

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor: 12. Tvorba učebních pomůcek, didaktická technologie

**SADA MATERIÁLŮ PRO PODPORU
VÝUKY STROJÍRENSKÉ KONSTRUKCE
V SOLIDWORKS**

PRACOVNÍ VERZE

zkompilována 2021-04-08 11:28:36+02:00

Petr Štourač

Brno 2021

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

SADA MATERIÁLŮ PRO PODPORU VÝUKY STROJÍRENSKÉ KONSTRUKCE V SOLIDWORKS

**SET OF MATERIALS FOR EDUCATION OF MECHANICAL
ENGINEERING IN SOLIDWORKS**

AUTOR Petr Štourač

ŠKOLA Střední průmyslová škola a Vyšší
odborná škola Brno, Sokolská,
příspěvková organizace

KRAJ Jihomoravský

ŠKOLITEL Ing. Václav Zavadil

KONZULTANT Veronika Babyrádová

OBOR 12. Tvorba učebních pomůcek,
didaktická technologie

Brno 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že svou práci na téma *Sada materiálů pro podporu výuky strojírenské konstrukce v SolidWorks* jsem vypracoval samostatně pod vedením Ing. Václava Zavadila a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Dále prohlašuji, že tištěná i elektronická verze práce SOČ jsou shodné a nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a změně některých zákonů (autorský zákon) v platném změní.

V Brně dne: _____

Petr Štourač

Poděkování

Velice děkuji svému školiteli, Ing. Václavu Zavadilovi, za pomoc s touto prací, a jeho rady týkající se metodiky výuky technických předmětů na naší škole. Dále děkuji Veronice Babyrádové za možnost konzultace pedagogické stránky práce a její pomoc s dotvářením metodiky tvorby textových návodů. Na závěr chci poděkovat vyučujícím konstrukčního cvičení naší školy za jejich zájem o výsledky mé práce a ochotu s jakou se pustili do implementace těchto materiálů do výuky.

Anotace

Počítačově asistovaný návrh je dnes nedílnou součástí strojírenské praxe. Není proto divu, že se práce s CAD programy běžně vyučuje na odborných školách s technickým zaměřením. Časová dotace těchto předmětů se zpravidla pohybuje okolo 2 až 4 hodin týdně a liší se napříč studijními obory i jednotlivými školami. Přestože se jedná o jeden ze stěžejních předmětů, existuje pro něj velmi málo výukových materiálů.

Cílem této práce je usnadnit výuku konstrukce v programu SolidWorks vytvořením sady materiálů zahrnující výuková videa a tisknutelné doplňkové materiály obohacené o otázky a úkoly. Dalším zásadním cílem bylo studentům usnadnit individuální práci a proces učení se v rámci předmětů zabývajících se strojírenskou konstrukcí v SolidWorks.

Klíčová slova

SolidWorks, výuková sada, strojírenská konstrukce, výuková videa, podpora výuky

Annotation

Nowadays, computer-aided design is an integral part of mechanical engineering. Because of that, work with CAD software is commonly taught on technical high schools. Time allocation of these subjects is usually between 2 to 4 hours per week and varies between fields of study and individual schools. Although it is an important subject, not many educational materials exist right now.

The goal of this thesis is to facilitate mechanical construction in SolidWorks by creating complex set of educational materials containing tutorial videos and printable materials with revisional tasks and questions. Second important goal was to help students with their individual work and improve learning process of subjects focused on mechanical engineering in SolidWorks.

Keywords

SolidWorks, educational kit, mechanical engineering, educational videos, teaching support

Obsah

Úvod	9
1 Cíle práce	11
2 Dosavadní výuka strojírenské konstrukce	12
2.1 Co to je SolidWorks a proč se používá?	12
2.2 Způsob výuky práce v SolidWorks na naší škole	13
2.3 Výukové materiály související se strojírenskou konstrukcí	13
3 Názorně-demonstrační pomůcky	14
3.1 Trendy ve výuce technických předmětů	14
3.2 Předvádění a pozorování	15
3.3 Instruktáž	15
3.3.1 Instruktáž v jednotlivých částech výukové sady	16
4 Dílčí části výukové sady	17
4.1 Výuková videa	17
4.1.1 Formát a struktura výukových videí	18
4.1.2 Podkresová hudba	19
4.1.3 Náhledové obrázky	19
4.1.4 Využití výukových videí ve výuce	20
4.2 Tištěné materiály s otázkami a úkoly	21
4.2.1 Struktura tisknutelných materiálů	21
4.2.2 Otázky a úkoly	22
4.2.3 Dostupnost tisknutelných materiálů	22
4.3 Výukový portál P3D	22
4.3.1 Design webu	23
4.3.2 Struktura webu	23
4.3.3 Zkracovací subdoména go.p3dportal.cz	23

5 Integrace do výuky a využití	26
5.1 Sledovanost v číslech	26
5.2 Distanční výuka	26
5.3 Využití materiálů v prezenční výuce	27
Závěr	28
Přílohy	29
A Seznam již vydaných videí	29
A.1 Instalace a zprovoznění SolidWorks SDK	29
A.2 Základy modelování	29
A.3 Práce se sestavami	30
B Tisknutelné materiály	31
Literatura	32
Seznam obrázků	33

Úvod

Počítačově asistovaný návrh je dnes nedílnou součástí strojírenské praxe. Není proto divu, že se práce s CAD¹ programy běžně vyučuje na odborných školách s technickým zaměřením. Časová dotace těchto předmětů se zpravidla pohybuje okolo 2 až 4 hodin týdně, a liší se mezi jednotlivými školami, i mezi obory. Přestože se jedná o jeden ze stěžejních předmětů, existuje pro něj velmi málo výukových materiálů. Příprava materiálů proto velmi záleží přímo na samotných vyučujících.

Pro výuku SolidWorks^[9], který je jedním z nejčastěji používaných CADů, aktuálně existuje pouze jedna učebnice. Na druhou stranu videonávodů existuje mnohem více, zpravidla však nejsou primárně určeny pro použití ve výuce.

3D modelování mne odjakživa bavilo, při nástupu na střední školu to pro mě tedy nebylo nic nového. Totéž se ovšem nedalo říci o spoustě mých spolužáků, kteří s ním měli velké problémy. Často jsem se proto dostával do situace, kdy se blížil termín odevzdání nějakého projektu a já jsem byl přehlcen dotazy spolužáků na to, jak vymodelovat nějaký prvek, popřípadě součást. Pokaždé, když se nějaký konkrétní dotaz opakoval, jsem přemýšlel, zda by neexistoval efektivnější způsob, jak spolužákům pomoci. Začal jsem proto odpovědi společně s ukázkami v SolidWorks natáčet. V této počáteční fázi jsem však netušil, jak se celý projekt s přibývajícím časem rozroste.

Postupně jsem začal uvažovat nad tím, zda by tato videa bylo možné využít i při výuce. Konzultoval jsem tento nápad s Ing. Zavadilem, který na naší škole učí předmět konstrukční cvičení. Shodli jsme se, že vytvoření výukových videí by ulehčilo práci nejen studentům, ale i vyučujícím.

V průběhu tvorby těchto videí jsem projekt postupně rozšiřoval a přidával další, neméně důležité prvky. Prvním z nich byly tisknutelné textové materiály. Uvědomil jsem si totiž, že ne každému studentovi může audiovizuální forma předávání informací vyhovovat. K výukovým

¹Computer aided design - počítačově asistovaný design

videím jsem z toho důvodu vytvořil doplňkové vytisknutelné materiály, které předávají obsah videí v textové podobě. Textové materiály jsem postupně rozšířil i o otázky a úkoly, pomocí kterých si může student dané téma zopakovat, nebo je může vyučující použít pro ověření znalostí studenta. Vznikla tak komplexní sada materiálů pro podporu výuky strojírenské konstrukce v SolidWorks. Proto, aby byla celá sada snadno a rychle dostupná jsem následně přidal i webový portál P3D, na kterém jsou všechny její dílčí části volně k dispozici.

Důležité je zmínit, že pro tvorbu určité součásti, nebo prvku² může existovat více než jedno konkrétní řešení a není jasně dáno, které z nich je správné. Rozdíl mezi řešeními spočívá především v jejich časové náročnosti a efektivitě. Celá výuková sada má tedy za cíl ukázat studentům optimální způsob řešení daného problému, a následně jeho pochopení ověřit pomocí doplňujících úkolů a otázek. V případě, že student kvůli přibývajícímu počtu postupů některý z nich zapomene, může se snadno vrátit a zpětně shlédnout video, které problematiku popisuje, nebo nahlédnout do souvisejících doplňkových materiálů.

²Každý díl, popřípadě součást se skládá z určitých prvků, které definují její tvar

Kapitola 1

Cíle práce

1. Usnadnění výuky strojírenské konstrukce v programu SolidWorks
2. Vytvoření komplexní výukové sady, jejíž cílem je studentům stručně, jasně a přehledně demonstrovat postupy tvorby různých prvků v SolidWorks. Tato sada se skládá z:
 - Výukových videí fungujících jako audiovizuální instruktáž k práci s různými prvky a funkcemi v konstrukčním programu SolidWorks. Již při sledování těchto videí si může student demonstrovaný postup samostatně procvičovat.
 - Doplňkových tisknutelných materiálů, které jsou využitelné zejména v prezenční výuce. Každé z videí má svoji textovou verzi, která je obsahově stejná – liší se pouze formou (místo audiovizuální je použita písemná). Na konci každého návodu jsou umístěny doplňující otázky a úkoly, díky kterým si může student dané téma samostatně procvičit. Otázky a úkoly mohou také posloužit vyučujícím při ověřování získaných znalostí studenta.
3. Vytvoření platformy (webového portálu), na kterém budou tyto materiály volně k dispozici pro studenty i vyučující
4. Spolupráce s vyučujícími strojírenských předmětů na implementaci vytvořených materiálů do výuky

Kapitola 2

Dosavadní výuka strojírenské konstrukce

Na začátek bych rád popsal, co to SolidWorks je, jak aktuálně probíhá výuka předmětů zaměřených na strojírenskou konstrukci v něm, a materiály, které mají studenti a vyučující k dispozici.

2.1 Co to je SolidWorks a proč se používá?

CAD systém SolidWorks vyvíjený francouzskou společností Dassault Systèmes je dnes jedním z nejpoužívanějších programů pro 3D modelování a tvorbu technické dokumentace ve strojírenství. Mimo již zmíněné funkce je možné s jeho pomocí vytvářet i různé simulace (pevnostní i pohybové), spravovat data jednotlivých výrobků i jejich životní cyklus (PLM¹ a PDM²), připravovat výrobní data pro obrábění (CAM³) a mnoho dalšího. Vzhledem k jeho komplexitě jsou pro praktickou práci s ním zapotřebí alespoň základní znalosti funkcí tohoto systému.

Právě kvůli rozšířenosti SolidWorks ve strojírenství se práce s ním běžně vyučuje na mnoha středních průmyslových školách. Podstatnou výhodu pro studenty tvoří možnost získání tzv. SDK⁴ (Student design kit), který jim umožňuje pracovat s 3D modely i doma.

¹Product lifecycle management – správa životního cyklu výrobku

²Product Data Management – správa dat výrobku

³Computer Aided Manufacturing – počítačová podpora výroby (resp. obrábění)

⁴studentská licence bez jakýchkoliv doplň. modulů

Za zmínu také stojí, že na některých školách mohou zdatnější studenti již v průběhu studia složit zkoušky pro získání certifikátu CSWA (Certified SolidWorks Associate), nebo CSWP (Certified SolidWorks Professional), díky kterým mohou později získat lepší výchozí pozici při žádosti o práci ve firmě, která SolidWorks používá.

2.2 Způsob výuky práce v SolidWorks na naší škole

Výuka již zmíněného konstrukčního cvičení probíhá na projektové bázi. Co si pod tímto pojmem představit? Vyučující seznámí studenty s projektem, na kterém budou v následujících týdnech popř. měsících pracovat. Tyto projekty jsou v průběhu školního roku zpravidla 3 až 4. Následně jsou studenti seznámeni v průběhu několika vyučovacích hodin s postupem práce s prvky, které by mohli při práci na projektu potřebovat. Poté pracují samostatně na svých projektech. Ve vyučovacích hodinách proto tvoří samostatná práce studentů většinu času.

Jestliže studenti pracují v průběhu vyučovací hodiny samostatně, mohou interagovat s vyučujícím a s jeho pomocí dospět ke správnému řešení. Mnozí studenti však na projektech pracují převážně doma, kde nemají možnost se jednoduše zeptat, pokud něčemu nerozumí, nebo nejsou schopni danou úlohu vyřešit.

2.3 Výukové materiály související se strojírenskou konstrukcí

V dnešní době existuje pouze jedna učebnice^[7], která se zabývá problematikou SolidWorks v češtině. Videonávody na toto téma existují, zpravidla však neodpovídají školní praxi a často ani nejsou pro výuku vhodná. Většinou jsou dlouhá (> 10 minut), a student nemusí udržet zámrnnou pozornost po celou dobu. Dalším problematickým aspektem je jejich obsáhlost. Pokud student hledá postup tvorby konkrétního prvku, není nutné, aby kvůli tomu zhlédnul celé dvacetiminutové video, ve kterém tvoří hledaný obsah například jen 5 procent. Jedná se o videonávody, které jsou primárně určeny k jinému účelu, než je využití ve výuce.

Kapitola 3

Názorně-demonstrační pomůcky

V této kapitole se zaměřuji na trendy ve výuce technických předmětů a metody při ní využívané.

3.1 Trendy ve výuce technických předmětů

[8] Výuka technických předmětů vyžaduje velmi specifický přístup. Aby student látku správně pochopil, je kromě teoretických znalostí nezbytná i ukázka jejich aplikace. Nejběžnějším způsobem této ukázky jsou modely dílů, nebo mechanismů speciálně upravených tak, aby si student vytvořil komplexní představu o jejich funkci a účelu. Tyto ukázkové modely však mají své nevýhody. Jedna z největších nevýhod bývá patrná převážně při předvádění větších mechanismů. Často totiž ve výuce není prostor ani dostatek času na detailní rozebrání modelu, a studenti tak často vidí jen zevnějšek, nebo některé vnitřní části skrze speciálně prořezané otvory. Tím může být vytvoření ucelené představy o daném mechanismu pro studenta značně ztíženo.

Stále častěji se proto využívá počítačových vizualizací nebo animací, které umožňují celý model pomocí několika kliknutí snadno rozebrat nebo některé části skrýt. Díky tomu mohou studenti vidět funkci určitých mechanismů i zevnitř, což je ve srovnání s modely nesporou výhodou.

Běžná bývá také praktická výuka vyučovaná v dílnách, popřípadě laboratořích, kde dochází k propojení teorie s praxí jako například u technologie třískového obrábění. Studenti se nejdříve v hodinách strojírenské technologie dozvídají, jak třískové obrábění probíhá, jeho prin-

cip a metody. Následně si studenti mohou v dílnách toto obrábění sami prakticky vyzkoušet na soustruhu, nebo na frézce.

3.2 Předvádění a pozorování

V souvislosti s již zmíněnými ukázkovými modely se často aplikuje právě metoda předvádění a pozorování. Jedná-li se o fyzický model, studenti si jej mohou prohlížet, přičemž vyučující k danému modelu provede výklad. U elektronických modelů nebo animací je situace podobná. Rozdíl je v tom, že model není fyzicky přítomen v učebně, ale animace, popřípadě vizualizace, je promítána na plátno.

Tato metoda je vhodná zejména pro výuku technických předmětů, kde potřebují studenti znát princip, funkci a účel určité součásti nebo mechanismu. Pro výuku konstrukce v CAD programech je vhodná jen okrajově – studenti potřebují vědět, jak mechanismus funguje, aby s ním v SolidWorks mohli poté správně individuálně pracovat. Obvykle se však jedná pouze o vizuální ukázku funkce, samotný postup tvorby tohoto mechanismu studentům popíše až instruktáž.

3.3 Instruktáž

[^{10]} Ve školním prostředí je instruktáž jednou z často používaných názorně-demonstračních výukových metod. Pomocí vizuálních, zvukových, popřípadě audiovizuálních podnětů umožňuje studentům si osvojit nové znalosti a v kombinaci s metodami praktickými je uplatnit v praxi. Skládá se zpravidla z ukázky doplněné komentářem – takzvanými instrukcemi.

V závislosti na používaných podnětech je možné rozlišit několik typů instruktáže:

- **Slovní instruktáž** využívá verbálních instrukcí k popsání vysvětlované činnosti.
- **Audiovizuální instruktáž** kombinuje slovní instruktáž s praktickou ukázkou, nebo vizuálními podklady (obrázky, video).
- **Písemná instruktáž** je spojením slovní instruktáže a psané formy doplněné o ilustrace.

Instruktáž je nejčastěji využívána právě při výuce konstrukce v SolidWorks, při které vyučující nejprve daný postup předvede a popíše, a poté si jej studenti sami vyzkouší.

3.3.1 Instruktáž v jednotlivých částech výukové sady

Výuková videa i tisknutelné materiály jsou jistou formou instruktáže. V případě výukových videí se jedná o instruktáž audiovizuální, spojující mluvený komentář (slovní instrukce) s názornou ukázkou. Tyto dvě části se navzájem doplňují a efektivně předávají studentovi ucelenou informaci. Zatímco názorná ukázka daný postup předvádí, mluvený komentář přidává rozšiřující informace a usměrňuje pozornost studenta.

Tisknutelné materiály jsou formou písemné instruktáže. V textové podobě jsou zde přítomny slovní pokyny doplněné o ilustrace částí postupu, které jsou pro tento typ úloh stěžejní.

Kapitola 4

Dílčí části výukové sady

Mnou vytvořená výuková sada se skládá ze tří vzájemně propojených částí:

- Výukových videí,
- vytisknutelných materiálů,
- výukového portálu P3D.

Na jejich detailní popis se zaměřím v této kapitole.

4.1 Výuková videa

Z didaktického hlediska může být výukové video zpracované v souladu s doporučenými zásadami skvělým pomocníkem vyučujících, ale i studentů. Před tvorbou samotného videa je nutné zvážit formát videa a připravit si scénář. V případě, že se rozhodnu pro video komentované, je nutné dbát i na kvalitu projevu. Zároveň není žádoucí video příliš komplikovat a je zásadní dbát na stručné a jasné vysvětlení předváděného postupu či jevu.

S tím se pojí časová náročnost přípravy, ale i samotného natáčení a zpracování videa. Tvorba kvalitního výukového videa dokáže být velmi časově náročná a pokud člověk nemá s videem dostatek zkušeností, může jeho výroba zahrnovat i několik nevydařených pokusů.

4.1.1 Formát a struktura výukových videí

Ještě před tím, než jsem začal vytvářet jednotlivá videa, jsem si musel odpovědět na několik důležitých otázek:

- Jak budou videa koncipována? Bude se jednat o krátká videa zaměřená na jeden konkrétní prvek, nebo budou delší a zaměřená na širší problematiku?
- Kam budu hotová videa umisťovat?
- Jak budou videa vypadat po grafické i technické stránce?
- Jaké bude jejich využití a účel?

Ve snaze najít odpověď na první z nich jsem se zamyslel, jakým způsobem já sám vyhledávám informace. Pokud potřebuji získat odpověď na konkrétní otázku v dlouhém textu, mám možnost využít textového vyhledávání. U videa ale žádná klávesová zkratka *Ctrl+F*¹ zatím neexistuje – musel bych tedy pomalu přeskakovat, až bych našel onu hledanou část. Odpověď byla proto jasná – krátká videa zaměřená na konkrétní prvek, jelikož díky nim budou studenti schopni najít řešení daného problému rychle a efektivně.

Úvaha nad druhou otázkou byla náročnější. Na začátku jsem uvažoval nad umisťováním videí přímo na vlastní server, odkud by bylo možné je streamovat². V takovém případě bych nebyl vázaný limitací žádné služby a pokud by mi nějaká funkcionalita chyběla, mohl bych si ji snadno vyrobit. Následně jsem si však uvědomil, že tato varianta by konečnému divákovi nepřinesla žádný užitek, a proto jsem se rozhodl využít službu YouTube. Její výhody pro koncového uživatele jsou stěžejní – jedná se o velkou platformu, která je mezi studenty i vyučujícími již velmi dobře známá. Pro studenty by tedy nebyl žádný problém s orientací, nebo dostupností obsahu (YouTube využívá vlastní CDN³, díky které je zajištěná téměř stoprocentní dostupnost).

Posledním, avšak nesporně zásadním bodem bylo zvážení grafického designu a technických parametrů. Design sám o sobě prošel postupem času jistou proměnou, nicméně jsem se již od začátku snažil o to, aby videa vypadala moderně a čistě, což studentům výrazně napomáhá v orientaci v nich. Po technické stránce jsem se rozhodl držet rozlišení 1920x1080 při 60 snímcích za vteřinu a hlasitosti zvukové stopy normalizované na -14 LUFS, což je standardní hlasitost pro videa nahrávaná na YouTube. Těchto parametrů se od vydání prvního

¹Zkratka běžně používaná pro vyhledávání v dokumentech

²Způsob přenosu dat, která jsou přenášena stabilním datovým proudem

³Content delivery network, globální síť serverů určených pro distribuci obsahu

videa držím, aby byla všechna co možná nejjednotnější.

Mimo to bylo nutné připravit strukturu videí. Vzhledem k tomu, že mají velmi stručně a srozumitelně představit optimální řešení daného problému, rozhodl jsem se v otázce struktury držet třech zásadních bodů:

- Úvod videa, kde je problematika každého z nich stručně vysvětlena,
- hodnoty a parametry potřebné pro splnění úlohy,
- samotný postup tvorby daného prvku.

V úvodu je krátce popsáno zaměření videa a smysl daného prvku, popř. postupu. U videí zaměřených na modelování následuje výčet potřebných hodnot a parametrů, které jsou pro vytvoření prvku, nebo součásti nezbytné. Nakonec následuje názorná komentovaná ukázka samotného postupu.

4.1.2 Podkresová hudba

Podkresová hudba hraje u výukových videí zásadní roli zejména v otázce udržení pozornosti studenta. V samotných začátcích jsem čerpal skladby z platformy ncs.io, která poskytuje skladby k volnému užití za předpokladu uvedení autora a zdroje. Postupně jsem však dospěl k závěru, že skladby použité u některých původních videí jsou vzhledem k výukové povaze obsahu nevhodné a rozhodl se styl volené hudby změnit. Změnil jsem i zdroj hudby a začal čerpat z placené služby Artlist.io[2] umožňující licencování obrovského množství hudby mnoha různých žánrů a výběr v souladu s charakterem videa.

Při volbě skladby do podkresu se snažím volit žánry, které nebudou působit rušivě, příliš vážně, nebo naopak infantilně. Hlasitost je vždy regulována tak, aby byl komentář ve videu dobře srozumitelný a hudba do něj nezasahovala.

4.1.3 Náhledové obrázky

V případě videí P3D mají náhledové obrázky smysl zejména z hlediska orientace. Snažil jsem se proto, aby měly všechny jednotné rozložení i design a lišily se pouze obsahem a barvami, nikoliv strukturou.

Jak můžete vidět na jednotlivých náhledech 4.1, 4.2, 4.3 a 4.4, každý z nich má v levém horním rohu umístěný nadpis s názvem série (resp. zaměřením), pod kterým se nachází kon-



Obrázek 4.1: Instalace a nastavení



Obrázek 4.2: Modelování



Obrázek 4.3: Sestavy



Obrázek 4.4: Výkresová dokumentace

krétní téma daného videa. Pravá polovina náhledu je v pozadí doplněná o obrázek ilustrující dané téma (například hřídel s drážkou pro pero).

Díky tomuto systému je studentovi již ve chvíli, kdy vidí náhled videa, jasné jeho téma, což podstatně usnadňuje orientaci. Zaměření jednotlivých videí jsou zároveň barevně odlišena, což umožňuje ještě rychlejší navigaci. Při volbě barev jsem se snažil, aby nebylo možné je snadno zaměnit a byly vůči sobě dostatečně kontrastní. Zvolené barvy mají za cíl od sebe tématu barevně odlišit a utvořit tak na první pohled zjevné tematické celky.

4.1.4 Využití výukových videí ve výuce

Použití těchto videí má vícenásobný charakter v závislosti na typu výuky. Důležité je podotknout, že výuková videa respektují individuální potřeby studenta v otázce rychlosti výkladu a jejich nesporou výhodou je možnost pozastavení, nebo opakovaného sledování.

V prezenční výuce je může vyučující třídě přímo promítat, nebo může každý student videa sledovat samostatně. Při tomto typu výuky videa nenahrazují výklad učitele, ale umožňují vyučujícímu daný postup, nebo tématiku krátce představit a poté se v návaznosti na případné dotazy studentů zaměřit na konkrétní problém.

Při distanční výuce mohou videa vynahradit ukázku postupu od vyučujícího, protože si studenti mohou sledování pozastavit, přehrávání zpomalit, nebo zrychlit, popřípadě se vracet

zpět a videa sledovat opakovaně. Dalším aspektem souvisejícím zejména s distančním způsobem výuky je, že při sdílení obrazovky přes videokonferenční služby nemusí být zajištěna konstantní kvalita videa, ani zvuku, zatímco při streamování videa tento problém nenastane.

Během samostudia si může student zhlédnutím videa postupy nejen opakovat, ale může se i učit nové.

4.2 Tištěné materiály s otázkami a úkoly

Samotná videa dokáží samostatně fungovat jako vzdělávací materiál, nicméně ne všem studentům může tato audiovizuální forma vyhovovat. Proto jsem pro každé z videí vytvořil i psanou verzi vhodnou pro použití v prezenční výuce zejména v případě, kdy není možnost třídě video promítat, nebo je žádoucí, aby studenti pracovali samostatně. Důležité je zmínit, že samotné tištěné návody jsou plnohodnotné a student na základě nich může úlohu splnit i bez zhlédnutí videa.



Obrázek 4.5: Uzavřená profil, skica

Obrázek 4.6: Vysunutý zub

Přidání vysunutím
Pro vysunutí je zapotřebí skicu uzavřít, což provedeme vytvořením obroučky na horní i spodní straně zuba. Následně pomocí prvku **Přidání vysunutím** vytvoříme zub, který vysuneme opět o šířku ozubení b .

Dáležíme krokem je přidání zkosení na čelních hraničích zuba. Klikneme na prvek **Zkosení** a nastavíme jeho velikost na 1 mm a 45°. Vybereme čelní hranu zuba a tvorbu zkosení potvrďme.

Nyní je ještě potřeba zaoblit paty zuba – hrany vybereme a hodnotu zaoblení nastavíme na 0,75 až 1,5 mm v závislosti na velikosti zuba.



Obrázek 4.7: Zkosení čel zuba



Obrázek 4.8: Zaoblení paty zuba

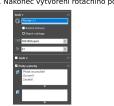
Zkosení a zaoblení
Dáležíme krokem je přidání zkosení na čelních hraničích zuba. Klikneme na prvek **Zkosení** a nastavíme jeho velikost na 1 mm a 45°. Vybereme čelní hranu zuba a tvorbu zkosení potvrďme.

Nyní je ještě potřeba zaoblit paty zuba – hrany vybereme a hodnotu zaoblení nastavíme na 0,75 až 1,5 mm v závislosti na velikosti zuba.

Rotační pole

Na závěr musíme přidat i ostatní zuby pomocí **rotačního pole**. Vybereme všechny 3 prvky – tedy **Přidání vysunutím**, **Zkosení a zaoblení**, klikneme do horního políčka ve nastavení prvku a výbereme kruhovou položku základního výčtu. Následně zvolíme,

aby měly všechny instance **stejný odstup** a nastavíme počet zubů (v kolonce počet instance). Nakonec vytvoření rotačního pole potvrďme a ozubené kolo je hotové.



4.2 Výkresový model ozubeného kola

Při vytváření výkresového modelu je požádáno o ozubené kolo již hotové. Ozubenému kolu vytvoříme novou konfiguraci, aby bylo možné mezi verzemi kola přepínat. Pro tuto úpravu potřebujeme mít již hotovy model ozubeného kola a znát průměr jeho hlavní kružnice D_s .

Konfigurace

Na levé straně přejemece ze skruu FeatureManageru na zobrazení konfiguraci. Potvrdíme-li myší kliknutí na návrh našeho modelu a vybereme možnost **Přidat konfiguraci**. Do názvu nové konfigurace vepříme např. výkres, nebo výkresové kolo. Vytvořené konfigurace následně potvrďme, automaticky se nám vybere. Přejeme na zobrazení konfiguraci výkresového modelu a výbereme možnost **Vložit**. Po vložení nové konfigurace vytvoříme zoubek a zvolíme **podařit**. Skryje se nám tento prvek a dříž, které na něm závisí – zkosení, zaoblení a kruhové pole. Z ozubeného kola rámci tak zůstanou opět jen základní výčet.



Obrázek 4.11: Přidání nové konfigurace



Obrázek 4.12: Podaření prvku ozubení

Obrázek 4.5: Tištěné materiály

Obrázek 4.6: Tištěné materiály

4.2.1 Struktura tisknutelných materiálů

Z vlastní zkušenosti vím, že zorientovat se v dlouhých textech může být pro studenta po někud obtížné. Snažil jsem se pro to, aby byla orientace v tisknutelných materiálech co nejjednodušší. Jednotlivé kategorie návodů jsou rozděleny do kapitol. Každý návod je poté

oddělen samostatným číslovaným nadpisem a rozdělen do několika menších, dílčích kroků. Delší bloky textu jsem se pomocí ilustrací snažil rozdělit na menší odstavce. Za zmínku stojí také tučné zvýraznění názvů prvků a používaných hodnot napomáhající přehlednosti.

4.2.2 Otázky a úkoly

Na konci každého návodu na 3D modelování jsou umístěny doplňující otázky a úkoly, které studentům umožňují si procvičit postupy, nebo ověřit získané znalosti. U většiny návodů z ostatních kategorií není zapotřebí znalosti ověřovat, jelikož se jedná o postupy, které studenti mohou používat, nicméně nejsou pro úspěšnou práci v SolidWorks nutné. Otázek a úkolů jsou záměrně umístěna v sekci pro vyučující, která tvoří přílohu těchto tištěných materiálů.

Doporučení pro vyučující

Součástí tisknutelných materiálů pro vyučující jsou i doporučení pro využívání materiálů a upozornění na potenciálně problematické části postupu.

4.2.3 Dostupnost tisknutelných materiálů

Verze tisknutelných materiálů bez řešení úloh je volně k dispozici na webu www.p3dportal.cz v sekci „Ke stažení“. O variantu pro vyučující je možné si zažádat na e-mailové adresě info@pxmedia.cz.

4.3 Výukový portál P3D

S narůstajícím počtem videí a dalších doplňujících materiálů začal vznikat problém v přehlednosti a uváděním jasných souvislostí. Po delším přemýšlení jsem dospěl k závěru, že nejjednodušší řešení bude vytvořit pro projekt vlastní webové stránky. Díky nim si mohou nejen studenti, ale i vyučující najít celou výukovou sadu snadno a přehledně na jednom místě online.

Webové stránky jsem založil na redakčním systému WordPress, díky čemuž jej lze velmi snadno a rychle spravovat, nebo přidávat nový obsah.

4.3.1 Design webu

Stejně jako u videí jsem se zaměřil na to, aby byl design webového portálu moderní a čistý. Pozadí a většina prvků webu je laděné do tmavých barev. Toto rozhodnutí jsem učinil z několika důvodů. Jednak je sledování menšího počtu světlejších elementů na tmavém pozadí příjemnější pro oči (zvláště v pozdních hodinách) a jednak jsou v dnešní době tmavé vzhledy u aplikací a webových stránek velice populární. Dále jsem vycházel z mé vlastní preference tmavých barev.

Volba ostatních barev vychází z designu náhledových obrázků videí, opět pro zachování konzistence.

4.3.2 Struktura webu

Pro přehlednost jsem stránky na webu rozdělil do tří úrovní. V rámci celé struktury je pro snadnou navigaci zobrazena lišta s odkazy pro snadný přesun mezi stránkami.

Úvodní stránka funguje jako rozcestník k jednotlivým podstránkám. Je rozdělena na několik sekcí. V horní části se nachází úvodní grafika. Níže jsou k vidění dvě nejnovější videa vytvořená v rámci celého projektu P3D. Ještě níže jsou poté viditelné všechny kategorie videí. (Viz obrázky 4.7, 4.8 a 4.9)

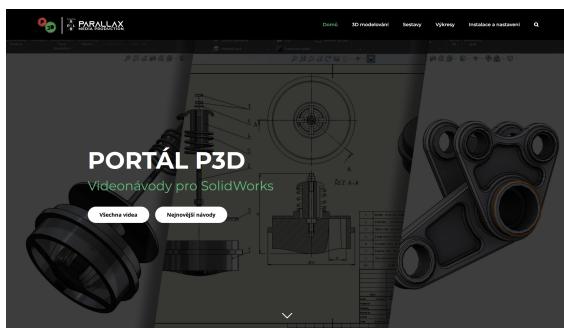
Kategorie jsou na webu aktuálně čtyři – 3D modelování, sestavy, výkresová dokumentace a instalace a nastavení. Na stránce každé kategorie jsou zobrazeny náhledové obrázky všech videí, které do dané kategorie patří. (Viz. obrázek 4.10) Při kliknutí na některý z náhledových obrázků se otevře detail daného videa.

V detailu videa je zobrazený jeho popis, potřebné hodnoty a parametry (pokud nějaké jsou) a doplňkové úkoly a otázky vč. jejich řešení. Úkoly s otázkami zobrazenými na detailu videa jsou jiné, než úkoly v tisknutelných materiálech. Nehrozí tak, že by si student odpověd našel na webu. (Viz obrázky 4.11 a 4.12)

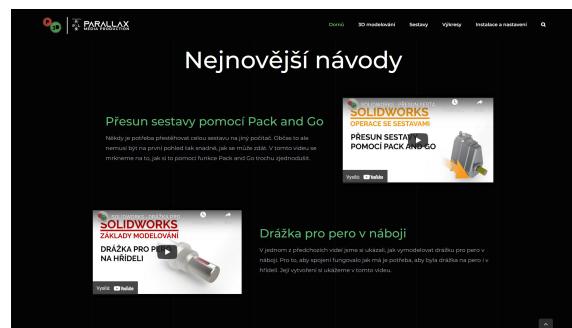
4.3.3 Zkracovací subdoména go.p3dportal.cz

Přestože jsou všechny odkazy na webu snadno čitelné⁴, kvůli struktuře webu mohou být příliš dlouhé. Z toho důvodu jsem vytvořil tzv. zkracovací subdoménu go.p3dportal.cz, která

⁴Sestávají se z dobré čitelných částí slov, nikoliv náhodných řetězců znaků



Obrázek 4.7: Úvodní grafika webu



Obrázek 4.8: Sekce „Nejnovější videa“



Obrázek 4.9: Úvodní grafika webu



Obrázek 4.10: Zobrazení celé kategorie



Obrázek 4.11: Detail videa



Obrázek 4.12: Detail videa

umožňuje jakémukoliv odkazu přiřadit jeho zkrácený alias. Běh této funkce je zajišťován white-labelovým⁵ zkracovačem short.io. Doména go.p3dportal.cz tak slouží čistě jako front end⁶.

⁵Produkt, který si jeho uživatel může skrýt pod vlastní frontend, v tomto případě doménu

⁶Front end = vnější vrstva určité aplikace (to, co vidí uživatel), opakem je back end

Kapitola 5

Integrace do výuky a využití

Již v průběhu psaní této práce jsou materiály z výukové sady využívány vyučujícími a studenty naší školy. Kromě nich je využívají i někteří vysokoškoláci.

5.1 Sledovanost v číslech

Ke dni 7. 4. 2021 se celkový počet zhlédnutí všech veřejných videí pohybuje okolo dvou tisíc (přibližný počet je 1875). Obecně nejsledovanějším videem je návod na instalaci SolidWorks SDK 2020/2021 se 720 zhlédnutími, které bylo distribuováno primárně mezi studenty naší školy. Za ním se nachází video zaměřené na modelování ozubeného kola s přímým ozubením s 352 zhlédnutími.

Návštěvnost webového portálu P3D se aktuálně pohybuje v řádu stovek. Ke dni 7. 4. 2021 zaznamenal tento web přibližně 500 návštěvníků.

5.2 Distanční výuka

Výuková videa našla při distanční výuce podstatné využití. Videokonferenční programy nezaručují dostatečně vysokou kvalitu přenosu obrazu ani zvuku, kvůli čemuž by musel vyučující ukázku postupu při výpadku na straně studentů často opakovat. Učitelé na naší škole proto v některých případech vlastní ukázky zcela nahrazují odkazováním na mnou vytvořená výuková videa a materiály, jelikož jsou schopny tyto ukázky plně zastoupit. Sami studenti tyto

materiály využívají při práci na svých projektech, jelikož kvůli absenci prezenční výuky nemají možnost pracovat v hodinách za přítomnosti učitele a nemohou se na něj tedy obrátit s žádostí o pomoc. Ti zvídavější z nich se pomocí mých materiálů mohou učit nové postupy, ke kterým v běžné výuce ještě nedošli.

5.3 Využití materiálů v prezenční výuce

K praktickému využití v prezenční výuce bohužel z důvodu celosvětové pandemie zatím nedošlo. I přesto je jejich implementace do výuky strojírenské konstrukce plánovaná přinejmenším na naši škole. Většina vyučujících je začne s obnovením prezenční výuky využívat a v příštím roce bych rád praktickou aplikaci svých materiálů dále rozšířil.

Vzhledem k tomu, že jsou všechny materiály volně dostupné, jejich využití je proto možné i na jiných školách. S tím se pojí i velmi snadné začlenění do výuky. Vyučující nemusí nic složitě hledat – na webových stránkách snadno a rychle najde vytisknutelné materiály i výuková videa. Textové materiály samozřejmě není nutné používat jen v papírové podobě. Studentům je může snadno rozeslat ve formátu PDF, popřípadě může jen odkázat na webové stránky www.p3dportal.cz.

Způsobů využití mojí výukové sady v prezenční výuce existuje celá řada. Vyučující upřednostňující textovou formu mohou studentům vytisknout a rozdat materiály, nebo jim je snadno rozeslat. Pokud je v učebně k dispozici projektor, mohou promítat výuková videa, případně nechat studenty, aby je sledovali samostatně na svých počítačích. Další možností je kombinované využití výukových videí a tištěných materiálů, kdy vyučující pomocí projektoru nechá studenty zhlédnout video, následně jim rozdá vytisknuté materiály a nechá je vypracovat úkoly a otázky, které jsou v nich obsaženy.

Závěr

V průběhu práce jsem vytvořil komplexní výukovou sadu, kterou je možné snadno používat přímo ve výuce strojírenské konstrukce v SolidWorks na středních průmyslových školách. Celá tato výuková sada se skládá jednak z výukových videí sloužících jako audiovizuální instruktáž práce s různými prvky a funkcemi v programu SolidWorks. Druhou, neméně důležitou částí jsou tisknutelné materiál, využitelné zejména při prezenční výuce, které obsahují doplňující otázky a úkoly. Díky nim si může student dané téma zopakovat a vyučujícímu umožňuje ověřit znalosti tohoto studenta.

Ke dni odevzdání této práce vzniklo již 11 výukových videí a pro každé z nich existuje i textová verze obsažená v tisknutelných doplňkových materiálech. Tyto materiály jsou doplněny o otázky a úkoly, sloužící k procvičení daného tématu, případně ověření znalostí studenta. Ve variantě těchto textových materiálů pro vyučující jsou navíc přidány doporučení k aplikaci ve výuce, upozornění na problematické části postupu a řešení otázek a úkolů.

Již nyní jsou mé materiály volně dostupné na webovém portálu P3D (www.p3dportal.cz) a jsou při nynější distanční výuce využívána nejen studenty a vyučujícími na naší škole, ale i některými vysokoškoláky. Aplikace materiálů do prezenční výuky je na naší škole plánována s návratem studentů do škol.

Témat, která by si zasloužila začlenění do mé výukové sady, existuje obrovské množství. Vzhledem k tomu, že mne tato tvorba opravdu baví a zároveň má užitek pro studenty i vyučující, plánuji v ní pokračovat i nadále. Během následujících měsíců plánuji sadu rozšířit o materiály zabývající se například tvorbou plechových dílů, svařovaných konstrukcí, prvků technické dokumentace a mnoha dalších.

Věřím, že mnou vytvořená výuková sada se bude dále rozrůstat a bude skvělým pomocníkem studentů i vyučujících.

Příloha A

Seznam již vydaných videí

Tato příloha obsahuje kompletní seznam videí vzniklých v rámci projektu P3D vč. odkazů rozdělených dle jednotlivých témat.

Pozn.: při kliknutí na odkaz budete přesměrováni na stránku korespondujícího videa.

A.1 Instalace a zprovoznění SolidWorks SDK

[Instalace a první spuštění SolidWorks SDK 2020/2021](http://go.p3dportal.cz/inst-sdk2021) (go.p3dportal.cz/inst-sdk2021)

[Instalace šablon a knihoven norm. dílů ze Sokolské](http://go.p3dportal.cz/sablony-vid) (go.p3dportal.cz/sablony-vid)

[Aktivace Realview na necertifikované grafické kartě](http://go.p3dportal.cz/realview) (go.p3dportal.cz/realview)

A.2 Základy modelování

[Jednoduchá pružina](http://go.p3dportal.cz/pruzina) (go.p3dportal.cz/pruzina)

[Ozubené kolo s přímým čelním ozubením](http://go.p3dportal.cz/oz-kolo) (go.p3dportal.cz/oz-kolo)

[Ozubené kolo pro výkres - obálka](http://go.p3dportal.cz/vykresove-ozk) (go.p3dportal.cz/vykresove-ozk)

[Jednořadé řetězové kolo](http://go.p3dportal.cz/jr-rk) (go.p3dportal.cz/jr-rk)

[Drážka pro pero v náboji](http://go.p3dportal.cz/perodr-na) (go.p3dportal.cz/perodr-na)

[Drážka pro pero na hřídeli](http://go.p3dportal.cz/perodr-hr) (go.p3dportal.cz/perodr-hr)

A.3 Práce se sestavami

Přejmenování dílu v sestavě (go.p3dportal.cz/prejm-dilu)

Přesun sestavy pomocí Pack and Go... (go.p3dportal.cz/pack-and-go)

Příloha B

Tisknutelné materiály

Součástí příloh této práce jsou i doplňkové materiály ve variantě pro studenty i pro vyučující. Vzhledem k tomu, že s přibývajícím množstvím výukových videí se rozrůstají i textové materiály, je jejich pravidelně aktualizovaná verze k dispozici na go.p3dportal.cz/textmat-st (studenti) a go.p3dportal.cz/textmat-uc (vyučující). Verze přiložená v této práci je aktuální k datu 8. 4. 2021.

Literatura

1. *P3D Portal*. 2021. Dostupné také z: <https://www.p3dportal.cz/>.
2. *Artlist.io*. 2021. Dostupné také z: <https://artlist.io/>.
3. *Výukové metody*. Dostupné také z: <https://www.natur.cuni.cz/chemie/educhem/teply1/vyuka-1/Didaktika-anorganicke-chemie/soubory/metody%20a%20formy.pdf>.
4. KRŠKA, Martin. *Zásady tvorby výukového videa v oblasti středního vzdělávání*. Brno, 2013. Dostupné také z: https://is.muni.cz/th/vznno/BP_Martin_Krska.pdf. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Fakulta pedagogická - Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání.
5. ZORMANOVÁ, Lucie. *Výukové metody v pedagogice: tradiční a inovativní metody, transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky, klasifikace výukových metod*. Praha: Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-4100-0.
6. ZORMANOVÁ, Lucie. *Výukové metody tradičního vyučování*. 2012. Dostupné také z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/S/15015/VYUKOVE-METODY-TRADICNIHO-VYUCOVANI.html>.
7. PAGÁČ, Marek. *Učebnice SolidWorks*. Brno: Nakladatelství Nová Média, s.r.o, 2017. ISBN 978-80-270-0918-3.
8. ŠÍR, Miloslav. *Nové trendy ve výuce technických předmětů: závěrečná práce. New trends in technical education: Final thesis*. Únor 2015. Dis. pr.
9. *SolidWorks*. 2021. Dostupné také z: <https://www.solidworks.com/>.
10. JOSEF MAŇÁK, Vlastimil Švec. *Výukové metody*. Brno: Vydatelství Paido, 2003. ISBN 80-731-5039-5.

Seznam obrázků

4.1	Instalace a nastavení	20
4.2	Modelování	20
4.3	Sestavy	20
4.4	Výkresová dokumentace	20
4.5	Tištěné materiály	21
4.6	Tištěné materiály	21
4.7	Úvodní grafika webu	24
4.8	Sekce „Nejnovější videa“	24
4.9	Úvodní grafika webu	24
4.10	Zobrazení celé kategorie	24
4.11	Detail videa	24
4.12	Detail videa	24