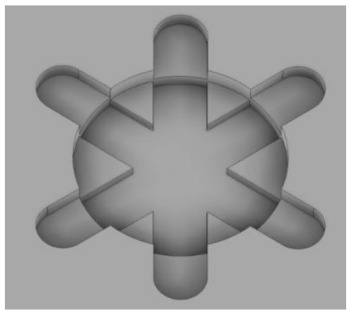


Obr. č. 45 Náčrt4 (vlastní dílo autora)



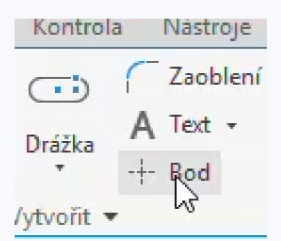
Obr. č. 46 Viditelnost náčrtu4 (vlastní dílo autora)

16. Poté vysuňte stejným způsobem jen kraje drážek a poté viditelnost Náčrtu4 stejným způsobem zase vypněte.



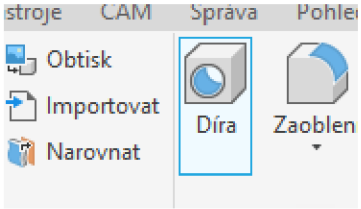
Obr. č. 47 3D model D (vlastní dílo autora)

17. Vytvořte náčrt v místě středu drážek a zvolte funkci Bod. Poté klikněte na střed a dokončete náčrt.



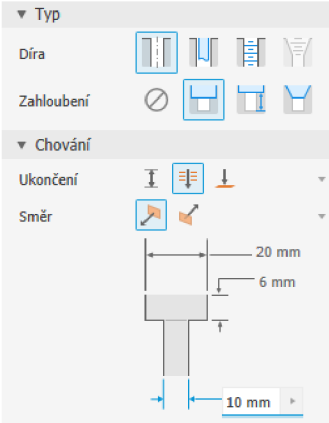
Obr. č. 48 Funkce Bod (vlastní dílo autora)

18. Jako další zvolte funkci Díra, a klikněte na vámi vytvořený bod. Poté uvidíte všechny změny, které uděláte v tabulce rovnou na modelu.

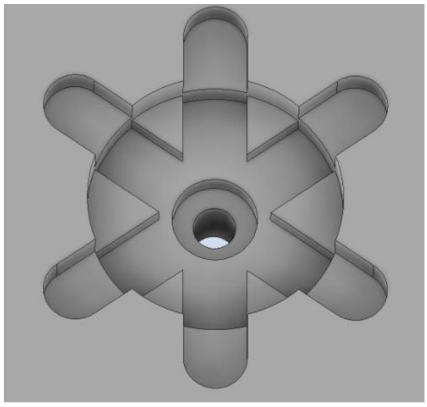


Obr. č. 49 Funkce Díra (vlastní dílo autora)

19. Při volbě této díry nastavte jednoduchou díru s válcovým zahloubením a ukončením skrz celý materiál. Průměr zahloubení je 20 mm a široký 6 mm. Díra je vrtána Ø10. Potvrďte výběr.

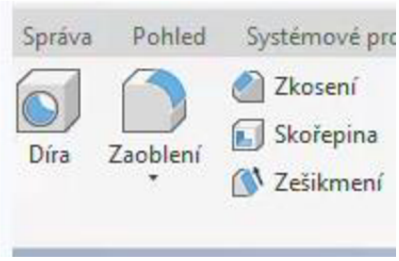


Obr. č. 50 Nastavení díry (vlastní dílo autora)

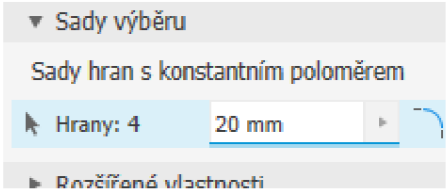


Obr. č. 51 3D model E (vlastní dílo autora)

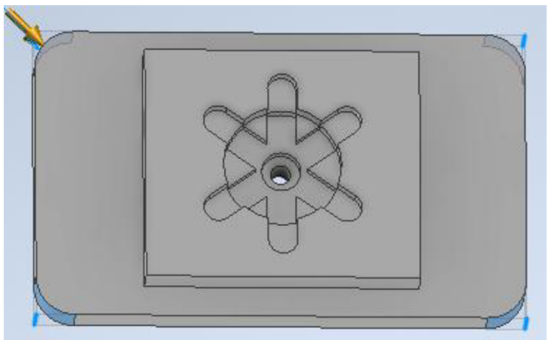
20. Jako další se podíváte na první z několika zaoblení na modelu. Budete zaoblovat rohy spodní části modelu. Najděte funkci zaoblení a vyberete všechny rohy, které chcete zaoblit se stejným rádiusem 20 mm.



Obr. č. 52 Funkce zaoblení (vlastní dílo autora)

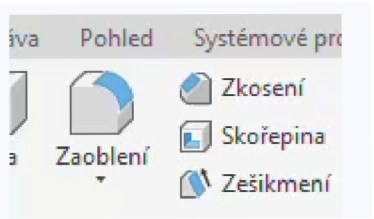


Obr. č. 53 Rádius zaoblení (vlastní dílo autora)

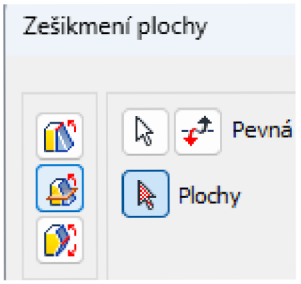


Obr. č. 54 Výběr rohů k zaoblení (vlastní dílo autora)

21. Jako další udělejte zešikmení prostředního čepu. Rozklikněte funkci zešikmení a potom zvolte možnost Pevná rovina.

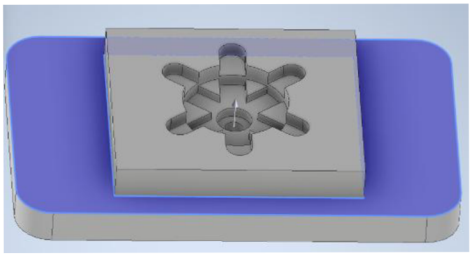


Obr. č. 55 Funkce zešikmení (vlastní dílo autora)

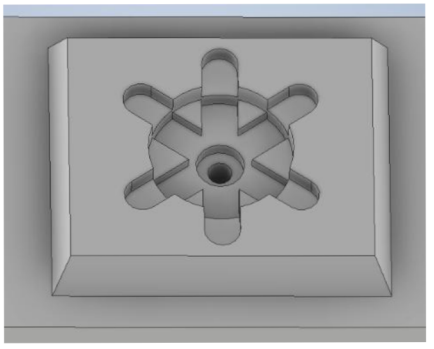


Obr. č. 56 Pevná rovina (vlastní dílo autora)

22. Zvolte jako pevnou rovinu vrchní část spodku tělesa. Nastavte úhel na 20°. A vyberte všechny plochy, které chcete zešikmit.

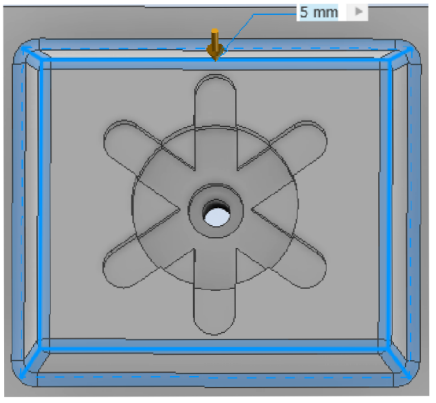


Obr. č. 57 Plochy zešikmení (vlastní dílo autora)



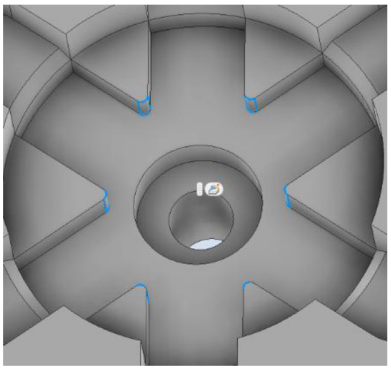
Obr. č. 58 3D model F (vlastní dílo autora)

23. Zůstaňte u čepu, zvolte zaoblení a vyberte všechny hrany, které se u něj nachází a zaoblete je 5 mm.



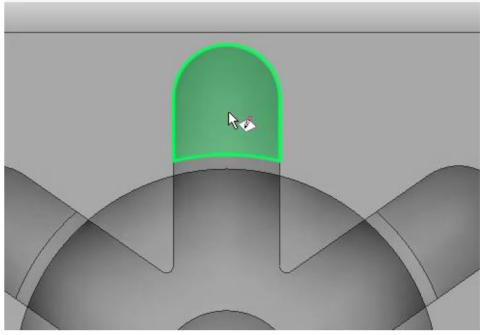
Obr. č. 59 Zaoblení čepu (vlastní dílo autora)

24. Poté zaoblete všechny vnitřní ostré hrany vzniklých trojúhelníků 1 mm, které vznikly v průřezu drážek.

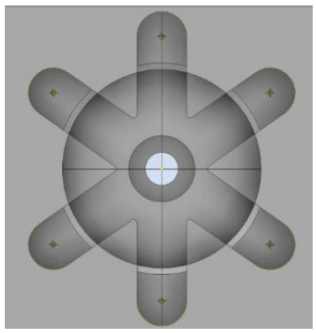


Obr. č. 60 Zaoblení hran drážek (vlastní dílo autora)

25. Nyní zvolte další 2D náčrt, tentokrát klikněte na plochu se zaoblením drážky. Poté vytvořte body ve všech středech půlkruhů drážek a dokončete náčrt.

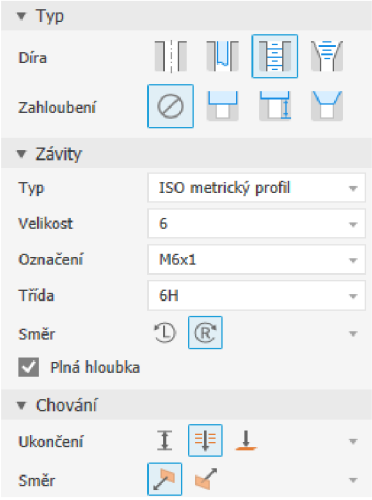


Obr. č. 61 2D náčrt středů děr (vlastní dílo autora)

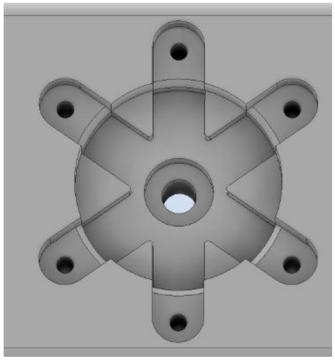


Obr. č. 62 Umístění středů děr v drážkách (vlastní dílo autora)

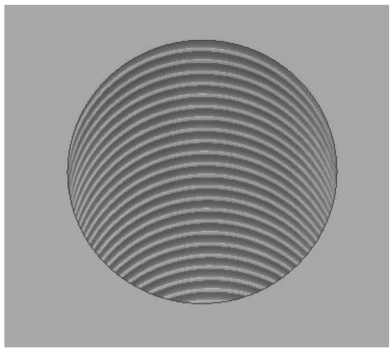
26. Klikněte na funkci díry a nastavte tam díru se závitem, tyto otvory budou bez zahloubení a dejte tam pravý metrický závit M6x1, který bude po celé délce díry. Ukončení nastavte tak, aby bylo skrze vše a potvrďte.



Obr. č. 63 Nastavení díry se Závitem (vlastní dílo autora)

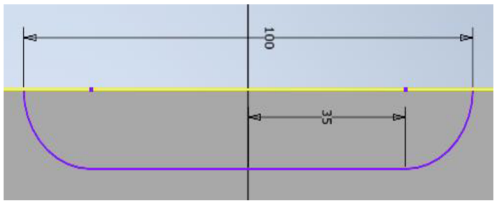


Obr. č. 64 Ukázka děr na drážkách (vlastní dílo autora)

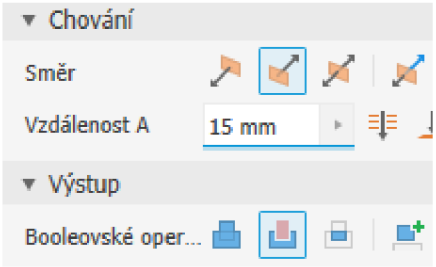


Obr. č. 65 Závit M6 (vlastní dílo autora)

27. Jako další nakreslete na spodní část modelu půlku drážky, která má celkovou délku 100 mm. Využijte funkce čáry a oblouku střed. Dejte dokončit a vysuňte o 15 mm a výstupem bude rozdíl.

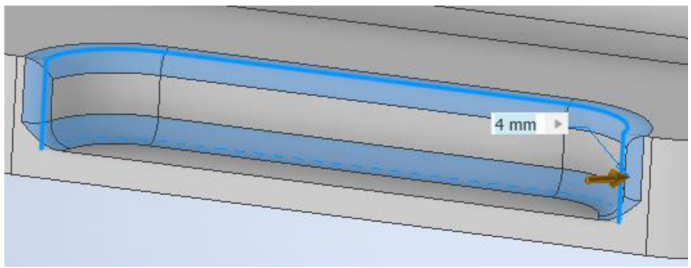


Obr. č. 66 Půlka drážky (vlastní dílo autora)



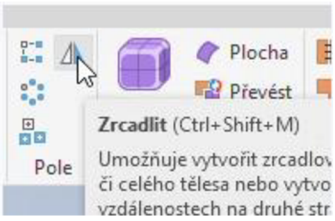
Obr. č. 67 Vysunutí půlky drážky (vlastní dílo autora)

28. Zaoblete všechny hrany vytvořené půl drážky, hodnotou budou 4 mm.

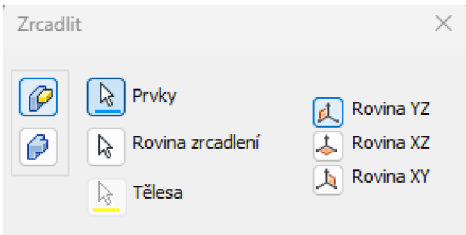


Obr. č. 68 Zaoblení hran drážky (vlastní dílo autora)

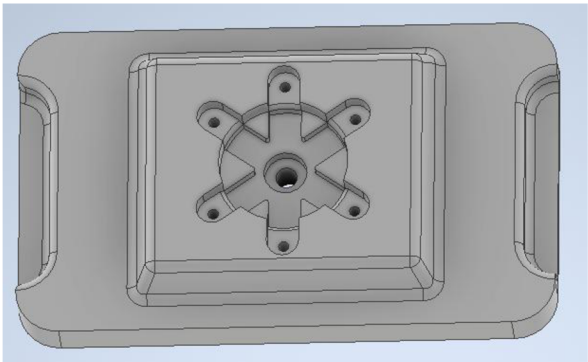
29. Pokud se podíváte na výkres modelu, tak si všimnete, že tuto drážku potřebujete udělat i na druhé straně, abyste nemuseli znovu vytvářet 2D náčrt a následně zaoblení využijte funkce zrcadlit. Po vybrání této funkce klikněte na drážku, kterou chcete přenést na druhou stranu, nezapomeňte kliknout i na zaoblené plochy drážky a vyberte Rovinu YZ. Jestli jste všechny kroky udělali správně, tak by mněla být na druhé straně úplně stejná drážka.



Obr. č. 69 Funkce zrcadlit (vlastní dílo autora)

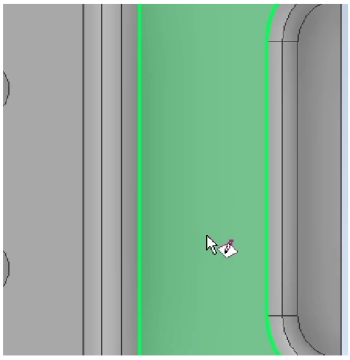


Obr. č. 70 Výběr prvků (vlastní dílo autora)

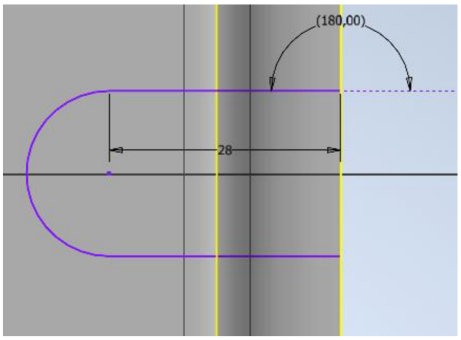


Obr. č. 71 3D Model G (vlastní dílo autora)

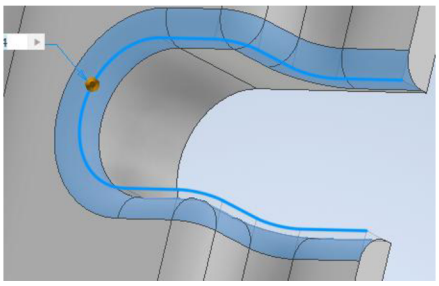
30. Načrtněte na plochu vedle předchozí drážky, poslední prvek vzorového modelu. A to podle rozměrů na výkrese. Poté dejte vysunout do 20 mm. A zaoblete vrchní hranu 4 mm.



Obr. č. 72 Výběr plochy pro 2D náčrt (vlastní dílo autora)

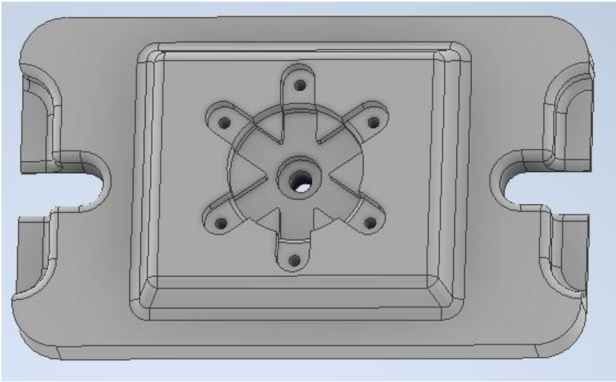


Obr. č. 73 Náčrt poslední drážky (vlastní dílo autora)



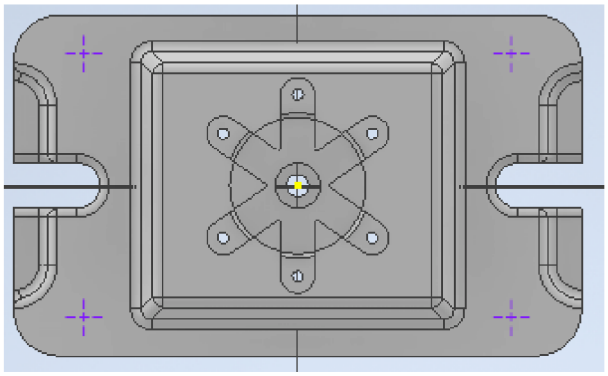
Obr. č. 74 Zaoblení vrchních hran (vlastní dílo autora)

31. Stejným způsobem dejte zrcadlit tento tvar tím, že vyberete všechny plochy a zvolíte rovinu pomocí, které chcete zrcadlit. Tím by měl váš model vypadat zatím takto.

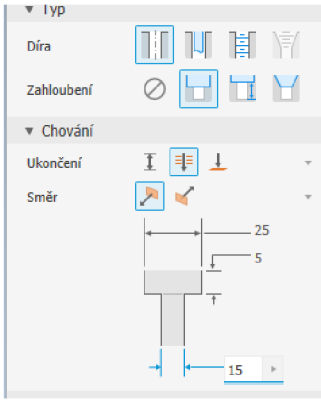


Obr. č. 75 3D model H (vlastní dílo autora)

32. Zbývá poslední operace, a to jsou čtyři díry na krajích daného modelu. Středy děr označte pomocí bodů na náčrt a poté využijte funkci díry a navolte požadované hodnoty.

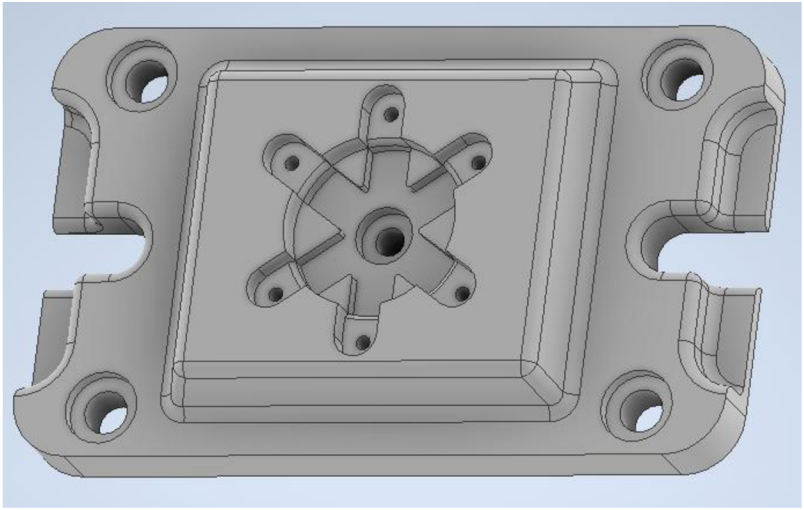


Obr. č. 76 Středy děr (vlastní dílo autora)



Obr. č. 77 Nastavení děr (vlastní dílo autora)

33. Máte hotový model, v další části se podívejte na funkce CAM a vyzkoušejte si je.



Obr. č. 78 Hotový 3D model (vlastní dílo autora)

5.4 Vytvoření CAM nastavení a nástrojů

V tomto modulu nastavíte CAM tak, aby byl připraven k využití generování pohybů nástrojů.

Výukové cíle:

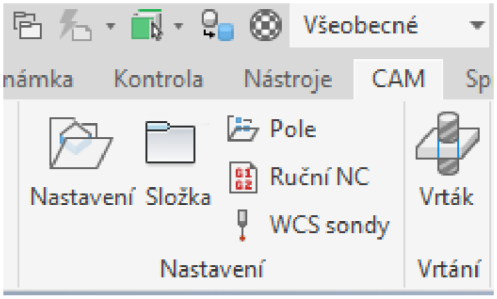
• Pochopit základní funkce CAM.

• Vytvořit nástroje a jejich úpravy.

• Definovat polohu pracovního souřadnicového systému (WCS).

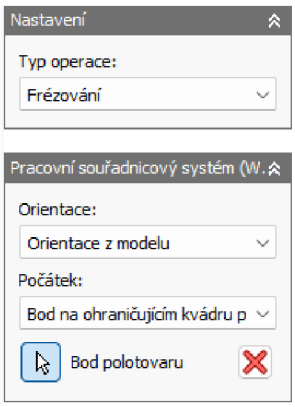
• Nastavit surový obrobek.

1. Otevřete si CAM v Autodesk Inventoru 2025 pomocí karet nahoře. A zvolte nastavení.



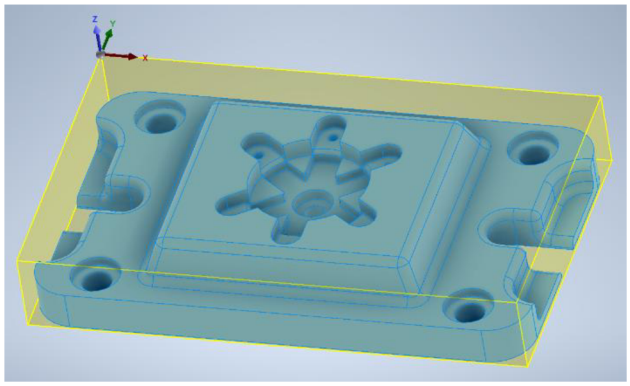
Obr. č. 79 Spuštění funkce CAM (vlastní dílo autora)

2. V něm si musíte zkontrolovat typ operace, který musí být frézování. Pokud jste si správně nastavili počáteční rovinu pří tvorbě modelu a máte správně osy Z nahoru, Y dopředu a X doprava. Zvolíte orientaci z modelu, pokud ne, tak osy upravte pomocí dalších možností při rozkliknutí dialogového menu. Počátek si nastavte na Bod na ohraničujícím kvádru polotovaru.



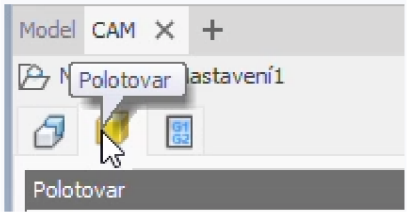
Obr. č. 80 Nastavení CAM A (vlastní dílo autora)

3. Vyberte si levý horní roh tak, aby byl souřadnicový systém jako to vidíte na obrázku. Tento roh reprezentuje zadní levý roh surového obrobku, když je upevněn ve svěráku. Zároveň si jako model obrábění označte Vámi vytvořený model. Zlaté ohraničení modelu znázorňuje polotovar, ze kterého budete daný obrobek frézovat.

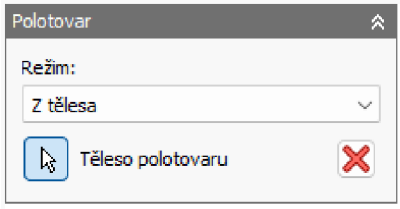


Obr. č. 81 Model obrábění (vlastní dílo autora)

4. Přesuňte se na polotovar a tam vyberte režim z tělesa a klikněte na model.

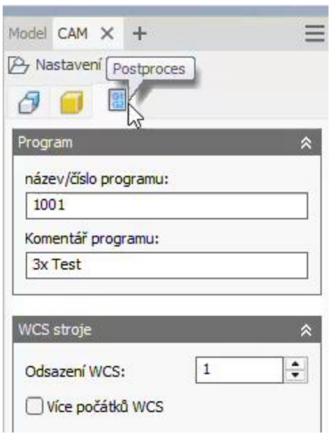


Obr. č. 82 Polotovar (vlastní dílo autora)

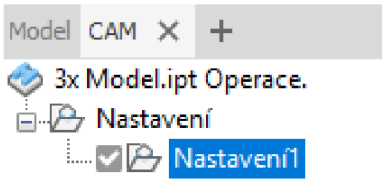


Obr. č. 83 Režim polotovaru (vlastní dílo autora)

5. Nyní navolíte postproces, tam nechejte název/číslo programu 1001. Do komentáře programu napište 3x Test a poté dejte 1 do odsazení WCS. Dejte OK a zkontrolujte, zda máte uložené nastavení v přehledu.

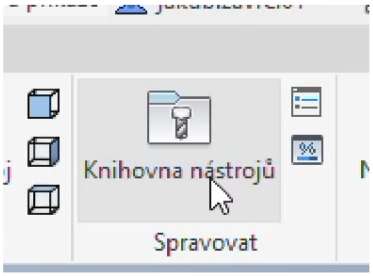


Obr. č. 84 Postproces (vlastní dílo autora)

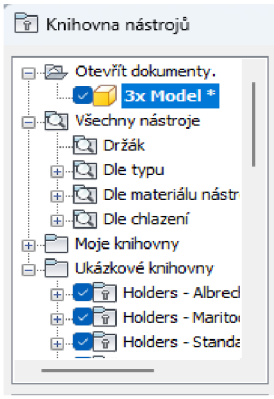


Obr. č. 85 Nastavení CAM B (vlastní dílo autora)

6. Najeďte na knihovnu nástrojů a prozkoumejte, co vše nabízí za nástroje a možnosti.

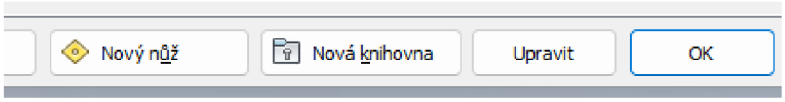


Obr. č. 86 Knihovna nástrojů (vlastní dílo autora)

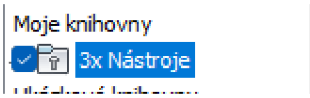


Obr. č. 87 Výběr knihoven (vlastní dílo autora)

7. Zvolte Moje knihovny a dole dejte Nová knihovna a pojmenujte jí 3x Nástroje.

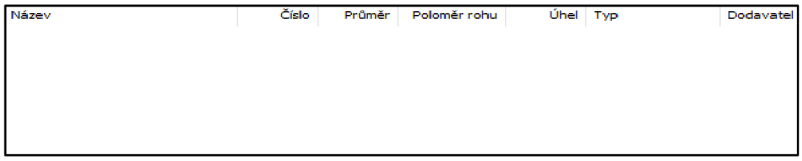


Obr. č. 88 Nová knihovna (vlastní dílo autora)



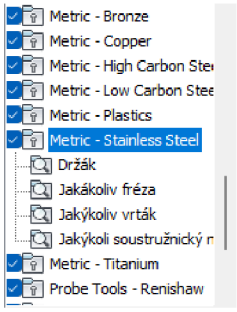
Obr. č. 89 3x Nástroje (vlastní dílo autora)

8. Všimněte si, že nová knihovna zatím neobsahuje žádné nástroje. Nástroje mohou být zkopírovány a vloženy z jiných existujících knihoven nebo si můžete nástroje vytvořit úplně nové.

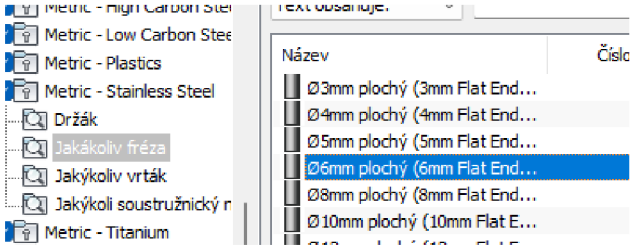


Obr. č. 90 Prázdná knihovna (vlastní dílo autora

9. Vyhledejte knihovnu s názvem Metric – Stainless Steel, tam zvolte podsložku Jakákoliv fréza a vyberte Ø6 mm plochý.

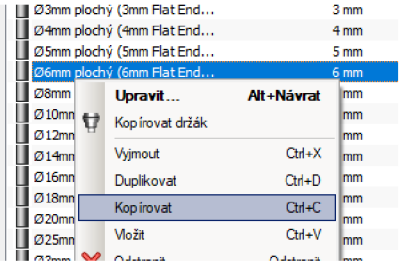


Obr. č. 91 Knihovna Metric (vlastní dílo autora)

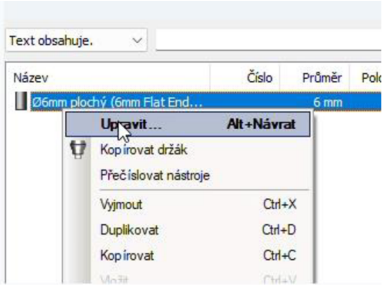


Obr. č. 92 Fréza Ø6mm (vlastní dílo autora)

10. Jakmile najdete správný nástroj, můžete ho zkopírovat a poté vložit do své nové složky nástrojů. Klikněte na něj pravým tlačítkem a dejte upravit.

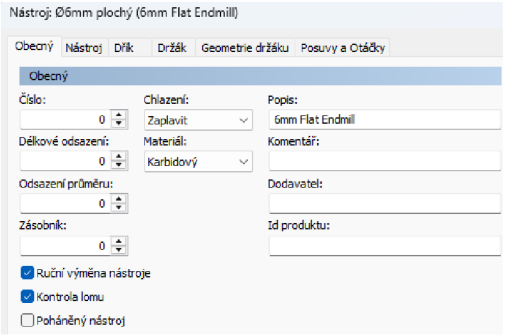


Obr. č. 93 Kopírovat nástroj (vlastní dílo autora)



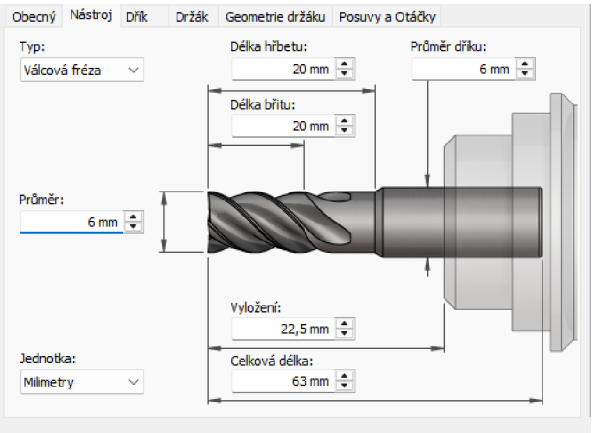
Obr. č. 94 Upravit nástroj (vlastní dílo autora)

11. Obecné nastavení nástroje obsahuje číslo nástroje, které je důležité pro výměny nástrojů na různé operace. Dále se zde mění délkové odsazení a odsazení průměru. Určete, v jakém zásobníku se nachází, můžete vybrat i možnost ruční výměny nástrojů. Možnosti chlazení a také materiál nástroje. Celá pravá část obsahuje informace, které mohou pomoci obsluze stroje vybrat správný nástroj. Všechny tyto informace se totiž objeví v listu nastavení programu a také G-kodů.



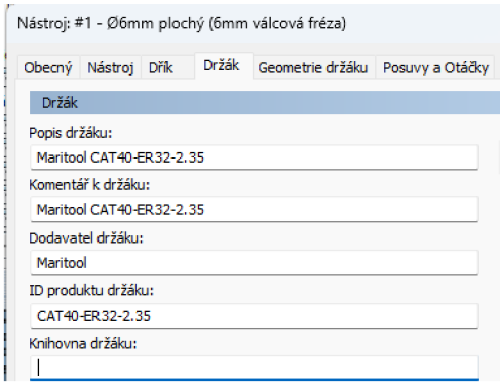
Obr. č. 95 Obecné nastavení nástroje (vlastní dílo autora)

12. Pokračujte na záložku nástroj a všimněte si jaké všechny parametry nástroje je možné upravovat. Tyto parametry musí přesně odpovídat nástroji, kterým chcete obrábět vytvořený model.

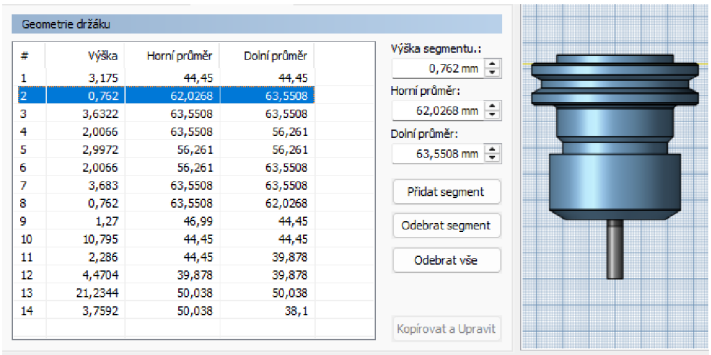


Obr. č. 96 Parametry nástroje (vlastní dílo autora)

13. Posuňte se na další možnosti, tentokrát Držák a Geometrie držáku. Všimněte si, jaké možnosti vám, která záložka nabízí. V záložce držák máte možnost vybrat si jakýkoliv držák, který je uložený v programu nebo ho popsat pro lepší práci s ním. V geometrii držáku můžete všechny parametry držáku upravit, tak aby vyhovoval k výrobě požadovaného výrobku.

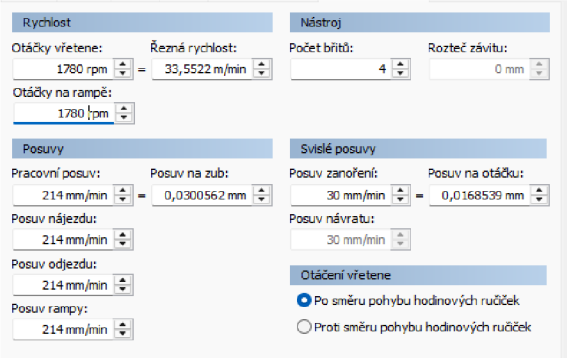


Obr. č. 97 Držák (vlastní dílo autora)



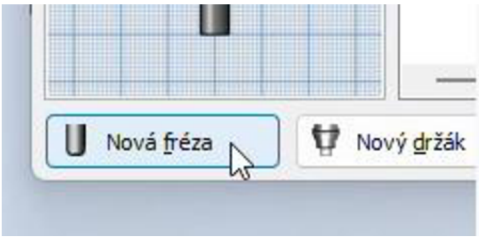
Obr. č. 98 Geometrie držáku (vlastní dílo autora)

14. Poslední záložka s názvem Posuvy a Otáčky umožňuje měnit veškeré pracovní rychlosti a posuvy, které jsou velmi důležité k jakémukoliv obrábění. Mimo to si můžete nastavit počet břitů nástroje a také směr otáčení vřetene stroje. Pokud jste s nastavením spokojeni stačí kliknout OK a nástroj bude v knihovně změněn.



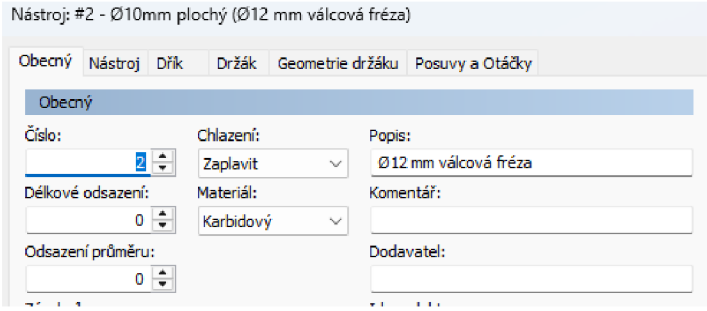
Obr. č. 99 Posuvy a Otáčky (vlastní dílo autora)

15. Ovšem nástroje nemusíte jenom kopírovat a následně upravovat, ale jde si vytvořit zcela nový nástroj. Výběrem Nové frézy vlevo dole v okně knihovny.



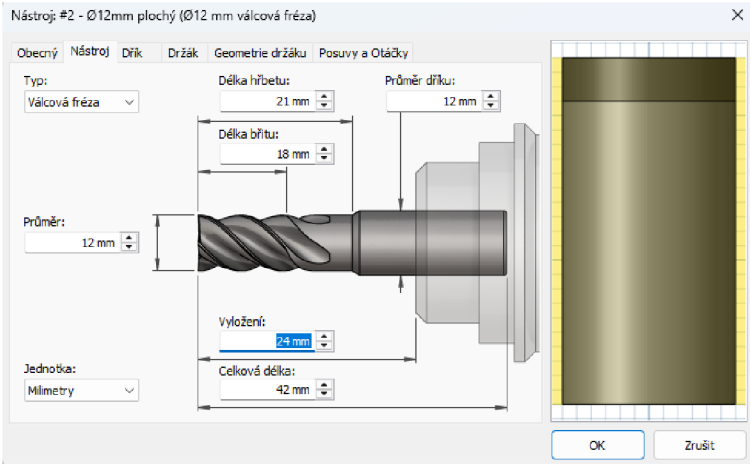
Obr. č. 100 Nová fréza (vlastní dílo autora)

16. Změňte číslo nástroje na hodnotu 2. Chlazení dejte zaplavit a materiál nástroje zvolte karbidový a pojmenujte jí Ø12 mm válcová fréza.



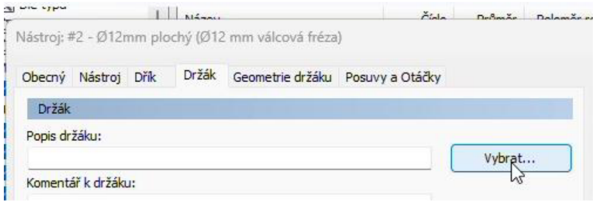
Obr. č. 101 Obecné nastavení nástroje (vlastní dílo autora)

17. Jako další nastavte parametry nástroje. Prvním je typ frézy, a ta bude válcová. Její průměr i průměr dříku bude 12 mm a celková délka 42 mm. Délka břitu bude 18 mm a délka hřbetu 21 mm. Délku vyložení zadejte 24 mm.

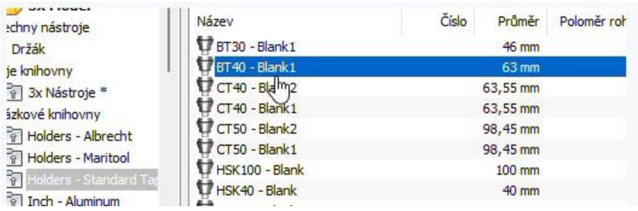


Obr. č. 102 Nastavení parametrů nové frézy (vlastní dílo autora)

18. Pokračujte na držák a tam dejte vybrat. Objeví se vám nabídka držáku a vlevo zvolte Holders – Standard Taper Blanks. Ukáže se vám nabídka držáku a zvolíte BT40 – Blank1.

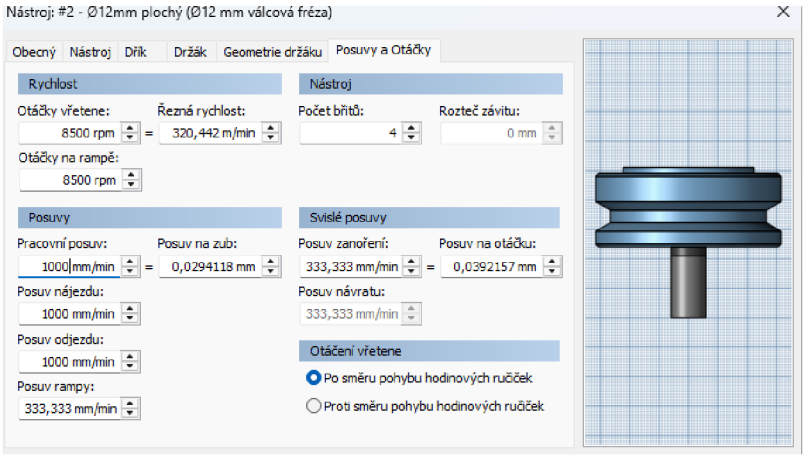


Obr. č. 103 Výběr držáku (vlastní dílo autora)



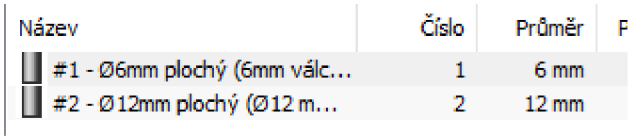
Obr. č. 104 Knihovna standardních držáku (vlastní dílo autora)

19. Nyní dejte posuvy a otáčky a tam nastavte otáčky vřetene na 8500 rpm, všimněte si, že některé další hodnoty se automaticky změnili, je to proto, že jsou vypočítány pomocí rovnice. Například řezná rychlost je vypočítána vynásobením π, otáček vřetena a průměru nástroje a následně vydělením číslem tisíc. v = π *D * n / 1000 [m / s]. Pokud se chcete o jakékoliv hodnotě dozvědět něco navíc stačí najet kurzorem na příslušný řádek a zobrazí se vám další informace. Jako další vyberte počet břitů 4 a otáčení vřetene zkontrolujte, že je označeno po směru pohybu hodinových ručiček.



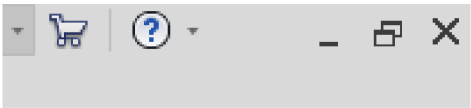
Obr. č. 105 Volba posuvu a otáček (vlastní dílo autora)

20. Všimněte si, že nyní ve vaší knihovně máte dva nástroje. Pokud byste chtěli změnit jejich pořadí můžete na ně kliknout pravým tlačítkem a v nastavení hned v obecné záložce změnit jejich číslo. Pokud jste se vším spokojeni můžete knihovnu zavřít.



Obr. č. 106 Pořadí nástrojů (vlastní dílo autora)

21. Vaše knihovny nástrojů se ukládají přímo do počítače to znamená, že nemusíte ukládat projekt, aby se změny nástrojů uložili. Také to znamená, že když budete vytvářet jiný obrobek, tak vytvořené nástroje zůstanou v knihovně a tím pádem je budete moci použít.



Obr. č. 107 Ukončení programu (vlastní dílo autora)

5.5 Použití funkcí CAM pro obrábění

V tomto modulu nastavíte CAM k možnosti využití generování pohybů nástrojů.

Výukové cíle:

• Vytvořit pohyby nástrojů k tvorbě požadovaných tvarů.

• Vytvořit operace vrtání.

• Vytvořit 2.5 osové hrubovací operace.

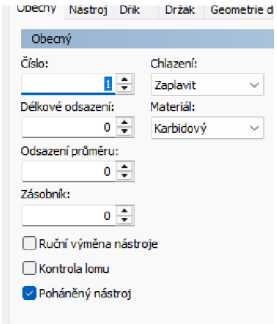
• Vytvořit 2.5 osové dokončovací operace.

1. Vytvořte si všechny potřebné nástroje do složky nástrojů 3x model. Budete celkově potřebovat 9 nástrojů.

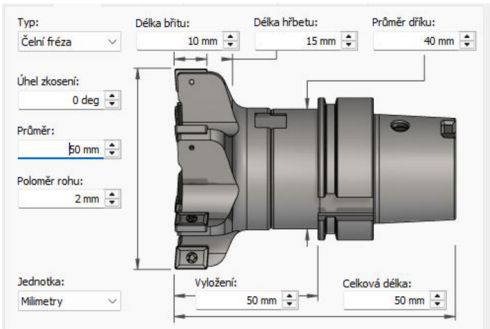
Název	Číslo	Průměr	Poloměr rohu	Úhel	Typ	Dodavatel
#1 - Ø50R2mm plocha	1	50 mm	2 mm	0°	Čelní fréza	
#2 - Ø24mm plochý (Ø24 m...	2	24 mm			Válcová fréza	
#3 - Ø12mm plochý (Ø12 m...	3	12 mm			Válcová fréza	
#4 - Ø8mm koule (Toroidní fr...	4	8 mm	4 mm		Kulová fréza	
#5 - Ø8mm navrtáváček (Na...	5	8 mm		118°	Navrtáváček	
#6 - Ø10mm navrtávák	6	10 mm		118°	Navrtávák	
#7 - Ø15mm vrták	7	15 mm		118°	Vrták	
#8 - Ø5mm vrták	8	5 mm		118°	Vrták	
#9 - Ø6x1mm pravý závit (Z...	9	6 mm	0 mm	0°	Závitník (pravý)	

Obr. č. 108 Seznam nástrojů (vlastní dílo autora)

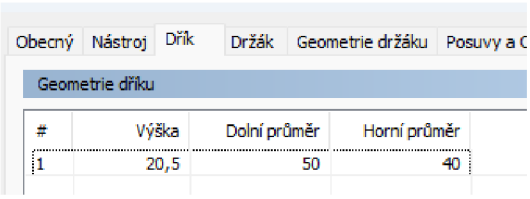
2. Jako první vytvořte nástroj pro frézování čelní plochy. V obecné záložce zkontrolujte číslo nástroje, to by mělo být 1 a změňte materiál na karbidový. Je velice důležité přepsat případné automaticky doplněné hodnoty u délkového odsazení i u odsazení průměru na hodnotu 0. Poté v nástroji změňte typ na čelní frézu a nastavte délky podle obrázku. Ke dříku si přidejte tento segment, který je na druhém obrázku. Držák si vyberte BT40 – Blank1. U posuvů a otáček je hlavní změnit otáčky vřetene na 5000 rpm. Počet břitů 4 a směr otáčení vřetene po směru hodinových ručiček.



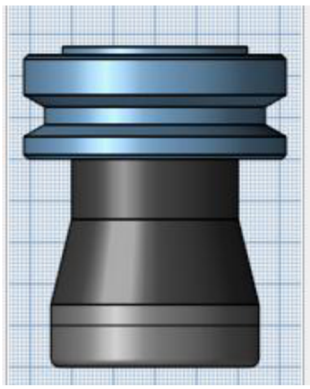
Obr. č. 109 Číslo nástroje (vlastní dílo autora)



Obr. č. 110 Parametry čelní frézy (vlastní dílo autora)

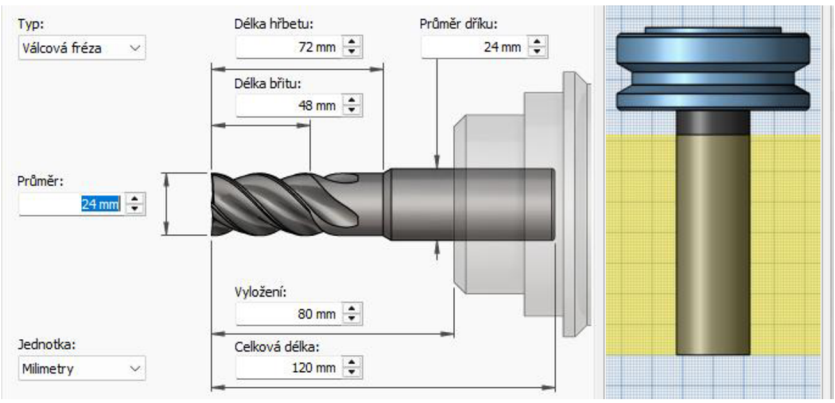


Obr. č. 111 Dřík čelní frézy (vlastní dílo autora)



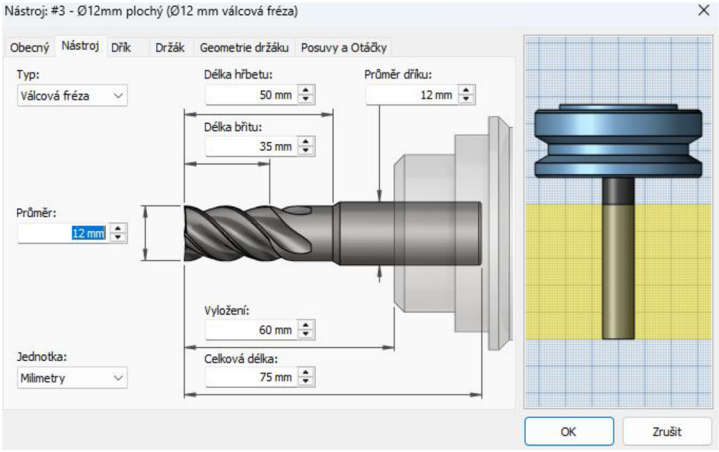
Obr. č. 112 Čelní fréza (vlastní dílo autora)

3. Nyní nástroj číslo 2, kterým bude válcová fréza o rozměrech uvedených na obrázku níže. Držák zvolte opět BT40 – Blank1. A u posuvů a otáček opět nastavte otáčky vřetene na 5000 rpm a frézu na počet 4 břitů. Tento nástroj vám opracuje velké množství materiálu kolem prostředního čepu.



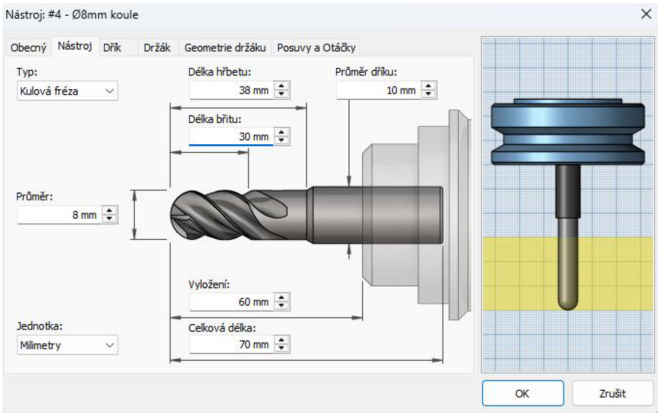
Obr. č. 113 Válcová fréza Ø24 mm (vlastní dílo autora)

4. Válcová fréza pro frézování drážek a kapes.



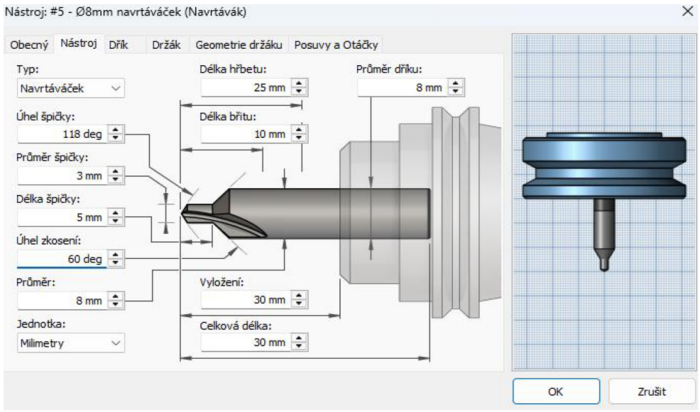
Obr. č. 114 Válcová fréza Ø12 mm (vlastní dílo autora)

5. Čtvrtým nástrojem je Kulová fréza, která vám umožňuje frézovat velké zkosené plochy.



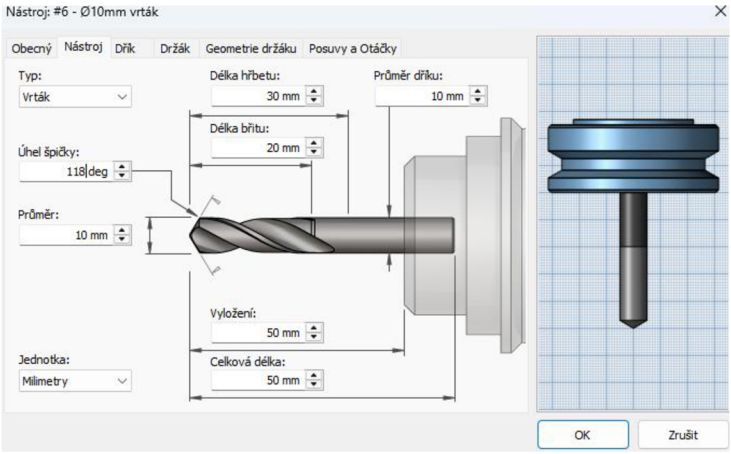
Obr. č. 115 Kulová fréza Ø8 mm (vlastní dílo autora)

6. Navrtáváček je dalším nástrojem, který je důležitý pro předvrtání otvorů a tím zajistí větší přesnost následného vrtání. U tohoto nástroje můžete materiál nechat rychlořeznou ocel HSS. Další změna je počet břitů, který tady bude stejně jako u ostatních dvou vrtáků.



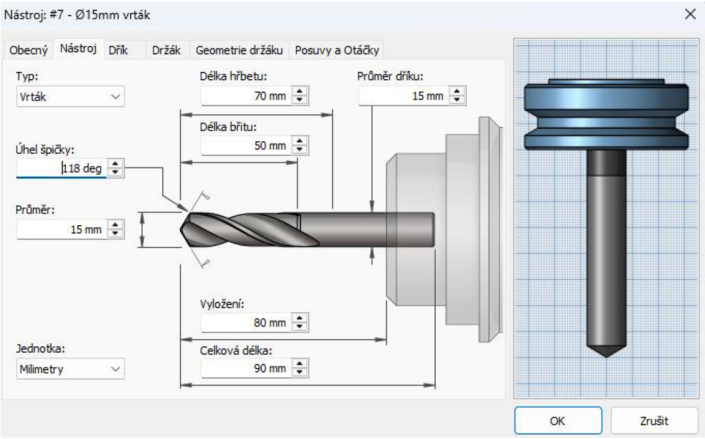
Obr. č. 116 Navrtáváček (vlastní dílo autora)

7. Proto, že máte vyvrtávat díry průměru 15 mm a jednu díru o průměru 10 mm, vytvořte si vrták, kterým větší díry můžete předvrtat, k dosažení větší přesnosti a lepšího povrchu.



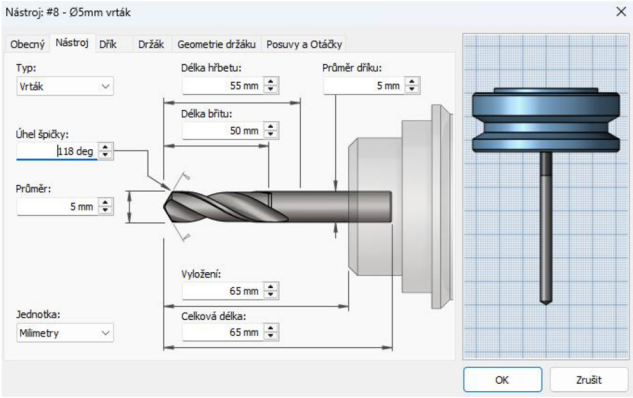
Obr. č. 117 Vrták Ø10 mm (vlastní dílo autora)

8. Vytvořte vrták průměru 15 mm, ten budete používat k vyvrtání čtyř děr na vnějším obvodu vedle prostředního čepu a následně pomoci frézy rozšíříte tyto otvory na kruhové kapsy.



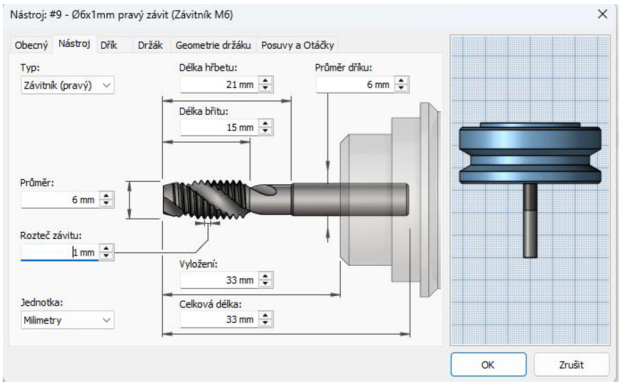
Obr. č. 118 Vrták Ø15 mm (vlastní dílo autora)

9. Vrták s průměrem 5 mm použijete pro předvrtání děr k následném vyřezání závitů M6 pomocí jednorázového závitníku.



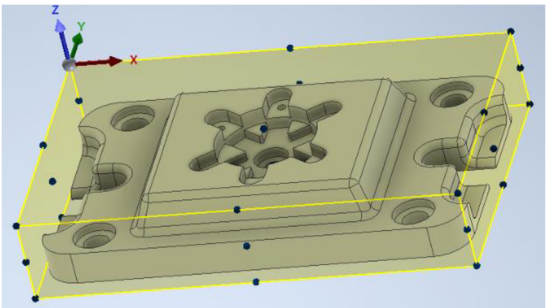
Obr. č. 119 Vrták Ø5 mm (vlastní dílo autora)

10. Posledním nástrojem potřebným k výrobě tohoto výrobku, který jste vytvořili v rámci předchozího kroku 2D náčrtu a následnému 3D modelu. Je pravý závitník M6x1 mm.



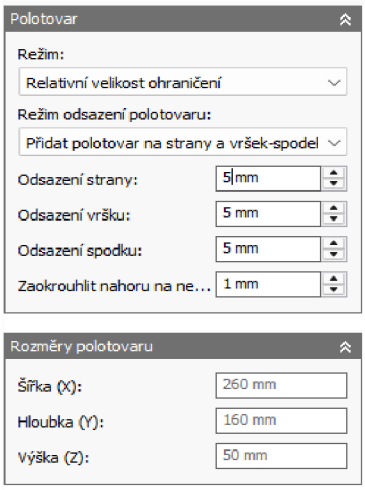
Obr. č. 120 Závitník M6 (vlastní dílo autora)

11. Zkontrolujte si, že máte po rozkliknutí nastavení CAM správně vybraný polotovar a také umístění pracovního souřadnicového systému (WCS). Měli byste ho vidět v levém horním rohu.



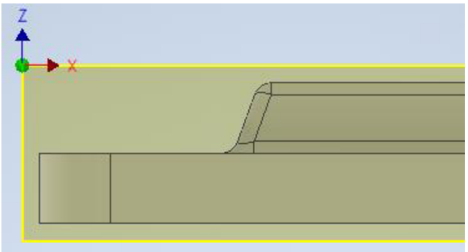
Obr. č. 121 WCS (vlastní dílo autora)

12. V záložce polotovar nastavte režim Relativní velikost ohraničení. Tam dejte přidat polotovar na strany a vršek-spodek. Odsazení strany, odsazení vršku a odsazení spodku nastavte 5 mm A zaokrouhlit nahoru na nejbližší přepište na 1 mm. V rozměrech polotovaru zkontrolujte hodnoty šířky 260 mm, hloubky 160 mm a výšky 50 mm.



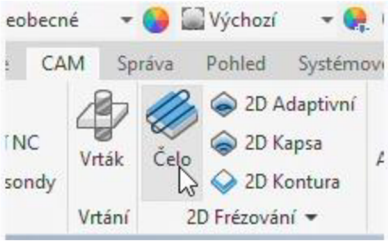
Obr. č. 122 Nastavení polotovaru (vlastní dílo autora)

13. Teď když máte správně nastavený projekt a všechny potřebné nástroje k jeho výrobě, tak musíte vytvořit pracovní operace, abyste vyřezali tvar vytvořeného modelu. Podívejte se na to, že nyní máte materiál navíc ze všech stran. Jako první odstraníte materiál na čele obrobku.



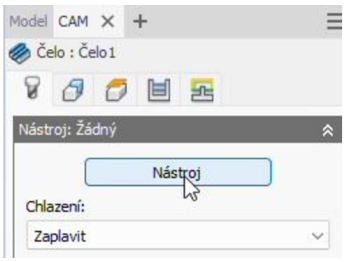
Obr. č. 123 Materiál polotovaru (vlastní dílo autora)

14. Vyberte funkci Čelo u 2D Frézování.

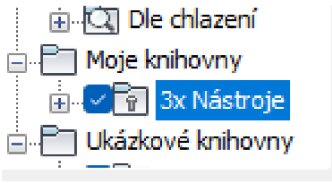


Obr. č. 124 Funkce čelo (vlastní dílo autora)

15. Tam musíte zvolit vhodný nástroj pro frézování čelní plochy. Klikněte na tlačítko nástroj. Otevře se vám knihovna nástrojů. A tam vyberte knihovnu s názvem 3x Nástroje, kterou jste si před chvílí vytvořili.

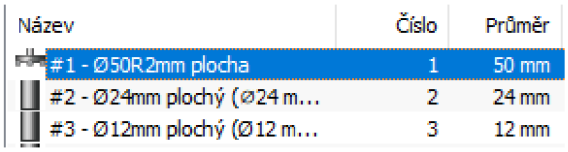


Obr. č. 125 Výběr vhodného nástroje (vlastní dílo autora)



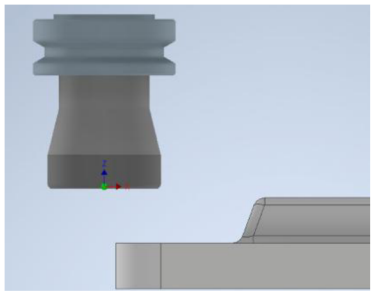
Obr. č. 126 Knihovna 3x Nástroje (vlastní dílo autora)

16. A použijte nástroj číslo 1, průměr 50 mm čelní frézu. Dole dejte vybrat a tím se vám zobrazí zvolený nástroj v nastaveném pracovním souřadnicovým systému (WCS).



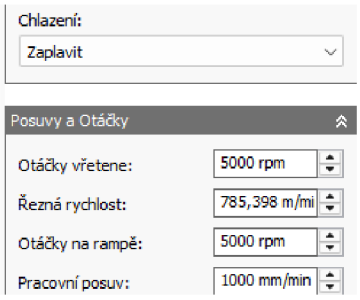
Název	Číslo	Průměr
#1 - Ø50R2mm plocha	1	50 mm
#2 - Ø24mm plochý (Ø24 m...	2	24 mm
#3 - Ø12mm plochý (Ø12 m...	3	12 mm

Obr. č. 127 Nástroj č.1 (vlastní dílo autora)



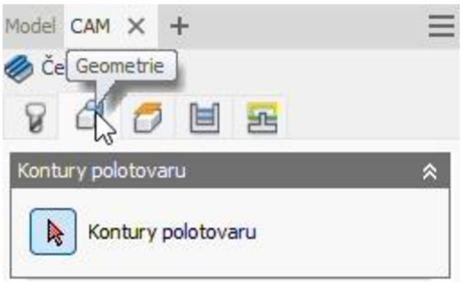
Obr. č. 128 Zobrazení nástroje (vlastní dílo autora)

17. Nyní vlevo máte další nastavení. Chlazení necháte zaplavit a jediné, co změníte u posuvů a otáček, budou otáčky vřetene na 5000 rpm. Ostatní hodnoty se změní sami v závislosti na tuto změnu.

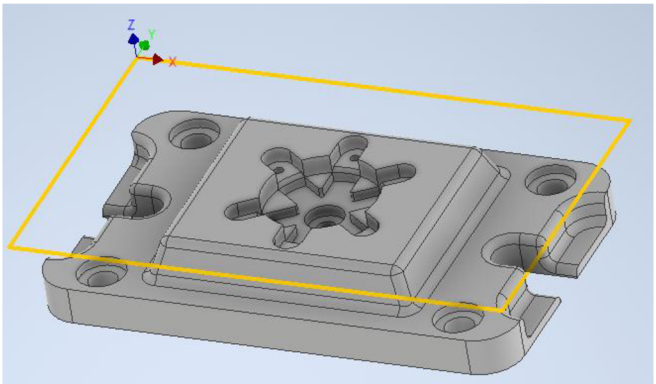


Obr. č. 129 Chlazení (vlastní dílo autora)

18. Přesuňte se na záložku Geometrie a všimněte si, že Autodesk Inventor automaticky vybral obvod polotovaru. To je správné nastavení, a tak můžete pokračovat.



Obr. č. 130 Nastavení geometrie (vlastní dílo autora)



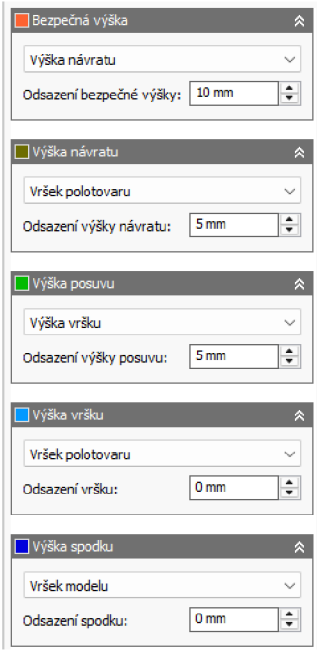
Obr. č. 131 Ukázka správného nastavení (vlastní dílo autora)

19. Zvolte další možnosti a tou jsou výšky. Je důležité vědět, co každá z těchto výšek znamená. Bezpečná výška je ta, do jaké výšky nástroj odjede rychloposuvem při přechodu na začátek dráhy nástroje.

    Výška návratu určuje, do jaké hodnoty se nástroj posune před dalším řezným záběrem.

    Výška posuvu je výška, do které se nástroj pohybuje rychloposuvem před změnou na posuv a zanořením do součásti.

    Výška vršku označuje výšku, kde se má začít obrábět a výška spodku značí do jaké hloubky má obrábět pomocí vybrané operace. Hodnoty, které se nám objevili automaticky, zkontrolujte a pokud jsou v pořádku můžete pokračovat na další výběr.

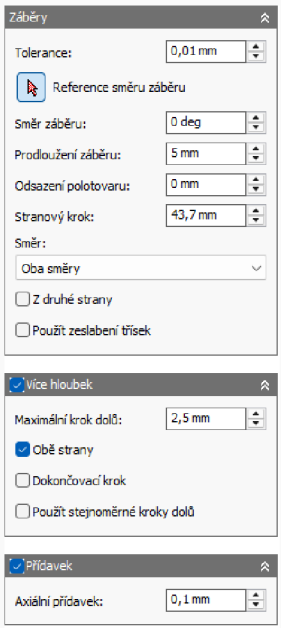


Obr. č. 132 Nastavení výšek (vlastní dílo autora)

20. Jako další jsou záběry, kde se nachází tolerance, ve které bude výrobek zhotovený. Důležité je také prodloužení záběru, které umožní nástroji vyjet ze záběru a díky tomu snížit zatížení nástroje, což prodlouží jeho životnost. Ten nastavte na 5 mm.

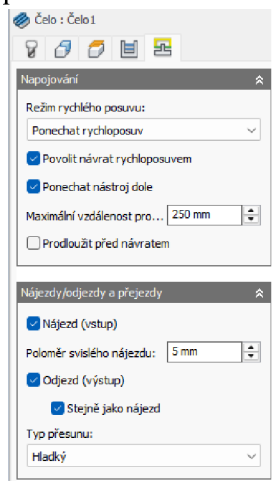
    A jako další je důležitý stranový krok, který určuje kolik milimetru bude fréza zabírat horizontálně. Poslední prvek, na který se zaměřte je směr obrábění a tam u čelní plochy nechte oba směry. To zajistí, že se vám fréza nebude muset vracet zpět bez záběru, ale bude brát materiál tam i zpět.

    Rozklikněte více hloubek a zvolte maximální krok dolů ten nastavte na 2,5 mm a nechte zaškrtnuté obě strany. Jako další dejte přídavek a tam dejte 0,1 mm. Je to přídavek, který necháme na dokončovací operaci.



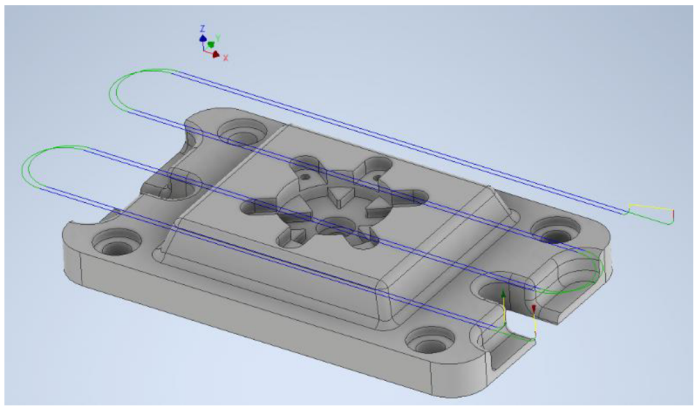
Obr. č. 133 Nastavení záběrů (vlastní dílo autora)

21. U poslední záložky napojování si projděte funkce k dispozici. Pokud máte projité všechny možnosti, tak dejte dole potvrdit pomocí OK.



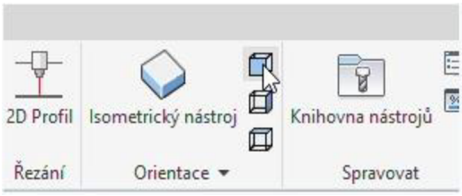
Obr. č. 134 Napojování A (vlastní dílo autora)

22. Prohlédněte si vytvořené pohyby nástroje a zkontrolujte, zdali to vypadá správně. Modré čáry značí řezné pohyby nástroje. Zelené značí příjezdy a výjezdy nástroje. Žluté znamenají rychloposuv.

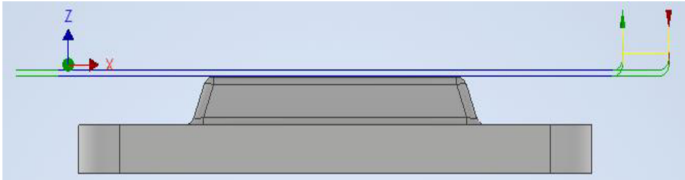


Obr. č. 135 Pohyby nástroje (vlastní dílo autora)

23. Pro lehčí prohlížení výrobku můžete použít isometrický nástroj. Vyberte kostku nahoře a podívejte se na model. Podívejte se, že polotovar byl obroben po vrch modelu.

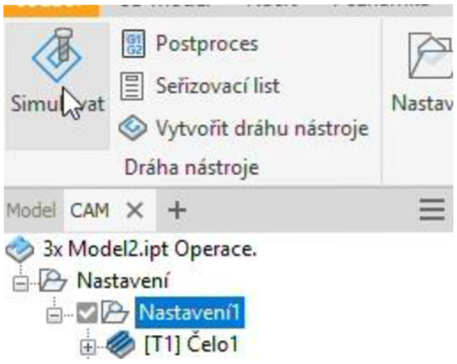


Obr. č. 136 Isometrický nástroj (vlastní dílo autora)

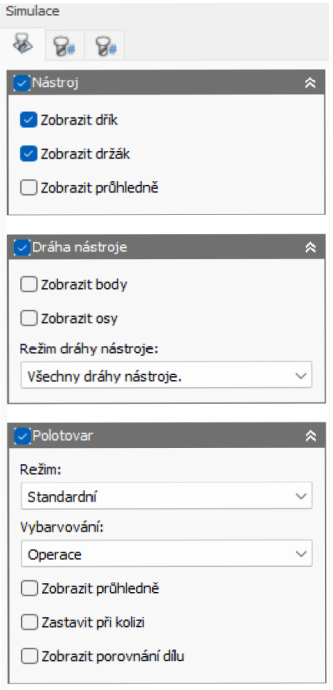


Obr. č. 137 Pohled ze strany (vlastní dílo autora)

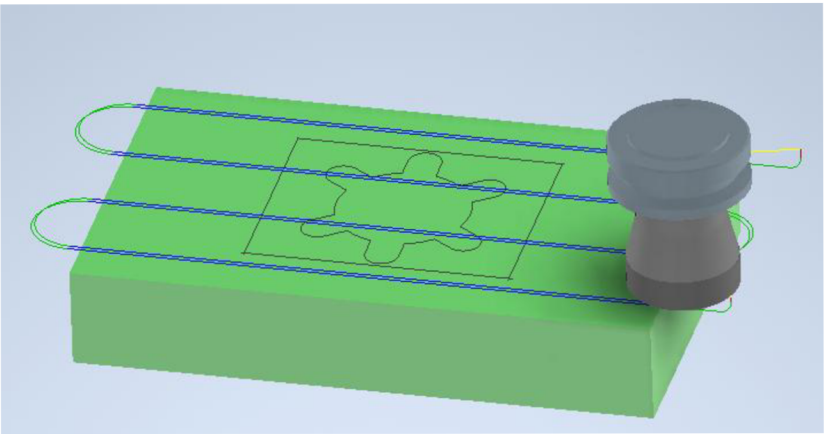
24. Jako další kontrolu můžete zkontrolovat simulaci, která nám ukáže pohyb nástroje, odběr materiálu a také zbývající polotovar. Navíc je to velmi užitečné se ujistit před tím, než půjdete na další operaci, že je všechno bezchybné. Simulace totiž v přesném momentu, na spodní časové lince označí červeným označením kolize nebo jiné problémy při zhotovení. Pokud chcete simulovat pouze danou operaci můžete jí označit a kliknout na tlačítko simulovat, ale je lepší kliknout na nastavení1 a tím se spustí všechny operace, které se tam zatím nachází. Pokud chcete vidět dráhu nástroje a polotovar musíte si obě tato políčka zaškrtnout. Navíc je na spodní zelené liště přesné rozdělení podle operací. Pokud jste s výsledkem spokojeni pokračujte na další operaci.



Obr. č. 138 Funkce simulovat (vlastní dílo autora)

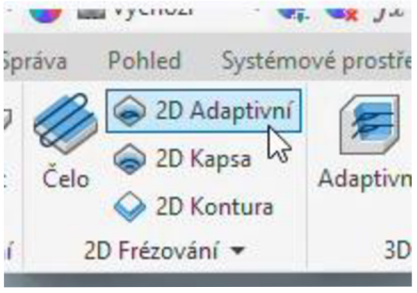


Obr. č. 139 Nastavení simulace (vlastní dílo autora)



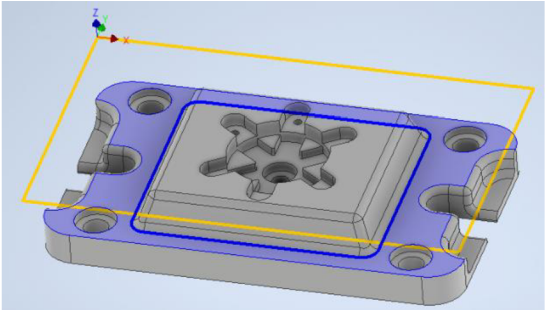
Obr. č. 140 Simulace A (vlastní dílo autora)

25. Jako další operaci zvolte 2D adaptivní. Tato funkce umožňuje obrobit více tvaru daného obrobku, přičemž ponechá konstantní zatížení nástroje.



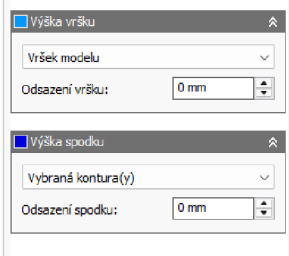
Obr. č. 141 Funkce 2D Adaptivní A (vlastní dílo autora)

26. Autodesk Inventor automaticky ponechal vybraný nástroj z předchozí operace. Tento nástroj změňte a použijte válcovou frézu o průměru 24 na tuto operaci. Pokračujte do záložky geometrie a vyberte tuto plochu označenou modrou barvou, je to proto, že se chcete zbavit materiálu, který přebývá kolem prostředního čepu. Zaškrtněte kontury polotovaru a pokračujte na nastavení výšky.



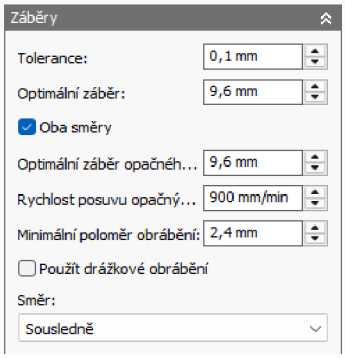
Obr. č. 142 Výběr plochy A (vlastní dílo autora)

27. V nastavení výšky musíte upravit výšku vršku, a to na vršek modelu, je to z toho důvodu, že jste již pomocí předchozí operace odebraly 5 mm, které jste nastavili, jako přídavek materiálu polotovaru. Pokud byste to neudělali, tak bude fréza jezdit těchto 5 mm vzduchem nad obrobkem, než začne odebírat třísku. Výška spodku může zůstat vybraná kontura, což znamená po plochu, kterou jste zvolili v předchozím kroku.

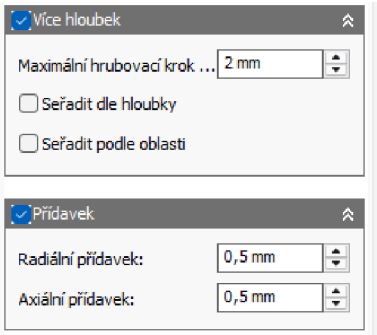


Obr. č. 143 Výšky modelu A (vlastní dílo autora)

28. V záložce záběry budete muset vybrat několik funkcí. Prvním krokem je vybrat oba směry a zkontrolovat sousledné frézování. Další je velmi důležité zaškrtnout více hloubek a zvolit maximální hrubovací krok 2 mm. U přídavku nastavte u radiálního i axiálního 0,5 mm.

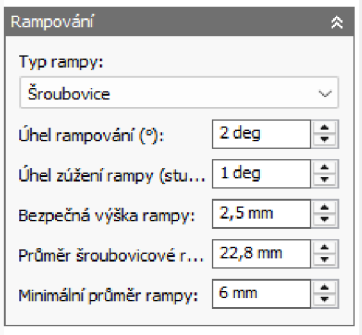


Obr. č. 144 Záběry A (vlastní dílo autora)



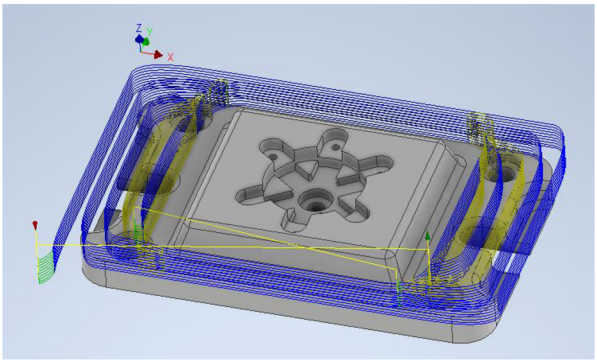
Obr. č. 145 Hloubky a přídavky (vlastní dílo autora)

29. Nyní nastavte napojování tedy především upravte rampování. Zkontrolujte, jestli máte typ rampy šroubovice, úhel rampování 2° i úhel zúžení rampy 1°. Minimální průměr rampy 6 mm a dejte potvrdit.



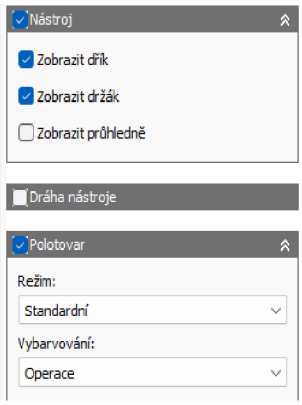
Obr. č. 146 Rampování A (vlastní dílo autora)

30. Prohlédněte, jestli vygenerované dráhy nástroje jsou správně a vytvořili požadovaný tvar. Při pohledu ze strany se ujistěte, že zůstal materiál k dokončení.

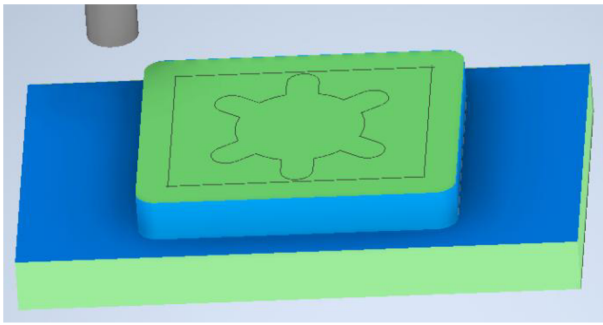


Obr. č. 147 Vygenerované dráhy nástroje (vlastní dílo autora)

31. Podívejte se i na simulaci, jestli se neobjevila žádná chyba. Na konci simulace, pokud chcete lépe vidět, jak po této operaci prozatím vypadá polotovar můžete vypnout drahý nástroje. Můžete si pohrát i s vybarvováním u simulace. Pokud necháte vybarvování podle operací, tak každá operace bude mít jinou barvu.

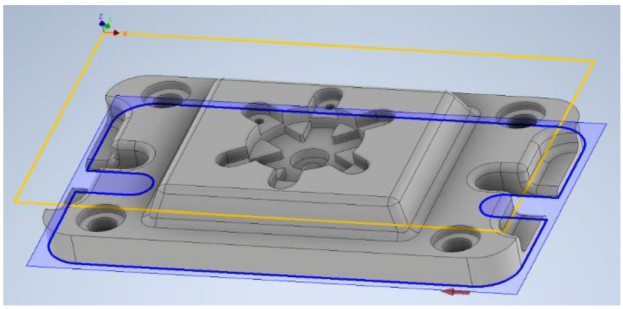


Obr. č. 148 Nástroj a polotovar (vlastní dílo autora)



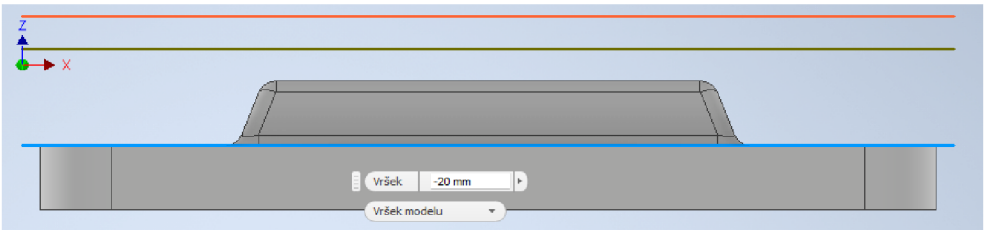
Obr. č. 149 Simulace B (vlastní dílo autora)

32. Použijte opět funkci 2D adaptivní, ale tentokrát vyberte obvod spodní části modelu. Nástrojem zvolíte válcovou frézu o průměru 12 mm. Tento nástroj by měl mít číslo 3 v knihovně 3x Model. Tentokrát se zhotoví na rozměr modelu celý obvod jeho spodku.



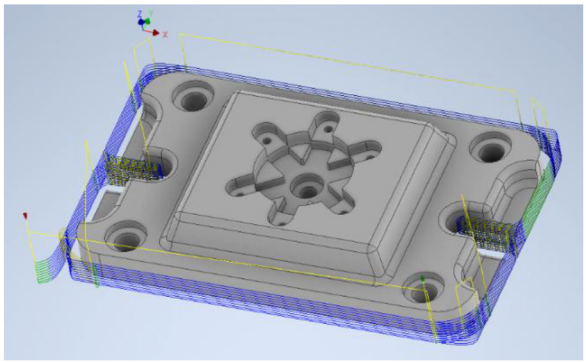
Obr. č. 150 Funkce 2D adaptivní B (vlastní dílo autora)

33. V nastavení výšky musíte opět upravit výšku vrchu. Zvolíte vršek modelu a pomocí funkce odsazení vrchu, která se nachází hned pod výběrem místa výšky vršku. Pomocí odsazení najeďte do výšky, která byla u poslední operace jako výška spodku. Pro lepší manipulaci si dejte pohled z boku, kde uvidíte až bude modrá čára na nejvyšším bodě spodní části modelu.

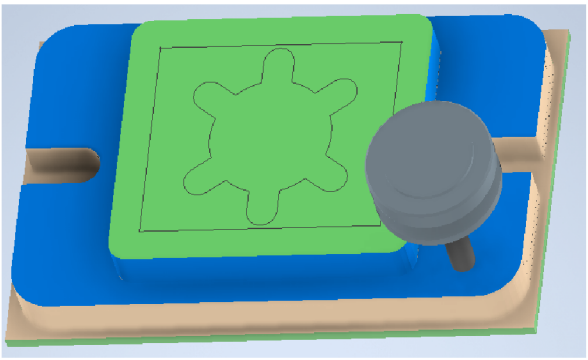


Obr. č. 151 Boční pohled výšek (vlastní dílo autora)

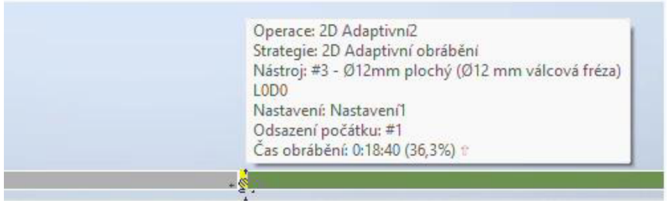
34. V záložce záběru stačí vybrat oba směry a můžete potvrdit tuto operaci. Podívejte se na dráhy nástroje a zkontrolujte bezchybnost pomocí simulace. Pokud nechcete sledovat i předchozí operace simulace je možné dole na spodní časové lince přeskočit pomocí kliknutí na poslední operaci.



Obr. č. 152 Dráhy nástroje A (vlastní dílo autora)

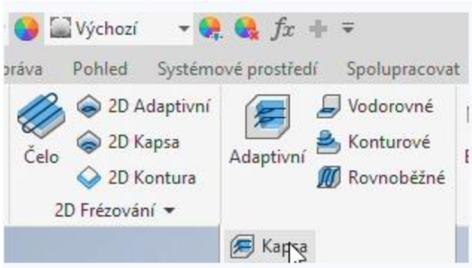


Obr. č. 153 Simulace C (vlastní dílo autora)



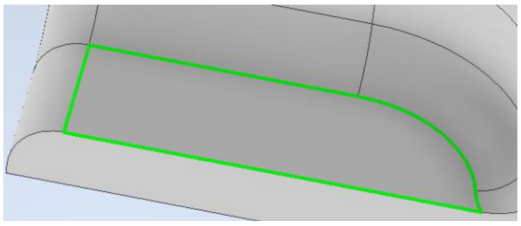
Obr. č. 154 Časová linie (vlastní dílo autora)

35. Nyní nechte vyrobit drážky na obou krajích spodku modelu. Vyberte funkci Kapsa, která se objeví po rozkliknutí tlačítka 3D frézování. Je to obvyklá hrubovací strategie pro efektivní odebírání velkého množství materiálu. Nástroj nechte stejný jako u předešlého frézování.

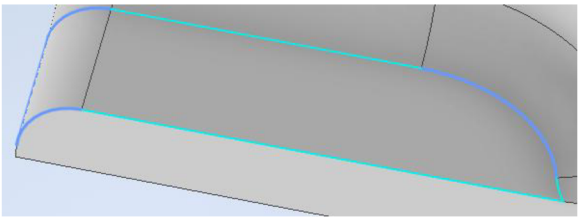


Obr. č. 155 Funkce Kapsa (vlastní dílo autora)

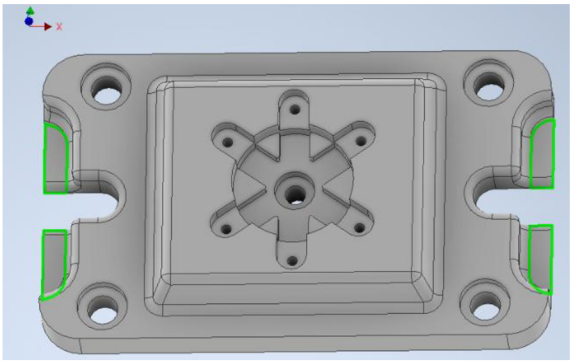
36. Výběr plochy hranice obrábění zde bude o něco složitější, z důvodu nerovnoměrné plochy a také proto, že budete muset vybírat čtyři různá místa. Jako první si musíte vybrat tuto plochu a pote musíte kliknout na zelenou čáru, abyste k ní mohli přidat i zaoblenou hranu vlevo od ní, to je zobrazeno modře. Tímto způsobem označte všechny čtyři drážky, které potřebujete vybrat.



Obr. č. 156 Výběr plochy B (vlastní dílo autora)

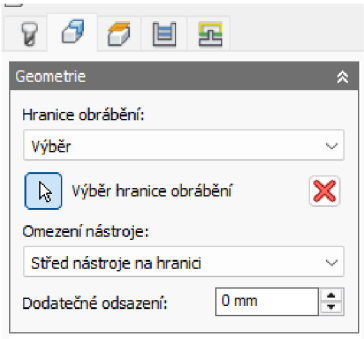


Obr. č. 157 Výběr plochy se zaoblením (vlastní dílo autora)

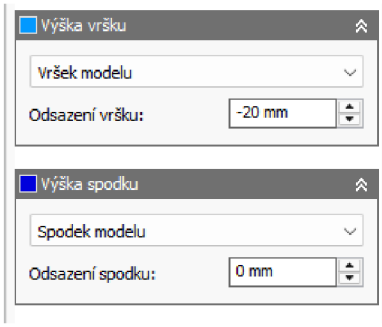


Obr. č. 158 Ukázka vybraných ploch (vlastní dílo autora)

37. V záložce geometrie musíte mít u omezení nástroje vybráno střed nástroje na hranici. A nastavte si výšku vršku na vršek modelu s odsazením -20 mm a výšku spodku na spodek modelu. Poté můžete dát OK.

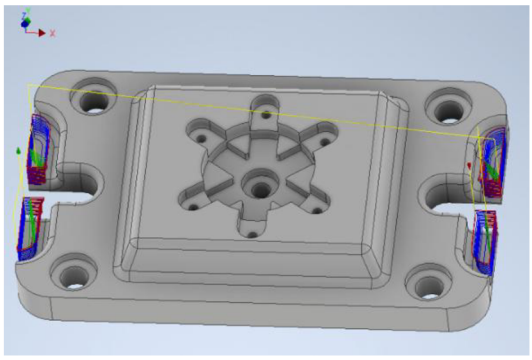


Obr. č. 159 Omezení nástroje A (vlastní dílo autora)

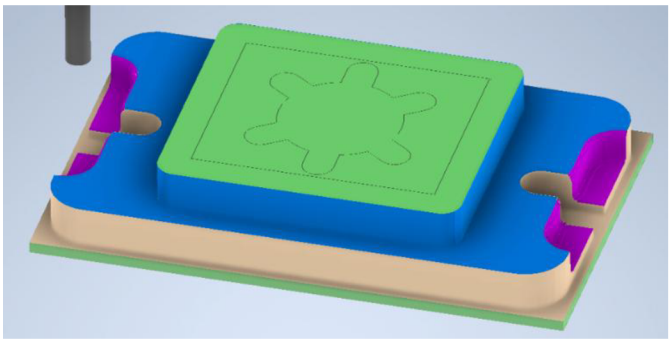


Obr. č. 160 Výšky modelu B (vlastní dílo autora)

38. Opět pro kontrolu se podívejte na dráhy nástroje a také na simulaci. Pokud je odfrézováno to, co jste chtěli a pohyby nástroje na sebe dobře navazují můžete pokračovat. Přiložené obrázky vám potvrdí správnost vaší operace.

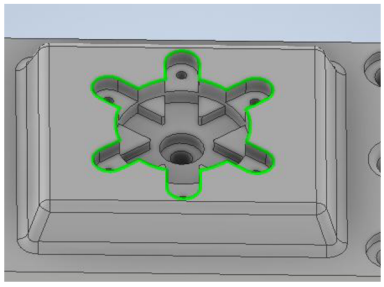


Obr. č. 161 Dráhy nástroje B (vlastní dílo autora)

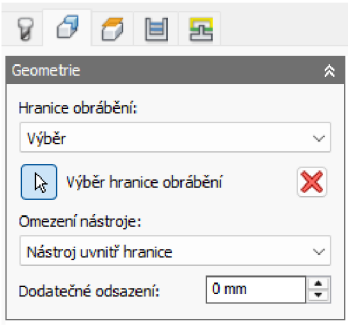


Obr. č. 162 Simulace D (vlastní dílo autora)

39. Pomocí funkce kapsa vyrobíte prostřední kapsu, která se musí vybrat v záložce geometrie při výběru hranice obrábění, ale tentokrát musíte použít jiné omezení nástroje než předtím. A to nástroj uvnitř hranice.

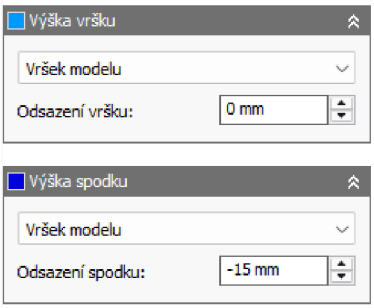


Obr. č. 163 Hranice obrábění (vlastní dílo autora)



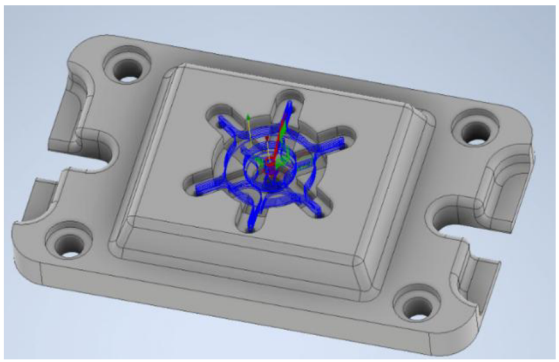
Obr. č. 164 Omezení nástroje B (vlastní dílo autora)

40. Při nastavování výšek vycházejte z předchozích operací. To znamená, že výška vršku bude vršek modelu a výška spodku bude také vršek modelu, ale musíte změnit odsazení spodku na -15 mm.

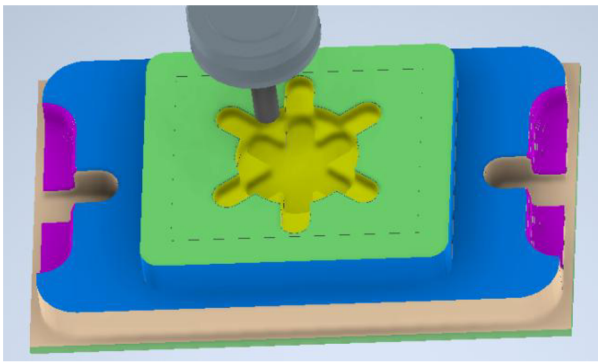


Obr. č. 165 Výšky modelu C (vlastní dílo autora)

41. Zkontrolujte dráhy nástroje a všimněte si, že tato funkce bez problému zvládla vyfrézovat různé drážky do jiné hloubky, a dokonce v určitých místech i tu stejnou. Pokud se v simulaci neobjevili žádné kolize a pohyby nástroje vypadaly v pořádku můžete jít na další operaci.

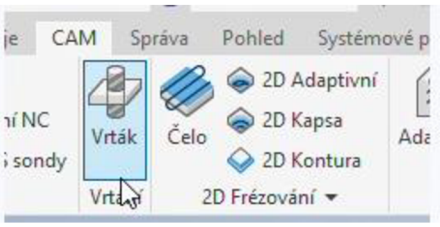


Obr. č. 166 Dráhy nástroje C (vlastní dílo autora)



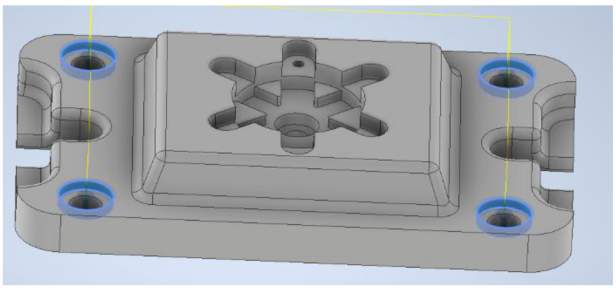
Obr. č. 167 Simulace E (vlastní dílo autora)

42. Nyní postupně musíte vyvrtat všechny otvory, které se nacházejí na tomto modelu. Budete používat tlačítko vrtat, které vám dá možnost vybrat všechny díry, které budete vrtat stejným průměru vrtáku a do stejné hloubky.



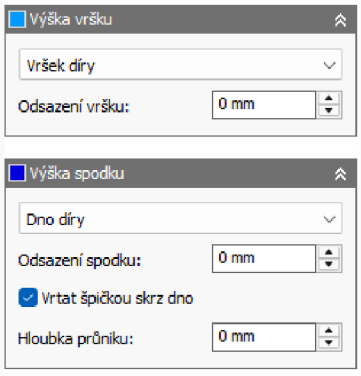
Obr. č. 168 Funkce Vrták (vlastní dílo autora)

43. Operaci vrtání využijete jako první pro zavrtání vrtaných otvorů, a proto si zvolte nástroj číslo 5 s názvem průměr 8 mm navrtáváček. Teď vyberte všechny čtyři plochy děr s průměrem 15 mm. Vybrané plochy musí být plochy kruhové kapsy. Kdybyste vybraly plochy přímo díry, tak by bylo potřeba upravovat výšky pomocí odsazení.

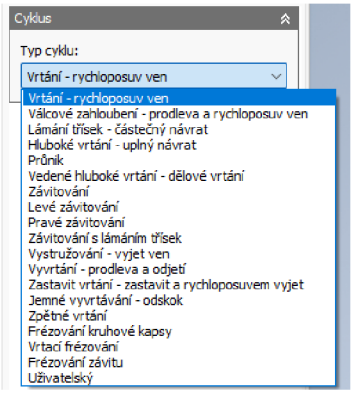


Obr. č. 169 Výběr polohy děr o Ø 15 mm (vlastní dílo autora)

44. U nastavení výšek zkontrolujte, zda máte výšku vršku vybraný vršek díry a u výšky spodku dno díry a také v tomto případě můžete zaškrtnout vrtat špičkou skrz dno. Jako poslední záložka u vrtání je s názvem cyklus. Prohlédněte si možnosti a vyberte Vrtání – rychloposuv ven.

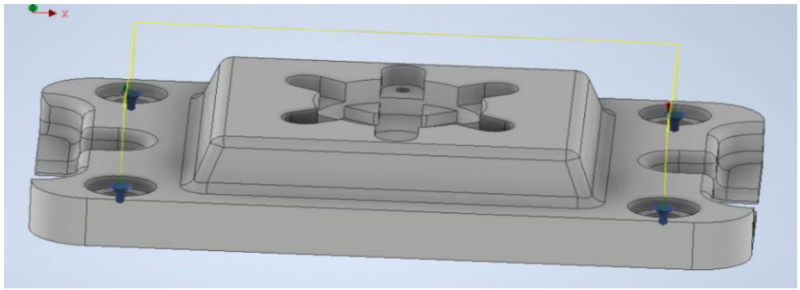


Obr. č. 170 Výběr výšek vrtání (vlastní dílo autora)



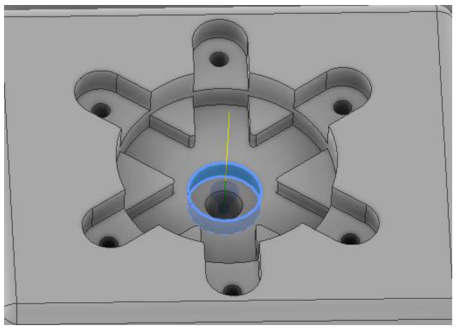
Obr. č. 171 Typ cyklu vrtání (vlastní dílo autora)

45. Prohlédněte si dráhy nástroje a zkontrolujete jejich správnost pomocí simulace dané operace.

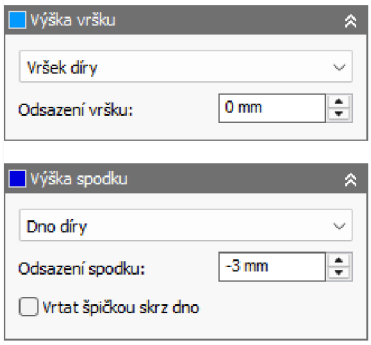


Obr. č. 172 Zavrtání otvorů (vlastní dílo autora)

46. Pokračujte stejným způsobem se zavrtáním i ostatních děr. Teď můžete předvrtat prostřední díru s průměrem 10 mm. Zvolíte kruhovou kapsu, kterou tato díra prochází ale rozdílem je výška spodku, která bude mít navíc odsazení spodku -3 mm a vypnuté vrtání špičkou skrz dno.

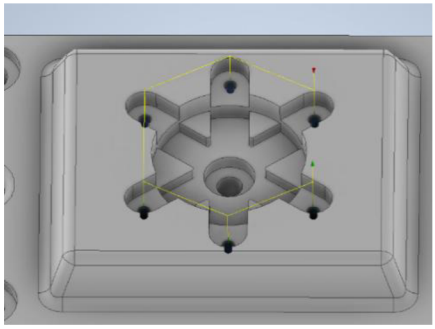


Obr. č. 173 Poloha díry Ø 10 mm (vlastní dílo autora)

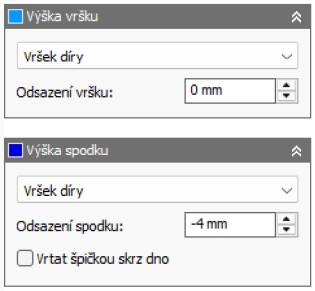


Obr. č. 174 Výběr výšky vrtání (vlastní dílo autora)

47. Jako poslední zavrtejte šest děr se závitem M6, které se nacházejí v prostřední kapse a tam ve středech jednotlivých krajů drážek pro pero. Kvůli tomu, že necháte stejný nástroj, který má průměr 8 mm a nyní potřebujete zavrtat tak, aby zavrtání nemělo větší průměr, než vrták o průměru 5 mm, kterým předvrtáte otvory před závitováním. Budete muset u výšky spodku zvolit také vršek díry a přidat odsazení -4 mm. Tímto způsobem zajistíte, že budou závity následně vyrobitelné. Zkontrolujte pohyby nástroje dvou předchozích operací pomocí simulace.

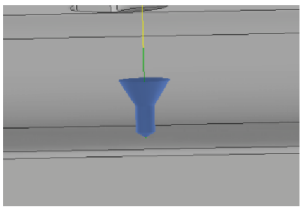


Obr. č. 175 Výběr děr pro závit M6 (vlastní dílo autora)

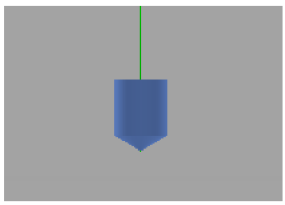


Obr. č. 176 Výšky zavrtání (vlastní dílo autora)

48. Na obrázcích níže můžete srovnat velikost zavrtání s ohledem na následující průměry, které budete vrtat. Vlevo je vidět zavrtání u prostřední díry a na pravém obrázku je vidět zavrtání u šesti děr M6.

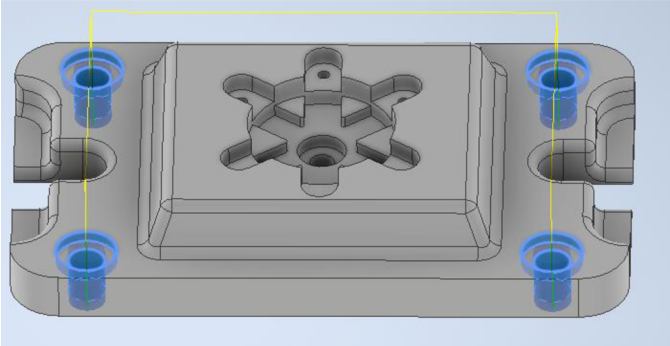


Obr. č. 177 Zavrtání díry Ø10 mm (vlastní dílo autora)



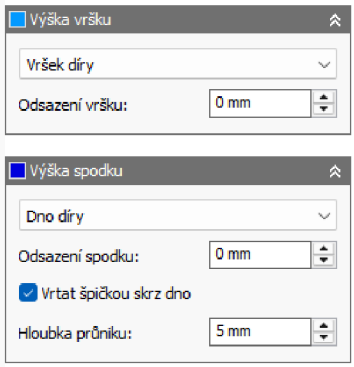
Obr. č. 178 Zavrtání díry Ø5 mm (vlastní dílo autora)

49. Teď budete vrtat různými průměry vrtáku podle modelu. Můžete začít ve stejném pořadí v jakém jste zavrtávaly. Jako první tedy zvolte nástroj číslo 7, což je vrták o průměru 15 mm. Tentokrát vyberte plochy, jak kruhových kapes, tak také samotných děr.



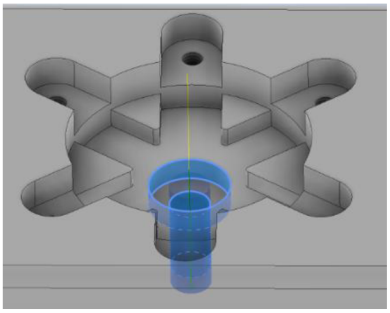
Obr. č. 179 Výběr ploch děr s Ø15 mm (vlastní dílo autora)

50. V nastavení výšky zaškrtněte možnost vrtat špičkou skrz dno a také zvolte hloubku průniku 5 mm. To znamená, že vrtaná díra projde celým polotovarem, jelikož jste na začátku nastavili přídavky spodku 5 mm. Kontrolu správnosti můžete provést až po všech vrtacích operacích, jelikož se jedná o velmi krátké a jednoduché obrábění.

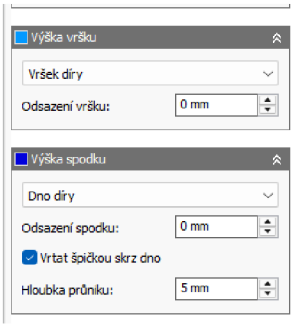


Obr. č. 180 Výběr hloubky vrtání A (vlastní dílo autora)

51. Následně si vyberte nástroj číslo 6, vrták s průměrem 10 mm. A budete vrtat prostřední díru se stejným nastavením jako u předchozích děr. Jinak cyklus zůstává pořád vrtání – rychloposuv ven, jelikož se nejedná o žádné hluboké vrtání.

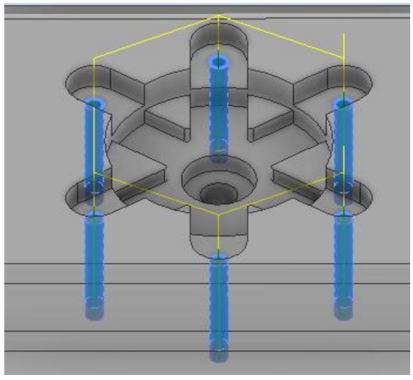


Obr. č. 181 Výběr plochy díry (vlastní dílo autora)

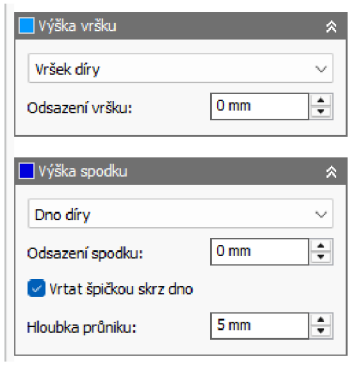


Obr. č. 182 Výběr hloubky vrtání B (vlastní dílo autora)

52. Posledním vrtáním budou díry pro závit M6. To znamená, že použijete vrták o průměru 5 mm a vyberte všech šest děr. Můžete potvrdit a pokračovat k závitování.

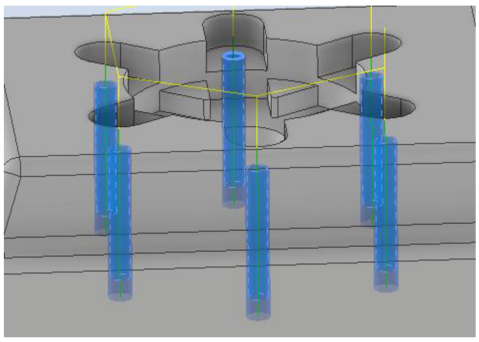


Obr. č. 183 Výběr děr o Ø6 mm (vlastní dílo autora)

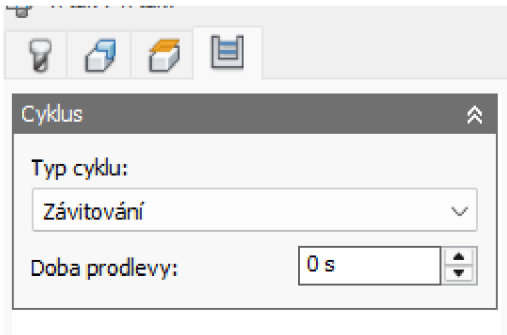


Obr. č. 184 Výběr hloubky vrtání C (vlastní dílo autora)

53. Pro závitování použijeme vytvořený závitník M6x1 mm. Přes stejnou funkci jako vrtání. Vyberete stejné díry jako u předchozího kroku a necháte i stejné nastavení výšek. Jediný rozdíl bude u cyklu a to, že tam bude vybráno závitování. Všimněte si, že se to nastavilo automaticky kvůli zvolenému nástroji.

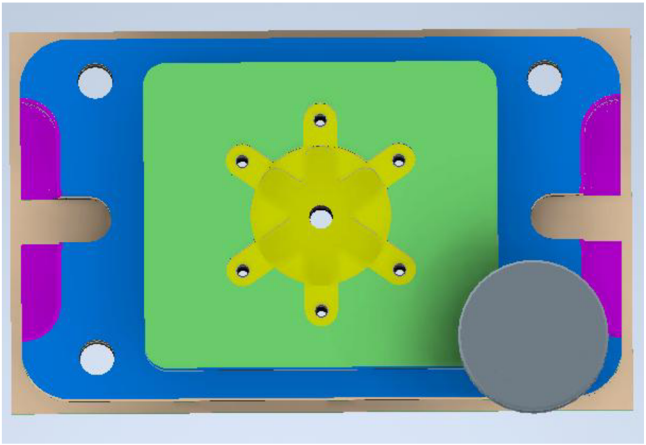


Obr. č. 185 Výběr vyvrtaných děr pro závit M6 (vlastní dílo autora)

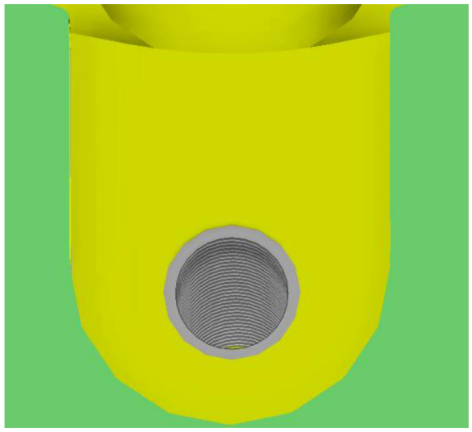


Obr. č. 186 Cyklus závitování (vlastní dílo autora)

54. Nyní zkontrolujte všechny operace vrtání a závitování. Pokud není u simulace žádné upozornění a pohyby při výrobě vypadají správně můžete pokračovat.

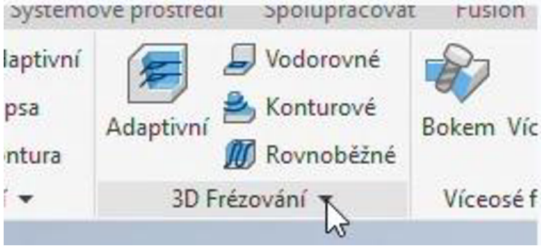


Obr. č. 187 Simulace F (vlastní dílo autora)



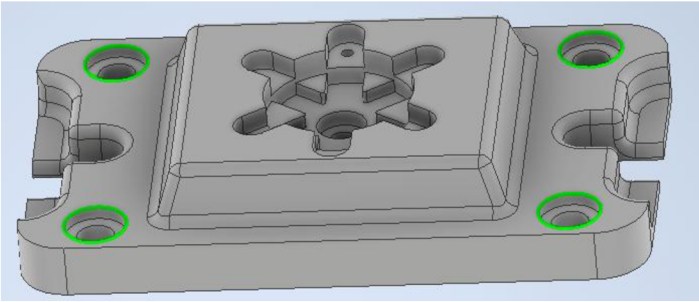
Obr. č. 188 Ukázka závitu M6 (vlastní dílo autora)

55. Přesuňte se na výrobu kruhových kapes pomocí funkce kapsa, která se nachází v 3D frézování. Tuto funkci jste již používali předtím. Pro připomenutí, kde funkci najít přiložený obrázek.

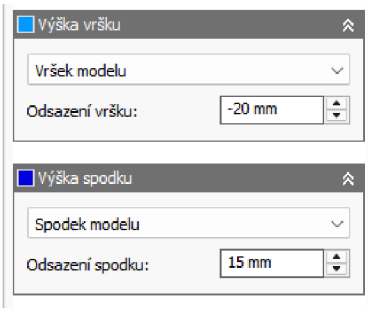


Obr. č. 189 3D Frézování (vlastní dílo autora)

56. Použijte nástroj číslo 3, Válcovou frézu o průměru 12 mm. V záložce geometrie vyberte obvody kapes s průměrem 25 mm a výšku vršku nastavte na vršek modelu a odsazení vršku -20 mm. Výška spodku bude spodek modelu a odsazení 15 mm. Je to proto, že ke správnému vytvoření drah musí být výška vršek zároveň s vrchem kapsy a spodek se spodní částí kapsy.

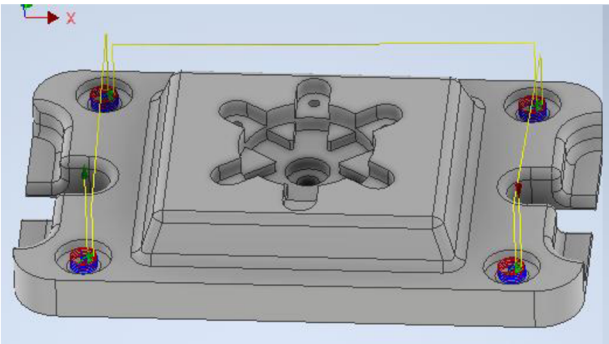


Obr. č. 190 Výběr kapes (vlastní dílo autora)

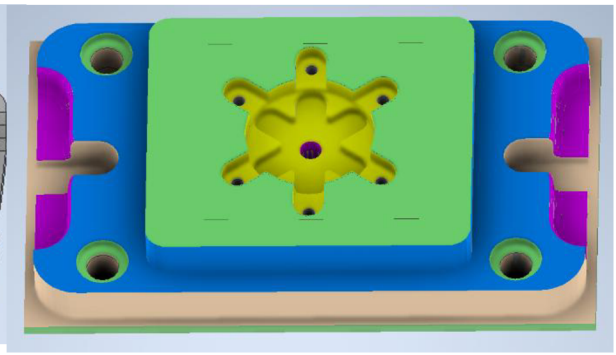


Obr. č. 191 Výšky kapes (vlastní dílo autora)

57. Zkontrolujte dráhy nástroje a také simulaci. Pokud je všechno bezchybné, pokračujte na poslední kapsu modelu.

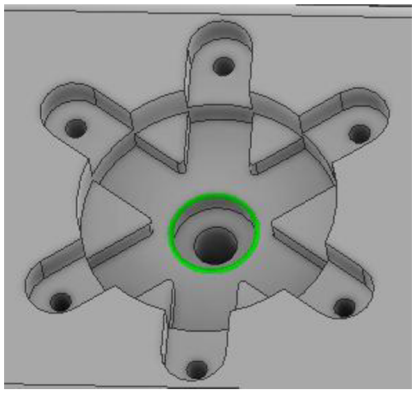


Obr. č. 192 Dráhy nástroje D (vlastní dílo autora)

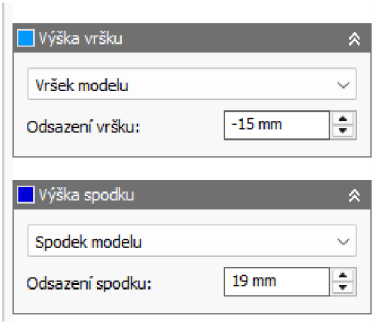


Obr. č. 193 Simulace G (vlastní dílo autora)

58. Následuje výroba kruhové kapsy o průměru 20 mm, která se nachází přesně uprostřed modelu. Nástroj nechte stejný jako u předchozí operace. Vyberte obvod kapsy a v nastavení výšek musíte upravit hodnoty. Výšku vršku nastavte na vršek modelu s odsazením vršku -15 mm a výšku spodku na spodek modelu s odsazením spodku 19 mm.

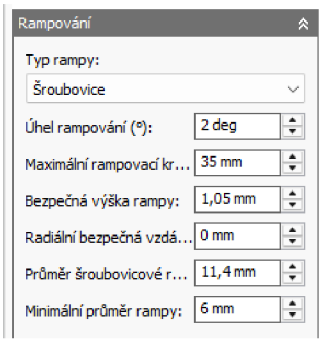


Obr. č. 194 Výběr plochy prostřední kapsy (vlastní dílo autora)



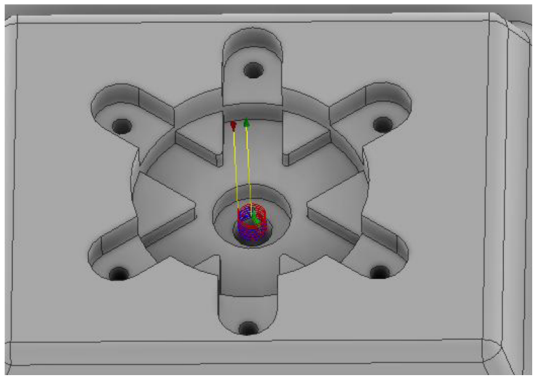
Obr. č. 195 Výška kapsy (vlastní dílo autora)

59. U této kapsy musíte ještě nastavit minimální průměr rampy na 6 mm, jelikož je menšího průměru než předchozí kapsy. Pokud byste totiž nechali hodnotu nastavenu na 11,4 mm, tak by se vám objevila chyba, že není možno vytvořit s tímto nastavením rampování.

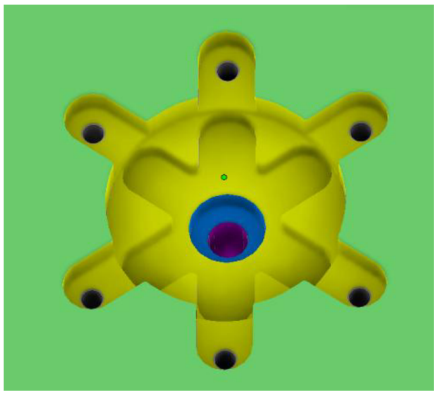


Obr. č. 196 Rampování kapsy (vlastní dílo autora)

60. Ověřte správnost nastavení pomocí simulace. Pro lepší viditelnost můžete v simulaci vypnout nástroj a podívat se na to, co máte zatím vyrobeno.

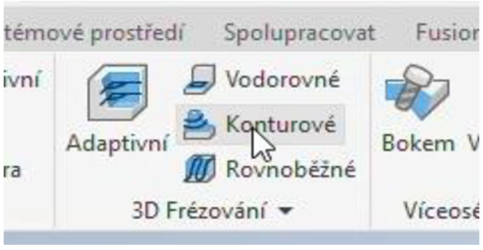


Obr. č. 197 Dráhy nástroje E (vlastní dílo autora)



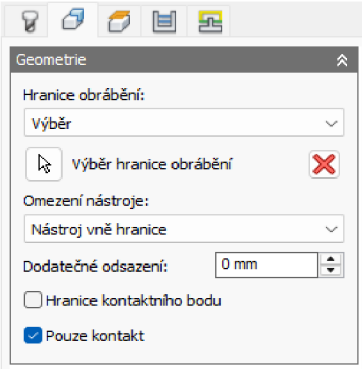
Obr. č. 198 Simulace H (vlastní dílo autora)

61. V další operaci budete frézovat zkosené a rádiusové plochy vašeho modelu. K tomu využijete funkci Konturové u 3D frézování. Tato funkce se používá nejčastěji pro dokončení strmých stěn, ale lze jí využít také pro před dokončení a dokončení stěn obrobku.

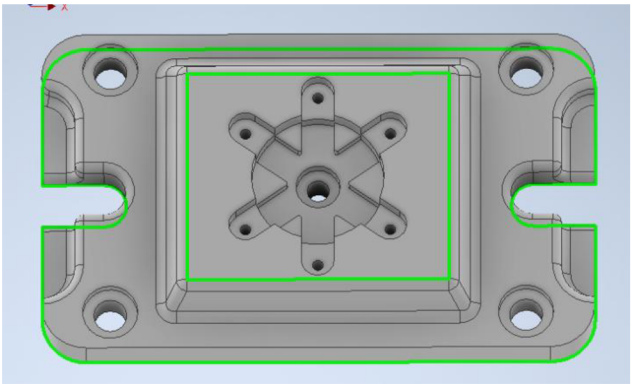


Obr. č. 199 Funkce Konturové (vlastní dílo autora)

62. Po rozkliknutí funkce vyberte nástroj číslo 4, kterým je kulová fréza o průměru 8 mm. V záložce geometrie přepněte hranici obrábění ze siluety na výběr a omezení nástroje přepněte na nástroj vně hranice. Jako hranice obrábění vyberte vrchní obvod čepu a spodní obvod modelu.

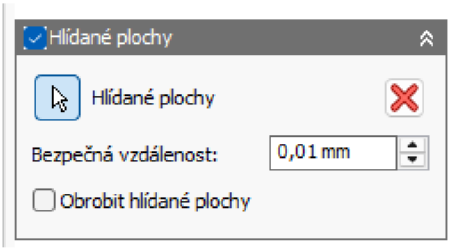


Obr. č. 200 Výběr Geometrie A (vlastní dílo autora)

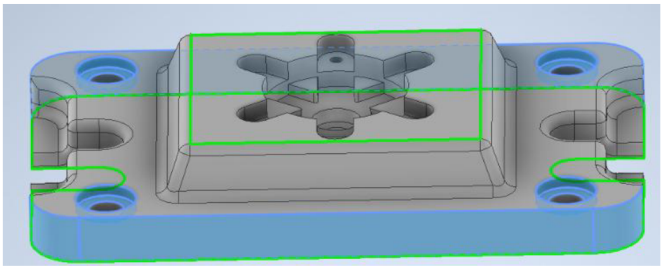


Obr. č. 201 Výběr hranice obrábění A (vlastní dílo autora)

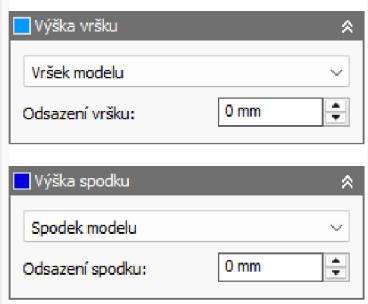
63. Zkuste zatím potvrdit a všimněte si, že se frézují i obvody kapes, abyste tomu zabránili musíte v záložce geometrie zaškrtnout hlídané plochy a vybrat vše co nechcete obrobit. V tomto případě jsou to kruhové kapsy a boční plochy spodku modelu včetně zaoblení. Výšky modelu nastavte na vršek modelu a spodek modelu. Důležité je u této operace nechat vypnuté přídavky, jelikož tyto plochy chceme mít již obrobené na konečný rozměr.



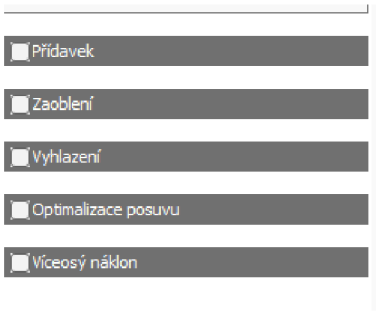
Obr. č. 202 Hlídané plochy (vlastní dílo autora)



Obr. č. 203 Výběr hlídaných ploch (vlastní dílo autora)

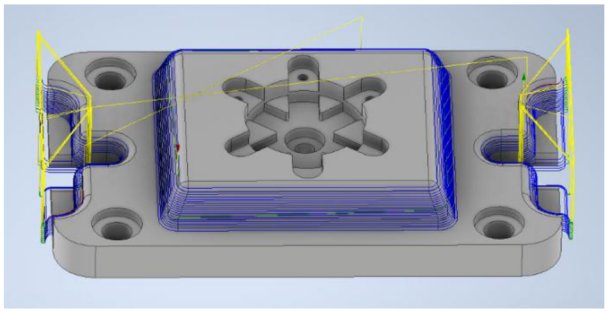


Obr. č. 204 Výšky čepu (vlastní dílo autora)

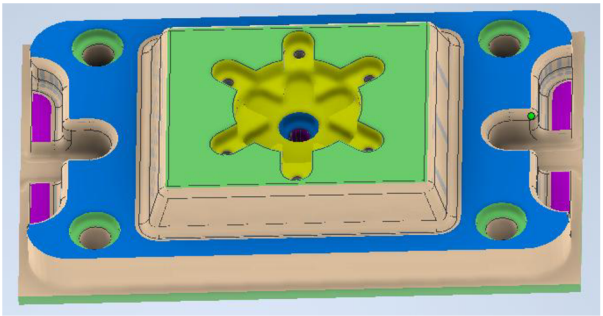


Obr. č. 205 Vypnutý přídavek (vlastní dílo autora)

64. Zkontrolujte dráhy nástrojů a také simulaci. Po této operaci by váš obrobek měl vypadat, tak jako 3D model, který jste si vytvořili.

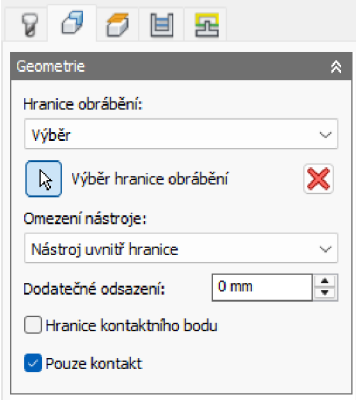


Obr. č. 206 Dráhy nástrojů A (vlastní dílo autora)

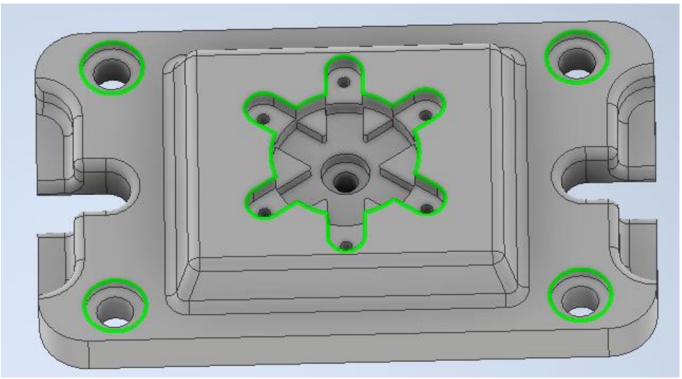


Obr. č. 207 Simulace I (vlastní dílo autora)

65. Pokračujte v dokončovacích operacích. Znovu zvolte konturové, ale vyberte nástroj číslo 3, což je válcová fréza o průměru 12 mm. Při výběru hranice obrábění zvolte výběr a označte obvody kruhových kapes a také prostřední kapsy. Zvolte omezení nástroje, a to volbu nástroj uvnitř hranice.

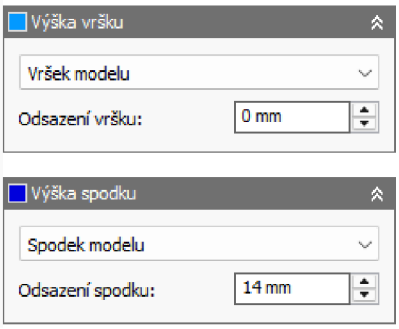


Obr. č. 208 Geometrie B (vlastní dílo autora)



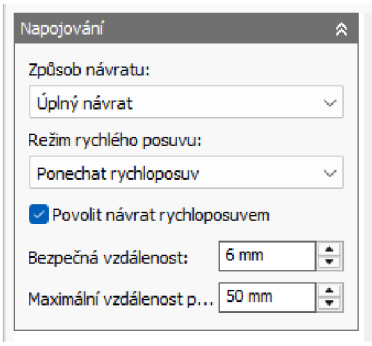
Obr. č. 209 Výběr hranice obrábění B (vlastní dílo autora)

66. V nastavení výšek nastavte výšku vršku jako vršek modelu a výšku spodku jako spodek modelu s odsazením 14 mm.

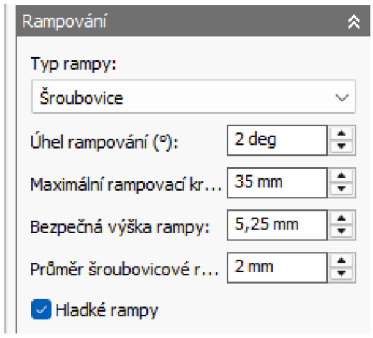


Obr. č. 210 Výška dokončení bočních stran kapes (vlastní dílo autora)

67. V napojování změňte bezpečnou vzdálenost na 6 mm. A rampování nastavte bezpečnou výšku rampy na 5,25 mm a průměr šroubovice rampy na 2 mm. Jakmile máte nastaveno můžete potvrdit.

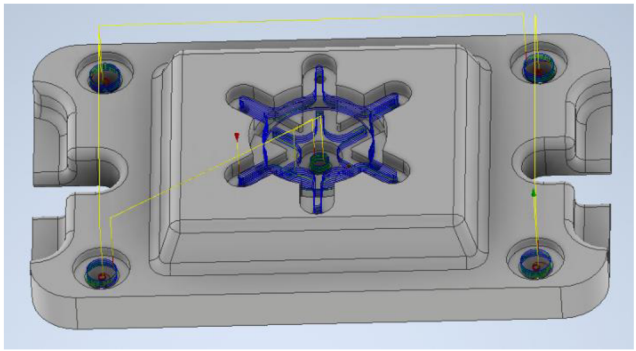


Obr. č. 211 Napojování B (vlastní dílo autora)

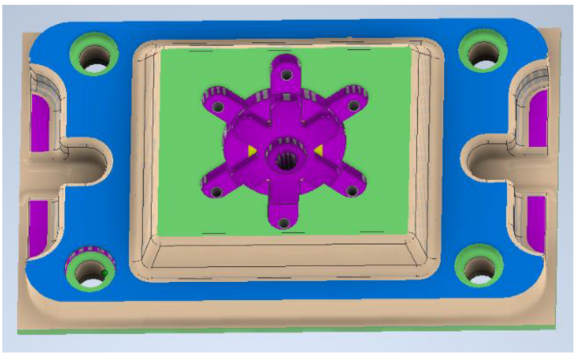


Obr. č. 212 Rampování B (vlastní dílo autora)

68. Podívejte se na vygenerované pohyby nástroje a pomocí simulace zkontrolujte správnost nastavení. Pro lepší porovnání s modelem můžete v simulaci v okně polotovar zaškrtnout průhledně.

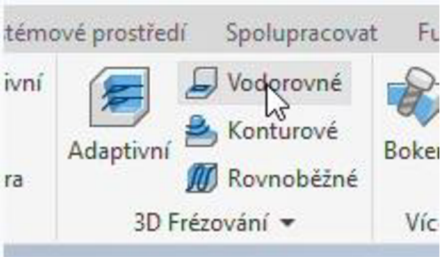


Obr. č. 213 Dráhy nástrojů B (vlastní dílo autora)



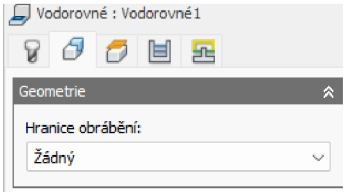
Obr. č. 214 Simulace J (vlastní dílo autora)

69. Předposlední operace bude pomocí funkce vodorovné, která je vhodná k dokončení všech vodorovných ploch obrábění.

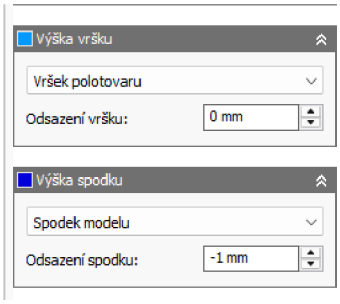


Obr. č. 215 Funkce Vodorovné (vlastní dílo autora)

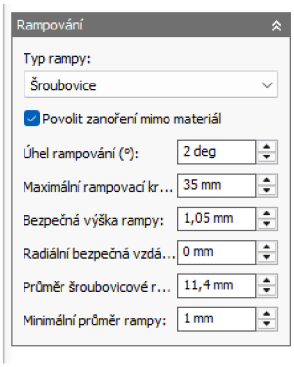
70. Nástrojem bude válcová fréza o průměru 12 mm. V záložce geometrie nastavte na hranice obrábění žádný. Pokračujte do nastavení výšek, výšku vršku dejte na vršek polotovaru a výšku spodku na spodek modelu s odsazením -1 mm. U rampování zvolte minimální průměr rampy na 1 mm a dejte OK.



Obr. č. 216 Geometrie C (vlastní dílo autora)

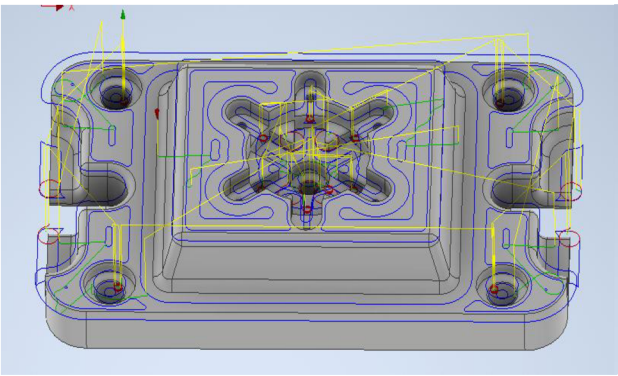


Obr. č. 217 Výška (vlastní dílo autora)

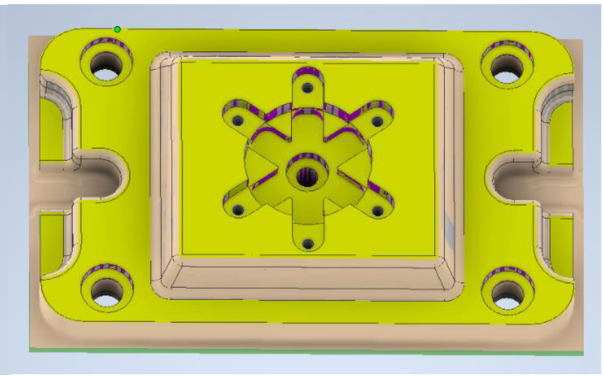


Obr. č. 218 Rampování B (vlastní dílo autora)

71. Ověřte si, že máte všechny vodorovné plochy modelu opracované na hotovo. Všechny tyto plochy by měli mít v simulaci stejnou barvu.

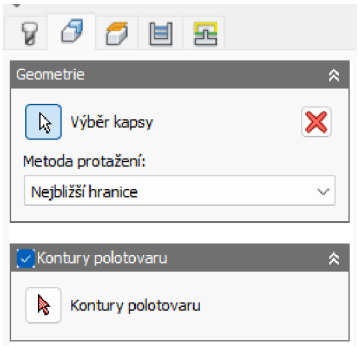


Obr. č. 219 Dráhy nástrojů C (vlastní dílo autora)

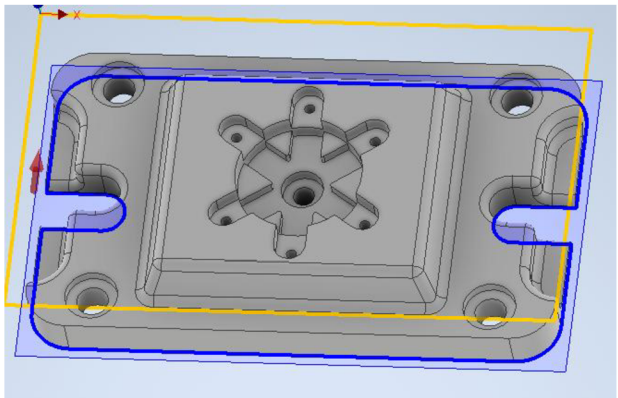


Obr. č. 220 Dokončení vodorovných ploch (vlastní dílo autora)

72. Poslední plochy, které potřebujete obrobit jsou obvodem modelu. Funkce bude 2D adaptivní. Nástroj necháte stejný. V geometrii vyberte obvod spodku modelu. A zaškrtněte kontury polotovaru.

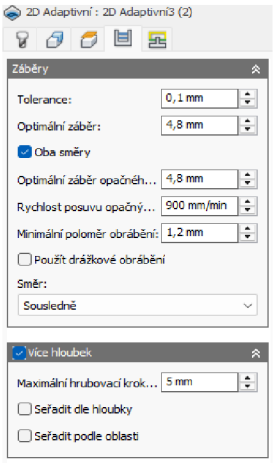


Obr. č. 221 Výběr obráběné plochy (vlastní dílo autora)

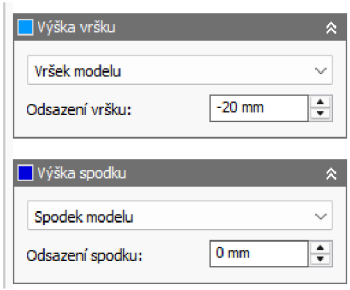


Obr. č. 222 Výběr obvodu (vlastní dílo autora)

73. U výšky nastavte výšku vršku na vršek modelu s odsazením výšky -20 mm a výšku spodku na spodek modelu. V záložce záběry zaškrtněte oba směry a vyberte více hloubek, kde nastavte maximální hrubovací krok na 5 mm. Poté potvrďte tlačítkem OK.

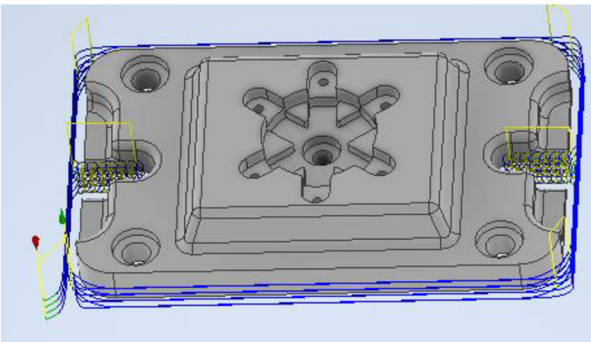


Obr. č. 223 Záběry B (vlastní dílo autora)

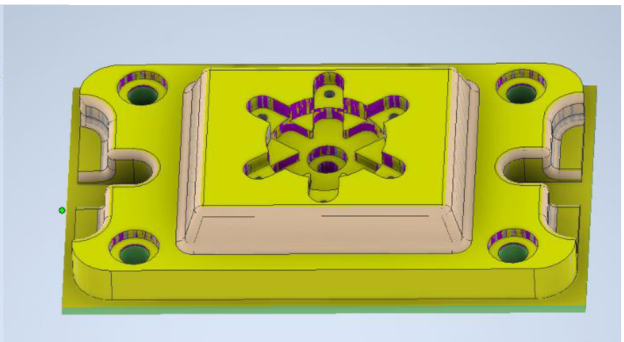


Obr. č. 224 Výška dokončení obvodu (vlastní dílo autora)

74. Prohlédněte si vygenerované dráhy nástroje a v simulaci zkontrolujte bezchybnost výroby. Celá plocha, která je označená dráhou nástroje by měla být tmavě žlutá.

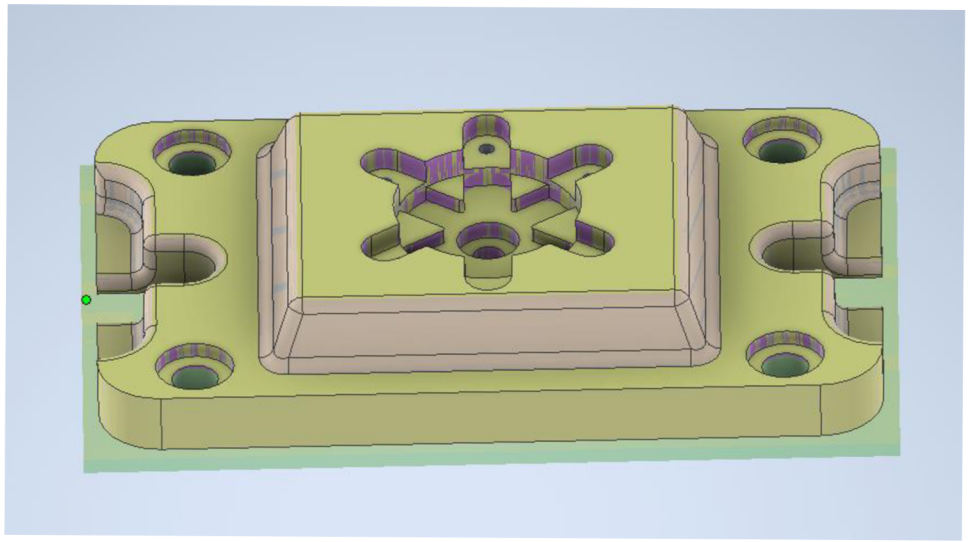


Obr. č. 225 Dráhy nástroje F (vlastní dílo autora)



Obr. č. 226 Simulace K (vlastní dílo autora)

75. Pro lepší porovnání použijte v simulaci u polotovaru zobrazit průhledně. Jak si můžete všimnout, tak z této strany nastavení máte všechno, co jste potřebovali obrobené, ale k úplnému dokončení výrobku by bylo ještě vhodné odfrézovat přídavek ze spodní strany.



Obr. č. 227 Hotový výrobek (vlastní dílo autora)

Výzkumná část

6. Ověření učební pomůcky

Výzkumná část práce se zaměřuje na evaluaci a ověření účinnosti vytvořené učební pomůcky zaměřené na osvojení základních dovedností v odborném softwaru Autodesk Inventor 2025. Cílem této části je zjistit, zda pomůcka plní svůj didaktický účel a zda odpovídá potřebám cílové skupiny – žáků středních odborných škol se strojírenským zaměřením. Výzkum zjišťuje zejména efektivitu učební pomůcky z hlediska srozumitelnosti, přehlednosti, samostatné práce a rozvoje dovedností v oblasti CAD/CAM.

Učební pomůcka byla ověřována u žáků 2. ročníku střední odborné školy se zaměřením na strojírenství. Evaluace probíhala v rámci výuky odborného předmětu, do kterého je výuka CAD/CAM zařazena dle ŠVP. Ověření probíhalo formou praktické práce podle jednotlivých kapitol učební pomůcky, přičemž byl zaznamenáván stupeň samostatnosti žáků při plnění jednotlivých úkolů. Součástí ověřování bylo také pozorování a strukturovaný dotazník.

Cílem tohoto výzkumu bylo zjistit, do jaké míry učební pomůcka napomáhá žákům osvojit si základní pracovní dovednosti v Autodesk Inventoru bez nutnosti přímého zásahu vyučujícího. Dále se hodnotila přehlednost, srozumitelnost a celková použitelnost učebního materiálu. Výsledky byly zpracovány kvantitativně. Na základě zjištěných dat lze konstatovat, že většina žáků byla schopna samostatně postupovat podle instrukcí a dosáhnout požadovaných výsledků při řešení úkolů. Učební pomůcka byla zároveň hodnocena jako přehledná a vhodná pro výuku začátečníků.

Cílem dotazníku bylo zjistit subjektivní názory žáků na jednotlivé aspekty pomůcky, jako jsou: jasnost zadání, názornost postupu, obtížnost jednotlivých kroků, grafická úroveň a možnost samostatné práce. Dotazník obsahoval kombinaci uzavřených otázek s využitím Likertovy škály a otevřených otázek, které umožnily volné vyjádření respondentů.

Návrh a realizace ověření vzdělávacího materiálu vycházely z teorie základů pedagogického výzkumu a zkoumání pedagogické reality, převážně kvantitativními metodami (Chráska, 2016; Gavora, 2010).

6.1 Výzkumné cíle a předpoklady

Ke zkoumané problematice byly na základě sumarizace odborných zdrojů a zkušeností z pedagogické praxe zformulovány následující výzkumné cíle:

1. Vyhodnotit efektivitu a použitelnost učební pomůcky zaměřené na výuku základních funkcí softwaru Autodesk Inventor 2025 u žáků střední odborné školy.
2. Získat zpětnou vazbu od cílové skupiny (žáků 2. ročníku) o přehlednosti, srozumitelnosti a praktickém přínosu této učební pomůcky pro samostatnou práci.
3. Zjistit, zda žáci považují pomůcku za přehlednou a vhodnou k výuce technického kreslení a 3D modelování.
4. Zjistit, zda učební pomůcka pomáhá žákům pochopit a osvojit si základní principy práce v Autodesk Inventoru.

K výše uvedeným cílům byly formulovány tyto předpoklady:

Cíl 1:

- **Předpoklad 1/1:** Většina žáků (více než 70 %) bude schopna úspěšně zvládnout základní operace v prostředí Autodesk Inventoru 2025 na základě instrukcí uvedených v učební pomůcce bez přímé pomoci vyučujícího.
- **Předpoklad 1/2:** Použití tematicky strukturované učební pomůcky zvyšuje míru samostatnosti žáků při práci v CAD/CAM softwaru ve srovnání s tradiční výukou bez podpůrného materiálu.

Cíl 2:

- **Předpoklad 2/1:** Více než 80 % respondentů označí učební pomůcku za přehlednou a srozumitelnou.
- **Předpoklad 2/2:** Minimálně 75 % respondentů uvede, že je učební pomůcku motivovala k dalšímu rozvoji v oblasti CAD/CAM.
- **Předpoklad 2/3:** Žáci s předchozí minimální zkušeností s CAD/CAM zvládnou s pomocí pomůcky dokončit dané úkoly srovnatelně jako žáci s lepší vstupní orientací.

6.2 Výzkumný vzorek a metody sběru dat

Výzkumné šetření bylo realizováno ve školním roce 2024/2025 v rámci výuky odborného předmětu zaměřeného na technické kreslení, 3D modelování a základy práce v systému CAD/CAM. Cílem šetření bylo ověřit efektivitu a didaktickou hodnotu vytvořené výukové pomůcky, která slouží k seznámení žáků s prostředím softwaru Autodesk Inventor.

Charakteristika výzkumného vzorku

Výzkumný vzorek tvořilo 71 žáků druhého ročníku střední odborné školy zaměřením na strojírenství. Výběr byl záměrný s ohledem na plánované zařazení CAD výuky do osnov odborného předmětu. Žáci nebyli před výzkumem seznámeni s prací v Autodesk Inventoru.

Všichni účastníci měli v rámci školního vzdělávacího programu zařazený předmět, který zahrnuje výuku CAD/CAM technologií. Vzhledem k zaměření výukového materiálu na začátečníky byli do výzkumu zařazeni žáci bez předchozí zkušenosti s tímto softwarem.

Výběr respondentů proběhl účelově, s ohledem na relevantnost cílové skupiny. Výzkumného šetření se zúčastnili žáci dobrovolně, na základě informovaného souhlasu. Všechna data byla sbírána anonymně a výhradně za účelem zhodnocení vzdělávací pomůcky.

Metoda sběru dat

Metodou sběru dat byl dotazník, který byl žákům předložen po absolvování práce s výukovou pomůckou. Dotazník nesl název „Učební pomůcka CAD/CAM“ a obsahoval celkem 20 otázek – převážně uzavřeného typu se čtyřbodovou Likertovou škálou. Jedna otázka byla otevřená a umožnila respondentům vyjádřit vlastní návrhy na zlepšení.

Dotazník zjišťoval:

- úroveň srozumitelnosti, přehlednosti a vizuální podpory materiálů,
- přiměřenost obtížnosti a užitečnost v rámci výuky,
- míru podpory při samostudiu i praktických úlohách,
- celkový dojem a motivaci žáků k dalšímu vzdělávání v oblasti CAD/CAM.

Dotazník byl administrován v papírové i elektronické podobě a jeho vyplnění bylo časově omezeno na přibližně 10–15 minut.

Způsob zpracování dat

Data z dotazníků byla analyzována kvantitativně – prostřednictvím statistického vyhodnocení jednotlivých odpovědí včetně výpočtu četností a procentuálního zastoupení jednotlivých odpovědí.

Otevřená otázka byla vyhodnocena kvalitativně formou tematické analýzy, při které byly identifikovány opakující se návrhy a komentáře.

Získané výsledky tvoří základ pro vyhodnocení efektivity výukové pomůcky a jsou interpretovány ve vztahu k výzkumným cílům a hypotézám uvedeným v předchozí kapitole.

6.3 Realizace výzkumu

Výzkumné šetření bylo realizováno během školního roku 2024/2025 v rámci výuky odborného předmětu zaměřeného na technické kreslení a CAD/CAM technologie. Respondenti měli za úkol samostatně pracovat s vytvořenou výukovou pomůckou zaměřenou na základní orientaci a práci v softwaru Autodesk Inventor 2025. Cílem šetření bylo ověřit efektivitu a didaktickou hodnotu vytvořené výukové pomůcky, která slouží k seznámení žáků s prostředím softwaru Autodesk Inventor.

Žáci pracovali ve školní počítačové učebně, kde jim byla poskytnuta tištěná nebo elektronická verze výukové pomůcky. Výzkumné ověření probíhalo během dvou vyučovacích bloků (celkem 180 minut). Žáci postupovali podle učební pomůcky krok za krokem, přičemž jim bylo umožněno pracovat vlastním tempem. Vyučující pouze dohlížel a poskytoval podporu pouze v případě potřeby, aby bylo možné ověřit míru samostatnosti při práci s materiály.

Po dokončení práce s pomůckou byl žákům předložen strukturovaný dotazník, který hodnotil různé aspekty výukového materiálu. Dotazník byl vyplněn dobrovolně, buď v tištěné nebo elektronické podobě (Survio.com).

Výsledky byly anonymně zpracovány a vyhodnoceny pomocí základních statistických metod – výpočet četností, průměrů a rozptylu odpovědí. Otevřené odpovědi byly kvalitativně analyzovány a kategorizovány podle hlavních témat (např. pochopitelnost, vizuální přehlednost, obtížnost úkolů).

6.4 Vyhodnocení výsledků výzkumu

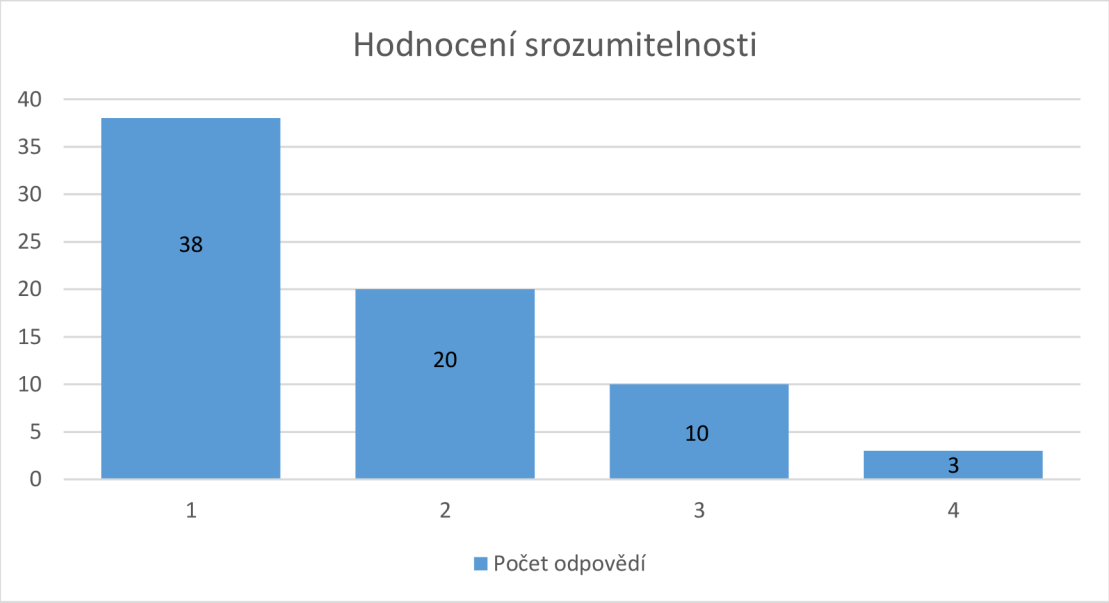
Tato část práce přináší analýzu výsledků dotazníkového šetření, kterého se zúčastnilo 71 žáků druhého ročníku střední odborné školy technického zaměření. Cílem bylo zjistit, jak žáci vnímají výukovou pomůcku určenou k výuce základů práce v prostředí CAD/CAM (Autodesk Inventor).

Otázka č. 1: Jak byste ohodnotili celkovou srozumitelnost vytvořených výukových materiálů?

Většina žáků označila materiály za velmi nebo spíše srozumitelné (celkem 82 %). Pouze malý počet odpovědí spadal do negativní oblasti.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Velmi srozumitelné	38	53,52 %
Spíše srozumitelné	20	28,17 %
Spíše nesrozumitelné	10	14,09 %
Nesrozumitelné	3	4,23 %

Tabulka č. 1 Hodnocení srozumitelnosti



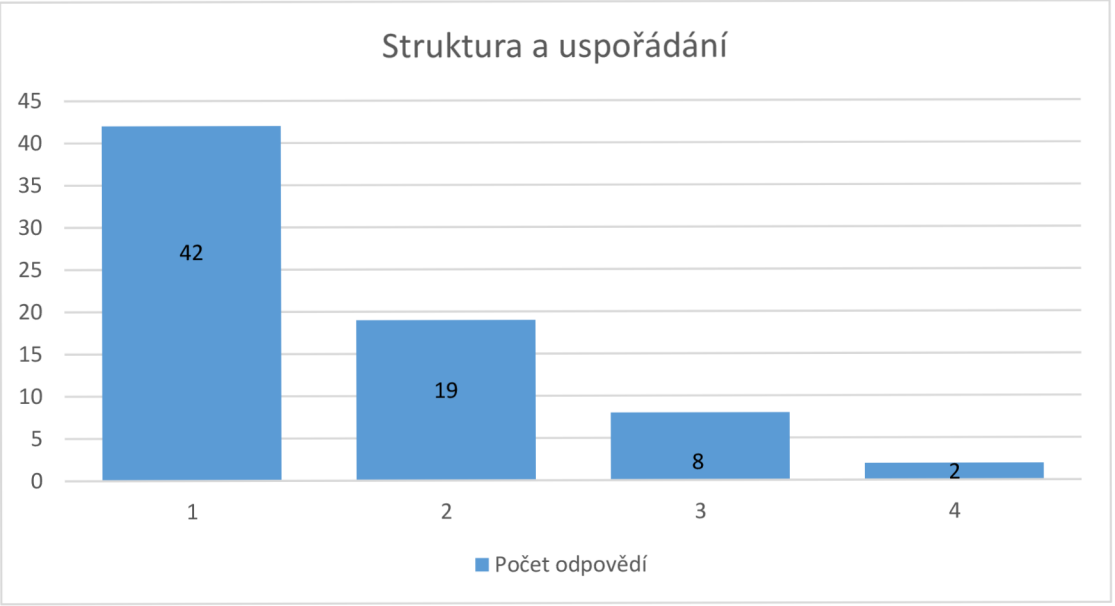
Graf č. 1 Hodnocení srozumitelnosti

Otázka 2: Jak hodnotíte strukturu a uspořádání výukových materiálů?

Struktura byla hodnocena pozitivně – 86 % respondentů ji označilo za velmi dobře či spíše dobře uspořádanou.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Velmi dobře uspořádané	42	59,16 %
Spíše dobře uspořádané	19	26,76 %
Spíše špatně uspořádané	8	11,27 %
Špatně uspořádané	2	2,82 %

Tabulka č. 2 Struktura a uspořádání



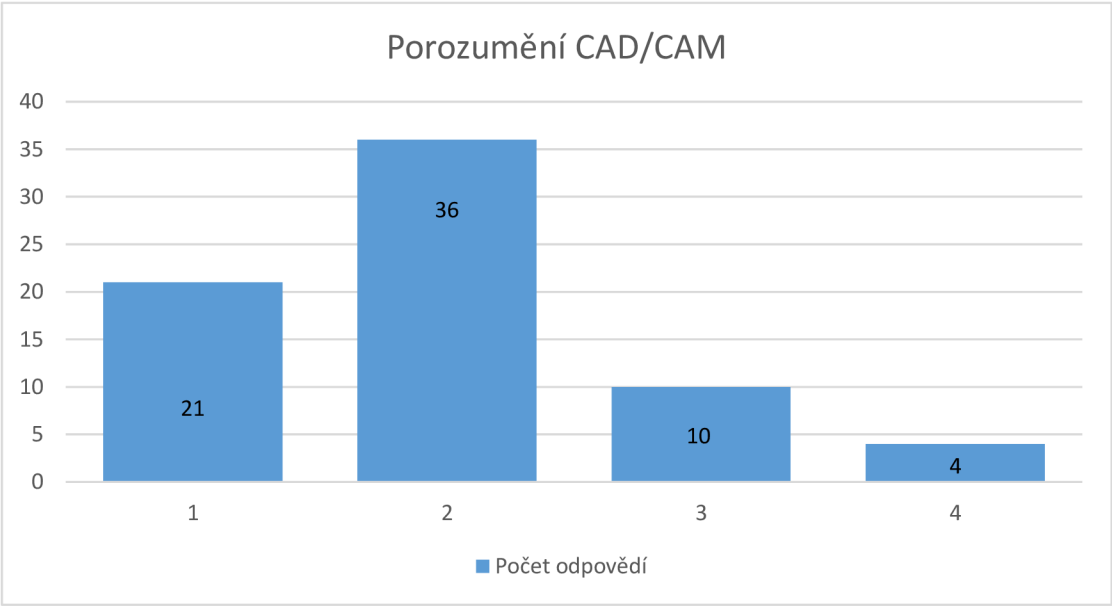
Graf č. 2 Struktura a uspořádání

Otázka 3: Pomohly vám výukové materiály lépe porozumět základním funkcím CAD/CAM systémů?

Vysoké zastoupení pozitivních odpovědí (80 %) svědčí o efektivnosti pomůcky při objasňování základních funkcí softwaru.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Ano, velmi mi to pomohlo	21	29,58 %
Ano, pomohlo mi to	36	50,07 %
Nepomohlo mi to	10	14,09 %
Vůbec mi to nepomohlo	4	5,63 %

Tabulka č. 3 Porozumění CAD/CAM



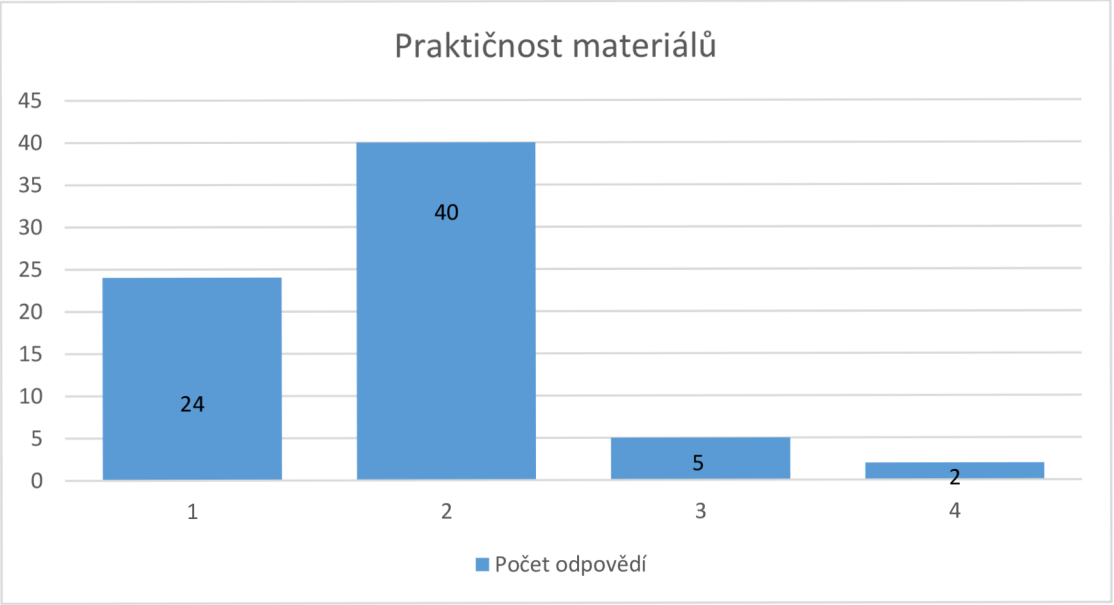
Graf č. 3 Porozumění CAD/CAM

Otázka 4: Byly výukové materiály praktické pro vaši výuku?

Přes 90 % žáků vnímalo materiály jako praktické nebo velmi praktické.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Ano, velmi praktické	24	33,80 %
Spíše praktické	40	56,34 %
Spíše nepraktické	5	7,04 %
Nepraktické	2	2,82 %

Tabulka č. 4 Praktičnost materiálů

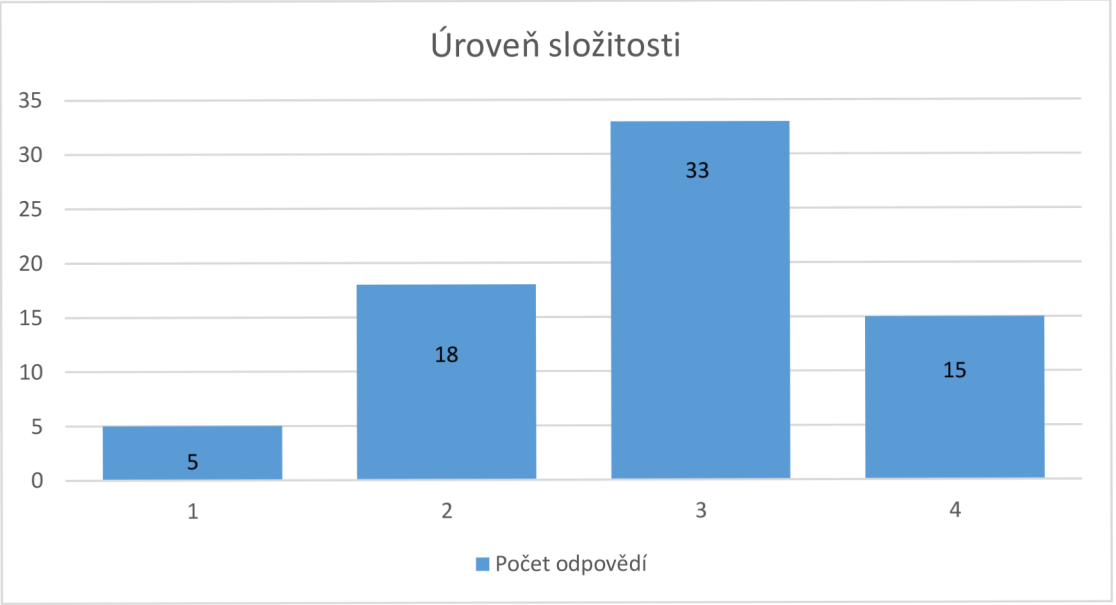


Graf č. 4 Praktičnost materiálů

Otázka 5: Jak hodnotíte úroveň složitosti výukových materiálů? Nejčastější odpovědí byla možnost trochu složité a spíše jednoduché (62 %), což svědčí o vhodné míře obtížnosti.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Příliš složité	5	7,04 %
Trochu složité	18	25,35 %
Spíše jednoduché	33	46,48 %
Velmi jednoduché	15	21,13 %

Tabulka č. 5 Úroveň složitosti



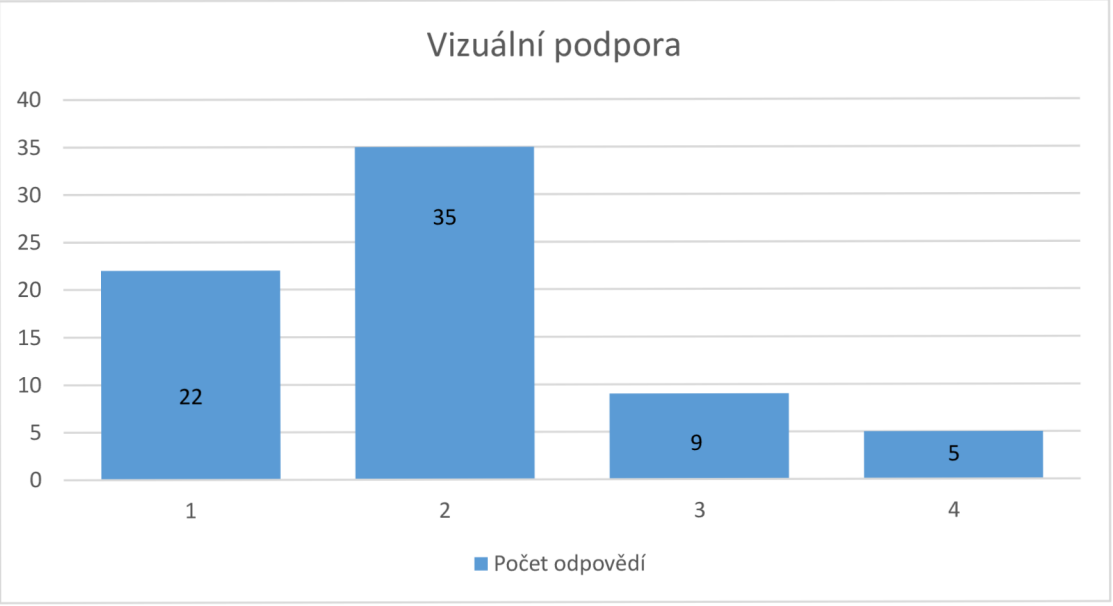
Graf č. 5 Úroveň složitosti

Otázka 6: Byly výukové materiály dostatečně vizuálně podporované (obrázky, diagramy, grafy)?

Většina žáků (80 %) považovala vizuální podporu za velmi dobrou nebo dobrou.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Ano, velmi dobře vizualizované	22	30,99 %
Spíše dobře vizualizované	35	49,30 %
Spíše špatně vizualizované	9	12,68 %
Vůbec nezahrnovaly vizualizace	5	7,04 %

Tabulka č. 6 Vizuální podpora



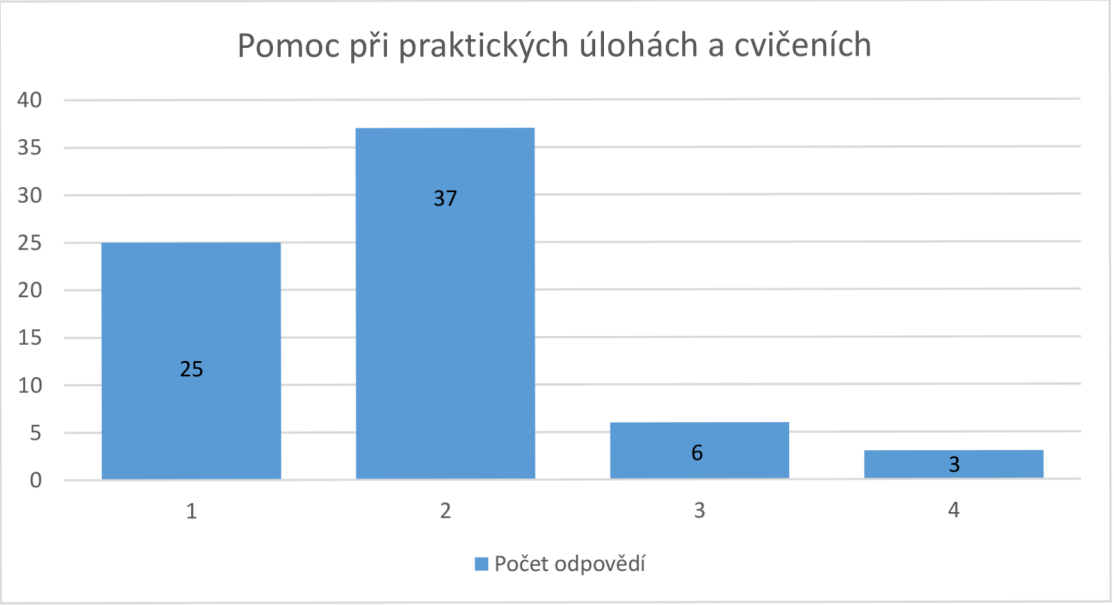
Graf č. 6 Vizuální podpora

Otázka 7: Pomohly vám výukové materiály při praktických úlohách a cvičeních?

Až 87 % respondentů uvedlo, že jim materiály pomohly – buď velmi, nebo částečně.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Ano, velmi mi to pomohlo	25	35,21 %
Pomohlo mi to	37	52,11 %
Nepomohlo mi to	6	8,45 %
Vůbec mi to nepomohlo	3	4,23 %

Tabulka č. 7 Pomoc při praktických úlohách a cvičeních



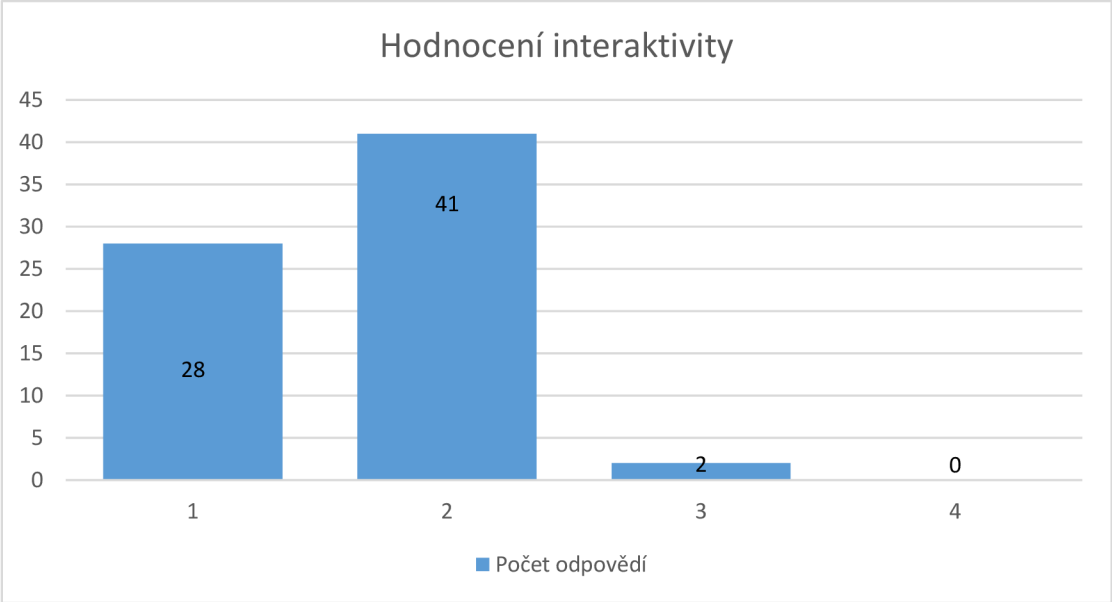
Graf č. 7 Pomoc při praktických úlohách a cvičeních

Otázka 8: Jak hodnotíte interaktivní prvky materiálů (např. cvičení, interaktivní modely)?

Interaktivita byla pozitivně hodnocena (97 % uvedlo, že byly prvky užitečné nebo velmi užitečné).

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Velmi užitečné	28	39,44 %
Užitečné	41	57,75 %
Málo užitečné	2	2,82 %
Neužitečné	0	0 %

Tabulka č. 8 Hodnocení interaktivity



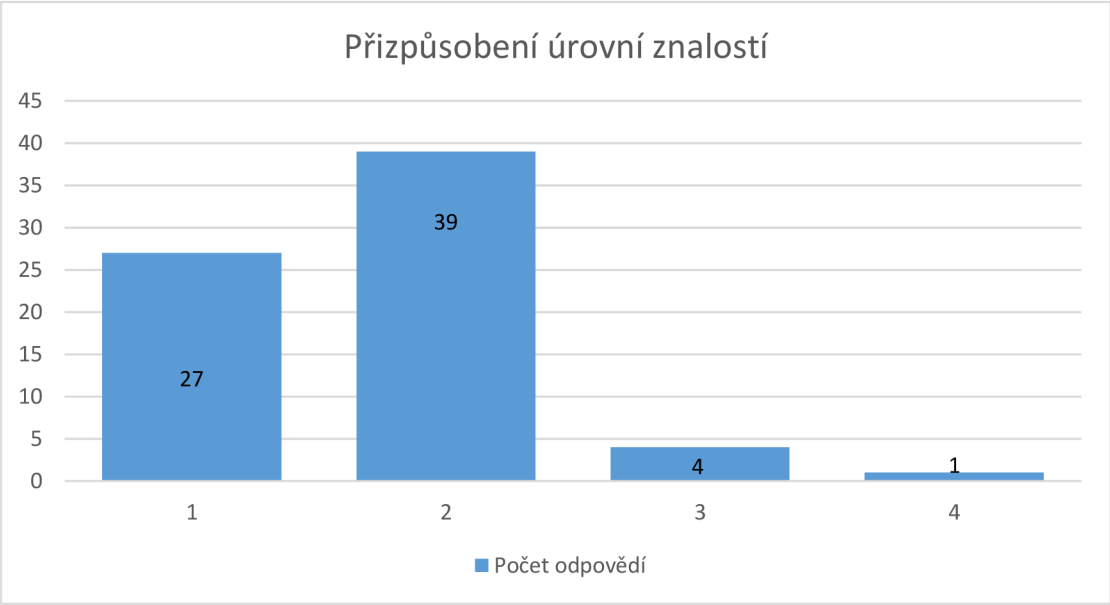
Graf č. 8 Hodnocení interaktivity

Otázka 9: Byly výukové materiály dostatečně přizpůsobeny vaší úrovni znalostí?

Přes 92 % žáků odpovědělo, že úroveň byla přizpůsobena jejich znalostem.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Ano	27	38,03 %
Spíše ano	39	54,93 %
Spíše ne	4	5,63 %
Ne	1	1,41 %

Tabulka č. 9 Přizpůsobení úrovni znalostí



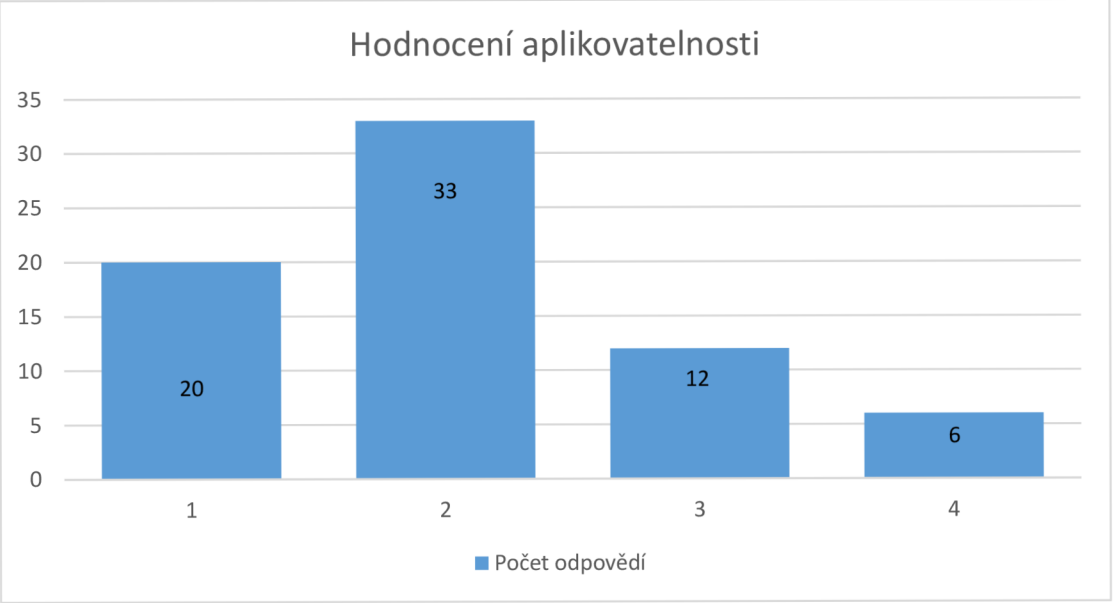
Graf č. 9 Přizpůsobení úrovni znalostí

Otázka 10: Jak hodnotíte praktickou aplikovatelnost výukových materiálů v reálných situacích (např. ve firmách, praxi)?

75 % studentů označilo materiály jako aplikovatelné nebo velmi aplikovatelné.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Velmi aplikovatelné	20	28,17 %
Spíše aplikovatelné	33	46,48 %
Spíše neaplikovatelné	12	16,90 %
Neaplikovatelné	6	8,45 %

Tabulka č. 10 Hodnocení aplikovatelnosti



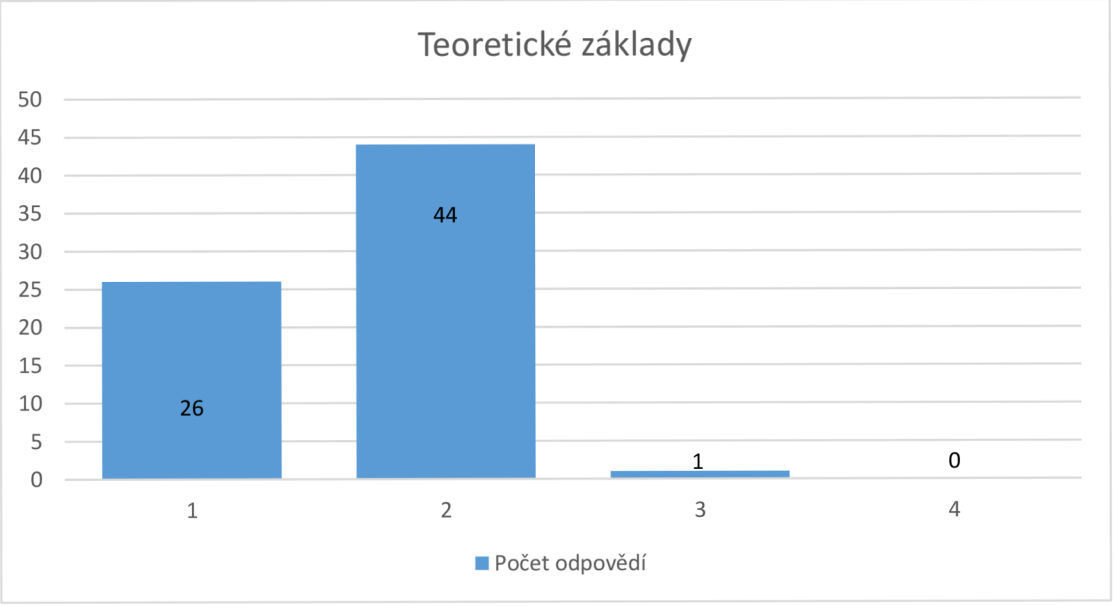
Graf č. 10 Hodnocení aplikovatelnosti

Otázka 11: Byla výuka s těmito materiály efektivní pro vaše pochopení teoretických základů CAD/CAM?

Téměř 98 % žáků vnímalo výuku jako efektivní.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Ano, velmi efektivní	26	36,62 %
Spíše efektivní	44	61,98 %
Spíše neefektivní	1	1,41 %
Neefektivní	0	0 %

Tabulka č. 11 Teoretické základy



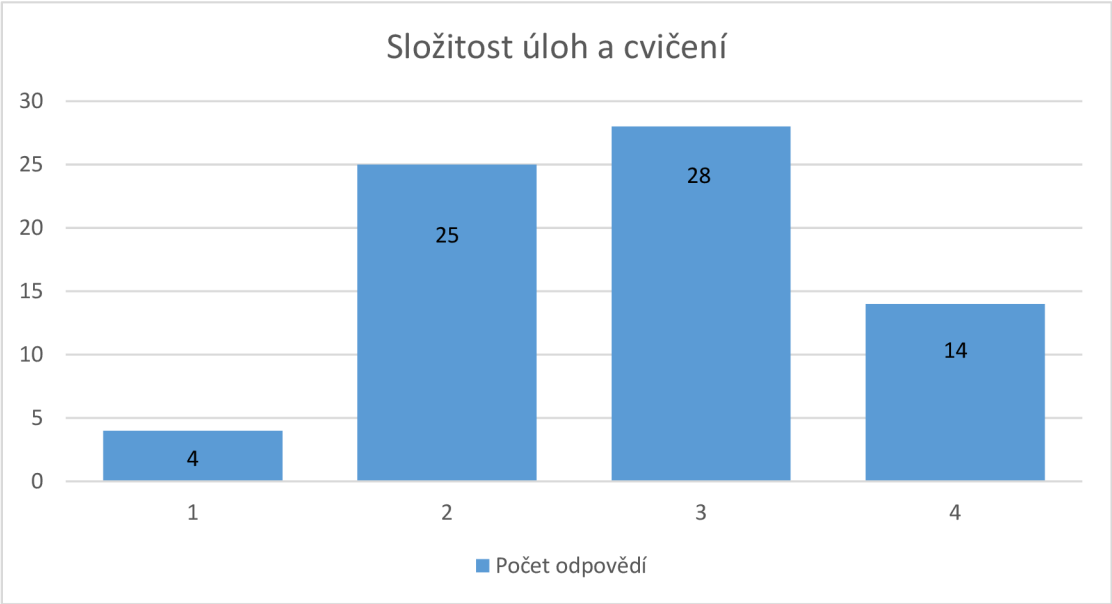
Graf č. 11 Teoretické základy

Otázka 12: Jak hodnotíte úroveň složitosti praktických úloh a cvičení uvedených ve výukových materiálech?

Podobně jako u teoretické části převládala odpověď „přiměřeně složité“ (75 %), což ukazuje na vhodné didaktické zpracování.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Velmi složité	4	5,63 %
Trochu složité	25	35,21 %
Spíše jednoduché	28	39,44 %
Velmi jednoduché	14	19,72 %

Tabulka č. 12 Složitost úloh a cvičení



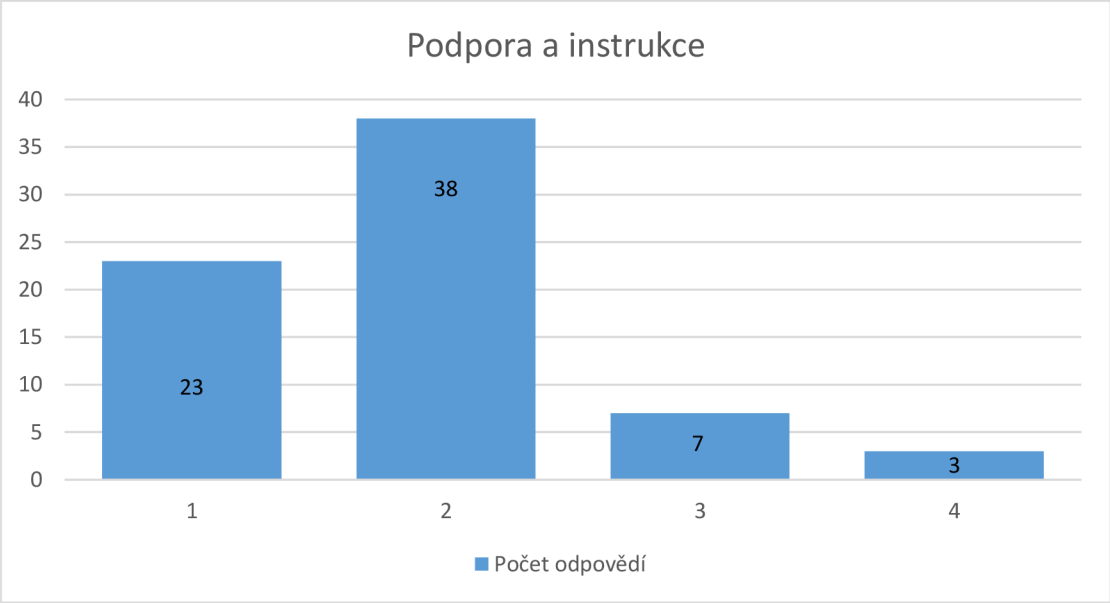
Graf č. 12 Složitost úloh a cvičení

Otázka 13: Byla podpora a instrukce v materiálech dostatečná pro úspěšné zvládnutí úkolů?

Vysoké zastoupení odpovědí „velmi dostatečná“ a „spíše dostatečná“ (86 %) potvrzuje kvalitu instrukcí.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Ano, velmi dostatečné	23	32,39 %
Spíše dostatečné	38	53,52 %
Spíše nedostatečné	7	9,89 %
Nedostatečné	3	4,23 %

Tabulka č. 13 Podpora a instrukce



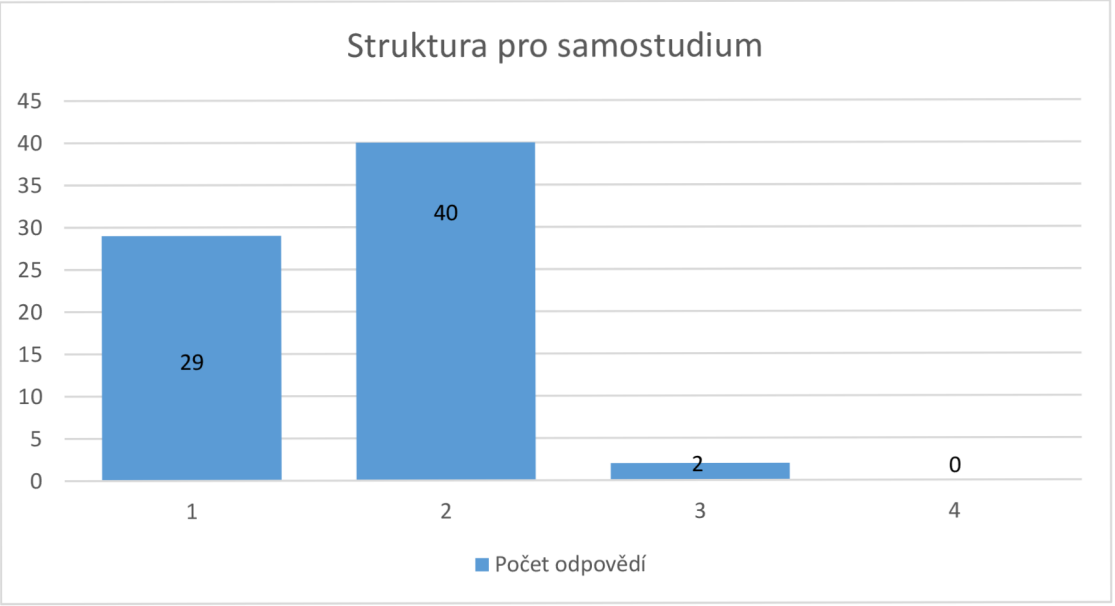
Graf č. 13 Podpora a instrukce

Otázka 14: Byly výukové materiály dobře strukturovány pro samostudium?

Zhruba 97 % žáků označilo materiály za dobře strukturované i pro samostudium.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Ano, velmi dobře	29	40,85 %
Spíše dobře	40	56,34 %
Spíše špatně	2	2,82 %
Špatně	0	0 %

Tabulka č. 14 Struktura pro samostudium



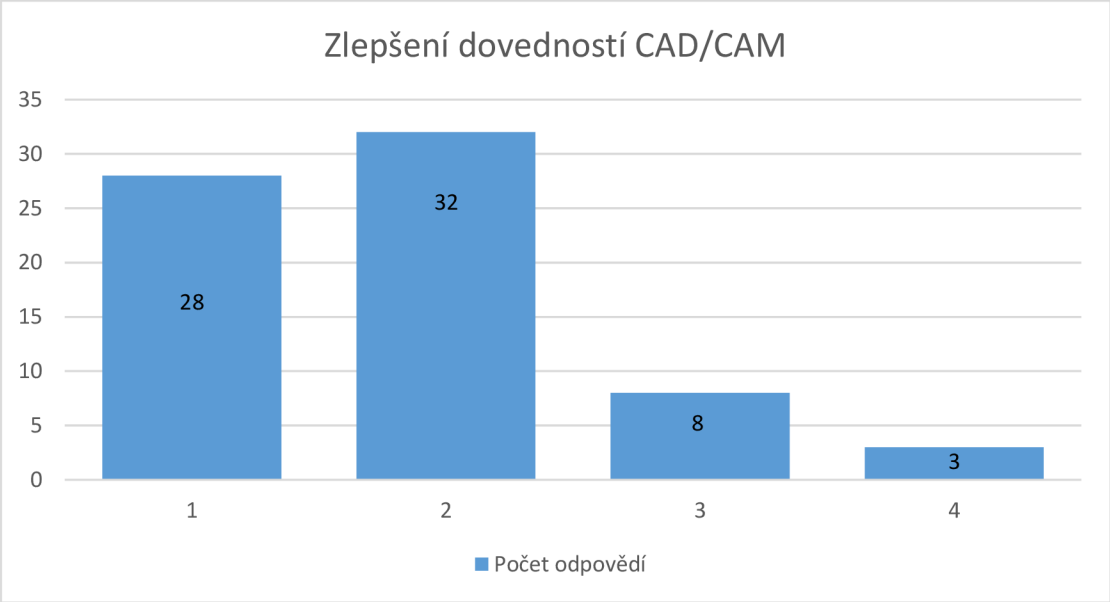
Graf č. 14 Struktura pro samostudium

Otázka 15: Zlepšily tyto materiály vaše dovednosti v používání CAD/CAM systémů?

Více než 84 % žáků zaznamenalo zlepšení – ať výrazné, nebo mírné.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Ano, výrazně	28	39,44 %
Ano, trochu	32	45,07 %
Ne, malé	8	11,27 %
Ne, vůbec	3	4,23 %

Tabulka č. 15 Zlepšení dovedností CAD/CAM



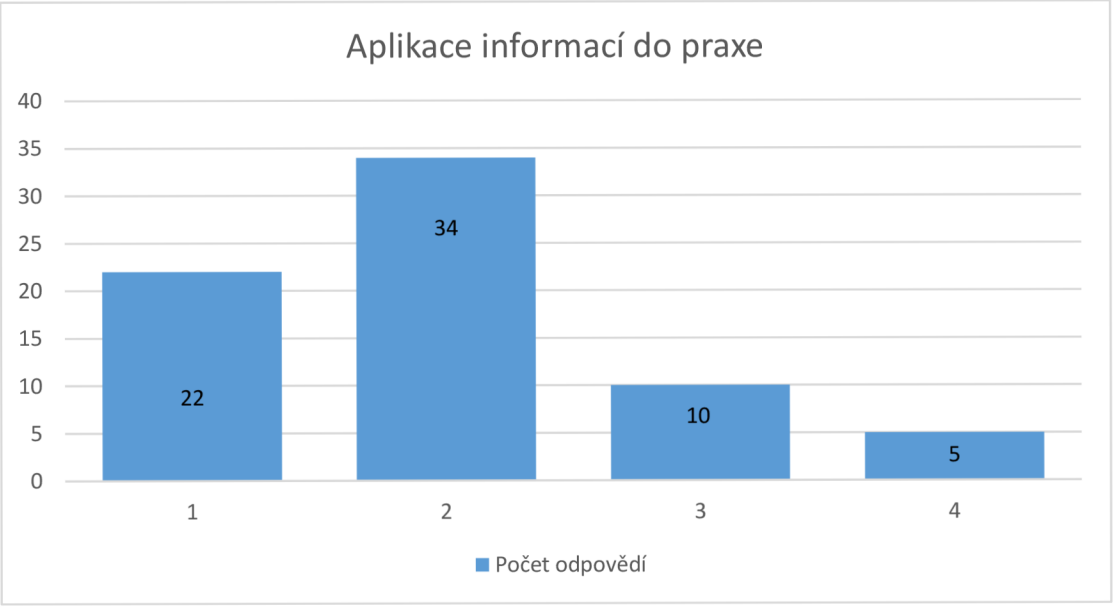
Graf č. 15 Zlepšení dovedností CAD/CAM

Otázka 16: Bylo pro vás snadné aplikovat naučené informace do praxe (v rámci výuky či cvičení)?

Dvě třetiny žáků odpověděly, že aplikace naučeného byla snadná nebo velmi snadná.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Ano, velmi snadné	22	30,99 %
Spíše snadné	34	47,89 %
Spíše těžké	10	14,08 %
Velmi těžké	5	7,04 %

Tabulka č. 16 Aplikace informací do praxe



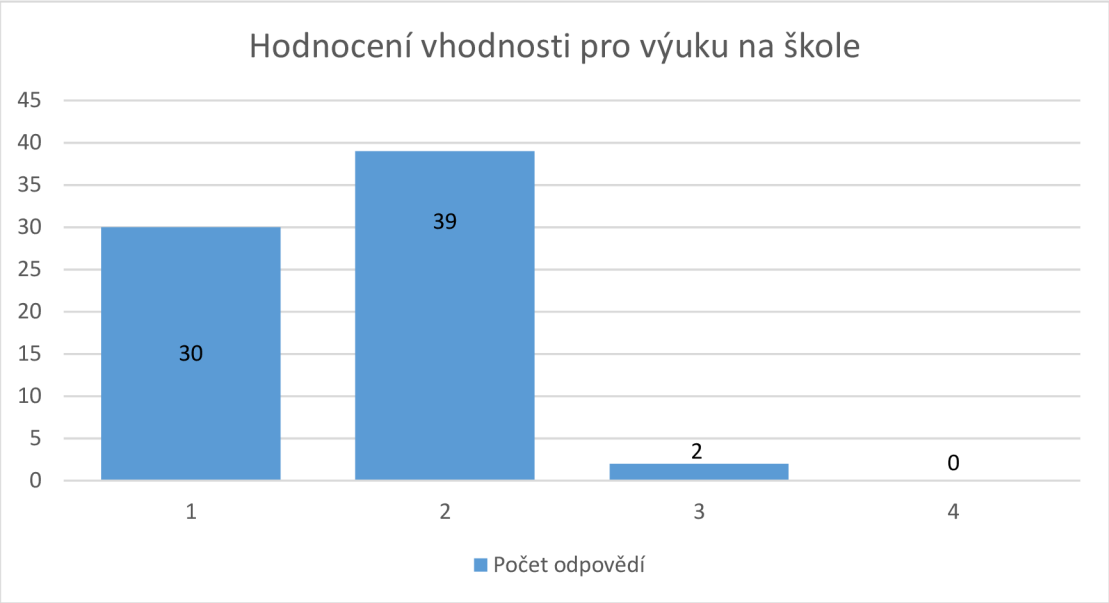
Graf č. 16 Aplikace informací do praxe

Otázka 17: Jak hodnotíte vhodnost použití CAD/CAM materiálů pro výuku na vaší škole?

Pozitivní odpovědi převažovaly (celkem 97 %), což ukazuje na dobré začlenění do výuky.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Velmi vhodné	30	42,25 %
Spíše vhodné	39	54,93 %
Spíše nevhodné	2	2,82 %
Nevhodné	0	0 %

Tabulka č. 17 Hodnocení vhodnosti pro výuku na škole



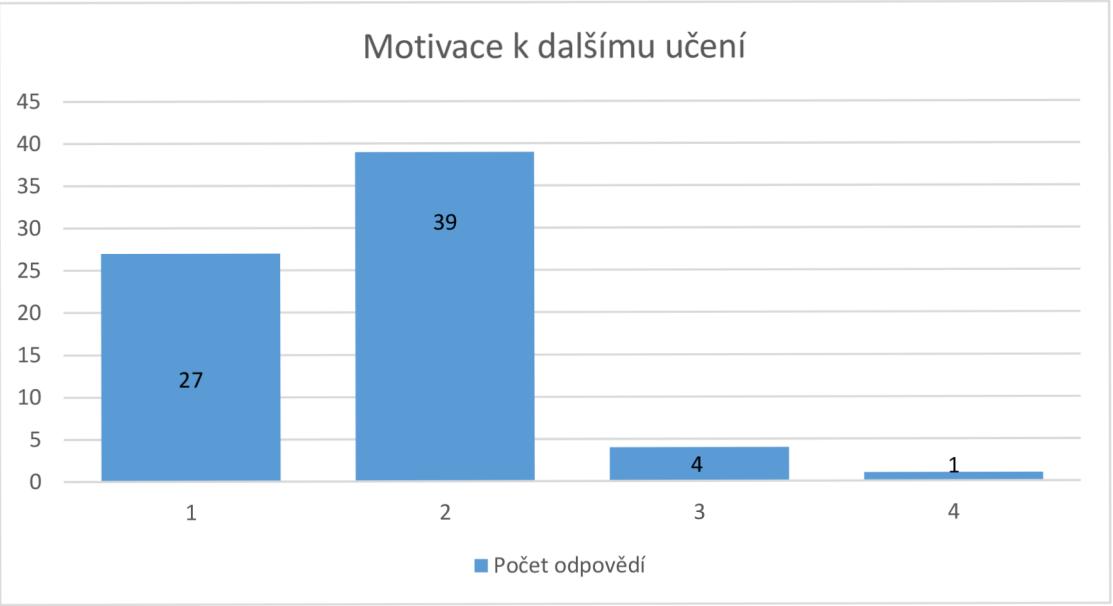
Graf č. 17 Hodnocení vhodnosti pro výuku na škole

Otázka 18: Cítili jste se motivováni k dalšímu učení díky těmto materiálům?

93 % žáků uvedlo, že je materiály motivovaly k dalšímu rozvoji.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Ano, velmi motivováni	27	38,03 %
Spíše motivováni	39	54,93 %
Spíše nemotivováni	4	5,63 %
Nemotivováni	1	1,41 %

Tabulka č. 18 Motivace k dalšímu učení



Graf č. 18 Motivace k dalšímu učení

Otázka 19: Co byste navrhli zlepšit v těchto výukových materiálech? *(volná odpověď)*

Mezi nejčastější návrhy patřilo přidání více praktických příkladů, videoukázek a možnost přímého propojení s výstupem na CNC strojích. Někteří žáci zmínili i přání zjednodušit některé části instrukcí.

Na základě volných odpovědí respondentů v otevřené otázce č. 19 lze říci, že studenti vnímali výukovou pomůcku převážně pozitivně, přičemž se objevilo i několik cenných návrhů na zlepšení. Velká část žáků ocenila srozumitelnost a strukturu materiálů, avšak zároveň nabídli konkrétní zpětnou vazbu, která může sloužit jako podklad pro další úpravy a vývoj pomůcky.

Opakujícím se návrhem bylo zařazení videonávodů, které by ukazovaly postupy krok za krokem. Studenti by také uvítali více interaktivních prvků, jako jsou minikvízy, závěrečná shrnutí nebo krátké testy po každé kapitole, které by jim umožnily ověřit si pochopení probírané látky. Několik respondentů doporučilo rozšíření pomůcky o reálné příklady z praxe, případně ukázky, jak se CAD/CAM technologie využívají ve skutečných firmách.

Někteří žáci uvedli, že některé popisy byly pro začátečníky příliš odborné a navrhli doplnit slovníček pojmů. Dále zazněl podnět ke zlepšení vizuální stránky – např. větší nebo kontrastnější obrázky. Studenti také navrhli možnost stáhnout části materiálu jako PDF, používat je v mobilní aplikaci, případně přidat prostor pro vlastní poznámky během výuky.

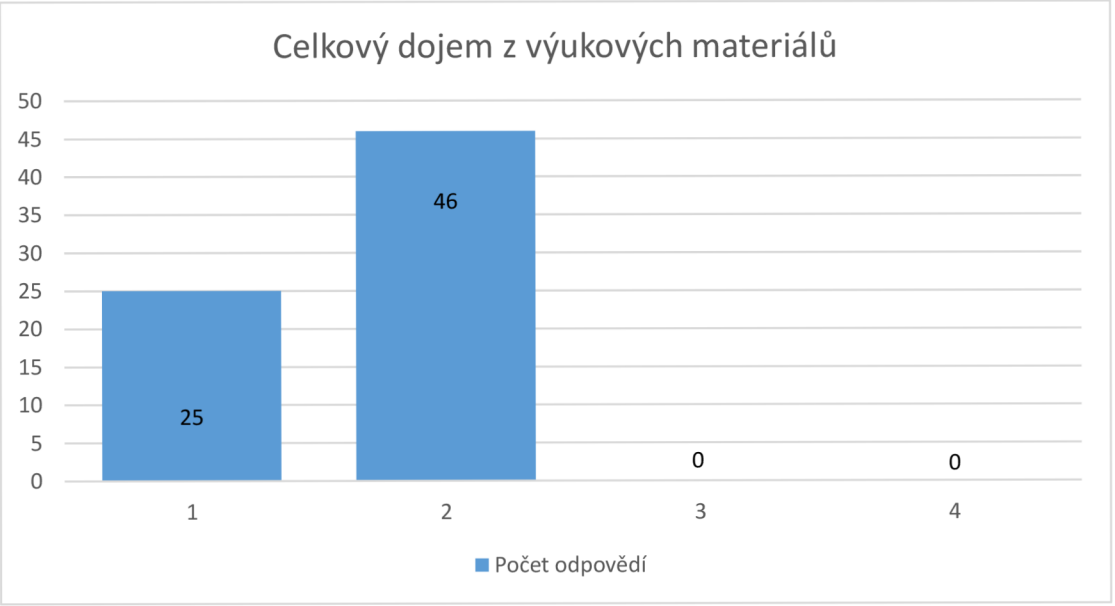
Z kritičtějších odpovědí vyplynulo, že některým žákům chybělo podrobnější vysvětlení základních pojmů a uváděli, že vstup do látky byl pro úplné začátečníky poměrně náročný. Zazněl také požadavek na zvýraznění klíčových bodů, větší stručnost textu a větší prostor pro samostatnou tvorbu, namísto čistě vedeného postupu.

Celkově lze shrnout, že žáci hodnotili výukový materiál pozitivně, přičemž jejich zpětná vazba ukazuje, že pomůcka má potenciál být ještě interaktivnější, variabilnější a více přizpůsobená individuálním potřebám uživatelů. Většina podnětů je realizovatelná a představuje přínosný základ pro další zlepšování a rozšíření výukové pomůcky.

Otázka 20: Jaký celkový dojem máte z těchto výukových materiálů? Celkový dojem byl převážně pozitivní – 100 % respondentů označilo materiály za velmi nebo spíše pozitivní.

Odpověď	Počet respondentů – N	Počet respondentů (%)
Velmi pozitivní	25	35,21 %
Spíše pozitivní	46	64,79 %
Spíše negativní	0	0 %
Velmi negativní	0	0 %

Tabulka č. 19 Celkový dojem z výukových materiálů



Graf č. 19 Celkový dojem z výukových materiálů

6.5 Shrnutí výsledků výzkumu

Na základě realizovaného výzkumného šetření lze konstatovat, že cíle stanovené na začátku práce byly naplněny a výzkumné předpoklady byly potvrzeny. Výuková pomůcka zaměřená na osvojení základních funkcí softwaru Autodesk Inventor 2025 byla žáky hodnocena jako přehledná, praktická a přínosná. Umožnila jim pracovat samostatně, bez výrazné podpory vyučujícího, a přispěla ke zlepšení jejich dovedností v oblasti CAD/CAM.

K prvnímu výzkumnému cíli, tedy ověření efektivity a použitelnosti výukové pomůcky, přineslo šetření jasné výsledky. Z dotazníku vyplynulo, že více než 78 % žáků bylo schopno samostatně pracovat podle instrukcí uvedených v učební pomůcce, bez nutnosti konzultace s vyučujícím. To potvrzuje předpoklad 1/1, že většina žáků zvládne základní úkoly samostatně. Z pozorování i zpětné vazby žáků dále vyplývá, že tematicky členěná a přehledná struktura výukového materiálu napomáhala orientaci a plynulému postupu, čímž byl potvrzen i předpoklad 1/2, tedy vyšší míru samostatnosti díky použití strukturované pomůcky.

Druhý výzkumný cíl, tedy zjištění zpětné vazby o přehlednosti, srozumitelnosti a přínosu materiálu, byl rovněž naplněn. Pomůcka byla 83 % respondentů označena jako přehledná a srozumitelná, což plně potvrzuje předpoklad 2/1. Výukový materiál byl také pozitivně přijat z hlediska praktického přínosu – žáci oceňovali konkrétní kroky, jasné návody a možnost pracovat vlastním tempem. Až 97 % respondentů uvedlo, že byli pomůckou motivováni k dalšímu vzdělávání, čímž byla potvrzený předpoklad 2/2.

Z dotazníku a následného shrnutí odpovědí dále vyplývá, že pomůcka pomohla žákům lépe pochopit základní principy práce v prostředí CAD/CAM, a to i těm, kteří před výukou neměli s tímto typem softwaru žádné zkušenosti. Výsledky ukazují, že žáci s minimálními vstupními znalostmi zvládli úkoly srovnatelně s těmi, kteří již určitou zkušenost měli, což podporuje předpoklad 2/3.

Z odpovědí rovněž vyplynula konkrétní doporučení na vylepšení materiálů – především požadavek na rozšíření o videonávody, více praktických příkladů a možnost větší samostatnosti při tvorbě vlastních řešení. Tyto podněty ukazují na potenciál pomůcky k dalšímu rozvoji a přizpůsobení různým úrovním žáků.

Výzkumné šetření tak potvrdilo, že vytvořená výuková pomůcka je vhodným, efektivním a didakticky hodnotným nástrojem pro výuku základní práce v Autodesk Inventoru 2025. Splňuje nejen požadavky na přehlednost a praktickou využitelnost, ale i na podporu samostatnosti a motivace žáků ve výuce.

Závěr

V této diplomové práci jsem se zabýval tématem využití systému CAD/CAM ve strojírenském vzdělávání na střední odborné škole. Možnosti aplikace CAD/CAM technologií do výuky odpovídají aktuálním trendům v průmyslu a reflektují rostoucí požadavky na digitální gramotnost žáků v oblasti technických profesí. V dnešní době už není práce v digitálním prostoru výhradou pouze velkých průmyslových podniků – znalost digitálního modelování, práce v CAD systémech a základů CAM postupů se stává součástí běžného profesního života odborných pracovníků v oblasti strojírenství.

Tato proměna se přirozeně promítá i do obsahu a formy technického vzdělávání. Aby byla výuka efektivní, musí být schopna reagovat na nové požadavky praxe – a to jak po stránce odborného obsahu, tak i metod výuky. Do popředí vstupuje samostatná práce žáků, schopnost pracovat s digitálními nástroji a především dovednost „naučit se učit“. V této souvislosti se mění i role učitele, který se zprostředkovatele informací stává průvodcem procesem učení.

Cílem diplomové práce bylo nejen teoreticky uchopit problematiku CAD/CAM systémů, ale především vytvořit a ověřit výukovou pomůcku pro žáky 2. ročníku střední odborné školy, která slouží k osvojení základních dovedností v prostředí Autodesk Inventor 2025. Tento cíl byl naplněn.

V rámci práce vznikla metodicky zpracovaná učební pomůcka obsahující výukový obsah rozdělený do tematických celků – od vytvoření nového souboru, přes práci s 2D náčrtem, 3D modelování, až po základní aplikaci CAM funkcí. Součástí práce bylo i výzkumné ověření této pomůcky, kterého se zúčastnilo 71 žáků. Z výsledků dotazníkového šetření vyplynulo, že pomůcka byla žáky vnímána jako přehledná, srozumitelná a přínosná pro jejich studium i praktickou výuku. Výsledky také ukázaly, že žáci byli schopni s výukovým materiálem pracovat samostatně a pomůcka jim pomohla lépe pochopit práci v softwaru Autodesk Inventor.

Jako další krok do budoucna doporučuji rozšířit pomůcku o pokročilejší témata, například vícedílné sestavy, výkresovou dokumentaci, pokročilé CAM simulace nebo integraci s reálnými CNC stroji. Současně by bylo přínosné doplnit materiál o videonávody, animace či interaktivní prvky, které by mohly dále podpořit samostatné učení žáků.

Seznam použité literatury a zdrojů

ALBA, Michael. 2024. *11 highlights of PTC Creo 11.* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.engineering.com/11-highlights-of-ptc-creo-11/

AUSTIN-MORGAN, Tom. 2023. *Configuring Workflows with Autodesk Fusion 360.* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.engineering.com/configuring-workflows-with-autodesk-fusion-360/

AUTODESK, 2025. *Hlavní funkce aplikace Inventor.* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.autodesk.com/cz/products/inventor/features

AUTODESK, 2025. *Mechanical engineering with Fusion.* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.autodesk.com/products/fusion-360/mechanical-engineer

BETHANY, 2023. *How Industries Use CAD: Engineering.* [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://www.scan2cad.com/blog/cad/how-engineers-use-cad/#4_Mechanical_Engineering

BOZ, Berk. 2024. *AutoCAD vs Autodesk Inventor: Which Is Best For Your Workflow?* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: *https://vagon.io/blog/autocad-vs-inventor*

CADD, Dinesh, 2024. *Top 10 Best CAD Software for Mechanical Design in 2025.* [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://www.cadd.net.in/top-best-cad-software-for-mechanical-design/

COLE, Dave, 2023. *CAD for mechanical engineering*. [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://www.rs-online.com/designspark/cad-for-mechanical-engineering

DASSAULT SYSTÈMES. 2025. *CATIA.* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.3ds.com/products/catia

DASSAULT SYSTÈMES. 2025. *CATIA V5.* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.3ds.com/products/catia/catia-v5

DOSTÁL, Jiří. 2008. *Učební pomůcky a zásada názornosti.* Olomouc: Votobia. ISBN 978-80-7220-310-9.

GADDY, Korey. 2022. *Autodesk Inventor: What Is It Used For?* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: *https://tpm.com/blog/autodesk-inventor-what-is-it-used-for/*

GAVORA, Peter a kol. 2010. *Elektronická učebnica pedagogického výskumu*. [online]. Bratislava: Univerzita Komenského. Dostupné z: http://www.e-metodologia.fedu.uniba.sk/ ISBN 978–80–223–2951–4.

GEDDES, Duncan, 2020. *The history of computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM).* [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://technicalfoamservices.co.uk/blog/blog-history-of-cad-cam/

GESCHWINDER, Jan. 1987. *Metodika využití materiálních didaktických prostředků.* Účelové náklady. Praha: SPN.

HLADÍLEK, Miroslav. 2009. *Kapitoly z obecné didaktiky a didaktiky vzdělávání dospělých.* Praha: Univerzita Jana Amose Komenského Praha. ISBN 978-80-86723-75-4.

HLAVATÝ, Josef. 2002. *Didaktická technika pro učitele.* Praha: Vysoká škola chemickotechnologická v Praze. ISBN 80-7080-479-3.

CHRÁSKA, Miroslav. 2016. *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. 2., aktualizované vydání. Pedagogika. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5326-3.

CHROMÝ, Jan. 2011. Materiální didaktické prostředky v informační společnosti. Praha. ISBN 978-80-904415-5-2.

KALHOUS, Zdeněk a OBST, Otto. 2002. *Školní didaktika.* Praha: Portál. ISBN 80-7178-235-X.

MADELEINE, Prior. 2023. *What is Autodesk Inventor and How Does it Work?* [online]. [cit. 2025-03-23]. Dostupné z: https://www.3dnatives.com/en/what-is-autodesk-inventor-180620224/

MAŇÁK, Josef. 1994. *Nárys didaktiky.* Brno: Masarykova univerzita. ISBN 80-210-0210-741.

METALIOS, Zoe. 2020. *What is Autodesk Inventor?* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://solidprofessor.com/blog/what-is-autodesk-inventor/

MICHIGAN STATE UNIVERSITY, 2023. *What Is the Difference Between CAD, CAE and CAM?* [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://online.egr.msu.edu/articles/cad-vs-cae-vs-cam-what-is-the-difference/

MŠMT, 2023. *Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 23 – 45 – L/01 Mechanik seřizovač.* [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://www.edu.cz/rvpsov/ciste/23-45-L01.pdf

OANES, Sam. 2024. *The History of SOLIDWORKS.* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.goengineer.com/blog/history-of-solidworks

PASINI, Rachael. 2023. *PTC brings Creo to the cloud*. [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.engineering.com/ptc-brings-creo-to-the-cloud/

PASINI, Rachael. 2023. *SolidWorks 2024 makes design engineers more productive.* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.engineering.com/solidworks-2024-makes-design-engineers-more-productive/

PETROCK, Stephen. 2023. An Introduction to SOLIDWORKS. [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.engineering.com/an-introduction-to-solidworks/

PETTY, Geoffrey. 2004. *Moderní vyučování.* Vyd. 3. Praha: Portál. ISBN 80-7178-978-X

PRŮCHA, Jan, WALTEROVÁ Eliška, MAREŠ, Jiří. 2003. *Pedagogický slovník.* 4. upravené vydání. Praha: Nakladatelství Portál. ISBN 80-7178-772-8.

PTC. 2025. *Thinking About Switching From SOLIDWORKS?* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.ptc.com/en/products/creo/solidworks-vs-creo

PTC. 2025. *Creo Elements/Direct.* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.ptc.com/en/products/creo/elements-direct

QUIZON, Joel. 2023. *CATIA V5 vs 3DEXPERIENCE CATIA: Interface, Licensing, Installation, & Setup.* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.goengineer.com/blog/catia-v5-vs-3dexperience-catia

RAMBOUSEK, Vladimír a kol. 1989. *Technické výukové prostředky.* Praha: SPN. ISBN 80-7066-227-1.

RAMBOUSEK, Vladimír. 2014. *Materiální didaktické prostředky.* V Praze: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. ISBN 978-80-7290-664-2.

RAMOS, Tim. 2024. *6 Reasons Designers Upgrade to CATIA.* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.goengineer.com/blog/6-reasons-designers-upgrade-to-catia

SAMUELS, Maxwell. 2023. Fusion 360, Part 1: Setting Up to Learn. [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.engineering.com/fusion-360-part-1-setting-up-to-learn/

SOLIDWORKS, 2025. *SOLIDWORKS 3D CAD.* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.solidworks.com/product/solidworks-3d-cad

SOLIDWORKS, 2025. *What's New in SOLIDWORKS 2025.* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.solidworks.com/product/whats-new

SURVIO, 2025. *Vytvořit dotazník* [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://www.survio.com/cs/

ŠKARKA, Matěj. 2016. *Co je to fusion 360?* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.inventor3dblog.cz/fusion-360/

VANĚČEK, David. 2008. *Informační a komunikační technologie ve vzdělávání.* Praha, ČVUT. ISBN 978-80-01-04087-4.

VELLING, Andreas, 2023. *Advantages of CAD & Why Every Engineer Should Be Using It.* [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: https://fractory.com/cad-advantages/

YANG, Tuang. 2025. *AutoCAD Vs Fusion 360: Major Differences.* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://www.netcomlearning.com/blog/autocad-vs-fusion-360-major-differences

Seznam zkratek

2D	Dvourozměrné
3D	Trojrozměrné
3MF	Trojrozměrný výrobní formát
AI	Umělá inteligence
AR	Rozšířená realita
ADAM	Pokročilá analýza dat a modelování
BIM	Informační modelování budov
CAD	Počítačově podporovaný design
CAE	Počítačem podporované inženýrství
CAM	Počítačem podporovaná výroba
CATIA	Počítačem podporovaná trojrozměrná interaktivní aplikace
CD	Kompaktní disk
CNC	Číslicové řízení
DAC	Převodník digitálního signálu na analogový
DWG	Výkres
ECAD	Elektronický počítačově podporovaný návrh
ERP	Plánování podnikových zdrojů
FEA	Analýza konečných prvků
G-kód	Geometrický kód
IoT	Internet věcí
ICT	Informační a komunikační technologie
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
IPT	Integrovaný projektový tým
IGES	Počáteční specifikace výměny grafiky
MIT	Massachusettský technologický institut
MCAD	Mechanicky počítačově podporovaný design
MBD	Definice založená na modelu
MCS	Výrobní řídicí systém
NC	Numerické řízení
PDF	Přenosný formát dokumentu
PDM	Správa produktových dat
PCB	Deska s plošnými spoji

PRONTO	Nástroj pro optimalizaci výroby
RVP	Rámcový vzdělávací program
STEP	Standard pro výměnu dat modelu produktu
STL	Stereolitografie
ŠVP	Školní vzdělávací program
UNISURF	Univerzální numerická simulace a realistická funkce
VLE	Virtuální vzdělávací prostředí
VR	Virtuální realita
WCS	Pracovní souřadnicový systém

Seznam obrázků

Obr. č. 1 Ikona programu (vlastní dílo autora) ... 39
Obr. č. 2 Úvodní stránka (vlastní dílo autora) ... 39
Obr. č. 3 Volba nastavení (vlastní dílo autora) ... 40
Obr. č. 4 Projekty (vlastní dílo autora) ... 40
Obr. č. 5 Nový projekt (vlastní dílo autora) ... 40
Obr. č. 6 Průvodce projektu (vlastní dílo autora) ... 40
Obr. č. 7 Název projektu (vlastní dílo autora) ... 41
Obr. č. 8 Cesta projektu (vlastní dílo autora) ... 41
Obr. č. 9 Projekt CAD.CAM (vlastní dílo autora) ... 41
Obr. č. 10 Potvrzení (vlastní dílo autora) ... 41
Obr. č. 11 Nový soubor (vlastní dílo autora) ... 42
Obr. č. 12 Nastavení souboru (vlastní dílo autora) ... 42
Obr. č. 13 Zobrazení karet (vlastní dílo autora) ... 43
Obr. č. 14 Tlačítko uložit (vlastní dílo autora) ... 43
Obr. č. 15 Pojmenování souboru (vlastní dílo autora) ... 43
Obr. č. 16 Název souboru (vlastní dílo autora) ... 44
Obr. č. 17 Roviny zobrazení (vlastní dílo autora) ... 44
Obr. č. 18 Osy (vlastní dílo autora) ... 44
Obr. č. 19 Rovina XY (vlastní dílo autora) ... 44
Obr. č. 20 Technický výkres (vlastní dílo autora) ... 45
Obr. č. 21 Obdélník (vlastní dílo autora) ... 45
Obr. č. 22 Obdélník dva body střed (vlastní dílo autora) ... 45
Obr. č. 23 Střed náčrtu (vlastní dílo autora) ... 45
Obr. č. 24 Rozměry obdélníku (vlastní dílo autora) ... 46
Obr. č. 25 Zhotovení obdélníku (vlastní dílo autora) ... 46
Obr. č. 26 Dokončení 2D náčrtu A (vlastní dílo autora) ... 46
Obr. č. 27 Náčrt v 3D prostoru (vlastní dílo autora) ... 46
Obr. č. 28 Kostka úhlu pohledu (vlastní dílo autora) ... 47
Obr. č. 29 Funkce vysunutí (vlastní dílo autora) ... 47
Obr. č. 30 Vlastnosti vysunutí (vlastní dílo autora) ... 48
Obr. č. 31 3D model A (vlastní dílo autora) ... 48
Obr. č. 32 Funkce Čára (vlastní dílo autora) ... 48

Obr. č. 33 Souřadnice XY (vlastní dílo autora) 49
Obr. č. 34 Náčrt pomocí čar (vlastní dílo autora) 49
Obr. č. 35 Dokončení 2D náčrtu B (vlastní dílo autora) 49
Obr. č. 36 3D model B (vlastní dílo autora) 50
Obr. č. 37 Funkce kružnice (vlastní dílo autora) 50
Obr. č. 38 Nastavení vysunutí B (vlastní dílo autora) 50
Obr. č. 39 3D model C (vlastní dílo autora) 50
Obr. č. 40 Nabídka funkce obdélník (vlastní dílo autora) 50
Obr. č. 41 Drážka střed (vlastní dílo autora) 51
Obr. č. 42 2D náčrt drážek (vlastní dílo autora) 51
Obr. č. 43 Vysunutí drážek (vlastní dílo autora) 51
Obr. č. 44 Výstup rozdíl (vlastní dílo autora) 51
Obr. č. 45 Náčrt4 (vlastní dílo autora) 51
Obr. č. 46 Viditelnost náčrtu4 (vlastní dílo autora) 52
Obr. č. 47 3D model D (vlastní dílo autora) 52
Obr. č. 48 Funkce Bod (vlastní dílo autora) 52
Obr. č. 49 Funkce Díra (vlastní dílo autora) 52
Obr. č. 50 Nastavení díry (vlastní dílo autora) 52
Obr. č. 51 3D model E (vlastní dílo autora) 53
Obr. č. 52 Funkce zaoblení (vlastní dílo autora) 53
Obr. č. 53 Rádius zaoblení (vlastní dílo 53
Obr. č. 54 Výběr rohů k zaoblení (vlastní dílo autora) 53
Obr. č. 55 Funkce zešikmení (vlastní dílo autora) 54
Obr. č. 56 Pevná rovina (vlastní dílo autora) 54
Obr. č. 57 Plochy zešikmení (vlastní dílo autora) 54
Obr. č. 58 3D model F (vlastní dílo autora) 54
Obr. č. 59 Zaoblení čepu (vlastní dílo autora) 54
Obr. č. 60 Zaoblení hran drážek (vlastní dílo autora) 55
Obr. č. 61 2D náčrt středů děr (vlastní dílo autora) 55
Obr. č. 62 Umístění středů děr v drážkách (vlastní dílo autora) 55
Obr. č. 63 Nastavení díry se Závitem (vlastní dílo autora) 55
Obr. č. 64 Ukázka děr na drážkách (vlastní dílo autora) 55
Obr. č. 65 Závit M6 (vlastní dílo autora) 55
Obr. č. 66 Půlka drážky (vlastní dílo autora) 56

Obr. č. 67 Vysunutí půlky drážky (vlastní dílo autora) ... 56
Obr. č. 68 Zaoblení hran drážky (vlastní dílo autora) ... 56
Obr. č. 69 Funkce zrcadlit (vlastní dílo autora) ... 56
Obr. č. 70 Výběr prvků (vlastní dílo autora) ... 56
Obr. č. 71 3D Model G (vlastní dílo autora) ... 57
Obr. č. 72 Výběr plochy pro 2D náčrt (vlastní dílo autora) ... 57
Obr. č. 73 Náčrt poslední drážky (vlastní dílo autora) ... 57
Obr. č. 74 Zaoblení vrchních hran (vlastní dílo autora) ... 57
Obr. č. 75 3D model H (vlastní dílo autora) ... 58
Obr. č. 76 Středy děr (vlastní dílo autora) ... 58
Obr. č. 77 Nastavení děr (vlastní dílo autora) ... 58
Obr. č. 78 Hotový 3D model (vlastní dílo autora) ... 58
Obr. č. 79 Spuštění funkce CAM (vlastní dílo autora) ... 59
Obr. č. 80 Nastavení CAM A (vlastní dílo autora) ... 59
Obr. č. 81 Model obrábění (vlastní dílo autora) ... 60
Obr. č. 82 Polotovar (vlastní dílo autora) ... 60
Obr. č. 83 Režim polotovaru (vlastní dílo autora) ... 60
Obr. č. 84 Postproces (vlastní dílo autora) ... 60
Obr. č. 85 Nastavení CAM B (vlastní dílo autora) ... 60
Obr. č. 86 Knihovna nástrojů (vlastní dílo autora) ... 47
Obr. č. 87 Výběr knihoven (vlastní dílo autora) ... 61
Obr. č. 88 Nová knihovna (vlastní dílo autora) ... 61
Obr. č. 89 3x Nástroje (vlastní dílo autora) ... 61
Obr. č. 90 Prázdná knihovna (vlastní dílo autora) ... 61
Obr. č. 91 Knihovna Metric (vlastní dílo autora) ... 61
Obr. č. 92 Fréza Ø6mm (vlastní dílo autora) ... 61
Obr. č. 93 Kopírovat nástroj (vlastní dílo autora) ... 62
Obr. č. 94 Upravit nástroj (vlastní dílo autora) ... 62
Obr. č. 95 Obecné nastavení nástroje (vlastní dílo autora) ... 62
Obr. č. 96 Parametry nástroje (vlastní dílo autora) ... 62
Obr. č. 97 Držák (vlastní dílo autora) ... 63
Obr. č. 98 Geometrie držáku (vlastní dílo autora) ... 63
Obr. č. 99 Posuvy a Otáčky (vlastní dílo autora) ... 63
Obr. č. 100 Nová fréza (vlastní dílo autora) ... 63

Obr. č. 101 Obecné nastavení nástroje (vlastní dílo autora) 64
Obr. č. 102 Nastavení parametrů nové frézy (vlastní dílo autora) 64
Obr. č. 103 Výběr držáku (vlastní dílo autora) 64
Obr. č. 104 Knihovna standardních držáku (vlastní dílo autora) 64
Obr. č. 105 Volba posuvu a otáček (vlastní dílo autora) 65
Obr. č. 106 Pořadí nástrojů (vlastní dílo autora) 65
Obr. č. 107 Ukončení programu (vlastní dílo autora) 65
Obr. č. 108 Seznam nástrojů (vlastní dílo autora) 66
Obr. č. 109 Číslo nástroje (vlastní dílo autora) 66
Obr. č. 110 Parametry čelní frézy (vlastní dílo autora) 66
Obr. č. 111 Dřík čelní frézy (vlastní dílo autora) 66
Obr. č. 112 Čelní fréza (vlastní dílo autora) 67
Obr. č. 113 Válcová fréza Ø24 mm (vlastní dílo autora) 67
Obr. č. 114 Válcová fréza Ø12 mm (vlastní dílo autora) 67
Obr. č. 115 Kulová fréza Ø8 mm (vlastní dílo autora) 68
Obr. č. 116 Navrtáváček (vlastní dílo autora) 68
Obr. č. 117 Vrták Ø10 mm (vlastní dílo autora) 68
Obr. č. 118 Vrták Ø15 mm (vlastní dílo autora) 69
Obr. č. 119 Vrták Ø5 mm (vlastní dílo autora) 69
Obr. č. 120 Závitník M6 (vlastní dílo autora) 69
Obr. č. 121 WCS (vlastní dílo autora) 70
Obr. č. 122 Nastavení polotovaru (vlastní dílo autora) 70
Obr. č. 123 Materiál polotovaru (vlastní dílo autora) 70
Obr. č. 124 Funkce čelo (vlastní dílo autora) 71
Obr. č. 125 Výběr vhodného nástroje (vlastní dílo autora) 71
Obr. č. 126 Knihovna 3x Nástroje (vlastní dílo autora) 71
Obr. č. 127 Nástroj č.1 (vlastní dílo autora) 71
Obr. č. 128 Zobrazení nástroje (vlastní dílo autora) 71
Obr. č. 129 Chlazení (vlastní dílo autora) 71
Obr. č. 130 Nastavení geometrie (vlastní dílo autora) 72
Obr. č. 131 Ukázka správného nastavení (vlastní dílo autora) 72
Obr. č. 132 Nastavení výšek (vlastní dílo autora) 72
Obr. č. 133 Nastavení záběrů (vlastní dílo autora) 73
Obr. č. 134 Napojování A (vlastní dílo autora) 73

Obr. č. 135 Pohyby nástroje (vlastní dílo autora) 74
Obr. č. 136 Isometrický nástroj (vlastní dílo autora) 74
Obr. č. 137 Pohled ze strany (vlastní dílo autora) 74
Obr. č. 138 Funkce simulovat (vlastní dílo autora) 75
Obr. č. 139 Nastavení simulace (vlastní dílo autora) 75
Obr. č. 140 Simulace A (vlastní dílo autora) 75
Obr. č. 141 Funkce 2D Adaptivní A (vlastní dílo autora) 75
Obr. č. 142 Výběr plochy A (vlastní dílo autora) 76
Obr. č. 143 Výšky modelu A (vlastní dílo autora) 76
Obr. č. 144 Záběry A (vlastní dílo autora) 76
Obr. č. 145 Hloubky a přídavky (vlastní dílo autora) 76
Obr. č. 146 Rampování A (vlastní dílo autora) 77
Obr. č. 147 Vygenerované dráhy nástroje (vlastní dílo autora) 77
Obr. č. 148 Nástroj a polotovar (vlastní dílo autora) 77
Obr. č. 149 Simulace B (vlastní dílo autora) 77
Obr. č. 150 Funkce 2D adaptivní B (vlastní dílo autora) 78
Obr. č. 151 Boční pohled výšek (vlastní dílo autora) 78
Obr. č. 152 Dráhy nástroje A (vlastní dílo autora) 78
Obr. č. 153 Simulace C (vlastní dílo autora) 78
Obr. č. 154 Časová linie (vlastní dílo autora) 79
Obr. č. 155 Funkce Kapsa (vlastní dílo autora) 79
Obr. č. 156 Výběr plochy B (vlastní dílo autora) 79
Obr. č. 157 Výběr plochy se zaoblením (vlastní dílo autora) 79
Obr. č. 158 Ukázka vybraných ploch (vlastní dílo autora) 79
Obr. č. 159 Omezení nástroje A (vlastní dílo autora) 79
Obr. č. 160 Výšky modelu B (vlastní dílo autora) 80
Obr. č. 161 Dráhy nástroje B (vlastní dílo autora) 80
Obr. č. 162 Simulace D (vlastní dílo autora) 80
Obr. č. 163 Hranice obrábění (vlastní dílo autora) 80
Obr. č. 164 Omezení nástroje B (vlastní dílo autora) 80
Obr. č. 165 Výšky modelu C (vlastní dílo autora) 81
Obr. č. 166 Dráhy nástroje C (vlastní dílo autora) 81
Obr. č. 167 Simulace E (vlastní dílo autora) 81
Obr. č. 168 Funkce Vrták (vlastní dílo autora) 81

Obr. č. 169 Výběr polohy děr o Ø 15 mm (vlastní dílo autora) 82
Obr. č. 170 Výběr výšek vrtání (vlastní dílo autora) 82
Obr. č. 171 Typ cyklu vrtání (vlastní dílo autora) 82
Obr. č. 172 Zavrtání otvorů (vlastní dílo autora) 82
Obr. č. 173 Poloha díry Ø 10 mm (vlastní dílo autora) 82
Obr. č. 174 Výběr výšky vrtání (vlastní dílo autora) 83
Obr. č. 175 Výběr děr pro závit M6 (vlastní dílo autora) 83
Obr. č. 176 Výšky zavrtání (vlastní dílo autora) 83
Obr. č. 177 Zavrtání díry Ø10 mm (vlastní dílo autora) 83
Obr. č. 178 Zavrtání díry Ø5 mm (vlastní dílo autora) 83
Obr. č. 179 Výběr ploch děr s Ø15 mm (vlastní dílo autora) 84
Obr. č. 180 Výběr hloubky vrtání A (vlastní dílo autora) 84
Obr. č. 181 Výběr plochy díry (vlastní dílo autora) 84
Obr. č. 182 Výběr hloubky vrtání B (vlastní dílo autora) 84
Obr. č. 183 Výběr děr o Ø6 mm (vlastní dílo autora) 71
Obr. č. 184 Výběr hloubky vrtání C (vlastní dílo autora) 85
Obr. č. 185 Výběr vyvrtaných děr pro závit M6 (vlastní dílo autora) 85
Obr. č. 186 Cyklus závitování (vlastní dílo autora) 85
Obr. č. 187 Simulace F (vlastní dílo autora) 85
Obr. č. 188 Ukázka závitu M6 (vlastní dílo autora) 85
Obr. č. 189 3D Frézování (vlastní dílo autora) 86
Obr. č. 190 Výběr kapes (vlastní dílo autora) 86
Obr. č. 191 Výšky kapes (vlastní dílo autora) 86
Obr. č. 192 Dráhy nástroje D (vlastní dílo autora) 86
Obr. č. 193 Simulace G (vlastní dílo autora) 86
Obr. č. 194 Výběr plochy prostřední kapsy (vlastní dílo autora) 87
Obr. č. 195 Výška kapsy (vlastní dílo autora) 87
Obr. č. 196 Rampování kapsy (vlastní dílo autora) 87
Obr. č. 197 Dráhy nástroje E (vlastní dílo autora) 87
Obr. č. 198 Simulace H (vlastní dílo autora) 87
Obr. č. 199 Funkce Konturové (vlastní dílo autora) 88
Obr. č. 200 Výběr Geometrie A (vlastní dílo autora) 88
Obr. č. 201 Výběr hranice obrábění A (vlastní dílo autora) 88
Obr. č. 202 Hlídané plochy (vlastní dílo autora) 88

Obr. č. 203 Výběr hlídaných ploch (vlastní dílo autora) ... 88
Obr. č. 204 Výšky čepu (vlastní dílo autora) ... 88
Obr. č. 205 Vypnutý přídavek (vlastní dílo autora) ... 89
Obr. č. 206 Dráhy nástrojů A (vlastní dílo autora) ... 89
Obr. č. 207 Simulace I (vlastní dílo autora) ... 89
Obr. č. 208 Geometrie B (vlastní dílo autora) ... 89
Obr. č. 209 Výběr hranice obrábění B (vlastní dílo autora) ... 89
Obr. č. 210 Výška dokončení bočních stran kapes (vlastní dílo autora) ... 90
Obr. č. 211 Napojování B (vlastní dílo autora) ... 90
Obr. č. 212 Rampování B (vlastní dílo autora) ... 90
Obr. č. 213 Dráhy nástrojů B (vlastní dílo autora) ... 90
Obr. č. 214 Simulace J (vlastní dílo autora) ... 90
Obr. č. 215 Funkce Vodorovné (vlastní dílo autora) ... 91
Obr. č. 216 Geometrie C (vlastní dílo autora) ... 91
Obr. č. 217 Výška (vlastní dílo autora) ... 91
Obr. č. 218 Rampování B (vlastní dílo autora) ... 91
Obr. č. 219 Dráhy nástrojů C (vlastní dílo autora) ... 91
Obr. č. 220 Dokončení vodorovných ploch (vlastní dílo autora) ... 91
Obr. č. 221 Výběr obráběné plochy (vlastní dílo autora) ... 92
Obr. č. 222 Výběr obvodu (vlastní dílo autora) ... 92
Obr. č. 223 Záběry B (vlastní dílo autora) ... 92
Obr. č. 224 Výška dokončení obvodu (vlastní dílo autora) ... 92
Obr. č. 225 Dráhy nástroje F (vlastní dílo autora) ... 92
Obr. č. 226 Simulace K (vlastní dílo autora) ... 92
Obr. č. 227 Hotový výrobek (vlastní dílo autora) ... 93

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Hodnocení srozumitelnosti 100
Tabulka č. 2 Struktura a uspořádání 101
Tabulka č. 3 Porozumění CAD/CAM 102
Tabulka č. 4 Praktičnost materiálů 103
Tabulka č. 5 Úroveň složitosti 104
Tabulka č. 6 Vizuální podpora 105
Tabulka č. 7 Pomoc při praktických úlohách a cvičeních 106
Tabulka č. 8 Hodnocení interaktivity 107
Tabulka č. 9 Přizpůsobení úrovni znalostí 108
Tabulka č. 10 Hodnocení aplikovatelnosti 109
Tabulka č. 11 Teoretické základy 110
Tabulka č. 12 Složitost úloh a cvičení 111
Tabulka č. 13 Podpora a instrukce 112
Tabulka č. 14 Struktura pro samostudium 113
Tabulka č. 15 Zlepšení dovedností CAD/CAM 114
Tabulka č. 16 Aplikace informací do praxe 115
Tabulka č. 17 Hodnocení vhodnosti pro výuku na škole 116
Tabulka č. 18 Motivace k dalšímu učení 117
Tabulka č. 19 Celkový dojem z výukových materiálů 119

Seznam grafů

Graf č. 1 Hodnocení srozumitelnosti 100
Graf č. 2 Struktura a uspořádání 101
Graf č. 3 Porozumění CAD/CAM 102
Graf č. 4 Praktičnost materiálů 103
Graf č. 5 Úroveň složitosti 104
Graf č. 6 Vizuální podpora 105
Graf č. 7 Pomoc při praktických úlohách a cvičeních 106
Graf č. 8 Hodnocení interaktivity 107
Graf č. 9 Přizpůsobení úrovni znalostí 108
Graf č. 10 Hodnocení aplikovatelnosti 109
Graf č. 11 Teoretické základy 110
Graf č. 12 Složitost úloh a cvičení 111
Graf č. 13 Podpora a instrukce 112
Graf č. 14 Struktura pro samostudium 113
Graf č. 15 Zlepšení dovedností CAD/CAM 114
Graf č. 16 Aplikace informací do praxe 115
Graf č. 17 Hodnocení vhodnosti pro výuku na škole 116
Graf č. 18 Motivace k dalšímu učení 117
Graf č. 19 Celkový dojem z výukových materiálů 119

Seznam příloh

Příloha č. 1: Dotazník k ověření učební pomůcky CAD/CAM

Příloha č. 1: Dotazník k ověření učební pomůcky CAD/CAM

Učební pomůcka CAD/CAM

1. Jak byste ohodnotili celkovou srozumitelnost vytvořených výukových materiálů?*

Vyberte jednu odpověď

- ○ Velmi srozumitelné
- ○ Spíše srozumitelné
- ○ Spíše nesrozumitelné
- ○ Nesrozumitelné

2. Jak hodnotíte strukturu a uspořádání výukových materiálů?*

Vyberte jednu odpověď

- ○ Velmi dobře uspořádané
- ○ Spíše dobře uspořádané
- ○ Spíše špatně uspořádané
- ○ Špatně uspořádané

3. Pomohly vám výukové materiály lépe porozumět základním funkcím CAD/CAM systémů?*

Vyberte jednu odpověď

- ○ Ano, velmi mi to pomohlo
- ○ Ano, pomohlo mi to
- ○ Nepomohlo mi to
- ○ Vůbec mi to nepomohlo

4. Byly výukové materiály praktické pro vaši výuku?*

Vyberte jednu odpověď

- ○ Ano, velmi praktické
- ○ Spíše praktické
- ○ Spíše nepraktické
- ○ Nepraktické

Vytvořeno zdarma v Surviu

5. Jak hodnotíte úroveň složitosti výukových materiálů?*

Vyberte jednu odpověď

- ◯ Příliš složité
- ◯ Trochu složité
- ◯ Spíše jednoduché
- ◯ Velmi jednoduché

6. Byly výukové materiály dostatečně vizuálně podporované (obrázky, diagramy, grafy)?*

Vyberte jednu odpověď

- ◯ Ano, velmi dobře vizualizované
- ◯ Spíše dobře vizualizované
- ◯ Spíše špatně vizualizované
- ◯ Vůbec nezahrnovaly vizualizace

7. Pomohly vám výukové materiály při praktických úlohách a cvičeních?*

Vyberte jednu odpověď

- ◯ Ano, velmi mi to pomohlo
- ◯ Pomohlo mi to
- ◯ Nepomohlo mi to
- ◯ Vůbec mi to nepomohlo

8. Jak hodnotíte interaktivní prvky materiálů (např. cvičení, interaktivní modely)?*

Vyberte jednu odpověď

- ◯ Velmi užitečné
- ◯ Užitečné
- ◯ Málo užitečné
- ◯ Neužitečné

Vytvořeno zdarma v Surviu

9. Byly výukové materiály dostatečně přizpůsobeny vaší úrovni znalostí?*

Vyberte jednu odpověď

- Ano
- Spíše ano
- Spíše ne
- Ne

10. Jak hodnotíte praktickou aplikovatelnost výukových materiálů v reálných situacích (např. ve firmách, praxi)?*

Vyberte jednu odpověď

- Velmi aplikovatelné
- Spíše aplikovatelné
- Spíše neaplikovatelné
- Neaplikovatelné

11. Byla výuka s těmito materiály efektivní pro vaše pochopení teoretických základů CAD/CAM?*

Vyberte jednu odpověď

- Ano, velmi efektivní
- Spíše efektivní
- Spíše neefektivní
- Neefektivní

12. Jak hodnotíte úroveň složitosti praktických úloh a cvičení uvedených ve výukových materiálech?*

Vyberte jednu odpověď

- Příliš složité
- Trochu složité
- Spíše jednoduché
- Velmi jednoduché

Vytvořeno zdarma v Survlu

13. Byla podpora a instrukce v materiálech dostatečná pro úspěšné zvládnutí úkolů?*

Vyberte jednu odpověď

- Ano , velmi dostatečná
- Spíše dostatečná
- Spíše nedostatečná
- Nedostatečná

14. Byly výukové materiály dobře strukturovány pro samostudium?*

Vyberte jednu odpověď

- Ano, velmi dobře
- Spíše dobře
- Spíše špatně
- Špatně

15. Zlepšily tyto materiály vaše dovednosti v používání CAD/CAM systémů?*

Vyberte jednu odpověď

- Ano, výrazně
- Ano, trochu
- Ne, málo
- Ne, vůbec

16. Bylo pro vás snadné aplikovat naučené informace do praxe (v rámci výuky či cvičení)?*

Vyberte jednu odpověď

- Ano, velmi snadné
- Spíše snadné
- Spíše těžké
- Velmi těžké

Vytvořeno zdarma v Surviu

17. Jak hodnotíte vhodnost použití CAD/CAM materiálů pro výuku na vaší škole? *

Vyberte jednu odpověď

- ◯ Velmi vhodné
- ◯ Spíše vhodné
- ◯ Spíše nevhodné
- ◯ Nevhodné

18. Cítili jste se motivováni k dalšímu učení díky těmto materiálům? *

Vyberte jednu odpověď

- ◯ Ano, velmi motivováni
- ◯ Spíše motivováni
- ◯ Spíše nemotivováni
- ◯ Nemotivováni

19. Co byste navrhli zlepšit v těchto výukových materiálech? *

Volná odpověď

Sem napište svou odpověď...

500

20. Jaký celkový dojem máte z těchto výukových materiálů? *

Vyberte jednu odpověď

- ◯ Velmi pozitivní
- ◯ Spíše pozitivní
- ◯ Spíše negativní
- ◯ Velmi negativní

Vytvořeno zdarma v Survlu