



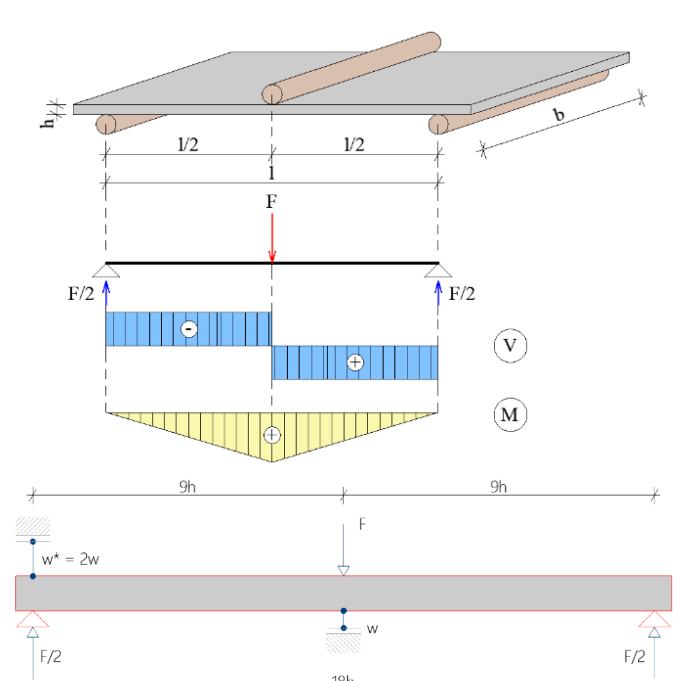
TEORETICKÁ DIPLOMOVÁ PRÁCE

ROZBOR VLASTNOSTÍ MATERIÁLU KOMPOZITNÍCH DESEK NA BÁZI CEMENTU A ORGANICKÝCH VLÁKEN V NÁVAZNOSTI NA JEHO VYUŽITÍ V RÁMCI NÁVRHU INTERIÉROVÝCH SCHODIŠŤ

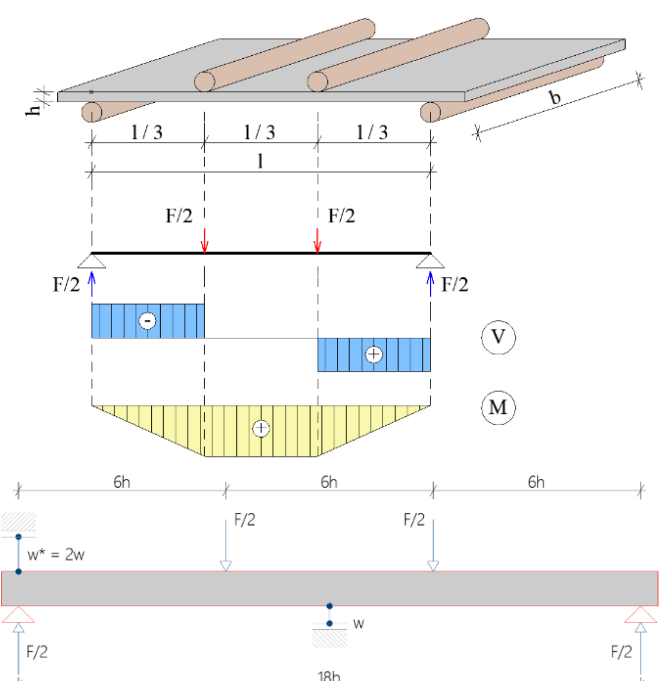
Kompozitní desky na bázi cementu a organických vláken, (označovány jako „*cementovláknité desky*“) jsou považovány za univerzální, enviromentální a trvanlivý stavební materiál. Slouží jako náhrada přírodního dřeva a výrobků ze dřeva, jako jsou například překližky, nebo desky s orientovanými vlákny (OSB). Vlastnosti cementovláknitých desek jako stavebního materiálu umožňují různorodá použití v širokém spektru stavebních konstrukcí. Mezi ty nejčastější patří fasádní obklady větraných fasád pro rekonstrukce i novostavby, vnitřní a vnější podhledy, obklady vnitřních a vnějších konstrukcí, kabelové mosty a konstrukce požární ochrany. Jednou z teoreticky možných oblastí použití cementovláknitých desek je další využití v rámci konstrukcí pozemních staveb, například konstrukce schodiště, na kterou je kladena řada požadavků. Jedná se především o statickou únosnost, mechanickou odolnost a požární odolnost konstrukce. V rámci diplomové práce bylo provedeno porovnání vlastností cementovláknitých desek kolmo na rovinu desky (\perp) a v její střednicové rovině (\parallel), bylo provedeno experimentální stanovení materiálových charakteristik, které mohou sloužit jako podklad pro vytvoření materiálového modelu a následnou analýzu konstrukce schodiště metodou konečných prvků. Experimentálním zkoušením cementovláknitých desek kolmo na rovinu desky (\perp) a v její střednicové rovině (\parallel) byly stanoveny hodnoty:

- 1) modulu pružnosti MOE_3 při namáhání 3bodovým ohybem a MOE_4 při namáhání 4bodovým ohybem,
- 2) pevnosti v tahu za ohybu MOR_3 při namáhání 3bodovým ohybem a MOR_4 při namáhání 4bodovým ohybem,
- 3) pevnosti v tlaku $f_{c\perp}$ kolmo na rovinu desky a pevnosti v tlaku $f_{c\parallel}$ v rovině desky,
- 4) pevnosti v prostém tahu $f_{t\perp}$ kolmo na rovinu desky a pevnosti v prostém tahu $f_{t\parallel}$ v rovině desky,
- 5) pevnosti lepených spojů ve smyku $f_{g,s}$ při namáhání v rovině desky,
- 6) pevnosti lepených spojů v prostém tahu $f_{g,t}$ při namáhání kolmo na rovinu desky,
- 7) bobtnání po uložení 24 hodin ve vodě G ,
- 8) nasákavosti po uložení 24 hodin ve vodě W_p ,
- 9) objemové hmotnosti ρ .

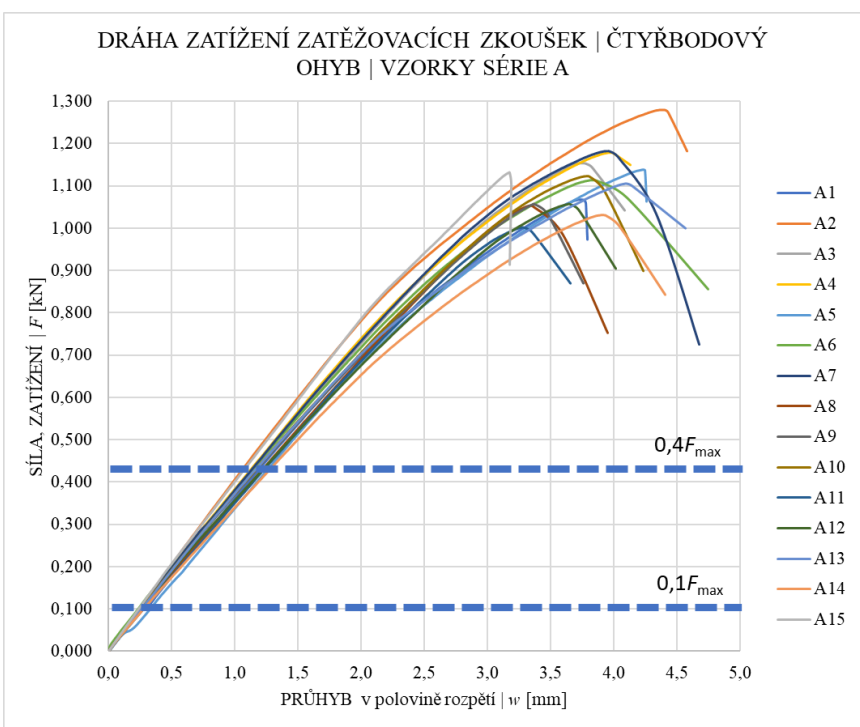
EXPERIMENTÁLNĚ STANOVENÉ MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY



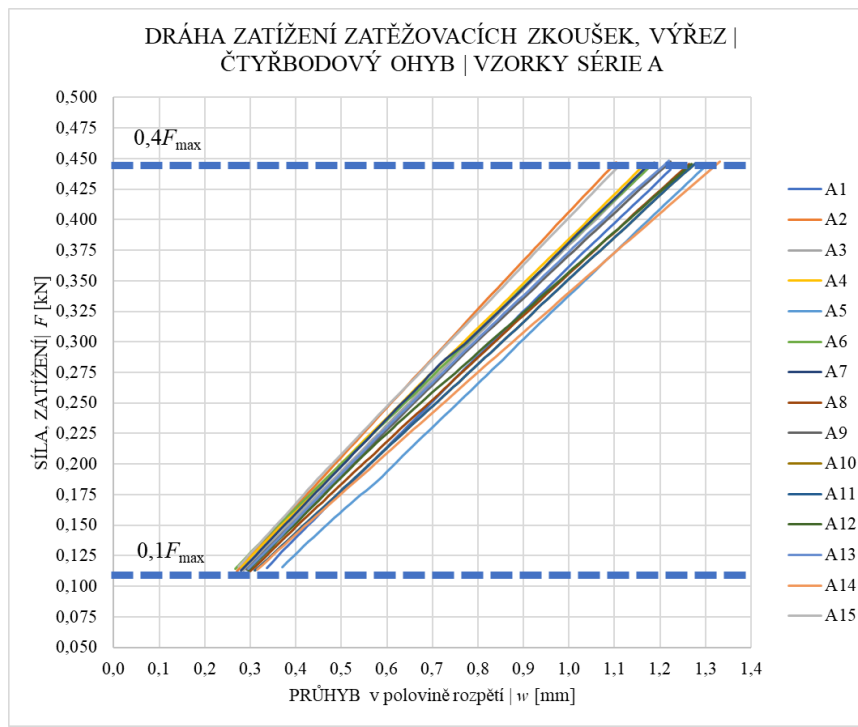
Obr.1 Schéma zatížení, průběhu vnitřních sil a uspořádání zkoušky při zatěžování tříbodovým ohybem pro stanovení modulu pružnosti MOE_3 a pevnosti v tahu za ohybu MOR_3



Obr.2 Schéma zatížení, průběhu vnitřních sil a uspořádání zkoušky při zatěžování čtyřbodovým ohybem pro stanovení modulu pružnosti MOE_4 a pevnosti v tahu za ohybu MOR_4



Obr.3 Dráha zatížení při zatěžování 4bodovým ohybem



Obr.3 Zvětšený výřez dráhy zatížení v rozsahu 0,1 F_{max} až 0,4 F_{max} použití pro regresní analýzu

$$\left[\begin{aligned} MOE_3 &= \frac{(F_2 - F_1) \cdot l_s^3}{4 \cdot (w_2 - w_1) \cdot b \cdot h^3} \\ MOR_3 &= \frac{3 \cdot F_{max} \cdot l_s}{2 \cdot b \cdot h^2} \end{aligned} \right. \quad (1) \quad \left. \begin{aligned} &\text{Výpočtové vztahy pro} \\ &\text{výpočet hodnot modulu} \\ &\text{pružnosti } MOE_3 \text{ a pevnosti} \\ &\text{v tahu za ohybu } MOR_3 \text{ při} \\ &\text{zatěžování 3bodovým} \\ &\text{ohybem} \end{aligned} \right.$$
$$\left[\begin{aligned} MOE_4 &= \frac{23 \cdot (F_2 - F_1) \cdot l_s^3}{108 \cdot (w_2 - w_1) \cdot b \cdot h^3} \\ MOR_4 &= \frac{F_{max} \cdot l_s}{b \cdot h^2} \end{aligned} \right. \quad (2) \quad \left. \begin{aligned} &\text{Výpočtové vztahy pro} \\ &\text{výpočet hodnot modulu} \\ &\text{pružnosti } MOE_4 \text{ a pevnosti} \\ &\text{v tahu za ohybu } MOR_4 \text{ při} \\ &\text{zatěžování 4bodovým} \\ &\text{ohybem} \end{aligned} \right.$$

Přehled všech experimentálně stanovených materiálových charakteristik v rámci diplomové práce

SLEDOVANÉ CHARAKTERISTIKY	kolmo na rovinu desky \perp [MPa]	v rovině desky \parallel [MPa]
modul pružnosti, čtyřbodový ohyb MOE_4	14417,04	< 15245,50
5% kvantil modulu pružnosti, čtyřbodový ohyb $MOE_{40,05}$	13180,03	< 14158,69
modul pružnosti, tříbodový ohyb MOE_3	14175,54	< 14213,15
5% kvantil modulu pružnosti, tříbodový ohyb $MOE_{30,05}$	12371,11	< 13530,08
pevnost v tahu za ohybu, čtyřbodový ohyb MOR_4	21,00	> 20,77
pevnost v tahu za ohybu, tříbodový ohyb MOR_3	21,84	> 21,73
5% kvantil pevnosti v tahu za ohybu, čtyřbodový ohyb $MOR_{40,05}$	18,78	< 18,93
5% kvantil pevnosti v tahu za ohybu, tříbodový ohyb $MOR_{30,05}$	20,04	> 18,96
pevnost v tlaku f_c	67,71	> 56,01
5% kvantil pevnosti v tlaku $f_{c0,05}$	56,53	> 51,85
pevnost v prostém tahu f_t	2,16	<< 10,13
5% kvantil pevnosti v prostém tahu $f_{t0,05}$	1,13	<< 9,17
pevnost lepeného spoje v tahu $f_{g,t}$	min. $f_{t\perp}$	- nestanoveno
pevnost lepeného spoje ve smyku $f_{g,s}$	nestanoveno	- 7,03
bobtnání G	0,20%	- nestanoveno
nasákavost W_p	15%	- nestanoveno
objemová hmotnost ρ	1718,23 kg/m ³	

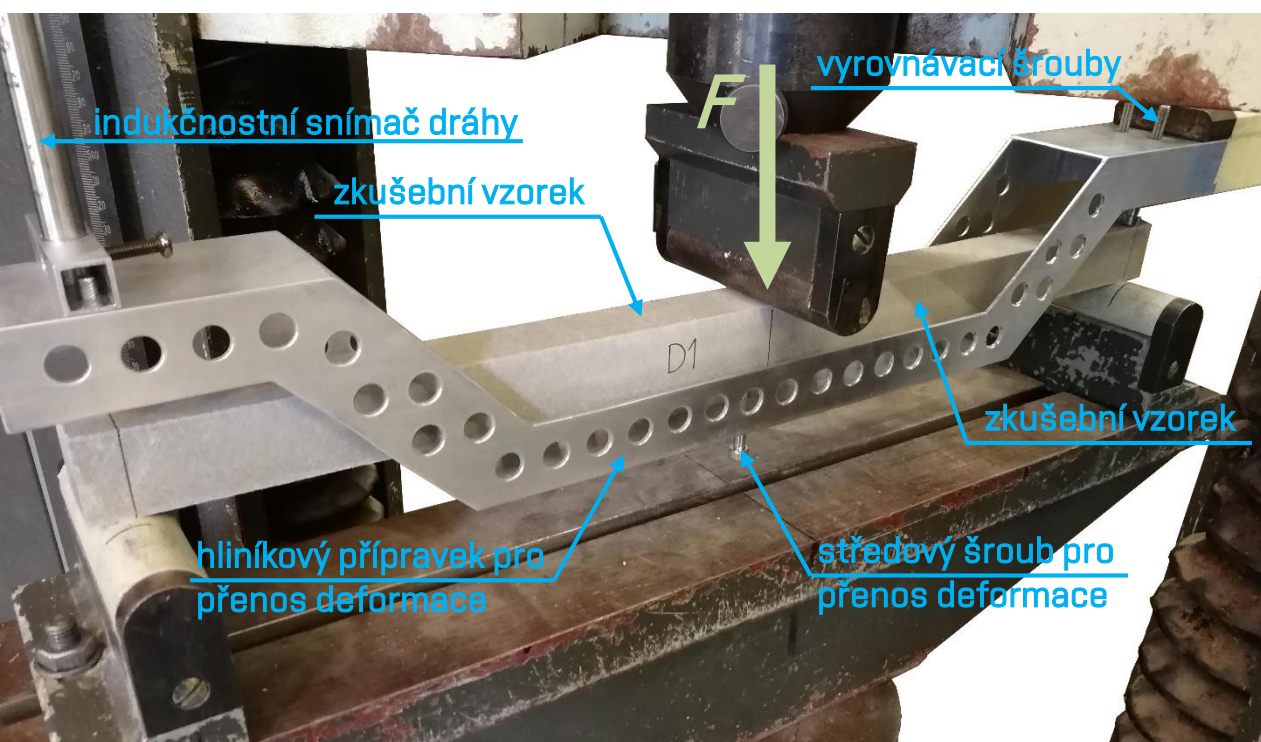
VÝROBA PROTOTYPU SCHODIŠTĚ Z CEMENTOVLÁKNITÝCH DESEK

V návaznosti na experimentální zkoušení cementovláknitých desek byl proveden návrh a výroba prototypu jednoramenného přímého schodnicového schodiště. Na základě typologického návrhu byl proveden řezný plán segmentů schodiště, které byly nařezány pomocí ruční okružní pily a následně sestavovány a upravovány podle kroků (A-F):

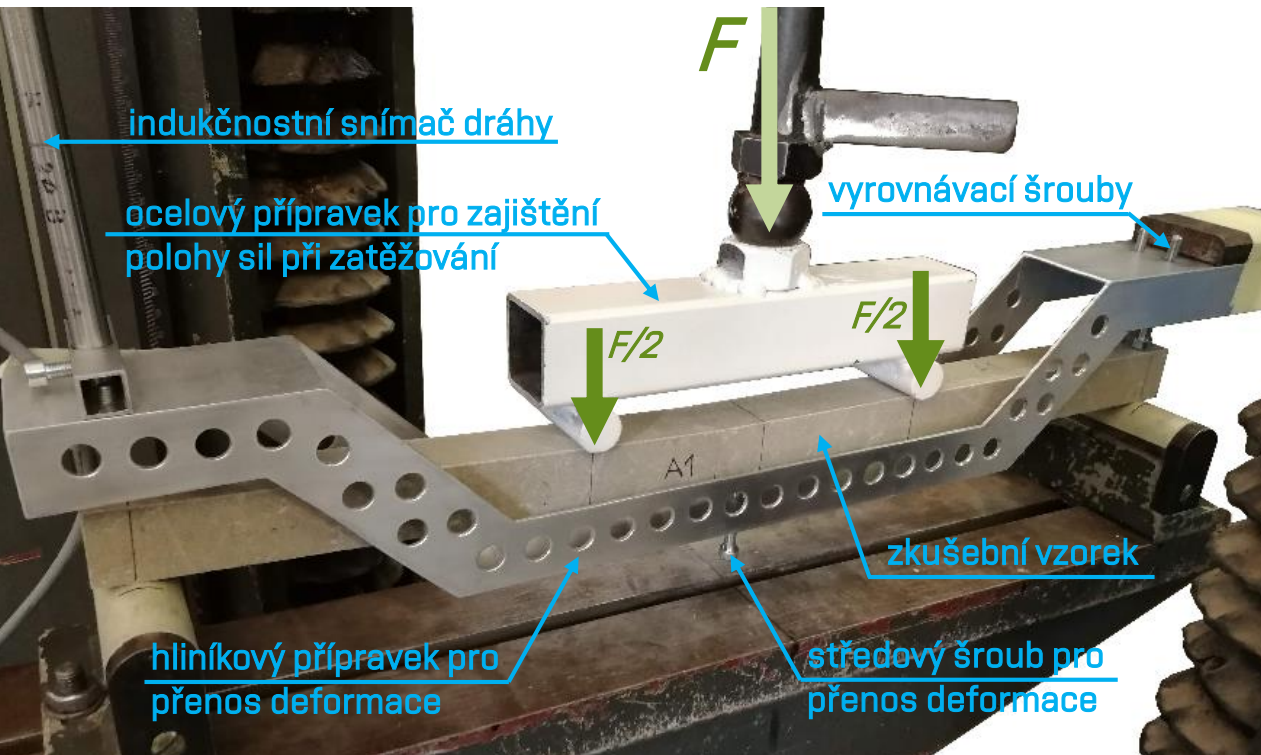


- A. sesvorkování dvou desek pomocí stolařských svěrek, ze kterých bude tvořena schodnice,
- B. rozměření a předvrtání otvorů pomocí vrtáků do betonu $\varnothing 6$ mm v podporách stupnic,
- C. rozměření a předvrtání otvorů $\varnothing 6$ mm ve schodnicích,
- D. přišroubování podpor stupnic ke schodnicím vruty do betonu $\varnothing 6$ mm,
- E. rozměření a předvrtání otvorů pomocí vrtáku do betonu $\varnothing 6$ mm ve stupnicích a podporách stupnic současně,
- F. přišroubování stupnic vruty do betonu $\varnothing 6$ mm, kompletace schodiště,
- G. kompletace schodišťového ramene.

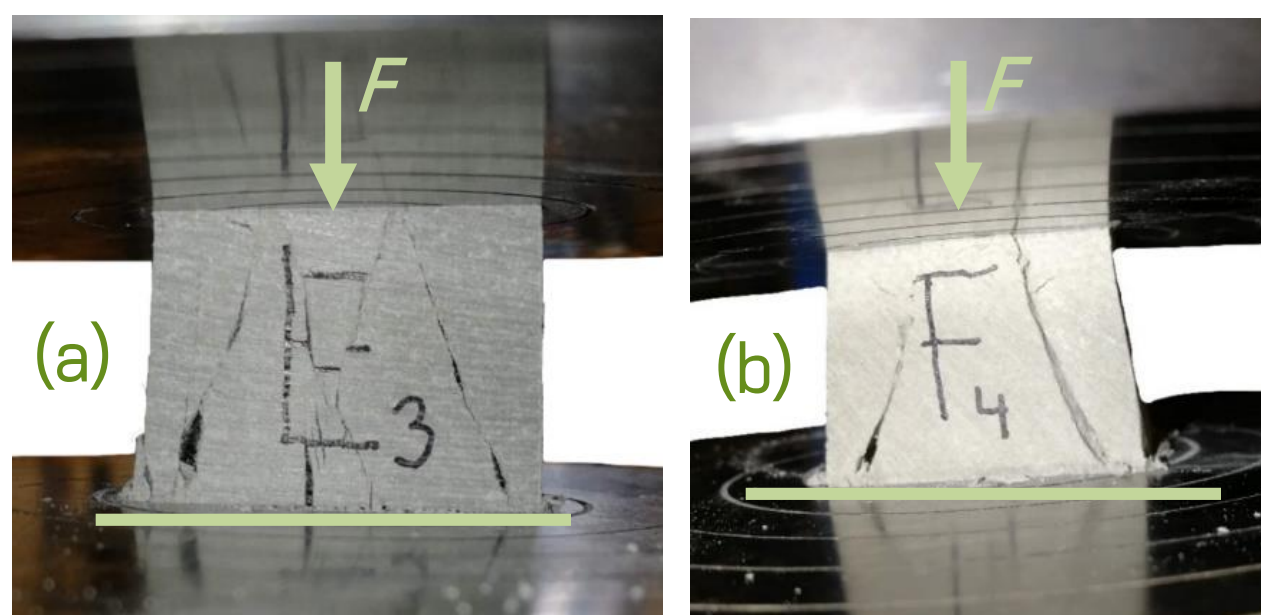
EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠENÍ CEMENTOVLÁKNITÝCH DESEK



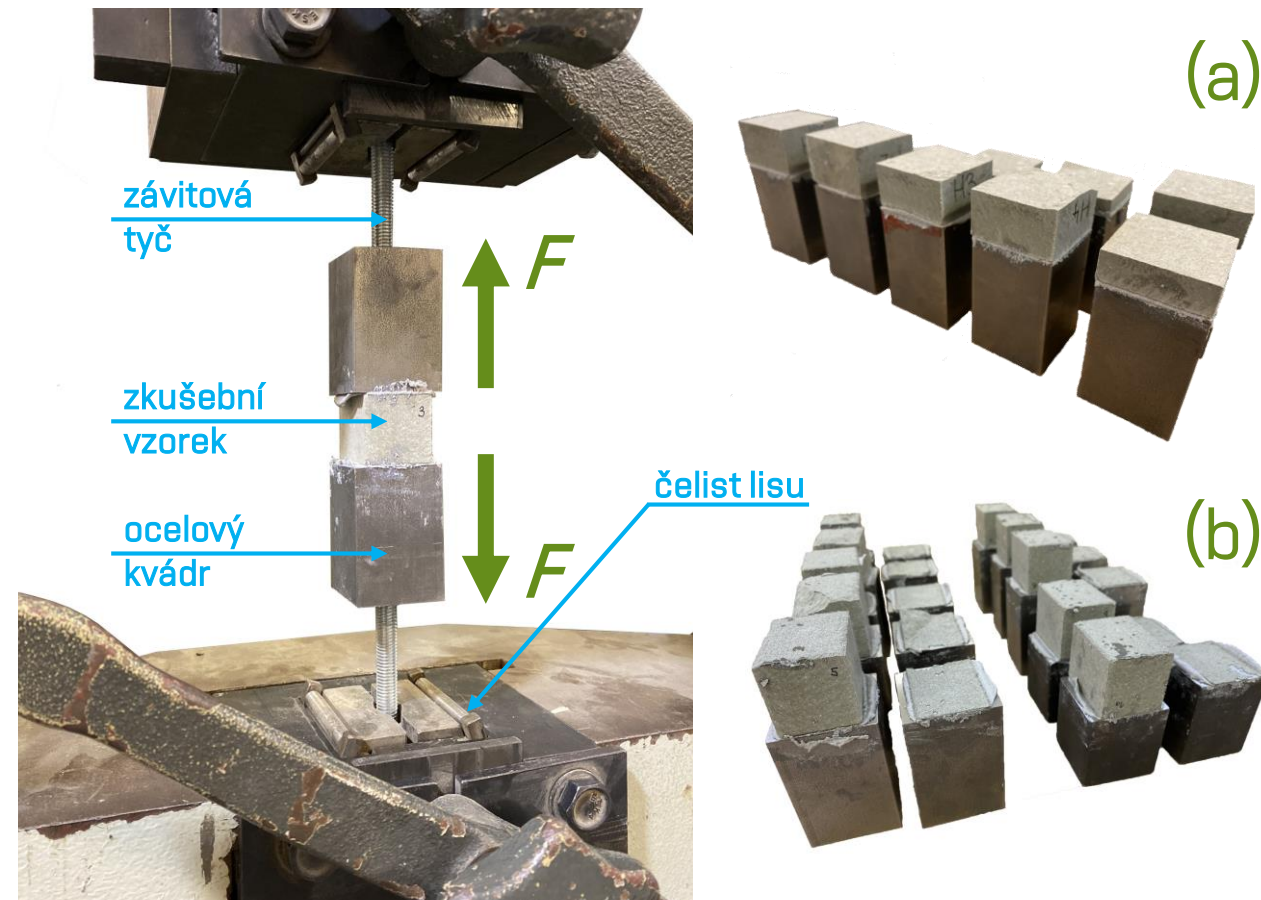
Obr.4 Zkušební sestava pro stanovení modulu pružnosti MOE a pevnosti v tahu za ohybu MOR při namáhání tříbodovým ohybem



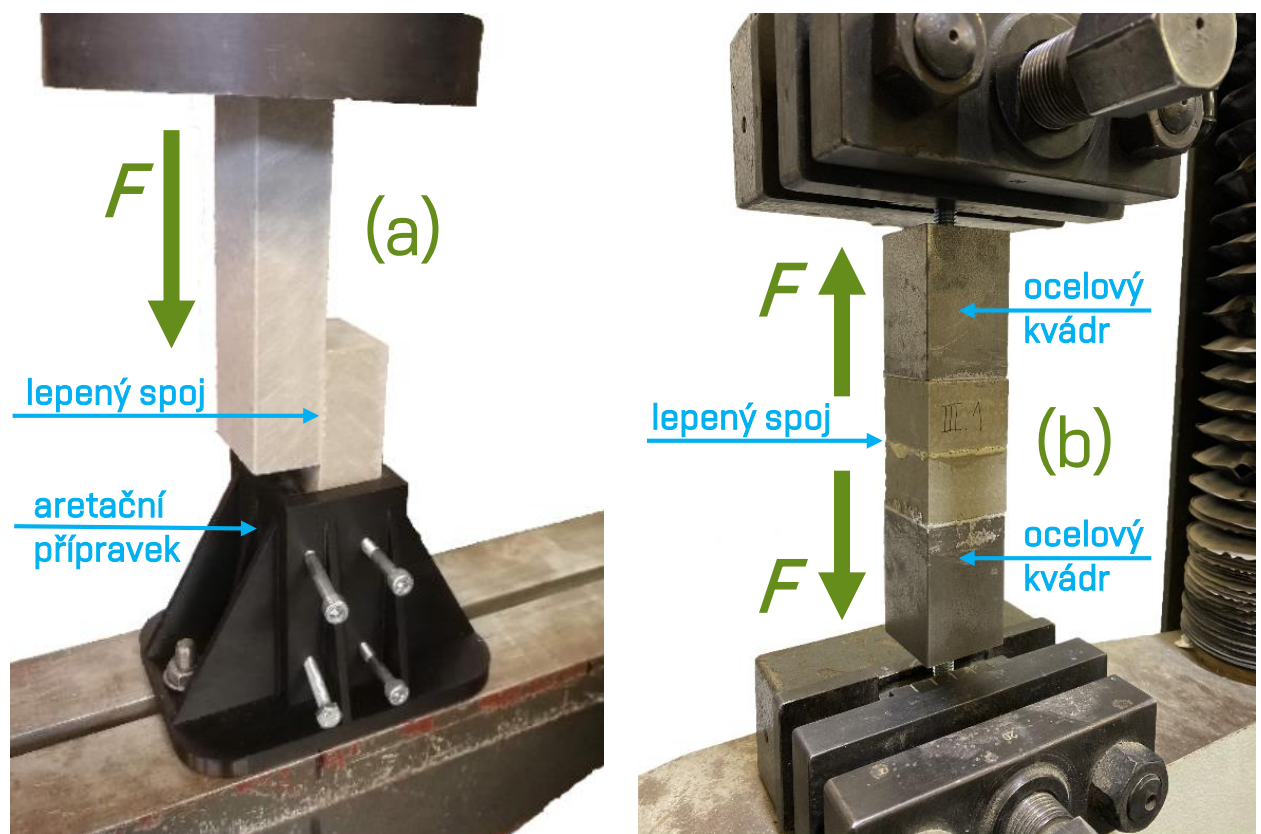
Obr.5 Zkušební sestava pro stanovení modulu pružnosti MOE a pevnosti v tahu za ohybu MOR při namáhání čtyřbodovým ohybem



Obr.6 Porušené zkušební vzorky při stanovení pevnosti v tlaku (a) v rovině desky $f_{c\parallel}$ (b) pevnosti v tlaku kolmo na rovinu desky $f_{c\perp}$



Obr.7 Zkušební sestava pro stanovení pevnosti v prostém tahu $f_{g,t}$ a přehled porušení zkušební vzorků (a) při namáhání kolmo na rovinu desky (\perp) a (b) při namáhání v rovině desky (\parallel)



Obr.8 Zkušební sestava pro stanovení (a) pevnosti lepených spojů ve smyku $f_{g,s}$ a (b) pevnosti lepených spojů v prostém tahu $f_{g,t}$