

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA FILOZOFICKÁ

ZÁVĚREČNÁ PRÁCE

2023

Ing. Michaela Černá

Univerzita Pardubice

Fakulta filozofická

Návrh učebního textu pro technické předměty na středních průmyslových  
školách strojírenských

Závěrečná práce

# Univerzita Pardubice

## Fakulta filozofická

### ZADÁNÍ

tématu závěrečné písemné práce doplňujícího pedagogického studia

**Jméno a příjmení studenta:** Michaela Černá (Matějková).....  
titul: Ing. .... název absolvované VŠ ..Vysoké učení technické v Brně...  
rok ukončení VŠ...2013..... rok zahájení DPS: 2021 .....

Práce je svým obsahem zaměřena převážně do oblasti: **psychologie, pedagogika, obecná didaktika, oborová didaktika, metodologie, sociologie.**

**Téma práce:** Návrh učebního textu pro technické předměty na středních průmyslových školách strojírenských

#### Obsah práce:

Učební text bude primárně zaměřen na výuku technických předmětů v 1. a 2. ročníku maturitních oborů na středních průmyslových školách strojních. Měl by vycházet z předmětu Strojírenská technologie a ukázat souvislost témat probíraných v tomto předmětu s dalšími předměty jako jsou např. Technické kreslení, Informační technologie, Fyzika, Praxe a další.

Hlavním cílem bude přiblížit studentům souvislosti mezi tématy probíranými v jednotlivých předmětech. Učební text by měl také sloužit studentům jako učební pomůcka v technických předmětech zejména v 1. a 2. ročníku a jako přehled výuky pro přípravu k maturitní zkoušce z daných předmětů.

Základní literatura dle ISO 690:

- 1) SKALKOVÁ, Jarmila. Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování. Praha: Grada, 2007. Pedagogika. ISBN 978-80-247-1821-7.
- 2) STUHLÍKOVÁ, Iva, Tomáš JANÍK, Zdeněk BENEŠ, et al. Oborové didaktiky: vývoj, stav, perspektivy. Brno: Masarykova univerzita, 2015. Syntézy výzkumu vzdělávání. ISBN 978-80-210-7769-0.
- 3) PECINA, Pavel. Fenomén odborného technického vzdělávání na středních školách. Brno: Masarykova univerzita, 2017. Odborné a technické vzdělávání. ISBN 978-80-210-8677-7.

Termín odevzdání práce: 15.4.2023.....

**Vedoucí práce** PhDr. Mgr. Ilona Ďatko, Ph.D. Podpis vedoucího .....

**Prohlašuji, že jsem se seznámil(a) se zásadami pro vypracování závěrečné písemné práce v rámci DPS.**

v Pardubicích dne:..... **Podpis studující(ho):** .....

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Kolíně dne

Michaela Černá

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkovala PhDr. Mgr. Iloně Ďatko, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při vypracování závěrečné práce.

## **ANOTACE**

Závěrečná práce doplňkového pedagogického studia je zaměřena na přípravu učebního textu pro studium na středních průmyslových školách strojírenských. V teoretické části je uveden základní přehled věnovaný pedagogice, didaktice a učebním textům a pomůckám zaměřeným na odborné předměty. V praktické části je uveden návrh učebního textu pro první ročníky zaměřující se na propojení znalostí z jednotlivých odborných předmětů.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Učební text, hřídel, odborné předměty, střední škola strojírenská

## **ANNOTATION**

This final thesis of the supplementary pedagogical studies focuses on the preparation of the teaching texts for studies at the secondary schools of engineering. Its theoretical part presents the basic terminology of pedagogy, didactics and teaching is presented. The practical part presents the textbook connecting information from technical subjects.

## **KEYWORDS**

Textbook, shaft, technical subjects, secondary school of engineering

# OBSAH

ÚVOD.....	9
1 TEORETICKÝ ZÁKLAD .....	10
1.1 Učebnice a učební texty.....	12
1.1.1 Učebnice.....	12
1.1.2 Učebnice pro odborné předměty .....	13
1.1.3 Učební text .....	13
1.2 Výběr učiva v odborných předmětech.....	14
1.3 Učební pomůcky.....	15
2 DIDAKTICKÝ ROZBOR UČIVA .....	18
2.1 Cílová skupina.....	18
3 PRAKTICKÁ ČÁST – Téma učebního textu: HŘÍDEL.....	20
3.1 První část: <b>Přehled hřídelí, jejich výroba a návrh polotovaru</b> .....	20
3.1.1 Rozdělení hřídelí .....	21
3.1.2 Vhodné materiály pro výrobu hřídelí.....	22
3.1.3 Technologie výroby hřídele a volba polotovaru .....	23
Kontrolní otázky první části .....	26
3.2 Druhá část: <b>Tvorba výkresu polotovaru</b> .....	27
3.2.1 Pravidla pro zobrazování na výkresu .....	28
3.2.2 Kótování hřídelí.....	29
3.2.3 Tvorba výkresu v programu Solidworks .....	30
3.2.4 Postup vytvoření modelu hřídele s drážkou pro pero .....	31
3.2.5 Postup tvorby výkresu hřídele s drážkou pro pero .....	34
Kontrolní otázky druhé části .....	41
Shrnutí .....	41
Použitá a doporučující literatura.....	41
4 DIDAKTICKÁ ANALÝZA UČEBNÍHO TEXTU.....	43
ZÁVĚR.....	46
BIBLIOGRAFIE.....	49
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	50
ZKRATKY .....	51





## ÚVOD

Tato práce se zabývá návrhem učebního textu pro odborné předměty na středních průmyslových školách strojírenských. Není tedy zaměřen jen na jeden předmět. Uvedený učební text by měl sloužit jako pomůcka studentům k pochopení souvislostí mezi jednotlivými předměty zejména v prvních ročnících, ale také jako podklad pro přípravu k maturitním zkouškám.

V prvních ročnících, zejména v odborných předmětech, se objevuje mnoho nových informací, se kterými se studenti na základních školách nesečkali. Často si v tom množství učiva ani neuvědomují, že to, co probírají v jednotlivých předmětech pak v praxi tvoří jeden celek. Z toho důvodu byl vypracován právě tento učební text, kde hlavním tématem byla zvolena hřídel.

Hřídel je strojní součást, se kterou se žáci středních průmyslových škol strojírenských budou setkávat po celou dobu studia v různých předmětech. Například v technickém kreslení zjistí, co to vlastně je, ve strojírenské technologii se dozvědí, jaké druhy se hodí, pro jaké použití a z jakých materiálů je mohou vyrobit, v praktické výuce se naučí spočítat polotovar, který použijí pro výrobu a v mechanice si ověří jestli navržené rozměry vydrží potřebné zatížení v provozu.

Hlavním cílem vypracování tohoto textu je tedy pomoci studentům si uvědomit souvislosti mezi odbornými předměty a pomoci jim pochopit proč je znalost dílčích informací z jednotlivých předmětů důležitá.

# 1 TEORETICKÝ ZÁKLAD

V této kapitole budou vysvětleny základní pojmy z pedagogiky a didaktiky. Dále jsou zde shrnuty informace k tvorbě učebnic a učebních textů a k používání učebních pomůcek.

## **Pedagogika**

Pedagogika je věda, která se zabývá teorií i výzkumem v oblasti výchovy a vzdělávání jak dětí, mládeže, tak i dospělých. Jedná se o permanentní a celoživotní proces, který zahrnuje mnoho disciplín (obecná pedagogika, obecná a speciální didaktika, filosofie výuky, speciální pedagogiku atd.) (1; 2; 3; 4; 5).

## **Didaktika**

Slovo „didaktika“ pochází z Řecka. „Didaskein“ znamená učit, vyučovat, poučovat, jasně vykládat a dokazovat. Ve spojení s pedagogikou se tento výraz začal používat až v 17. století. Jedním z průkopníků didaktiky byl Jan Amos Komenský, který jí vymezil jako „všeobecné umění, jak naučit všechny všemu“ (2; 4; 6).

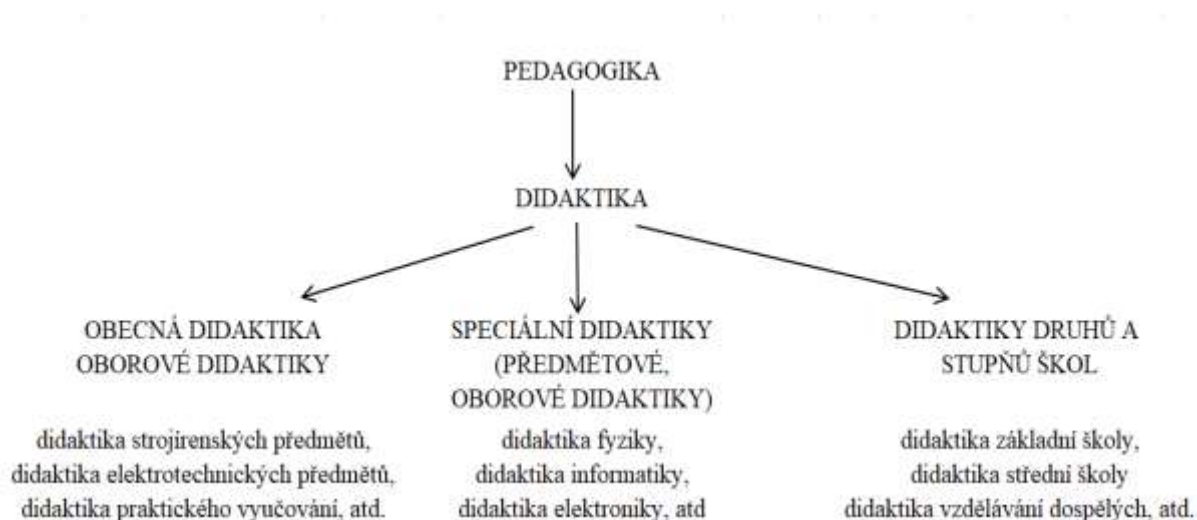
## **Obecná didaktika**

Obsah pojmu didaktika se průběžně s požadavky na výchovu a vzdělání měnil. I v současné době neexistuje přijímaná definice. Obecná didaktika se zabývá teorií vzdělání a vyučování. Současně se zabývá procesem a prostředky vyučování a učení, metodami a organizačními formami. Zároveň zahrnuje osobnost pedagoga, ale i žáka, vybavení učeben, laboratoří a celkového zázemí školy (1; 2; 6).

Didaktika je důležitou součástí pedagogiky a je často označována „jádrem“ nebo „srdcem“ pedagogiky (1).

## Speciální didaktiky

Obecná didaktika studuje obecné otázky obsahu vzdělávání i procesu vyučování a učení, které jsou společné všem předmětům. Vedle obecné didaktiky vznikly didaktiky oborové, předmětové a druhů a stupňů škol jako samostatné vědní disciplíny (4; 6; 7). Základní rozdělení je zobrazeno na 1.1.



Obr. 1.1 Didaktiky v systému pedagogických věd (2)

**Speciální didaktika** zkoumá zákonitosti jednotlivých odborných předmětů daného oboru (didaktika fyziky, chemie, matematiky, atd). Zabývá se předměty, z nichž každý má svou specifičnost, která spočívá v jejich zaměření (1; 2; 7).

**Oborové didaktiky** se mohou týkat všech vyučovacích předmětů v jednotlivých oborech (např. strojírenství, stavebnictví, elektrotechnika atd.). Základem nejsou jednotlivé učební předměty, které jsou určeny učebním plánem, ale daný obor. Oborová didaktika tedy řeší problematiku určitého oboru. Např. ve strojírenství řeší problematiku společnou pro didaktiky všech předmětů se strojírenským zaměřením (oblast didaktické techniky, učebních pomůcek, nácvičku optimálních technologických pomůcek, zadávání úkolů a cvičení apod.) (2; 4; 6; 7).

V technických předmětech se oborová didaktika označuje jako didaktika odborných předmětů a pro speciální didaktiku se používá název metodika technologie, metodika strojírenství, metodika technického kreslení, metodika informačních technologií apod. (1).

**Didaktika odborných předmětů** zkoumá obsah a průběh vzdělávacího procesu. Předmětem zájmu didaktiky odborných předmětů jsou zákonitosti vyučovacího procesu odborných teoretických předmětů na středních školách (cíle výuky, obsah výuky, metody, formy a prostředky výuky, realizace výuky, průběh a hodnocení jednotlivých fází procesu výuky) (2; 4; 6; 7).

Učitel odborných předmětů by měl být schopen objasnit zákonitosti výchovně vzdělávacího procesu a zajistit podmínky nejefektivnější realizace cílů odborného předmětu. Dále by měl u žáků rozvíjet hodnotové poznatky techniky v souladu s ekologickými a ekonomicko-hospodářskými aspekty a propojit teoretické znalosti s manuální zručností žáků s ohledem na budoucí praxi daného oboru. To, jaké kvality výuky bude dosaženo úzce souvisí se vzděláním vyučujícího, jeho odbornými a praktickými zkušenostmi a také s materiálovým vybavením školy (1; 2).

Nedílnou součástí oborové didaktiky středoškolského odborného vzdělávání je také **didaktika praktického vyučování**. Jejím hlavním záměrem je praktická výuka a odborný výcvik ve skupině technických oborů. Didaktika praktického vyučování má úzkou vazbu na didaktiku odborných předmětů (2).

## 1.1 Učebnice a učební texty

### 1.1.1 Učebnice

Učebnice je druh knižní publikace, který je stále nedílnou součástí školního vzdělávání. Historie učebních knih sahá až do starověku, kdy knihy sloužili jako prostředek ke vzdělávání řečníků. Velký rozvoj učebních knih nastal v 15. století díky vynálezu knihtisku. Významnou postavou ve vývoji školních učebnic je i Jan Amos Komenský, který se věnoval učebnicím latinského jazyka. K jeho nejvýznamnějším dílům patří například učebnice „Brána jazyků

otevřená“ a „Svět v obrazech“. Další významný vývoj proběhl ve druhé polovině 20. století, který souvisel s reformou kurikula, kdy docházelo k tvorbě nových modernějších učebnic (1; 4; 6; 7).

V současné době jsou učebnice součástí dalších didaktických prostředků pro daný předmět, jako jsou například počítačové programy, pracovní sešity, videozáznamy, výukové pořady apod. (6).

### 1.1.2 Učebnice pro odborné předměty

Učebnice pro odborné předměty by měly být podrobně zpracovány a určovat obsah a rozsah učiva, postup výklad a v určité míře i metodiku práce ve výuce. Zpracování učebnice by mělo být pro studenty srozumitelné, inspirovat je ke studiu a rozvíjet jejich rozumové schopnosti a tvořivé myšlení. Pokud bude učebnice dávat podněty k zamyšlení a bude obsahovat úkoly a otázky k řešení, mělo by to vést k větší motivaci žáků ke studiu (2).

Struktura učebnic musí být v souladu s učivem uvedeným v osnovách příslušných předmětů a typem škol. Učivo obsažené v knize by mělo být pro studenty přehledné, snadno pochopitelné a logicky uspořádané. Texty uvedené v učebnicích se rozdělují do třech kategorií (1; 2).

- **Základní text** vysvětluje základní pojmy, zákony a určuje logickou návaznost učiva.
- **Doplňující text** upevňuje a prohlubuje učivo základního textu.
- **Vysvětlující text** poskytuje informace potřebné k pochopení základního textu (poznámky, vysvětlivky, komentáře, symboly, zkratky apod.) (1; 2).

### 1.1.3 Učební text

**Učební text** se dnes často používá jako pomůcka k výuce odborných předmětů. Kromě učebnic se u učebním textem můžeme například setkat ve skriptech nebo jakýchkoli tištěných materiálech určených k výuce. Obsahuje učivo předepsané učebními osnovami daného předmětu a typu školy. Učební text se často vztahuje jen k určitému tématu. Zpravidla ale slouží

jako zdroj informací a pomáhá upevňovat vědomosti, které student získal během výuky. Informace, které se objevují v textu jsou speciálně vybrané, uspořádané a upravené tak, aby pro studenta byly pochopitelné (1; 8).

Při psaní učebního textu je potřeba si uvědomit, pro koho bude určen (věková hranice, odbornost, předchozí znalosti studentů apod.). Aby pro studenty byl daný učební text zajímavý je potřeba při jeho tvorbě dodržovat určitá pravidla (9; 10).

- **Výběr slov** – pokud bude učební text obsahovat velké množství abstraktních slov, může být jeho pochopení pro studenty obtížné a nesrozumitelné. Odborná terminologie a vědecké termíny by měly být vždy srozumitelně vysvětleny. Pokud se jedná o nové termíny, se kterými se studenti ještě nesečkali, bylo by vhodné učební text doplnit rejstříkem.
- **Úroveň vět** – je potřeba si uvědomit, že pokud studenty seznamujeme s novými tématy delší věty mohou být obtížnější na pochopení. Vždy je lepší dlouhá souvětí rozdělit na několik kratších vět.
- **Stavba textu** – jednotlivé části (věty) by na sebe měly navazovat. Je vhodné důležité části opakovat například použitím synonyma apod. Pro přehlednost je dobré používat kratší odstavce s nadpisy a důležitými výrazy odlišenými různým druhem a velikostí písma (9; 10).

## 1.2 Výběr učiva v odborných předmětech

V dnešní době se stále objevují nové informace o nových technologických postupech, změnách ve výrobě, nových objevech, ekologických a ekonomických pravidlech atd. Dochází tak k stálému nárůstu nových poznatků, které by si měli studenti, ale i učitelé osvojit. Z tohoto důvodu je důležité, aby stále docházelo k výběru a stanovení základního učiva nejen u odborných předmětů. K výběru základního učiva by nemělo docházet subjektivním posouzením, ale mělo by docházet k postupné analýze na základě praktických zkušeností a technologií výroby (1).

Při výběru základního učiva je potřeba zohlednit jaké možnosti má škola (zázemí, vybavení apod.), instituce spolupracující se školou a v neposlední řadě nároky budoucích zaměstnavatelů (1).

### **Požadavky pro výběr základního učiva v odborných předmětech:**

- Splnění požadavků současné vědy a techniky a požadavků odborného zaměření žáků
- Propojení mezipředmětových vztahů se všeobecně vzdělávacími a přírodovědnými předměty
- Přiměřený obsah přijatelný pro všechny žáky
- Možnost zvládnutí odborné praxe

Splnění těchto požadavků při výběru učiva, ale sám o sobě nezajistí kvalitní vědomosti studentů. K tomu je potřeba jejich dostatečná motivace při studiu. V současné době se můžeme často setkávat s nedostatečnou motivací žáků při studiu, což může být způsobeno špatně zvoleným oborem, opakovanými neúspěchy, které vedou k negativnímu postoji k předmětu, nezájmem rodičů, ale i nevhodný způsob výuky (1).

### **1.3 Učební pomůcky**

Při výuce odborných předmětů je potřeba co nejvíce studentům přiblížit probírané téma. Pro názorné zobrazení určitého jevu, výrobní technologie, provozu stroje atd. slouží učební pomůcky. Kromě nákresů na tabuli jsou velkým přínosem obrázky a videa zobrazované pomocí promítacích přístrojů nebo programy interaktivních tabulí (1; 10).

Hlavním účelem učební pomůcky je studentům přímo zprostředkovat poznání skutečností a pomoci jim vysvětlit složité technické jevy, které by nebylo možné jinak napodobit.



### **Rozdělení učebních pomůcek podle funkce:**

- ***Funkce výchovná*** – učební pomůcka působí na rozvoj žákovy osobnosti, formuje myšlení, utváří dovednosti, zájmy a postoje
- ***Funkce poznávací*** – realizují didaktickou jednotu mezi konkrétním a abstraktním
- ***Funkce intelektuální*** – rozvíjí vnímání, pozornost, paměť, fantazii, úsudek a myšlení
- ***Funkce samovzdělávací*** – rozvíjí žákovu aktivitu a samostatnost
- ***Funkce pozorovací a objevu*** – rozvíjí zájem žáků, nutí je experimentovat, objevovat a bádát (1)

Pokud daná učební pomůcka slouží k nazírání studentů, jedná se tzv. názorné pomůcky. Pokud mohou studenti s učebními pomůckami i pracovat jsou to tzv. pracovní pomůcky. Další rozdělení učebních pomůcek může být i podle toho, jak studentům při výuce pomáhají. Například jestli rozšiřují vědomosti a dovednosti nebo zároveň pomáhají chápat vnitřní strukturu a význam učiva (1).

Náplň funkcí učebních pomůcek ve výchovně-vzdělávacím procesu, jak je uvádí M. Čadílek a A. Loveček v Didaktice odborných předmětů:

- ***funkci informační***, podává žákovi informaci o učivu tak, aby proces osvojování poznatků mu byl co nejvíce usnadněn,
- ***funkci motivační a stimulační***, motivuje žáka k učení, pomáhá řešit problémové situace a podporuje tvořivé hledání a objevování,
- ***funkci logického uspořádání učiva***, usnadňuje návaznost na vědomosti již dříve osvojené a uspořádání učiva do logických struktur,
- ***funkci spojení školy s praxí***, potvrzují správnost teoretického poznání, rozšiřují vědomosti a praktické dovednosti žáků

V dnešní době v hromadném systému výuky má učitel na výběr z velkého množství učebních pomůcek, které přispívají ke zvýšení kvality výuky. Například každý žák může pracovat samostatně s vlastní přidělenou pomůckou (s počítačem ve specializované učebně, stroji pro výrobu součástí apod.) (1; 7; 10).

## 2 DIDAKTICKÝ ROZBOR UČIVA

### 2.1 Cílová skupina

Navržený učební text je určen především pro studenty prvních ročníků středních průmyslových škol strojírenských. Studentům by měl pomoci pochopit **souvislosti mezi jednotlivými předměty**.

Předpokládá se, že studenti se s danou problematikou seznámili v jednotlivých předmětech. V tomto textu jsou pak získané informace z jednotlivých předmětů propojeny dohromady. Pro příklad jsou následně uvedeny dílčí **témata učebního textu a předměty**, v kterých se probírají.

**Hřídel jako strojní součást** – *Technické kreslení*

**Soustružení (obecně)** – *Strojírenská technologie*

**Soustružení (výroba u stroje)** – *Praxe*

**Návrh polotovaru** – *Strojírenská technologie*

**Návrh modelu hřídele** – *Informační technologie (tvorba v programu Solidworks)*

**Tvorba výkresu hřídele (pravidla)** – *Technické kreslení*

**Tvorba výkresu hřídel (pomocí počítače)** – *Informační technologie*

**Výpočet napětí** – *Mechanika*

Učební text nemusí sloužit jen k propojení jednotlivých předmětů, ale i k zopakování již probírané látky například při přípravě k maturitní zkoušce. Zejména u maturitní zkoušky je potřeba, aby student dokázal získané dílčí informace z jednotlivých odborných předmětů, které se za dobu studia naučil, podat jako jeden celek. Například při tvorbě praktické maturitní zkoušky musí student zvládnout navrhnout produkt/sestavu od materiálu, přes polotovar a výpočty, až po konečnou výrobu.

Samozřejmě tento učební text může být použit i jako pomůcka při probírání nové látky, ale je potřeba si uvědomit, že v něm nejsou uvedeny všechny potřebné znalosti pro dané téma v samostatném předmětu. Pro příklad je zde vysvětlena nejvhodnější technologie pro výrobu hřídele (soustružení), ale už zde nejsou uvedeny další výrobní technologie (frézování, kování, odlévání apod.).

Navřený učební text byl vypracován na základě školního vzdělávacího plánu. Na rozdíl od současných učebnic a dostupných učebních textů ukazuje integraci jednotlivých odborných předmětů.

### 3 PRAKTICKÁ ČÁST – Téma učebního textu: HŘÍDEL

V této kapitole se seznámíme s další stojní součástí „**hřídel**“. Ukážeme si základní rozdělení a vhodné materiály, navrhne rozměry polotovaru, shrneme si pravidla pro tvorbu výkresu a seznámíme se s vytvořením modelu a výkresu v programu Solidworks.

**Cíl kapitoly:** Jak z tyče (polotovaru) vznikne součást převodovky (hřídel).

**Klíčová slova:** Hřídel, polotovar, výkres, solidworks, soustružení, obrobek

#### 3.1 První část: **Přehled hřídelí, jejich výroba a návrh polotovaru**

**Hřídel** je jednou ze základních strojních součástí válcového tvaru. Využívá se tam, kde je potřeba **vykonávat nebo přenášet rotační pohyb**. Obvykle jsou na hřídeli umístěny další součásti (ozubená a řetězová kola, ložiska apod.). Příklad jednoduché hřídele je zobrazen na Obr. 3.1



*Obr. 3.1 Hřídel s drážkami pro pero a závitem pro pojistnou matici (vlastní zpracování)*

### 3.1.1 Rozdělení hřídelí

#### **Rozdělení hřídelí podle druhu zatížení:**

- **Nosné hřídele – nepřenášejí pohyb a výkon**, jen nesou zatížení. To znamená, že jsou na nich umístěny například řemenová nebo řetězová kola, která se mohou volně otáčet. Jsou tedy namáhány pouze na ohyb.

*S nosnými hřídelemi se můžeme setkat například u železničních náprav.*

- **Hybné (pohybové) hřídele – přenášení otáčivý nebo kroučící moment** na nějakou rotační součást např. hnací ozubené kolo, řemenici apod. Aby vůbec mohlo dojít k pohybu hřídele, **musí být uložena v kluzných nebo valivých ložiskách**. Jsou namáhány na ohyb, ale i na krut.

*Hybné hřídele nalezneme v převodových skříních.*

#### **Příklady rozdělení hybných hřídelí podle tvaru:**

- **Přímé** – hladké nebo osazené
- **Duté** – v porovnání s plnými hřídelemi mají větší tuhost (vřeteno soustruhu nebo pohon lodních šroubů)
- **Klikové** – jsou „zalomené“ (víceválcové pístové stroje – spalovací motory, čerpadla, pístové kompresory)
- **Ohebné** – možnost změny polohy (pohon ručního mechanizovaného nářadí)
- Atd.

#### **Příklady rozdělení hybných hřídelí podle funkce:**

- **Spojovací**
- **Hnací**

- **Hnané**
- **Vačkové**
- **Předlohové**

### 3.1.2 Vhodné materiály pro výrobu hřídelí

Jak naznačuje ukázka rozdělení hřídelí, je jasné, že těchto strojních součástí je velké množství. Než se rozhodneme, jaký typ hřídele budeme vyrábět, musíme vědět pro jaký účel jí budeme navrhovat. S tím souvisí i **volba materiálu**. Pevnostní vlastnosti materiálu, který zvolíme musí odpovídat zatížení, kterým bude hřídel zatěžována v provozu. Příklady materiálů pro výrobu hřídelí jsou uvedeny v Tabulka 3.1.

Tabulka 3.1 Příklady materiálů pro výrobu hřídelí

Požadavky na hřídel	Materiál podle tříd	Materiál podle EN*	Použití
Převažující statické zatížení	11 500		Elektromotory, průmyslové převodovky
	11 600		
Převažující dynamické zatížení	12 060		Hřídele pístových a obráběcích strojů, kalené hřídelové čepy
	14 240		
	16 240		
Vysoké namáhání/vysoká bezpečnost	16 440		Letecké motory, hřídele velkých rozměrů
Vyšší povrchová tvrdost (cementování a kalení povrchu)	14 220		Drážkové a vačkové hřídele
	16 220		

\* Bude doplněno při vypracování jedné z kontrolních otázek na konci první části.

Při zvolení materiálu je potřeba si **pevnostní charakteristiky ověřit výpočtem**. Napětí, které daný materiál zaručuje naleznete ve strojnických tabulkách a následně tyto hodnoty dosazujete do výpočtu podle druhu zatížení hřídele (na ohyb nebo krut). Základní rovnice pro výpočet napětí podle druhu zatížení jsou uvedeny níže. Postup celého výpočtu bude uveden v jedné z dalších kapitol.

$$\sigma_O = \frac{M_O}{W_O} \leq \sigma_{DOV} \quad (1)$$

$$\tau_K = \frac{M_K}{W_K} \leq \tau_{DOV} \quad (2)$$

### 3.1.3 Technologie výroby hřídele a volba polotovaru

Abychom mohli požadovanou hřídel vyrobit, musíme se rozhodnout jakou výrobní technologii použijeme a k tomu zvolit odpovídající polotovar, z kterého jí budeme vyrábět. Vzhledem k tomu, že se jedná o rotační součást, tak nejvhodnější výrobní technologií bude **soustružení** a polotovarem bude **normalizovaná tyč**.

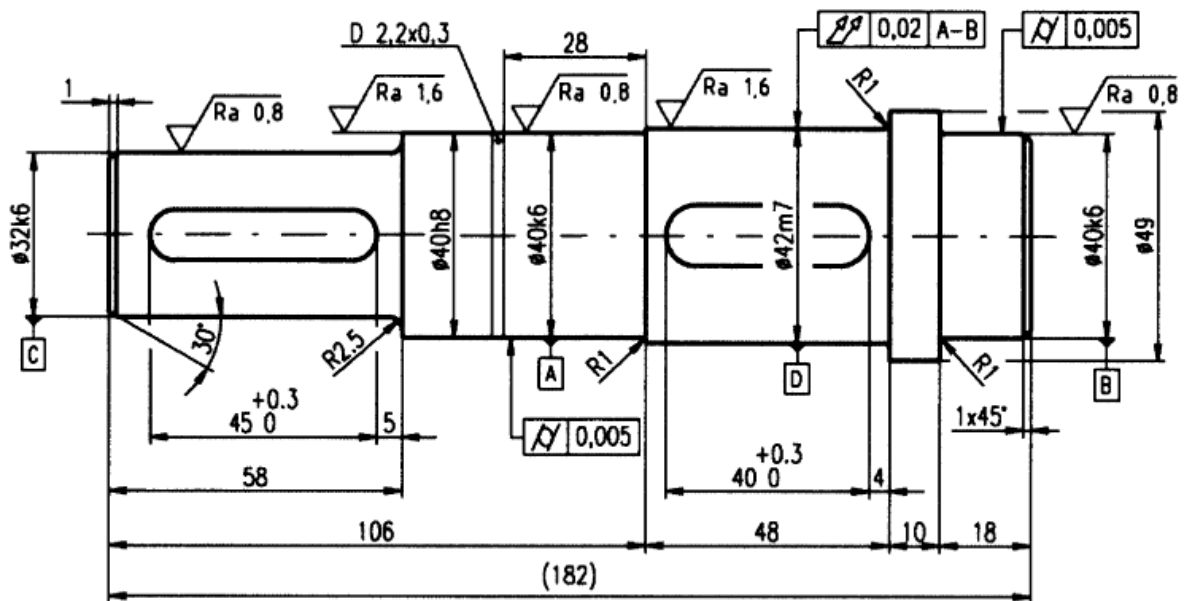
*Při soustružení dochází k odběru materiálu ve formě třísky. Polotovar rotuje kolem své osy a řezným nástrojem dochází k odběru tenké vrstvy. Z důvodu, že dochází k odebírání materiálu, nesmíme při volbě polotovaru zapomenout na **přídavky na obrábění**.*

Velikost **přídavku na obrábění** souvisí s tím jak přesný a kvalitní povrch na hřídeli požadujeme. Čím přesnější strukturu povrchu požadujeme, tím je hodnota přídavku větší.

Pro představu standartní hodnoty struktury povrchu pro výrobu hřídelí soustružením jsou Ra 1,6. Pokud chceme těchto hodnot dosáhnout musíme nejprve provést **soustružení nahrubo** (odstranění nečistot a nepravidelností na povrchu polotovaru) a následně **soustružení na čisto** (odstranění tenké vrstvy pro dosažení požadované kvality povrchu).

Při požadování vyšší kvality povrchu, např. Ra 0,8, je potřeba zařadit do technologického postupu i **broušení**. Požadovaná hodnota struktury povrchu jednotlivých částí je vždy uvedena na výkresu konečné součásti (viz Obr. 3.2).





Obr. 3.2 Ukázka zakótované hřídele s hodnotami struktury povrchu a geometrickými tolerancemi (11)

Při volbě **přídavku na obrábění** nesmíme zapomínat na náklady spojené s nákupem polotovaru. Čím větší rozměry polotovar bude mít, tím bude větší odpad při výrobě a tím i větší náklady. Proto by měla být **hodnota přídavku** co **nejmenší**, ale dostatečně veliká, aby byla **zaručena požadovaná kvalita povrchu**.

Při sériové výrobě je možné vycházet z dat výroby a z toho určit nejmenší možný přídavek. Pokud ale nemáme k dispozici předchozí data, používá se obecný **výpočet pro volbu polotovaru**. Nejprve spočítáme přídavek na průměr.

$$p_d = \frac{5d_s}{100} + 2 \quad [\text{mm}] \quad (3)$$

Kde:

$p_d$  je přídavek na průměr

$d_s$  je maximální průměr součásti

Celkový průměr polotovaru  $D_p$  pak získáme sečtením maximálního průměru součásti a přídavku.

$$D_p = d_s + p_d \quad [\text{mm}] \quad (4)$$

Protože tyče patří k normalizovaným polotovarům, musíme **z tabulek určit normalizovaný průměr**. Vždy volíme nejbližší, vyšší hodnotu.

*Příklad: Pokud nám  $D_p$  vyjde 42 mm, nejbližší, vyšší průměr normalizovaných tyčí je 45 mm.*

Kromě průměru polotovaru, musíme určit i jeho délku. Nejprve si spočítáme přídavek na délku  $p_l$ , kde musíme zohlednit přídavek na zarovnání čela hřídele  $p_\varepsilon$ .

$$p_l = 2 \cdot p_\varepsilon \quad [\text{mm}] \quad (5)$$

Přídavek na délku následně přičteme k celkové délce součásti  $l_s$  a získáme délku polotovaru  $L_p$ .

$$L_p = l_s + p_l \quad [\text{mm}] \quad (6)$$

Z výsledných hodnot průměru a délky polotovaru předepíšeme konečný polotovar, který budeme uvádět v popisovém poli na výkrese.

*Příklad: KR 45 – 120 ČSN 425510*

Kde:

KR – zkratka pro tyče kruhové

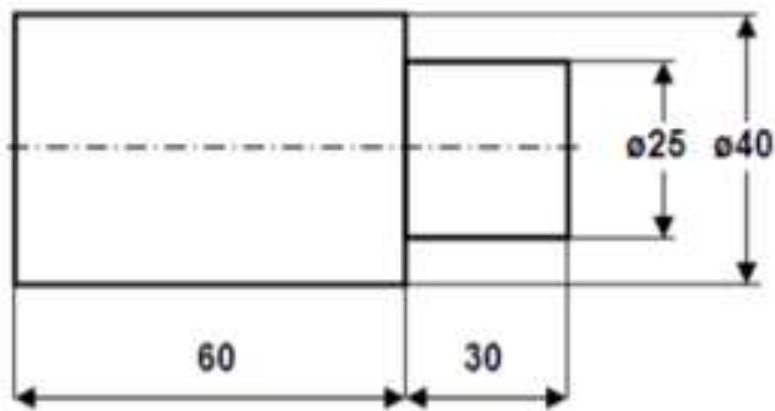
45 – normalizovaný průměr polotovaru (tyče)

120 – délka polotovaru

ČSN 425510 – označení normy pro tyče válcované za tepla

## Kontrolní otázky první části

1. Co je hřídel?
2. Jakou výrobní technologii nejčastěji používáme pro výrobu hřídelí?
3. Do tabulky s vhodnými materiály pro hřídele doplňte ekvivalenty označení ocelí (třídy/EN), jak jsme si vysvětlovali v předchozí kapitole.
4. Pro hřídel zobrazenou na Obr. 3.3 zkuste vypočítat a předepsat polotovar. Pro výrobu použijte normalizovanou tyč válcovanou za tepla.



Obr. 3.3 Obrázek hřídele pro návrh polotovaru (kontrolní otázka 4) (vlastní zpracování)

### 3.2 Druhá část: Tvorba výkresu polotovaru

**Hřídele** jsou **jednou z nejčastějších strojních součástí**, proto tvorba výkresu patří k základům každého strojaře. Při **tvorbě výkresu** včetně jeho zakótování je potřeba dodržovat určitá **pravidla**.

**Zobrazení hřídelí se neobejde bez konstrukčních prvků**, jakou jsou drážky pro pera a pojistné kroužky, závity, drážkování, sražení nebo zaoblení hran. Rozměry většiny konstrukčních prvků jsou dány normou nebo výpočtem. Hřídel v sestavě s dalšími konstrukčními součástmi je zobrazena na obr. 3.4.



Obr. 3.4 Sestava hřídele a dalších strojních součástí

Při navrhování hřídelí potřebujeme nejprve **určit průměry a délky jednotlivých úseků** a jejich funkci. Funkce je dána **typem převodu** a zvoleným **uložením hřídele** a rozměry průměrů a délek určujeme **pevnostními výpočty** a prostorovými požadavky. Pokud určíme všechny rozměry můžeme začít s tvorbou výkresu.

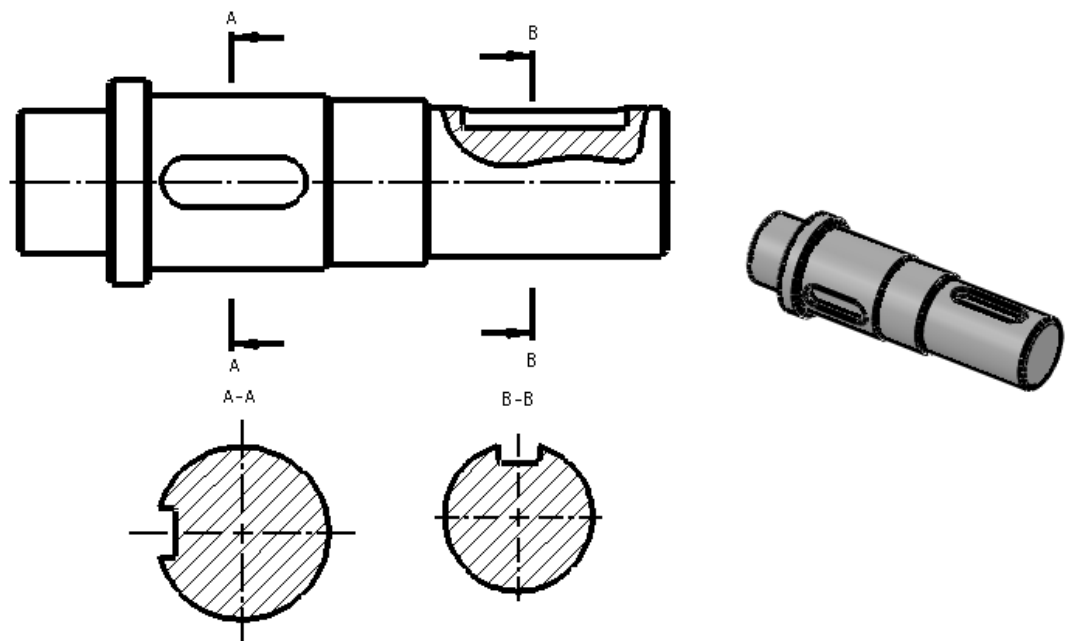
Jak je uvedeno výše, hřídel může obsahovat velké množství konstrukčních prvků. V další části tohoto učebního textu se budeme zatím věnovat základní pravidlům pro správné

**zobrazení jednoduché hřídele s drážkou pro pero.** V následujících učebních textech pak budeme postupně uvádět zobrazování dalších konstrukčních prvků.

### 3.2.1 Pravidla pro zobrazování na výkresu

Pro zobrazení hřídelí na výkresech volíme **jako hlavní (základní) pohled nárys**. Hřídel je rotační součást, proto jí vždy zobrazujeme **v podélné (výrobní) poloze** (nikdy ji nezobrazujeme svisle!). Natočení hřídele orientujeme tak, aby drážka pro pero směřovala na nás. V případě, že hřídel obsahuje více drážek pro pero, které nejsou v jedné ose, musíme pro zobrazení použít místní pohled (Obr. 3.5).

Abychom byli později schopni zakótovat všechny potřebné rozměry drážky pro pero, musíme nárys (hlavní pohled hřídele) doplnit **průřezem**, který prochází drážkou (příp. drážkami). V každém výkrese musíme **označit** místo průřezu, tzv. **řeznou rovinou**. Řezná rovina je vždy označena šipkami a písmenem, jak je zobrazeno na Obr. 3.5. Při označování řezné roviny, vždy začínáme písmenem „A“ a podle počtu průřezů pokračujeme dalšími písmeny abecedy. **Zobrazení řezů** potom umístíme **v ose hřídele** ve směru šipky nebo můžeme přesunout například pod nárys, jak je zobrazeno na Obr. 3.5.



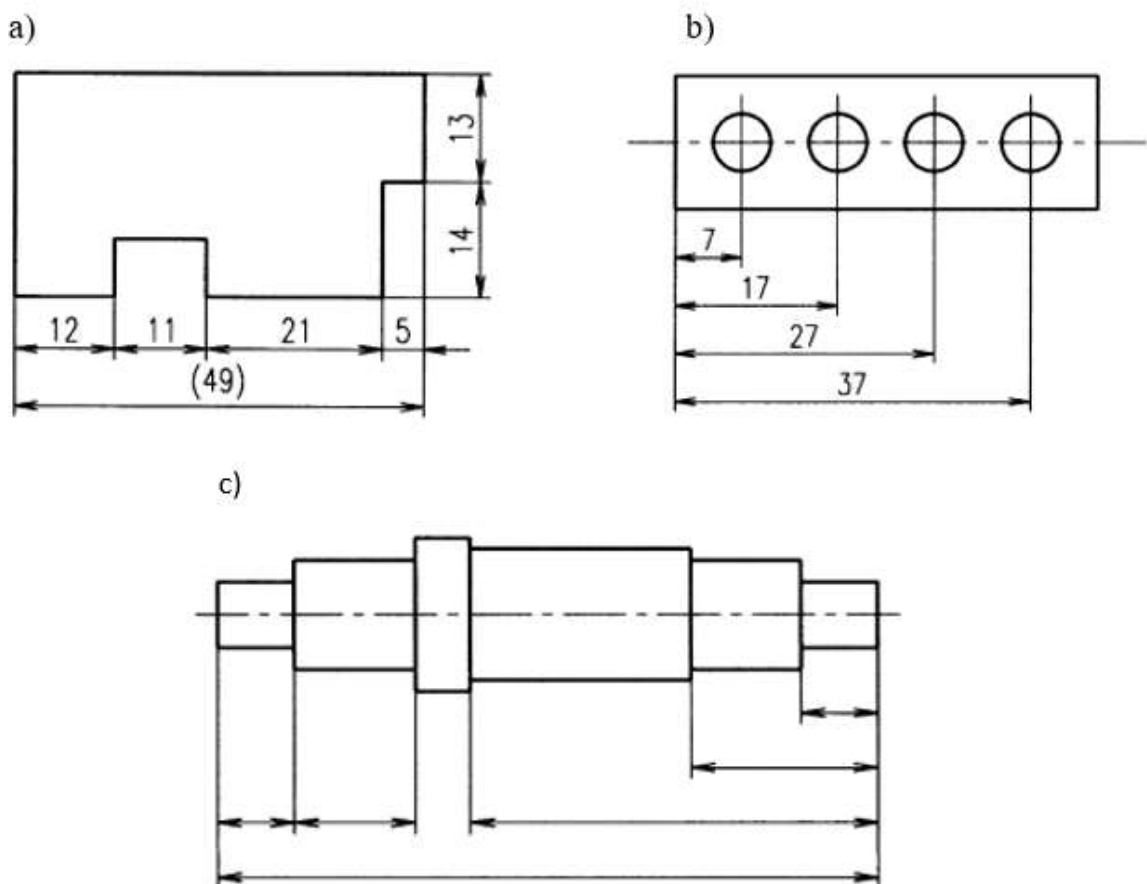
Obr. 3.5 Zobrazení hlavního pohledu (nárys) hřídele na výkrese s místním řezem pro zobrazení drážky pro pero (vlastní zpracování)

### 3.2.2 Kótování hřídelí

Pro kótování hlavních (délkových) rozměrů hřídelí zpravidla volíme smíšené kótování (Obr. 3.6-c). Jedná se o kombinaci prvků řetězcového kótování a kótování od společné základny.

Jednotlivé možnosti uspořádání soustav kót jsou zobrazeny na Obr. 3.6. Jak je patrné na Obr. 3.6-c, pokud zapisujeme kóty za sebou (řetězcové kótování) zobrazujeme je v jedné rovině (na jedné přímce). V případě kótování od společné základny si zvolíme jednu stranu hřídele (čelo) za výchozí bod a od něho pak vedeme kótovací čáry.

*Pozn.: Nesmíme zapomenout, že kótování na výkresu musí být vždy přehledné, kótovací čáry a kóta (rozměr) nesmí být nikdy protnuty jinou čarou a zvolení rozměrů bychom měli uzpůsobit tak, aby bylo co nejpřehlednější pro výrobu. To znamená, aby nebylo potřeba důležité rozměry dopočítávat nebo související rozměry hledat po celé ploše výkresu.*



Obr. 3.6 Soustavy kót a) řetězcové kótování, b) kótování od společné základny, c) smíšené kótování (11)

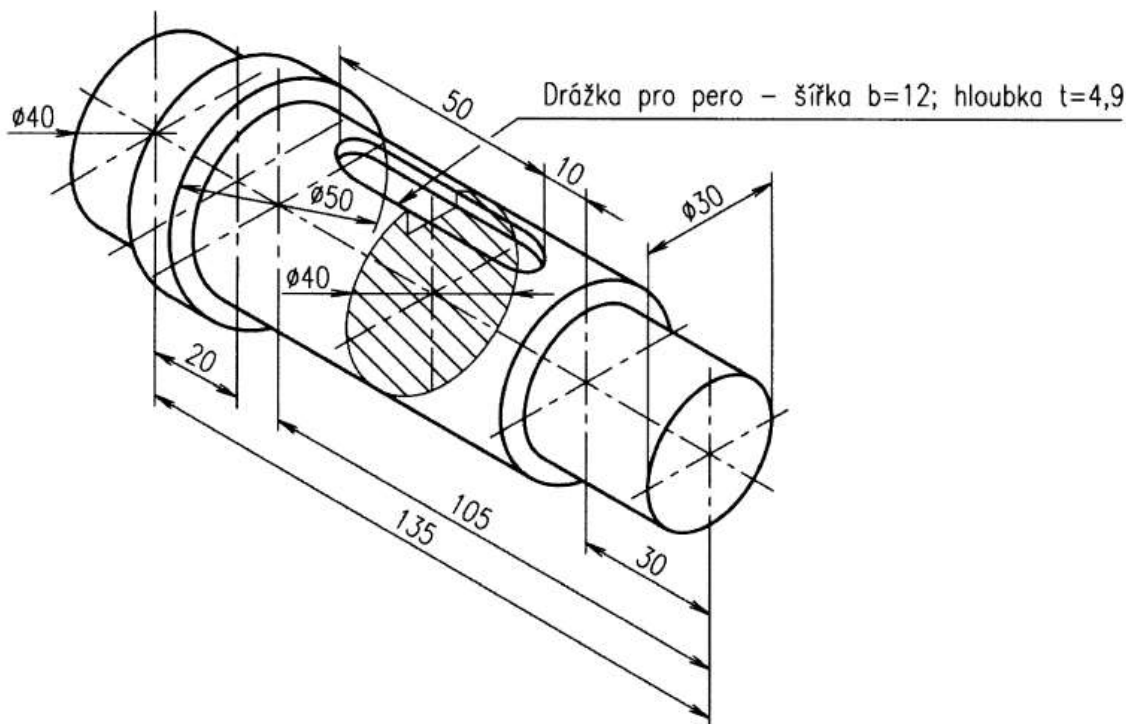
Na výkresech musejí být zakótovány všechny **průměry hřídele**. Zpravidla se společně s rozměrem uvádí tolerance (např.  $\varnothing 40h8$ ,  $\varnothing 42m7$ ,  $\varnothing 50k6$ ). Hodnota tolerance se určuje podle funkce daného úseku, jestli na daném úseku bude uloženo ozubené kolo, ložisko apod.

*Kótování konstrukčních prvků hřídele budou uvedena v dalších učebních textech.*

### 3.2.3 Tvorba výkresu v programu Solidworks

Pokud máme navržené rozměry hřídele a ostatních konstrukčních prvků můžeme se pustit do **tvorby výkresu**. Pokud bychom kreslili výkres ručně na papír, začali bychom rýsovat hlavní pohled – nárys. V dnešní době se ale s ručním rýsováním výkresů setkáme jen výjimečně, proto si vysvětlíme, jak **vytvořit výkres pomocí počítačového programu Solidworks**.

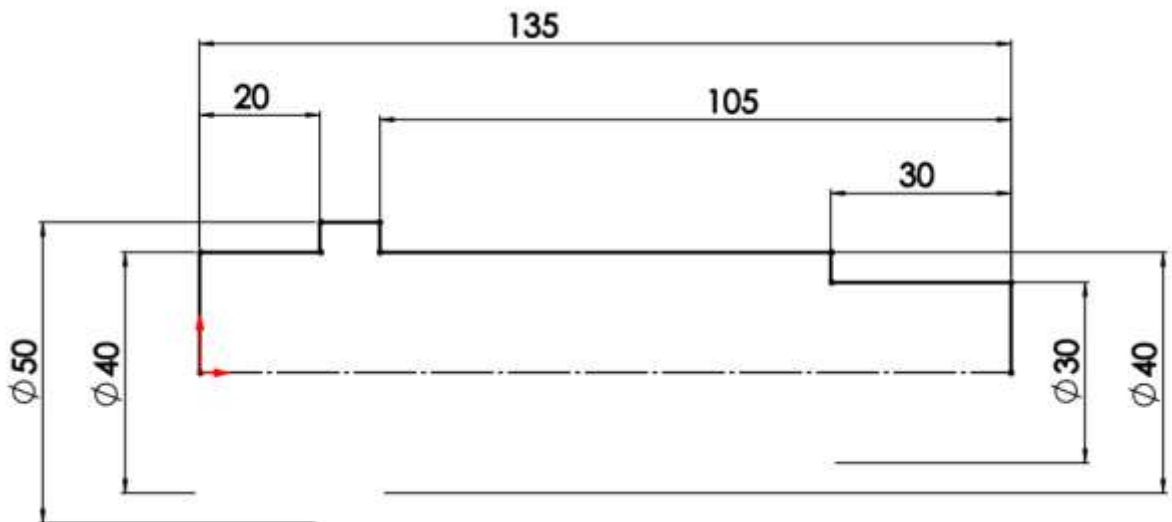
Při tvorbě výkresu pomocí programu v počítač je postup odlišný od postupu tvorby výkresu rýsováním. Na počítači si **nejprve vytvoříme 3D model součásti** a pomocí vzniklého modelu **následně vytváříme výkres**. Pro ukázkou použijeme hřídel z učebnice Technického kreslení (11) zobrazenou na Obr. 3.7.



Obr. 3.7 Hřídel – učebnice Technického kreslení (11) str. 96/obr. 4.56.

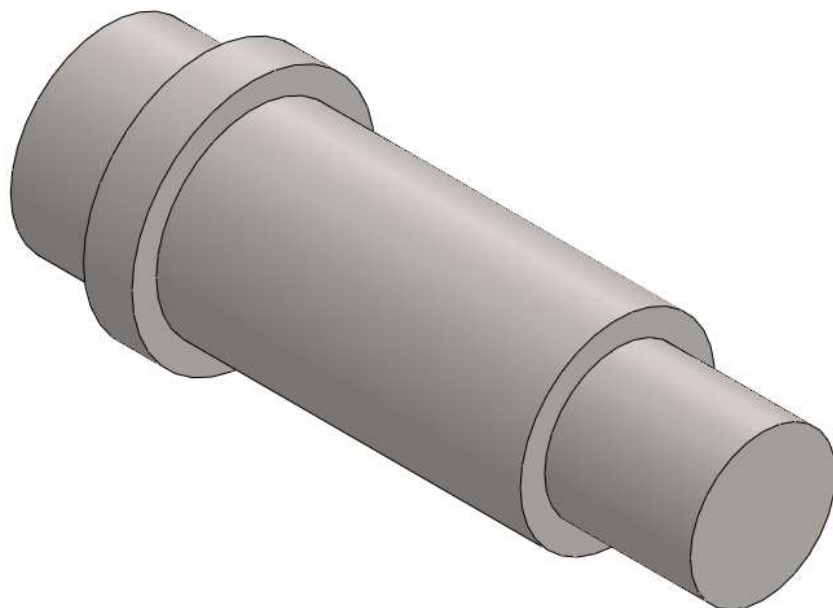
### 3.2.4 Postup vytvoření modelu hřídele s drážkou pro pero

V programu Solidworks si **založíme díl** a v přední rovině **vytvoříme skicu hřídele** podle navržených rozměrů tak, jak je zobrazeno na Obr. 3.8. Na obrázku je patrné, že kreslíme **obrys jen poloviny hřídele**. Důvodem je následná rotace kolem osy.



Obr. 3.8 Skica hřídele (tučná čára – obrys, čerchovaná čára – osa) (vlastní zpracování)

Pomocí prvku „**přidání rotací**“ orotujeme obrys hřídele kolem vodorovné osy. Výsledkem je hřídel bez dalších konstrukčních prvků (Obr. 3.9).

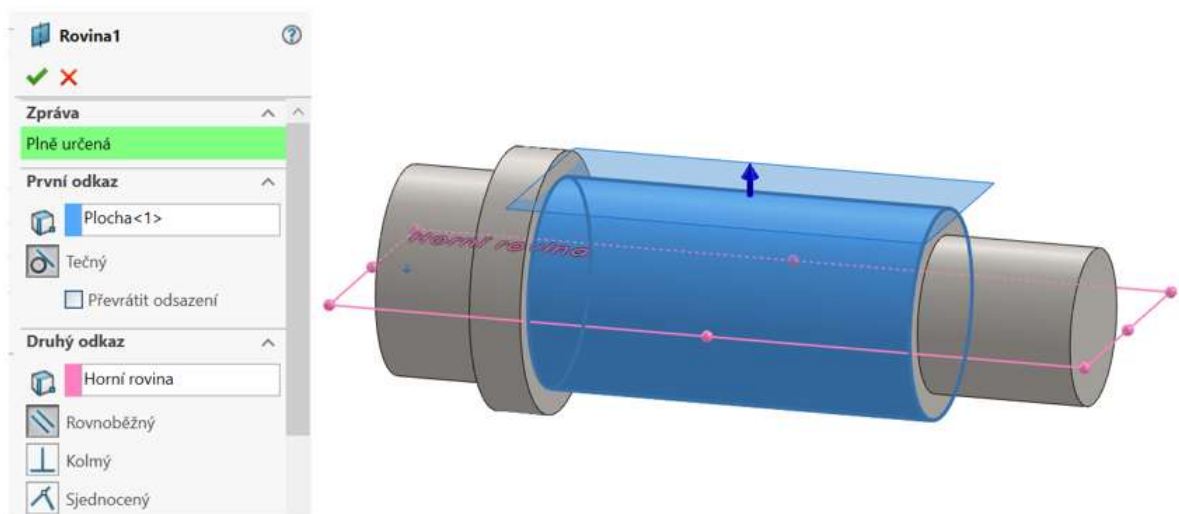


Obr. 3.9 Hřídel bez dalších konstrukčních prvků (vlastní zpracování)



Dalším krokem je **vytvoření drážky pro pero**. Drážku pro pero musíme kreslit na rovinnou plochu, proto si nejprve musíme přidat k hřídeli **pomocnou rovinu**. Pomocná rovina bude tečná k „válcí“ hřídele, na kterém bude drážka pro pero. V našem případě se jedná o průmět 40 mm.

Pomocí prvku „**Referenční geometrie**“ určíme potřebné parametry nové roviny. Jedním parametrem je **plášť části hřídele** s průměrem 40 mm a druhým jedna ze **základních rovin**, která je rovnoběžná příp. kolmá k pomocné rovině (v našem případě si můžeme vybrat mezi horní a přední rovinou). Příklad parametrů pro plné určení nové roviny je uveden na Obr. 3.10

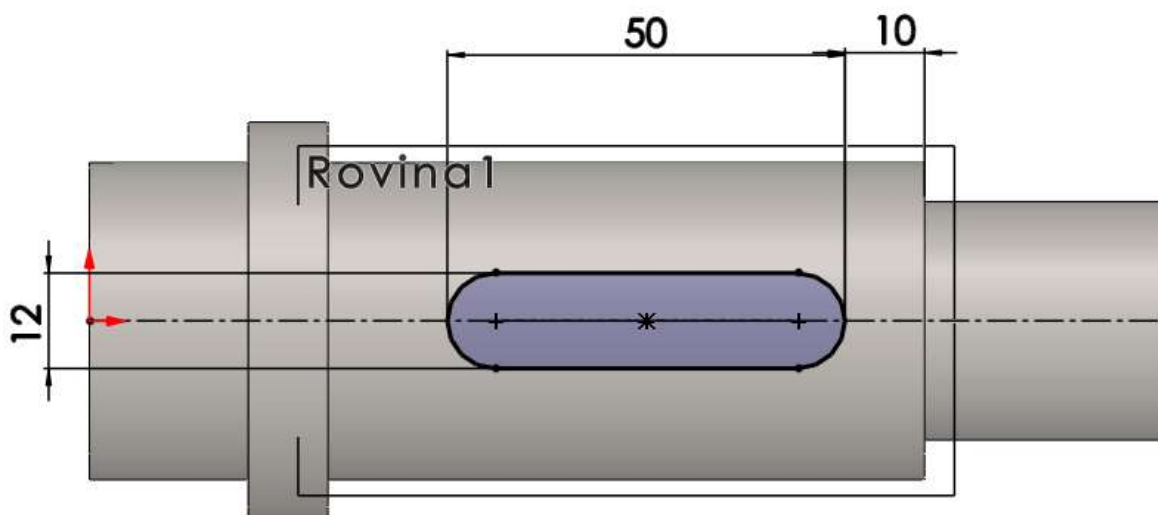


Obr. 3.10 Parametry pro zadání pomocné roviny (vlastní zpracování)

Pokud se nám podařilo vytvořit pomocnou rovinu, můžeme začít s **tvorbou drážky pro pero**.

*Pozn.: pokud bychom neměli rozměry drážky zadané, najdeme je ve strojnických tabulkách (12).*

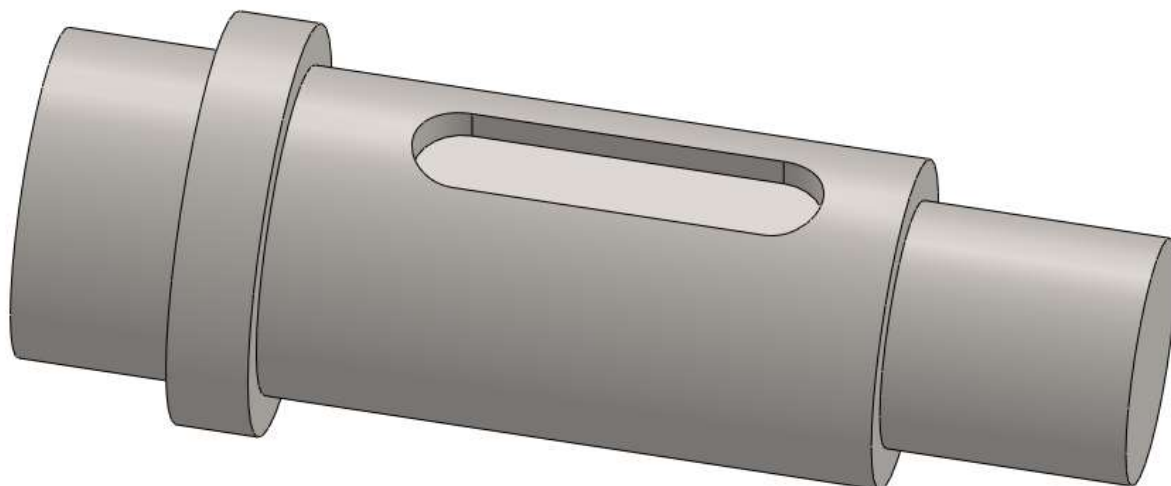
**Na nové/pomocné rovině si založíme skicu**, nakreslíme osu, která bude proházet středem hřídele. Pomocí prvku „**Rovná drážka**“ nakreslíme základní tvar drážky a zakótujeme šířku a délku drážky a její umístění tak, jak je zobrazeno na Obr. 3.11.



Obr. 3.11 Vytvořená skica drážky pro pero na pomocné rovině „Rovina 1“ (vlastní zpracování)

Pro dokončení použijeme funkci „**Odebrání vysunutím**“, kde musíme zadat hloubku drážky. V našem případě je hloubka drážky 4,9 mm.

Pokud se nám podařilo vytvořit hřídel s drážkou pro pero tak, jak je zobrazeno na Obr. 3.12, můžeme přejít k tvorbě výkresu.



Obr. 3.12 Vytvořená hřídel s drážkou pro pero (vlastní zpracování)

### 3.2.5 Postup tvorby výkresu hřídele s drážkou pro pero

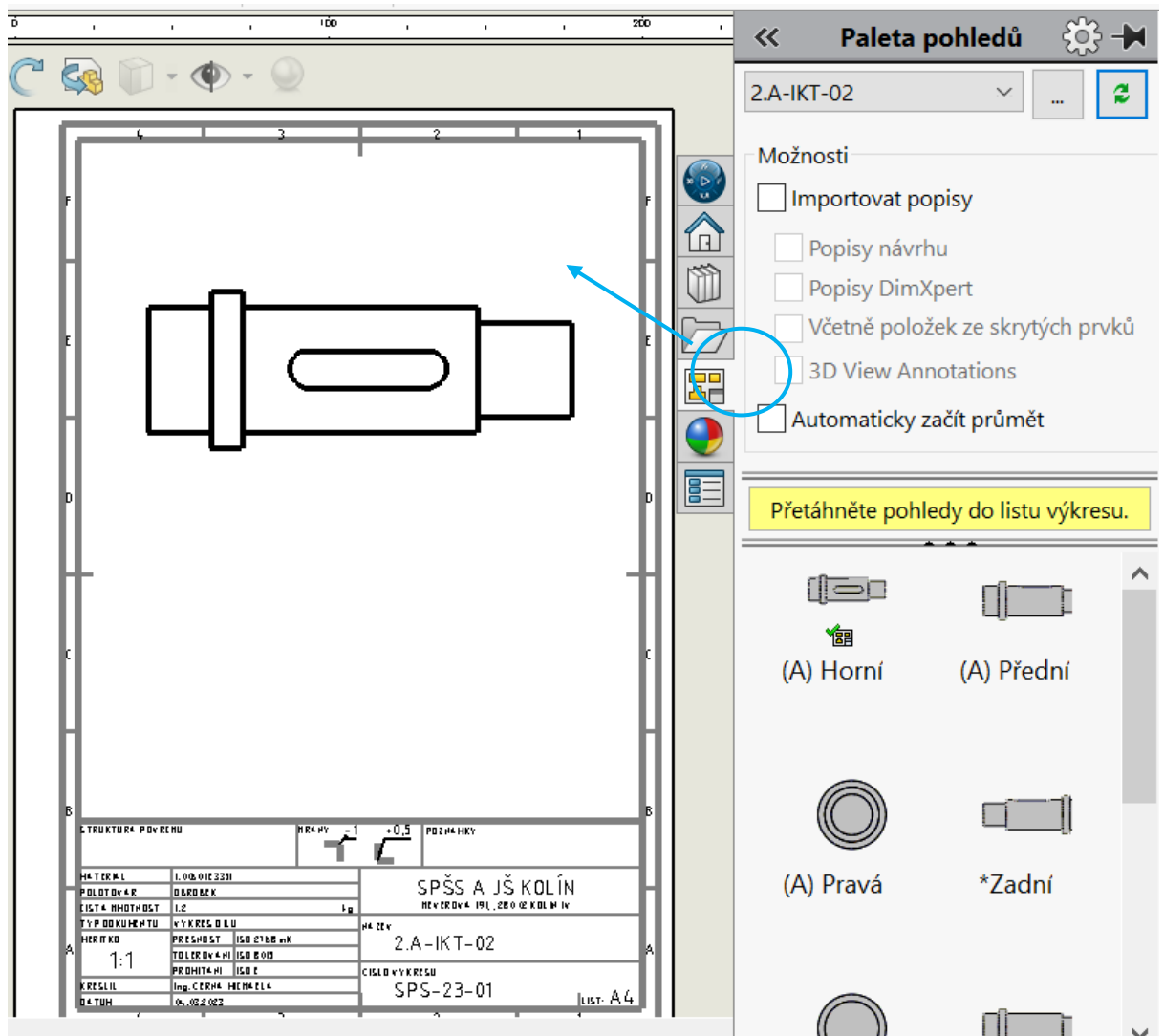
Pomocí prvku „**Vytvořit výkres z dílu**“ otevřeme prostředí, ve kterém **budeme vytvářet výkres**. Jako u každého nového výkresu je nejprve potřeba zadat formát výkresu (A4 – A0).

*Pozn.: nesmíme zapomenou, že hřídel je rotační součást a vždycky jí kreslíme v podélné poloze. Pokud by formát výkresu byl nedostačující je možné ho vždy změnit. Kromě formátu výkresu musíme zvolit měřítko a normu, podle které budeme zobrazovat jednotlivé průměty. Volba měřítka je individuální, ale pro zobrazování průmětů vždy volíme „Evropské zobrazování“.*

Vzhledem k rozměrům naší hřídele, můžeme zvolit formát výkresu A4, měřítko 1:1 a evropské zobrazování (ISO-E).

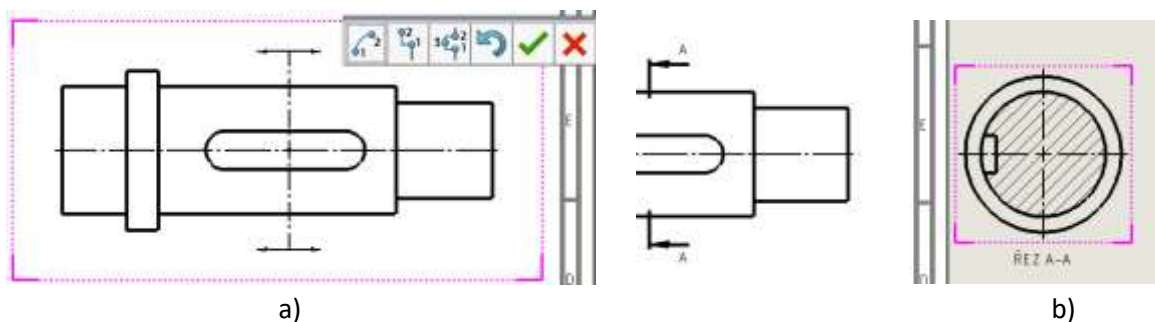
Pokud máme připravený „papír“, na který budeme tvořit výkres hřídele, otevřeme si „**Paletu pohledů**“ a vybereme **hlavní pohled** (viz kapitola 3.2.1). Vybraný pohled přetáhneme do prostoru výkresu (Obr. 3.13).

Nesmíme zapomenout, že hřídel je rotační součást, proto do hlavního pohledu musíme doplnit **osu rotace** (popis → osa).



Obr. 3.13 Vložení hlavního pohledu do výkresu (vlastní zpracování)

Dalším krokem bude vytvoření průřezu drážkou pro pero tak, jak jsme si uváděli v kapitole 3.2.1. V záložce „Výkres“ vybereme prvek „Řez“. Řeznou čáru (svislou) umístíme do hlavního pohledu tak, aby procházela drážkou pro pero (Obr. 3.14-a). Pokud je umístění v pořádku potvrdíme zelenou fajfkou a řez, který se nám zobrazuje přesuneme na volné místo (klidně mimo formát výkresu – Obr. 3.14).



Obr. 3.14 Tvorba řezu a) řezná rovina procházející drážkou pro pero, b) vytvořený řez umístěný mimo formát výkresu (vlastní zpracování)

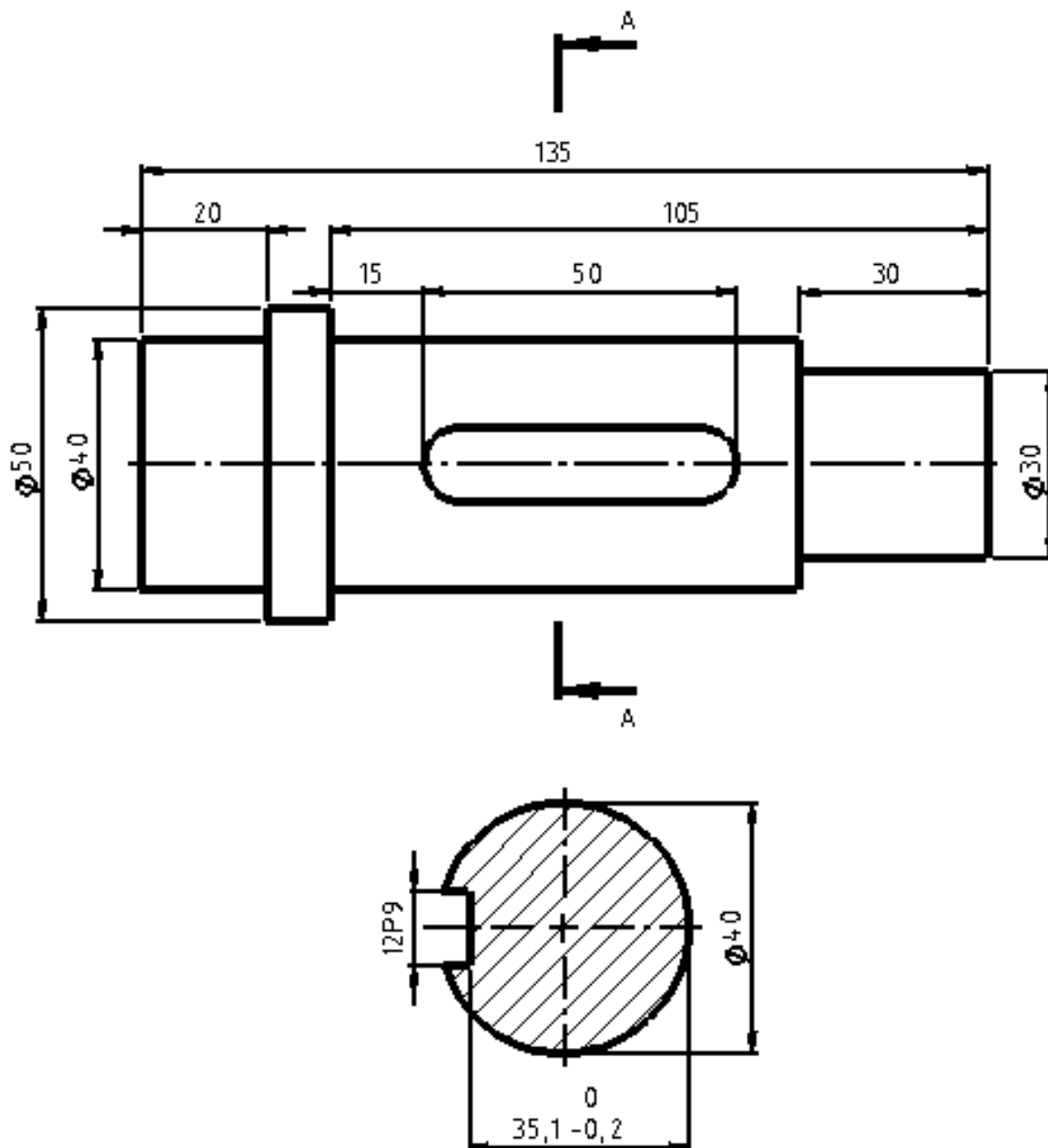
Vzniklý řez je potřeba upravit tak, aby vypadal jako na Obr. 3.5. Čáry, které řez obsahuje navíc (kružnice o průměru 50 mm a oblouk drážky) stačí skrýt (pravé tlačítko myši → „skrýt“). Pro přesunutí řezu na něj klikneme pravým tlačítkem myši a vybereme „zarovnání“ → „zrušit zarovnání“. Pokud zrušíme zarovnání můžeme se zobrazeným řezem volně pohybovat. **Řez** tedy můžeme **umístit pod označenou rovinu řezu**, jak je vidět na Obr. 3.15.

Pokud máme správně zobrazené a umístěné pohledy/řezy, můžeme začít s **kótováním součástí**. Jak je uvedeno v kapitole 3.2.2, u hřídelí musejí být zakótovány všechny průměry a délky jednotlivých částí, u kterých většinou **využíváme smíšeného kótování**. U průměru části hřídele, kde je umístěna drážka pro pero se můžeme rozhodnout, zda kótu průměru umístíme na hlavní pohled (hřídel) nebo do řezu. Nesmí, ale být zakótován na obou místech. Všechny délkové rozměry a průměry jsou zakótovány na Obr. 3.15.

U **kótování drážky** pro pero musíme vždy uvádět **délku drážky a její umístění v hlavním pohledu**. **Šířku drážky** včetně tolerance a **hloubku drážky** včetně mezních úchylek **kótujeme vždy v řezu**. Tolerance a mezní úchyly najdeme ve strojnických tabulkách (12).

Příklad zobrazení a zakótování hřídele a drážky pro pero je zobrazeno na Obr. 3.15.

*Pozn.: na výkrese strojní součásti musí být zakótovány všechny rozměry, ale výkres nesmí být překótován. Kóty musejí být přehledné, nesmějí se překrývat a měli by být v souladu s výrobou.*



Obr. 3.15 Zakótování hřídele s drážkou pro pero (vlastní zpracování)

Pro dokončení výkresu hřídele s drážkou pro pero je potřeba ještě **vyplnit popisové pole výkresu**. Údaje v popisovém poli jsou propojeny s parametry uváděnými ve vlastnostech dílu. Proto se v tuto chvíli musíme z výkresu vrátit do prostředí, kde jsme vytvářeli model hřídele.

V **modelu** si otevřeme vlastnosti („Soubor“ → „Vlastnosti“). Tam doplníme informace jako jsou název a číslo výkresu, jméno autora, rozměry polotovaru, materiál a případné poznámky. **Název a číslo výkresu a jméno autora** zapíšeme. Rozměry polotovaru si musíme nejprve dopočítat tak, jak je uvedeno v kapitole 3.1.3. dosazením do rovnic (3-6).

**Materiál vybereme z knihovny materiálů.** Po uložení se parametry propíší do popisového pole na výkrese. Vyplněné popisové pole je uvedeno na Obr. 3.16. Celkový výkres je zobrazen na Obr. 3.17.

**Výpočet polotovaru:**

$$p_d = \frac{5 \cdot d_s}{100} + 2$$

$$p_d = \frac{5 \cdot 50}{100} + 2$$

$$\mathbf{p_d = 4,5 \text{ mm}}$$

Za  $d_s$  dosazujeme maximální průměr součásti – v našem případě se jedná o průměr 50 mm. Přídavek na průměr tedy vyjde 4,5 mm.

$$D_p = d_s + p_d$$

$$D_p = 50 + 4,5$$

$$\mathbf{D_p = 54,5 \text{ mm}}$$

Celkový průměr vyjde 54,5 mm. Ve strojnických tabulkách (12) najdeme odpovídající normovaný průměr pro tyče tvářené za tepla (ČSN 42 5510) → 55 mm.

$$p_l = 2 \cdot p_\xi$$

$$p_l = 2 \cdot 2$$

$$\mathbf{p_l = 4 \text{ mm}}$$

Vzhledem k tomu, že na úpravu čela nejsou žádné speciální požadavky, zvolíme jako přídavek na zarovnání čela 2 mm. Přídavek na délku pak bude 4 mm.

$$L_p = l_s + p_l$$

$$L_p = 135 + 4$$

$$L_p = 139 \text{ mm}$$

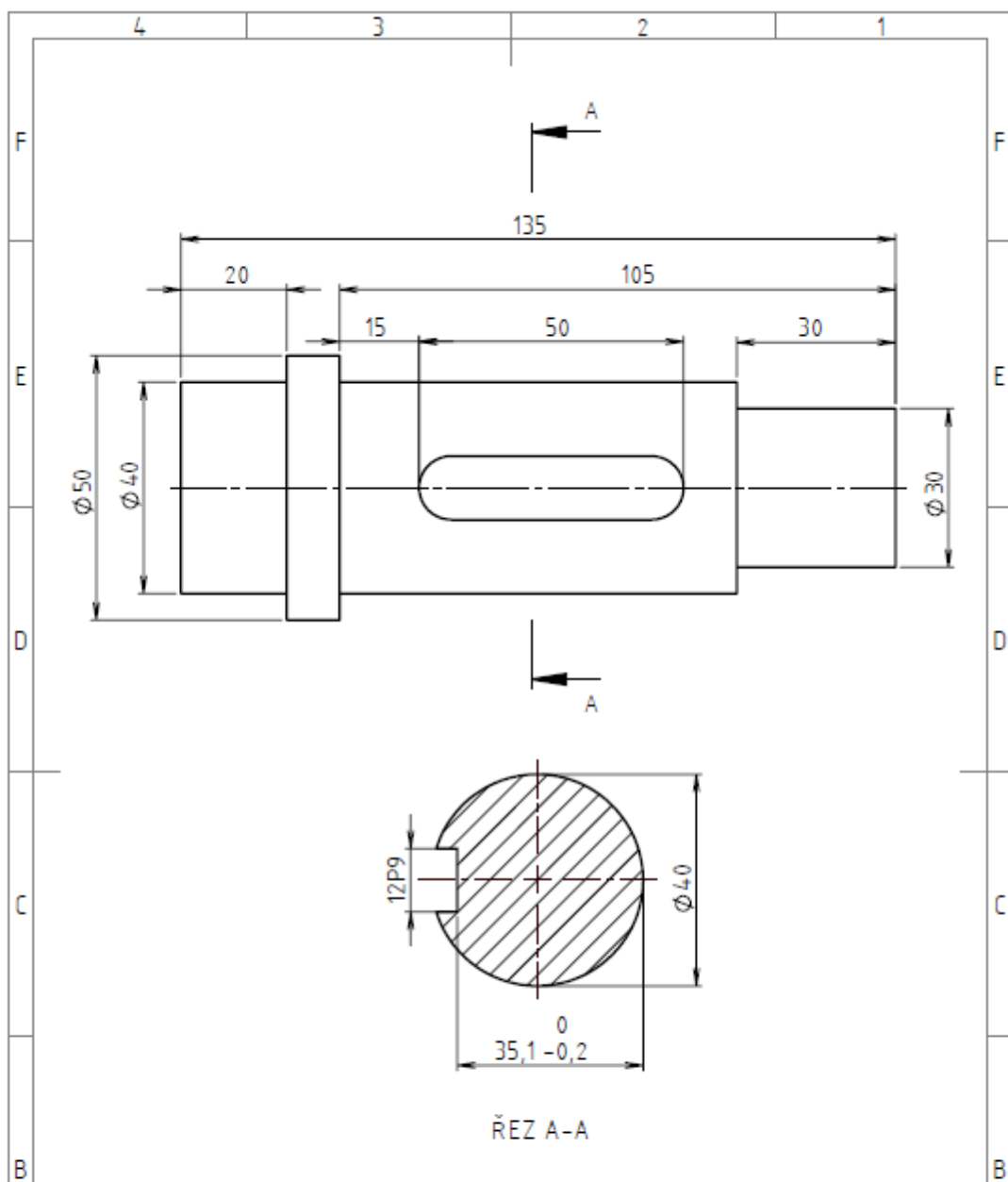
Celková délka polotovaru bude 139 mm. Nakonec předepíšeme volbu polotovaru, kterou zapíšeme do vlastností dílu.

***VOLÍM KR 55-139 ČSN 42 5510***

STRUKTURA POVRCHU		HRANY	-1	+0,5	POZNAMKY
					
MATERIAL	11 600/E335			<b>SPŠS A JŠ KOLÍN</b> HEVEROVA 191, 280 02 KOLÍN IV	
POLOTOVAR	KR 55 - 139 ČSN 42 5510				
ČISTÁ HMOTNOST	1,2	kg			
TYP DOKUMENTU	VÝKRES DÍLU			NÁZEV	<b>HRIDEL</b>  ČÍSLO VÝKRESU <b>DPS - 02 - 01</b>
MERITKO <b>1:1</b>	PŘESNOST	ISO 2768 mK			
	TOLEROVANI	ISO 8015			
	PROMĚTANI	ISO E			
KRESLIL	Ing. ČERNÁ MICHAELA				
DATUM	04.03.2023			LIST A4	

Obr. 3.16 Vyplněné popisové pole (vlastní zpracování)





STRUKTURA POVRCHU		HRANY	-1	+0,5	POZNAMKY
MATERIAL	11 600/E335	<b>SPŠS A JŠ KOLÍN</b> HEVEROVA 191, 280 02 KOLÍN IV			
POLOTOVAR	KR 55 - 139 ČSN 42 5510				
CISTA HMOTNOST	1,2 kg	NÁZEV			
TYP DOKUMENTU	VÝKRES DÍLU	HRIDEL			
MERITKO	1:1	ČÍSLO VÝKRESU			
KRESLIL	Ing. ČERNÁ MICHAELA	DPS - 02 - 01			
DATUM	04.03.2023	LIST: A4			

Produkt SOLIDWORKS pro vyučování. Jen pro účely instruktáže.

Obr. 3.17 Výkres jednoduché hřídele s drážkou pro pero (vlastní zpracování)

## Kontrolní otázky druhé části

1. Při tvorbě výkresu na počítači nejprve vytvoříme model nebo výkres strojní součásti?
2. Pomocí jakého prvku vytvoříme ze skici (2D) díl (3D) u rotačních součástí.
3. Jak nakreslíme skicu drážky pro pera na hřídeli (válcí)?
4. Jaké rozměry a v jakém pohledu kótujeme u drážky pro pero na hřídeli?

## Shrnutí

V tomto učebním textu jsme se seznámili s další strojní součástí „hřídelí“, která se využívá k přenosu rotačního pohybu. Základní rozdělení je na nosné (jsou na nich umístěna například řemenová kola) a hybné (jsou uloženy v ložiskách, aby mohly přenášet kroutící moment).

Základním materiálem pro výrobu je ocel. Podle použití se používají oceli tříd 11, 12, 14 a 16. Navržený materiál si vždy musíme ověřit výpočtem napětí podle druhu zatížení.

Pro vytváření výkresu na počítači vždy začínáme nejprve tvorbou modelu včetně všech konstrukčních prvků a z něho následně vytváříme výkres.

Při tvorbě výkresu musíme dodržovat zásady podle pravidel technického zobrazování, které jsou dány normami. Jako hlavní pohled vždy volíme nárys hřídele v podélné (výrobní) poloze. Drážku pro pero orientujeme na nás, tak abychom mohli zakótovat její délku. Dále zobrazuje řez, který prochází drážkou pro pero. V řezu kótujeme šířku a hloubku drážky pro pero včetně tolerancí a mezních úchylek.

## Použitá a doporučující literatura

1. **KLETEČKA, Jaroslav a FOŘT, Petr** . *Technické kreslení*. Brno : CP Books, 2005. 80-251-0498-2.
2. **PAGÁČ, Marek**. *Učebnice SolidWorks*. 2. vydání. V Brně: Vydavatelství Nová média, [2020]. ISBN 978-80-270-8730-3.
3. **HLUCHÝ, Miroslav a Jan KOLOUCH**. *Strojírenská technologie 1*. 4., rev. vyd. Praha: Scientia, 2007. ISBN 978-80-86960-26-5.
4. **HLUCHÝ, Miroslav, Jan KOLOUCH a Rudolf PAŇÁK**. *Strojírenská technologie 2*. 2., upr. vyd. Praha: Scientia, 2001. ISBN 978-80-7183-244-7.

5. **LEINVEBER, Jiří a VÁVRA, Pavel** . *Strojnické tabulky: učebnice pro školy technického zaměření*. Úvaly : Albra, 2021. Sv. Sedmé vydání. 978-80-7361-124-8.

V tomto učebním textu jsme se seznámili s hřídelemi a s pravidly pro tvorbu výkresu jednoduché hřídele s drážkou pro pero. V dalším učebním textu navážeme na tvorbu výkresu složitějším provedením hřídele s více konstrukčními prvky a uvedeme si výpočty jejich základních parametrů.

## 4 DIDAKTICKÁ ANALÝZA UČEBNÍHO TEXTU

Navržený učební text je určen pro studenty zejména prvních ročníků středních průmyslových škol se zaměřením na strojírenství. Kromě studentů prvních ročníků by měl učební text sloužit i jako pomůcka pro přípravu k maturitní zkoušce jak pro odborné předměty, tak i pro praktickou maturitní zkoušku.

Daný učební text je uzpůsoben především pro výuku na střední průmyslové škole strojírenské v Kolíně, tak aby odpovídal rozložení učiva v jednotlivých předmětech. Při tvorbě učebního textu bylo vycházeno ze zkušeností výuky jednotlivých odborných předmětů a zejména z toho, jak studenti pracují se získanými informacemi z těchto předmětů.

Učební text má studentům ukázat souvislosti mezi tématy, které probírají v hodinách jednotlivých předmětů. Studenti si totiž často neuvědomují, že to, co se učí v jednom předmětu často navazuje na látku, kterou znají z jiného předmětu. Zejména studentům prvních ročníků dělá velké problémy si zvyknout na to, že poznámky, které si zapsali do sešitu například z předmětu technické kreslení mohou použít i v předmětu technologie.

Dalším problémem jsou bohužel i dostupné učebnice pro výuku většiny technických předmětů, které jsou zaměřeny jen na látku zapadající do daného předmětu. Na trhu se obecně objevuje velmi málo učebnic pro technické střední školy, které by od základu obsahovali nové a aktuální informace. Většinou se jedná o učebnice, ze kterých se učili rodiče a někdy i prarodiče současných studentů, u kterých proběhla aktualizace a byly znovu vydány.

Nedostatek učebních pomůcek, které by ukázaly integraci jednotlivých předmětů, vedlo k vytvoření tohoto učebního textu. Učební text je zaměřen na jednu z hlavních strojních součástí, kterou je hřídel. Hřídel patří k nejčastějším strojním součástím, a i proto se s ním studenti setkají téměř v každém odborném předmětu. Pro tvorbu této práce byly použity části učiva z jednotlivých odborných předmětů a integrovány do jednoho učebního textu.

Vytvořený učební text je rozdělen do dvou částí a každá část je zakončena kontrolními otázkami. První část je více zaměřena na teoretické informace týkající se hřídelí, jako jsou druhy hřídelí a jejich použití, technologie výroby, používané materiály a návrh polotovárů.

Druhá část je věnována tvorbě výkresu hřídele. Nejprve jsou uvedeny základní pravidla pro správné zobrazení pohledů a řezů, určení rozměrů a kótování. Další část je věnována ukázce vytvoření modelu hřídele a jejího výkresu v programu Solidworks. Je zde uvedena hřídel

s drážkou pro pero, podle které by měl být výkres vytvořen. Studenti by měli být schopni podle jednotlivých kroků uvedených v učebním textu vymodelovat hřídel a následně i vytvořit výkres. Pro lepší názornost jsou jednotlivé kroky vždy doplněny o obrázky. Učební text je zakončen ukázkou výkresu, ke kterému by se studenti měli propracovat. Nakonec je uveden souhrn učebního textu a doporučená literatura.

Je důležité si uvědomit, že tento učební text nemá sloužit jen k výuce jednoho předmětu. V první řadě by měl pomoci studentům k lepšímu pochopení dílčích částí probíraných v jednotlivých předmětech. Aby ale studenti pochopili záměr učebního textu je potřeba, aby s ním vyučující v jednotlivých hodinách pracovali. I když se budou věnovat jen určité části textu, studenti si pak snadněji uvědomí, že tato látka navazuje na učivo, které už probrali nebo naopak je budou nějaké informace v dalších předmětech ještě čekat.

Předpokládá se, že student pracující s tímto učebním textem má základní/obecné znalosti o výrobě, materiálech, polotovarech apod. ve strojírenství. Informace, které už byly zmiňovány v předchozích učebních textech, ale jejich znalost je důležitá i v tomto učebním textu jsou uváděny jako *poznámka a text je zobrazen kurzívou*. Nové a důležitá informace jsou zvýrazněny **tučně**.

Studenti prvních ročníků dostali možnost pracovat přímo s tímto učebním textem v určených předmětech. Vzhledem k tomu, že jednotlivé předměty vyučují různí učitelé, bylo domluveno, že každý vyučující projde v daném předmětu odpovídající část.

Ve většině případech byl hodnocen pozitivně. Často si do textu dělali vlastní poznámky, které byly doplněny v hodině. Z tohoto důvodu bude učební text více rozčleněn, aby studenti měli více místa pro svoje poznámky a mohli tak učební text využít místo zapisování učiva do sešitu. Pokud by vyučující pracovali s učebním textem i v hodinách, zjednodušilo by to zápisy do sešitů a čas, který by byl ušetřen by se mohl využít jinak.

Další výhodou používání souhrnného učebního textu při výuce je přehled probraného učiva v jednotlivých předmětech nejen pro studenty, ale i pro učitele. Vyučující tak bude vědět co studenti už probrali v jiném předmětu, čemu naopak musí věnovat více času nebo třeba i doplnit zajímavosti nebo novinky. Učební text bude možné i využít k opakování v dalším ročníku. Pro studenty pak bude jednodušší navázat na novou látku.

K dispozici dostali učební text všichni studenti maturitního oboru, kteří si ho mohli prostudovat a případně ohodnotit nebo uvést připomínky. Zejména studenti druhého ročníky

postrádali v učebním textu výpočty (návrh rozměrů, napěťové a pevnostní charakteristiky apod). Z tohoto důvodu bude dopracována třetí část učebního, která bude věnována právě výpočtům návrhu rozměrů a hlavně ověření, zda navržená hřídel a použitý materiál jsou vhodné pro určené zatížení.

## ZÁVĚR

Hlavním cílem závěrečné práce doplňkového pedagogického studia bylo vytvoření učebního textu pro odborné předměty pro střední průmyslové školy strojírenské. Učební text by měl pomoci studentům uvědomit si souvislosti mezi informacemi získanými z jednotlivých odborných předmětů. Není tedy určen pro jeden předmět, ale měl by ukázat propojení témat v jednotlivých předmětech.

Práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. V úvodní části jsou vymezeny základní pojmy pedagogiky a didaktiky. Dále je zde uvedena metodika učebnic, učebních textů a učebních pomůcek především pro odborné předměty.

V druhé části je nejprve vymezena cílová skupina, pro kterou byl učební text tvořen. Hlavním záměrem vytvoření tohoto učebního textu bylo ukázat studentům prvních ročníků, že látka, kterou se učí v různých předmětech na střední škole spolu velmi často souvisí. I když hlavním účelem bylo vypracování učebního textu, který ukáže začínajícím studentům integraci předmětů neznamená to, že by text nemohl být využíván i vyššími ročníky. Například jako podpora při vypracování praktické maturitní zkoušky nebo pro přípravu k maturitní zkoušce z odborných předmětů. V neposlední řadě by měl tento text sloužit jako učební pomůcka pro vyučující, kteří budou tak moci ukázat studentům jakou část z celé problematiky daného tématu zabírá aktuálně probírané učivo.

V samotném návrhu učebního textu je zpracována jedna z nejčastějších strojních součástí, kterou nazýváme hřídel. Pro jeho vytvoření byly použity poznatky z jednotlivých odborných předmětů, zejména ze strojírenské technologie, technického kreslení, informačních technologií a praktického vyučování. Aby byl splněn hlavní záměr vytvoření učebního textu, je zde obsažena jen látka, která je probírána v uvedených předmětech v prvním ročníku.

Navržený učební text je rozdělen na dvě části. První část je věnována základním pojmům, jednotlivým druhům hřídelí, polotovarům, výrobě a materiálům vhodných pro výrobu. V druhé části jsou uvedena pravidla pro zobrazování hřídelí na výkresech a je ukázán postup od návrhu modelu po vytvoření výrobního výkresu v programu Solidworks.

Aby bylo možné ověřit, jestli hlavní záměr vypracování souhrnného učebního textu byl správný, dostali studenti tuto pilotní verzi učebního textu k dispozici. Text byl zveřejněn pro všechny ročníky, ale jen v prvním ročníku byl zařazen do výuky.

Vzhledem k tomu, že sama neučím všechny předměty, které byly integrovány do učebního textu, poprosila jsem kolegy, zda by mohli „své téma“ v učebním textu projít se studenty v daném předmětu. Studenti prvních ročníků, tak pracovali s učebním textem ve více předmětech i s různými učiteli. V době, kdy studenti dostali k dispozici učební text, byla většina látky učebního textu už probrána a jednalo se tak spíše o opakování.

Zpětná vazba od studentů byla převážně pozitivní. Po probrání jednotlivých částí v určených předmětech, bylo patrné, že si začali uvědomovat souvislosti dílčích částí z jednotlivých předmětů. Většina studentů si do učebního textu dělala vlastní poznámky. Za velký přínos považuji, že si někteří studenti doplňovali poznámky i od jiných vyučujících k tématu, které spadalo pod jiný předmět. Často se totiž stává, že učitelé zopakují látku z jiného předmětu, na kterou budou navazovat nebo upozorní studenty na nějakou zajímavost. I když si často studenti napíší poznámku do sešitu, v dalším předmětu už si na ní nevzpomenou.

Propojení informací získaných v jednotlivých předmětech se ukázalo i v písemné práci. Odpovědi na otázky studenti dokázali více rozvést a často přidali i příklady z jiných předmětů. K pozitivním výsledkům určitě přispělo i to, že většina učiva uvedeného v učebním textu už byla probrána a jednalo se o opakování. To, jak s textem budou pracovat studenti, pro které to bude úplně nové téma bude možné zjistit až v dalším roce.

Vzhledem k tomu, že o učební text byl zájem od studentů i z vyšších ročníků bude toto téma doplněno i třetí částí, která se bude věnovat především výpočtům návrhu rozměrů a jejich ověření tak, aby splňovali napětěvé podmínky. Bude se jednat o látku, které se probírá až ve vyšších ročnících. Pro přehlednost bude u každé části uvedeno, pro jaký ročník je určitá část učebního textu doporučována.

Bohužel hodnocení nebylo jen pozitivní. Našli se i studenti, kteří o učební text neměli velký zájem. Papíry s učebním textem buď zapomněli doma, ztratili nebo byly ve stavu, ve kterém se s nimi nedalo pracovat. Studentů, kteří neprojevili zájem s učebním textem bylo minimum. Z tohoto důvodu první pilotáž hodnotím velmi kladně. Většina studentů projevila zájem o práci s učebním textem, a to jak učební pomůcku přímo v hodinách, tak i jen jako pomůcku k vlastní přípravě.

Kladné hodnocení bylo získáno i od kolegů, kteří měli možnost učební text v hodinách vyzkoušet. S některými jsme se domluvili i na spolupráci ke zpracování dalších témat, které budou ukazovat, jak spolu jednotlivé předměty souvisejí a snad i odpoví studentům na velmi častou otázku „Proč se to mám učit?“.



Vzhledem k převažujícímu hodnocení studentů zejména prvních ročníků, považuji hlavní záměr vytvoření učebního textu ukazující souvislosti mezi učivem jednotlivých odborných předmětů na středních průmyslových školách za správný a v tvorbě dalších učebních textů bude pokračováno.

## BIBLIOGRAFIE

1. **ČADÍLEK, Miroslav a LOVEČEK, Aleš.** *Didaktika odborných předmětů*. Brno : PedF MU, 2005. Účelové vydání pro DPS.
2. **PECINA, Pavel.** *Didaktika odborných předmětů (úvod do oborových didaktik, didaktika odborných předmětů)*. Brno : 2014. Pro bakalářské studium učitelství praktického vyučování. Výuková opora.
3. **VALIŠOVÁ, Alena, KASÍKOVÁ, Hana a BUREŠ, Miroslav.** *Pedagogika pro učitele: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. 2., rozš. a aktualiz. vyd. Praha : Grada, 2011. 978-80-2473357-9.
4. **PRŮCHA, Jan, WALTEROVÁ, Eliška a MAREŠ, Jiří.** *Pedagogický slovník*. Praha : Portál, 1995. 80-7178-029-4.
5. **PRŮCHA, Jan.** *Moderní pedagogika: [věda o edukačních procesech]*. Praha : Portál, 1997. 80-7178-170-.
6. **Skalková, Jarmila.** *Obecná didaktika*. Praha : Grada, 2007. 978-80-247-1821.
7. **KALHOUS, Zdeněk.** *Školní didaktika*. Praha : Portál, 2002. 80-7178-253-x.
8. **LEPIL, Oldřich.** *teorie a praxe tvorby výukových materiálů: zvyšování kvality vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci : autor neznámý, 2010. 978-80-244-2489-7.
9. **ČÁP, Jan a MAREŠ, Jiří.** *Psychologie pro učitele*. Praha : Portál, 2001. 80-7178-463-X.
10. **PRŮCHA, Jan.** *Učebnice: teorie a analýzy edukačního média: příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky*. Edice pedagogické literatury. Brno : Paido, 1998. 80-85931-49-4.
11. **KLETEČKA, Jaroslav a FOŘT, Petr .** *Technické kreslení*. Brno : CP Books, 2005. 80-251-0498-2.
12. **LEINVEBER, Jiří a VÁVRA, Pavel .** *Strojnické tabulky: učebnice pro školy technického zaměření*. Úvaly : Albra, 2021. Sv. Sedmé vydání. 978-80-7361-124-8.

## SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 1.1 Didaktiky v systému pedagogických věd (2) .....	11
Obr. 3.1 Hřídel s drážkami pro pero a závitem pro pojistnou matici (vlastní zpracování) .....	20
Obr. 3.2 Ukázka zakótované hřídele s hodnotami struktury povrchu a geometrickými tolerancemi (11) .....	24
Obr. 3.3 Obrázek hřídele pro návrh polotovaru (kontrolní otázka 4) (vlastní zpracování) .....	26
Obr. 3.4 Sestava hřídele a dalších strojních součástí .....	27
Obr. 3.5 Zobrazení hlavního pohledu (nárysu) hřídele na výkrese s místním řezem pro zobrazení drážky pro pero (vlastní zpracování) .....	28
Obr. 3.6 Soustavy kót a) řetězcové kótování, b) kótování od společné základny, c) smíšené kótování (11) .....	29
Obr. 3.7 Hřídel – učebnice Technického kreslení (11) str. 96/obr. 4.56. ....	30
Obr. 3.8 Skica hřídele (tučná čára – obrys, čerchovaná čára – osa) (vlastní zpracování) .....	31
Obr. 3.9 Hřídel bez dalších konstrukčních prvků (vlastní zpracování) .....	31
Obr. 3.10 Parametry pro zadání pomocné roviny (vlastní zpracování) .....	32
Obr. 3.11 Vytvořená skica drážky pro pero na pomocné rovině „Rovina 1“ (vlastní zpracování) .....	33
Obr. 3.12 Vytvořená hřídel s drážkou pro pero (vlastní zpracování) .....	33
Obr. 3.13 Vložení hlavního pohledu do výkresu (vlastní zpracování) .....	35
Obr. 3.14 Tvorba řezu a) řezná rovina procházející drážkou pro pero, b) vytvořený řez umístěný mimo formát výkresu (vlastní zpracování) .....	36
Obr. 3.15 Zakótování hřídele s drážkou pro pero (vlastní zpracování) .....	37
Obr. 3.16 Vyplněné popisové pole (vlastní zpracování) .....	39
Obr. 3.17 Výkres jednoduché hřídele s drážkou pro pero (vlastní zpracování) .....	40
Tabulka 3.1 Příklady materiálů pro výrobu hřídelí .....	22

## ZKRATKY

$\sigma_o$ [MPa]	Ohybové napětí
$M_o$ [Nm]	Ohybový moment
$W_o$	Modul průřezu v ohybu
$T$ [MPa]	Napětí v krutu
$M_K$ [Nm]	Kroutící moment
$W_K$	Modul průřezu v krutu
$p_d$ [mm]	Přídavek na průměr
$d_s$ [mm]	Maximální průměr součásti
$D_p$ [mm]	Celkový průměr polotovaru
$p_l$ [mm]	Přídavek na délku
$l_s$ [mm]	Délka součásti
$L_p$ [mm]	Délka polotovaru
KR	kruhová tyč