

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**MASARYKŮV ÚSTAV  
VYŠŠÍCH STUDIÍ**



**BAKALÁŘSKÁ  
PRÁCE**

**2019**

**VÁCLAV  
PETŘÍK**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

Masarykův ústav vyšších studií

Oddělení pedagogický studií

**Sbírka motivačních příkladů pro výuku stavební mechaniky**

**Collection of motivational examples for teaching structural mechanics**

Bakalářská práce

Studijní program: Specializace v pedagogice

Studijní obor: Učitelství odborných předmětů

Vedoucí práce: Ing. Kateřina Mrázková

**Ing. Václav Petřík**

---

Praha 2019



## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	Petřík	Jméno:	Václav	Osobní číslo:	381192
Fakulta/ústav:	Masarykův ústav vyšších studií (MÚVS)				
Zadávací katedra/ústav:	Oddělení pedagogických studií				
Studijní program:	Specializace v pedagogice				
Studijní obor:	Učitelství odborných předmětů				

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:  
Sbírka motivačních úloh pro výuku stavební mechaniky

Název bakalářské práce anglicky:  
Collection of motivational examples for teaching structural mechanics

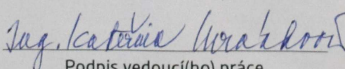
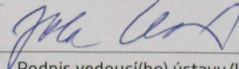
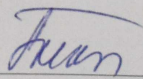
Pokyny pro vypracování:  
Cílem bakalářské práce je vytvoření učební pomůcky pro pedagogické pracovníky na středních školách technického charakteru. Práce bude teoreticko-empirická. V teoretické části bude vyhodnocen současný stav aktuálně používaných sbírek příkladů, které byly vydány a nebo jsou z vlastní tvorby pedagogů. Praktická část bude obsahovat vlastní sbírku jednoduchých, motivačních příkladů, bude sloužit jako pomůcka a podpora pro pedagogy, kteří vyučují předmět stavební konstrukce. Závěrem budou příklady použity, testovány a vyhodnoceny na jednotlivých žácích odborných škol, bude provedena analýza jejich účinnosti ve výuce.

Seznam doporučené literatury:  
DOLEČEK, Josef, Miloš ŘEŠÁTKO a Zdeněk SKOUPIL. Teorie tvorby a hodnocení učebnic pro odborné školství. Praha: Výzkumný ústav odborného školství, 1975.  
JUKL, Bratislav. Sbírka úloh ze stavební mechaniky. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1991. ISBN (váz.).

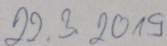
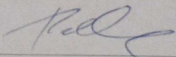
Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:  
Ing. Kateřina Mrázková, Oddělení pedagogických studií

Jméno a pracoviště konzultanta(ky) bakalářské práce:  
\_\_\_\_\_

Datum zadání bakalářské práce: 13.12.2018 Termín odevzdání bakalářské práce: 2.5.2018  
Platnost zadání bakalářské práce: 30.9.2020

 Podpis vedoucí(ho) práce  
 Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry  
 Podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

 Datum převzetí zadání  
 Podpis studenta(ky)



### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny a literatura jsou uvedeny v seznamu citované literatury.

Nemám námitek proti použití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V ..... dne .....

.....  
podpis



### **Poděkování**

Rád bych poděkoval mojí vedoucí bakalářské práce paní Ing. Kateřině Mrázkové za pomoc při zpracování této bakalářské práce, za její trpělivost, věcné připomínky a rady, díky kterým mohla tato práce vzniknout.

Ing. Václav Petřík





**Anotace**

Cílem bakalářské práce je vytvoření učební pomůcky pro pedagogické pracovníky a žáky ve středním odborném školství. Práce bude teoreticko-empirická. V teoretické části bude zhodnocen stav aktuálně používaných sbírek příkladů oficiálně vydaných i učiteli vytvořených jako podpora k výuce předmětu statika stavebních konstrukcí. V empirické části bude následně vytvořena sbírka současných jednoduchých příkladů jako pomůcka pro učitel předmětu statika stavebních konstrukcí k rychlému vysvětlení probírané látky.

**Klíčová slova**

Učebnice, příklad, stavební mechanika, střední odborná škola stavební

**Annotation**

The aim of this bachelor thesis is to create a teaching aid for teaching staff and students in secondary vocational education. The work will be theoretical-empirical. In the theoretical part will be evaluated the state of currently used collections of officially issued examples and teachers created examples as a support for teaching the subject of structural engineering. In the empirical part, a collection of contemporary simple examples will be created as a tool for teachers of the subject of structural structural analysis for quick explanation of the subject matter.

**Keywords**

Textbook, example, structural mechanics, secondary vocational school



# Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>2</b>
<b>2 Teoretická část</b>	<b>3</b>
2.1 Současný stav používání učebnic stavební mechaniky na středních odborných školách stavebních . . . . .	3
2.1.1 Hodnocení učebnic . . . . .	3
2.1.2 Základní informace k provedenému průzkumu . . . . .	4
2.1.3 Vyhodnocení dotazníkového šetření . . . . .	6
2.2 Teoretický základ pro tvorbu učebnice . . . . .	17
2.2.1 Zařazení učebnice do současného kurikula . . . . .	19
2.3 Závěr . . . . .	22
<b>3 Praktická část</b>	<b>24</b>

# 1 Úvod

V dnešní době informací může být pro některé žáky složité dostat se k relevantním informacím nutných ke studiu konkrétního předmětu. Existuje několik zdrojů, které může žák využít. V současnosti se nejvíce dá mluvit o nástroji světově rozšířeném - internetu. Internet má několik výhod vzhledem k obsahu informací. Dá se mluvit o těchto **výhodách** internetu:

- Cena informací - informace jsou ve většině případů zdarma
- Množství informací - Internet obsahuje nepřeberné množství informací a každý den tyto informace přibývají

Bohužel s těmito výhodami se pojí i jisté **nevýhody** internetu:

- Cena informací - Informace jsou šířeny zdarma a jejich kvalita a pravdivost bývá často neověřitelná
- Množství informací - Vzhledem k obrovskému množství informací může být složité nalézt právě potřebnou informaci a hledání může zabrat i několik hodin

Dalším, hojně využívaným nástrojem, je učebnice podporující konkrétní školní předmět. Učebnice jako podpůrný prostředek má ovšem svou nezastupitelnou roli v samotné výuce. Učit bez učebnice samozřejmě možné je. Ovšem nabízí se otázka jak bude probíhat příprava učitele na výuku v průběhu školního roku, kolik času zabere samotná příprava na vyučovací hodinu, jak bude probíhat samostudium žáků, apod. Možná i právě z tohoto důvodu je tvorbě učebnic věnována velká pozornost. V zemích západní Evropy je učebnice na středních školách používána ve více jak 60% času vyučovací hodiny<sup>1</sup>.

Pokud se podíváme na české školství a používání učebnic, můžeme s jistotou říci, že některé předměty a používání učebnic by se dalo zařadit do oblasti západoevropského školství - tedy časté využívání učebnic a práce s ní (Např. výuka historie). Bohužel některé předměty se do oblasti západoevropského školství z hlediska času stráveného používáním učebnic zařadit nedají. Mezi ty v současnosti patří i např. výuka stavební mechaniky na středních školách<sup>2</sup>.

Téma zpracování ukázky sbírky příkladů do předmětu stavební mechaniky jsem zvolil právě z důvodu vlastních zkušeností s používáním učebnic, cvičebnic či právě sbírek příkladů. Obecně mě za dobu mého studia neoslovila žádná z nabízených učebnic či cvičebnic stavební mechaniky natolik, abych si mohl říct že to je právě ta učebnice, která podporuje výuku žáků tolik jako právě v již zmiňovaném západoevropském školství.

Bakalářská práce se zabývá právě hodnocením současného stavu používání učebnic stavební mechaniky na odborných středních školách v ČR. Výhodiskem této práce je vytvoření ukázky sbírky příkladů podporující učitele v přípravě na hodinu, žáky v samostudiu a především motivující k dalšímu studiu stavební mechaniky.

---

<sup>1</sup>Maňák, Knecht - Hodnocení učebnic - 2007 - str.11

<sup>2</sup>Provedený výzkum v kapitole 2.1 na straně 3

## 2 Teoretická část

Teoretická část se zabývá průzkumem současného stavu používaných pomůcek (učebnic, vlastní sestavené příklady, atd.) při výuce stavební mechaniky na středních odborných školách, zhodnocením tohoto stavu a návrhem možného řešení.

### 2.1 Současný stav používání učebnic stavební mechaniky na středních odborných školách stavebních

#### 2.1.1 Hodnocení učebnic

V prvé řadě je třeba se zaměřit především na rozdíl mezi učebnicí a cvičebnicí. V této podkapitole bylo čerpáno především z odborné literatury<sup>3</sup>. Důležité je si říci co myslíme pod pojmem učebnice. Podle jedné teorie můžeme za učebnici považovat takové publikace, které autor vytvářel přímo pro výuku. Zároveň s tímto lze ovšem považovat za učebnice i další psané materiály, které byly připraveny přímo pro konkrétní výuku (Maňák 2007, s. 13). Konkrétnějšího vymezení učebnice se ujal E. Vaněček (1995), když učebnici vymezil jako psaný materiál, který je v souladu s kurikulem. (Maňák 2007, s. 13). Z hlediska použitelnosti materiálu se dá usuzovat, že za učebnici můžeme pokládat jakoukoliv psanou publikaci, která zapadá do konceptu současného školství a naplňuje základní potřeby žáků.

Hodnocení učebnic vychází z několika předpokladů, kterými by se měli zabývat i tvůrci současných učebnic (více o tvorbě učebnic v kapitole 2.2 na straně 17). Nejdůležitějšími kritérii by ovšem měla být strukturovanost celého psaného materiálu - tedy nepřeskakovat témata a držet sled probírané látky i vzhledem ke ŠVP, motivace žáků pro určený předmět pomocí příkladů z praxe, přiměřenost věku, apod.

Dle hlubšího hodnocení by měla učebnice poskytovat tyto funkce (Maňák 2007):

- Motivační
- Informační
- Koordinační
- Diferenciační
- Řídící
- Sebehodnotící
- Vzdělávání k hodnotám

Důležité je dále samotné zhodnocení učebnice. Jak by mělo k takovéto evaluaci docházet? Dle Maňák, 2007, můžeme hodnocení učebnice provést několika způsoby:

- Zjišťování názorů respondentů - uživatelů - v této práci provedeno
- Hodnocení učebnice na základě experimentu
- Analýza učebnice - v této práci provedeno

Každá z těchto analýz má svoje výhody i nevýhody. Každou touto analýzou můžeme hodnotit jiné funkce a kvality učebnice. V této práci byla použita metoda *Zjišťování názorů respondentů* a metoda *Analýza učebnice*. Metoda *Hodnocení učebnice na základě experimentu* provedena nebyla z důvodu nedostatku prostoru v této bakalářské práci. Doporučuji tento průzkum provést na současně používaných učebnicích v budoucnu jako možné téma samostatné závěrečné práce.

<sup>3</sup>MAŇÁK, Josef a Petr KNECHT, ed. Hodnocení učebnic. Brno: Paido, 2007. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-80-7315-148-5.

Tato práce se dále zabývá nejen tvorbou učebnice, ale v praktické části ukázkou možného přístupu ke tvorbě sbírky příkladů pro předmět stavební mechaniky. Proto je důležité zmínit rozdíl mezi učebnicí a cvičebnicí.

Učebnice jako taková byla popsána výše. Oproti tomu sbírka příkladů si vyhrazuje právo vyhnout se části požadavkům na tvorbu učebnic a ponechává si zachovány pouze některé aspekty učebnice. Sbírkou příkladů např. vůbec či pouze v menší míře poskytuje funkci *vzdělávání k hodnotám*. Ovšem v plné míře by si měla sbírka příkladů zachovat funkci motivační a informační.

Sbírkou příkladů jako taková slouží především k procvičení získaných znalostí a zkušeností během výuky. Měla by především žákům ukázat cestu, jak se vypořádat s teoretickými problémy v praktickém světě. Měla by nasměrovat žáky k použití teoretických znalostí v praxi a reálném světě. V tomto vnímám největší rozdíl mezi učebnicí a cvičebnicí.

### 2.1.2 Základní informace k provedenému průzkumu

Před samotnou přípravou vlastního podpůrného materiálu ve formě motivační sbírky příkladů ze stavební mechaniky bylo nutné zjistit současný stav používaných pomůcek na středních odborných stavebních školách. Bylo provedeno kvantitativní dotazníkové šetření pomocí moderní techniky s použitím aplikace pro tvorbu dotazníků<sup>4</sup> a kvalitativní šetření pomocí přímého dotazu relevantních učitelů učících stavební mechaniku pomocí emailové komunikace na jednotlivých středních školách. Znění emailu s odkazem na dotazník a doplňujícími otázkami je uveden v příloze A teoretické části.

Seznam oslovených středních stavebních škol je uveden v tabulce 1 na straně 5. V této tabulce je zároveň uvedeno i zda uvedený kontakt odpověděl na uvedený email a zda došlo k vyplnění dotazníku. Konkrétní odpovědi na emaily jsou uvedeny v příloze A teoretické části.

---

<sup>4</sup><http://www.surveymonkey.com>

Č.	Název školy	Kontaktní osoba	Pozice
1	SPŠS Josefa Gočára	Ing. Bc. Milan Čejka Ing. Mahulena Trojanová	Učitel SME Učitel SME
2	SPŠS Ústí nad Labem	Ing. Ivana Gajdošová	Zástupce ředitele pro odborný výcvik
3	SPŠS Náchod	Mgr. Jakub Fabián	Zástupce ředitele
4	SPŠS Dušní	PaedDr. Marie Plíhalová Ing. Markéta Křivánková	Ředitelka školy Zástupce ředitele
5	SPŠS Kadaň	PaedDr. Zdeněk Hrdina Ing. Helena Krausová	Ředitel školy Zástupce ředitele
6	SPŠS Valašské Meziříčí	-	Obecný kontakt
7	SPŠS Brno	Ing. Jan Hobža Ing. Alice Vaňková Ing. Rostislav Juříček	Učitel SME Učitel SME Učitel SME
8	SPŠS České Budějovice	-	obecný kontakt
9	SPŠS Havířov	Ing. Pavel Řehoř Mgr. Vlastimil Charvát	Ředitel školy Zástupce ředitele
10	SPŠS Hradec Králové	Mgr. Jiří Bureš Ing. Vlastimil Voříšek Ing. Martin Piechaczek	Ředitel školy Zástupce ředitele Zástupce ředitele
11	SPŠS Děčín	Ing. Alžbeta Bublová Ing. Jana Fenclová Ing. Jana Vacková	Učitel SME Učitel SME Ředitel školy, SME
12	SPŠS Liberec	Ing. Alena Kračmarová	Učitel SME
13	SPŠS Lipník n/Bečvou	Ing. Markéta Kolajtová	Učitel SME
14	SPŠS Ostrava	-	Obecný kontakt
15	SPŠS Pardubice	Mgr. Ing. Renata Petružálková, MBA Mgr. Jiří Kutina	Ředitel školy Zástupce ředitele
16	SOŠS Karlovy Vary	-	Obecný kontakt
17	SPŠS Kladno	-	Obecný kontakt
18	SPŠS Tábor	Mgr. Libuše Trávníčková	Zástupce ředitele
19	SPŠS Havlíčkův Brod	Ing. Kubát Radek	Učitel SME
20	SPŠS Jihlava	Ing. Jaroslava Lorencová	zástupce ředitele

Tabulka 1: Seznam oslovených středních škol

Seznam zkratk použitých v tabulce 1

SPŠS - Střední průmyslová škola stavební

SOŠS - Střední odborná škola stavební

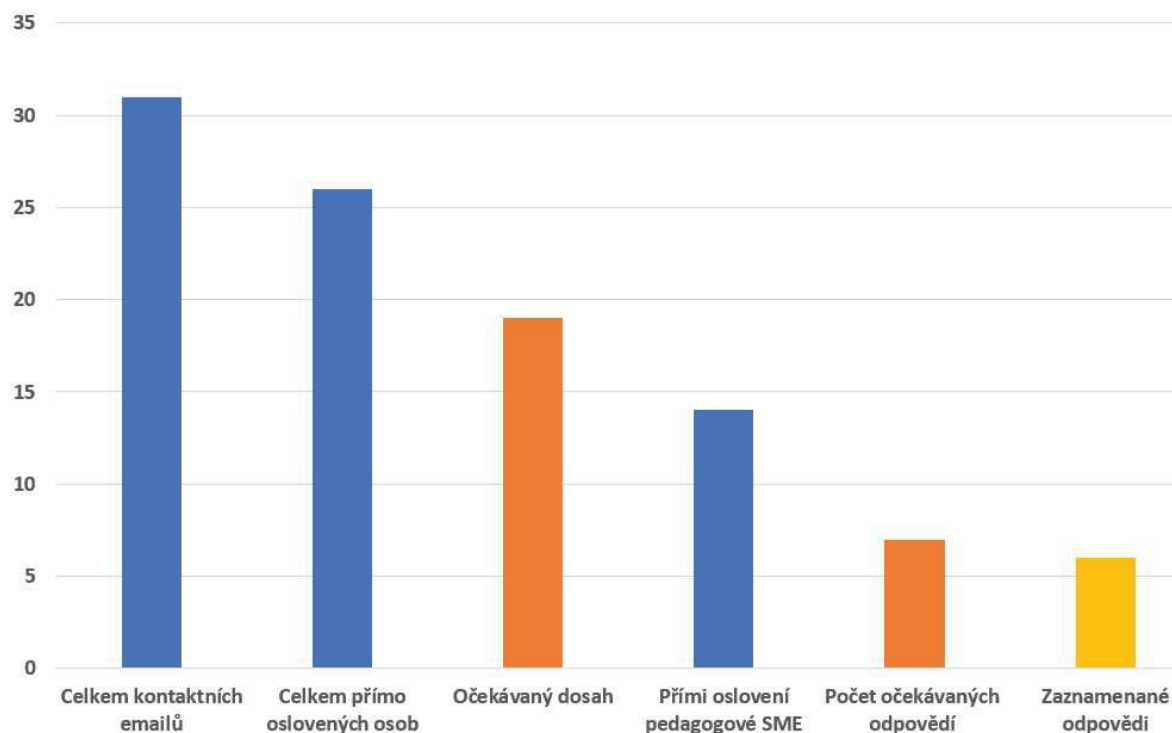
SME - Stavební mechanika



V tabulce 1 jsou uvedeny jednotlivé kontakty na oslovených středních školách na které byl zaslán dotazníkový email. Z celkového počtu 20 oslovených škol a 26 oslovených osob bylo přijato celkem 5 relevantních odpovědí od jednotlivých učitelů z různých oslovených škol. Část odpovědí bylo přijato i od nerelevantních kontaktů (ředitelé škol, zástupci ředitele školy) potvrzující přeposlání na učitele stavební mechaniky na konkrétní střední odborné škole případně vyjádření se k výuce stavební mechaniky na konkrétní střední odborné škole. Tyto odpovědi z důvodu nerelevantnosti kontaktu nebyly použity ve vyhodnocení dotazníkového šetření. Odpovědi byli v 5 případech pozitivní a v těchto 5-ti případech došlo i k vyplnění dotazníkového šetření jednotlivými učiteli. Pouze v jednom případě došlo k negativní odpovědi ze strany školy. Důvodem byla zvýšená nemocnost učitelského sboru a tedy vyhnutí se dalšího zatížení jednotlivých učitelů. Odpovědi jednotlivých učitelů jsou uvedeny v příloze A této práce.

### 2.1.3 Vyhodnocení dotazníkového šetření

Před samotným kvalitativním hodnocením byly zhodnoceny jednotlivá rizika dotazníkového šetření. Z hlediska zastoupení jednotlivých osob zde bylo riziko, že se v některých případech dotazník nedostane k zodpovědným osobám. Toto riziko bylo dle výsledků oprávněné. Míru úspěšnosti dosažení relevantních osob ukazuje obrázek 1.



Obrázek 1: Dosah oslovení jednotlivých učitelů

Z grafu uvedeného na obrázku 1 je evidentní, že email byl doručen 45% z očekávaného výsledku doručení relevantním učitelům (14 učitelů SME z 31 oslovených kontaktů). Zároveň ovšem byla obdržena relevantní odpověď od 43% oslovených učitelů SME (6 učitelů ze

14 učitelů oslovených). Očekávaný počet odpovědí byl přibližně od 60% přímo oslovených učitelů - tedy 7 odpovědí. Výsledek 6 odpovědí považuji za velice slušný, ač lehce za očekávání. Rozhodnutí před samotným zasláním dotazníku bylo takové, že učitelé, kteří odpoví jsou v hloubce tématu, mají zájem o řešení současné situace a jsou ochotni podpořit nově vznikající podpůrný prvek výuky. Proto i těchto 6 odpovědí lze považovat za reprezentativní vzorek učitelů SME.

#### Zhodnocení kvantitativního šetření - emailová komunikace .

Kvantitativní šetření bylo prováděno v období mezi 3.2.2019 - 18.2.2019. Dne 18.2. bylo kvantitativní šetření ukončeno vzhledem k tomu, že veškeré, do té doby zaznamenané odpovědi, byli obdrženy v období 3.2.2019 - 7.2.2019. V tomto období došlo i k vyplnění kvalitativního dotazníkového šetření (vizte paragraf *"Zhodnocení kvalitativního šetření - dotazník"* na stránce 7).

V následujícím textu při zhodnocení jednotlivých odpovědí relevantních učitelů zanedbávám odpovědi nerelevantních učitelů (vyučujících jiný předmět než stavební mechaniku), ředitelů škol či zástupců ředitele. Ze zmíněného jasně vyplývá, že v textu budou rozebírány pouze odpovědi učitelů SME na jednotlivých středních odborných stavebních školách. Odpovědi jiných učitelů jsou uvažovány jako nevypovídající a nedostatečně popisující současnou situaci na středních odborných školách.

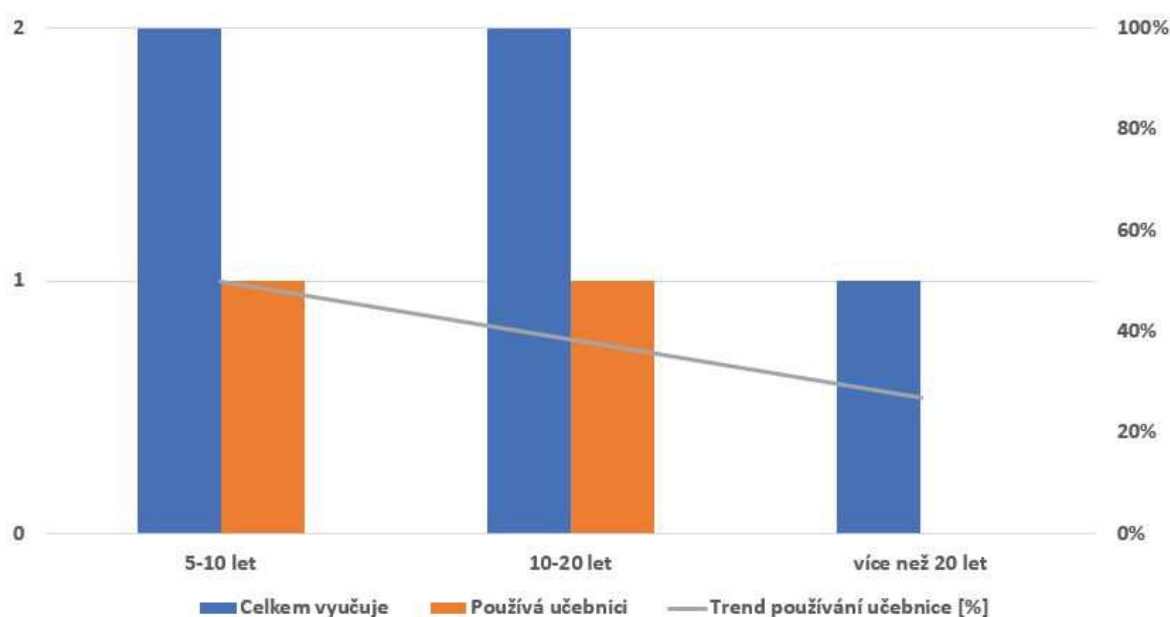
S přijatých odpovědí jasně vyplývá nedostatečné pokrytí podpůrnými materiály pro výuku Stavební mechaniky na středních školách. Odpovědi jako *"... Některé části v učebnici už neplatí ..."* či případně *"... zrovna nedávno jsme se o tomto tématu s kolegou bavili (už po několikáté)."* nebo *"... v posledních letech používám snadnější úlohy, které si připravuji ..."* jasně vypovídá o současném stavu učebnic stavební mechaniky pro střední školy. Ze zmíněných odpovědí navíc vyplývá, že se nejedná pouze o problematiku sestavených příkladů v učebnicích ale i o výklad teorie stavební mechaniky. Tato bakalářská práce se ovšem zabývá pouze tvorbou příkladů pro stavební mechaniku. Do budoucna je ovšem jasné, že i vytvoření relevantní učebnice stavební mechaniky pro střední školy je velmi důležitým krokem pro výchovu budoucích stavebních inženýrů.

#### Zhodnocení kvalitativního šetření - dotazník .

Jak již bylo zmíněno výše, dotazníkové - kvalitativní - šetření bylo provedeno v období mezi 3.2.2019 - 7.2.2019 kdy byly zaznamenány veškeré odpovědi v dotazníku.

Přesná struktura s otázkami, která byla položena učitelům SME, je uvedena v příloze B. Jednotlivé výsledky tohoto šetření jsou uvedeny tamtéž. Z provedeného kvalitativního šetření vyplývá, že nejvíce využívaná učebnice na dnešních středních odborných školách stavebních je učebnice *Jiří Dvořák - Stavební mechanika pro 2. a 3. ročník SPŠ stavebních.*

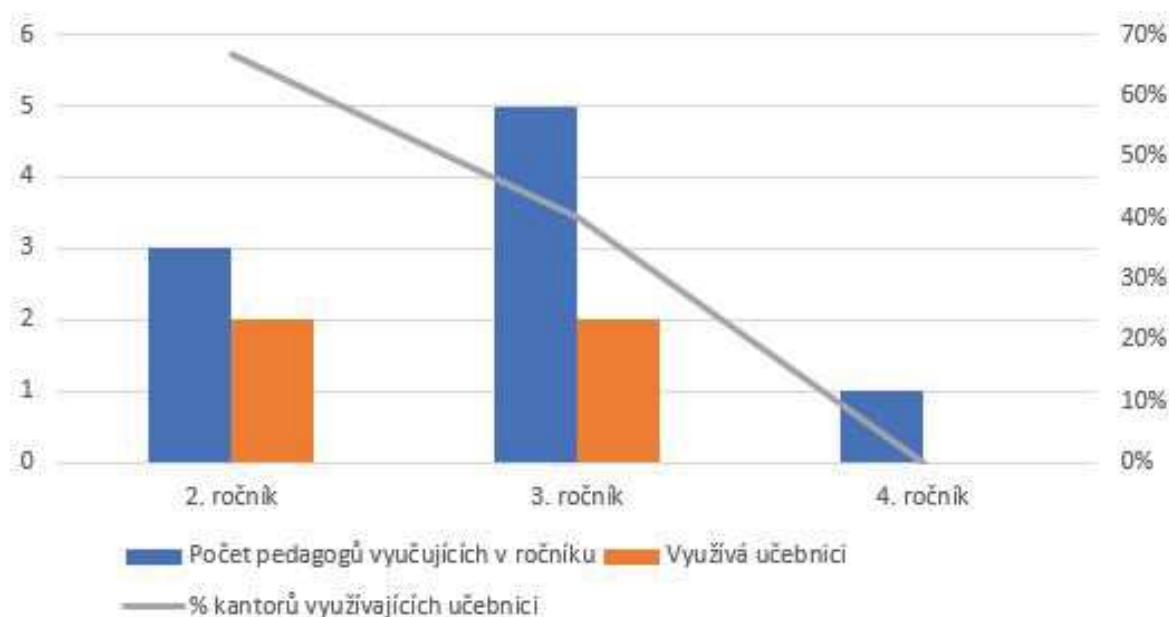
Učebnice pokrývá jak teoretickou část stavební mechaniky, tak i část praktickou. Praktické části je věnováno posledních přibližně 30 stránek této učebnice. Zároveň s touto učebnicí učitelé SME používají i vlastní připravené příklady a vlastní teoretickou přípravu. Samotná učebnice je používána přibližně 50% učitelů a slouží pouze jako doplňková literatura. Někteří z učitelů učebnici používají pouze příležitostně, někteří již učebnici přestali ve výuce zcela používat. Z obr.2 na straně 8 je zřejmé, že čím déle učitel vyučuje předmět stavební mechaniky, tím spíše inklinuje k používání vlastních příkladů než-li k používání učebnice sestavené někým jiným. Po provedeném kvalitativním dotazníkovém šetření lze s jistotou konstatovat, že pouze přibližně 50% učitelů využívá učebnici stavební mechaniky k výuce.



Obrázek 2: Používání učebnice ve výuce dle odučených let

Zajímavým výsledkem výzkumu je zároveň fakt, že učebnice se více využívá v nižších ročnících. Nejvíce se stavební mechanika učí ve 3. ročníku střední školy. V tomto ročníku využívá učebnici k výkladu přibližně 40% učitelů. Ovšem ve druhém ročníku, kdy se žáci dostávají do kontaktu se stavební mechanikou poprvé na střední škole, je učebnice používána přibližně 67% učitelů! Ve 4. ročníku je používání učebnice učiteli ve zkoumaném vzorku již na 0% používání. Tento jev přisuzuji především změnám v přístupu ve výpočtech stavební mechaniky. Učebnice *"Stavební mechanika pro 2. a 3. ročník SPŠ stavebních"* vydaná v roce 1994 pokrývá látku relevantní pro výuku v těchto letech. Výhoda stavební mechaniky je ta, že podstata výpočtů, přístupu a návrhu se během let nemění. Bohužel co se v letech mění jsou normy, vzorce pro výpočet stavebních konstrukcí, označení koeficientů, detailní výpočty speciálních i nespeciálních koeficientů v závislosti na nejnovějších výzkumech apod. I z tohoto důvodu je jasně vidět, že *úvod do stavební mechaniky* se během let opravdu nemění a používaná učebnice více či méně plní svůj účel - vysvětlit žákům základní informace a přístupy ve výpočtech stavební mechaniky. S přibývajícimi informacemi a dotýkání se větších a větších detailů výpočtů, používání současných norem pro výpočty stavebních

konstrukcí a používáním současných označení a obecně nových přístupů ve výpočtu se učebnice čím dál tím méně stává použitelnou a ve 4. ročníku střední odborné školy stavební v podstatě nepoužitelnou (jak je vidět na obr. 3 na straně 9).



Obrázek 3: Používání učebnice Stavební mechaniky podle vyučovaného ročníku

### Zhodnocení používané učebnice

V kvalitativním dotazníkovém šetření byla použita i metoda baterie otázek pro zhodnocení používané učebnice samotnými učiteli. Výsledek hodnocení je vidět na obr. 4 na straně 9.

Hodnocení používané učebnice	Určitě ne	Spíše ne	nevím	Spíše ano	Určitě ano
Učebnice pokrývá kompletní látku stavební mechaniky pro střední školy			1	2	
Příklady v učebnici jsou logicky strukturované			1	2	
Jednotlivé příklady jsou pochopitelně vysvětleny a žáci příkladům velmi dobře rozumí			3		
Žáci se při výpočtech jednotlivých příkladů často ptají na detaily výpočtu		2	1		
Jednotlivé příklady žákům poskytují obraz reálného výpočtu v praxi			1	2	
Žáci si učebnici sami pořizují na domácí procvičování	1	1	1		

Obrázek 4: Hodnocení učebnice Stavební mechaniky samotnými učiteli

Z uvedeného vyplývá, že učebnice je svým způsobem vhodná pro samotné učitele v některých případech. Učebnice se jeví jako logicky strukturovaná a pokrývající kompletní látku stavební mechaniky pro střední školy. Důvodem, proč žádný učitel ani jednou nehodnotil tyto 2 první faktory odpovědí určitě ano je především slabá zpětná vazba od samotných žáků a tedy hodnocení opravdu pouze subjektivně samotnými učiteli. Dalším důvodem může být

právě neaktuálnost samotné učebnice vzhledem k současným trendům stavební mechaniky v praxi. Toto tvrzení dokládají i odpovědi na otázku "Jednotlivé příklady žákům poskytují obraz reálného výpočtu v praxi", kde se odpovědi přiklánějí spíše do negativní roviny. Z celého dotazníku je zároveň jasně vidět slabá zpětná vazba od nejdůležitějších osob v používání této učebnice - samotní žáci. Učebnice by měla být především sestavena pro žáky tak, aby jim dávala co největší smysl a poskytovala i dostatečnou motivaci ke studiu stavební mechaniky.

Pokud bychom učebnici chtěli hodnotit odborným přístupem, rozhodně by na to nestačila pouze tato práce. Proto mým doporučením pro další zkoumání může být např. zhodnocení této učebnice dle dostupných odborných zdrojů. Ovšem i v této práci dojde alespoň k hrubému hodnocení dle odborné literatury, konkrétně dle Maňák<sup>5</sup>. Pro rychlé hodnocení použiji upravenou tabulku uvedenou na straně 35-38 - *Návrh seznamu hodnotících kritérií pro učebnice ZŠ a SŠ*. Hodnocení konkrétní učebnice je provedeno tabulky 2 a dle tabulky 3.

KRITÉRIA		BODY			
I.	KATEGORIE: Přehlednost	Max. 12			
		ano	částečně	ne	hodnocení
1.	Má učebnice přehlednou strukturu?	6	3	0	3
2.	Je vnitřní struktura textů v učebnici přehledná?	6	3	0	3
II.	KATEGORIE: Přiměřená obtížnost a rozsah učiva	Max. 12			
		ano	částečně	ne	hodnocení
1.	Jsou zadání úloh a cvičení formulace otázek v učebnici jasné a srozumitelné?	5	2,5	0	5
2.	Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?	4	2	0	2
3.	Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?	3	1,5	0	1,5
III.	KATEGORIE: Odborná správnost	Max. 12			
		ano	x	ne	hodnocení

<sup>5</sup>MAŇÁK, Josef a Petr KNECHT, ed. Hodnocení učebnic. Brno: Paido, 2007. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-80-7315-148-5.

1.	Obsahuje učivo v učebnici odborně správné poznatky?	6	x	0	6
2.	Odpovídají poznatky v učebnici současnému stavu vědy, kultury a společenské praxe?	6	x	0	0
IV. KATEGORIE: Motivační charakteristiky					
		Max. 10			
		ano	částečně	ne	hodnocení
1.	Je učivo v učebnici vztažené k praxi?	4	2	0	1
2.	Jsou výběr učiva v učebnici a úlohy a otázky pro žáky zajímavé?	3	1,5	0	1,5
3.	Jsou v učebnici užívány grafické prostředky k řízení pozornosti?	3	1,5	0	3
V. KATEGORIE: Řízení učení					
		Max. 10			
		ano	částečně	ne	hodnocení
1.	Vyžadují úlohy také řešení problémů, objevování, tvořivou činnost apod.?	3	1,5	0	3
2.	Vedou texty v učebnici k uvažování, kritickému myšlení, hodnocení, apod.?	3	1,5	0	1,5
3.	Poskytuje učebnice dostatek možností k procvičování, upevňování a opakování učiva?	2	1	0	0
4.	Obsahují texty a úlohy podněty k samostatné práci a skupinové činnosti žáků?	2	1	0	0
VI. KATEGORIE: Obrazový materiál					
		Max. 10			
		ano	částečně	ne	hodnocení
1.	Jsou ilustrace, tabulky, schémata, mapky a grafy v učebnici jasné a smysluplné?	4	2	0	4
2.	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu?	3	1,5	0	3

3.	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který je pro žáky přitažlivý?	3	1,5	0	1,5
VII. KATEGORIE: Shoda s kurikulárními dokumenty					
		Max. 18			
		ano	částečně	ne	hodnocení
1.	Je výběr učiva v učebnici v souladu s kurikulárními dokumenty?	5	2,5	0	nehodnoceno
2.	Jsou cíle výuky v zásadě dosažitelné prostřednictvím studia textů a vypracování učebních úloh prezentovaných v učebnici?	3	1,5	0	nehodnoceno
VIII. KATEGORIE: Cena					
		Max. 8			
		ano	částečně	ne	hodnocení
1.	Je cena učebnice přiměřená?	5	2,5	0	nehodnoceno
2.	Je cena doplňkových materiálů k učebnici dostupná?	3	1,5	0	nehodnoceno
IX. KATEGORIE: Ergonomické a typografické vlastnosti					
		Max. 8			
		ano	částečně	ne	hodnocení
1.	Jsou druh a velikost písma v učebnici přiměřené	5	2,5	0	2
2.	Je vazba učebnice trvalá a odolná a papír kvalitní?	3	1,5	0	2
X. KATEGORIE: Doplnkové texty a materiály					
		Max. 6			
		ano	x	ne	hodnocení
1.	Jsou k dispozici doplňující didaktické prostředky vztahující se k učebnici?	2		0	0
2.	Vydalo nakladatelství také pracovní sešit pro žáky k dané učebnici?	2		0	0
3.	Je k dispozici příručka pro učitele k dané učebnici?	2		0	0

XI.	KATEGORIE: Diferenciace úloh a učiva	Max. 6			
		ano	částečně	ne	hodnocení
1.	Obsahuje učebnice rozšiřující učivo a úlohy pro nadané žáky?	3	1,5	0	1,5
2.	Obsahuje učebnice odlišné úlohy z hlediska obtížnosti?	3	1,5	0	1,5
XII.	KATEGORIE: hodnoty a postoje	Max. 6			
		ano	částečně	ne	hodnocení
1.	Obsahuje učebnice odkazy na společenská pravidla, mravní normy?	3	1,5	0	nehodnoceno
2.	Prezentuje učebnice menšiny, rasy, náboženské skupiny, národnosti a pohlaví bez stereotypů a předsudků?	3	1,5	0	nehodnoceno
XIII.	KATEGORIE: Zpracování učiva	Max. 4			
		ano	částečně	ne	hodnocení
1.	Je odborný obsah v učebnici prezentován také ve vztahu k jiným oborům?	1	0,5	0	1
2.	Je učivo v učebnici soustředěné kolem několika základních témat?	1	0,5	0	1
3.	Jsou některé poznatky v učebnici prezentované z několika úhlu pohledů?	1	0,5	0	1
4.	Je v učebnici vysvětleno, proč je nutné se učit určité poznatky a dovednosti?	1	0,5	0	0,5

Tabulka 2: Hodnocení učebnice Stavební mechanika dle Maňák, str. 35



KRITÉRIA		BODY		
		Maximum	Doporučené minimum	Hodnocení
I.	KATEGORIE: Přehlednost	12	12	6
II.	KATEGORIE: Přiměřená obtížnost a rozsah učiva	12	12	8,5
III.	KATEGORIE: Odborná správnost	12	12	6
IV.	KATEGORIE: Motivační charakteristiky	10	5	5,5
V.	KATEGORIE: Řízení učení	10	5	4,5
VI.	KATEGORIE: Obrazový materiál	10	5	8,5
VII.	KATEGORIE: Shoda s kurikulárními dokumenty	(8)	(4)	nehodnoceno
VIII.	KATEGORIE: Cena	(8)	(4)	nehodnoceno
IX.	KATEGORIE: Ergonomické a typografické vlastnosti	8	4	4
X.	KATEGORIE: Doplnkové texty a materiály	6	3	0
XI.	KATEGORIE: Diferenciace úloh a učiva	6	3	3
XII.	KATEGORIE: hodnoty a postoje	(6)	(3)	nehodnoceno
XIII.	KATEGORIE: Zpracování učiva	4	-	3,5
<b>celkem (bez nehodnocených otázek)</b>		<b>90</b>	<b>61</b>	<b>49,5</b>

Tabulka 3: Vyhodnocení učebnice Stavební mechanika dle Maňák, str. 38

Z výše uvedených skutečností lze po prvotních zkoumáních konstatovat, že uvedená učebnice<sup>6</sup> nesplňuje kritéria pro kvalitní učebnici, která by měla být v dnešní době na středních odborných školách stavebních používána jak učiteli, tak žáky. Zároveň se dá říci, že tuto skutečnost již kantoři objevili a od učebnice se odklánějí a hodiny připravují dle vlastních invencí a současných trendů.

Zajímavé je ovšem i to, že na středních školách je využívána pouze jedna učebnice. Pravdou je, že v současné době není jednoduše k dostání žádná jiná. Zároveň tato v sou-

<sup>6</sup>MAŇÁK, Josef a Petr KNECHT, ed. Hodnocení učebnic. Brno: Paido, 2007. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-80-7315-148-5.

časnosti nejvíce používaná učebnice pokrývá veškerou látku nutnou k výuce stavební mechaniky. Při hlubším zkoumání současných možností je vhodné zmínit ještě Sbíрку úloh ze stavební mechaniky od Bratislava Jukla<sup>7</sup>. Tato sbírka úloh pokrývá dostatečně možnosti samostatné přípravy žáků. Jednotlivé kapitoly obsahují vysvětlení výpočtu uvedených příkladů. Jediné, co učebnice postrádá je aktuálnost propojení se stavební praxí, kdy se především odvolává na již neplatné a nahrazené normy. Dále postrádá kvalitní grafickou úpravu a tedy z hlediska motivovanosti žáků nepřináší žádné velké odlišení se od učebnice Stavební mechaniky J. Dvořáka<sup>8</sup>. Při použití odborného přístupu k hodnocení pomocí tabulky dle Maňák<sup>9</sup> dospějeme k výsledkům uvedených v tabulce 4 na straně 16.

Tímto ovšem výčet učebnic či sbírek příkladů pro stavení mechaniku ve formě publikace končí. Ovšem při hledání jiných zdrojů na internetu můžeme nalézt velké množství dalších podpůrných materiálů. Za všechny bych zmínil jeden materiál, který mi svým zpracováním přijde nejvíce použitelný. Tím je cvičebnice stavební mechaniky od Ing. Karly Labudové<sup>10</sup>. Cvičebnice je publikována na webových stránkách střední odborné školy stavební Opava. Sbíрка úloh je koncipována jako publikace určená k procvičování již nabytých znalostí. Je vhodně členěná a hojně využívá grafické vyjádření příkladů. Bohužel pokrývá pouze látku pro 2. ročník. Nezabývá se tedy dalšími příklady k procvičování v navazujícím 3. ročníku. Zároveň zde v jakékoliv míře postrádám vhodné propojení s praxí. V tomto případě sbírka úloh opravdu slouží pouze k procvičování nabytých znalostí ovšem bez známky silnější motivace žáků pro předmět stavební mechaniky.

---

<sup>7</sup>JUKL, Bratislav. Sbíрка úloh ze stavební mechaniky, Praha: SNTL, 1991

<sup>8</sup>Stavební mechanika pro 2. a 3. ročník SPŠ stavebních, DVOŘÁK, Jiří, Praha 1994

<sup>9</sup>MAŇÁK, Josef a Petr KNECHT, ed. Hodnocení učebnic. Brno: Paido, 2007. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-80-7315-148-5.

<sup>10</sup>[http : //dk.spsopava.cz : 8080/docs/pdf/stav\\_mechanika/cvicebnice\\_sme.pdf](http://dk.spsopava.cz:8080/docs/pdf/stav_mechanika/cvicebnice_sme.pdf)

KRITÉRIA		BODY		
		Maximum	Doporučené minimum	Hodnocení
I.	KATEGORIE: Přehlednost	12	12	6
II.	KATEGORIE: Přiměřená obtížnost a rozsah učiva	12	12	6,5
III.	KATEGORIE: Odborná správnost	12	12	5
IV.	KATEGORIE: Motivační charakteristiky	10	4	5,5
V.	KATEGORIE: Řízení učení	10	5	5
VI.	KATEGORIE: Obrazový materiál	10	5	7,5
VII.	KATEGORIE: Shoda s kurikulárními dokumenty	(8)	(4)	nehodnoceno
VIII.	KATEGORIE: Cena	(8)	(4)	nehodnoceno
IX.	KATEGORIE: Ergonomické a typografické vlastnosti	8	4	6,5
X.	KATEGORIE: Doplnkové texty a materiály	6	3	0
XI.	KATEGORIE: Diferenciace úloh a učiva	6	3	4
XII.	KATEGORIE: hodnoty a postoje	(6)	(3)	nehodnoceno
XIII.	KATEGORIE: Zpracování učiva	4	-	2
<b>celkem (bez nehodnocených otázek)</b>		<b>90</b>	<b>61</b>	<b>46,5</b>

Tabulka 4: Vyhodnocení sbírky úloh ze stavební mechaniky dle Maňák, str. 38

## 2.2 Teoretický základ pro tvorbu učebnice

Cílem této práce není vytvoření učebnice suplující kompletní látku stavební mechaniky na střední škole. Tato práce se zabývá pouze vytvořením ukázkové části sbírky úloh pro předmět stavební mechaniky podporujícího jak učitele stavební mechaniky při přípravě a vedení hodin, tak samotné žáky v jejich domácí přípravě.

Důležité je zde tedy zmínit především rozdíl mezi učebnicí a sbírkou úloh pro konkrétní předmět. Učebnice jako taková pokrývá studovanou látku předmětu z hlediska teoretického. Resp. jako taková obsahuje jak teoretický základ předmětu, tak může obsahovat i praktické části. Těmito praktickými částmi myslím především možnost procvičení nabytých znalostí v rámci učebnice samotné. Hlavním nosným prvkem učebnice tedy zůstává teoretický základ či teoreticky laděná publikace sloužící jako podpůrný předmět pro samotné studium. Oproti tomu sbírka úloh (v jisté literatuře se lze setkat i s termínem pracovní sešit) pokrývá praktické potřeby studovaného předmětu. Sbírkou úloh často slouží jako doplněk učebnice jako takové a poskytuje často širší záběr příkladů a více možností k procvičování teoreticky nabytých znalostí.

Tvorba učebnice či sbírky úloh není práce na několik měsíců, ale spíše se jedná o komplexní práci a výzkum na několik let. To vyplývá především z nutnosti specifikovat potřeby pro tvorbu učebnice jako takové, její zařazení do současného kurikula a především specifikace žáků, pro které je učebnice určena. Při tvorbě sbírky úloh lze některé tyto aspekty pominout, neboť by již měli být součástí učebnice jako takové. Sbírkou úloh zde tedy slouží opravdu jako podpůrný materiál k učebnici. Ovšem i přes tento fakt je potřeba sbírce úloh věnovat dostatečnou pozornost pro zamezení ztráty motivace žáků k předmětu a vyvarování se zmatení žáků během procvičování (např. špatně zadané příklady bez motivační složky, špatné výsledky příkladů, nepropojení příkladů s praxí).

Tvorba učebnice jako takové by měla sledovat pár základních pravidel pro dodržení kvality učebnice. Učebnice jako taková má být:

- součástí současného kurikula
- přiměřená věku dítěte
- psána spisovně a srozumitelně
- logicky strukturovaná
- motivuje žáky ke studiu předmětu

K dalším předpokladům kvalitně zpracované učebnice patří další důležité aspekty. Tyto aspekty pomáhají dotvářet kulturu samotné učebnice tak, aby byla použitelná v současném i budoucím školství. Jsou to především:<sup>11</sup>

- Výrazné členění textu
- Výrazná a jednotná grafická úprava

<sup>11</sup>MARTINKOVÁ, Věra, PhDr., CSc., a VÁŇOVÁ, Miroslava, PhDr., CSc. Grantový úkol: Tvorba učebnic - Vstupní výzkumná zpráva. Praha 1992

- Využití obrazových a ilustračních materiálů
- Využití schémat, tabulek, přehledů, grafů, apod.
- Zařazení badatelských a problémových témat
- Hojnost a vhodná formulace otázek, úkolů a cvičení
- Humor

Tyto kritéria kvalitní učebnice jsou v souladu s uváděným výzkumem aktuálně používané učebnice Stavební mechaniky na středních školách a ve velké většině bodů lze nalézt shodu. Z hlediska tvorby sbírky příkladů lze některé s bodů částečně vynechat, neboť sbírka příkladů není svým pojetím standardní učebnicí. Z tohoto hlediska bude pozornost věnována především několika kritickým kritériím při samotné tvorbě sbírky příkladů. Těmito kritérii jsou:

- Učebnice bude mít jasnou a přehlednou strukturu
- Zadání úloh bude jasné a srozumitelné
- Příklady v učebnici budou sledovat současné trendy praxe
- V učebnici budou vhodně používány grafické prostředky pro řízení pozornosti
- Učebnice bude podporovat kritické myšlení a řešení problémů
- Učebnice bude podporovat samostatnou práci žáků
- V učebnici budou vytvořeny úlohy pro nadané žáky i pro žáky se specifickými poruchami učení

Praktickou částí této práce je vytvoření části sbírky úloh stavební mechaniky pro střední odborné školy stavební. Práce si za cíl nedává vytvořit kompletní sbírku úloh zahrnující veškerý studijní materiál. Praktická část bakalářské práce ukazuje směr tvorby sbírky úloh. Tento směr bude využitelný nejen v předmětu stavební mechaniky, ale i v předmětech ostatních.

Sbírka úloh bude mít jako taková důraz na motivační úlohy pro žáky středních odborných škol stavebních a zároveň bude sloužit jako podpůrný prostředek přípravy vyučovací hodiny pro učitele stavební mechaniky na středních odborných školách stavebních. Motivační část bude vytvořena především díky bodům již zmíněným výše. Z těchto bych pro použití ve sbírce příkladů zmínil především tyto jako vhodné pro tvorbu motivačního prvku sbírky úloh:

- použití obrazových a ilustračních materiálů
- zařazení angažovaných textů
- vhodná formulace příkladů
- propojitelnost s praxí

Dle kvantitativního výzkumu provedeného na středních školách uvedených v tabulce 1 na straně 5 bude tato učebnice velmi vítaným pomocníkem pro většinu učitelů středních škol, kteří se zúčastnili hodnocení.

### 2.2.1 Zařazení učebnice do současného kurikula

Současný legislativní přístup k tvorbě Školních vzdělávacích programů (dále jen ŠVP) je nakloněn individuální tvorbě těchto dokumentů. Základními dokumenty i nadále zůstávají Rámcové vzdělávací programy (dále jen RVP). Tyto dokumenty určují obecně závazné požadavky na vzdělávání pro jednotlivé stupně a obory vzdělávání. V současné době RVP nepředepisují konkrétní oblasti studia, ale určují, jaké studijní cíle musí být během studia naplněny. To v jednoduchosti znamená čemu by se měli žáci na školách věnovat a především jaké výsledky v konkrétním oboru a ročníku by měli dosahovat. ŠVP jsou sestaveny na základě RVP každou školou individuálně. Díky tomu je možné, aby si škola samotná nastavila pravidla a postupy výuky, nastavila témata jednotlivých hodin apod. Díky tomuto dosahujeme ve školství větší míry svobody přípravy výuky a zdravému experimentování ve výuce. Nalézáme tak možné jiné cesty výuky oproti tradičním, které jsou i tak nadále v souladu s RVP a tedy nedochází k velkým výchytkám ve znalostech a dovednostech žáků.

Při přípravě učebnice či sbírky úloh je vždy potřeba se zaměřit na konkrétní vzdělávací programy. Vzhledem k zaměření na stavební praxi bude učebnice vhodně přizpůsobená právě stavebním oborům na středních odborných školách. Z hlediska současného stavu RVP dojde k zařazení učebnice na studijní obory kategorie M - především konkrétně pro obor 36-47-M/01 - Stavebnictví.

Z hlediska naplnění RVP se učebnice zaměřuje především na tyto oblasti:

#### **Odborné kompetence**

- Navrhovat jednoduché stavby a příslušné části staveb včetně dodatečných stavebních úprav
- Vypracovávat projektovou dokumentaci
- Zajišťovat výrobu stavebních materiálů a výrobků a jejich odbyt

Z hlediska zařazení sbírky úloh do oblasti vzdělávání uvedených v rámcovém vzdělávacím programu Stavebnictví je uvažováno především s rozvíjením znalostí v těchto oblastech:

#### **Vzdělávání v informačních a komunikačních technologiích**

kde bude sbírka úloh v pokročilejším stádiu procvičování používat k výpočtům jednoduché výpočetní softwary, které budou sloužit především jako podpora výuky a náhled do možností, které nám poskytují výkonné výpočetní technologie ve stavebnictví.

#### **Technická a technologická příprava**

kde bude doplňovat výuku v oblastech:

- Stavba a její části
- Stavební materiály a jejich technologie
- **Statika konstrukčních prvků** - pro tuto oblast je sbírka úloh primárně určena
- **Navrhování prvků stavebních konstrukcí a jejich technologie** - pro tuto oblast je sbírka

úloh primárně určena

Z hlediska přímého zařazení sbírky úloh do výuky je nadále nutné analyzovat přímé použití v konkrétním vyučovaném předmětu. Vzhledem k možnosti sestavování Školních Vzdělávacích programů individuálně každou školou není možné analyzovat veškeré ŠVP každé jednotlivé střední odborné školy stavební. Pro zjednodušení je zvolena SPŠ stavební Brno<sup>12</sup>. Škola má nadále rozdělen obor Stavebnictví na několik samostatných zaměření:

- pozemní stavby
- rekonstrukce staveb a architektura
- inženýrské stavby - dopravní stavby
- inženýrské stavby - vodohospodářské stavby

Po prostudování učebních plánů je na první pohled jasné, že předmět stavební mechanika se objevuje ve všech jednotlivých zaměřeních. A to ve druhém ročníku s dotací hodin 2 a ve třetím ročníku s dotací hodin 3.

- Stavební mechanika - v předmětu stavební mechaniky by sbírka úloh měla sloužit jako hlavní podpůrný prostředek výuce či učebnici stavební mechaniky. Sestavení sbírky úloh musí odpovídat učební osnově předmětu. Zároveň by ovšem učebnice měla pokrýt i další oblasti nutné pro návrh konstrukcí z hlediska použití této učebnice na různých školách v různých ŠVP. Dalším aspektem rozšíření učebnice je možnost využití nadanými žáky jak ve výuce tak při samostudiu. Při konkrétním ŠVP školy v Brně je jasné, že učebnice by měla postupovat od jednoduchých silových účinků, přes průřezové charakteristiky a statiku určitých a neurčitých nosníků až po mimostřední tlak a řešení prutových soustav.

Dalšími možnými předměty, kde se samotná sbírka úloh dá využít jako podpůrný materiál k samotné výuce jsou tyto předměty:

- Počítačové technologie - v tomto předmětu lze sbírku úloh využít jako podpůrný materiál pro vzájemné propojení ručních výpočtů s výpočty konstrukcí na počítačích. V samotné učební osnově je zmíněno, že cílem vyučovacího předmětu bude *efektivní využívání prostředků informačních a komunikačních technologií při řešení úloh i při přípravě na vyučování ...* Bohužel v současnosti nemá škola v předmětu zavedenou ani jednu hodinu možnosti seznámení se se softwary určenými na návrh a výpočet stavebních konstrukcí.
- Pozemní stavitelství - v tomto předmětu bude možno využít sbírku úloh k procvičení ve 2. ročníku oborů pozemní stavby a inženýrské stavby. V tomto předmětu se jedná především o roznos zatížení jednotlivých typů konstrukcí do hlavních nosných konstrukcí budovy.

---

<sup>12</sup>Střední průmyslová škola stavební Brno, příspěvková organizace, Kudelova 1855/8, 662 51 Brno, <http://www.spsstavbrno.cz>

- Stavební konstrukce - v tomto předmětu dochází k propojení základních poznatků z předmětů stavební mechanika a pozemní stavitelství do jednoho celku. Již se konkrétně zabývá jednotlivými typy konstrukcí a jejich návrhem. Ve třetím ročníku bude sbírka úloh použitelná okrajově pro zopakování základních výpočtů stavebních konstrukcí a přenos sil.
- Mostní stavby - využitelné jako podpůrný prostředek ve výuce 4. ročníku při návrhu mostních konstrukcí.



## 2.3 Závěr

V současné době je používání učebnice a sbírek příkladů v předmětu stavební mechaniky na středních odborných školách stavebních na pouze slabé úrovni. Z provedených šetření jasně vyplývá, že v současnosti používané učebnice nepokrývají potřeby učitelů stavební mechaniky na středních školách z hlediska aktuálnosti stavebních předpisů, používání aktuálního značení či nedostatečnosti motivačního obsahu samotné učebnice. Často se tak učitelé uchylují k vlastnímu teoretickému výkladu látky a k přípravě vlastních příkladů k procvičování, kterými pokrývají potřeby výuky a vysvětlení látky. V současnosti nejvíce používaná učebnice pro výuku stavební mechaniky na středních odborných školách stavebních (Jiří Dvořák - Stavební mechanika pro 2. a 3. ročník SPŠ stavebních) není dle metodiky hodnocení učebnice vhodná k výuce v současné společnosti. Především se rozchází v tématech PŘEHLEDNOST UČEBNICE, ODBORNÁ SPRÁVNOST, DOPLŇKOVÉ TEXTY A MATERIÁLY. Toto vyhodnocení dle současných hodnotících metod je v celkovém souladu s názorem jednotlivých pedagogů. Další učebnice prakticky využívány nejsou vzhledem k jejich neaktuálnosti. Bakalářská práce předkládá zhodnocení současného stavu používání učebnic a sbírek příkladů stavební mechaniky. Z dostupných zdrojů, informací a metodických příruček je v praktické části uvedena část možné učebnice stavební mechaniky pro střední odborné školy stavební. Především je zde kladen důraz na vysvětlení látky procvičovaných příkladů žákům na prvních 2-3 příkladech a uvedení použití výpočtů v praxi. Pokračováním této bakalářské práce může být např. vytvoření takovéto sbírky do nejmenších detailů, případně dokonalé zhodnocení v současnosti používaných učebnic a pomůcek pro výuku stavební mechaniky na středních odborných školách stavebních v České Republice, případně i v zahraničí.

## Seznam obrázků

1	Dosah oslovení jednotlivých učitelů . . . . .	6
2	Používání učebnice ve výuce dle odučených let . . . . .	8
3	Používání učebnice Stavební mechaniky podle vyučovaného ročníku . . . . .	9
4	Hodnocení učebnice Stavební mechaniky samotnými učiteli . . . . .	9

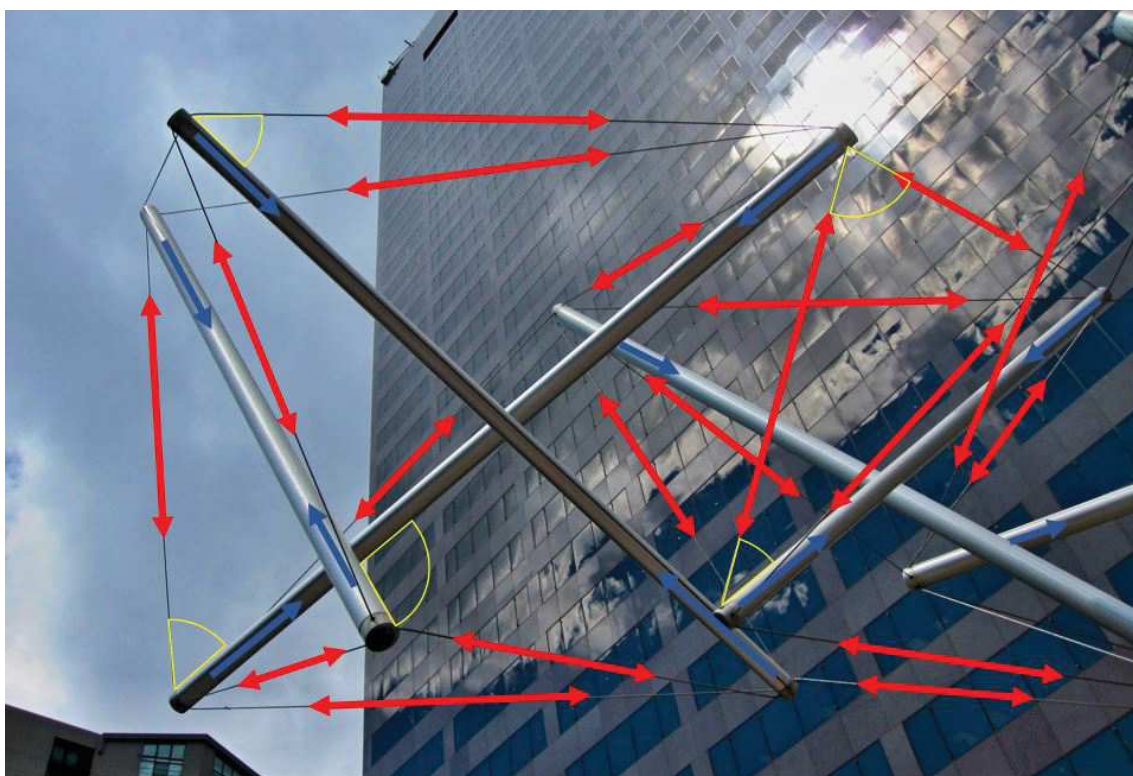
## Seznam tabulek

1	Seznam oslovených středních škol v dotazníkovém šetření . . . . .	5
2	Hodnocení učebnice Stavební mechanika dle Maňák, str. 35 . . . . .	13
3	Vyhodnocení učebnice Stavební mechanika dle Maňák, str. 38 . . . . .	14
4	Vyhodnocení sbírky úloh ze stavební mechaniky dle Maňák, str. 38 . . . . .	16

### 3 Praktická část

# STAVEBNÍ MECHANIKA

Sbírka úloh pro střední školy stavební



2019

Václav Petřík

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>25</b>
<b>2</b>	<b>Základní teorie nutná k výpočtům stavební mechaniky</b>	<b>26</b>
2.1	Síla . . . . .	26
<b>3</b>	<b>Grafické řešení soustavy sil</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>Početní řešení soustavy sil</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>Těžiště ploch a průřezové charakteristiky</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>Ostatní kapitoly</b>	<b>48</b>
6.1	Statika tuhé desky . . . . .	48
6.1.1	Rovnovážný stav . . . . .	48
6.1.2	Statická určitost, neurčitost, pře určitost . . . . .	48
6.1.3	Reakce staticky určitých konstrukcí . . . . .	48
6.2	Přetvoření a vnitřní síly . . . . .	48
6.3	Pevnostní vlastnosti stavebních hmot . . . . .	48
6.4	Míra bezpečnosti a způsob výpočtu stavebních konstrukcí . . . . .	48
6.5	Základní druhy namáhání a jejich kombinace . . . . .	48
6.5.1	Prostý tah a prostý tlak . . . . .	48
6.5.2	Vzpěrný tlak . . . . .	48
6.5.3	Prostý smyk . . . . .	48
6.5.4	Prostý ohyb . . . . .	48
6.5.5	Smyk za ohybu . . . . .	48
6.6	Staticky určité nosníky . . . . .	48
6.6.1	průběhy vnitřních sil a jejich vzájemný vztah . . . . .	48
6.6.2	Deformace nosníku . . . . .	48
6.7	Staticky neurčité nosníky . . . . .	48
6.7.1	Spojité nosník . . . . .	48
6.7.2	Vetknuté nosníky . . . . .	48
6.8	Mimostředný tlak . . . . .	48
6.8.1	Normálové napětí a jádro průřezu . . . . .	48
6.8.2	Napětí v základové spáře . . . . .	48
6.9	Prutové soustavy . . . . .	48
6.9.1	Tvarová a statická určitost prutové soustavy . . . . .	48
6.9.2	Zatížení prutové soustavy a namáhání prutu . . . . .	48
6.9.3	Řešení osových sil prutových soustav . . . . .	48

# 1 Úvod

Otevřeli jste sbírku úloh pro výuku stavební mechaniky na středních odborných školách stavebních. Učebnice by měla sloužit jak žákům k domácímu procvičování úloh ze stavební mechaniky, tak samotným pedagogům jako pomůcka při sestavování úloh do předmětu stavební mechanika. Učebnice si neklade za cíl vysvětlovat teoretickou látku stavební mechaniky, k tomu slouží samotný výklad připravený pedagogem. V každé kapitole naleznete jeden či dva příklady, u kterých bude provedeno řešení. Učebnice je součástí praktické části bakalářské práce *Sbírka motivačních příkladů pro výuku stavební mechaniky* vypracované Ing. Václavem Petříkem, studentem Masarykova ústavu vyšších studií při ČVUT, oboru *Učitelství odborných předmětů*. Učebnice v tomto stádiu slouží pouze jako teoretický návrh, jak by sbírka úloh měla být sestavena, na co by se měla zaměřit apod. Rozhodně si neklade za cíl změnit přístup výuky stavební mechaniky na jednotlivých středních školách. Věřím, že tato sbírka úloh stavební mechaniky přijde všem uživatelům vhod.

## 2 Základní teorie nutná k výpočtům stavební mechaniky

### 2.1 Síla

Síla jako taková je definována z Newtonova pohybového zákona jako

$$F = m \cdot a$$

kde:

- $F$  je síla
- $m$  je hmotnost tělesa
- $a$  je zrychlení

Ve stavební mechanice používáme zrychlení rovné gravitačnímu zrychlení země. Pro Českou republiku je tato hodnota rovna  $a = g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$

Pro zjednodušení výpočtů ve stavební mechanice lze používat hodnota  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$

#### Převody jednotek

Z výše uvedeného vyplývá následující:

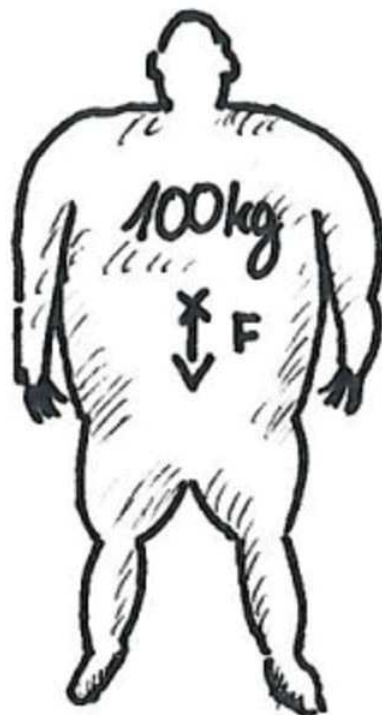
*Těleso o hmotnosti 1 kg působí na stavební konstrukci silou 0,01kN a těleso o hmotnosti 100kg působí na stavební konstrukci silou 1kN*

$$m = 1 \text{ kg: } F = m \cdot g = 1 \cdot 10 = 10 \text{ N} = 0.01 \text{ kN}$$

$$m = 100 \text{ kg: } F = m \cdot g = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ N} = 1 \text{ kN}$$



$$F = 0,01 \text{ kN}$$



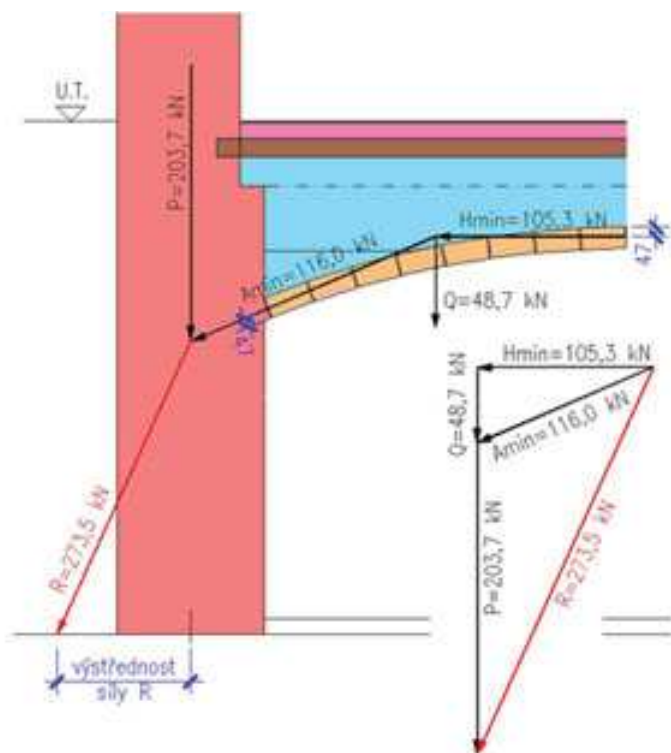
$$F = 1 \text{ kN}$$

Ve stavebních výpočtech uvažujeme nejčastěji výsledky s přesností na dvě desetinná místa. Tedy hmotnost je v rádech kilogramů. Menší hmotnosti jsou v praxi většinou zanedbatelné.

### 3 Grafické řešení soustavy sil

#### Motivace

Grafické řešení soustavy sil je důležitým postupem při návrhu různých, na první pohled složitě vypadajících konstrukcí. Jednou z takovýchto konstrukcí může být např. historická klenba. Návrh klenby může být proveden velmi jednoduše pomocí grafického řešení soustavy sil.



Obrázek 1: Grafické řešení působících vnitřních sil v klenbě (LAVICKÝ, PĚNČÍK)

V dnešní době se setkáváme často s rekonstrukcemi historicky chráněných budov a proto je důležité rozumět starým i současným přístupům v návrhu historických konstrukcí. Zároveň grafický přístup k řešení klenbových konstrukcí nám pomáhá porozumět působení a přenosu tlakové síly v klenbě a vynutí se nechtěným poruchám kleneb způsobených nesprávným návrhem a případným vznikem nechtěných sil (např. ohybových momentů). Grafické řešení lze použít i u dalších konstrukcí, kde je třeba zajistit rozložení či složení sil. Jedná se především o různé příhradové konstrukce, připojení konstrukce do základů pod úhlem apod.





Další varianty využití grafického řešení soustavy sil v praxi

Na následujících stránkách se podrobněji podíváme na postup grafického řešení soustavy složených sil.

### Ukázkový příklad 3.1

Graficky určete výslednici sil  $F_1$  a  $F_2$ , které spolu svírají úhel  $\alpha$

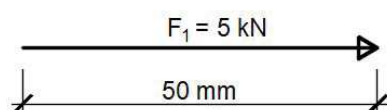
$$F_1 = 5 \text{ kN}$$

$$F_2 = 7 \text{ kN}$$

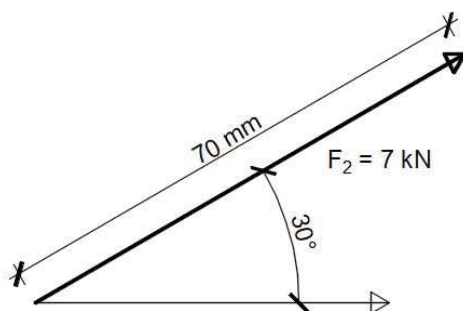
$$\alpha = 30^\circ$$

### Řešení

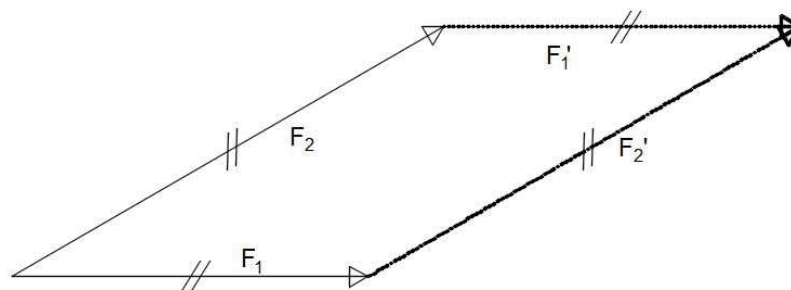
1) Celé řešení začneme narýsováním síly  $F_1$ . Na směru síly nezáleží, ovšem pro zjednodušení řešení doporučujeme začít rýsováním první síly ve vodorovném směru. Délka úsečky, která popisuje sílu  $F_1$  je rovna 5cm (tedy použijeme jednoduchý převod  $5\text{kN} = 5\text{cm}$ ).



2) Dále narýsujeme sílu  $F_2$ , která bude mít počátek ve stejném bodě jako síla  $F_1$ , bude od síly  $F_1$  odkloněna o  $30^\circ$  a bude mít celkovou délku 7cm ( $7\text{kN} = 7\text{cm}$ )

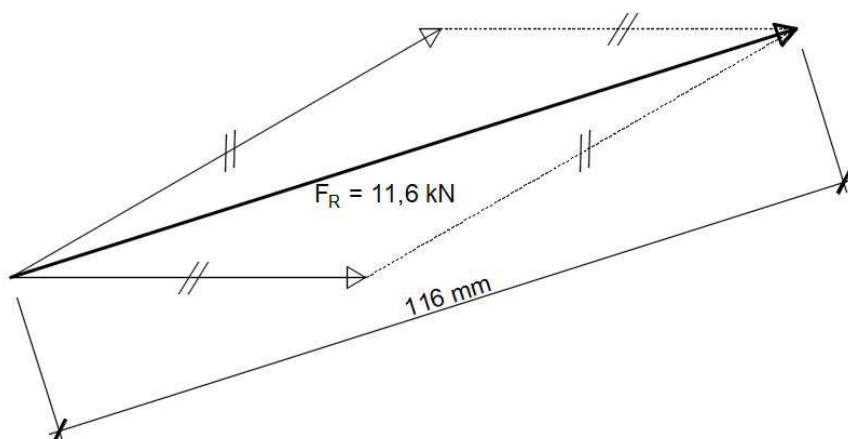


3) V tuto chvíli máme narýsované obě síly ve správných směrech a ve správných délkách. Nyní graficky přeneseme rovnoběžky těchto sil jako je uvedeno na následujícím obrázku. Pro sílu  $F_1$  vytvoříme rovnoběžku s počátečním bodem umístěným na koncovém bodě síly  $F_2$  a to samé i pro sílu  $F_2$ .



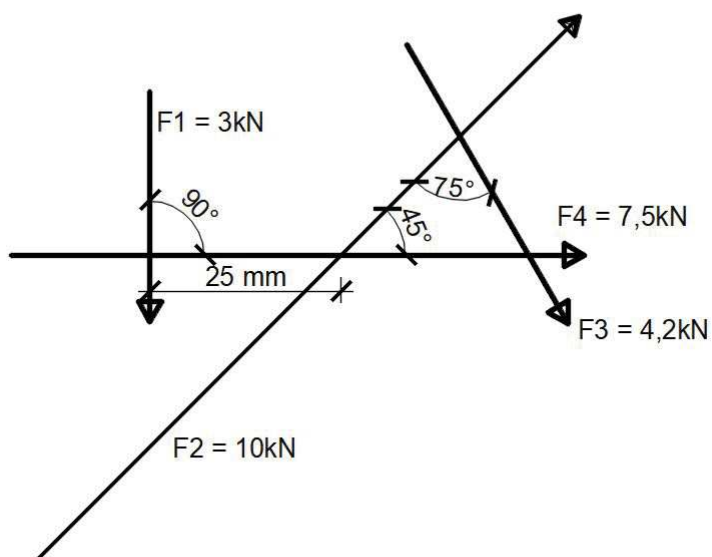
4) V posledním kroku provedeme grafické spojení počátku soustavy sil s narýsovaným průsečíkem nových vodorovných vytvořených sil jako je uvedeno na obrázku níže. Tato úsečka a její sklon určuje výslednici soustavy sil  $F_1$  a  $F_2$ .

*pozn. otočením síly  $F_R$  dostáváme sílu, která původní soustavu sil uvádí do rovnováhy.*



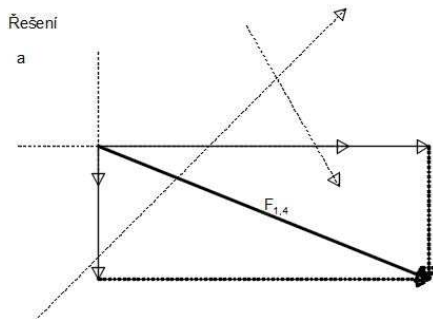
### Ukázkový příklad 3.2

Graficky určete výslednici sil uvedených na obrázku

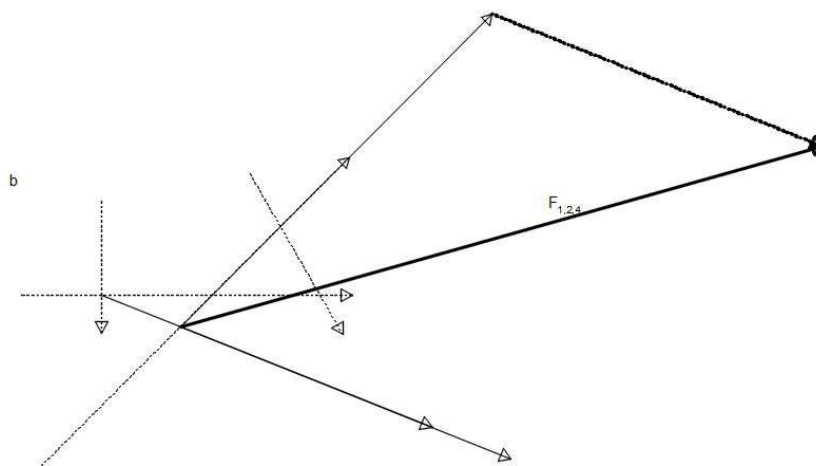


### Řešení

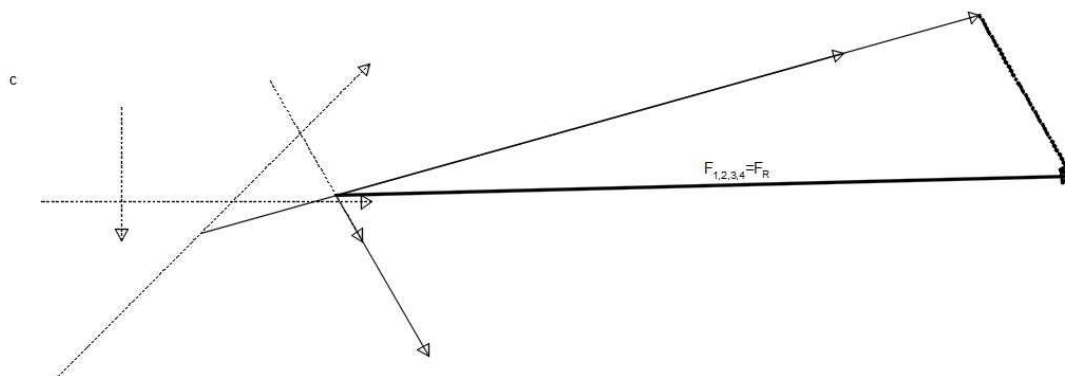
V první řadě si vybereme 2 síly, které složíme dohromady. V našem případě si zvolíme síly  $F_1$  a  $F_4$ . Pro tyto síly použijeme standardní postup grafického řešení dvou sil.



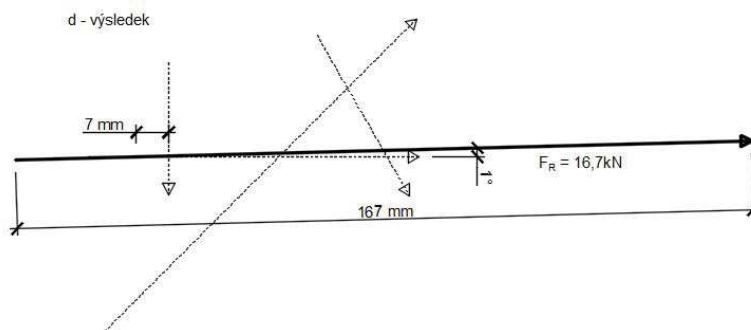
To samé nyní provedeme s novou silou  $F_{1,4}$  a silou  $F_2$



v následujícím kroku nám již zbývají pouze síly  $F_{1,2,4}$  a sílu  $F_3$ . Tyto síly opět graficky vyřešíme dle obrázku níže.



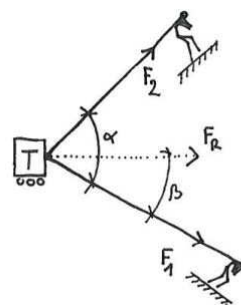
Na závěr je již jen potřeba změřit úhel výsledné síly  $F_R$  a její velikost. Opačné působení síly  $F_R$  by uvedlo celou původní sestavu sil (zadání příkladu) do rovnováhy.



### Příklad 3.1

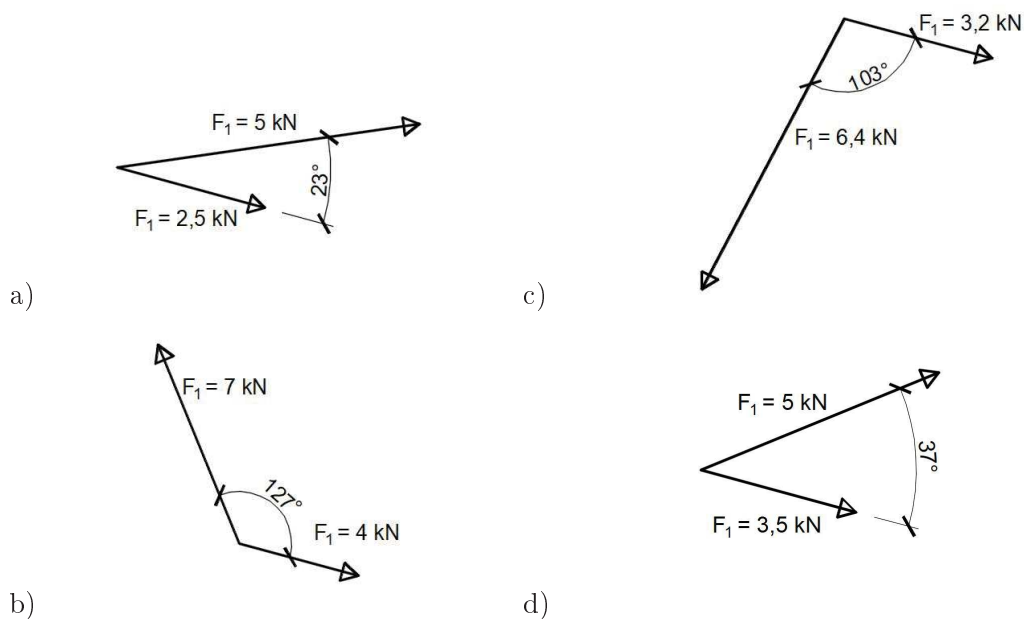
Graficky určete, kterým směrem (úhel  $\beta$ ) se pohybuje těleso T a jaká celková síla ( $F_R$ ) na něj působí:

- |    |               |               |                      |
|----|---------------|---------------|----------------------|
| a) | $F_1 = 5kN$   | $F_2 = 1kN$   | $\alpha = 30^\circ$  |
| b) | $F_1 = 2kN$   | $F_2 = 3kN$   | $\alpha = 15^\circ$  |
| c) | $F_1 = 2,5kN$ | $F_2 = 4kN$   | $\alpha = 90^\circ$  |
| d) | $F_1 = 7kN$   | $F_2 = 7kN$   | $\alpha = 45^\circ$  |
| e) | $F_1 = 3,4kN$ | $F_2 = 6,5kN$ | $\alpha = 65^\circ$  |
| f) | $F_1 = 7,2kN$ | $F_2 = 12kN$  | $\alpha = 105^\circ$ |
| g) | $F_1 = -8kN$  | $F_2 = 12kN$  | $\alpha = 45^\circ$  |



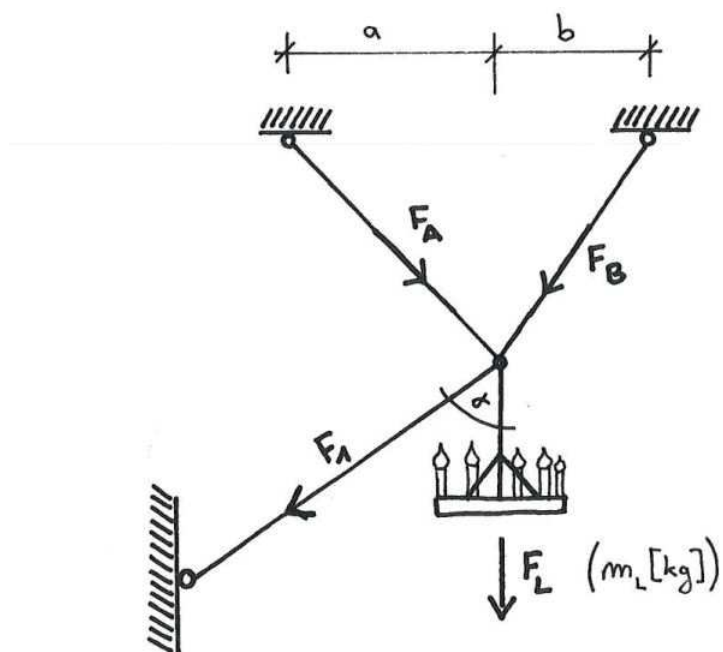
### Příklad 3.2

Graficky určete výslednici sil soustavy sil dle obrázků:



### Příklad 3.3

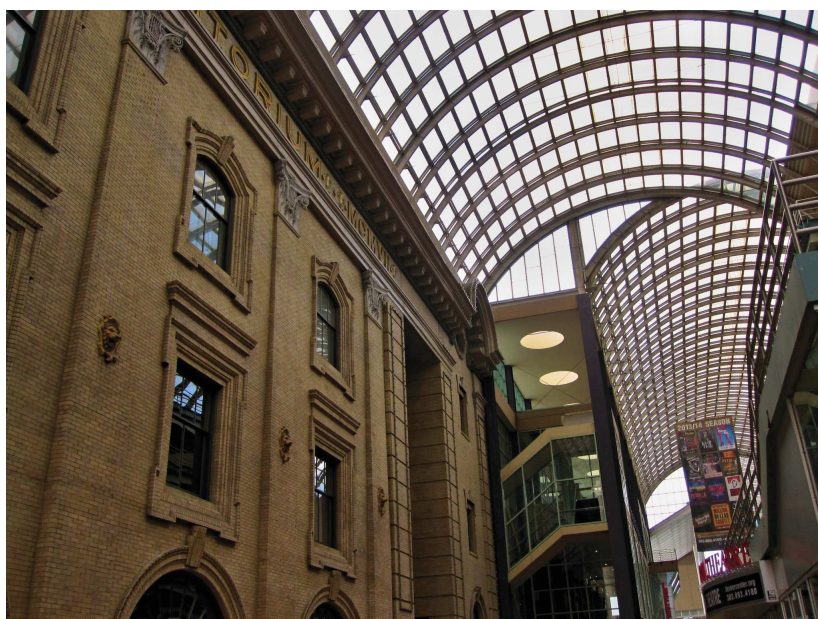
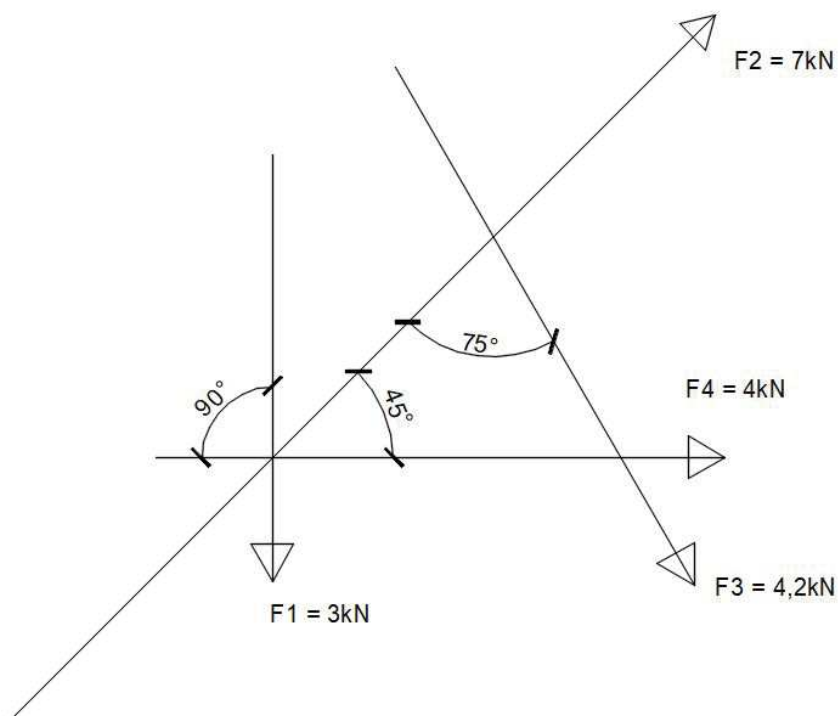
Graficky určete tahové síly  $F_A$  a  $F_B$  působící na kotvy sloužící k upevnění lustru dle obrázku. Nejdříve spočítejte sílu  $F_1$  a poté graficky určete síly  $F_A$  a  $F_B$ .



- |    |                    |                     |                     |                     |
|----|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| a) | $m = 200\text{kg}$ | $a = 1500\text{mm}$ | $b = 1000\text{mm}$ | $\alpha = 30^\circ$ |
| a) | $m = 500\text{kg}$ | $a = 2000\text{mm}$ | $b = 2000\text{mm}$ | $\alpha = 15^\circ$ |
| a) | $m = 150\text{kg}$ | $a = 500\text{mm}$  | $b = 1000\text{mm}$ | $\alpha = 70^\circ$ |
| a) | $m = 750\text{kg}$ | $a = 500\text{mm}$  | $b = 1500\text{mm}$ | $\alpha = 45^\circ$ |
| a) | $m = 200\text{kg}$ | $a = 700\text{mm}$  | $b = 2000\text{mm}$ | $\alpha = 10^\circ$ |
| a) | $m = 350\text{kg}$ | $a = 1000\text{mm}$ | $b = 1500\text{mm}$ | $\alpha = 45^\circ$ |
| a) | $m = 400\text{kg}$ | $a = 700\text{mm}$  | $b = 800\text{mm}$  | $\alpha = 30^\circ$ |

### Příklad 3.4

Uvedenou soustavu sil na obrázku uveďte do rovnováhy - tzn. Navrhněte graficky sílu tak, aby výslednice všech sil byla rovna 0 ( $F_{rovn} = ?$ ).

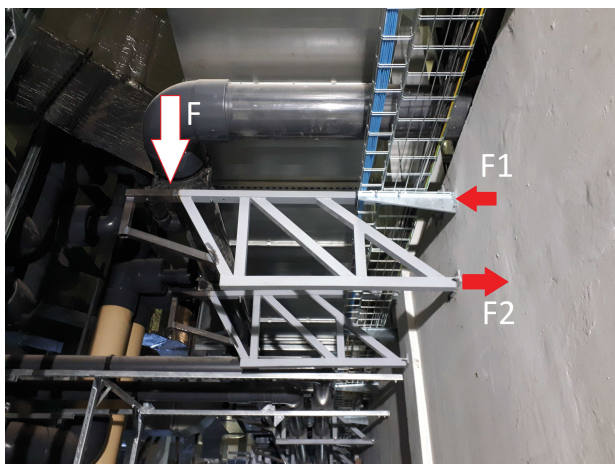




## 4 Početní řešení soustavy sil

### Motivace

Početní řešení soustavy sil je pokročilejší a přesnější metoda oproti grafickému řešení. Početním řešením se dostáváme k přesným výsledkům výslednic soustavy sil a často při jednodušších konstrukcích i k výrazně jednodušším. Při představě grafického řešení reakcí do kotvení příhradové konstrukce uvedené na obrázku je jasné, že by toto řešení zabralo několik desítek minut či více než hodinu za současně vysoké chybovosti výsledků. Při použití početního řešení se k výsledkům dostáváme během několika málo minut.



Početní metoda je dnes využívána i ve výpočtech konstrukcí pomocí jednodušších počítačových softwarů. Díky počítačovému softwaru je možno dosáhnout výsledky mnohem rychleji v řádu několika sekund.

### UPOZORNĚNÍ

Pokud používáme počítačový software, je třeba vždy vědět jaké můžeme očekávat výsledky. V praxi se často stává, že statik konstrukci navrhne bez kritického pohledu na výsledky a tato konstrukce pak je nerealizovatelná či dochází po realizaci k častým poruchám, destrukcím apod. Toto může vést i ke zraněním či ztrátě životů. Počítačový software je pomocník v našich výpočtech, ovšem my jsme ti, co dávájí softwaru povel k výpočtu. Co do softwaru zadáme, to nám také vyjde. Pokud zadáme nesmysl např v konstrukci budovy, vyjdou nám i nesmysl ve výsledcích!

Jednoduché výpočty soustavy sil lze demonstrovat na příkladu výškové budovy. Působení větru jako boční zatížení a samotná tíha budovy jako zatížení svislé. Výslednice sil nám určí, zda v základech bude docházet i k tahu či zda tíha samotné budovy bude větru odolávat. V tomto případě záleží i na tom, zda se výslednice vychyluje z tzv. jádra průřezu - tyto příklady budou zmíněny v kapitole o průřezových charakteristikách a jádru průřezu.



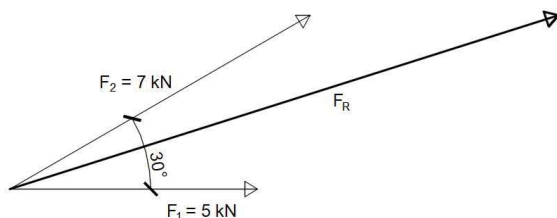
#### Ukázkový příklad 4.1

Výpočtem určete výslednici sil  $F_1$  a  $F_2$ , které spolu svírají úhel  $\alpha$

$$F_1 = 5 \text{ kN}$$

$$F_2 = 7 \text{ kN}$$

$$\alpha = 30^\circ$$



#### Řešení:

Pro velikost výslednice  $F_R$  platí vztah

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha}$$

a pro úhel, který tato síla svírá se silou  $F_1$  se vypočítá pomocí vzorce

$$\sin \alpha_1 = \sin \alpha \frac{F_2}{F_R}$$

Dosazením do obou rovnic dostáváme výsledek:

$$\begin{aligned} F_R &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha} = \\ &= \sqrt{5^2 + 7^2 + 2 \cdot 5 \cdot 7 \cdot \cos 30^\circ} = \\ &= \sqrt{25 + 49 + 60,62} = \\ &= \sqrt{134,62} = \\ &= \underline{\underline{11,6 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin \alpha_1 &= \sin \alpha \frac{F_2}{F_R} = \\ &= \sin 30^\circ \cdot \frac{7}{11,6} = \\ &= 0,5 \cdot 0,603 = \\ &= 0,302 \\ \alpha_1 &\cong \underline{\underline{17,6^\circ}} \end{aligned}$$



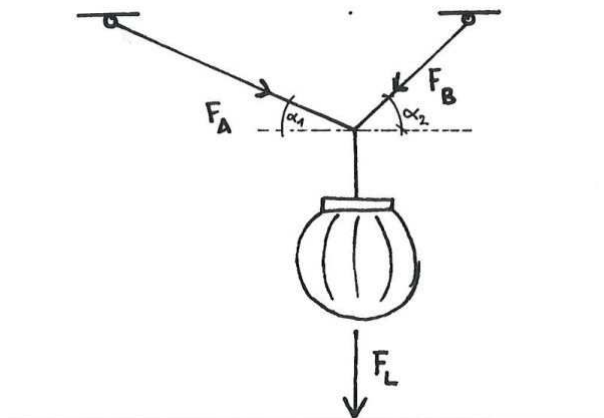
### Ukázkový příklad 4.2

Určete tahové síly  $F_A$  a  $F_B$  působící na kotvy sloužící k upevnění lustru dle obrázku.

$$\alpha_1 = 30^\circ$$

$$\alpha_2 = 45^\circ$$

$$m_L = 500 \text{ kg}$$

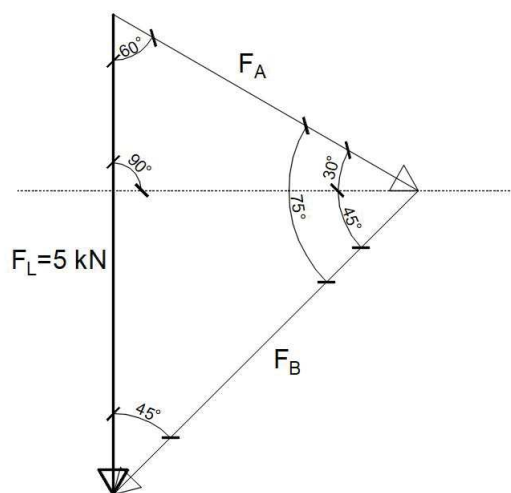


### Řešení:

Nejdříve je nutno vypočítat sílu  $F_L$ , která vzniká od vlastní hmotnosti lustru  $m_L$ .

$$F_L = m_L \cdot g = 500 \cdot 10 = 5000 \text{ N} = 5 \text{ kN}$$

V druhém kroku je třeba dosadit celou rovnici do správné sinové rovnice, ze které nám již vyjde celkový výsledek pro jednotlivé síly:



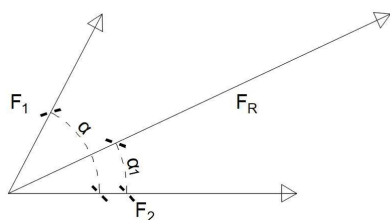
$$\frac{F_L}{\sin 75^\circ} = \frac{F_A}{\sin 45^\circ} = \frac{F_B}{\sin 60^\circ}$$

$$F_A = F_L \cdot \frac{\sin 45^\circ}{\sin 75^\circ} = 5 \cdot \frac{0,707}{0,966} = \underline{\underline{3,66 \text{ kN}}}$$

$$F_B = F_L \cdot \frac{\sin 60^\circ}{\sin 75^\circ} = 5 \cdot \frac{0,866}{0,966} = \underline{\underline{4,48 \text{ kN}}}$$

### Příklad 4.1

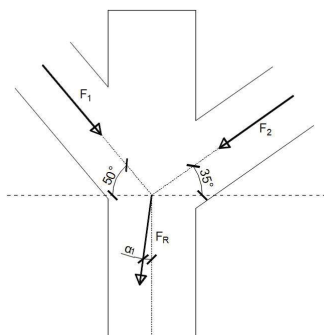
Vypočítejte velikost výsledné síly  $F_R$  a úhel  $\alpha_1$  pro následující příklady:



- a)  $F_1 = 5kN$      $F_2 = 3kN$      $\alpha = 30^\circ$
- a)  $F_1 = 8kN$      $F_2 = 4kN$      $\alpha = 45^\circ$
- a)  $F_1 = 3kN$      $F_2 = 7kN$      $\alpha = 120^\circ$
- a)  $F_1 = 2.6kN$      $F_2 = 4.5kN$      $\alpha = 60^\circ$
- a)  $F_1 = 5.4kN$      $F_2 = 4.2kN$      $\alpha = 30^\circ$
- a)  $F_1 = 8kN$      $F_2 = 7kN$      $\alpha = 75^\circ$
- a)  $F_1 = 3.5kN$      $F_2 = 6.2kN$      $\alpha = 135^\circ$

### Příklad 4.2

Krajní mostní pilíř přenáší zatížení ze dvou mostních nerovnoměrných polí. Zatížení  $F_1 = 85kN$  působí na pilíř pod úhlem  $\alpha_1 = 50^\circ$  a zatížení  $F_2 = 50kN$  působí na pilíř pod úhlem  $\alpha_2 = 35^\circ$ . Určete výslednou sílu  $F_R$  působící na pilíř a pod jakým úhlem  $\alpha_1$  ke vvislici síla působí.

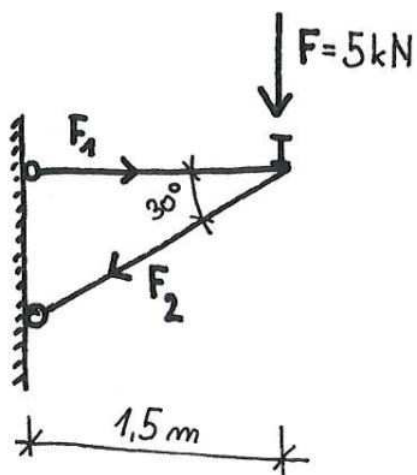


Libeňský most v Praze

(<http://vcpd.cvut.cz/libensky-most/>)

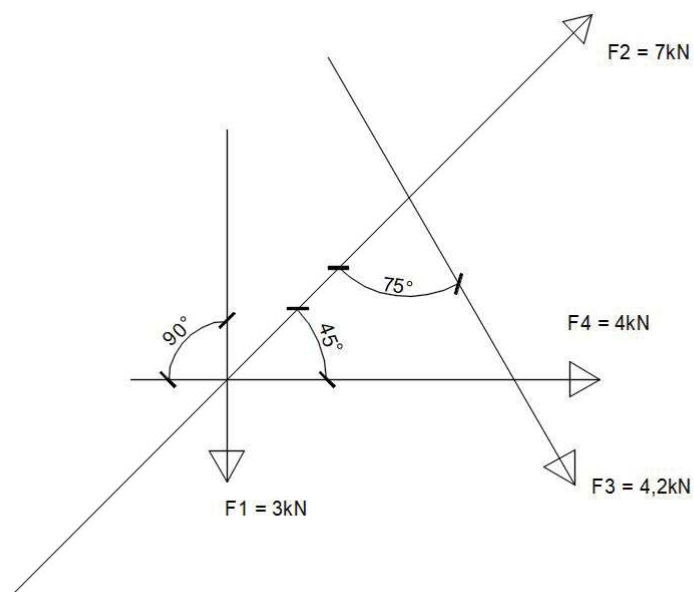
### Příklad 4.3

Konzola se vzpěrou upevněná do svislé stěny pro podporu zastřešení u vstupu do bytového domu je na konci zatížena svislou silou  $F = 5\text{ kN}$ . Vypočítejte síly v konzole  $F_1$  i v šikmé vzpěře  $F_2$ .



### Příklad 4.4

Uvedenou soustavu sil na obrázku uveďte do rovnováhy - tzn. výpočtem určete sílu  $F_{rov}$  tak, aby výslednice všech sil byla rovna 0.  
pozn. Veškeré  $x$ -ové i  $y$ -nové složky sil musí být rovny 0.



### Ukázkový příklad 4.3

Rovinný svazek sil

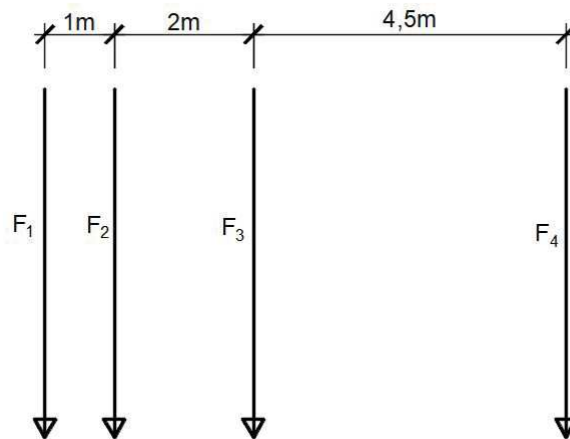
Početně určete výslednici rovinného svazku sil uvedeného na obrázku.

$$F_1 = 5\text{ kN}$$

$$F_2 = 15\text{ kN}$$

$$F_3 = -5\text{ kN}$$

$$F_4 = 7\text{ kN}$$



### Řešení

Velikost výslednice rovnoběžných sil je součet těchto sil.

$$F_R = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = 5 + 15 + (-5) + 7 = 22\text{ kN}$$

Pro výpočet umístění této síly použijeme momentovou podmínku. Celou sestavu uvedeme do rovnovážného stavu - tedy sílu  $F_R$  budeme uvažovat opačného působení. Celá momentová podmínka všech sil vč. výslednice se musí rovnat 0 k určitému bodu.

$$M_R = \sum_{k=1}^n F_k \cdot a_k$$

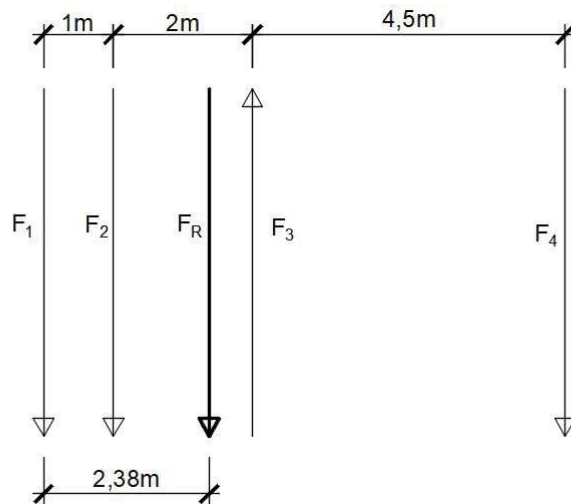
kde  $F_k$  jsou síly  $F_1$  až  $F_R$  a  $a_k$  jsou vzdálenosti jednotlivých sil od určitého bodu. Zvolíme si počáteční bod - výhodné je volit jednu z krajních sil - ideálně levá krajní síla  $F_1$  a od této sestavím podmínku rovnováhy.

$$\begin{aligned} F_1 \cdot a_1 + F_2 \cdot a_2 + F_3 \cdot a_3 + F_4 \cdot a_4 + (-F_R) \cdot a_R &= 0 \\ 5 \cdot 0 + 15 \cdot 1 + (-5) \cdot 3 + 7 \cdot 7,5 + (-22) \cdot a_R &= 0 \\ 0 + 15 - 15 + 52,5 &= 22 \cdot a_R \\ \frac{15 - 15 + 52,5}{22} &= a_R \\ \frac{52,5}{22} &= a_R \\ \underline{\underline{2,38\text{ m}}} &= a_R \end{aligned}$$

### Výsledek

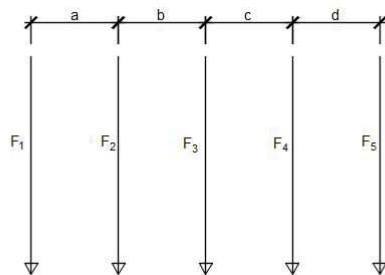
$F_R = 22\text{ kN}$  směrem "dolů"

$a_R = 2,38\text{ m}$  napravo od síly  $F_1$



### Příklad 4.5

Početně určete výslednici směr u zadaných příkladů.



- |    |  |  |   |  |                      |
|----|--|--|---|--|----------------------|
| a) | $F_1 = 5\text{kN}$<br>$a = 1\text{m}$    | $F_2 = 3\text{kN}$<br>$b = 2,5\text{m}$  | $F_3 = -2\text{kN}$<br>$c = 1,5\text{m}$  | $F_4 = 8\text{kN}$<br>$d = 0,5\text{m}$  | $F_5 = 2,5\text{kN}$ |
| b) | $F_1 = 10\text{kN}$<br>$a = 12\text{m}$  | $F_2 = 25\text{kN}$<br>$b = 10\text{m}$  | $F_3 = 30\text{kN}$<br>$c = 5\text{m}$    | $F_4 = 18\text{kN}$<br>$d = 4\text{m}$   | $F_5 = 32\text{kN}$  |
| c) | $F_1 = -8\text{kN}$<br>$a = 7,3\text{m}$ | $F_2 = 5\text{kN}$<br>$b = 5,6\text{m}$  | $F_3 = -2\text{kN}$<br>$c = 3,4\text{m}$  | $F_4 = 13\text{kN}$<br>$d = 2,9\text{m}$ | $F_5 = -20\text{kN}$ |
| d) | $F_1 = 15\text{kN}$<br>$a = 5,5\text{m}$ | $F_2 = -23\text{kN}$<br>$b = 12\text{m}$ | $F_3 = -15\text{kN}$<br>$c = 2,3\text{m}$ | $F_4 = 18\text{kN}$<br>$d = 1,4\text{m}$ | $F_5 = 16\text{kN}$  |
| e) | $F_1 = 45\text{kN}$<br>$a = 10\text{m}$  | $F_2 = 80\text{kN}$<br>$b = 15\text{m}$  | $F_3 = -125\text{kN}$<br>$c = 13\text{m}$ | $F_4 = 64\text{kN}$<br>$d = 8\text{m}$   | $F_5 = 32\text{kN}$  |

## 5 Těžiště ploch a průřezové charakteristiky

### Motivace

Do této chvíle jsme se zabývali působením sil a jejich skládáním. Dále jsme se podívali na jednoduché prutové soustavy, na které působí pouze síly osově - tlakové a tahové. Ovšem konstrukce, na které působí síly ohybové či smykové je třeba řešit komplexněji. Ohýbané konstrukce mohou být např. mostní vodorovné konstrukce, na které působí jak ohybové, tak smykové síly. Na mostní pilíře bude v jednoduché úvaze působit pouze tlaková síla.

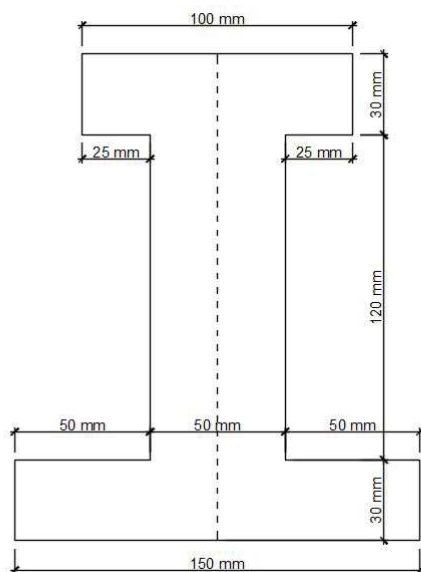


Návrh konstrukcí tak, aby byly schopny přenášet tlakové, tahové, smykové a ohybové síly se řídí především odolností materiálu. Jednoduše se dá říci, že čím odolnější materiál je použit, tím méně je ho potřeba. Dále se dá pracovat s průřezem materiálu - vhodným výpočtem a návrhem správného průřezu můžeme ušetřit velké množství materiálu při použití stejných materiálových vlastností.

Právě pro tento návrh slouží následující kapitola. Pro správný návrh průřezu je ovšem třeba znát, jaké průřezové charakteristiky ovlivňují únosnosti a odolnost průřezu.

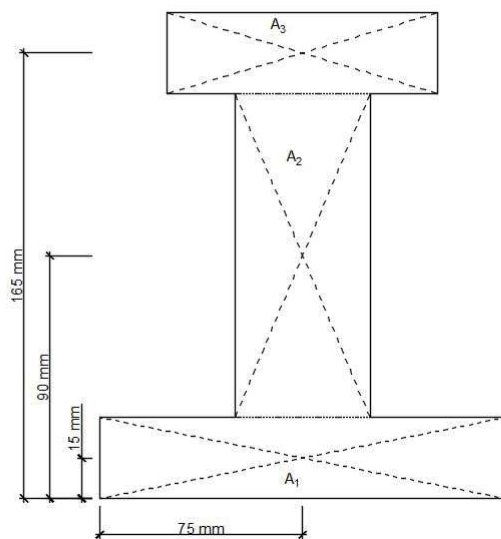
### Ukázkový příklad 5.1

Početně určete těžiště rovinné, osově souměrné, plochy dle obrázku.



### Řešení

Určíme plochy a těžiště základních obrazců - v tomto případě se jedná o obdélníky. Těžiště každého obdélníku je umístěno na průsečíku spojnic vrcholů.



$$A_1 = 150 \cdot 30 = 4500 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 50 \cdot 120 = 6000 \text{ mm}^2$$

$$A_3 = 100 \cdot 30 = 3000 \text{ mm}^2$$

$$x_1 = x_2 = x_3 = 75 \text{ mm}$$

$$z_1 = 15 \text{ mm}$$

$$z_2 = 90 \text{ mm}$$

$$z_3 = 165 \text{ mm}$$

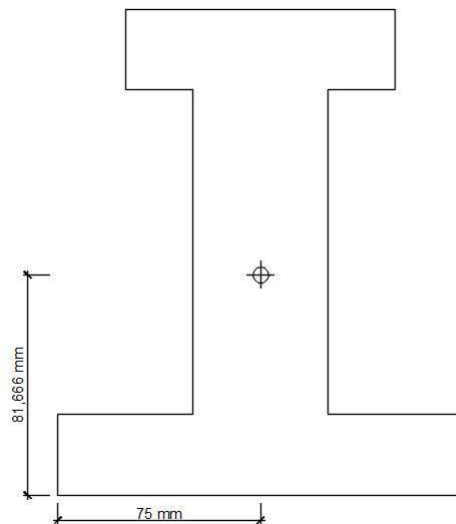
$$x_c = \frac{\sum_{k=1}^n A_k \cdot x_k}{\sum_{k=1}^n A_k}$$

$$\begin{aligned} x_c &= \frac{A_1 \cdot x_1 + A_2 \cdot x_2 + A_3 \cdot x_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \\ &= \frac{4500 \cdot 75 + 6000 \cdot 75 + 3000 \cdot 75}{4500 + 6000 + 3000} = \\ &= \frac{1012500}{13500} = \\ &= \underline{\underline{75mm}} \end{aligned}$$

$$z_c = \frac{\sum_{k=1}^n A_k \cdot z_k}{\sum_{k=1}^n A_k}$$

$$\begin{aligned} z_c &= \frac{A_1 \cdot z_1 + A_2 \cdot z_2 + A_3 \cdot z_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \\ &= \frac{4500 \cdot 15 + 6000 \cdot 90 + 3000 \cdot 165}{4500 + 6000 + 3000} = \\ &= \frac{1102500}{13500} = \\ &= \underline{\underline{81,67mm}} \end{aligned}$$

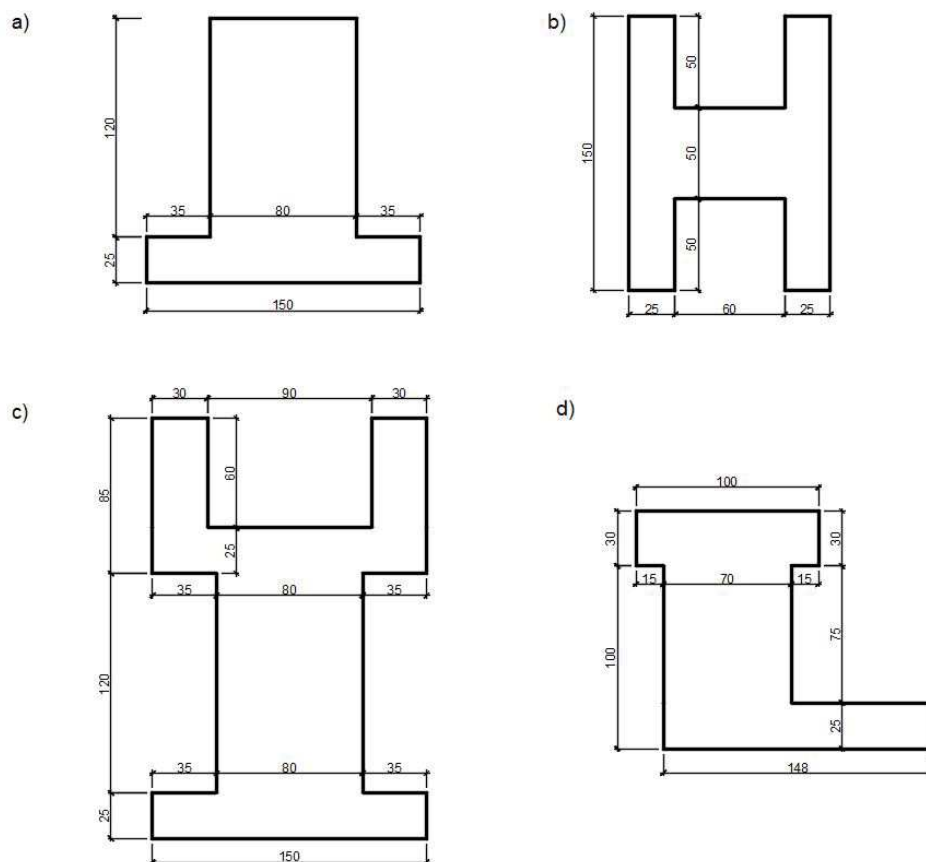
**Výsledek**





### Příklad 5.1

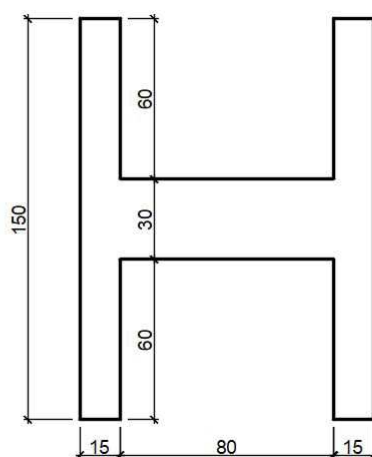
Vypočítejte těžiště uvedených obrazců:



### Ukázkový příklad 5.2

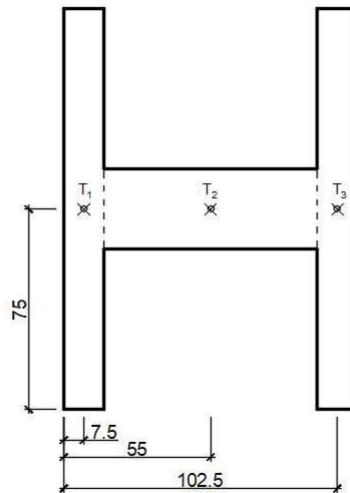
#### Příklad na určení průřezových charakteristik

Určete veškeré průřezové charakteristiky ( $A$ ,  $T(x_c, z_c)$ ,  $I_y$ ,  $I_z$ ,  $i_y$ ,  $i_z$ ,  $W_{y,d}$ ,  $W_{y,h}$ ,  $W_{z,l}$ ,  $W_{z,p}$ ) pro průřez na obrázku.



### Řešení

Obrazec si rozdělíme na 3 známé obrazce, podle kterých dále budeme počítat jednotlivé průřezové charakteristiky.



Plocha 1

$$A_1 = a_1 \cdot b_1 = 15 \cdot 150 = 2250 \text{mm}^2$$

$$y_1 = 7,5 \text{mm}$$

$$z_1 = 75 \text{mm}$$

$$I_{y,1} = \frac{1}{12} \cdot b_1 \cdot h_1^3 = \frac{1}{12} \cdot 15 \cdot 150^3 = 4218750 \text{mm}^4$$

$$I_{z,1} = \frac{1}{12} \cdot b_1^3 \cdot h_1 = \frac{1}{12} \cdot 15^3 \cdot 150 = 42187,5 \text{mm}^4$$

Plocha 2

$$A_2 = a_2 \cdot b_2 = 80 \cdot 30 = 2400 \text{mm}^2$$

$$y_2 = 55 \text{mm}$$

$$z_2 = 75 \text{mm}$$

$$I_{y,2} = \frac{1}{12} \cdot b_2 \cdot h_2^3 = \frac{1}{12} \cdot 80 \cdot 30^3 = 180000 \text{mm}^4$$

$$I_{z,2} = \frac{1}{12} \cdot b_2^3 \cdot h_2 = \frac{1}{12} \cdot 80^3 \cdot 30 = 1280000 \text{mm}^4$$

Plocha 3

$$A_3 = a_3 \cdot b_3 = 15 \cdot 150 = 2250 \text{mm}^2$$

$$y_3 = 102,5 \text{mm}$$

$$z_3 = 75 \text{mm}$$

$$I_{y,3} = \frac{1}{12} \cdot b_3 \cdot h_3^3 = \frac{1}{12} \cdot 15 \cdot 150^3 = 4218750 \text{mm}^4$$

$$I_{z,3} = \frac{1}{12} \cdot b_3^3 \cdot h_3 = \frac{1}{12} \cdot 15^3 \cdot 150 = 42187,5 \text{mm}^4$$

Plocha celého průřezu:

$$A = \sum A_n = A_1 + A_2 + A_3 = 6900 \text{mm}^2$$

Souřadnice těžiště celého průřezu:

$$\begin{aligned} y_c &= \frac{\sum A_n \cdot y_n}{\sum A_n} = \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2 + A_3 \cdot y_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{2250 \cdot 7,5 + 2400 \cdot 55 + 2250 \cdot 102,5}{2250 + 2400 + 2250} = \\ &= \frac{379500}{6900} = \underline{\underline{55 \text{mm}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
z_c &= \frac{\sum A_n \cdot z_n}{\sum A_n} = \frac{A_1 \cdot z_1 + A_2 \cdot z_2 + A_3 \cdot z_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{2250 \cdot 75 + 2400 \cdot 75 + 2250 \cdot 75}{2250 + 2400 + 2250} = \\
&= \frac{517500}{6900} = \underline{\underline{75mm}}
\end{aligned}$$

Pro výpočet momentů setrvačnosti celého průřezu použijeme Steinerovu větu (Steinerův doplněk):

$$\begin{aligned}
I_y &= \sum (I_{y,n} + A_n \cdot (z_n - z_c)^2) = (4218750 + 2250 \cdot (75 - 75)^2) + \\
&+ (180000 + 24000 \cdot (75 - 75)^2) + (4218750 + 2250 \cdot (75 - 75)^2) = \\
&= 4218750 + 180000 + 4218750 = \underline{\underline{8617500mm^4}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
I_z &= \sum (I_{z,n} + A_n \cdot (y_n - y_c)^2) = (42187,5 + 2250 \cdot (7,5 - 55)^2) + \\
&+ (1280000 + 24000 \cdot (55 - 55)^2) + (42187,5 + 2250 \cdot (102,5 - 55)^2) = \\
&= [42187,5 + 2250 \cdot (-47,5)^2] + 1280000 + [42187,5 + 2250 \cdot (47,5)^2] = \\
&= 5118750 + 1280000 + 5118750 = \underline{\underline{11517500mm^4}}
\end{aligned}$$

Poloměry setrvačnosti vypočítáme již velmi jednoduše:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{86175000}{6900}} = \underline{\underline{35,34mm}}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{11517500}{6900}} = \underline{\underline{40,86mm}}$$

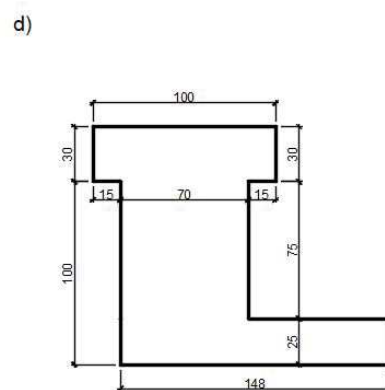
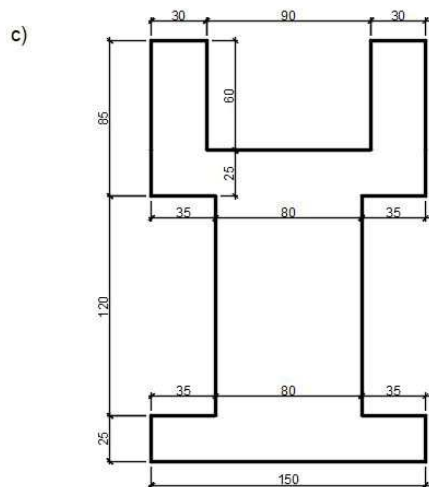
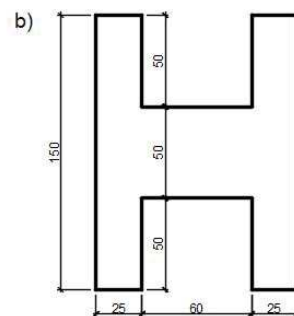
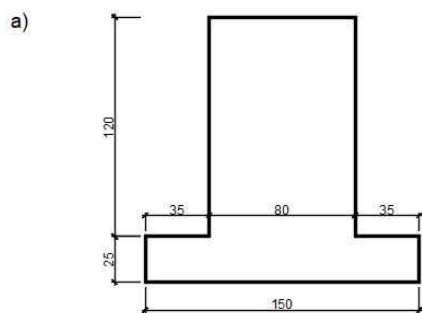
Moduly pružnosti vypočítáme dle vzorců níže:

$$W_{y,d} = W_{y,h} = \frac{I_y}{z_c} = \frac{8617500}{75} = \underline{\underline{114900mm^3}}$$

$$W_{z,l} = W_{y,p} = \frac{I_z}{y_c} = \frac{11517500}{55} = \underline{\underline{209409,1mm^3}}$$

### Příklad 5.2

Určete veškeré průřezové charakteristiky ( $A$ ,  $T(x_c, z_c)$ ,  $I_y$ ,  $I_z$ ,  $i_y$ ,  $i_z$ ,  $W_{y,d}$ ,  $W_{y,h}$ ,  $W_{z,l}$ ,  $W_{z,p}$ ) pro průřezy na obrázku.



## 6 Ostatní kapitoly

### 6.1 Statika tuhé desky

#### 6.1.1 Rovnovážný stav

#### 6.1.2 Statická určitost, neurčitost, pře určitost

#### 6.1.3 Reakce staticky určitých konstrukcí

### 6.2 Přetvoření a vnitřní síly

### 6.3 Pevnostní vlastnosti stavebních hmot

### 6.4 Míra bezpečnosti a způsob výpočtu stavebních konstrukcí

### 6.5 Základní druhy namáhání a jejich kombinace

#### 6.5.1 Prostý tah a prostý tlak

#### 6.5.2 Vzpěrný tlak

#### 6.5.3 Prostý smyk

#### 6.5.4 Prostý ohyb

#### 6.5.5 Smyk za ohybu

### 6.6 Staticky určité nosníky

#### 6.6.1 průběhy vnitřních sil a jejich vzájemný vztah

#### 6.6.2 Deformace nosníku

### 6.7 Staticky neurčité nosníky

#### 6.7.1 Spojitý nosník

#### 6.7.2 Vetknuté nosníky

### 6.8 Mimostředný tlak

#### 6.8.1 Normálové napětí a jádro průřezu

#### 6.8.2 Napětí v základové spáře

### 6.9 Prutové soustavy

#### 6.9.1 Tvarová a statická určitost prutové soustavy

#### 6.9.2 Zatížení prutové soustavy a namáhání prutu

#### 6.9.3 Řešení osových sil prutových soustav

styčnicková metoda

Průsečná metoda

# Přílohy

## A Kvantitativní výzkum - emailová komunikace s odpověďmi

### A.1 Email zasláný pedagogům Stavební mechaniky na středních školách

Dobrý den,

jsem studentem 3. ročníku oboru "Učitelství odborných předmětů" na Masarykově ústavu vyšších studií při ČVUT. V současnosti jsem na začátku zpracovávání mé bakalářské práce. Bakalářská práce nese název "Sbírka motivačních úloh pro výuku stavební mechaniky". V práci bych rád zhodnotil i současný stav učebních pomůcek, učebnic, cvičebnic a sbírek úloh používaných v současné době na středních stavebních školách.

Proto bych se Vás rád zeptal na možnost spolupráce cestou poskytnutí informací ke zpracování teoretické části mé práce.

Mohu se prosím tedy zeptat, zda by jste mi mohla poskytnout materiály, které používáte k výuce stavební mechaniky na Vaší škole? Především se mi jedná o Vámi používané příklady pro vysvětlení látky.

Těmito materiály mohou být například učebnice, cvičebnice, ale - a to ocením zvláště - i Vámi vlastní připravené příklady a postupy.

Budu rád za jakoukoliv informaci kterou mi k tomuto tématu poskytnete.

Zároveň pokud by jste měla chvilku času, byl bych rád, pokud by jste mi odpověděla na tento krátký dotazník. Vyplnění Vám zabere maximálně 5 minut.

<https://www.surveymonkey.com/r/CRDY67J>

Děkuji mnohokrát a těším se na Vaší odpověď

S pozdravem

Václav Petřík

### A.2 Jednotlivé odpovědi pedagogů a dalších pracovníků

#### Odpověď 1

Dobrý den.

Používám učebnici Jiří Dvořák, Stavební mechanika pro 2. a 3. ročník SPŠ stavební. Většinou jen na teoretické věci. Některé části v učebnici už neplatí (zatížení stavebních konstrukcí, vzpěr).

Příklady z učebnice využívám minimálně cca 5-10 procent. Většinu příkladů mám vlastních. Někdy zadání příkladu vymyslí žáci přímo v hodině.

S pozdravem ...

#### Odpověď 2

Dobrý den pane Petřík,

omlouvám se, že reaguji až nyní. Ale s kolegy jsme potřebovali čas a probrat váš požadavek.

Z jednání tedy vyplynulo:

pro výuku stavební mechaniky v naší škole nepoužíváme žádné učebnice - učebnice pro výuku mechaniky jsou pro dnešní studenty (dle našeho názoru) naprosto nevhodně koncipovány. Nicméně.

Kolegové, kteří vyučují stavební mechaniku, pracují se svými materiály, svými příklady. Není v praxi zcela obvyklé, že by své podklady přenechali - respektive předali dál. Jistě pochopíte, že podklady vytvořené pro naše žáky, není možné jen tak kopírovat a předávat dál. Věřím, že požadované podklady a názory vám v některé jiné škole poskytnou.

Za naší školu vám tedy podklady pro vaši bakalářskou práci neposkytneme.  
S pozdravem ...

### **Odpověď 3**

Dobrý den,  
..., náš ředitel, kterému jste poslal svoji žádost, mně ji předal k vyřízení.  
Vyplnil jsem a odeslal dotazník, kde jsem připsal i několik vět k výuce stavební mechaniky.  
Kdybyste potřeboval podrobnější informace, dávám přednost jednoznačně přímému rozhovoru  
(telefon, návštěva) před psaním obsáhlých e-mailů.

S pozdravem

...

### **Odpověď 4**

Dobrý den,  
vyplnila jsem vám dotazník, ale protože žádnou cvičebnici nepoužívám, nelze to hodnotit a  
tak jsem odpověděla dost nesmyslně na poslední otázky.  
Pokud budete chtít nějaké moje podklady, jsem ochotná vám je poskytnout, můžete se ozvat  
a domluvíme se na schůzce. Nyní nás čekají jarní prázdniny a jsem týden na horách, tak se  
ozvěte až v týdnu od ... . S pozdravem ...

### **Odpověď 5**

... přeposláno našim "stavebním mechanikům"

S pozdravem ...

*pozn. Tato odpověď byla jediná obdržena z konkrétní školy*

## B Kvalitativní výzkum - dotazník s vyhodnocením

odkaz na dotazník: <https://www.surveymonkey.com/r/CRDY67J>

Dotazníkové šetření probíhalo v období od 3.2.2019 do 7.2.2019. Dne 7.2.2019 byly přijaty poslední odpovědi na dotazník od pedagogů stavební mechaniky středních odborných škol.

### Dotazník

1. Jméno a příjmení? (dobrovolné)

2. Na jaké střední škole učíte stavební mechaniku? (dobrovolné)

\* 3. Jak dlouho vyučujete předmět stavební mechaniky?

\* 4. Jak staré žáky učíte stavební mechaniku?

1. ročník
2. ročník
3. ročník
4. ročník
- Jiná odpověď?

\* 5. Jakou využíváte cvičebnici na procvičení příkladů? (název a autor)

\* 6. Používáte i Vámi připravené vlastní příklady?

- Ano
- Ne

\* 7. Kolik času přibližně věnujete výkladu teorie a kolik procvičování?

Teorie  Praxe

8. Komentář k předchozí otázce? zde máte prostor



\* 9. Můžete zhodnotit Vámi používanou učebnici dle následujících kritérií?

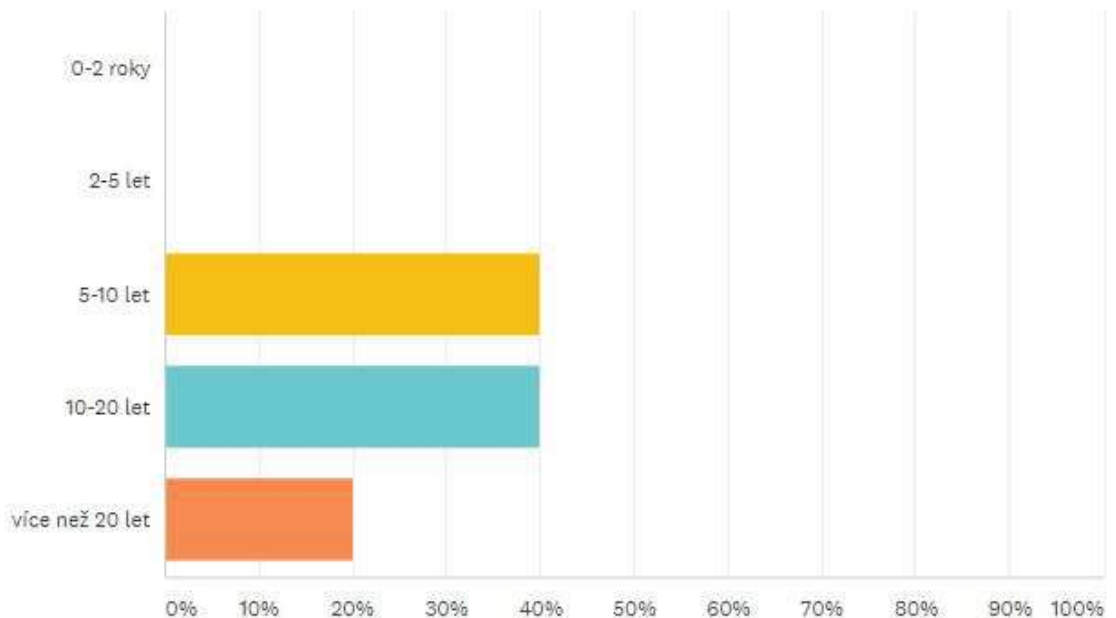
	Zcela nesouhlasím	Spíše nesouhlasím	Nevím	Spíše souhlasím	Zcela souhlasím
Učebnice pokrývá kompletní látku stavební mechaniky pro střeňí školy	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Příklady v učebnici jsou logicky strukturované	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jednotlivé příklady jsou pochopitelně vysvětleny a žáci příkladům velmi dobře rozumí	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Žáci se při výpočtech jednotlivých příkladů často ptají na detaily výpočtu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jednotlivé příklady žákům poskytují obraz reálného výpočtu v praxi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Žáci si učebnici sami pořizují na domácí procvičování	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Vyhodnocení dotazníku

Zobrazeny jsou pouze odpovědi bez osobních dat.

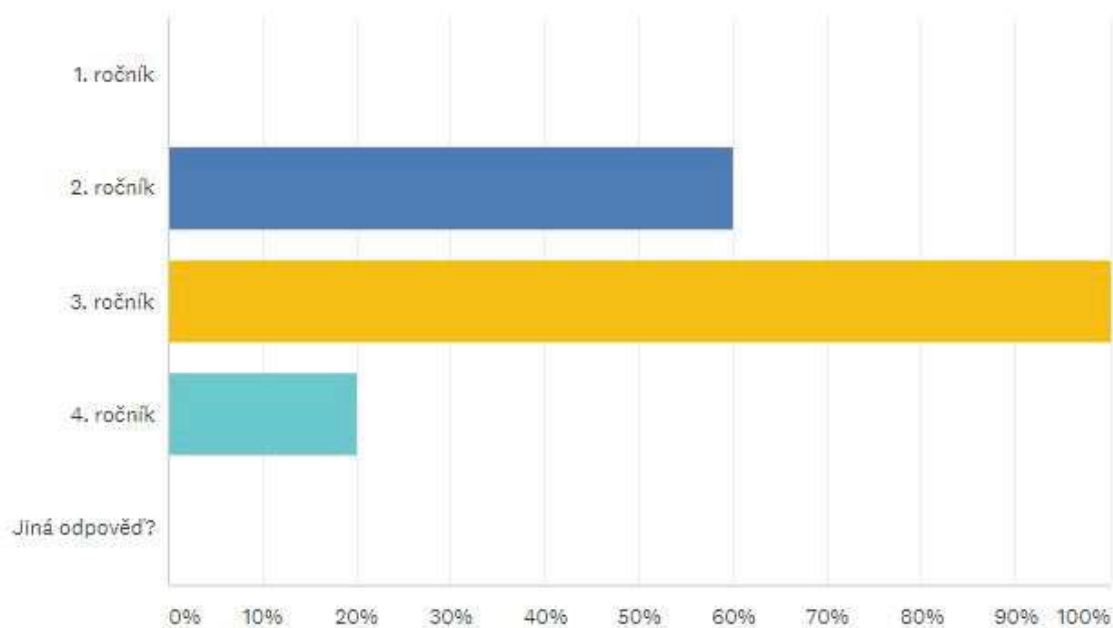
### Jak dlouho vyučujete předmět stavební mechaniky?

Answered: 5 Skipped: 0



## Jak staré žáky učíte stavební mechaniku?

Answered: 5 Skipped: 0



## Jakou využíváte cvičebnici na procvičení příkladů? (název a autor)

Answered: 5 Skipped: 0

svoje příklady a tabulky

Stavební mechanika pro 2.a3. ročník SPŠ stavebních, Jiří Dvořák

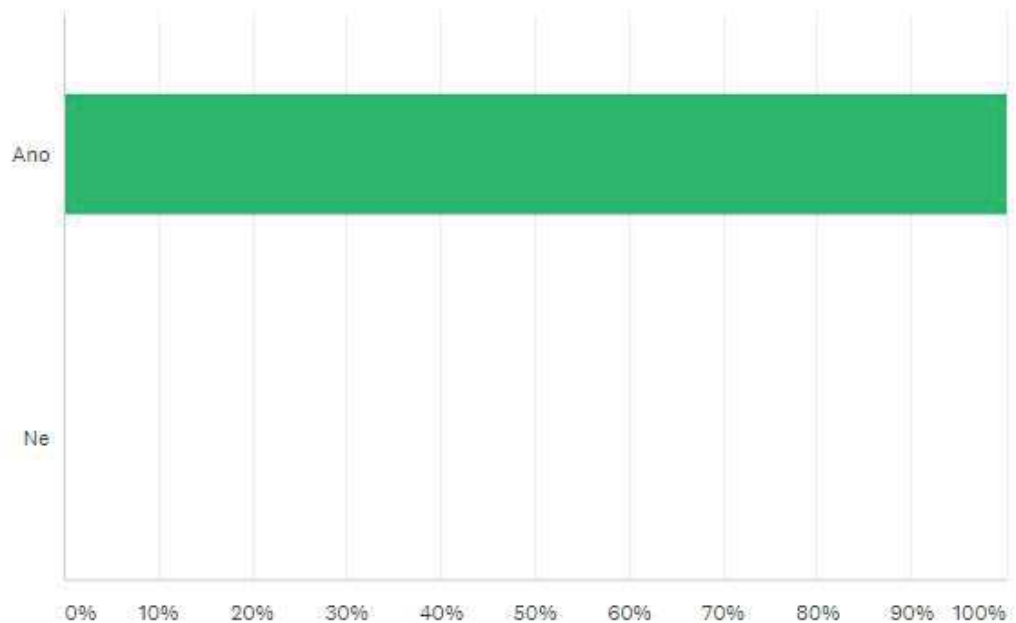
Stavební mechanika pro SPŠ stavební, J. Dvořák

Stavební mechanika pro 2. a 3. ročník SPŠ stavební, Jiří Dvořák

Žádnou

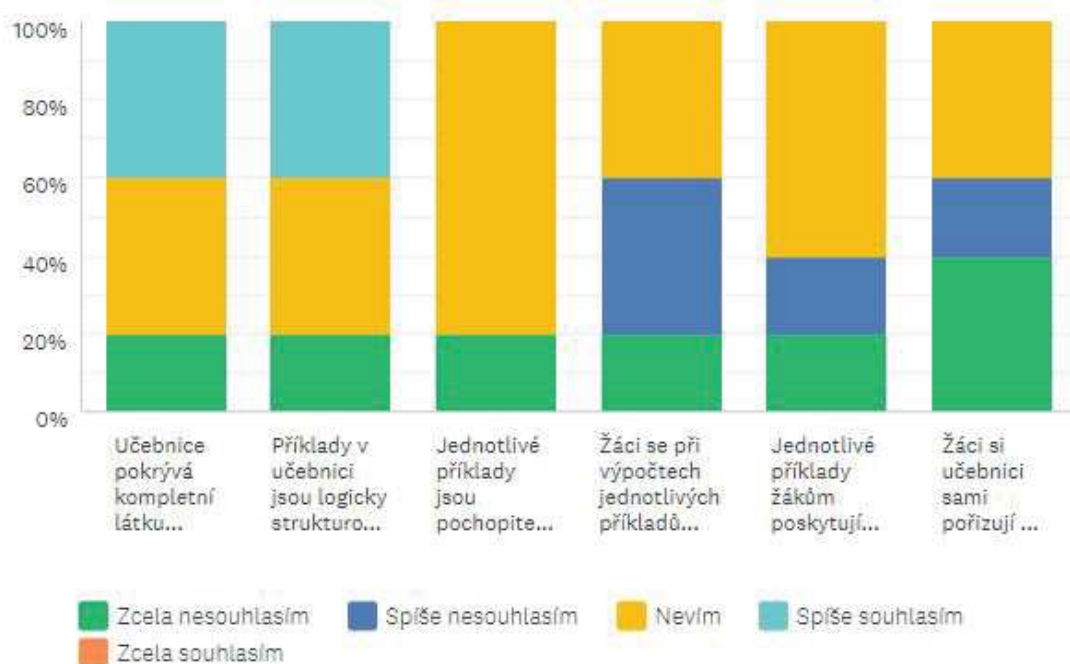
## Používáte i Vámi připravené vlastní příklady?

Answered: 5 Skipped: 0



## Můžete zhodnotit Vámi používanou učebnici dle následujících kritérií?

Answered: 5 Skipped: 0



## Literatura

- [1] MAŇÁK, Josef a Petr KNECHT, ed. Hodnocení učebnic. Brno: Paido, 2007. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-80-7315-148-5.
- [2] DVOŘÁK, Jiří. Stavební mechanika: pro 2. a 3. ročník SPŠ stavebních. Praha: Sobotáles, 1994. ISBN 80-901570-7-6.
- [3] JUKL, Bratislav. Sbírka úloh ze stavební mechaniky: Učebnice pro předmět stavební mechanika, vyučovaný na stř.prům. školách ve 2.roč.studia oborů 36-32-6 Pozemní stavit., 36-53-6 Dopr.stavit., 36-54-6 Vodohospodářské stavby. Praha: SNTL, 1991. ISBN 80-03-00343-1.
- [4] MARTINKOVÁ, Věra a Miroslava VÁŇOVÁ. TVORBA UČEBNIC: Vstupní výzkumná zpráva. Praha: Ústav pedagogických a psychologických výzkumů - pedagogická fakulta University Karlovy v Praze, 1992.
- [5] LAVICKÝ, Miloš a Jan PĚNČÍK. Náhlé zřícení zděné klenby z 19. století. Časopis stavebnictví [online]. Praha, 2007 [cit. 2019-04-13]. Dostupné z: [https://www.casopisstavebnictvi.cz/nahle-zriceni-zdene-klenby-z-19-stoleti\\_N307](https://www.casopisstavebnictvi.cz/nahle-zriceni-zdene-klenby-z-19-stoleti_N307)
- [6] BERAN, Lukáš. Libeňský most. Výzkumné centrum průmyslového dědictví FA ČVUT v Praze [online]. Praha, 2016 [cit. 2019-04-13]. Dostupné z: <http://vcpd.cvut.cz/libensky-most/>
- [7] VANĚČEK, David a kolektiv. Didaktika technických odborných předmětů. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3.
- [8] LABURDOVÁ, Karla. Cvičebnice stavební mechaniky [online]. Opava, 2013 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: [http://dk.spsopava.cz:8080/docs/pdf/stav\\_mechanika/cvicebnice\\_sme.pdf](http://dk.spsopava.cz:8080/docs/pdf/stav_mechanika/cvicebnice_sme.pdf). Příručka.
- [9] Rámcový vzdělávací program: 36-47-M/01 Stavebnictví. In: . Praha: Národní ústav odborného vzdělávání, 2007, ročník 2007, j. 12 698/2007-23. Dostupné také z: <http://zpd.nuov.cz/RVP/ML/RVP%203647M01%20Stavebnictvi.pdf>
- [10] Školní vzdělávací program: Stavebnictví. In: . Brno: Střední průmyslová škola stavební Brno, 2017, ročník 2017. Dostupné také z: <http://www.spsstavbrno.cz/dokumenty/SVP/SVP%20STAV/1.-5.Uvod.pdf>