

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Tvorba doplňkového učebního textu pro předmět Mechanika

Creating additional study text for the subject Mechanics

STUDIJNÍ PROGRAM

Specializace v pedagogice

STUDIJNÍ OBOR

Učitelství odborných předmětů

VEDOUcí PRÁCE

doc. Ing. David Vaněček, Ph.D.

ŘEZNÍČKOVÁ

JITKA

2017

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Řezníčková Jméno: Jitka Osobní číslo: 362244
Fakulta/ústav: Masarykův ústav vyšších studií (MÚVS)
Zadávající katedra/ústav: Oddělení pedagogických a psychologických studií
Studijní program: Specializace v pedagogice (B7507)
Studijní obor: Učitelství odborných předmětů (7504R100)

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Tvorba doplňkového učebního textu pro předmět Mechanika

Název bakalářské práce anglicky:

Creation of a Supplementary Textbook for the Subject Mechanics

Pokyny pro vypracování:

Cílem práce je na základě analýzy učiva předmětu Mechanika a učebních textů k tomuto předmětu vytvořit návrh zcela nového didaktického doplňkového učebního textu pro studenty středních škol. Teoretická část bude zaměřena na rozbor stávajících učebnic pro předmět Mechanika a jejich didaktickou vybavenost. V praktické části práce bude vytvořen doplňkový učební text, který vyplyne z části teoretické a jehož tématem bude přiblížení předmětu Mechanika reálným situacím se zaměřením zejména na vědeckofantastickou literaturu populární mezi žáky středních škol.

Seznam doporučené literatury:

VANĚČEK, David a kol. Didaktika technických odborných předmětů. 1. vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016, 499 stran, ISBN 978-80-01-05991-3.

SKALKOVÁ, Jarmila. Obecná didaktika. Praha: Grada, 2007, ISBN 978-80-247-1821-7.

KNECHT, Petr; JANÍK Tomáš a kol. Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu. Brno: Paido, 2008, ISBN 978-80-7315-174-4.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Doc. Ing. David Vaněček, Ph.D., Oddělení pedagogických a psychologických studií, MÚVS

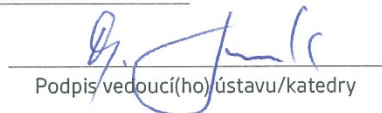
Jméno a pracoviště konzultanta(ky) bakalářské práce:

nebude ustanoven

Datum zadání bakalářské práce: 13. ledna 2017 Termín odevzdání bakalářské práce: 5. května 2017

Platnost zadání bakalářské práce: 30. září 2018


Podpis vedoucí(ho) práce


Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry


Podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

6.4.2017

Datum převzetí zadání

Řezníčková J

Podpis studenta(ky)

ŘEZNÍČKOVÁ, Jitka. *Tvorba doplňkového učebního textu pro předmět Mechanika*. Praha: ČVUT 2017. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV
VYŠŠÍCH STUDIÍ
ČVUT V PRAZE**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citovala a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne: 17. 05. 2017

Podpis:

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu své bakalářské práce panu docentu Vaněčkovi za pomoc a cenné rady při její tvorbě. Také bych chtěla poděkovat vedení Ústavu mechaniky, biomechaniky a mechatroniky FS ČVUT v Praze, že mi umožnili toto studium na Masarykově ústavu vyšších studií a také že mi umožnili podílet se na výuce předmětů Pružnost a pevnost I a II, což pro mě bylo zdrojem informací pro tvorbu této bakalářské práce. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat svým rodičům, kteří oba učí Pružnost a pevnost, za odborné rady při přípravě podkladů zejména pro praktickou část mé práce.

Abstrakt

Práce obsahuje rešerši existujících předmětů a stávajících učebnic a je proveden rozbor obsahu předmětů. Na základě toho vznikl nový doplňkový učební text, pro zjednodušení přechodu ze střední školy na vysokou školu. Tento nový učební text je určen hlavně pro samostudium a tematicky zaměřen na zajímavé téma inspirované vědeckofantastickými knihami Julese Vernea. Příklady lze využívat i učiteli jako motivační na začátku přednášky k dané problematice.

Klíčová slova

Pružnost a pevnost, mechanika, napjatost, namáhání součástí

Abstract

The work contains a review of existing subjects and existing textbooks and a content analysis of subjects. Based on this, a new supplementary text was created, to facilitate the transition from high school to university. This new text is intended primarily for self-study and thematic focus on an interesting subject inspired by Jules Verne's science-fiction books. Examples can also be used by teachers as motivators at the beginning of a lecture on the topic of the subject.

Key words

Elasticity, strength of materials, mechanics, stress, strain of components

Obsah

Úvod	5
1 UČEBNÍ TEXTY	7
1.1 Podklady pro tvorbu textu	7
1.2 Cílová skupina textu	7
1.2.1 Určení kompetence	8
1.3 Cíl výuky a cíl učebního textu	8
1.3.1 Typy výukových materiálů.....	8
1.3.2 Požadavky na výukový text.....	9
2 PRUŽNOST A PEVNOST NA TECHNICKÝCH VYSOKÝCH ŠKOLÁCH	10
2.1 Veřejné vysoké školy.....	10
2.2 České vysoké učení technické v Praze	11
2.2.1 Veřejně dostupné dokumenty k předmětům	12
2.3 Vybrané slovenské technické vysoké školy	19
2.4 MIT - Massachusetts Institut of Technology (U.S.A.).....	22
2.5 Srovnání výuky PP na technických vysokých školách.....	24
3 SBÍRKA PŘÍKLADŮ	26
3.1 Praktické uplatnění sbírky příkladů	26
3.2 Knihy Julese Vernea z XIX. století.....	26
3.3 Sbírka "Pružnost a pevnost ve fantastickém světě Julese Vernea"	27
3.3.1 Grafické zpracování sbírky	27
3.4 Tisková verze sbírky.....	28
Závěr	29
Seznam použité literatury	30
Seznam obrázků	32
Seznam tabulek	33
PŘÍLOHA	34

Úvod

Již během studia na střední škole jsem se setkala se skutečností, že pro většinu mých spolužáků byly předměty matematika a fyzika a jim příbuzné dost velkým oříškem. Samozřejmě záleželo na konkrétním okruhu učiva, na vyučujícím, na návaznosti a pochopení předchozího učiva, na atraktivnosti dané látky, ale dokonce i na ročním období a počasí, a hlavně na chuti žáků danou látku pochopit a naučit se jí.

Během studia jsem se setkala s různými pedagogickými přístupy k výuce. Od klasického 45 minutového monotónního, často velmi nezábavného, výkladu, po kterém vždy v ohlášeném termínu následoval test. Přes různé propracované systémy bloků učiva a jejich zkoušení v závislosti na známce z poslední písemky. Kde jsme se pouze vlastně skoro jako básničku naučili látku na daný termín zkoušení, o kterém jsme věděli týden dopředu. Ale občas jsme narazili i na učitele s velmi kvalitně připravenou výukou, která obsahovala vše, co měla. Řídili se didaktickými zásadami a využívali různé metody výuky. A i přesto dělala matematika a fyzika mým spolužákům velké obtíže.

Od té doby vzniklo mnoho přepracovaných učebnic a doplňkových textů. V rámci mého současného studia pedagogiky a během tvorby své bakalářské práce jsem jich mnoho prostudovala. Většina z nich je psaná srozumitelně a velké množství informací je podpořeno obrázky a schémata pro lepší pochopení dané látky. Na začátku kapitoly bývá odkaz na to, kde se daná problematika objevuje v běžném denním životě a proč je pro nás důležité ji znát. Existuje také mnoho sbírek řešených či neřešených příkladů, které jsou určené hlavně pro domácí přípravu. I zde jsou příklady vymyšleny hlavně názorně. Aby se ukázalo využití základních vztahů, které se postupně převádí do složitějších forem a příkladů. Tyto příklady nejsou vždy zcela z reálné běžné přírody, právě aby byly více názorné.

Zjistila jsem, že pro výuku technických předmětů na střední škole existuje skutečně velké množství základních učebnic i různých sbírek a doplňkových textů. Jejich didaktická stránka je na velice kvalitní úrovni. Vytvoření dalšího by nepřineslo nijak zásadní přínos.

Přechod ze střední školy na školu vysokou není pro mnoho žáků zcela jednoduchá záležitost. Najednou odpadne mnoho pravidelných povinností, hlavně povinná docházka 5x týdně na veškerou výuku. O to snadněji se student v probírané látce ztratí, když se místo školy vydá za lákavějším programem. V těchto případech existuje pouze varianta samostudia, pro dostudování si zameškané látky. V tomto případě jsou studenti však odkázáni většinou pouze na klasická strohá skripta plná odvození. V rámci své bakalářské práce jsem se tedy rozhodla navrhnout zcela nový doplňkový učební text, který by studentům technické vysoké školy mohl zpříjemnit jak přechod ze střední školy, tak ozvláštnit jeden z nejnáročnějších předmětů - Pružnost a pevnost a zároveň spojit zábavný svět fantasy, který neomrzí v žádném věku, právě se zákony a výpočty technické pružnosti a pevnosti.

TEORETICKÁ ČÁST

1 UČEBNÍ TEXTY

Každý učební text by měl mít svou úvodní část. V této části by měla být specifikována oblast, které se učební text týká. A také jak s daným textem pracovat, co bude obsahovat a k čemu jej použít. Úvod by měl seznámit se vším, co nás v textu potká. Jak budou úlohy zadávány a co s nimi dělat. Jak daným textem postupovat. Vysvětlit používané značky a případné odkazy.

1.1 Podklady pro tvorbu textu

Ve své práci sestavuji doplňkový učební text pro dospělé studenty vysokých škol technického zaměření, zejména odkazující na témata předmětu Pružnost a pevnost. Pro vytvoření kvalitního učebního textu jsem postupovala dle základních kroků:

1. Prostudování dané cílové skupiny uživatelů textu
2. Stanovení vzdělávacích didaktických cílů
3. Potřebné vstupní znalosti a dovednosti
4. Rozvržení učebního textu – obsah, jednotlivé kapitoly a podkapitoly
5. Sepsání samotného textu, včetně odezvy pochopení

Při psaní je třeba dbát na neustálou aktivizaci uživatele, na potřebnou vnitřní i vnější zpětnou vazbu a na využití všech možných dosavadních znalostí.

Vzhledem k tomu, že půjde o tištěnou formu, uživatel v jeden okamžik vidí celou stranu. Tomu je třeba uzpůsobit rozvržení textu na strany. V případě, že by se jednalo o elektronické podklady, např. formou prezentace nebo o kombinaci obojího, musíme uvažovat možnosti elektronických programů a jejich interaktivitu. S čímž rostou i nároky na uživatele. U tištěných materiálů je třeba dodržet všechny náležitosti pro sazbu textů.

1.2 Cílová skupina textu

Cílová skupina je v našem případě skupina vysokoškolských studentů určité specializace. V případě, že by se jednalo o jinou skupinu uživatelů, je třeba tuto skupinu co nejpřesněji určit. Zjistit o nich dostatek informací, tedy jejich dosavadní znalosti v dané oblasti a schopnosti potřebné k pokračování. Na základě takové definice cílové skupiny odvodíme profil absolventa. Profil absolventa shrnuje klíčové vědomosti a dovednosti (kompetence, způsobilosti) získané během studia a uvádí přehled hlavních činností, které budou absolventi schopni kvalifikovaně vykonávat. Stanovený profil absolventa je důležitý jak pro zájemce o studium, tak i pro zaměstnavatele. Daná instituce zaručuje dosažení jisté kvalifikace a jistotu schopností absolventa vykonávat dané činnosti. V případě několikadenních či krátkodobých kurzů není profil absolventa stěžejní, důležitý je právě hlavně v případě studia na vysoké škole.

1.2.1 Určení kompetence

Dle povolání je třeba řešit tzv. klíčové kompetence. Jde o kompetence

- Ryze nebo převážně odborné
- Manažerské – rozhodování, sociální interakce, hodnocení, motivace a ovlivňování
- Informační
- Osobnostní
- Kreativní

1.3 Cíl výuky a cíl učebního textu

Důležitým bodem při vzdělávání je cíl výuky. Cíl je obecně to, čeho se má činností dosáhnout. V případě učení nebo výuky jde o výsledky výuky, proto se užívá výukový cíl. Dle definice: *Cílem výuky u odborných předmětů jsou výsledné, relativně stálé změny v osobnosti žáka, ke kterým má výuka těchto předmětů na daném typu školy směřovat. Jde o žádoucí změny ve vědomí, chování a postojích žáků projevující se osvojením nových poznatků a dovedností a rozvojem žádoucích rysů osobnosti žáka.*

1.3.1 Typy výukových materiálů

Nejdůležitější druhy výukových materiálů

- učebnice
- doplňující a pracovní literatura pro žáky
- odborná a metodická literatura pro učitele
- učební pomůcky v materializované podobě
- materiály pro elektronickou prezentaci
- informační zdroje na webu
- materiály pro e-learning

Složky učebnice dle funkcí učebnic

1. Výkladové složky – prezentace učiva
 - Základní výkladový text (základní a vysvětlující text, vzorové příklady, aplikace v praxi, přehledy a shrnutí)
 - Doplňující text (text na úvod učiva, rozšiřující poznatky, historické zajímavosti, rozšiřující příklady)
 - Vysvětlující text (vysvětlení cizích slov, poznámky, komentáře k obrázkům)
2. Obrazový materiál
 - Navazující na výkladové složky (schémata, náčrty přístrojů a zařízení, grafické modely, grafy)
 - Doplňkové ilustrace volně navazující na výkladové složky (historické obrázky, motivační fotografie)
 - Grafické značky usnadňující orientaci a práci s textem
3. Nevýkladové složky – řídí proces vyučování a učení
 - Procesuální aparát (otázky a úkoly, odpovědi a řešení, návody k činnostem)
 - Orientační aparát (nadpisy, odkazy na předchozí text, vyobrazení nebo literaturu).

I když má každá složka učebnice svou specifickou funkci a význam, jsou všechny složky společně provázané a těmito logickými vazbami tvoří celek. Většinou jsou jednotlivé složky odlišeny graficky, například různou velikostí písma (doplňující text bývá obvykle tištěn menším písmem a naopak nejdůležitější informace bývají zdůrazněny tučným písmem nebo třeba barevným rámečkem).

Obrazový materiál v publikaci má hlavně sdělovací funkci. Obrázky a grafická znázornění zjednodušují pochopení poznatků z textu. V některých případech je obrazový materiál ve funkci hlavního učebního zdroje, od kterého se pak odvíjí verbální složka učiva. V dnešní době narůstá podíl obrazových podkladů v učebních textech, plní hlavně funkci motivační a dokreslují danou problematiku. Hlavně tak tvoří učebnici pro žáka zajímavější, lákavější a přístupnější.

1.3.2 Požadavky na výukový text

Velmi důležité jsou i nevýkladové složky, které nenesou hlavní učební informace, ale napomáhají jejich zpracování, hlavně při samostudiu neboli samostatné práci žáka s učebním textem. Tím se aktivně podílejí na osvojení daného učiva prezentovaného výkladovými složkami. Sem řadíme nejen otázky a úlohy, které sice nerozšiřují obsah učiva, ale směřují činnost žáka. Dále sem řadíme pokyny týkající se činnosti žáka mimo učební text – zapište si, vypracujte, ...

Aby učební text plnil svou didaktickou funkci, musí splňovat určité parametry. Nejdůležitějšími požadavky na učební text jsou

- Odborné
- Didaktické
- Metodické
- Logické
- Psychologické
- Lingvistické
- Estetické
- Hygienické

2 PRUŽNOST A PEVNOST NA TECHNICKÝCH VYSOKÝCH ŠKOLÁCH

2.1 Veřejné vysoké školy

V současné době existuje v České republice celkem 26 veřejných vysokých škol a 2 státní vysoké školy (dle monitorovacích údajů zveřejněných na webu MŠMT – rok 2016) a z nich je celkem 14 zaměřených na techniku, resp. existují na nich studijní programy/obory, které využívají pružnost a pevnost:

- České vysoké učení technické v Praze (ČVUT)
- Vysoké učení technické v Brně (VUT)
- Západočeská univerzita v Plzni (ZČU)
- Technická univerzita v Liberci (TUL)
- Vysoká škola báňská – Technická univerzita v Ostravě (VŠB-TUO)
- Česká zemědělská univerzita v Praze (ČZU)
- Univerzita Pardubice (UPCE)
- Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem (UJEP)
- Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně (UTB)
- Jihočeské univerzita v Českých Budějovicích (JU)
- Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích (VŠTE)
- Vysoká škola polytechnická Jihlava (VŠPJ)
- Policejní akademie České republiky v Praze (PA)
- Univerzita obrany (UO)

Vedle toho existuje v České republice ještě 43 soukromých vysokých, které však jsou zaměřeny většinou do oborů mimo techniku.

Na veřejných vysokých školách v ČR studuje dle analytických materiálů MŠMT více než 320 tisíc studentek a studentů a každým rokem končí více než 80 tisíc úspěšných absolventů. Technické vědy a nauky studuje přibližně 22% studentek a studentů – tedy přibližně 70 tisíc a každým rokem úspěšně končí cca 18 tisíc absolventek a absolventů technických oborů. Dle materiálů MŠMT bylo na veřejné VŠ rozděleno v roce 2016 celkem 15 426 023 232,- Kč. Z toho na vyjmenované veřejné vysoké školy s technickým zaměřením připadalo 6 860 422 079,- Kč (cca 44%). Zde je třeba zdůraznit, že ale valná většina regionálních „technických“ VŠ má pod sebou naprosto „netechnické“ fakulty jako např. pedagogickou, ekonomickou, filosofickou, právníkou nebo dokonce fakultu zdravotních studií nebo výtvarných umění.

Nebudu proto vycházet z financování, ale z prostého počtu studentek a studentů se zaměřením na technické vědy. Za předpokladu, že přibližně tři čtvrtiny technických oborů využívají poznatky pružnosti a pevnosti, znamená to cca 13 tisíc absolventek a absolventů veřejných vysokých škol, kteří se během svého studia s pružností a pevností setkali.

Ještě zajímavější statistika vychází, pokud budeme uvažovat „úspěšnost“ studia, resp. „neúspěšnost“ na technických vysokých školách. Při předpokládané průchodnosti studia okolo 50% a vzhledem k tomu, že pružnost a pevnost bývá vyučována nejčastěji ve 2. ročníku, přijde s ní do styku cca 30 tisíc studentek a studentů. A protože se jedná v řadě případů o první „syntetický“ předmět navazující na předchozí znalosti, je jasné, že právě pružnost a pevnost se často podílí nemalou měrou na vysokém procentu „neúspěšnosti“ na technických vysokých školách.

2.2 České vysoké učení technické v Praze

České vysoké učení technické v Praze je největší technickou vysokou školou v České republice a má celkem 9 fakult a všechny jsou „technického“ zaměření. Podle rozborů dostupných materiálů z jednotlivých fakult vychází, že se celkem na 8 z nich (mimo FIT) pružnost a pevnost v nějaké formě v bakalářském studiu vyučuje. To znamená, že z celkového počtu 10,5 tisíce studentek a studentů v bakalářských studijních programech a oborech se během svého studia na ČVUT v Praze s pružností a pevností setká minimálně 9 tisíc studentek a studentů.

I toto byl jeden z důvodů, který mě přivedl k myšlence vytvořit „přechodový most“ mezi středoškolskou a vysokoškolskou výukou tohoto předmětu a ukázat, že pružnost a pevnost je všude okolo nás a i zdánlivě fantastické nápady mají svůj reálný obraz v pružnosti a pevnosti.

Tabulka 1 Přehled výuky předmětů pružnosti a pevnosti na ČVUT v Praze

Fakulta	Název předmětu	Rozsah	Kredity	Zakončení
F1 – FSv	Pružnost a pevnost A	1+2	4	z, zk
	Pružnost a pevnost	3+2	6	z, zk
F2 – FS	Pružnost a pevnost I	3+3	7	z, zk
	Pružnost a pevnost II	3+3	5	z, zk
F3 – FEL	Technická mechanika	2+2s	4	z, zk
F4 – FJFI	Elastomechanika I	2+2	4	z, zk
	Elastomechanika II	2+2	6	z, zk
F5 – FA	Statika I	1+2	3	z, zk
	Statika II	1+2	3	z, zk
F6 – FD	Pružnost a pevnost	2+1	3	z, zk
F7 – FBMI	Mechanika	2+2	4	z, zk
F8 – FIT	Pružnost a pevnost ani mechanika není ve studijních plánech			

2.2.1 Veřejně dostupné dokumenty k předmětům

F1 - Fakulta stavební (24)

Pružnost a pevnost A 1+2 4 kr. z, zk

Anotace:

Předmět se zabývá základní elastoplastickou analýzou průřezů a konstrukcí.

Sylabus přednášek:

1. Jednoosá napjatost - vliv teploty, staticky neurčité případy, přetvoření prutu, rozdělení napětí.
2. Ohyb prutu - prostý a šikmý ohyb, kombinace s osovou silou, napětí, jádro průřezu.
3. Ideálně elastoplastický model materiálu pro jednoosou napjatost, mezní plastický stav průřezů a konstrukcí.
4. Stabilita prutů, perfektní a imperfektní prut.
5. Rovinná napjatost - transformace a hlavní napětí, Mohrova kružnice, hlavní napětí.
6. Smykové napětí - smyk za ohybu, kroucení nedeplanujících průřezů.

Literatura:

Bittnarová J. a kol.: Pružnost a pevnost. Příklady, Ediční středisko ČVUT, Praha 2008

Šejnoha J., Bittnarová J.: Pružnost a pevnost, Ediční středisko ČVUT, Praha 2006

Šmiřák S.: Pružnost a plasticita I, PC-DIR, Brno 1996

Pružnost a pevnost 3+2 6 kr. z, zk

Sylabus přednášek:

1. Základní předpoklady a základní rovnice teorie pružnosti.
2. Předpoklady o přetvoření a rozdělení napětí v prutu.
3. Prostý tah a tlak, prostý ohyb, šikmý ohyb, ohyb s tlakem. Jádro průřezu.
4. Diferenciální rovnice ohybové čáry.
5. Smyk za ohybu.
6. Volné kroucení.
7. Pružné a nepružné namáhání.
8. Pružněplastický a plastický stav průřezu nosníku.
9. Stabilita prutů.
10. Rovinná napjatost, rovinná deformace, hlavní napětí.
11. Typologie stěn a desek.

Literatura:

Bittnarová J. a kol.: Pružnost a pevnost. Příklady, Ediční středisko ČVUT, Praha 2008

Šejnoha J., Bittnarová J.: Pružnost a pevnost, Ediční středisko ČVUT, Praha 2006

Šmiřák S.: Pružnost a plasticita I, PC-DIR, Brno 1996

F2 - Fakulta strojní (23)

Pružnost a pevnost I 3+3 7 kr. z, zk

Anotace:

Studenti získají základní znalosti z následujících partií oboru: Prostý tah a tlak, základy rovinné a prostorové napjatosti, deformační energie, mezní stavy a pevnostní podmínky, krut prutů kruhových průřezů, geometrické charakteristiky průřezů, ohyb staticky určitých i neurčitých nosníků, průhyby nosníků, kombinované namáhání, namáhání při proměnném zatížení.

Sylabus přednášek:

1. Prostý tah a tlak.
2. Základy rovinné a prostorové napjatosti.
3. Deformační energie.
4. Mezní stavy, pevnostní podmínky.
5. Krut prutů kruhových průřezů.
6. Geometrické charakteristiky průřezů.
7. Ohyb staticky určitých nosníků.
8. Ohyb staticky neurčitých nosníků.
9. Průhyby nosníků.
10. Kombinované namáhání.
11. Namáhání při proměnném zatížení.
12. Napjatost tenkostěnných rotačních membrán.

Literatura:

Michalec, Jiří, a kolektiv. *Pružnost a pevnost I*. Praha, Vydavatelství ČVUT, 2010.

Michalec, Jiří, a kolektiv. *Pružnost a pevnost II*. Praha, Vydavatelství ČVUT 2006.

Valenta, František, a kolektiv. *Pružnost a pevnost III*. Praha, Vydavatelství ČVUT 2006.

Pružnost a pevnost II 3+3 5 kr. z, zk

Anotace:

Studenti získají základní znalosti z následujících partií oboru: křivé pruty a rámy, silnostěnné nádoby, rotující kotouče, kruhové desky, přibližné metody řešení vzpěru a ohybu se vzpěrem, rozbor prostorové napjatosti a matematická teorie pružnosti a základy teorie plasticity.

Sylabus přednášek:

1. Křivé pruty a rámy
2. Silnostěnné nádoby
3. Silnostěnné nádoby. Nalisované spoje
4. Rotující kotouče. Desky
5. Vzpěr
6. Kombinace ohybu a vzpěru
7. Rozbor prostorové napjatosti a přetvoření: Napětí v obecném směru
8. Rozbor prostorové napjatosti a přetvoření: Odvození deformací z posuvů
9. Krut prutů nekruhového průřezu: volné a stísněné kroucení. Základní vztahy
10. Krut prutů nekruhového průřezu: Prandtlův vrchlík. Krut obdélníkového průřezu
11. Krut prutů nekruhového průřezu: Krut prutu s tenkostěnným průřezem
12. Základy teorie plasticity: Úvodní pojmy, pracovní diagram
13. Základy teorie plasticity: Určení plastické oblasti v nosníku

Literatura:

Michalec, Jiří, a kolektiv. *Pružnost a pevnost I*. Praha, Vydavatelství ČVUT, 2010.

Michalec, Jiří, a kolektiv. *Pružnost a pevnost II*. Praha, Vydavatelství ČVUT 2006.

Valenta, František, a kolektiv. *Pružnost a pevnost III*. Praha, Vydavatelství ČVUT 2006.

F3 - Fakulta elektrotechnická (25)

Technická mechanika 2+2s 4 kr. z, zk

Anotace:

Předmět poskytuje znalosti aplikované mechaniky pro provozní praxi. Analýza statických namáhání konstrukčních prvků a jejich dimenzování z hlediska pevnostních podmínek a deformací. Kinematika jednodušších typů mechanismů. Dynamické chování mechanických soustav, mechanické vibrace. Termodynamika reálných plynů a par, jejich stavové změny a oběhy, základní porovnávací oběhy tepelných strojů. Základy jednorozměrového proudění v proudové trubici, transportní ztráty v hydraulických soustavách.

Osnovy přednášek:

1. Základy technické mechaniky. Stupně volnosti, vazby. Silové soustavy
2. Statika podepřeného tělesa a soustav těles. Prutové soustavy.
3. Řetězovka. Statika soustav s pasivními odpory.
4. Základy mechaniky poddajných těles, napjatost a deformace.
5. Pevnostní výpočty základních případů namáhání.
6. Kinematika bodu a tělesa. Unášivý a relativní pohyb
7. Kinematika soustav těles, vybrané typy mechanismů.
8. Dynamika posuvného a rotačního pohybu tělesa, pohybové rovnice, integrální věty.
9. Metoda uvolňování v dynamice soustav, mechanické kmitání.
10. Základy energetické termodynamiky, vlastnosti reálných plynů a par.
11. Stavová plocha vody a vodní páry, vratné stavové změny ve vodní páře.
12. Oběhy. Základní porovnávací oběhy plynové a parní turbíny.
13. Základy hydrodynamiky, rovnice kontinuity a pohybová rovnice.
14. Energetické ztráty při proudění v proudové trubici.

Literatura:

Nožička J.: Mechanika a termodynamika. Vydavatelství ČVUT Praha, 1991

Jirků, S., Klepš, Z., Nožička, J.: Tabulky pro mechaniku a strojnictví. ČVUT Praha, 1993

Jirků, S. a kol.: Mechanika a termodynamika-cvičení. Vydavatelství ČVUT Praha, 1992

F4 – Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (26)

Elastomechanika I 2+2 4 kr. z, zk

Osnovy přednášek:

1. Tenzory
2. Deformace: Lagrangeovy a Eulerovy souřadnice, tenzor konečných deformací, tenzor malých deformací, tenzor rotace, rovnice kompatibility.
3. Napětí: vnitřní síly, vektor napětí, Cauchyho tenzor napětí, rovnice rovnováhy, hlavní napětí, oktaedrické napětí, Mohrovy kružnice.
4. Základy teorie pružnosti: zobecněný Hookův zákon, lineární rovnice matematické teorie pružnosti a okrajové podmínky, Saint-Venantův princip, superpozice, rovnice Beltrami-Michellovy, rovnice Lamého, potenciální a komplementární energie deformace vnitřních a vnějších sil, variační principy v pružnosti, Castiglianovy věty, princip metody konečných prvků, rovnice elasticity ve válcových souřadnicích.
5. Matematické a inženýrské řešení úloh pružnosti, podmínky plasticity, únavový lom, tvárný a křehký lom.
6. Pruty a nosníky: charakteristiky příčného průřezu, síly a momenty v průřezu, zatížení a uložení, staticky neurčitě případy.
7. Tah a tlak prutů: staticky neurčitě případy, tenkostěnná tlaková nádoba, náhlé změny geometrie a zatížení.
8. Ohyb přímých prutů - napětí: prostý ohyb, příčné zatížení, Schwedlerovy věty, smyková napjatost v symetrických a tenkostěnných průřezech.
9. Ohyb přímých prutů - deformace: průhyb, úhel natočení a křivost ohybové čáry, diferenciální rovnice ohybové čáry, energetické metody.
10. Staticky neurčitě přímé nosníky, třímomentová věta.
11. Křivé pruty: ohybové napětí a změny křivosti, tenké křivé pruty, rámy.
12. Krut prutu s kruhovým průřezem: rozložení napětí a geometrie deformace.

Elastomechanika II 2+2 6 kr. z, zk

Osnova přednášky:

1. Elastická stabilita - vzpěr dlouhých přímých prutů.
2. Krut prutu nekruhového průřezu, Prandtlova membránová analogie, průřez ve tvaru elipsy a úzkého obdélníka, kombinace krutu, ohybu, tahu a smyku.
3. Rovinná úloha: rovinná napjatost a rovinná deformace, Airyho funkce, metoda Fourierových řad a integrálů, komplexní potenciály (Muschelišvili), napjatost kolem osamělých sil na polorovině a v rovině, kolem otvorů (Kirsch, Inglis) a trhlin (Westergaard), faktor intenzity napětí.
4. Desky: klasifikace, Kirhoffova teorie, deskové rovnice, okrajové podmínky, základní řešení v pravouhlých a polárních souřadnicích, energetické metody - princip virtuální práce, Ritzova a Galerkinova metoda.
5. Skořepiny: podmínky pro membránový stav, bezmomentová teorie rotačních skořepin s rotačně symetrickým zatížením, rotační elipsoid zatížený vnitřním přetlakem, válcová tlaková nádoba s elipsoidním dnem.

F5 – Fakulta architektury (27)

Statika I 1+2 3 kr. z, zk

Anotace předmětu:

Předmět seznamuje se statickým působením stavebních konstrukcí, základy pružnosti a pevnosti. Úvod je věnován soustavám sil, a to zejména rovinnému a prostorovému svazku sil a obecné soustavě sil v rovině. Pro teorii pružnosti a pevnosti prutů jsou nezbytné hlavní těžištové momenty setrvačnosti. Na soustavy sil navazuje výpočet reakcí u staticky určitých konstrukcí a jejich soustav. Nezbytnou oblastí pro statické posuzování prutů je stanovení průběhů vnitřních sil - posouvajících sil, normálových sil a ohybových momentů. Statika I se také věnuje stanovení osových sil na příhradových konstrukcích - tato problematika se procvičuje na cvičeních až v následujícím semestru. Na úvod o prostých případech pružnosti a pevnosti navazuje předmět Statika II. Statika je teoretickým základem pro další předměty, jako jsou Nosné konstrukce a Stavitelství. Znalosti získané v předmětu se uplatní i ve výuce ateliérů. Cvičení probíhá tradiční formou.

Statika II 1+2 3 kr. z, zk

Anotace předmětu:

Předmět seznamuje se statickým působením stavebních konstrukcí a základy pružnosti a pevnosti. Ve Statice II se uplatňují znalosti z předmětu Statika I, kde stěžejními tématy jsou vnitřní síly na staticky určitých soustavách a momenty setrvačnosti průřezu. Statika II se zabývá zejména základy pružnosti a pevnosti, a to konkrétně prostými případy pružnosti na prutu, kombinacemi namáhání na prutu, jádrem průřezu a smykem za ohybu. Při výkladu pružnosti je využívána teorie dovolených namáhání. Navazuje kapitola o deformaci ohýbaného nosníku, kde je odvozena diferenciální rovnice ohýbaného nosníku a vysvětlena Mohrova analogie. Pomocí diferenciální rovnice ohýbaného nosníku je vysvětleno také řešení staticky neurčitých prutů typu vetknutí-vetknutí a vetknutí-kloub. Je vyložena problematika stability tlačných prutů, a to jednak pro ideální prut podle Eulera a jednak pro imperfektní osamělý tlačný prut pomocí součinitelů vzpěru. Samostatná přednáška je věnována vybraným partiím plasticity, kde je nejprve rozebrána problematika různých pracovních diagramů používaných materiálů a dále je vyloženo zejména řešení plastického ohybu. Závěrečná přednáška se věnuje ohybovým momentům na nosných železobetonových deskách. Na cvičeních jsou jednotlivé kapitoly z pružnosti a pevnosti procvičovány na konkrétních příkladech. Statika II je teoretickým základem pro další předměty, jako jsou Nosné konstrukce a Stavitelství. Znalosti získané v předmětu se uplatní i ve výuce ateliérů. Cvičení probíhá tradiční formou.

F6 – Fakulta dopravní (28)

Pružnost a pevnost 2+1 3 kr. z, zk

Anotace:

- Prostý tah a tlak.
- Prostý ohyb.
- Smykové napětí při ohybu.
- Návrh a posouzení průřezu prutu.
- Ohybová čára prutu.
- Volné kroucení.
- Kombinovaná namáhání.
- Stabilita tlačných prutů.
- Návrh a posouzení na vzpěr.
- Nosník na pružném podkladu.
- Pevnostní analýzy.

Klíčová slova:

zatížení, normálové napětí, smykové napětí, ohybová čára nosníku, volné kroucení, stabilita prutu, kritické břemeno, pevnost

Cíle:

Návrh a posouzení nosníku a prutové konstrukce v pružném oboru.

F7 – Fakulta biomedicínského inženýrství (29)

Mechanika 2+2 2 kr. z, zk

Anotace:

Studenti se seznámí s těmito okruhy mechaniky: Obecné fyzikální rovnice, Newtonovy zákony, statika a dynamika, kmitání. Silový a momentový účinek a operace s nimi - skládání a rozklad, nahrazení účinků. Rovnováha silové soustavy v rovině a prostoru - rovnice rovnováhy, uvedení soustav do rovnováhy. Reakce na staticky určitých soustavách - omezení pohybu, prostorové a rovinné vazby, řešení reakcí. Statický moment, centrum tíhy a těžiště plochy. Prostorový moment setrvačnosti - kinetická energie rotačního pohybu, deviační moment, moment hybnosti, zákon zachování momentu hybnosti. Plošný moment setrvačnosti - deviační moment, polární moment, Mohrova kružnice, hlavní momenty setrvačnosti, elipsa setrvačnosti. Vnitřní statické účinky - nosník, soustava desek, průběh vnitřních statických účinků, kinematická metoda, staticky neurčitě úlohy. Mechanické vlastnosti materiálů - zkoušky mechanických vlastností, napětí a deformace, Hookeův zákon. Stav napjatosti materiálu - jednoosý a dvojosý stav napjatosti, prostý ohyb, průhybová křivka, namáhání krutem, zkos, návrh průřezu, tenkostěnné průřezy, kombinované namáhání, nelineární modely. Vzpěrná pevnost - kritické břemeno, stabilita prutů, výpočet průřezu. Zkoušky tvrdosti, adheze, houževnatosti, tribologické.

Osnova přednášek:

1. Obecné fyzikální rovnice, Newtonovy zákony, statika a dynamika, základy kmitání.
2. Silový a momentový účinek a operace s nimi, skládání a rozklad, nahrazení účinků.
3. Rovnováha silové soustavy v rovině a prostoru, rovnice rovnováhy, uvedení soustav do rovnováhy.
4. Reakce na staticky určitých soustavách, omezení pohybu, prostorové a rovinné vazby, řešení reakcí.
5. Fyzikální charakteristiky 2D a 3D objektů, Statický moment, centrum tíhy a těžiště plochy. Prostorový moment setrvačnosti - kinetická energie rotačního pohybu.
6. Deviační moment, moment hybnosti, zákon zachování momentu hybnosti, plošný moment setrvačnosti, polární moment, Mohrova kružnice, hlavní momenty setrvačnosti, elipsa setrvačnosti.
7. Vnitřní statické účinky, nosník, soustava desek, průběh vnitřních statických účinků, kinematická metoda, staticky neurčitě úlohy.
8. Mechanické vlastnosti materiálů, zkoušky mechanických vlastností, napětí a deformace, Hookeův zákon.
9. Stav napjatosti, jednoosý a dvojosý stav napjatosti, prostý ohyb, průhybová křivka.
10. Namáhání krutem, zkos, návrh průřezu, tenkostěnné průřezy.
11. Kombinované namáhání, nelineární modely.
12. Vzpěrná pevnost, kritické břemeno, stabilita prutů, výpočet průřezu.
13. Výpočty strojních součástí namáhaných staticky a dynamicky.
14. Zkoušky tvrdosti, adheze, houževnatosti, tribologické.

2.3 Vybrané slovenské technické vysoké školy

Vzhľadom k tomu, že české strojní fakulty a jejich stavy/katedry mechaniky se kado-ron setkávají a koordinují svojí výuku v předmětech věnovaných mechanice tuhých a poddajných těles, je výuka pružnosti a pevnosti na eskch strojních fakultách prakticky toton. Z toho důvodu jsem se soustředila na dostupn zdroje vybraných slovenských technických vysokých škol (STU v Bratislave, TU v Košiciach a ŹU v Źiline).

Slovensk technick univerzita Bratislava – Strojnické fakulta (30)

Pružnosť a pevnosť

1. Zkladn pojmy, metoda rezu, zkladn druhy namáhania, pracovn diagram
2. lohy prostého ťahu a tlaku, dovolen namáhanie
3. Napätosť v bode telesa
4. Pretvorenie v bode telesa
5. Rovnice elasticity, energia napätosti
6. Hypotézy pevnosti
7. Krtenie kruhového a obdlnikovho prierezu
8. Krtenie tenkostenných otvorených a uzatvorených profilov, Bredtove vzťahy
9. Ohyb priamych nosníkov, diferenciálna rovnica priehybovej iary, Castiglianove vety
10. Riešenie staticky určitých a neurčitých úloh
11. Napätia od ohybového momentu a priečnej sily
12. Dimenzovanie na jednoduch a kombinovan namáhanie
13. Lomen nosníky a slabozakriven prúty
14. Zkladn ppady vzperu

Aplikovan pružnosť a pevnosť

1. Dynamick namáhanie (rz)
2. Vybran problémy stability
3. Namáhanie na kombináciu ohybu a tlakovej osovej sily
4. Harmonick namáhanie (vrubov účinky)
5. Priestorov lomen nosníky a slabozakriven prúty
6. Priestorov rmy
7. Využitie symetrie a antisymetrie úlohy
8. Tenkostenn a hrubostenn nádoby, nalisovan spoje
9. Kruhov a nekruhov dosky
10. Medzn stavy

Slovensk technick univerzita Bratislava – MTF Trnava (33)

Pružnosť a pevnosť

1. Zkladn pojmy a vpotov metody v technickej pružnosti.
2. Staticky urit a neurit úlohy prostého ťahu.
3. Rovinn a priestorov stav napätosti. Hypotézy pevnosti a medzn stavy.
4. Elementárna teória prostého ohybu nosníkov. Deformácie nosníkov. Staticky neurit nosníky.
5. Namáhanie prostm ťmykom. Krtenie. Krtenie tyčí nekruhového prierezu, von a stiesnen krtenie.
6. Kombinovan namáhanie. nava, krehk lom, lomov a vrubov húževnatosť.
7. Numerick a experimentln metody a metoda konečných prvkov.

Technická univerzita v Košiciach – Strojnícká fakulta (31)

Pružnosť a pevnosť I

1. Úvod, druhy namáhania, metóda mysleného rezu, namáhanie ťahom, resp. tlakom
2. Pevnostná kontrola a dimenzovanie pri ťahu, staticky neurčité úlohy pri ťahu
3. Napätosť a deformácia, zovšeobecnený Hookeov zákon, analýza napätosti pri čistom šmyku, potenciálna energia napätosti, merná energia napätosti
4. Výpočet spojovacích elementov namáhaných strihom, nitové spoje
5. Geometrické charakteristiky prierezových plôch
6. Krútenie hriadeľov kruhového a nekruhového prierezu, riešenie staticky neurčitých úloh při krútení
7. Rovinný ohyb priamych nosníkov, vnútorne silové veličiny pri ohybe
8. Normálové a šmykové napätie pri ohybe, stred šmyku
9. Úplná pevnostná kontrola, deformácie pri ohybe nosníkov
10. Kombinované namáhanie
11. Virtuálna práca a energetické princípy v pružnosti, Bettiho veta, Castiglianove vety, Mohr-Maxwellova veta
12. Riešenie staticky neurčitých systémov, metóda porovnania deformácie
13. Základy experimentálnej pružnosti

Pružnosť a pevnosť II

1. Zakrivené a zalomené nosníky a rámy
2. Veľmi zakrivené prúty
3. Rotačné symetrické úlohy, tenkostenné nádoby, hrubostenné nádoby
4. Lisované spoje, rotujúce kotúče
5. Stabilita priamych prútov, prúty zaťažené priečnymi a osovými silami
6. Dynamické namáhanie, krúživé kmitanie hriadeľov, namáhanie rázom
7. Tvarová a únavová pevnosť, miera bezpečnosti pri cyklickom namáhaní
8. Namáhanie nad medzou klzu, medzné stavy
9. Základy matematickej teórie pružnosti
10. Voľné krútenie prútov nekruhového otvoreného aj uzavretého prierezu
11. Numerické metódy v pružnosti a pevnosti
12. Výpočet kontaktných napätí, teplotné napätia, krehký lom
13. Základy teórie plasticity

Technická univerzita v Košiciach – Fakulta výrobných technológií v Prešove (34)

Pružnosť a pevnosť

1. Základné pojmy
2. Základné druhy namáhania
3. Základné pojmy riešenia úloh pružnosti a pevnosti
4. Mechanické vlastnosti materiálov
5. Jednoduchý ťah/tlak
6. Prierezové charakteristiky
7. Jednoduché krútenie
8. Izotropný, anizotropný a ortotropný materiál
9. Rovinný ohyb
10. Výpočet deformácie pri ohybe
11. Teoria pružnosti, napätosť v bode tělesa
12. Dimenzovanie konštrukčných prvkov
13. Zložené (kombinované) namáhanie

Žilinská univerzita – Strojnícká fakulta (32)

Pružnosť a pevnosť

1. Vonkajšie a vnútorné sily; Metóda fiktívneho rezu; Napätia a druhy napätia, Pomerné predĺženie, uhlové pretvorenie, Hookov zákon, Vplyv zmeny teploty – dĺžková rozťažnosť, zmena pričných rozmerov. Ťah a tlak priamych nosníkov, základy namáhania šmykom
2. Predpoklady výpočtu; Výpočet prúta na čistý ťah / tlak; Pevnostná kontrola a dimenzovanie prútov namáhaných na ťah / tlak. Podmienky pevnosti a dovolené namáhanie v šmyku; Navrhovanie a posudzovanie na šmyk.
3. Geometrické charakteristiky prierezových plôch – Statické momenty prierezu; Kvadratické momenty prierezu; Vplyv transformácie súradnicovej sústavy.
4. Ohyb priamych nosníkov, základy namáhania krútením – Normálové a šmykové napätia v ohýbanom nosníku; Deformácia nosníkov pri rovinnom ohybe. Napätosť a pretvorenie hriadelov kruhového prierezu.
5. Stabilita a namáhanie prútov na vzperný tlak - Výpočet a kontrola stability polohy telies. Výpočet a kontrola priamych prútov na vzperný tlak v pružnej oblasti. Výpočet kritickej sily v plastickej oblasti.

2.4 MIT - Massachusetts Institut of Technology (U.S.A.)

Pro srovnání jsem vybrala ještě výuku pružnosti a pevnosti, resp. mechaniky materiálů (Mechanics of Materials) na americkém Massachusetts Institut of Technology (MIT), což je univerzita, která je pravidelně hodnocena ve všech světových žebříčcích jako první v technických školách (World QS Ranking, Times Ranking, ...). Výuka na této škole je ve většině technických předmětů koncipována jako „modulární“, kdy záleží na vyučujícím, resp. konkrétním zaměření studentů, které moduly upřednostní a které moduly případně vynechá. Výuka je předpokládána jako jednosemestrální s možností použití některých dalších bloků i v jiných předmětech. Všechny výukové podklady MIT jsou k dispozici v rámci systému Open Course Ware (OCW) na adrese <https://ocw.mit.edu/index.htm> viz obrázek 1.

The screenshot shows the MIT OCW Mechanical Engineering page. At the top, there is a navigation bar with the MIT OCW logo and the text "Mechanical Engineering | ...". Below this is a search bar and a list of navigation options: "Soubor", "Úpravy", "Zobrazit", "Oblíbené položky", "Nástroje", and "Nápověda". The main content area is titled "Mechanical Engineering" and features a large image of a student working on a lathe. Below the image is a caption: "A student in Professor Martin Culpepper's Course 2.72 Elements of Mechanical Design races to work down a steel rod with the lathe his team made as part of a final challenge." To the right of the main content is a "Give Now" button and a "MECHANICAL ENGINEERING LINKS" section with two links: "Mechanical Engineering Website" and "Department Curriculum". Below this is a "Why I Donate" testimonial from Joao, an Independent Learner from Canada. The "FEATURED COURSES" section displays four course cards: "Girls Who Build: Make Your Own Wearables Workshop", "Biomolecular Feedback Systems", "Numerical Computation for Mechanical Engineers", and "Engineering Math: Differential Equations and Linear Algebra". At the bottom, there is a detailed description of the Department of Mechanical Engineering at MIT, including its motto "mens et manus" and a section on "Research and Innovation".

Obrázek 1 Stránka Mechanical Engineering MIT-OCW

Mechanics of Materials (35)

This class deals with the stresses, strains and displacements of near-stationary structures subjected to applied loads. This is a traditional field in engineering education, and is taught in almost all mechanical and civil engineering curricula.

Materials students need to learn the basics of solid mechanics just as the structural engineers do, but within the context of processing-structure-properties-performance that characterizes MSE. The curricular syllabus can be given simply as a listing of the modules making up this web package. They are arranged in an order that works well for teaching in a single term, though instructors will have to ration the time spent on each to avoid running out of time at the end of the term. It is certainly possible to omit certain topics altogether, depending on the individual subject goals and the preparation level of the students.

Mechanika materiálů

Tento kurz je věnován napětím, deformacím a posuvům konstrukcí při působení kvazistatického zatížení. Jedná se o tradiční předmět v oblasti strojírenské výuky a je vyučován téměř ve všech učebních plánech v oborech strojírenství a stavebnictví.

Studenti předmětu Mechanika materiálů se musí naučit základy mechaniky tuhých těles, stejně jako konstruktéři, ale v odlišném kontextu vlastností: zpracování-struktura-charakteristiky pružného chování. Základní osnovy jsou uvedeny v jednoduché formě jako seznam modulů tvořících tento webový balíček. Jsou uspořádány tak, aby fungovaly dobře pro výuku v jediném semestru, kdy ale budou muset lektori rozdělit čas na jednotlivé moduly, aby nedošlo ke ztrátě času na konci semestru. Je samozřejmě možné zcela vynechat určitá témata, v závislosti na individuálních cílech a na přípravné úrovni

Tensile Response of Materials

Introduction to Elastic Response

Atomistics of Elasticity

Introduction to Composites

Stress-Strain Curves

Simple Tensile and Shear Structures

Trusses

Pressure Vessels

Shear and Torsion

General Concepts of Stress and Strain

Kinematics

Equilibrium

Tensor Transformations

Constitutive Relations

Bending

Shear and Bending Moment Diagrams

Stresses in Beams

Beam Displacements

Laminated Composite Plates

General Stress Analysis

Closed-Form Solutions

Experimental Solutions

Finite Element Analysis

Linear Viscoelasticity

Yield and Fracture

Yield and Plastic Flow

Dislocation Basis of Yield and Creep

Statistics of Fracture

Introduction to Fracture Mechanics

Fatigue

Appendices

Material Properties

List of Symbols

Unit Conversion Factors

Software

Mohr's circle (Java® applet)

Strs3d - Stress Transformations

Plate - Laminated Plates

2.5 Srovnání výuky PP na technických vysokých školách

Jak jsem již uvedla dříve, studijní plány předmětů Pružnost a pevnost na strojních fakultách v České republice jsou díky koordinaci prakticky totožné a umožňují bezproblémové uznávání předmětů mezi fakultami.

Ze srovnání studijních plánů slovenských strojních a příbuzných fakult vyplývá, že ani zde neexistují zásadní rozdíly v celkovém pojetí předmětů. Přispívají k tomu i pravidelná setkání vedoucích kateder a ústavů mechaniky a pružnosti a pevnosti českých a slovenských strojních fakult.

V rámci ČVUT v Praze již není situace tak jednoznačná, protože kromě Fakulty informačních technologií, kde ani pružnost a pevnost ani mechanika není obsažena ve studijních plánech, klade každá z fakult důraz na oblasti pružnosti důležité pro daný obor. Základy elastického chování (Hookův zákon), deformace nosníků a základy krutu jsou součástí všech studijních plánů. Partie věnované ztrátě stability nebo vzpěrné pevnosti tenkých dlouhých tlačných prutů jsou vzhledem k nebezpečnosti tohoto stavu obsaženy prakticky ve všech studijních podkladech k uvedeným předmětům. Naopak oblast mimo platnost Hookova zákona je již probírána pouze na Fakultě stavební, Fakultě strojní a částečně na Fakultě architektury. Na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské se této oblasti věnuje samostatný předmět. Partie skořepiny, nádoby a desky patří také k základním kapitolám z pružnosti a pevnosti a jsou obsaženy ve většině plánů. Ve všech plánech je poté kapitola uvažující působení více druhů namáhání, tzv. složená nebo kombinovaná namáhání.

Z tohoto rozboru vyplynula moje volba partií do vytvořené sbírky příkladů:

- Tenkostěnné nádoby (skořepiny)
- Silnostěnné válcové nádoby
- Kruhové rotačně symetrické desky
- Kombinované namáhání
- Stabilita tlačných prutů (vzpěr)

Zajímavé i pro mě bylo srovnání sylabů přednášek z Pružnosti a pevnosti I a II na Fakultě strojní ČVUT v Praze se sylabem předmětu Mechanics of Materials na americkém Massachusetts Institut of Technology – Mechanical Engineering. Na rozdíl od FS ČVUT v Praze, kde je látka rozložena do dvou semestrů, tak na ME MIT je plán postaven jako jednosemestrální, i když obsahuje prakticky totožná témata s oběma našimi předměty. Dle anotace je zde totiž kladen velký důraz na individualismus a zodpovědnost samotného vyučujícího, který musí zvážit, jaké partie pro danou skupinu studentů zdůrazní a jaké „potlačí“ nebo i vynechá. Tento přístup pak musí znamenat i individuální přístup ke zkoušení, kdy si s největší pravděpodobností každý vyučující zkouší jen „své“ studenty. To je zásadně odlišný přístup od FS ČVUT v Praze, kdy v základním studiu, kam oba předměty spadají, jsou jednotné sylaby obou předmětů jasně dané akreditací MŠMT, což umožňuje praktikovat systém „každý zkouší každého“, protože „každý učí totéž a každý se učí totéž“. Přístup pravděpodobně praktikovaný na MIT se na FS ČVUT v Praze využívá až v navazujícím magisterském studiu a doktorském studiu.

PRAKTICKÁ ČÁST

3 SBÍRKA PŘÍKLADŮ

V této kapitole je popsána sbírka řešených příkladů z pružnosti a pevnosti pod názvem „*Pružnost a pevnost ve fantastickém světě Julese Vernea*“, kterou jsem vytvořila v rámci této bakalářské práce „*Tvorba doplňkového učebního textu pro předmět Mechanika*“. Mojí snahou bylo vytvořit sbírku příkladů, které vycházejí z jasně představitelných věcí, i když mají základ ve vědecko-fantastickém světě. Důležité je, aby nebyly příklady řešeny již jen na zjednodušených výpočtových modelech, ale aby na počátku byl obrázek něčeho jasně představitelného (já jsem zvolila původní perokresbové ilustrace ke knihám Julese Vernea, resp. obrázky používané ve filmu Karla Zemana). Až na základě těchto obrázků vznikl výpočtový model při respektování všech základních zásad pro tvorbu výpočtových modelů a jejich zjednodušení. Následný matematický aparát již předpokládá určitou úroveň předchozích znalostí, protože předměty věnující se pružnosti a pevnosti jsou na ČVUT v Praze nejčastěji zařazeny do 2. ročníku bakalářských studijních programů/oborů.

3.1 Praktické uplatnění sbírky příkladů

Vlastní sbírka příkladů je primárně určena studentkám a studentům jako doplňkový učební text pro samostudium při přípravě na semestrální zkoušky z předmětů zabývajících se pružností a pevností.

Další využití může mít zejména ta část vytvořené sbírky, která obsahuje příklady věnované úlohám ze světa Julese Vernea. Tyto příklady lze využívat jako motivační na začátku přednášky k dané problematice. Řada vědeckofantastických idejí Julese Vernea je totiž dnes běžnou realitou. Z vlastní zkušenosti vím, že pokud byla přednáška uvedena něčím, co jsem si dokázala představit, byl můj přístup k celé přednášce jiný oproti těm přednáškám, které pracovaly pouze s abstraktními modely bez vztahu k „představitelným“ věcem.

3.2 Knihy Julese Vernea z XIX. století

Knihy Julese Vernea jsem zvolila proto, že je jejich četba mezi mládeží stále populární, a to také díky řadě filmových zpracování. Zajímavé je také sledovat, jak některé „fantastické“ nápady Julese Vernea z XIX. století jsou pro nás dnes ve XXI. století skoro samozřejmostí. Ať již to byly lety na Měsíc nebo jsou to dnes lety na orbitální stanici ISSS nebo ponorky plující na jaderný pohon pod ledem severního pólu i více než 20 tisíc mil a vrtulníky, které dnes slouží jako prostředek rychlé dopravy nebo k manipulaci s těžkými břemeny. Všechny tyto „sny“ Julese Vernea jsou dnes běžnou realitou.

V práci jsem využila náměty z celkem pěti knih Julese Vernea:

1. „Vynález zkázy“ – ponorka Sword,
2. „Ze Země na Měsíc“ – dělo Kolumbiada,
3. „Dvacet tisíc mil pod mořem“ – ponorka Nautilus,
4. „Robur dobyvatel“ – loď Albatros
5. „Ocelové město“ – továrna v Ocelovém městě.

3.3 Sbíрка "Pružnost a pevnost ve fantastickém světě Julese Vernea"

Samotná sbírka neobsahuje a ani nemůže obsahovat všechny kapitoly probírané v pružnosti a pevnosti vzhledem k rozsahu předmětu, resp. předmětů vyučovaných na Fakultě strojní, resp. na ostatních fakultách ČVUT v Praze. Sbíрка obsahuje jen jakýsi průřez probírané látky v pružnosti a pevnosti. Při volbě kapitol jsem vycházela z podkladů uvedených v teoretické části, kdy jsem se pokusila z dostupných zdrojů zmapovat probíranou látku z pružnosti a pevnosti na celém ČVUT v Praze. Do sbírky jsem vybrala jen pět základních kapitol, které jsou „použitelné“ prakticky pro všechny studenty, kteří se během svého studia na ČVUT v Praze s pružností a pevností v nějaké podobě setkají:

1. Základy teorie tenkostěnných skořepin
2. Základy teorie silnostěnných válcových nádob
3. Základy teorie tenkých kruhových rotačně symetrických desek
4. Základy teorie kombinovaného namáhání
5. Základy teorie stability tenkých přímých prutů

Každá z kapitol je uvedena základní teorií, která je třeba k řešení následujících příkladů. Poté následuje vybrané dílo Julese Vernea, ve kterém se daná problematika vyskytuje. Stručný obsah díla uvede čtenáře do problematiky a ukáže ji na kontextu vědecko-fantastického díla Julese Vernea. První příklad je vždy zvolen z díla Julese Vernea a je kompletně vyřešen nástroji pružnosti a pevnosti, resp. matematiky, fyziky a mechaniky. Následující příklady jsou již jen školní verze základních úloh probíraných v pružnosti a pevnosti k danému tématu.

Samozřejmě by šlo v ostatních knihách Julese Vernea najít dostatek námětů pro další příklady z dalších kapitol pružnosti a pevnosti. Nepovažovala jsem to ale v tomto případě za nutné, protože nyní sbírka obsahuje mimo přebalu celkem 36 stran. Toto číslo je výhodné i z hlediska vydání v „sešitové“ verzi, která je snadno uchopitelná pro samostudium kdekoliv a kdykoliv. Při těchto úvahách jsem vycházela ze zkušeností autorů skript „Pružnost a pevnost v technické praxi – příklady“, která se těšila značné popularitě a jsou již dlouhodobě vyprodaná, ale jsou neustále stahovaná z webových stránek věnovaných pružnosti a pevnosti.

3.3.1 Grafické zpracování sbírky

Celou sbírku příkladů jsem vzhledem ke zvolenému tématu (knihy Julese Vernea) pojala jako černobílou odpovídající původním ilustracím Verneových knih. Písmo textu (kromě přebalu) jsem použila ze sady MS Windows Times New Roman, resp. Cambria, a to vzhledem k jejich dobré čitelnosti a také matematické sazbě používající písmo Cambria Math. Sbíрка obsahuje značné množství vzorců a výpočtů, pro které není písmo ČVUT Technika vůbec vhodné. Srovnání matematické sazby v písmu Cambria Math a Technika Light je patrné z obrázku 2.

$$K = \frac{p_1 \cdot r_1^2 - p_2 \cdot r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \quad K = \frac{p_1 \cdot r_1^2 - p_2 \cdot r_2^2}{r_2^2 - r_1^2}$$

$$Q(y) = \rho \cdot g \cdot \left[\frac{\pi \cdot r^2 \cdot y}{3} + \pi \cdot r^2 \cdot (h - y) \right] \quad Q(y) = \rho \cdot g \cdot \left[\frac{\pi \cdot r^2 \cdot y}{3} + \pi \cdot r^2 \cdot (h - y) \right]$$

Obrázek 2 Srovnání sazby Cambria Math a Technika Light

Pro přebal sbírky jsem zvolila také atraktivní černobílý motiv pocházející z areálu bývalých hutí v Dolních Vítkovicích – viz obrázek 3.



Obrázek 3 Vnější strana přebalu sbírky příkladů

3.4 Tisková verze sbírky

Kompletní verze sbírky příkladů „Pružnost a pevnost v báječném světě Julese Vernea“ v provedení, které by bylo možné již přímo vydat tiskem nebo podle moderního přístupu publikovat on-line na webových stránkách (pravděpodobně ve formátu pro program Adobe Reader) je uvedena v příloze na konci této práce.

Závěr

V předložené práci jsem provedla podrobnou analýzu středoškolského učiva předmětu Mechanika a k němu dostupných učebních textů, jak základních, tak doplňkových. V porovnání s učebními texty dostupnými v době mého studia na střední škole se množství a různorodost učebních textů mnohonásobně zvýšilo. Nejenom, že došlo k rozdělení učebních textů na menší ucelenější bloky, což zjednodušuje žákům práci s danými učebnicemi. Došlo i k přepracování mnoha z nich, začalo se více dbát na didaktická doporučení. Většina dnes dostupných učebních textů obsahuje mnoho ilustrací pro dokreslení dané problematiky a zjednoduší tak žákům orientaci jak v učebnici, tak hlavně v probírané látce. Tyto učebnice obsahují i odkazy nebo zcela konkrétně užívají příklady z běžného života, pro větší názornost a snadnější porozumění látce.

Na základě této analýzy jsem došla k závěru, že vytvoření nového učebního textu by nebyl pro žáky žádný přínos, naopak by jim znesnadnil výběr, který učební text je nejvhodnější pro jejich samostudium.

Posunula jsem se tedy o úroveň výše a zužitkovala své vlastní pedagogické poznatky a zkušenosti, které mám vzhledem k výuce na Fakultě strojní ČVUT v Praze. Po osmi semestrech pedagogické praxe jsem v rámci této bakalářské práce vytvořila nový doplňkový učební text právě pro studenty technických vysokých škol. Provedla jsem rešerši předmětu Pružnost a pevnost nejenom v rámci ČVUT, ale i napříč technickými fakultami dalších univerzit. Na základě toho jsem zvolila vybrané kapitoly a zaměřila se právě na ně. Vznikl tak nový doplňkový učební text určený hlavně pro samostudium, tedy samostatnou přípravu studentek a studentů na semestrální předmětovou zkoušku, protože podle rešerše jsou všechny předměty věnované pružnosti a pevnosti na různých fakultách zakončeny zkouškou. S využitím didaktických znalostí získaných studiem na MÚVS ČVUT v Praze vznikla sbírka řešených příkladů na základě konkrétních úloh z vědeckofantastických knih Julese Vernea. Tato sbírka by měla studentům technických vysokých škol zpříjemnit ten razantní rozdíl mezi střední a vysokou školou. Sbírkou řeší konkrétní příklady, čímž usnadňuje studentům pochopení složité teorie a principy tvorby výpočtových modelů v pružnosti a pevnosti, resp. obecně v mechanice. V práci jsou aplikovány obecné vztahy a odvození na zajímavé vynálezy či prvky, které Jules Verne popisoval ve svých knihách. Vzniklá sbírka je pro studenty atraktivní právě i zvoleným námětem, protože Sci-fi a fantasy neomrzí v žádném věku.

Sbírka přiložená k této práci je již zpracovaná v podobě, která umožní její vydání v tištěné formě nebo on-line publikování na webu.

Seznam použité literatury

1. Průcha, Jan. *Moderní pedagogika*. Praha : Portál, 2002. ISBN 80-7169-614-5.
2. Průcha, Jiří, Míka, Jiří. *Jak psát učební texty pro dospělé*. Praha, Centrum pro studium vysokého školství, 2003
3. Lepil, Oldřich. *Teorie a praxe tvorby výukových materiálů*. Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci, 2010.
4. Bednařík, Michal. *Problematika informační struktury učebnice fyziky*. In: Acta UPOL, Fac RN-Tom 69, Olomouc 1981, s. 225-233
5. Komenský, Jan, Amos. *Velká didaktika*. Praha, SPN, 1958
6. Skalková, Jarmila. *Obecná didaktika*. Praha, Grada, 2007. ISBN 978-80-2471821-7.
7. Průcha, Jan. *Přehled pedagogiky*. Praha, Portál, 2000. ISBN 80-7178-399-4.
8. Průcha, Jan. *Pedagogická evoluce*. Brno, Masarykova univerzita v Brně, 1996.
9. Pařízek, Vlastimil. *Základy obecné pedagogiky*. Praha, Vydavatelství Karolinum, 1994. ISBN 80-7066-339-1.
10. Vaněček, David. *Obecná didaktika*. Praha, Vydavatelství ČVUT v Praze, 2012. ISBN 978-80-01-05151-1.
11. Drahovzal, Jan a kolektiv. *Didaktika odborných předmětů*. Brno, Nakladatelství Paido, 1997. ISBN 80-85931-35-4.
12. Svoboda, Emanuel a kolektiv. *Kapitoly z didaktiky odborných předmětů*. Praha, Vydavatelství ČVUT v Praze, 2004. ISBN 80-01-02928-X
13. Kalhous, Zdeněk, Obst, Otto. *Školní didaktika*. Praha, Nakladatelství Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-571-4.
14. Slavík, Milan a kolektiv. *Vysokoškolská pedagogika*. Praha, Grada Publishing, a.s., 2012. ISBN 978-80-247-4054-6.
15. Vaněček, David a kolektiv. *Didaktika technických odborných předmětů*. Praha, ČVUT, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3.
16. Knecht, Petr, Janík, Tomáš a kolektiv. *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu*. Brno, Nakladatelství Paido, 2008. ISBN 978-80-7315-174-4.
17. Michalec, Jiří, a kolektiv. *Pružnost a pevnost I*. Praha, Vydavatelství ČVUT v Praze, 2010. ISBN 978-80-01-04224-3
18. Michalec, Jiří, a kolektiv. *Pružnost a pevnost II*. Praha, Vydavatelství ČVUT v Praze, 2006. ISBN 80-01-02375-3
19. Valenta, František, a kolektiv. *Pružnost a pevnost III*. Praha, Vydavatelství ČVUT v Praze, 2006. ISBN 80-01-02480-6
20. Řezníčkovi, Jan, a Jitka. *Pružnost a pevnost v technické praxi - příklady I*. Praha, Vydavatelství ČVUT v Praze, 2005, ISBN 80-01-03209-4
21. Řezníčkovi, Jan, a Jitka. *Pružnost a pevnost v technické praxi - příklady II*. Praha, Vydavatelství ČVUT v Praze, 2006, ISBN 978-80-010-3584-9
22. Řezníčkovi, Jan, a Jitka. *Pružnost a pevnost v technické praxi - příklady III*. Praha, Vydavatelství ČVUT v Praze, 2008, ISBN 978-80-010-3947-2

23. *Anotace předmětu*, 2017 [online]. Praha: Fakulta strojní ČVUT v Praze. [cit. 14.02.2017]. Dostupné z: <http://www.fs.cvut.cz.cz>.
24. *Anotace předmětu*, 2017 [online]. Praha: Fakulta stavební ČVUT v Praze. [cit. 14.02.2017]. Dostupné z: <http://www.fsv.cvut.cz.cz>.
25. *Anotace předmětu*, 2017 [online]. Praha: Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze. [cit. 14.02.2017]. Dostupné z: <http://www.fel.cvut.cz>.
26. *Anotace předmětu*, 2017 [online]. Praha: Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze. [cit. 14.02.2017]. Dostupné z: <http://www.fjfi.cvut.cz>.
27. *Anotace předmětu*, 2017 [online]. Praha: Fakulta architektury ČVUT v Praze. [cit. 14.02.2017]. Dostupné z: <http://www.fa.cvut.cz>.
28. *Anotace předmětu*, 2017 [online]. Praha: Fakulta dopravní ČVUT v Praze. [cit. 14.02.2017]. Dostupné z: <http://www.fd.cvut.cz>.
29. *Anotace předmětu*, 2017 [online]. Praha: Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze. [cit. 14.02.2017]. Dostupné z: <http://www.fbmi.cvut.cz>.
30. *Anotacia predmetu*, 2017 [online]. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, Strojnícka fakulta [cit. 14.02.2017]. Dostupné z: <http://www.sjf.stuba.sk>.
31. *Anotace předmětu*, 2017 [online]. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta. [cit. 14.02.2017]. Dostupné z: <http://www.sjf.tuke.sk>.
32. *Anotacia predmetu*, 2017 [online]. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline. [cit. 14.0.2017]. Dostupné z: <http://www.uniza.sk>.
33. *Anotacia predmetu*, 2017 [online]. Trnava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiál. techn. fakulta. [cit. 14.02.2017]. Dostupné z: <http://www.mtf.stuba.sk>.
34. *Anotacia predmetu*, 2017 [online]. Prešov: Technická univerzita v Košiciach, Fakulta výrobných technológií. [cit. 14.02.2017]. Dostupné z: <http://www.fvt.tuke.sk>.
35. *Subject Summary*, 2017 [online]. Massachusetts: Massachusetts Institut of Technology. [cit. 14.02.2017]. Dostupné z: <https://ocw.mit.edu/index.htm>.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Stránka Mechanical Engineering MIT-OCW.....	22
Obrázek 2 Srovnání sazby Cambria Math a Technika Light.....	28
Obrázek 3 Vnější strana přebalu sbírky příkladů	28

Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehled výuky předmětů pružnosti a pevnosti na ČVUT v Praze 11

PŘÍLOHA

