

INFORMACE K PŘEDMĚTU MATERIÁLOVÉ INŽENÝRSTVÍ V ENERGETICE (LMZ)

- strana 3.3 – Charakteristika předmětu
 - strana 3.3 – Výukové materiály
 - strana 3.3 – Pravidla hodnocení
 - strana 3.4 – Osnova předmětu
 - strana 3.5 – Zadání zápočtových úloh
 - strana 3.12 – Otázky písemné části zkoušky
 - strana 3.14-3.16 – Přílohy (neveřejné)
-

- **autor:** – ŠKORPÍK, Jiří – <https://www.vut.cz/lide/jiri-skorpik-17592>
- **datum vydání:** – školní rok 2025/2026
- **název:** – Informace k předmětu materiálové inženýrství v energetice (LMZ)
- **provenience:** – Brno (Česká republika)
- **email:** – skorpik@fme.vutbr.cz

Copyright©Jiří Škorpík, 2025
All rights reserved.

Charakteristika předmětu

Předmět materiálové inženýrství v energetice se zabývá zejména teorií a praxí stanovení mezí použití materiálů u konstrukcí běžných ve strojírenství a energetice. Přednášky obsahují dostatečné množství informací k základnímu pevnostnímu výpočtu součástí, vyhodnocení materiálových vad a poškození vyšetřovaných součástí. Tyto dovednosti jsou uplatnitelné pro potřeby poptávek materiálu či strojních dílů i pro vyhodnocení budoucích provozních vlastností vyšetřovaných technologických celků z pohledu materiálového inženýrství.

Rozdělení předmětu do dvou bloků	Předmět je rozdělen do dvou charakteristických bloků, které učí dva kantoři specializující se na danou oblast. Konkrétně Ing. Jiří Škorpík, Ph.D. učí v prvním bloku teoretické základy materiálového inženýrství a Ing. Ladislav Šnajdárek, Ph.D. praktickou část včetně té legislativní.
Navazující předměty	Předmět Materiálové inženýrství v energetice (LMZ) je součástí nového mezifakultního oboru VUT v Brně, ve kterém si studenti velké množství předmětů volí. Přičemž v nabídce jsou předměty, který znalosti materiálových mezí vyžadují.
Prerekvizity	Výklad tohoto předmětu předpokládá alespoň základní znalosti středoškolské matematiky, fyziky a chemie.

Výukové materiály

Veškeré přednášky Jiřího Škorpíka budou v průběhu semestru dostupné on-line na internetové doméně engineering-sciences.education, viz níže odkaz u každé přednášky.

Další literatura a zejména odborné příručky	V průběhu studia se studenti seznámí s dalšími zdroji, a to, nejen učebnic ale i odbornými příručkami kde jsou uvedena technická data k materiálům a vzorce pro základní výpočty spojené z bezpečným užitím součástí a konstrukcí. Zdroje externí literatury jsou uvedeny na konci webových prezentací přednášek v kapitole Odkazy.
---	---

Pravidla hodnocení

Při hodnocení studenta bude vycházeno z jeho bodového zisku ze zápočtu a zkoušky. Přičemž maximální počet bodů je 10. Přepočet bodů na známku ukazuje Tabulka 1.

–	1:	–	body	známka	body	známka
			9-10	A	6-6,5	D
			8-8,5	B	5-5,5	E
			7-7,5	C	<5	F

Zápočet je rozdělen do dvou povinností	Zápočet je hodnocen maximálně 3 body. 1,5 bodu lze získat na <u>zápočtové písemce</u> , za kterou odpovídá Ing. Jiří Škorpík, Ph.D. Dalších 1,5 lze získat z experimentální části cvičení, za které odpovídá Ing. Ladislav Šnajdárek, Ph.D., který vám sdělí bližší informace přímo na cvičení. Přičemž k získání zápočtu stačí celkově získat 1 bod.
Podmínky a konání zápočtové písemky	Zápočtová písemka se skládá z řešení slovní úlohy, přičemž je připraveno celkem 6 zadání, které jsou uvedeny v kapitole <u>Zadání zápočtových úloh</u> , s. 3.5. K vyřešení slovní úlohy bude moci student použít kalkulačku – za kalkulačku nepovažují přístroje s možností vzdálené komunikace a archivace (mobil, tablet apod.). Během řešení zápočtové úlohy lze nahlížet do kompletního výtisku přednášek i cvičení, který bude k dispozici na jedné z neobsazených lavic v učebně, ve které se bude konat zápočtová písemka.
Průběh zápočtové písemky	Průběh zápočtové písemky je následující: Každý student si vylosuje zadání úlohy na listě formátu A4. Řešení bude psát přímo na list se zadáním úlohy, na který napíše i své jméno. Zápočtová písemka trvá 50 min. V případě neuspokojivého hodnocení či nemoci může student absolvovat opravnou zápočtovou písemku.
Termíny zápočtové písemky	Termíny zápočtové písemky budou včas vypsány a obvykle korespondují s termíny zkoušek.
Zkouška	Zkouška se skládá z písemné a podmíněné ústní části hodnocených 5, respektive 2 body.
Písemná část zkouška	V písemné části zkoušky student dostane 5 otázek, přičemž za každou správnou odpověď na otázku může získat 1 bod. Doba na písemnou odpověď na zadané otázky je 50 minut. Uvedených 5 otázek je náhodným výběrem z otázek, které jsou zveřejněny v kapitole <u>Otázky písemné části zkoušky</u> , s. 3.12.
Podmíněná ústní část zkoušky	Po dokončení písemné části zkoušky mohou studenti, kteří v celkovém součtu za písemnou část a zápočtové písemky získali alespoň 7 bodů, absolvovat i nepovinnou ústní část zkoušky. V ústní části zkoušky budou kladeny doplňující otázky a zkoušeno porozumění tématu na úrovni znalostí odpovídající známám A až B. V ústní části zkoušky může student získat další 2 body.

Osnova předmětu

Předmět Lopatkové stroje je složen ze 12 dvouhodinových přednášek a ze 12 jednohodinových cvičení.

Osnova přednášek

Samozřejmě na první přednášce začínáme zveřejněním podmínek pro získání zápočtu a zkoušky, viz kapitoly výše. Dále budeme postupovat podle témat, tak jak jsou řazena v Tabulce 2, kde je i přibližný časový plán bloku vedeného Ing. Jiřím Škorpíkem, Ph.D.

–	2:	–	název	č. př.
			Meze použití materiálů	Př. 1. až 5.
			Kmitání	Př. 5. až 6.
			Přednášky Ing. Ladislava Šnajdárka, Ph.D.	Př. 7-12

Cvičení

Obsahem cvičení je řešení úloh spojené s naukou probíranou na přednáškách a fyzikální a matematický aparát potřebný k jejich řešení, viz Tabulka 3.

–	3:	–	cv.	úloha	popis
			1.	Úloha 3.1	Sestavení momentové a silové rovnováhy, tenzoru napjatosti a výpočet ekvivalentního napětí v trubce zatížené vnitřním přetlakem a ohybem
			2.	Úloha 3.2	Vyhodnocení napětí v součásti obsahující koncentrací napětí
			3.	Úloha 3.3	Výpočet deformace potrubí zatíženého ohybem
			4.	Úloha 3.4	Výpočet zkroucení součásti namáhané krutem
			5.	Úloha 3.6	Výpočet napětí v tělese od teplotní roztažnosti
			6.	Úloha 4.1	Výpočet harmonického kmitání ocelové konstrukce
			7.-12	Cvičení vedené Ing. Ladislavem Šnajdárkem, Ph.D.	početní i experimentální úlohy

Zadání zápočtových úloh

Následuje 6 stran, na kterých jsou uvedena zadání ve formátu v jakém budou na zápočtové písemce.

Povolené podklady

K vyřešení některých zápočtových úloh jsou potřeba podklady jako tabulky apod. Tyto podklady budou k dispozici studentům v učebně při zápočtu včetně vytištěných textů přednášek. Většina podkladů je také k dispozici v elektronické podobě v informačním systému fakulty v sekci učební texty u předmětu Materiálové inženýrství v energetice a nebo fakultní knihovně apod.

Lze použít
zjednodušující
předpoklady

Jednotlivé úlohy mohou mít i více řešení, podle toho jaké zjednodušující předpoklady použijete, nicméně je nutné je zdůvodnit.

JMÉNO A PŘÍJMENÍ, DATUM:

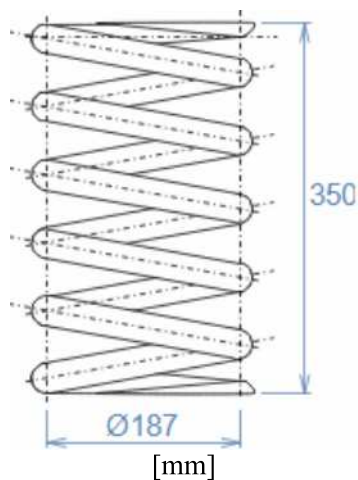
- **Úloha 1:** – V ocelové konstrukci byl stanoven bod s největším zatížením a vypočítán tenzor napjatosti, viz přiložený obrázek. Proved'te analýzu mezního stavu, když dovolené napětí je 100 MPa. Vypočítejte také hodnotu maximálního tečného napětí. [výsledek by měl být: $\sigma_{\text{ekv}} \approx 8 \text{ MPa}$, $\tau_{\text{max}} \approx 46,971 \text{ MPa}$]

$$\mathbf{T} \begin{vmatrix} 50 & 20 & 0 \\ 20 & -35 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

[MPa].

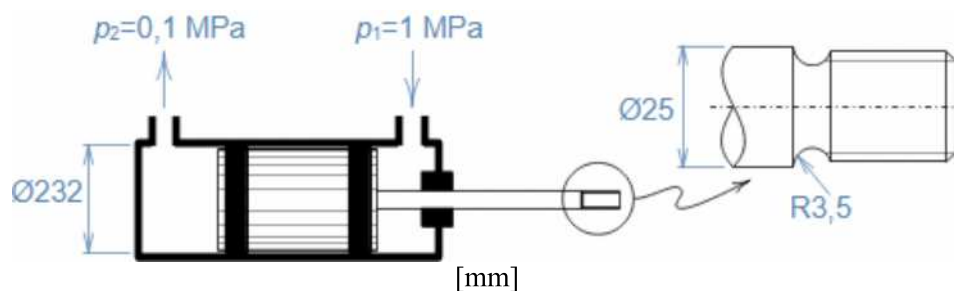
JMÉNO A PŘÍJMENÍ, DATUM:

- Úloha 2: – Vypočítajte zmeny rozměrů pružiny zobrazené na obrázku, jestliže se její teplota zvýší z 50 na 200 °C. Materiálem pružiny je ocel. K vyřešení úlohy lze použít RAŽNJEVIĆ, Kuzman, 1984, *Termodynamické tabulky*, Alfa, Bratislava, s. 16 (Ocel plávková tvrdá). [výsledek by měl být: $d_2 \approx 187$ mm]



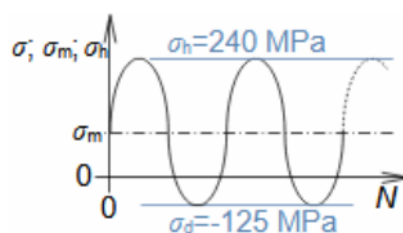
JMÉNO A PŘÍJMENÍ, DATUM:

- **Úloha 3:** – Na obrázku je pístní tyč hydraulického válce namáhána tahem od působení tlaku na píst. Jaký je součinitel bezpečnosti pístní tyče, jestliže mez kluzu materiálu pístní tyče je 380 MPa. K vyřešení úlohy lze použít PILKEY, Walter, PILKEY, Deborah, BI, Zhuming, 2020, *Peterson's Stress Concentration Factors*, John Wiley & Sons, Inc., New York, ISBN: 978-1-119-53251-4. [výsledek by měl být: $k \approx 1,23$]



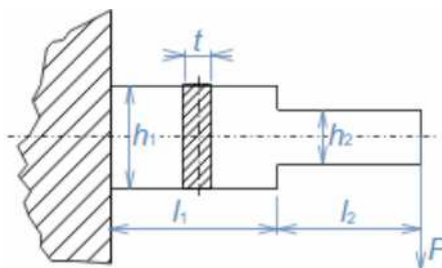
JMÉNO A PŘÍJMENÍ, DATUM:

- **Úloha 4:** – Na obrázku je zatěžovací cyklus součásti, vyhodnoťte pomocí Smithova diagramu zda splňuje podmínky vysokocyklové únavy, nebo je nutné toto zatížení počítat pro nízkocyklovou únavu. Víme, že součinitel kluzu materiálu součásti má hodnotu 380 MPa a mez únavy je 250 MPa. Součinitel bezpečnosti vysokocyklové únavy i součinitel bezpečnosti k mezi kluzu je 1,5. [řešení: nesplňuje].



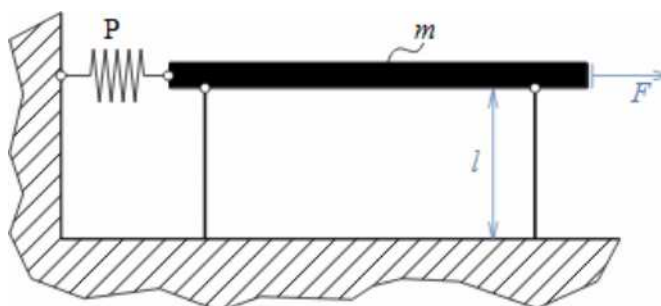
JMÉNO A PŘÍJMENÍ, DATUM:

- **Úloha 5:** – Odvod'te rovnici pro nominální deformaci vetknutého nosníku na obrázku. Neuvažujte vliv smykových sil, uvažujte pouze ohybové síly. Řešení postačí v integrálním tvaru, tj. výsledný integrál nemusíte integrovat. Vypište rovnici pro nominální napětí tohoto průřezu. K vyřešení úlohy lze použít KRUTINA, Jaroslav, 1973, *Sbírka vzorců z pružnosti a pevnosti*, Státní nakladatelství technické literatury (SNTL), Praha nebo BUDYNAS, Richard, SADEGH, Ali, 2020, *Roark's Formulas for Stress and Strain*, McGraw-Hill, United States of America, ISBN 978-1-260-45375-1.



JMÉNO A PŘÍJMENÍ, DATUM:

- **Úloha 6:** – Na obrázku je tuhá deska o hmotnosti m postavená na čtyřech vetknutých prutech, které se mohou ohýbat. Současně je boční tuhost uložení desky zvýšená pružinou-P o tuhosti k_p . Napište/odvodte vztahy (zdůvodněte jejich výběr) pro výpočet harmonické frekvence bočního pohybu desky (směr počáteční síly F_0). K vyřešení úlohy lze použít KRUTINA, Jaroslav, 1973, *Sbírka vzorců z pružnosti a pevnosti*, Státní nakladatelství technické literatury (SNTL), Praha nebo BUDYNAS, Richard, SADEGH, Ali, 2020, *Roark's Formulas for Stress and Strain*, McGraw-Hill, United States of America, ISBN 978-1-260-45375-1



Otázky písemné části zkoušky

Nejprve vždy zvažte zda lze odpovědět na otázku vyjádřit graficky (obrázek+popis), pak rovnicí či vzorcem, a až jako poslední možnost zvažujte slovní odpověď. Samozřejmě jsou otázky, kde vyhovuje nejlépe kombinace těchto možností.

- **Otázka 1:** – Definujte tenzor napjatosti.
 - **Otázka 2:** – Co je to hlavní napětí?
 - **Otázka 3:** – K čemu slouží Mohrova kružnice?
 - **Otázka 4:** – Co je a k čemu je tahová zkouška?
 - **Otázka 5:** – Definujte čtyři druhy nominálních zatížení.
 - **Otázka 6:** – Co je to ekvivalentní napětí v hypotéze pevnosti?
 - **Otázka 7:** – Jaké napětí lze vyhodnotit pomocí Mohrovy kružnice?
 - **Otázka 8:** – Co vyjadřuje součinitel bezpečnosti a dovolené napětí?
 - **Otázka 9:** – Definujte čtyři druhy nominálních napětí.
 - **Otázka 10:** – Co je to koncentrace napětí a v jakém je vztahu k nominálnímu napětí?
 - **Otázka 11:** – K čemu využíváme Hookeův zákon?
 - **Otázka 12:** – Definujte čtyři druhy nominálních deformací.
 - **Otázka 13:** – Co je to tuhost součásti (konstrukce) a jaký význam má v lineární mechanice tuhých těles?
 - **Otázka 14:** – Definujte součinitel teplotní délkové roztažnosti a střední hodnotu teplotní délkové roztažnosti.
 - **Otázka 15:** – Jaká vztah mezi součinitelem teplotní délkové roztažnosti a součinitelem teplotní objemové roztažnosti izotropních materiálů?
 - **Otázka 16:** – Co je to rehabilitační test?
 - **Otázka 17:** – Co je to deformační zpevnění?
 - **Otázka 18:** – Jak je definována relaxace materiálu a jaký druh deformace zohledňuje? K čemu tuto zkoušku používáme?
 - **Otázka 19:** – Jak je definována mez únavy?
-

- **Otázka 20:** – Jaký je rozdíl mezi smyčkovým a Smithovým diagramem?
 - **Otázka 21:** – Jak se vyhonocuje trhлина v součásti na pravděpodobnost vzniku křehkého lomu?
 - **Otázka 22:** – Co je to únavový lom?
 - **Otázka 23:** – Jaký je rozdíl mezi trvanlivostí a životností ložiska?
 - **Otázka 24:** – Definujte základní druhy železných kovů.
 - **Otázka 25:** – Popište energetický princip harmonických kmitů konstrukcí.
-