

TAHOVÁ ODOLNOST PAPIÍRU

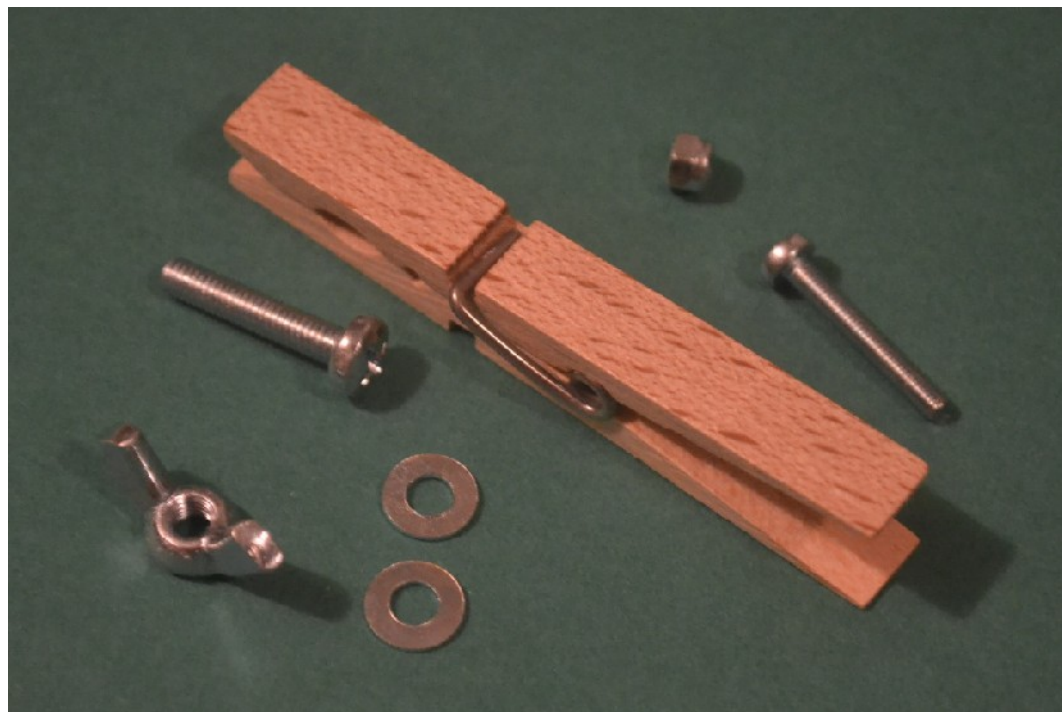
Václav Piskač, Brno 2014

Mezní napětí je pojem, který často zůstává pro studenty záhadou. To, že tahová odolnost materiálu závisí na poměru působící síly a plochy průřezu materiálu (tj. na napětí) se pro „běžné“ materiály, jako jsou např. kovy, ve školních podmínkách celkem těžce demonstruje.

Jedním z možných řešení je použít materiál s malým mezním napětím, například papír.

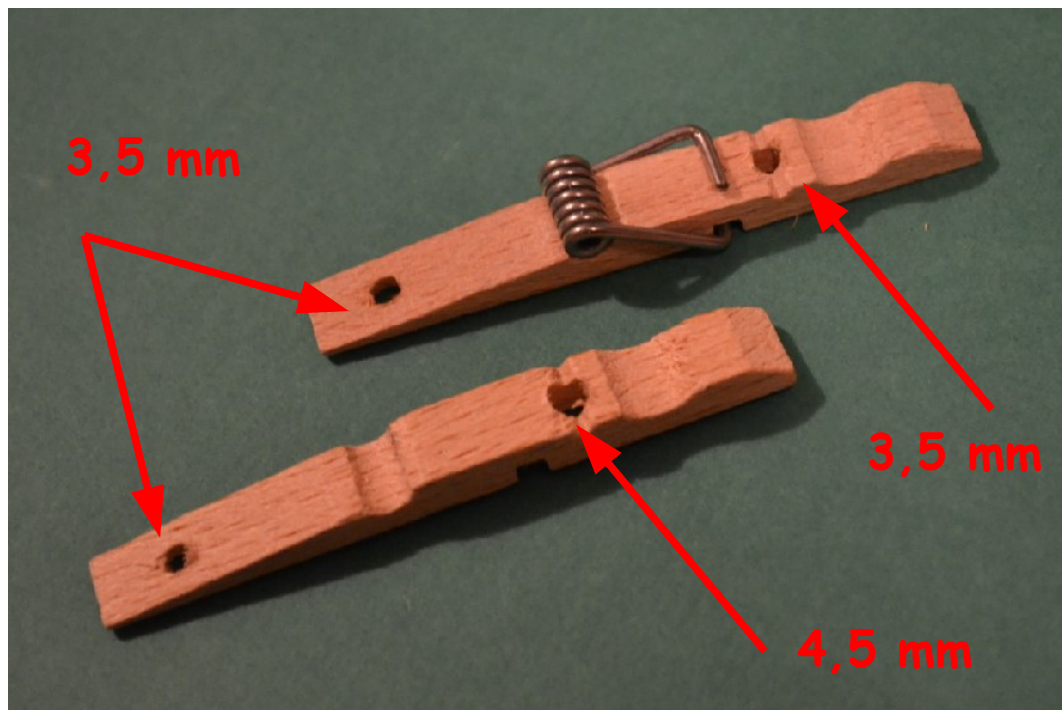
Hlavním problémem měření je způsob uchycení papíru tak, aby byl rovnoměrně namáhán v celém průřezu. Řešením je upravený kolíček na prádlo.

Kromě dřevěného kolíčku budete potřebovat šroub M4/20, 2 podložky M4, křídlovou matici M4, šroub M3/20 a samojistící matici M3.

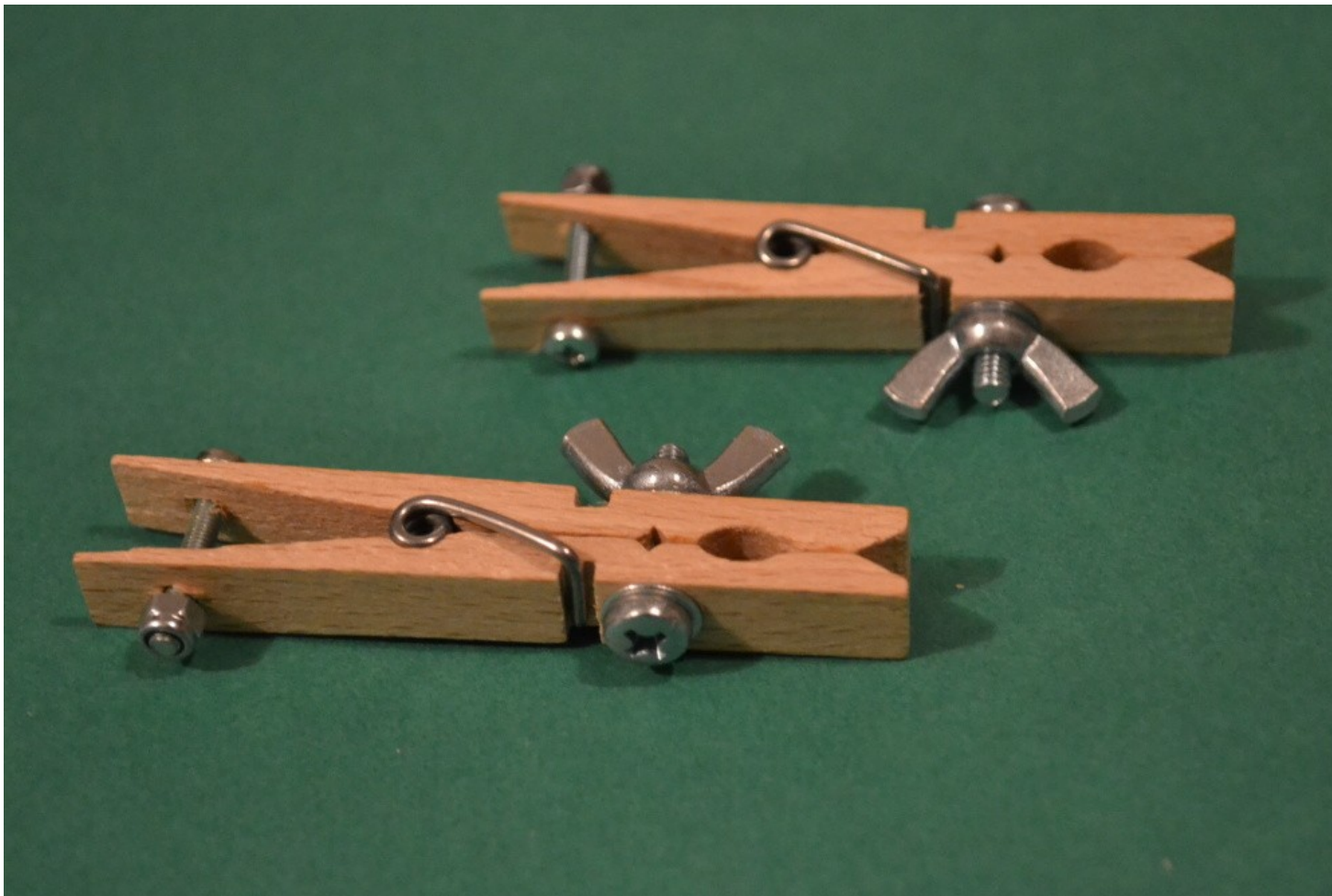


Kolíček rozložíte a vyvrtáte do něj otvory o průměrech podle fotografie vpravo.

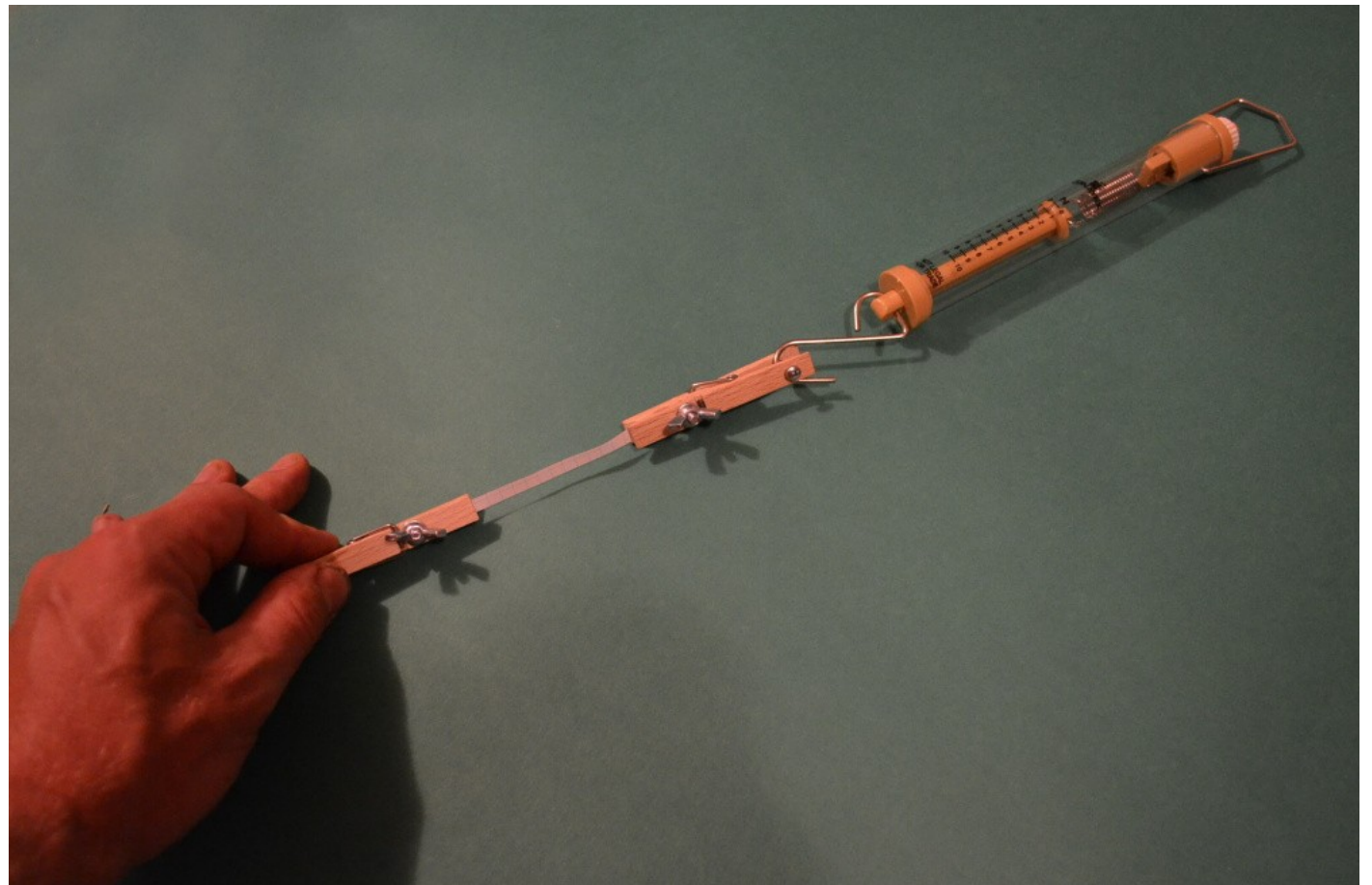
Kolíček složíte zpět.



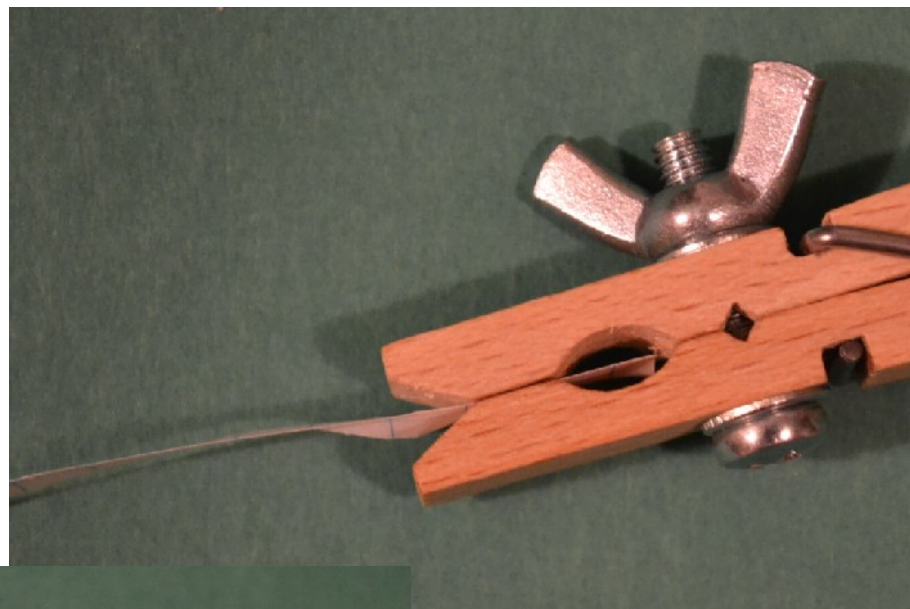
Do malého otvoru zašroubujete šroub M4/30 s podložkou, ze druhé strany osadíte druhou podložku a křídlovou maticí. Na přední stranu kolíčku osadíte šroub M3/20 se samojistící maticí. Po uvolnění křídlové matice by mělo být možné kolíček rozevřít alespoň na 5mm mezeru.



Připravíte si pásy papíru o známé tloušťce (papír 80 g/m² má tloušťku 0,1 mm, papír 160 g/m² 0,2 mm). Ze známé šířky papíru jsme schopni určit plochu průřezu. Pásek uchytíme mezi dva kolíčky. Jeden kolíček držíme rukou a druhý táhneme siloměrem. Měříme, při jaké síle se papír přetrhne.



Tenké pásky papíru stačí uchytávat do kolíčku bez úprav.
Silnější pásky je nutno přeložit, ty nejsilnější doplníme
kouskem špejle, jinak se budou z kolíčku vytrhávat.



Pro demonstrační experiment je vhodné použít digitální siloměr (např. od firmy Vernier). Rukou postupně zvětšujeme působící sílu, okamžik přetržení je na grafu patrný jako nejvyšší hodnota síly. Na prvním záznamu jsou pásy papíru 80 g/m^2 , na druhém 160 g/m^2 .

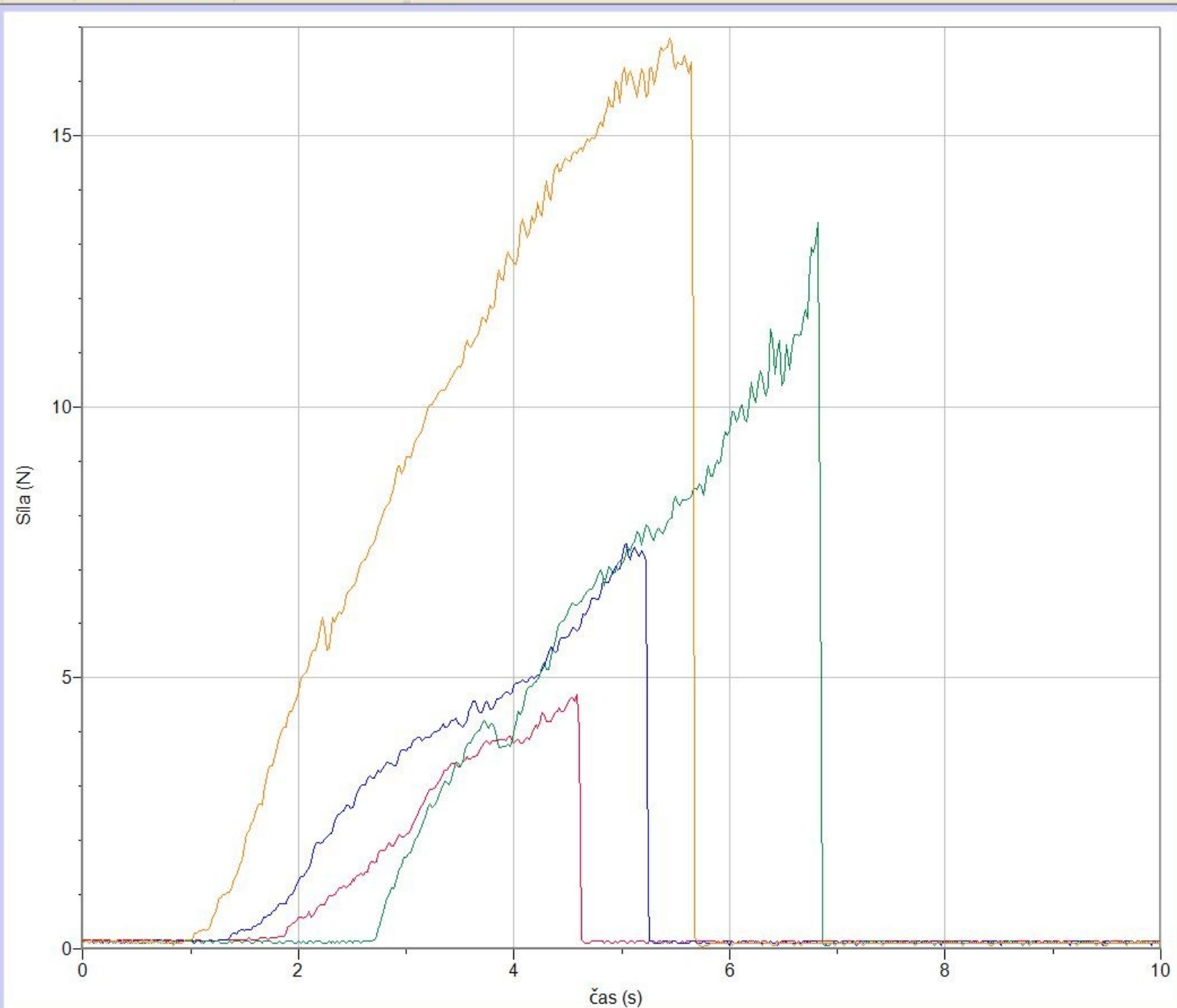
Mnou provedené měření nevyšlo příliš přesvědčivě (hodnota mezního napětí značně kolísá).

Žákovská měření (byť s klasickým siloměry) vycházejí lépe.



Poslední měření	
čas (s)	Síla (N)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	

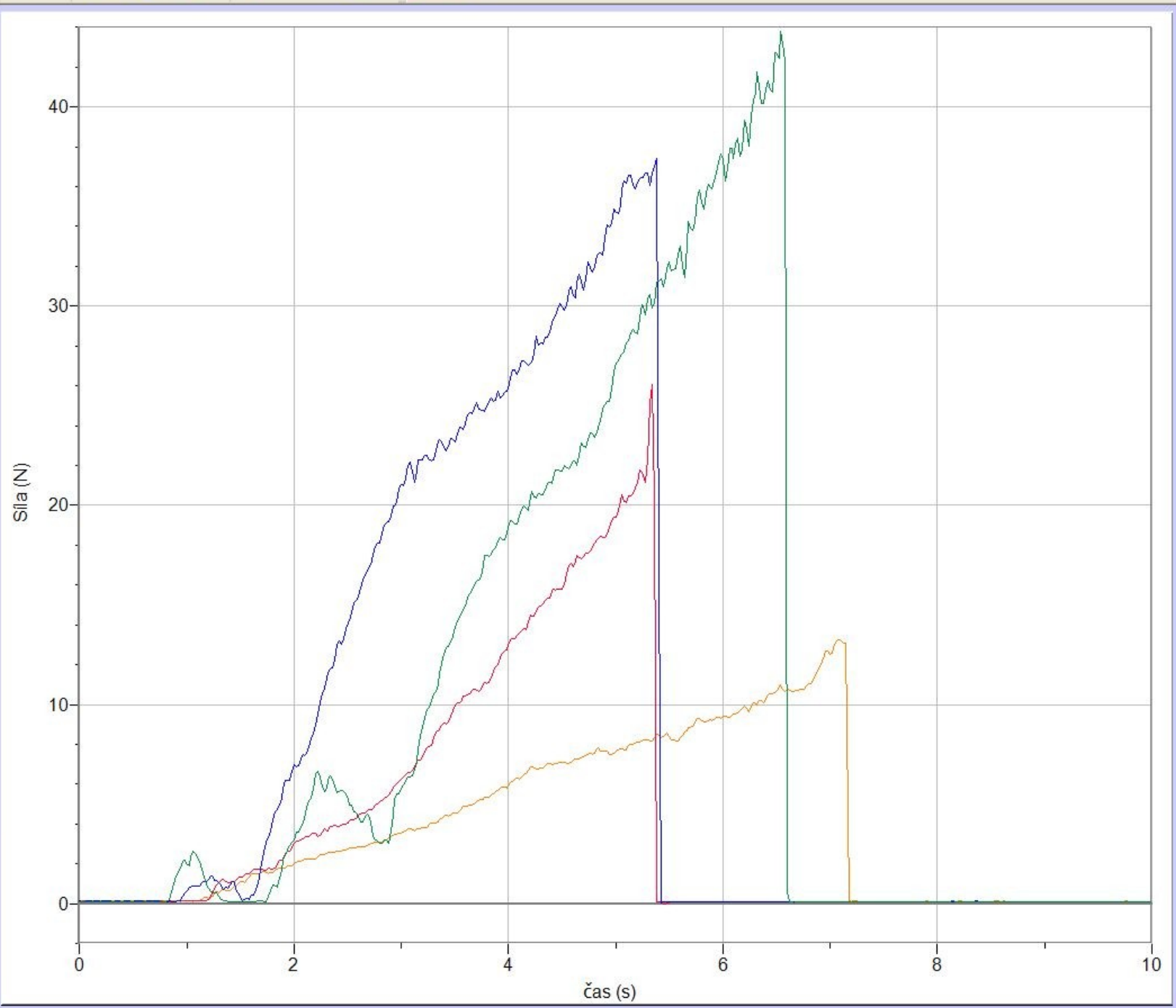
Síla
0,12 N





Poslední měření	
čas (s)	Síla (N)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	

Síla
0,11 N



x ... šířka pásku

d ... tloušťka pásku

**Průměrná hodnota
změřených mezních
napětí je cca 20 MPa.**

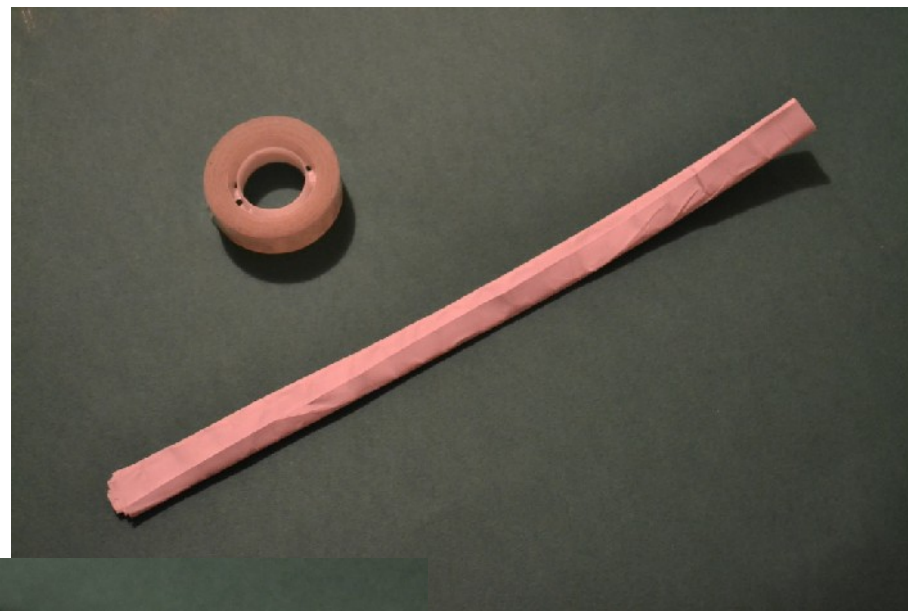
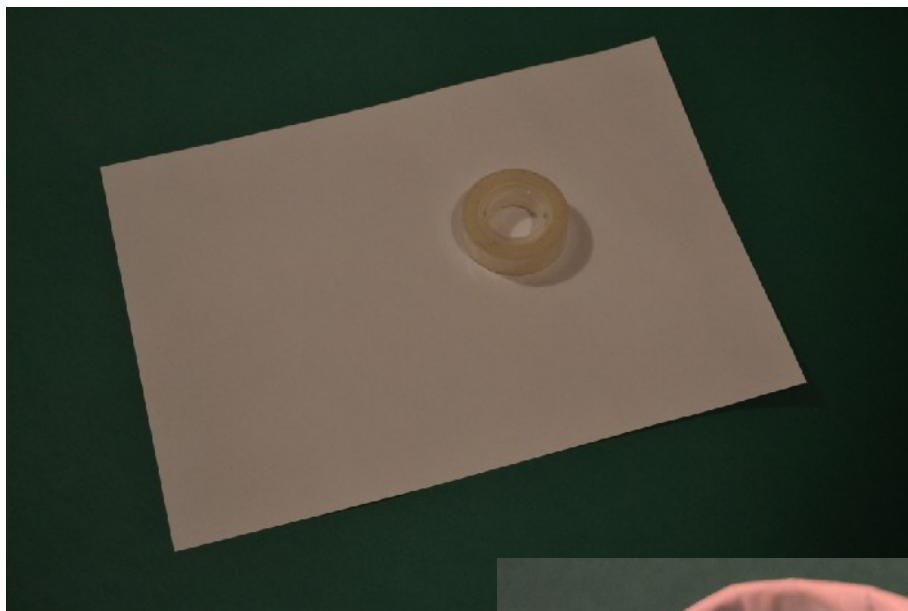
**Tabulková hodnota pro
dřevo se pohybuje
kolem 100 MPa.**

x [mm]	d [mm]	S [mm ²]	F [N]	σ [MPa]
3	0,1	0,3	4,7	15,7
5	0,1	0,5	7,3	14,6
7	0,1	0,7	13,4	19,1
9	0,1	0,9	16,8	18,7
3	0,2	0,6	13,2	22,0
5	0,2	1,0	26,1	26,1
7	0,2	1,4	37,4	18,7
9	0,2	1,8	43,8	24,3

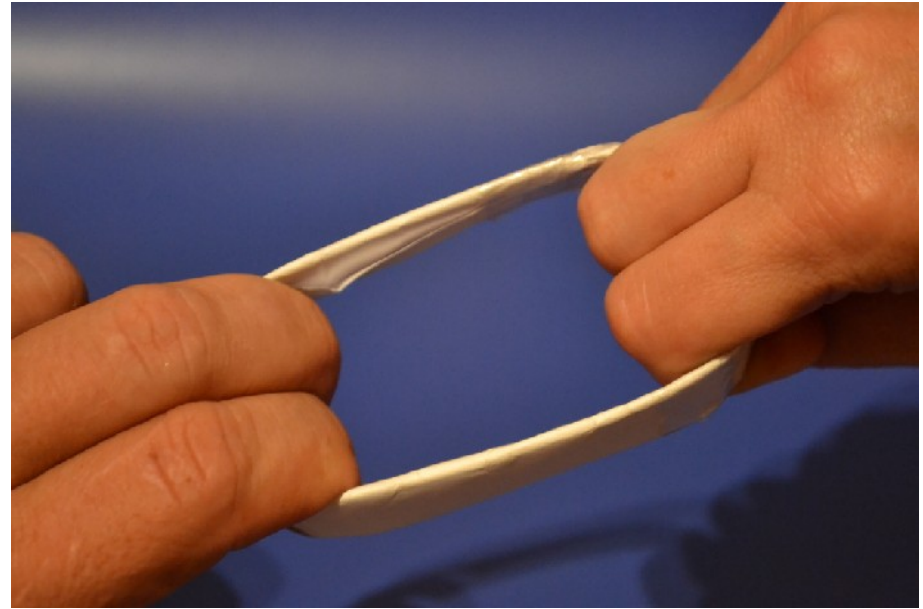
Kancelářský papír má v podélném směru šířku 210 mm a tloušťku 0,1 mm, tj. plochu průřezu 21 mm². Měl by se tedy přetrhnout až při zatížení 420 N.

To lze ověřit následujícím pokusem.

Stočíme list kacířského papíru A4 napříč (tj. získáme trubičku o délce 297 mm). Zploštíme ho a vytvarujeme do oválu. Překrývající se konce pečlivě oblepíme izolepou.



Tento ovál chytanou dva lidé a přetahují se s ním. Prakticky ho nejsou schopni přetrhnout. Díky zdvojení by měl ovál odolat teoreticky síle o velikosti 840 N. Této síly nelze při přetahování dosáhnout.



Jako doplňkové problémy lze testovat, co se stane, pokud napínáme papír v jednom místě zúžený, jak se při napínání chová pásek polyethylenu (tj. nákupní taška) ...

