

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor: 12. Tvorba učebních pomůcek, didaktická technologie

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

PRACOVNÍ VERZE

zkompilována 2021-04-06 15:30:54+02:00

Petr Štourač

Brno 2021

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

SADA MATERIÁLŮ PRO PODPORU VÝUKY STROJÍRENSKÉ KONSTRUKCE V SOLIDWORKS

TITLEEN

AUTOR Petr Štourač

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

KRAJ Jihomoravský

ŠKOLITEL Ing. Václav Zavadil

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

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, přičemž se liší jak mezi jednotlivými školami, tak i mezi obory. Přesto, že se jedná o jeden ze stěžejních předmětů, existuje pro něj velmi málo výukových materiálů. Příprava výuky je tak čistě na samotných vyučujících.

Cílem této práce je usnadnit výuku konstrukce v programu SolidWorks vytvořením edukativní sady zahrnující výukové videonávody, textové příručky a doplňkové materiály s metodickými pokyny pro vyučující.

Klíčová slova

Annotation

Keywords

Obsah

Úvod	8
1 Cíle práce	10
2 Dosavadní výuka strojírenské konstrukce	11
2.1 Co to je SolidWorks a proč se používá?	11
2.2 Způsob výuky práce v SolidWorks na naší škole	12
2.3 Výukové materiály související se strojírenskou konstrukcí	12
3 Názorně - demonstrační pomůcky	13
3.1 Trendy ve výuce technických předmětů	13
3.2 Předvádění a pozorování	14
3.3 Instruktáž	14
3.3.1 Instruktáž v jednotlivých částech výukové sady	15
4 Dílčí části výukové sady	16
4.1 Výuková videa	16
4.1.1 Formát a struktura výukových videí	17
4.1.2 Podkresová hudba	18
4.1.3 Náhledové obrázky	18
4.1.4 Využití výukových videí ve výuce	19
4.2 Tištěné materiály s otázkami a úkoly	20
4.2.1 Otázky a úkoly	20
4.2.2 Dostupnost tisknutelných materiálů	21
4.3 Výukový portál P3D	21
4.3.1 Design webu	21
4.3.2 Struktura webu	22
4.3.3 Zkracovací subdoména go.p3dportal.cz	23

5 Integrace do výuky a využití	24
5.1 Sledovanost v číslech	24
5.2 Distanční výuka	24
5.3 Využití materiálů v prezenční výuce	25
Závěr	26
5.4 Další rozvoj	26
Přílohy	27
A Seznam již vydaných videí	27
A.1 Instalace a zprovoznění SolidWorks SDK	27
A.2 Základy modelování	27
A.3 Výkresová dokumentace	28
A.4 Práce se sestavami	28
Literatura	29
Seznam obrázků	30
Příloha: Tisknutelné materiály pro studenty	30

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, který je jedním z nejčastěji vyučovaných 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 pro mne tedy nešlo o 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 doslova „zasypáván“ dotazy spolužáků na to, jak vymodelovat nějaký prvek, popřípadě součást. Pokaždé, když se nějaký konkrétní dotaz opakoval neustále dokola jsem přemýšlel, zda by neexistoval efektivnější způsob, jak spolužákům pomoci. Začal jsem tedy odpovědi společně s ukázkami v SolidWorks natáčet. V této počáteční fázi jsem však netušil, jak se celý projekt rozrosté.

Postupně jsem začal uvažovat nad tím, zda by tato videa bylo možné využít i při výuce. Konzultoval jsem tedy tento nápad s Ing. Zavadilem, který na naší škole učí předmět Konstrukční cvičení. Shodli jsme se, že vytvoření videonávodů by ulehčilo práci nejen studentům, ale i vyučujícím. V průběhu tvorby těchto videí jsem projekt postupně rozšiřoval a přidával další prvky, jako jsou tištěné materiály s otázkami a úkoly, nebo webový portál, aby bylo možné najít dílčí části na jednom místě.

Důležité je zmínit, že pro tvorbu určité součásti, nebo prvku může existovat více než jedno

¹Computer aided design - počítačově asistovaný design

konkrétní řešení a není tedy jasně dáno, které z nich je správné. Rozdíl mezi nimi je především v časové náročnosti a efektivitě. Celá tato 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 videonávod, který problematiku popisuje, nebo nahlédnout do souvisejících doplňkových materiálů.

PŠ: Dopsat, že vytvářím výukovou sadu a z čeho se skládá.

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 práce s různými prvky a funkcemi v konstrukčním programu SolidWorks. Již při sledování těchto videí si může student demonstrovaný postup samostatně zkoušet, nebo 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 písemná). Na konci každého návodu jsou umístěny doplňující otázky a úkoly, díky kterým si může student dané téma samostatně procvičit.
3. Vytvoření platformy (webového portálu), na kterém budou tyto materiály volně k dispozici pro studenty i učitele
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 vlastně SolidWorks je, jak aktuálně probíhá výuka předmětů zaměřených na strojírenskou konstrukci v něm a materiály, které mají studenti 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 a jejich životní cyklus (PLM¹ a PDM²), připravovat výrobní data pro obrábění (CAM³) a mnoho dalšího. Vzhledem k jeho komplexnosti 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 pozici při žádání 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

Pokud z výběru vyřadím cizojazyčné publikace, existuje pouze jedna *Učebnice SolidWorks^[4]*, kterou tento seznam začíná a zároveň končí. 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 záměrnou 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.

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

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 čas na detailní rozebrání modelu, a studenti tak často vidí jen zevnějšek, nebo některé vnitřní části skrže speciálně prořezané otvory. Tím může být vytvoření komplexnější představy 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 některých mechanismů i zevnitř, což je ve srovnání s modely nespornou 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 princip 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 o daném 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 ukázkou funkce, samotný postup tvorby tohoto mechanismu studentům popíše až instruktáž.

3.3 Instruktáz

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

Instruktáz je nejčastěji využívána právě při výuce konstrukce v SolidWorks, při které vyučující nejprve nějaký postup předvede a popíše, a poté si jej studenti sami vyzkoušejí.

3.3.1 Instruktáž v jednotlivých částech výukové sady

PŠ: V úvodu dopíšu, že vytvářím výukovou sadu a z čeho se skládá.

Jak výuková videa, tak i vytisknutelné materiály tvoří určitou formu instruktáže. V případě výukových videí se jedná o instruktáž audiovizuální, spojující mluvený komentář (slovní instrukce) s názornou ukázkou. Tyto dvě části se navzájem doplňují. Zatímco názorná ukázka daný postup předvádí, mluvený komentář přidává doplňující informace a usměrňuje pozornost studenta.

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

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 popis se zaměřím v této kapitole.

4.1 Výuková videa

Z didaktického hlediska dokáže být správně a kvalitně zpracované výukové video skvělým pomocníkem vyučujících, ale i studentů. Pod pojmem „správně a kvalitně zpracované“ se však může skrývat leccos. 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 důležité dbát na stručné a jasné objasnění 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 již velmi dobře známá. Pro studenty by tedy nebyl žádný problém s orientací, nebo dostupností obsahu (YouTube využívá vlastní CDN³, díky které je zajištěna téměř stoprocentní dostupnost).

Posledním, avšak nesporně zásadním bodem bylo zvážení grafického designu a technických parametrů. Design sám o sobě prošel časem jistou proměnou, nicméně jsem se již od začátku snažil o to, aby videa vypadala moderně a čistě, což by studentům výrazně napomáhalo 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 videa

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

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

Podstatné zlepšení dojmu z videí nastalo ve chvíli, kdy jsem začal do podkresu videa přidávat hudbu. 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 nejsou vzhledem k výukové povaze obsahu příliš vhodné a rozhodl se styl volené hudby změnit. Změnil jsem i zdroj hudby a začal čerpat z placené služby Artlist.io umožňující licencování obrovského množství hudby mnoha různých žánrů.

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 výrazně 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



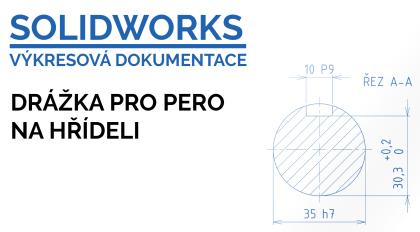
Obrázek 4.1: Instalace a nastavení



Obrázek 4.2: Modelování



Obrázek 4.3: Sestavy



Obrázek 4.4: Výkresová dokumentace

konkrétní téma daného videa. V pravé polovině náhledu je v pozadí doplněný 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.

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

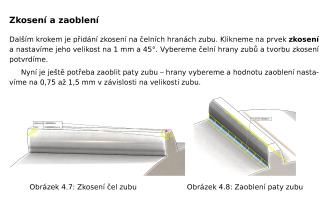
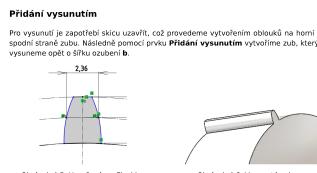
Při distanční výuce mohou videa nahradit ukázku postupu od vyučujícího, protože si studenti mohou sledování pozastavit, přehrát, zpomalit, nebo zrychlit, popřípadě se vracet zpět a videa sledovat opakováně. Dalším aspektem je, že při sdílení obrazovky přes videokonferenční služby nemusí být zajištěna konstantní kvalita videa, ani zvuku, kdežto při

streamování videa tento problém nenastane.

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

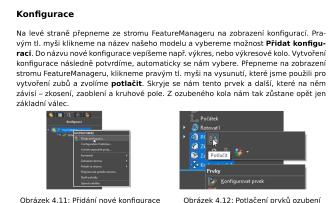
4.2 Tištěné materiály s otázkami a úkoly

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.



4.2 Výkresový model ozubeného kola

Při vytváření výkresového modelu je potřeba mit ozubené kolo již hotové. Ozubenému kolu vytvoříme novou konfiguraci, aby bylo možné mezi verzemi kola přepínat. Pro toto upravení potřebujeme mit již hotový model ozubeného kola a znát průměr jeho hřívové kružnice D_2 .



Obrázek 4.5: Tištěné materiály

Obrázek 4.6: Tištěné materiály

4.2.1 Otázky a úkoly

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

materiálů.

Doporučení pro vyučující

Součástí přílohy tisknutelných materiálů pro vyučující jsou i doporučení pro vyučující pro využívání materiálů v prezenční i distanční výuce.

4.2.2 Dostupnost tisknutelných materiálů

Verze bez metodických pokynů a řešení úloh jsou (**Note: BUDOU**) volně k dispozici na webu www.p3dportal.cz v sekci „Ke stažení“. O variantu pro vyučující je možné si zažádat na e-mailové adresu info@pxmedia.cz.

Note:
BUDOU

4.3 Výukový portál P3D

S narůstajícím počtem videí a dalších doplňujících materiálů začal vznikat problém v přehlednosti a uváděním 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.

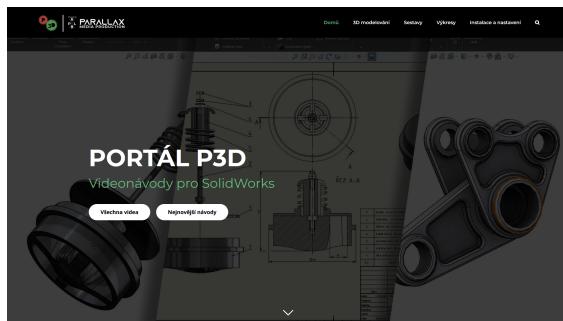
4.3.2 Struktura webu

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 doplnkové 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 odpověď našel na webu. (Viz obrázky 4.11 a 4.12)



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

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

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

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 a nestudující lidé, kteří se chtějí naučit modelovat.

5.1 Sledovanost v číslech

PŠ: Tuto sekci bych rád vztáhnul ke konkrétnímu datu a zmínil konkrétní čísla. Rád bych počkal ještě nějakou chvíli, mezitím by se sledovanost měla přehoupnout přes ty dva tisíce. TZN napíšu nejpozději ve středu večer...

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 několikrát opakovat. Učitelé na naší škole proto v některých případech vlastní ukázky zcela nahrazovali odkazováním na mnou vytvořená výuková videa a materiály, jelikož jsou schopny tyto ukázky plně zastoupit. **PŠ: DOPSAT PÁR VĚT.**

5.3 Využití materiálů v prezenční výuce

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

Je důležité říci, že materiály jsou volně dostupné, a proto je může při výuce již nyní využít mnoho učitelů. Ještě něco o tom, jak je to cool a jak snadno je to začlenitelné :-)

Závěr

PŠ: Tuto část ještě dopíšu, musím se dorozmyslet jak to napsat.
All in all jsem stejně už tak unavenej, že bych do pěti minut usnul.
:-)

5.4 Další rozvoj

PŠ: Odsunout do závěru?

Témat, která by si zasloužila začlenění do mé výukové sady, existuje obrovské množství. Vzhledem k tomu, že mne tato tvorba opravdu baví (**napiš tam něco o tom, že tě to nejenom baví, ale že je to i významná pomoc studentům, ale i pedagogům**) , plánuji v ní pokračovat i nadále. Během následujících měsíců plánuji sadu rozšířit o materiály zabývající se například tvorbou plechových dílů, svařovaných konstrukcí nebo některých dalších prvků technické dokumentace.

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 Výkresová dokumentace

Popisové pole a už. vlastnosti na výkrese (go.p3dportal.cz/popisove-pole)

Výkres drážky pro pero v náboji (go.p3dportal.cz/dwg-perodr-na)

Výkres drážky pro pero na hřídeli (go.p3dportal.cz/dwg-perodr-hr)

A.4 Práce se sestavami

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

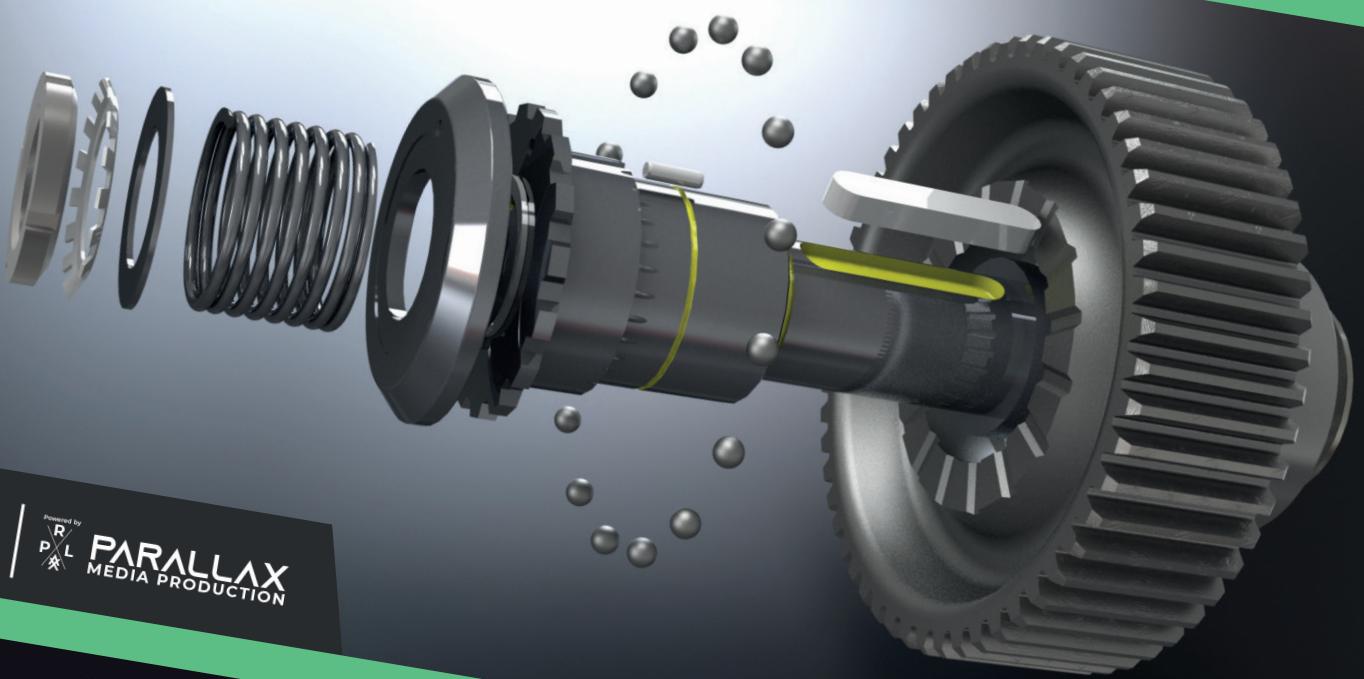
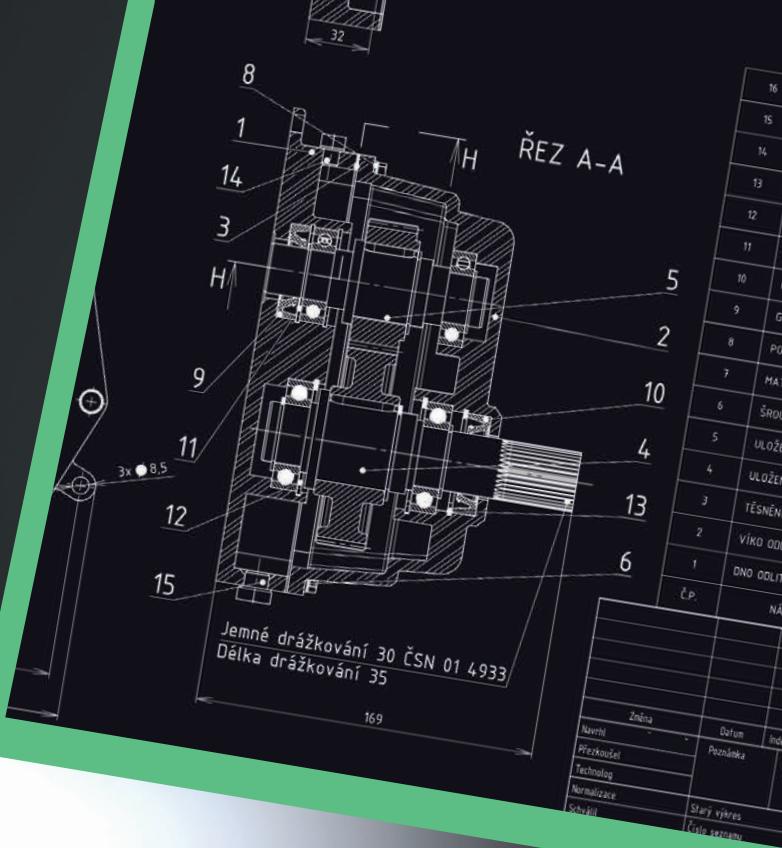
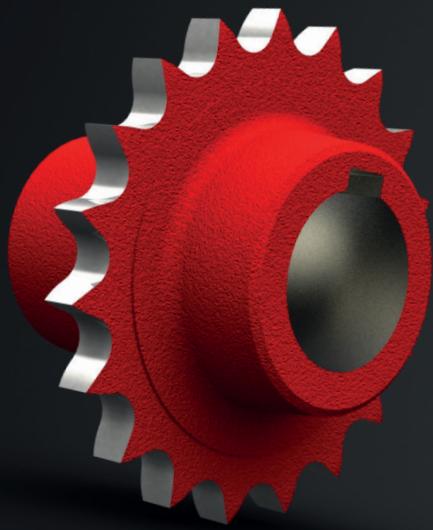
Přesun sestavy pomocí Pack and Go... (go.p3dportal.cz/pack-and-go)

Literatura

1. *Výukové metody.* Dostupné také z: <https://www.natur.cuni.cz/chemie/educhem/teply1/vyuka-1/Didaktika-anorganicke-chemie/soubory/metody%20a%20formy.pdf>.
2. 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.
3. ZORMANOVÁ, Lucie. *Výukové metody tradičního vyučování.* 2012. Dostupné také z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/S/15015/VYUKOVE-METODY-TRADICNIHO-VYUCOVANI.html/>.
4. PAGÁČ, Marek. *Učebnice SolidWorks.* Brno: Nakladatelství Nová Média, s.r.o, 2017. ISBN 978-80-270-0918-3.
5. 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.
6. ŠÍR, Miloslav. *Nové trendy ve výuce technických předmětů: závěrečná práce. New trends in technical education: Final thesis.* Únor 2015. Dis. pr.

Seznam obrázků

4.1	Instalace a nastavení	19
4.2	Modelování	19
4.3	Sestavy	19
4.4	Výkresová dokumentace	19
4.5	Tištěné materiály	20
4.6	Tištěné materiály	20
4.7	Úvodní grafika webu	22
4.8	Sekce „Nejnovější videa“	22
4.9	Úvodní grafika webu	22
4.10	Zobrazení celé kategorie	22
4.11	Detail videa	23
4.12	Detail videa	23



P
3D | Powered by
R
PARALLAX
MEDIA PRODUCTION



STROJÍRENSKÁ KONSTRUKCE

Sada tisknutelných materiálů pro výuku konstrukce v SolidWorks

Petr Štourač



15	ŠROUB M5 x 22
14	ŠROUB M3 x 14
13	PODLOŽKA 13 ČS
12	PODLOŽKA 3,2 ČS
11	ŠROUB M12 x 45
10	ŠROUB M12 x 30
9	MATICE M12 ČSN 0
8	MOTOR TLE1001-1A
7	PODLOŽKA PŘÍRUČ
6	ZARÁZKA PASTO



Obsah

1 Instalace a nastavení SolidWorks	3
1.1 Instalace SolidWorks SDK	3
1.2 Instalace školních šablon a norm. dílů	4
1.3 Zprovoznění RealView na necert. hardwaru	5
2 Modelování – vybrané návody	7
2.1 Čelní ozubené kolo s přímým ozubením	7
2.2 Výkresový model ozubeného kola	10
2.3 Drážka pro pero v náboji	12
2.4 Drážka pro pero na hřídeli	13
2.5 Pružina	14
2.6 Jednořadé řetězové kolo	16
3 Práce se sestavami – vybrané návody	19
3.1 Jak správně přejmenovat díl v sestavě?	19
3.2 Jak přesunout sestavu na jiný počítač?	20
4 Výkresová dokumentace – vybrané návody	22
4.1 Popisové pole a uživatelské vlastnosti	22
4.2 Drážka pro pero na hřídeli	23
4.3 Drážka pro pero v náboji	24
Přílohy	25
A Seznam již vydaných videí	25
A.1 Instalace a zprovoznění SolidWorks SDK	25
A.2 Základy modelování	25
A.3 Výkresová dokumentace	26
A.4 Práce se sestavami	26
B Vybrané normy	27

Kapitola 1

Instalace a nastavení SolidWorks

Následující kapitola textově shrnuje videonávody na instalaci a nastavení SolidWorks SDK. Text je brán jako doplněk videí vypsaných v kapitole A.1 přílohy A.

1.1 Instalace SolidWorks SDK

Stažení instalátoru a získání licenčních klíčů

Začneme otevřením webové stránky www.solidworks.com/sdk. Zobrazí se nám formulář, do kterého vyplníme údaje o sobě (jméno, příjmení, e-mail a status – student). Je nutné psát **bez diakritiky**!

The screenshot shows a registration form for SolidWorks SDK. In the 'Contact Information' section, the first name is 'Petr' and the last name is 'Novák'. The email is 'petr.novak@example.com' and the status is 'Student'. In the 'Product Information' section, there is a question 'I already have a Serial Number that starts with 9020' with two options: 'Yes' and 'No'. The 'No' option is selected. To the right, there is a 'Academic Version' section with two choices: '2020-2021' and '2019-2020'. The '2020-2021' option is selected. Below these sections, there is a text input field containing the serial number '9SDK2019'.

Obrázek 1.1: Formulář pro získání lic. klíčů

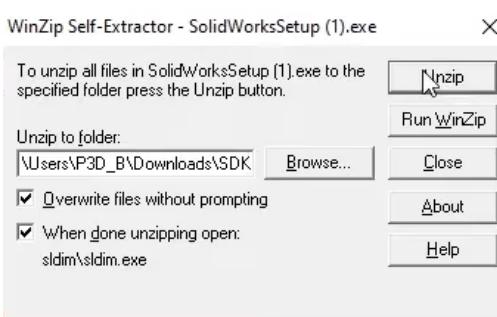
V sekci **Product information** pod textem „**I already have a Serial Number that starts with 9020**“ zaškrtneme možnost **No** a do kolonky níže napíšeme **9SDK2019**. Na pravé straně poté zaškrtneme nejnovější verzi, tedy **2020-2021**. Vyplněný formulář odešleme kliknutím na tlačítko **Request download**. Na další stránce potvrďme licenční podmínky tlačítkem **Accept and Continue**.

Nyní jsme se již dostaly na stránku, odkud můžeme SDK stáhnout. Klikneme na tlačítko **Download**, čímž si stáhneme instalátor. Okno ještě **nezavíráme** – budeme z něj

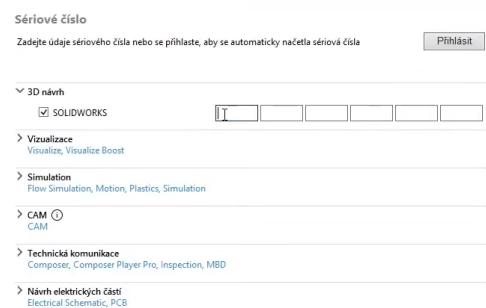
potřebovat zkopírovat licenční čísla.

Instalace

Stažený instalátor otevřeme. Objeví se nám okno, ve kterém můžeme nastavit, kam chceme vyextrahovat soubory instalace. Jakmile máme umístění zvolené, klikneme na tlačítko **Unzip**. Chvíli počkáme a otevře se nám *Manažer instalací SOLIDWORKS 2020*. Pokud se nám objeví okno informující, že po předchozí instalaci nebyl dokončen restart systému, stačí jej odklepnout tlačítkem **OK**. Na obrazovce, kde můžeme zvolit typ instalace ponecháme zaškrtnuté *Instalovat na tento počítač* a klikneme na **Další**.



Obrázek 1.2: Extrakce instal. souborů



Obrázek 1.3: Okno pro zadání lic. čísel

Nyní po nás bude instalátor chtít zadat sériová čísla. Otevřeme si tedy webový prohlížeč se stránkou, kde byla tato čísla napsaná. Do příslušných políček v instalátoru zkopírujeme licenční čísla pro CAD, případně i pro CAM a klikneme na tlačítko **Další**. V dalším okně jen vlevo dole potvrďme licenční podmínky a klikeme na **Stáhnout a instalovat**.

Při prvním spuštění nás SolidWorks požádá o aktivaci (vyžaduje připojení k internetu). Vybereme **Chci nyní aktivovat produkt SOLIDWORKS** a klikneme na **Další**. Na pravé straně okna klikneme na **Vybrat vše**. Dole opět stiskneme **Další**. Vyčkáme, než se aktivace dokončí a klikneme na **Dokončit**. Na závěr přijmeme licenční podmínky a instalace SolidWorks je hotová.

1.2 Instalace školních šablon a norm. dílů

Stažení .ZIP archivu

Nejprve je potřeba si stáhnout .ZIP soubor, který šablony a normalizované díly obsahuje. Nalezneme jej na adrese go.p3dportal.cz/sablony-zip. Stažený zip soubor si otevřeme a podle toho, jestli máme verzi SolidWorks 2019, nebo 2020 si na plochu zkopírujeme jednu ze dvou složek v něm obsažených (2019-2020 pro 2019, 2020-2021 pro 2020).

Instalace šablon a knihoven materiálů

Zkopírovanou složku otevřeme. Složku **Šablony SolidWorks...** si z ní přesuneme na plochu a opět ji otevřeme. V novém okně průzkumníka Windows otevřeme disk C:, kam zkopiujeme obsah této složky (tedy složky **Program Files a ProgramData**). Systém se zeptá, zda-li chceme některé soubory nahradit, vybereme že tak chceme učinit. Původní složku **Šablony SolidWorks...** můžeme smazat, již ji nebudeme potřebovat.

Instalace normalizovaných dílů

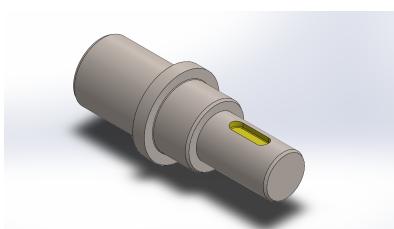
Na ploše máme stále složku s podsložkami **NORMALIZOVANÉ DÍLY, NORMALIZOVANÉ PRVKY, NORMALIZOVANÉ PROFILY a TECHNICKÉ KRESLENÍ**, přejmenujeme ji na lépe dohledatelný název, například *CAD_SOKOLSKA*. Přejmenovanou složku přesuneme do složky **Dokumenty**.

Nyní otevřeme SolidWorks. Na pravé straně klikneme na kartu *Knihovna návrhů*. Otevře se boční panel. Na jeho horní straně je několik tlačítek, klikneme na *Přidat umístění souboru*. V dialogovém okně otevřeme složku *Dokumenty* a v ní *CAD_SOKOLSKA*. Nyní klikneme na OK, čímž se nám složka přidá do knihovny návrhů.

1.3 Zprovoznění RealView na necert. hardwaru

Co je to režim RealView?

Režim zobrazení RealView umožňuje věrnější zobrazení modelů díky vylepšenému stínování a odleskům. Tento režim je ale podporován jen relativně malým počtem certifikovaných grafických karet NVIDIA Quadro a Radeon Pro. Aktivace na ostatních grafických kartách je možná s malým zásahem do registru.



Obrázek 1.4: Zobrazení BEZ REALVIEW



Obrázek 1.5: Zobrazení S REALVIEW

VAROVÁNÍ: Při aktivaci budeme zasahovat do registru systému, je tedy nutné se přesně řídit návodem. Zásah v registru na špatném místě může způsobit nestabilitu operačního systému, nebo aplikací.

Zjištění označení aktuální grafické karty

Než začneme cokoliv dělat, musíme zkontrolovat, že je SolidWorks vypnutý. Pokud ne, hned tak učiníme. Na klávesnici zmáčkneme klávesovou zkratku **Win+R**, otevře se nám dialog *Spustit*. Do políčka napíšeme *regedit* a potvrďme klávesou *ENTER*. Kliknutím na tlačítko *Ano* potvrďme udělení administrátorských oprávnění v okně *UAC*.

V levé části editoru registru postupně proklikáváme složky **HKEY_CURRENT_USER** > **SOFTWARE** > **SolidWorks** > **SOLIDWORKS 2020** > **Performance** > **Graphics** > **Hardware** > **Current**. Při kliknutí na poslední složku se nám vpravo objeví několik hodnot, klikneme dvakrát na *Renderer*. Otevře se nám tabulka nastavení hodnoty, za pomoci *Ctrl+C* si její údaj celý zkopíruji (např. **GeForce GTX 1050/PCIe/SSE2**).

Název	Typ	Data
(ab) (Výchozí)	REG_SZ	(Hodnota není nastavena.)
Renderer	REG_SZ	GeForce GTX 1050/PCIe/SSE2
ab Vendor	REG_SZ	NVIDIA Corporation
Workarounds	REG_DWORD	0x04141001 (68423681)

Obrázek 1.6: Hodnota Renderer v klíči Current

Přidání vlastního klíče do registru

V levé straně editoru registru nyní otevřeme složku **GI2Shaders**. Následně si podle toho, jakou máme grafickou kartu vybereme složku **Other** (pokud máme grafický procesor Intel HD Graphics), nebo **NV40** (cokoliv ostatního) – obě jsou obsaženy ve složce **GI2Shaders**. Na zvolenou složku (Other, nebo NV40) klikneme pravým tlačítkem a vytvoříme **nový klíč**, do jehož názvu vložíme hodnotu, kterou jsme si před chvílí zkopiřovali za pomoci *Ctrl+V*. Zkontrolujeme, že je nový klíč vybraný a na pravé straně editoru registru klikneme opět pravým tl. myši. Tentokrát vytvoříme novou **Hodnotu DWORD (32 bitová)**, kterou nazveme **Workarounds**. Na novou hodnotu dvakrát poklepeme myší a do políčka „**Údaj hodnoty**“ napíšeme **4000080** pro verzi SolidWorks 2020. Verze 2019 má tento kód lehce odlišný – **30408**.

Název	Typ	Data
(ab) (Výchozí)	REG_SZ	(Hodnota není nastavena.)
Workarounds	REG_DWORD	0x04000080 (67108992)

Obrázek 1.7: Nově vytvořená hodnota Workarounds

Vyzkoušení, zda nám RealView funguje

Ted' již jen musíme vyzkoušet, zda nám RealView funguje jak má. Otevřeme SolidWorks a v něm nějaký díl, nebo sestavu. Nahoře klikneme na tlačítko se symbolem oka a pokud se mezi možnostmi objeví i RealView, vše je v pořádku.

Kapitola 2

Modelování – vybrané návody

V této kapitole najdete textové návody na vymodelování několika základních strojních součástí a prvků. Text je brán jako doplněk pro videonávody vypsané na seznamu v kapitole A.2 přílohy A.

2.1 Čelní ozubené kolo s přímým ozubením

K vymodelování ozubeného kola je nutné mít vypočtené následující hodnoty:

- průměr roztečné kružnice D ,
- průměr patní kružnice D_f ,
- průměr hlavové kružnice D_a ,
- počet zubů ozubeného kola z ,
- šířku ozubení b ,
- tloušťku zuba ozubeného kola s .

Vytvoření základního válce

Začneme vytvořením nového dílu. Nástrojem **Načrtout skicu** vytvoříme novou skici na jedné ze základních rovin. Načrtneme si kružnici, její střed umístíme do počátku skici. Zakótujeme její průměr hodnotou průměru patní kružnice D_f . Vybereme nástroj **Přidání vysunutím**, profil vysuneme o šířku ozubení b . Na vzniklému válci následně vymodelujeme zuby.

Profilová skica zuba

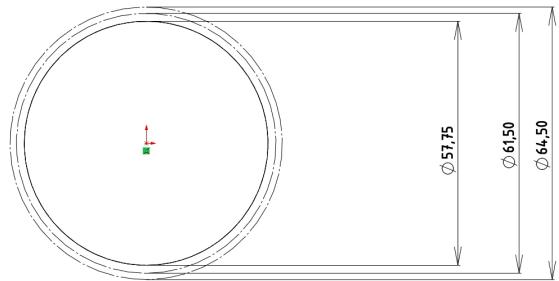
Na čelní ploše vzniklého válce vytvoříme novou skici. Nakreslíme 3 soustředné konstrukční kružnice se středem v počátku, viz obrázek 2.2.

Postupně je zakotujeme následujícím způsobem:

- největší z nich bude mít průměr hlavové kružnice $\mathbf{D_a}$,
- prostřední zadáme průměr roztečné kružnice \mathbf{D} ,
- nejmenší bude shodná s průměrem základního válce, zadáme hodnotu $\mathbf{D_f}$.

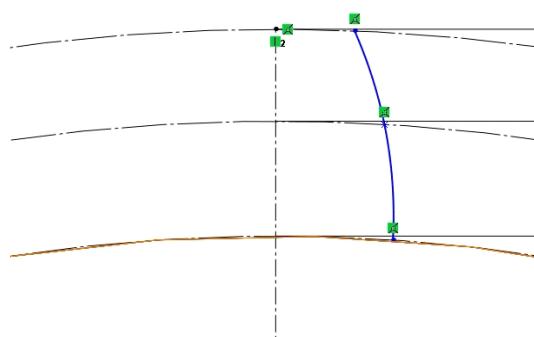


Obrázek 2.1: Vytvořený základní válec

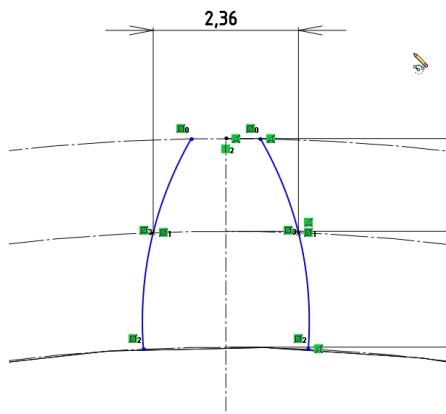


Obrázek 2.2: Skica se třemi kružnicemi

Z počátku nyní vytáhneme svislou osu směrem nahoru a její konec umístíme na hlavovou kružnici. V nástrojích skici vybereme prvek **splajn**. V blízkosti osy postupně klikneme na hlavovou, roztečnou a patní kružnici – vytvoříme tak 3 body. Tlačítkem ESC zrušíme přidávání dalších bodů.



Obrázek 2.3: Splajn boku zuba

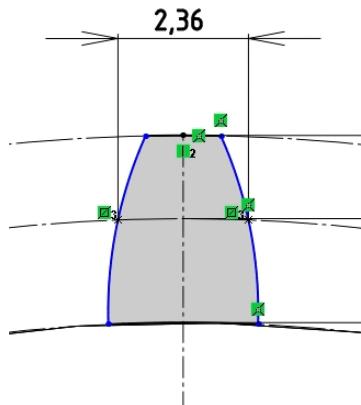


Obrázek 2.4: Zakótované boky zuba

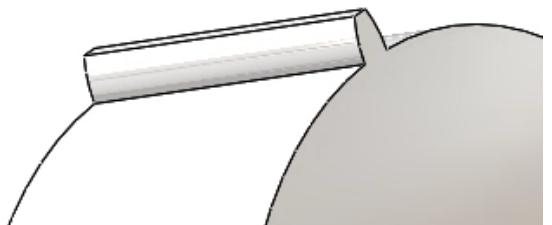
Vybereme splajn a svislou osu a klikneme na tlačítko **zrcadlit entity**. Splajn se tak přes osu ozrcadlí. Nyní zakótujeme tloušťku zuba – klikneme na každém splajnu na bod umístěný na roztečné kružnici, kótě následně zadáme hodnotu **s**. Pohybem s koncovými body splajnů na hlavové a roztečné kružnici upravíme jejich tvar tak, aby odpovídal tvaru zuba.

Přidání vysunutím

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



Obrázek 2.5: Uzavřená profil. skica

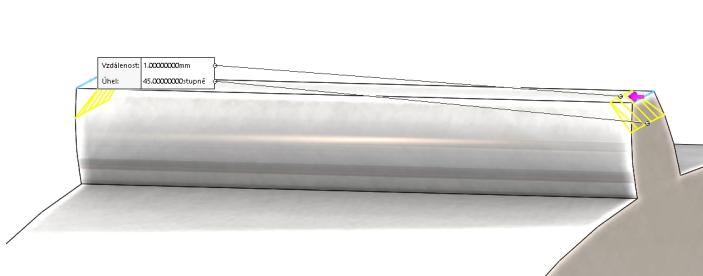


Obrázek 2.6: Vysunutý zub

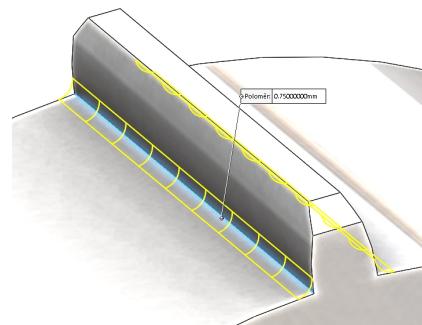
Zkosení a zaoblení

Dalším krokem je přidání zkosení na čelních hranách zuba. Klikneme na prvek **zkosení** a nastavíme jeho velikost na 1 mm a 45° . Vybereme čelní hrany zubů a tvorbu zkosení potvrdíme.

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 2.7: Zkosení čel zuba

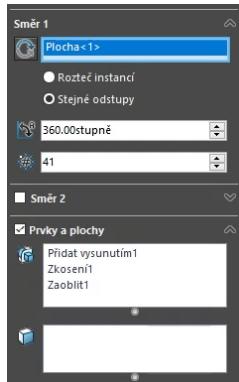


Obrázek 2.8: Zaoblení paty zuba

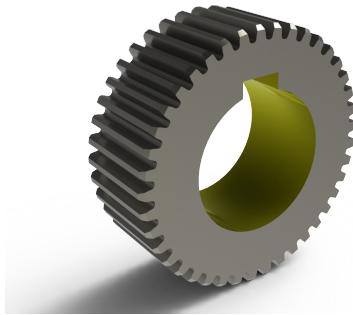
Rotační pole

Na závěr musíme přidat i ostatní zuby pomocí **kruhového pole**. Vybereme všechny 3 prvky – tedy **Přidání vysunutím**, **Zkosení a Zaoblení**. Klikneme do horního políčka ve nastavení prvku a vybereme kruhovou plochu základního válce. Následně zvolíme,

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



Obrázek 2.9: Nastavení kruhového pole



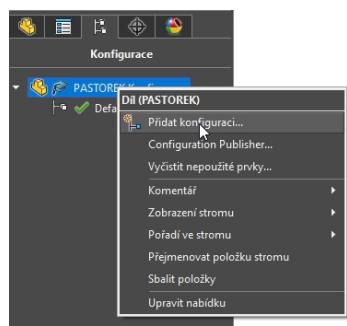
Obrázek 2.10: Hotový model

2.2 Výkresový model ozubeného kola

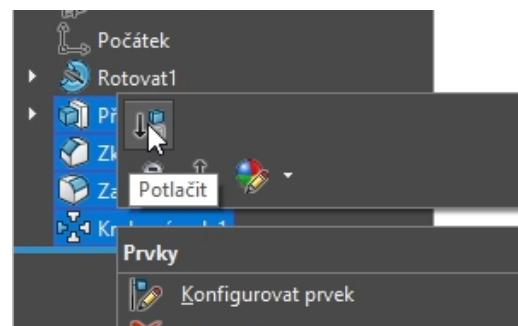
Při vytváření výkresového modelu je potřeba mít ozubené kolo již hotové. Ozubenému kolu vytvoříme novou konfiguraci, aby bylo možné mezi verzemi kola přepínat. Pro tuto úpravu potřebujeme mít již hotový model ozubeného kola a znát průměr jeho hlavové kružnice D_a .

Konfigurace

Na levé straně přepneme ze stromu FeatureManageru na zobrazení konfigurací. Pravým tl. myši klikneme na název našeho modelu a vybereme možnost **Přidat konfiguraci**. Do názvu nové konfigurace vepíšeme např. výkres, nebo výkresové kolo. Vytvoření konfigurace následně potvrďme, automaticky se nám vybere. Přepneme na zobrazení stromu FeatureManageru, klikneme pravým tl. myši na vysunutí, které jsme použili pro vytvoření zubů a zvolíme **potlačit**. Skryje se nám tento prvek a další, které na něm závisí – zkosení, zaoblení a kruhové pole. Z ozubeného kola nám tak zůstane opět jen základní válec.



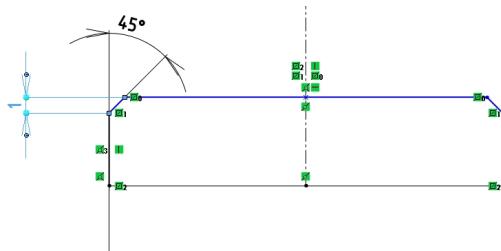
Obrázek 2.11: Přidání nové konfigurace



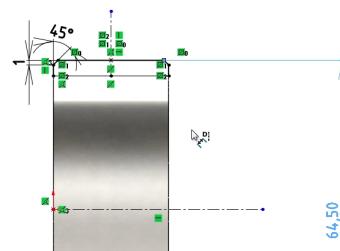
Obrázek 2.12: Potlačení prvků ozubení

Vytvoření obálky

Založíme skicu v rovině, ve které leží osa ozubeného kola. Načrtneme skicu profilu zuba z boku, viz obrázek 2.13. Pro plné určení této skici potřebujeme celkem 3 kóty – dvě pro zkosení a jednu pro zadání průměru. V obrázku obrázek 2.13 je zkosení již zakótované. Průměr zakótujeme hodnotou průměru hlavové kružnice D_a , viz obrázek 2.14.

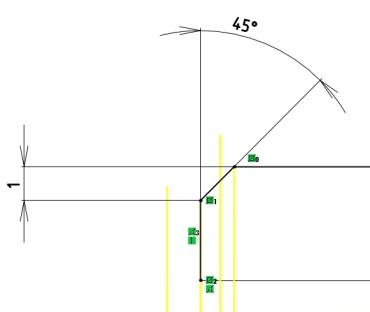


Obrázek 2.13: Profilová skica obálky

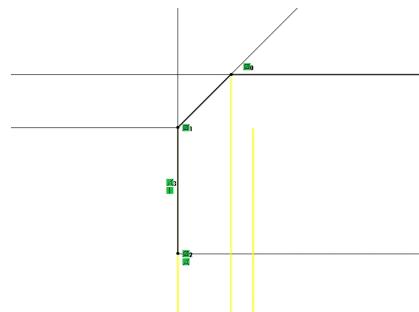


Obrázek 2.14: Plně určená skica obálky

Nyní vybereme prvek **Přidání rotací**. Pokud se nás SolidWorks zeptá, zda chceme skicu automaticky uzavřít, odpovíme **Ne**. Vybereme osu rotace. V zobrazeném náhledu je zapotřebí zkontořovat, že je tloušťka stěny otočena správným směrem. Vyobrazení správně a špatně nastavené tloušťky stěny ukazují obrázky 2.15 a 2.16.

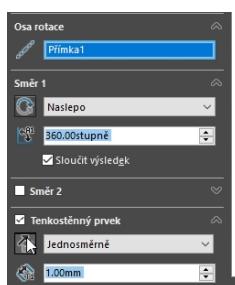


Obrázek 2.15: Špatně otočená tl. stěny

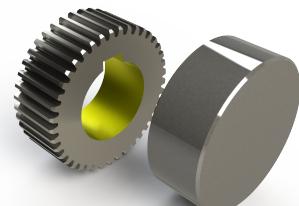


Obrázek 2.16: Správně otočená tl. stěny

Pokud je stěna orientovaná špatně, musíme obrátit její směr tlačítkem v sekci *Tenkostěnný prvek*, viz obrázek 2.17. Jakmile jsme si jistí, že je tloušťka obrácena správně, můžeme změnit její hodnotu na nějaké velmi malé číslo, např. 0,001 mm. Po změně již stačí pouze potvrdit vytvoření prvku a výkresové ozubené kolo je hotové.



Obrázek 2.17: Dialog nastavení rotace



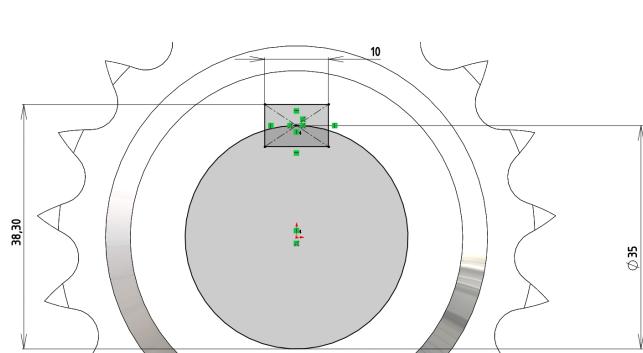
Obrázek 2.18: Hotový model

2.3 Drážka pro pero v náboji

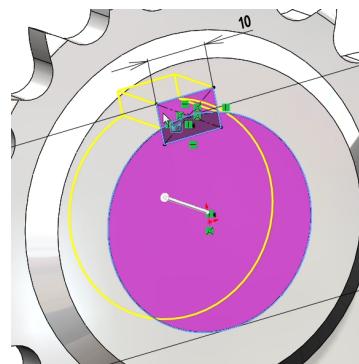
Hodnoty použité při modelování najdete v **tabulce B.1**.

Skica

Vytvoříme kružnici na jedné ze základních ploch a zakótujeme ji průměrem hřídele, na který chceme náboj nasadit. Na horní obvodový bod kružnice umístíme střed **obdélníku s počátkem ve středu**.



Obrázek 2.19: Hotová skica



Obrázek 2.20: Vybrané obrysů pro úběr

Šířka tohoto obdélníku je shodná s velikostí šířky drážky (hodnota **b** v ST). Výška obdélníku musí být kótovaná vůči protilehlé hraně kružnice, kterou vybereme s podržením klávesy *SHIFT*. Hodnotu kóty získáme součtem výšky **T₁** a průměru hřídele/díry.

Odebrání vysunutím

V nabídce **Prvky** vybereme prvek **Odebrání vysunutím**. Vybereme všechny 3 oblasti, které ve skice vzniknou a hloubku nastavíme na **Skrz vše**. Díra s drážkou pro pero je takto hotová.



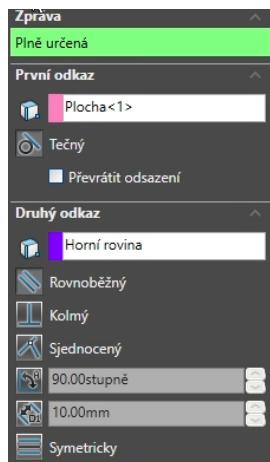
Obrázek 2.21: Hotová drážka pro pero v náboji

2.4 Drážka pro pero na hřídeli

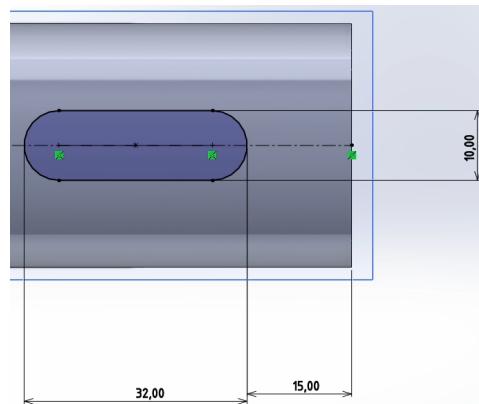
Hodnoty použité při modelování naleznete v **tabulce B.1**.

Skica

Oproti tvorbě drážky na pero v náboji zde nemůžeme začít kreslením skici. Nejdříve musíme vytvořit novou rovinu, na které budeme následně pracovat. Otevřeme si tedy nabídku **Referenční geometrie** a vybereme možnost **Rovina**. Potřebujeme alespoň



Obrázek 2.22: Nastavení nové roviny



Obrázek 2.23: Plně určená skica

dva odkazy, kterými rovinu zadefinujeme, viz obrázek 2.22. Jako první vybereme válcovou plochu, na kterou chceme drážku umístit. Druhým odkazem bude jedna z výchozích rovin, na které leží osa hřídele – vazbu s ní nastavíme jako *kolmou*, nebo *rovnoběžnou* podle toho, jak chceme aby byla drážka orientovaná. Vytvoření roviny můžeme následně potvrdit.

Nově vzniklou rovinu vybereme a vytvoříme na ní **novou skicu**. Z počátku si vytáhneme osu rovnoběžnou s osou hřídele. V entitách skici vybereme **Rovnou drážku**. Tu musíme nyní zadefinovat dvěma body a následně ji upřesnit šířku. Klikneme tedy do dvou různých míst na nově vytvořené ose a následně klikneme mimo ni, čímž vytvoříme její profil.

Dále je potřeba drážku zakotovat. K tomu potřebujeme jednak její šířku, kterou dle průměru hřídele zjistíme ze strojnických tabulek a délku, kterou budeme řídit podle výpočtů a ST. Pro příklad použijme hřídel průměru 35 mm. Ve strojnických tabulkách si najdeme správný rozsah průměrů hřídele, pro průměr 35 mm jde o rozsah **od 30 do 38 mm**. Pro tento rozsah je šířka pera/drážky **b** rovna 10 mm.

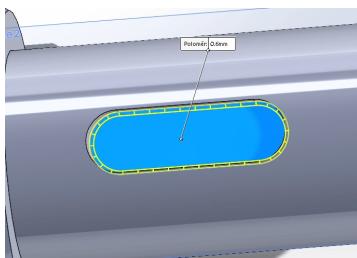
Délka drážky musí splňovat několik podmínek:

- musí být větší, než vypočtená minimální délka,
- musí být v rozsahu délek I pro danou velikost pera
- a musí být rovna jedné z předem definovaných délek

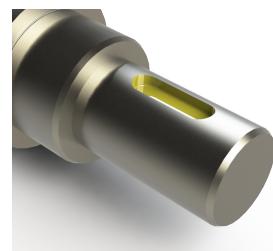
V souvislosti s těmito požadavky můžeme zvolit například hodnotu 32 mm. Na závěr zadáme vzdálenost drážky od čela hřídele.

Odebrání vysunutím

Takto plně zadefinovanou skicu již můžeme odebrat. Klikneme tedy na prvek **Odebrání vysunutím**. Zde stačí zadat jen hloubku drážky (hodnota t ze strojnických tabulek), která je pro dříve zvolený rozsah 4,7 mm. Odebrání potvrďme.



Obrázek 2.24: Dno drážky pro zaoblení



Obrázek 2.25: Hotová drážka na hřídeli

Na závěr musíme udělat poslední úpravu, kterou je zaoblení dna drážky. Ze strojnických tabulek vyčteme hodnotu R_1 , která udává velikost tohoto zaoblení. Vybereme dno drážky a zaoblíme jej danou hodnotou.

2.5 Pružina

Základní kružnice

Začneme vytvořením nové skici na jedné ze základních rovin. Načrtneme si kružnici se středem v počátku a zakotujeme si ji středním průměrem pružiny D_p . Skicu nyní můžeme ukončit.

Šroubovice

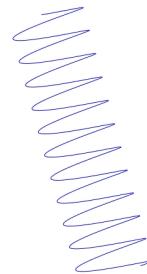
Otevřeme menu **Vložit > Křivka** a klikneme na prvek **Šroubovice/spirála**. Nyní vybereme kružnici, kterou jsme si vytvořili před chvílí. Přejdeme na levou stranu obrazovky do nastavení šroubovice. V rozbalovacím menu **Určená:** vybereme možnost **Stoupání a otáčky**. O kousek níže, v sekci **Parametry** zaškrtneme **Proměnlivé stoupání**.

Ted' musíme zadefinovat jednotlivé parametry šroubovice. V prvních dvou řádcích tabulky budeme mít výběhové závity. Do těchto řádků do sloupce **Rozteč** vepíšeme nějaké číslo, které je o trochu menší, než vypočtená rozteč závitů. Toto číslo budeme později měnit. Sloupec otáčky v prvním řádku měnit nemůžeme, v druhém řádku necháme hodnotu 1. Klikneme do třetího, prázdného řádku. Do kolonky **Rozteč** napíšeme vypočtenou hodnotu stoupání závitů pružiny **P**. U otáček musíme vepsat číslo rovné počtu činných závitů **n_z** a potvrďme klávesou *ENTER*.

Objeví se nám nový prázdný řádek. Do něj vepíšeme stoupání stejné jako v prvních dvou řádcích a otáčky o jedno větší, než v předchozím řádku. Opět potvrďme. V novém řádku zadefinujeme konec pružiny. Stoupání bude opět stejné, jako v předchozím řádku a do otáček vepíšeme celkový počet závitů **z**.



Obrázek 2.26: Nastavení šroubovice



Obrázek 2.27: Vzniklá šroubovice

Pro to, aby pružina odpovídala realitě je potřeba upravit rozteč výběhových závitů. Na posledním řádku porovnáme hodnotu délky šroubovice s vypočtenou délkou **I**. Hodnoty rozteče výběhových závitů nyní musíme zmenšovat, nebo zvětšovat, dokud nedosáhneme požadované délky (alespoň přibližně). Jakmile hodnoty odpovídají výpočtům, šroubovici dokončíme potvrzením prvku.

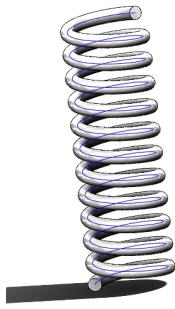
Přidání tažením po křivce

Námi vytvořená šroubovice je zatím jen křivkou, musíme z ní ještě udělat prostorové těleso. Na kartě **Prvky** vybereme **Přidání tažením po křivce**. V sekci **Profil a trasa** zaškrtneme **Kruhový profil** a do políčka, které se nám nově objeví zadáme průměr drátu pružiny **d_p**. Dále si klikneme do růžového políčka **Trasa** a vybereme naši šroubovici. Pokud se nám zobrazí náhled a vypadá vše jak má, můžeme tvorbu prvku potvrdit – vznikne polotovar pružiny (viz obrázek 2.28).

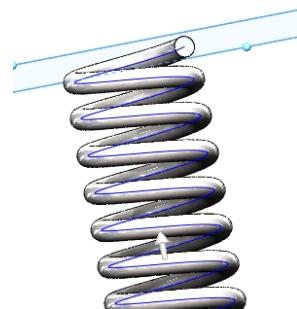
Seříznutí dosedacích ploch

Pro dobré usazení pružiny musíme vytvořit dosedací plochy na koncích pružiny. Začneme výběrem roviny, na kterou jsme umístili první skicu (kružnici). Otevřeme si nabídku **Prvky > Odebrání** a vybereme **Plochou/rovinou**. Směr odebrání nastavíme

tak, aby došlo k odebrání směrem ven od středu pružiny.



Obrázek 2.28: Polotovar pružiny



Obrázek 2.29: Směr seříznutí

Přesuneme se na její opačný konec. Zde zatím žádnou rovinu nemáme, musíme si ji tedy nejprve vytvořit. Na kartě prvky v sekci **Referenční geometrie** klikneme na **Rovina**. Novou rovinu musíme zadefinovat alespoň dvěma odkazy, které budou v tomto případě rovnoběžnost s rovinou první skici a sjednocená vazba s koncovým bodem šroubovice. Jakmile je nová rovina hotová, vybereme ji a opět provedeme **Odebrání plochou/rovinou** stejným způsobem, jako na opačném konci pružiny.



Obrázek 2.30: Hotová pružina

2.6 Jednořadé řetězové kolo

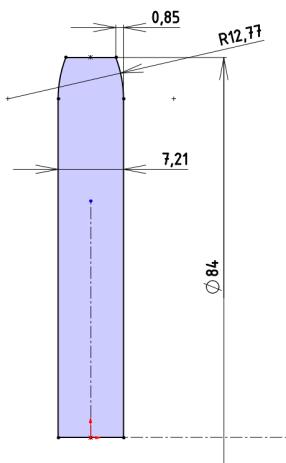
Pro modelování jednořadého řetězového kola budeme potřebovat tyto hodnoty:

- typ řetězu (pro určení dalších hodnot),
- vnitřní šířku řetězu b_1 ,
- průměr pouzdra řetězu d_1 ,
- velikost zaoblení R_e ,
- šířku řetězového kola b_{1-1} ,
- průměr hlavové kružnice D_a ,
- průměr roztečné kružnice D_t ,
- průměr patní kružnice D_f .

Vytvoření základního talíře pomocí přidání rotací

Na jedné ze základních rovin vytvoříme novou skicu. Z počátku si vytáhneme dvě osy – jednu vodorovnou a druhou svislou. Otevřeme si nabídku **Prvky > Nástroje pro skici** a vybereme **Dynamické zrcadlo**, které kliknutím umístíme na svislou osu. Každá entita, kterou od této chvíle nakreslíme na jednu stranu osy bude automaticky ozrcadlena na druhou.

Načrtneme si tvar základního talíře tvořený dvěma svislými čárami s tečnými oblouky na koncích, viz Tento tvar uzavřeme a následně zakótujeme. Jeho šířka je shodná s šírkou řetězového kola **b₁₋₁**. Dále zadáme průměr hlavové kružnice **D_a**. Nakonec zakótujeme zaoblení na koncích. Nejprve zadáme jeho šířku získanou výpočtem $b_a = 0,1 \times d_1$. Poté potřebujeme ještě zakótovat rádius tohoto oblouku, který je roven $r_x = 1,5 \times d_1$. Skica je nyní plně definovaná.



Obrázek 2.31: Skica zákl. talíře



Obrázek 2.32: Hotový základní talíř

Na kartě **Prvky** vybereme **Přidání rotací**. Jako osu rotace zvolíme vodorovnou osu, kterou jsme vytvořili na začátku. Zkontrolujeme, že je vybraná uzavřená oblast skici a potvrďme vytvoření prvku.

Skica profilu drážek

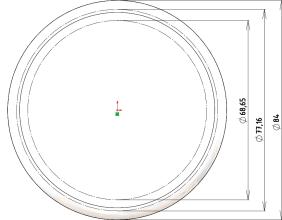
Vytvoříme novou skicu na jedné z bočních ploch vzniklého „talíře“. Načrtneme si nyní tři kružnice se středem v počátku.

Postupně je zakótujeme následujícím způsobem:

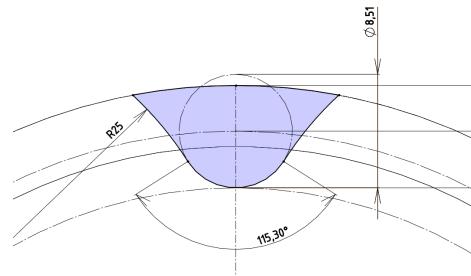
- největší kružnice ponese průměr hlavové kružnice **D_a**,
- prostřední kružnice bude roztečná s průměrem **D_t**,
- nejmenší zakótujeme průměrem patní kružnice **D_f**.

Z počátku si vytáhneme svislou osu, jejíž konec umístíme na hlavovou kružnici. Vytvoříme konstrukční kružnici, jejíž počátek umístíme do průsečíku nově vzniklé osy a

roztečné kružnice, její průměr zakotujeme průměrem pouzdra řetězu **d₁**. Na svislé ose si opět zapneme **Dynamické zrcadlo**. Dalším krokem je načrtnutí středového oblouku. Jeho střed umístíme do středu kružnice, kterou jsme před chvílí vytvořili. Jeden z krajních bodů oblouku umístíme na svislou osu, druhý o kousek dál – díky dynamickému zrcadlu se nám oblouk ozrcadlí a oba díly se přes osu automaticky spojí. Z krajního bodu oblouku vytáhneme navazující tečný oblouk, jehož konec umístíme na hlavovou kružnici.

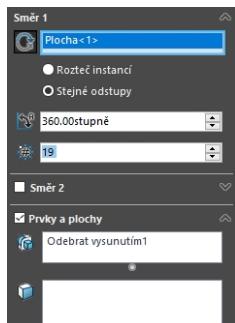


Obrázek 2.33: Skica se 3 kružnicemi



Obrázek 2.34: Plně určená skica drážky

Mezi středovým obloukem a kružnicí vytvoříme vazbu **koradiální**. Nyní potřebuji zakotovat úhel, který zabírá střed. oblouk. Postupně tedy kliknu na jeden z krajních bodů, poté na střed a následně na druhý krajní bod. Hodnotu tohoto úhlu vypočítáme pomocí vzorce $120 - 90/z$. Posledními nazakotovanými entitami jsou tečné oblouky na bocích drážky – jejich rádius je roven hodnotě **R_e**. Skicu uzavřeme a provedeme **Odebrání vysunutím** skrz vše. Řetězové kolo je hotové.



Obrázek 2.35: Nastavení kruh. pole



Obrázek 2.36: Hotové řetězové kolo

Kapitola 3

Práce se sestavami – vybrané návody

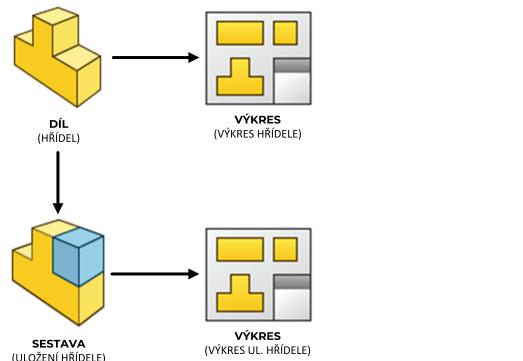
Následující kapitola obsahuje text, přepis dvou návodů na nejběžnější operace v sestavách. Text je brán jako doplněk videí vypsaných v kapitole A.4 přílohy A.

3.1 Jak správně přejmenovat díl v sestavě?

Občas se stane, že nazveme díl špatným názvem a následně jej chceme přejmenovat. Každý, kdo to ale v SolidWorks někdy zkoušel ví, že to není tak úplně jednoduchá záležitost. V následujících pár řádcích se pokusím tuto problematiku objasnit.

Struktura projektů v SolidWorks

Pro práci se sestavami je dobré vědět, jak fungují vazby a reference mezi soubory. Tyto vazby přehledně ukazuje obrázek 3.1.



Obrázek 3.1: Ilustrace vztahů mezi typy souborů SolidWorks

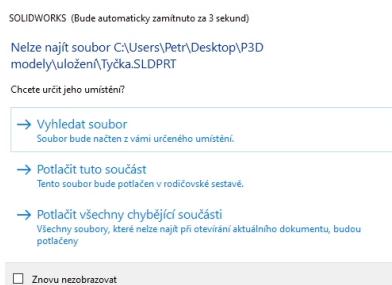
Pro to, abychom museli řešit přejmenování dílů v sestavách co nejméně, je dobré nazývat soubory správně již při vytváření. Máme-li nějaký díl (pro příklad vezměme ozubené kolo), pojmenujme jej tedy rovnou jako pastorek, nebo ozubené kolo. Pokud již na začátku díl nazveme jako „kolečko“, „něco“, nebo zůstaneme u výchozího názvu

„Díl1“, přijdeme později na to, že se v sestavě nedá orientovat, nebo že se v souborech nevýznamě.

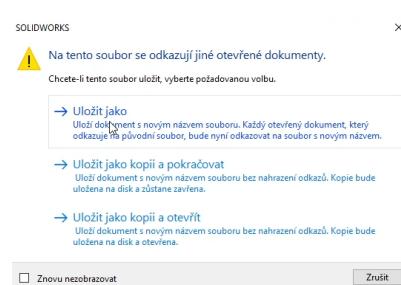
Jak na přejmenování dílu v sestavě?

Prvoplánově může člověka napadnout si díl zobrazit v průzkumníkovi Windows, kliknout na něj pravým tl. myši a přejmenovat jej. Tím sice díl přejmenuje, ale všechny sestavy a výkresy, které na tento soubor před přejmenováním odkazovaly přestanou fungovat. Při dalším otevření budou požadovat znovuzadání cesty k dílu, viz obrázek 3.2.

Správný postup je otevřít si sestavu, nebo výkres ve kterém se daný díl/sestava nachází a následně samotný díl, nebo sestavu, které chceme přejmenovat. V nabídce „**Soubor**“ u přejmenovávaného dílu/sestavy vybereme uložit jako a zvolíme první možnost – uložení jako nový soubor s nahrazením vazeb. Následně soubor uložíme s novým názvem, přepneme se na sestavu/výkres ve které je přejmenovaný díl obsažen, klikneme na tlačítko obnovit a na závěr sestavu/výkres uložíme. Přejmenování je hotové a bez zbytečného rozbití vazeb.



Obrázek 3.2: Přerušené reference



Obrázek 3.3: Dialog „Uložit jako“

3.2 Jak přesunout sestavu na jiný počítač?

Někdy je zapotřebí přesunout rozpracovanou, nebo již hotovou sestavu na jiný počítač. Může se ale stát, že jsou v sestavě použity díly z Toolboxu, případně jiného umístění – tyto díly je ale potřeba zkopirovat společně se sestavou. Jak to tedy vyřešit tak, abychom nemuseli každý díl hledat a ručně kopírovat? SolidWorks má na tuto otázku jednoduchou odpověď a tou je funkce *Pack and Go*.

Kontrola referencí u sestavy

Na začátek je dobré si zkontrolovat, jak vypadají reference u dané sestavy. Otevřeme tedy nabídku „**Soubor**“ a klikneme na tlačítko „**Najít odkazy...**“. Objeví se nám tabulka, kde jsou vypsány všechny reference na soubory, na kterých je tato sestava závislá. Pro to, aby sestava fungovala i na jiném počítači je zapotřebí všechny tyto soubory přesunout společně s ní.

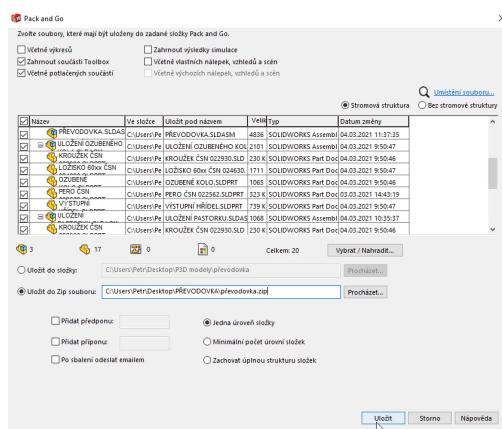
Přesun sestavy pomocí Pack and Go

Opět otevřeme nabídku „**Soubor**“, tentokrát ale klikneme na tlačítko „**Pack and Go...**“. Objeví se nám dialogové okno, ve kterém si nyní musíme zvolit soubory, které mají být zkopirovány.

V horní části máme 6 zaškrťávacích políček. Můžeme si tak zvolit, aby byly kromě sestavy a souborů vlastních součástí zkopirovány:

- výkresy,
- součásti Toolboxu (pokud zde nějaké jsou),
- potlačené součásti,
- výsledky simulace,
- nálepky, vzhledy a scény (vlastní i výchozí).

Doporučuji si vždy zaškrtnout **součásti Toolbox** a **potlačené součásti** – jedná se o díly, na kterých může být sestava závislá. Ostatní možnosti je vhodné vybrat, ale pro funkčnost samotné sestavy **nejsou důležité**.



Obrázek 3.4: Dialog nastavení Pack & Go

O kousek níže se nachází tabulka obsahující všechny díly obsažené v sestavě včetně cest k nim. U každého dílu je zaškrťávací políčko, kterým můžeme zabránit jeho zkopirování společně se sestavou. Berme, že chceme sestavu přesunout celou – zkontroluj si tedy, že jsou díly vybrány všechny.

Pod tabulkou si můžeme zvolit kam a jakým způsobem chceme soubory zkopirovat. Osobně většinou nechávám díly uložit do ZIP souboru, protože jej poté lze snadno poslat, nebo nahrát na cloud. Tlačítkem procházet si najdeme cestu, kam chceme soubory uložit a pokud ukládáme do ZIP souboru, zvolíme i jeho název. Níže máme ještě možnost si zvolit předponu, nebo příponu názvu souboru a upravit jak budou rozdeleny složky. Zde necháme vše tak, jak je. Dole klikneme na uložit a chvíli počkáme, než proběhne komprimace.

Na závěr můžeme otevřít průzkumníka Windows a zkontovalovat obsah ZIP souboru.

Kapitola 4

Výkresová dokumentace – vybrané návody

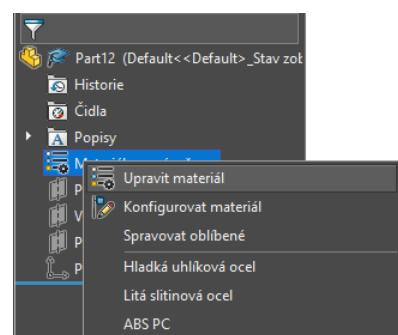
Tato kapitola obsahuje text, přepis dvou návodů na nejběžnější operace v sestavách. Text je brán jako doplněk videí vypsaných v kapitole A.4 přílohy A.

4.1 Popisové pole a uživatelské vlastnosti

Popisové pole je nedílnou součástí každého výkresu. Udává údaje o dané součásti, nebo sestavě, jako je označení, materiál, rozměr a podobně. V SolidWorks se vyplňování popisového pole řeší pomocí uživatelských vlastností, které se následně automaticky propisují na výkres. Pro to, aby tyto vlastnosti fungovaly je nutné mít správně nainstalované šablony. Jejich instalace je popsána v návodu 1.2.

Souhrnné informace Uživatelské vlastnosti Závislý na konfiguraci				
Pořadí v:		Množství v kusovníku:		
Odstranit		Default	Žádná -	Upravit seznam
1	Rozměr	Text		<input type="checkbox"/>
2	Norma	Text		<input type="checkbox"/>
3	Cílo_výkresu	Text		<input type="checkbox"/>
4	Materiál	Text	'SW-Materiál@Default@Part12.SLDPR'	<input type="checkbox"/> Materiál <není určen>
5	Trida_odpadu	Text		<input type="checkbox"/>
6	Hmotnost	Text	'SW-Hmotnost@Default@Part12.SLDPR'	0.00
7	Datum	Text		<input type="checkbox"/>
8	Navrh	Text		<input type="checkbox"/>
9	Přesnost	Text	ISO 2768 m K	ISO 2768 m K <input type="checkbox"/>
10	Tolerování	Text	ISO 8015	ISO 8015 <input type="checkbox"/>
11	Cílo_sestavy	Text		<input type="checkbox"/>
12	Cílo_kusovníku	Text		<input type="checkbox"/>
13	<Zadat novou vlastn.			<input type="checkbox"/>

Obrázek 4.1: Tabulka vlastností souč.

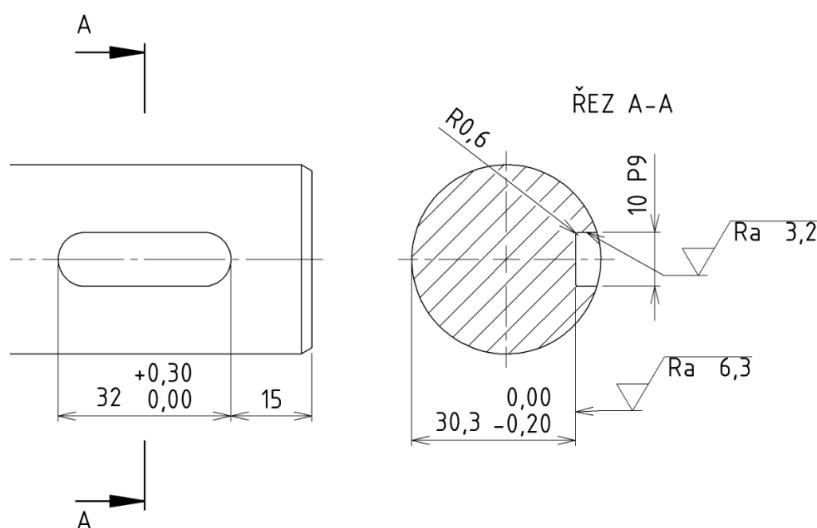


Obrázek 4.2: TI. pro změnu materiálu

Otevřeme si díl, který chceme použít na výkresu. V nabídce **Soubor** vybereme možnost **Vlastnosti**. Zobrazí se nabídka vlastností dílu, ve které se musíme přepnout na kartu **Závislý na konfiguraci**. Ve sloupci **Hodnota/textový výraz** můžeme měnit položky popisového pole. Jakmile podle potřeby nastavíme všechny hodnoty, uložíme změny stiskem tlačítka **OK**. Pro změnu kolonky **Materiál** musíme nastavit materiál ve Stromu FeatureManageru dané součásti.

4.2 Drážka pro pero na hřídeli

Při tvorbě výkresové dokumentace hřídele se často nevyhneme popisování drážky pro pero. Začneme tím, že na výkres vložíme pohled hřídele tak, abychom viděli celou drážku pro pero (viz obrázek 4.3 vlevo). Do pohledu nesmíme zapomenout přidat osu. Na kartě **Výkres** vybereme **Řez**.



Obrázek 4.3: Popis drážky pro pero na hřídeli

Vlevo v nabídce nastavení řezu zvolíme svislou orientaci a řeznou čáru umístíme přibližně do středu drážky. Zkontrolujeme si, že řez směřuje ven od středu hřídele. Do zobrazení řezu umístíme středovou značku.

Když máme pohledy nachystané, můžeme začít popisovat. V pohledu zakótujeme délku drážky s podržením klávesy **SHIFT** a výběrem obou krajních oblouků. K této kótě přidáme oboustrannou toleranci +0,3 a -0. Dále zakótujeme vzdálenost drážky (krajního oblouku) od čela hřídele, nebo nejbližšího osazení.

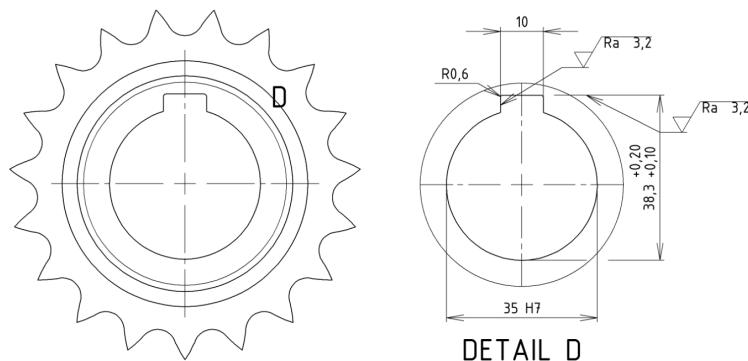
Přejdeme do řezu, kde nejdříve zakótujeme šířku drážky. Této kótě přidáme toleranci **P9**. Dále zakótujeme hodnotu zaoblení dna drážky. Posledním kótovaným rozměrem je hloubka drážky, kterou zadáme vůči protilehlému oblouku, viz obrázek 4.3 vlevo. Zde přidáme toleranci hloubky, která je pro každou skupinu rozměrů drážek jiná – zjistíme ji z tabulky B.1.

Posledním krokem je přidání značek drsností povrchu. U boků drážky se jedná o drsnost Ra 3,2 – značku umístíme na kótě udávající šířku drážky, viz obrázek 4.3 vpravo. Povrch dna drážky bude mít drsnost Ra 6,3 a umístíme jej na kótě udávající hloubku, opět viz obrázek 4.3 vpravo.

4.3 Drážka pro pero v náboji

Na výkres si umístíme přední pohled na náš náboj (např. ozubené kolo). V kartě **Popis** klikneme na **Detail**. Střed detailního pohledu umístíme do středu díry v náboji a jeho velikost nastavíme tak, aby byla celá drážka viditelná. Nesmíme zapomenout přidat středové značky. Vzhledem k tomu, že díra s drážkou prochází skrz náboj, její délku kotovat nemusíme.

V zobrazení detailního pohledu ale potřebujeme zaznačit průměr díry, šířku drážky, její hloubku, velikost zaoblení, drsnosti povrchu a odpovídající tolerance. Začneme průměrem. Podržíme klávesu *SHIFT* a klikneme nejdříve na první a následně druhou stranu oblouku – vytvoříme tak průměrovou kótu. K ní ještě doplníme toleranci. Vzhledem k tomu, že se jedná o díru, můžeme zvolit například toleranci H7 (možné další viz obrázek B.1).



Obrázek 4.4: Plně popsaná drážka na pero v náboji

Po průměru musíme zakótovat šířku drážky. Tato kóta bude mít toleranci P9, jako jsme u drážek na pero zvyklí. Hloubku drážky označíme stejně jako u protikusu na hřídeli – klikneme na hranu dna drážky, podržíme *SHIFT* a klikneme na protilehlý oblouk. Ještě přidáme toleranci pro danou velikost pera – zjistíme z tabulky B.1. Zakótujeme zaoblení a přidáme značky drsnosti povrchu viz obrázek 4.4.

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 přesměrování na stránku korespondujícího videa (pouze v digitální verzi).

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 Výkresová dokumentace

Popisové pole a už. vlastnosti na výkrese (go.p3dportal.cz/popisove-pole)

Výkres drážky pro pero v náboji (go.p3dportal.cz/dwg-perodr-na)

Výkres drážky pro pero na hřídeli (go.p3dportal.cz/dwg-perodr-hr)

A.4 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

Vybrané normy

Jed- Notná díra	Základní úchylky hřideleů																			
	a	b	c	d	e	f	g	h	jš	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	z
H5							<u>H5</u> g4	<u>H5</u> h4	<u>H5</u> jš4	<u>H5</u> k4	<u>H5</u> m4	<u>H5</u> n4								
H6						<u>H6</u> f6	<u>H6</u> g5	<u>H6</u> h5	<u>H6</u> jš5	<u>H6</u> k5	<u>H6</u> m5	<u>H6</u> n5	<u>H6</u> p5	<u>H6</u> r5	<u>H6</u> s5					
H7			<u>H7</u> c8	<u>H7</u> d8	<u>H7</u> <u>H7</u> e7 e8	<u>H7</u> f7	<u>H7</u> g6	<u>H7</u> h6	<u>H7</u> jš6	<u>H7</u> k6	<u>H7</u> m6	<u>H7</u> n6	<u>H7</u> p6	<u>H7</u> r6	<u>H7</u> <u>H7</u> s6 s7	<u>H7</u> t6	<u>H7</u> u6	<u>H7</u> x6	<u>H7</u> z6	
H8			<u>H8</u> c8	<u>H8</u> d8	<u>H8</u> e8	<u>H8</u> f7 f8		<u>H8</u> <u>H8</u> h7 h8	<u>H8</u> jš7	<u>H8</u> k7	<u>H8</u> m7	<u>H8</u> n7			<u>H8</u> s7		<u>H8</u> u8	<u>H8</u> x8	<u>H8</u> z8	
				<u>H8</u> d9	<u>H8</u> e9	<u>H8</u> f9		<u>H8</u> h9												
H9				<u>H9</u> d9	<u>H9</u> e8 e9	<u>H9</u> f8 f9		<u>H9</u> h8 h9												
H10				<u>H10</u> d10				<u>H10</u> <u>H10</u> h9 h10												
H11	<u>H11</u> a11	<u>H11</u> b11	<u>H11</u> c11	<u>H11</u> d11				<u>H11</u> h11												
H12		<u>H12</u> b12						<u>H12</u> h12												
uložení	s vůlí								přechodná				s přesahem							

Obrázek B.1: Soustava jednotné díry, tučně zvýrazněné hodnoty jsou doporučené, převzato z [3]

Průměr D	Rozměr drážky			Mezní úchytky hloubky		Rozměry pera				
	t	t ₁	R ₁	na hřídeli (t)	v náboji (t ₁)	b	h	R	I _{min}	I _{max}
6 až 8	1,1	0,9				2	2		9	20
8 až 10	1,7	1,3	0,2	+0,1		3	3	0,25	9	36
10 až 12	2,4	1,6		-0,0		4	4		10	45
12 až 17	2,9	2,1			+0,2	5	5	0,5	12	56
17 až 22	3,5	2,5	0,4		+0,1	6	6		16	70
22 až 30	4,1	2,9				8	7		20	90
30 až 38	4,7	3,3				10	8		25	110
38 až 44	4,9	3,1		+0,2		12	8		32	140
44 až 50	5,5	3,5	0,6	-0,0		14	9	0,7	40	180
50 až 58	6,2	3,8			+0,4	16	10		45	200
58 až 65	6,8	4,2			+0,2	18	11		50	220
65 až 75	7,4	4,6				20	12		56	250

Tabulka B.1: Výběr z normy ČSN 02 2562 – Pera těsná[5]

Jed-Notná díra	Základní úchytky hřídelů																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	JS	K	M	N	P	R	S	T	U			
	Uložení																			
h4							<u>G5</u> h4	<u>H5</u> h4	<u>JS5</u> h4	<u>K5</u> h4	<u>M5</u> h4	<u>N5</u> h4								
h5						<u>F7</u> h5	<u>G6</u> h5	<u>H6</u> h5	<u>JS6</u> h5	<u>K6</u> h5	<u>M6</u> h5	<u>N6</u> h5								
h6				<u>D8</u> h6	<u>E8</u> h6	<u>F7</u> h6	<u>F8</u> h6	<u>G7</u> h6	<u>H7</u> h6	<u>JS7</u> h6	<u>K7</u> h6	<u>M7</u> h6	<u>N7</u> h6	<u>P7</u> h6	<u>R7</u> h6	<u>S7</u> h6	<u>T7</u> h6			
h7				<u>D8</u> h7	<u>E8</u> h7	<u>F8</u> h7		<u>H8</u> h7	<u>JS8</u> h7	<u>K8</u> h7	<u>M8</u> h7	<u>N8</u> h7							<u>U8</u> h7	
h8				<u>D8</u> h8	<u>D9</u> h8	<u>E8</u> h8	<u>E9</u> h8	<u>F8</u> h8	<u>H9</u> h8	<u>H8</u> h8	<u>H9</u> h8									
h9				<u>D9</u> h9	<u>D10</u> h9	<u>E9</u> h9	<u>E9</u> h9		<u>H8</u> h9	<u>H9</u> h9	<u>H10</u> h9									
h10					<u>D10</u> h10					<u>H10</u> h10										
h11	<u>A11</u> h11	<u>B11</u> h11	<u>C11</u> h11	<u>D11</u> h11					<u>H11</u> h11											
h12		<u>B12</u> h12							<u>H12</u> h12											
uložení	s výlivi									přechodná				s přesahem						

Obrázek B.2: Soustava jednotného hřídele, tučně zvýrazněné hodnoty jsou doporučené, převzato z [4]