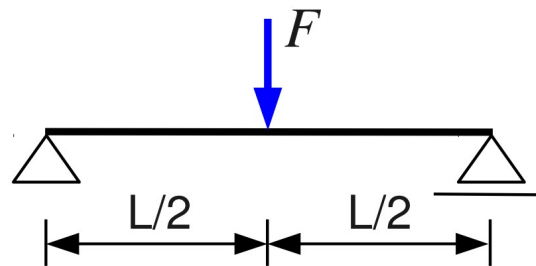


Průhyby nosníků

Premisa: Nosník se při působení síly prohýbá. O kolik se střed nosníku posune oproti nezátížené poloze udává vzorec:



$$w(L/2) = \frac{1}{48} \cdot \frac{FL^3}{EI_y}$$

kde w je vertikální posunutí, L je délka nosníku, F je síla působící ve středu nosníku, E je youngův modul pružnosti, a I_y je tzv. Kvadratický moment průřezu vzhledem k y -ové ose. Ten udává, jak dobře nosník odolává působení síly z hlediska tvaru průřezu. Pro jednoduchý obdélník platí vzorec v červeném rámečku níže:

TVAR. OBRAZCE	PLOCHA A	SOUŘADNICE TĚŽIŠTĚ $C_g(y_c, z_c)$	AXIÁLNÍ MOMENTY SETRVAČNOSTI I
	$A = bh$	$y_c = \frac{b}{2}$ $z_c = \frac{h}{2}$	$I_{y_c} = \frac{bh^3}{12}$, $I_{z_c} = \frac{hb^3}{12}$ $I_y = \frac{bh^3}{3}$, $I_z = \frac{hb^3}{3}$

kde b a h je šířka resp. výška nosníku. Z uvedeného je patrné, že s šířkou nosníku se "tuhost" nosníku zvyšuje lineárně, kdežto s výškou kubicky. V případě, že položíme dva nosníky na sebe, ale nezajistíme jejich spolupůsobení spojením, nosníky se budou moci navzájem posouvat a při průhybu se budou chovat jako dva nosníky položené vedle sebe. Pokud je však spojíme, budou se chovat jako jeden vyšší nosník, a jeho "tuhost" se díky třetí mocnině zvýší.

Spolupůsobení dvou latíček položených na sobě jsme zajistili provrtáním latíček v 20cm rozestupech, do děr jsme následně zasunuli hřebíky o stejném poloměru, jako měl vrták. Cílem první iterace experimentu bylo zjistit, zdali vůbec takovýto způsob ztužení bude mít měřitelný vliv, a zdali není nutné nosníky sešroubovat nebo slepit - latičky se vzhledem k sobě nemohly pohybovat horizontálně, vertikálně ale jejich pohybu krom tření hřebů nic nebránilo.

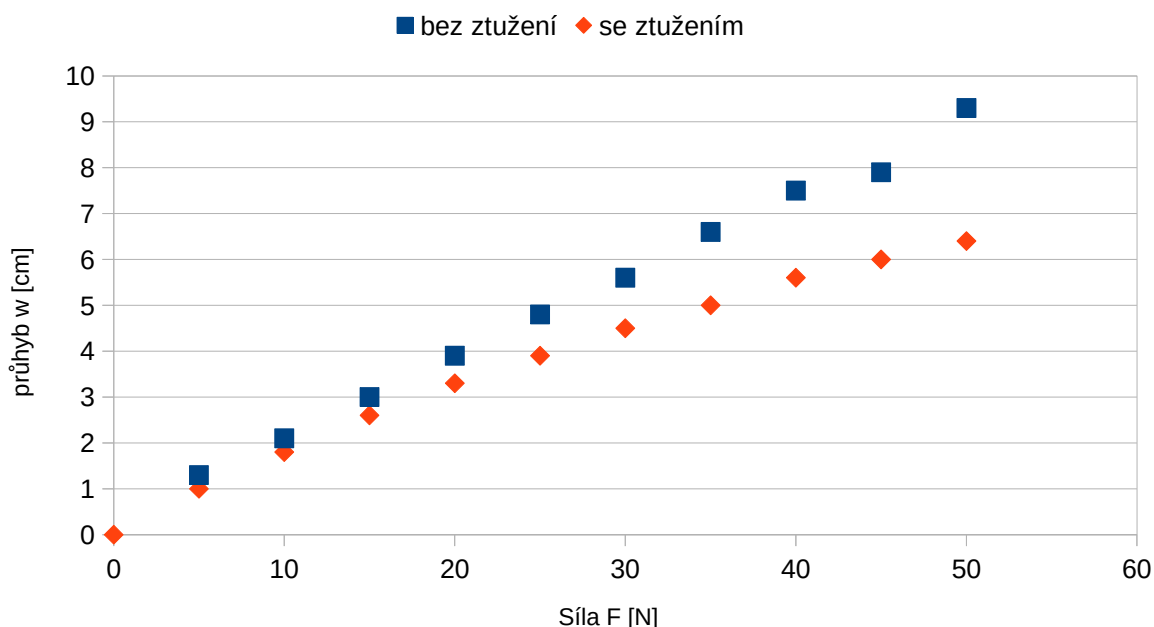
Postup: Měřili jsme průhyby dřevěných latiček o délce dva metry, v prostřed latičky jsme přivázali smyčku z provázku, za kterou jsme tahali pružinovým siloměrem o rozsahu 50 N. Z boku jsme měli přiložený svinovací metr, na němž jsme odečítali hodnoty w vertikálního posunu středu nosníku. Proměřili jsme průhyb obou latiček samostatně, obou latiček vedle sebe, latičky položené na sobě bez ztužení, poté se ztužením, naposled se ztužením, ale zaměnili jsme pořadí latiček.

Výsledky:

Ztužení latiček se projeví měřitelně, ztužení však není lineární, s průhybem se zvětšuje. Pokud latičky při nulovém průhybu nedoléhají těsně na sebe a je mezi nimi byť i milimetrová mezera, ztužení pomocí hřebíků vložených do děr je nedostatečné a efekt ztužení je setřen. Bylo nutné tedy vybrat měření, při němž byly latičky při nulové síle těsně na sobě. Porovnání tohoto měření s měřením bez hřebů, tj. dvou latiček na sobě bez ztužení, uvádíme v *tab. 1* a *grafu 1*.

síla (N)	bez ztužení	se ztužením
0	-	0
5	1,3	1
10	2,1	1,8
15	3,0	2,6
20	3,9	3,3
25	4,8	3,9
30	5,6	4,5
35	6,6	5,0
40	7,5	5,6
45	7,9	6,0
50	9,3	6,4

tab. 1



graf 1

Z výsledků je patrné, že ke ztužení dochází. Při konstantním ztužení by závislost průhybu na síle měl být lineární - to však není, z čehož usuzujeme, že ztužení se zvyšuje s průhybem. Ztužování budeme do příštích experimentů provádět jinými metodami, např. lepením, spojováním samořeznými šrouby a spojováním šroubem a matkou.

Zdroje: Vít Šmilauer, přednáška Pružnost Pevnost, FsV ČVUT, 2011, dostupné na https://mech.fsv.cvut.cz/~smilauer/teaching/PP_prednaska_03_diferencialni_rovnice.pdf [12. 5. 2024]

https://www.fce.vutbr.cz/STM/malikova.l/priklady_kvadraticke_momenty.pdf [12. 5. 2024]

Data:

síla (N)	klacek1	Klacek 2	vedle sebe	na sobě	Hřeby 1	Hřeby 2
0	13,6	11,8			11,7	11,1
5	15,4	13,6			12,4	12,1
10	17,1	15,2	14		13,2	12,9
15	18,9	16,9	15		14,1	13,7
20	20,6	18,8	16		14,9	14,4
25	22,4	20,8	16,9		15,9	15
30	24,7	22,6	17,8		16,7	15,6
35			18,7		17,7	16,1
40			19,5		18,6	16,7
45			20,4		19,3	17,1
50			21		20,4	17,5

