

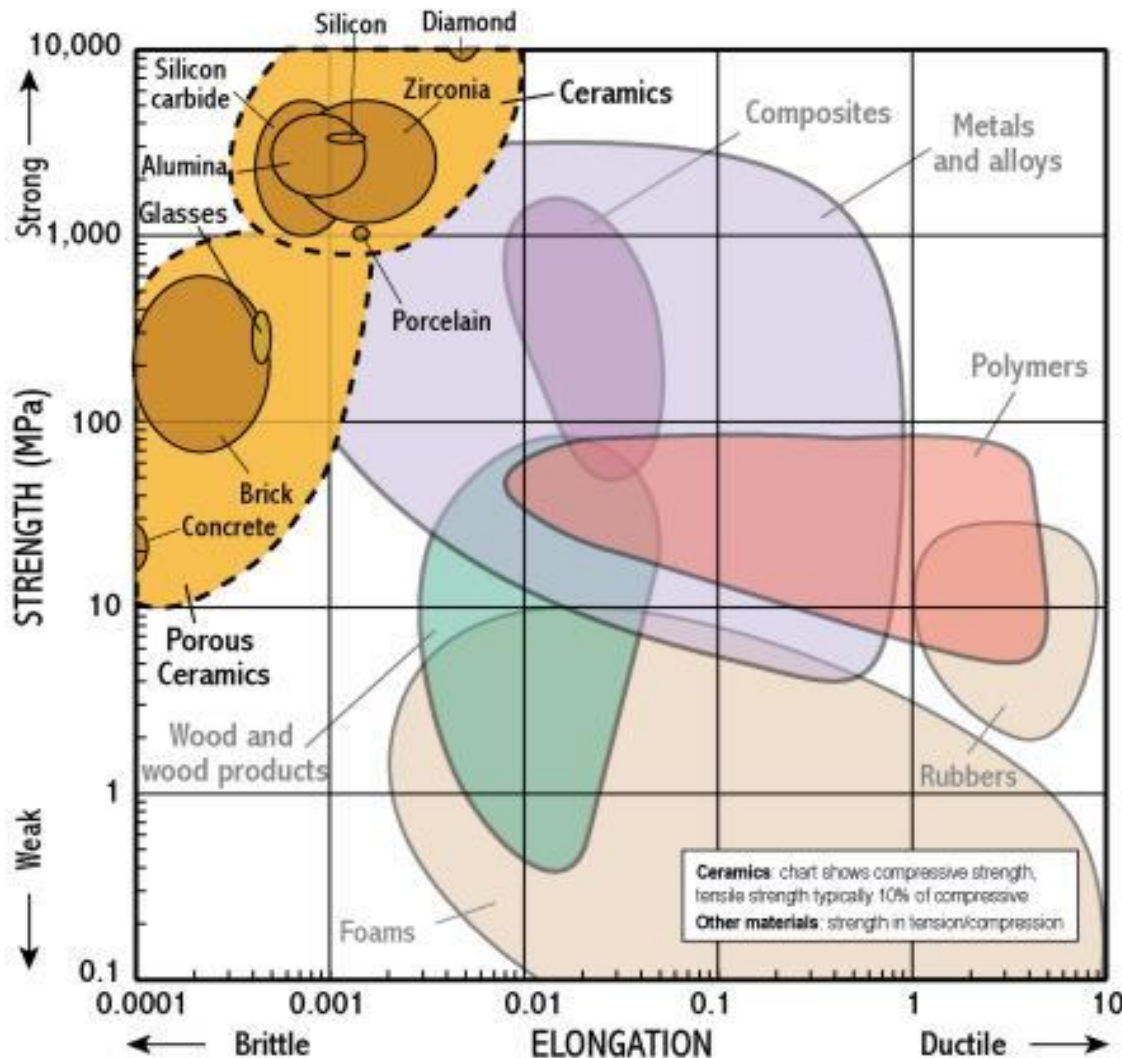
Keramické kompozitné filamenty pre FDC aplikácie



M. Janek

Oddelenie Anorganických Materiálov, FChPT STU Bratislava
Katedra Fyzikálnej a Teoretickej Chémie, PriF UK Bratislava

Parametre	Tradičná keramika	Pokročilá keramika
počet fáz	2 – 5	1 – 2
veľkosť kryštálov	5 – 100 μm	0,1 – 5 μm
chemická čistota	– prírodné suroviny	+ syntetické suroviny
pevnosť	20 – 150 MPa	200 – 2000 MPa



...súčasť rodiny
konštrukčných
materiálov...

Chémia

Filtrácia

Reaktory

Katalyzátory

Senzory





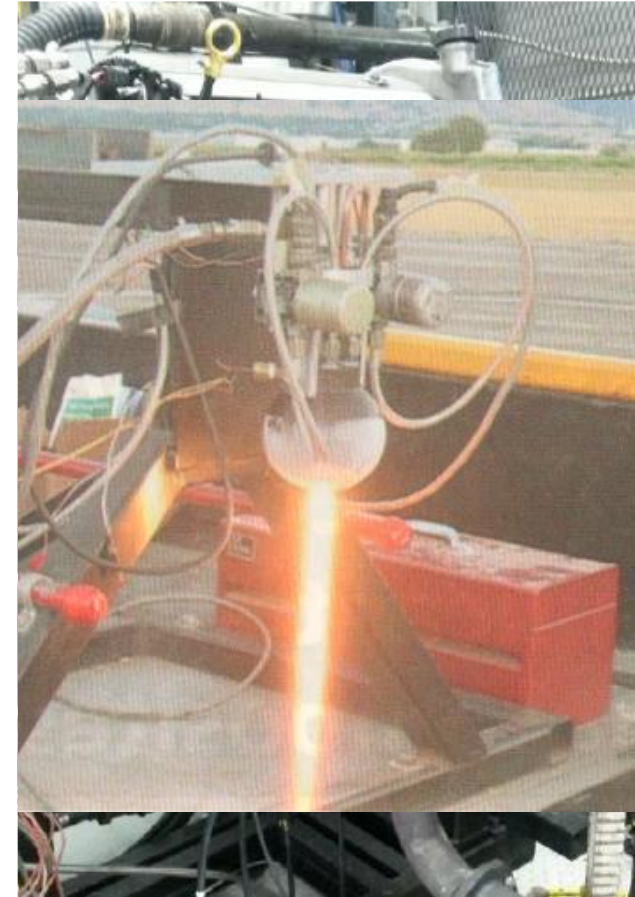
Chémia

Strojárstvo

Automotive

Aerospace

Space





Chémia

Strojárstvo

Špeciálne aplikácie

Odľahčená k.

Tepelné aplik.

Výmena iónov



... with courtesy to LITHOZ



Chémia

Strojárstvo

Medicína

Komerčné produkty

Umenie

Dizajn

Móda



Chémia

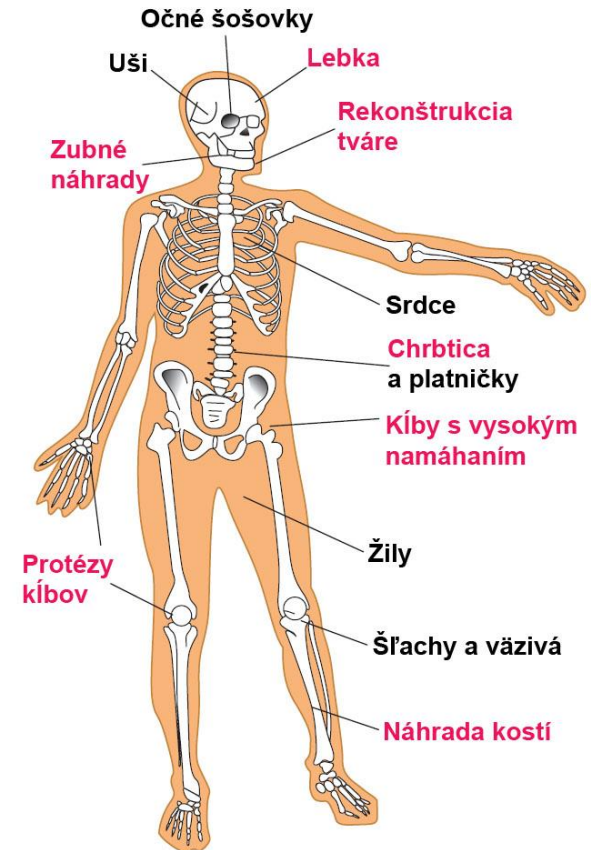
Strojárstvo

Špeciálne aplikácie

Komerčné produkty

Medicína

Náhrady kostí





Chémia

Strojárstvo

Špeciálne aplikácie

Komerčné produkty

Medicína

Hobby a voľný čas



St. Stephen's Cathedral, Vienna
... with courtesy to LITHOZ

- ◆ Hobby aplikácie v 3D tlači
→ spracovateľnosť ako pri tradičnej keramike < 1200 °C
- ◆ Pokročilá keramika pre priemyselné využitie
→ spracovateľnosť > 1300 °C
- ◆ Bioaktívne materiály na remodelovanie kostí
→ optimalizácia zložiek:

hydroxyapatit / trikalcium fosfát / biosklo

Zloženie skutočnej kosti:

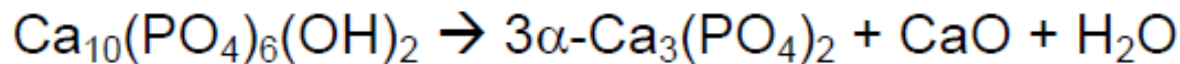
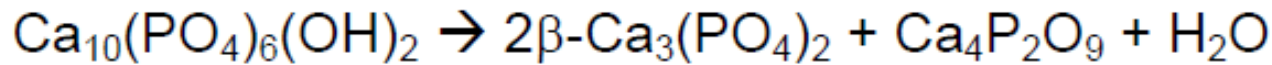
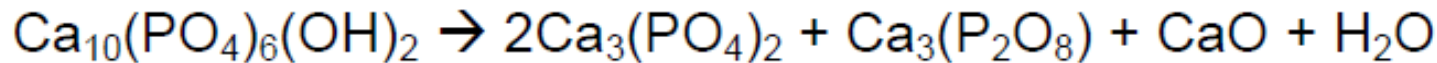
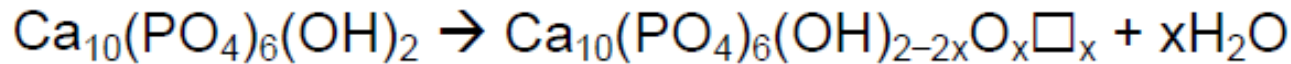
75% $M_{10}(PO_4)_6X_2$

24% colagene

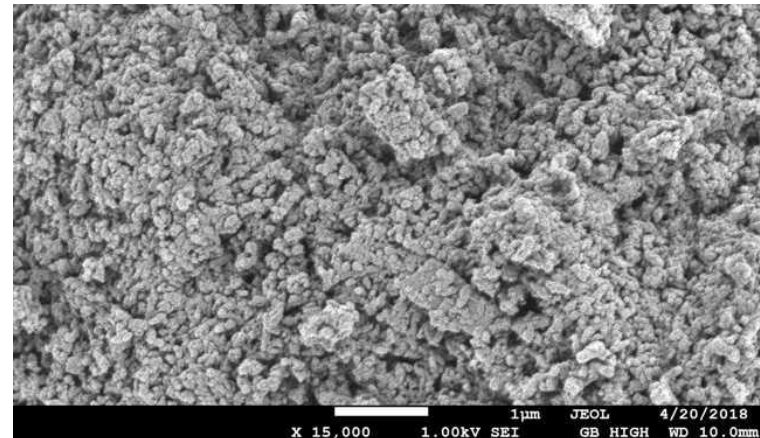
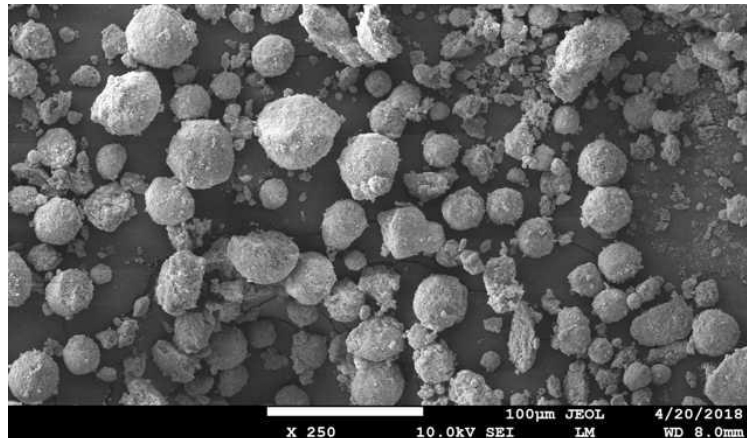
1% amelogenine (proteín)



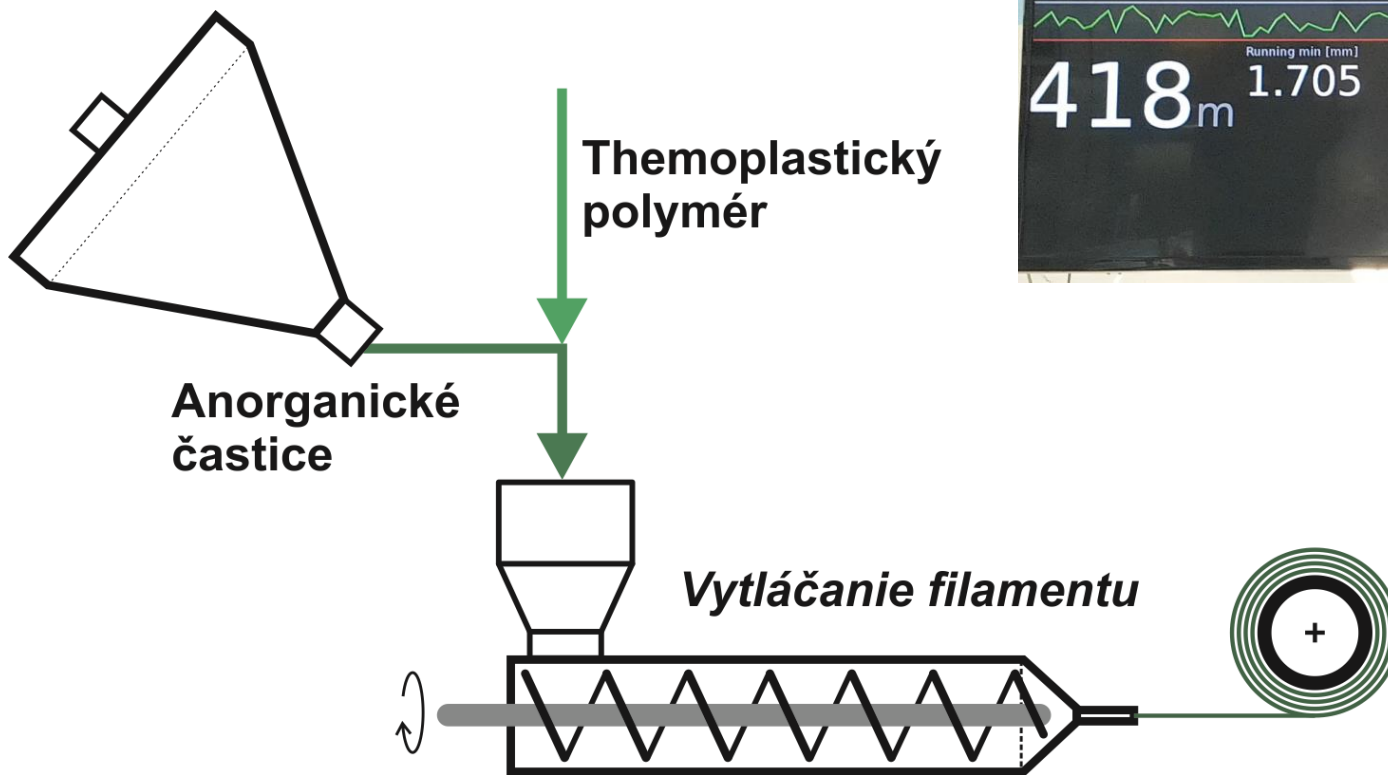
Vysokoteplotné správanie HAp, spekanie 1200 °C, 1 hodina.



HAT 00



Zjednodušená schéma:

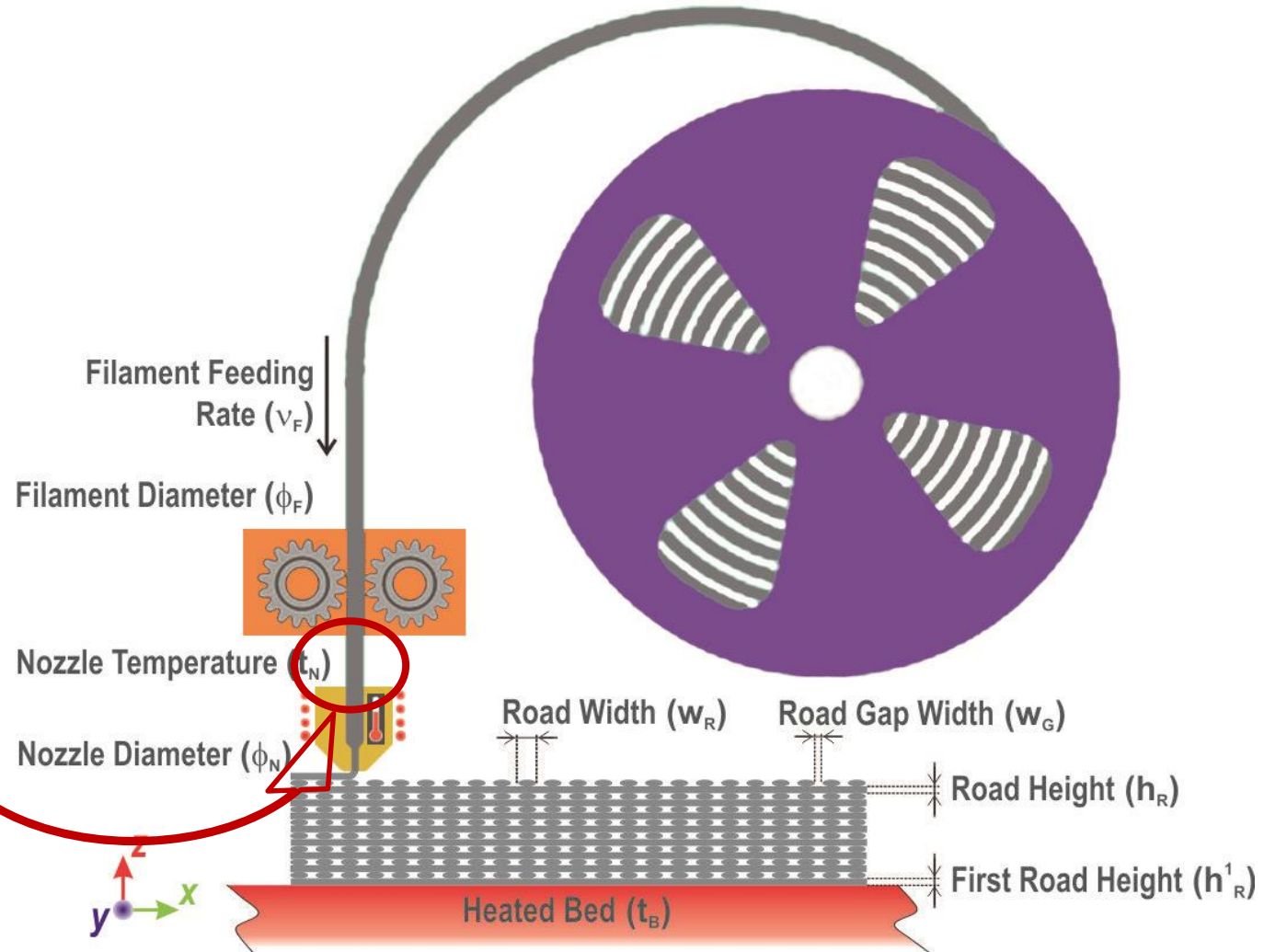


Rýchlosť
dávkovania:

$$v_F = \frac{\dot{V}}{w_R h_R}$$

Eulerov ohyb:

$$\Delta P_{cr} \geq \frac{\pi^2 \phi_F^2 E}{16 l_{FN}^2}$$



Spracovanie filamentu



3D tlač



Ceramics



Odstránenie spojiva
Výpal

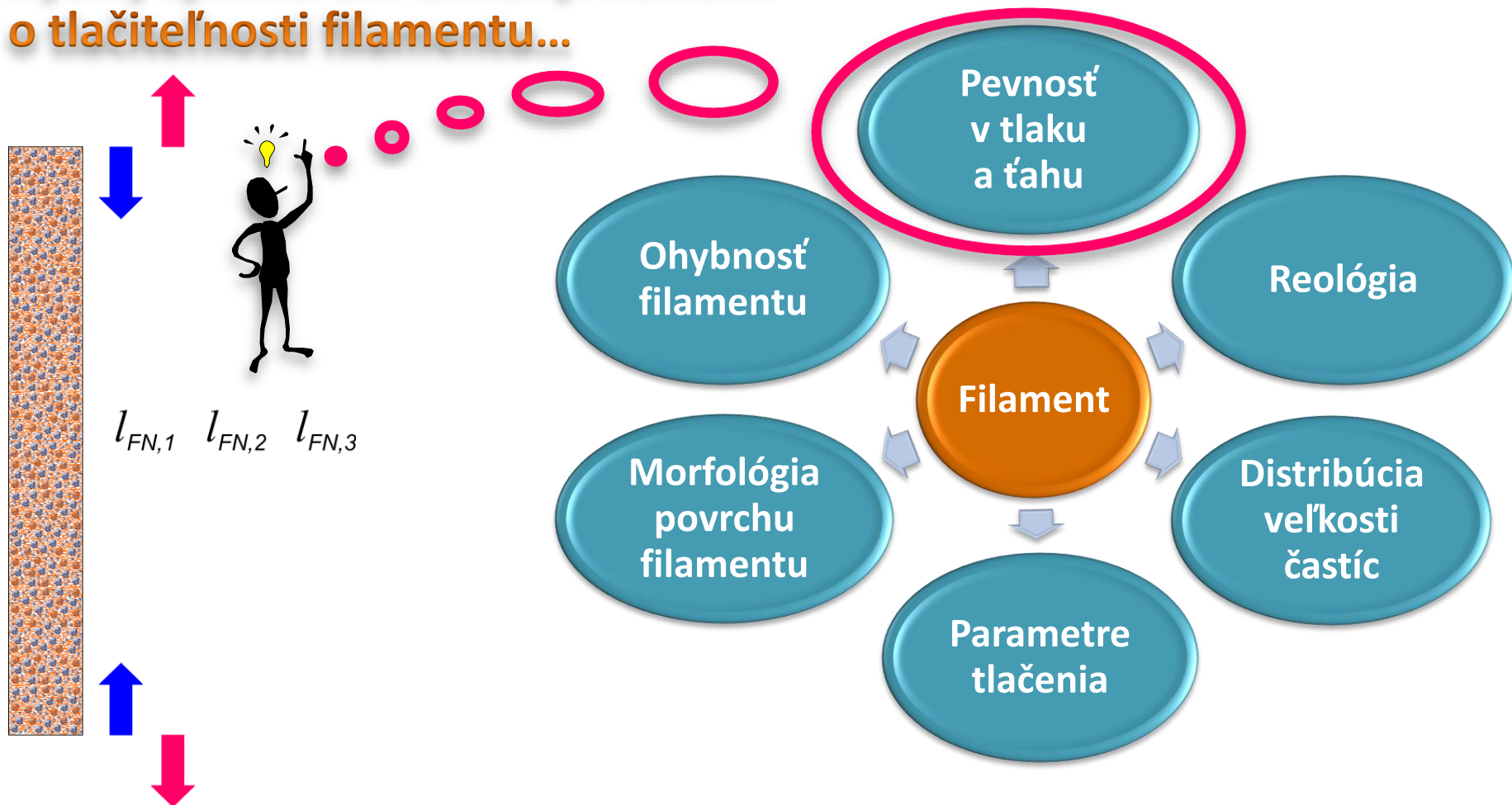


Green
body



Vlastnosti filamentu

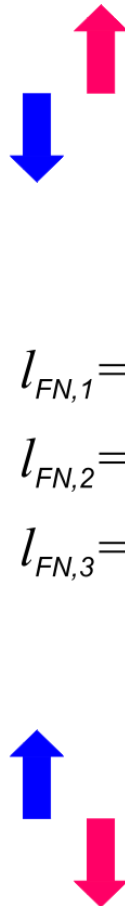
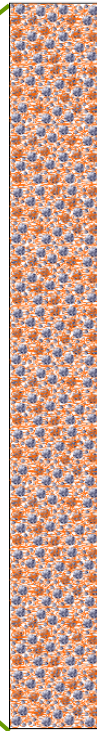
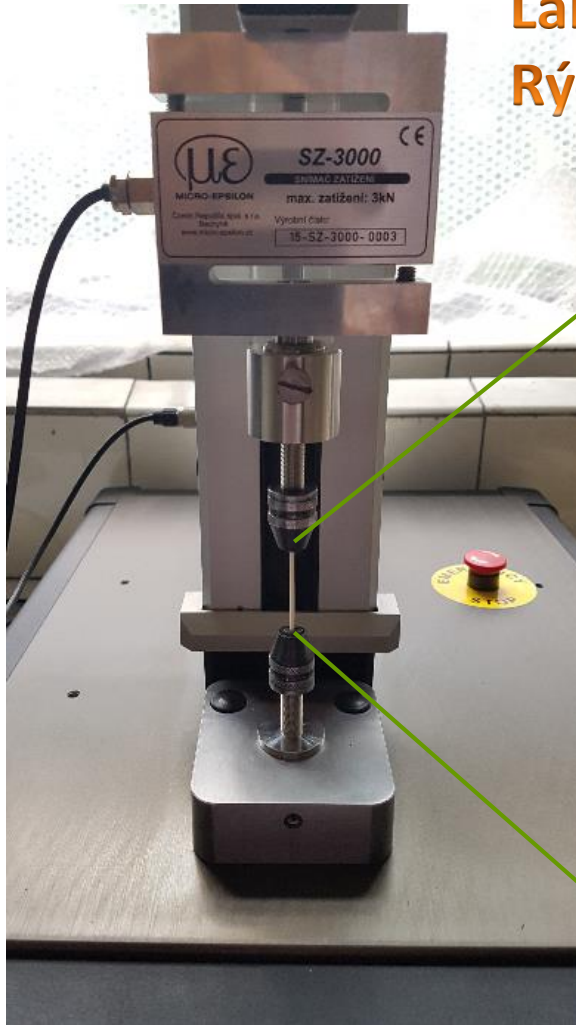
Rýchly spôsob ako získať predstavu
o tlačiteľnosti filamentu...



Podmienky testovania

Laboratórna teplota 25 °C

Rýchlosť posuvu 5 mm / min



$$l_{FN,1} = 2 \text{ cm}$$

$$l_{FN,2} = 4 \text{ cm}$$

$$l_{FN,3} = 8 \text{ cm}$$

Testované filamenty:



HAT00



HAT10



PLA biela



PLA sadrovec



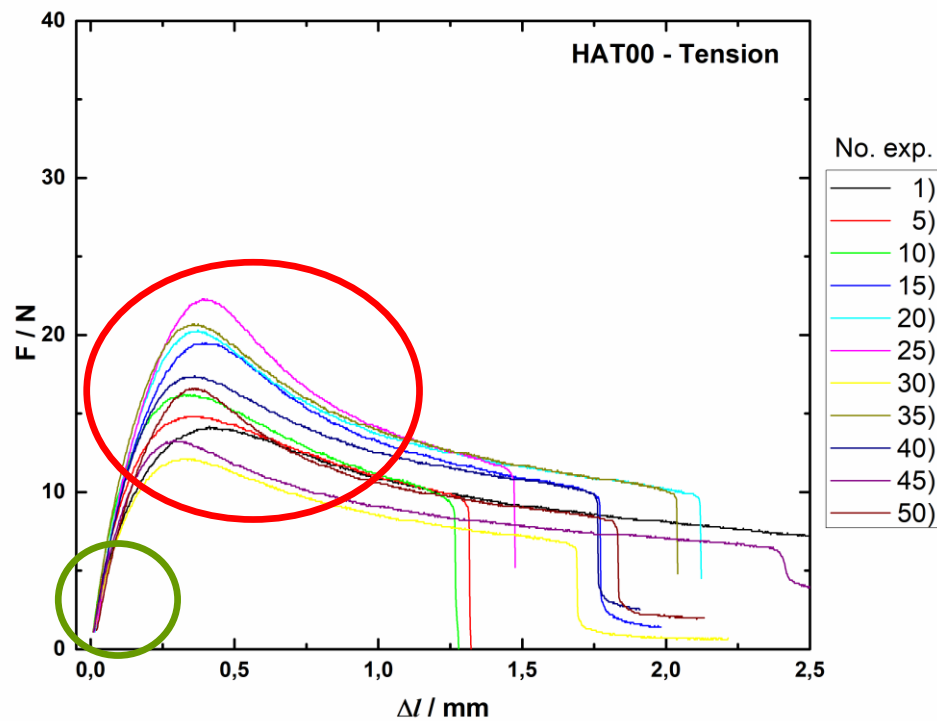
Pevnosť v tlaku



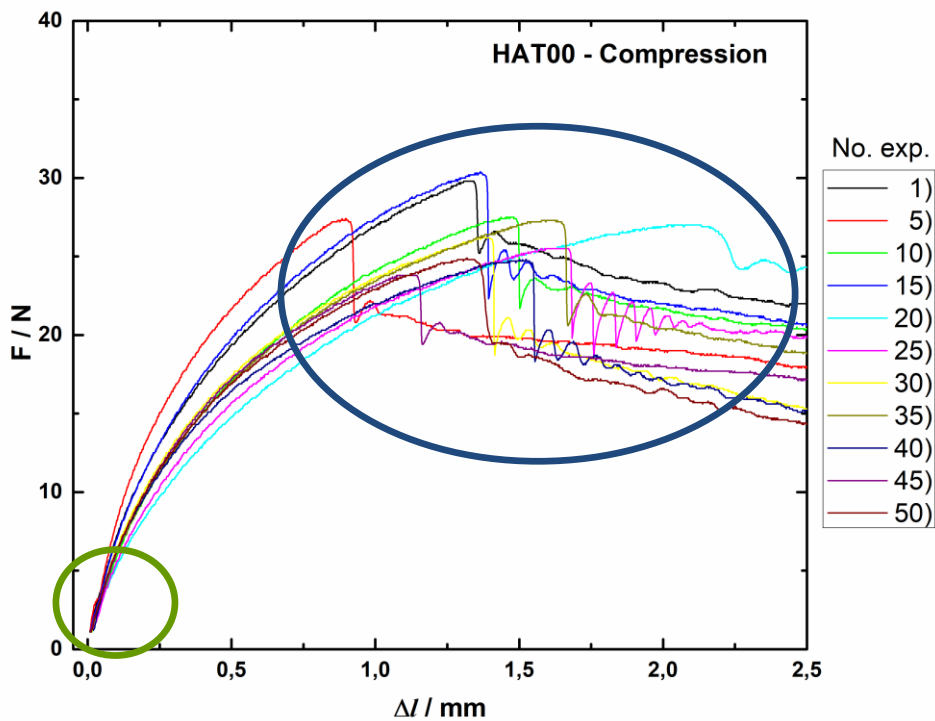
Pevnosť v ťahu

HAT00 – obsah hydroxyapatitu 49.3 %
– délka testovaného filamentu 2 cm

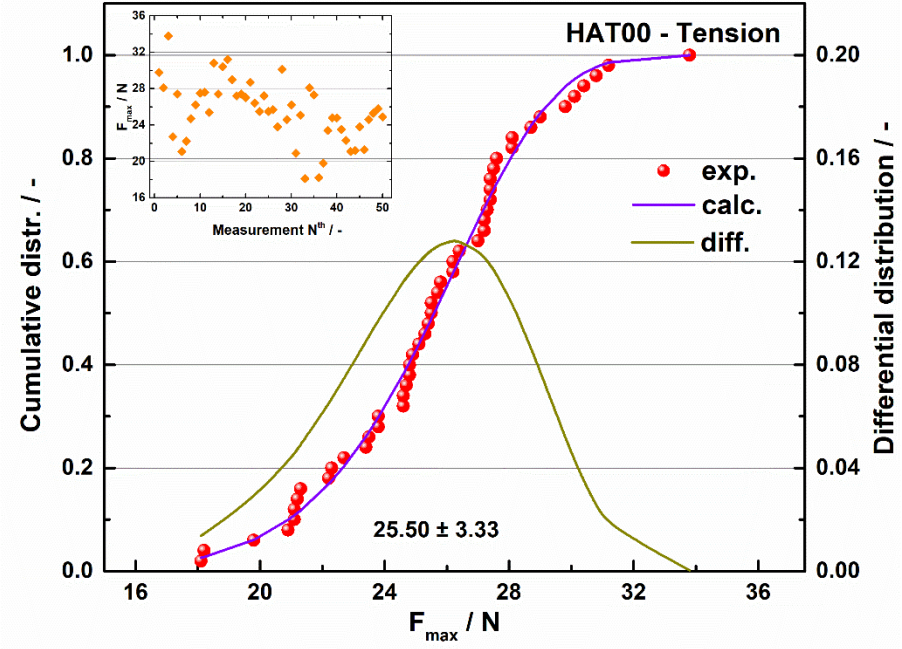
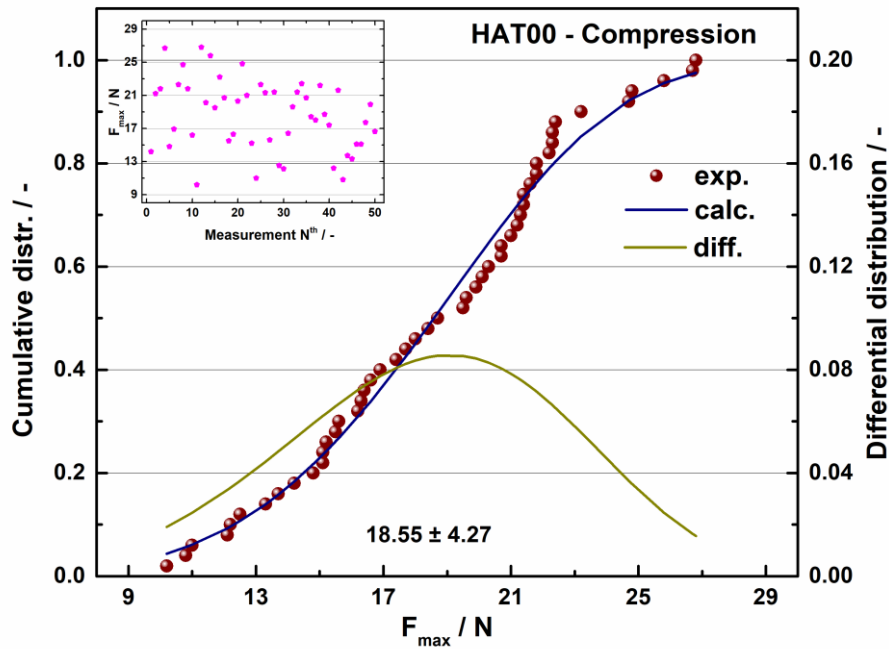
Pevnosť v ťahu



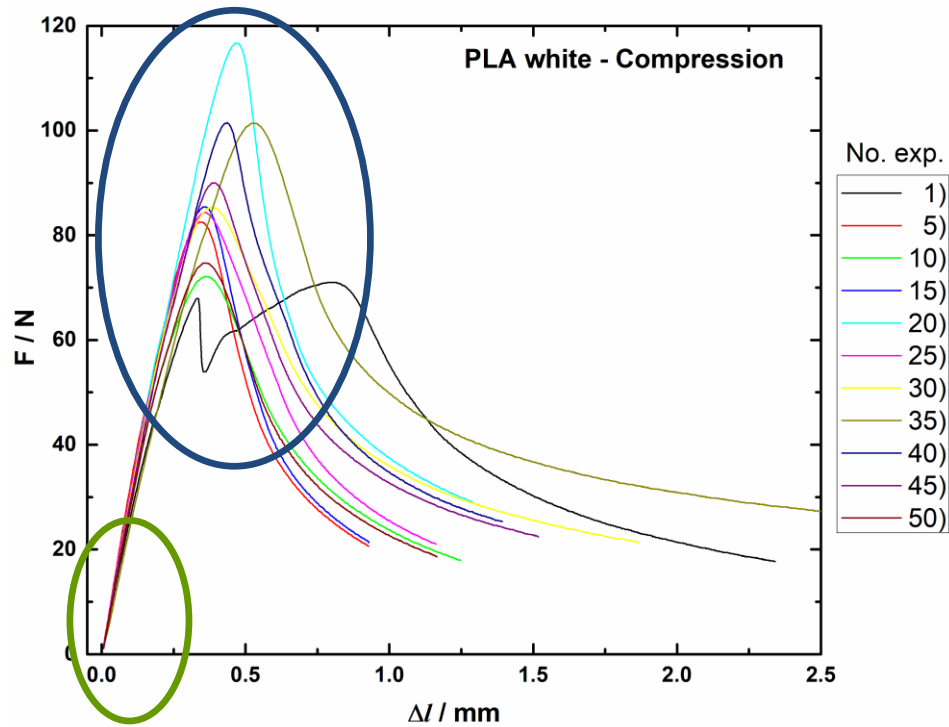
Pevnosť v tlaku



Pevnosť v ťahu vyzorky HAT00 (2 cm vzorka):

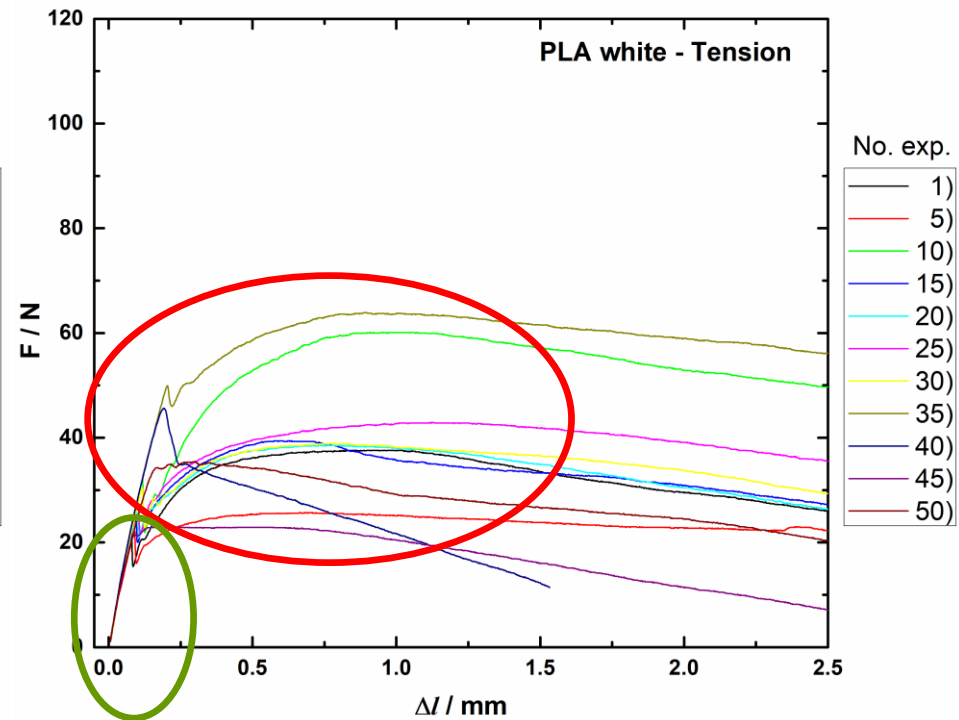


PLA biela – obsah plniva 0 %
– 2 cm vzorka:

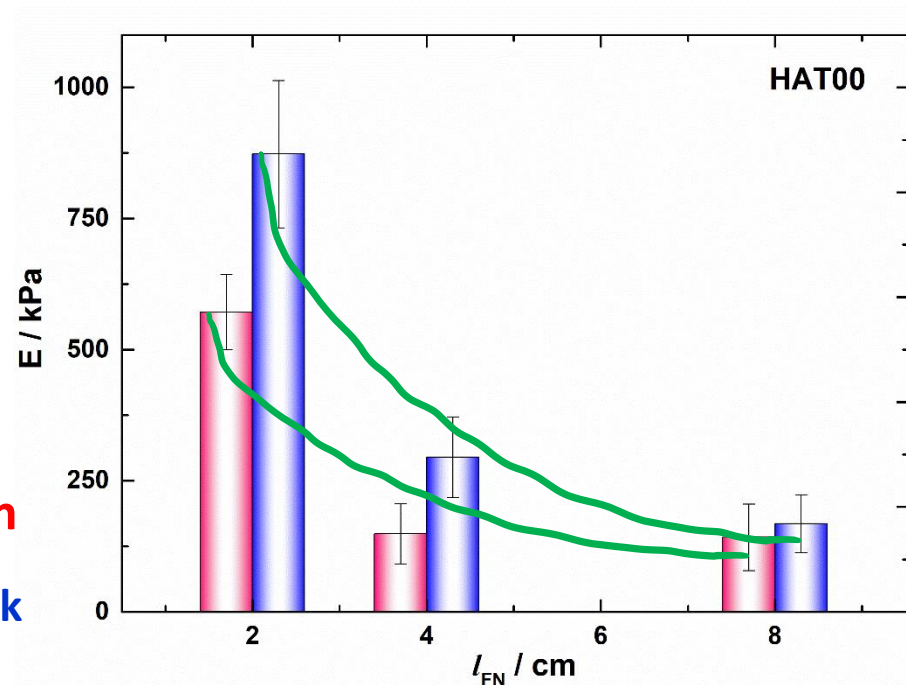
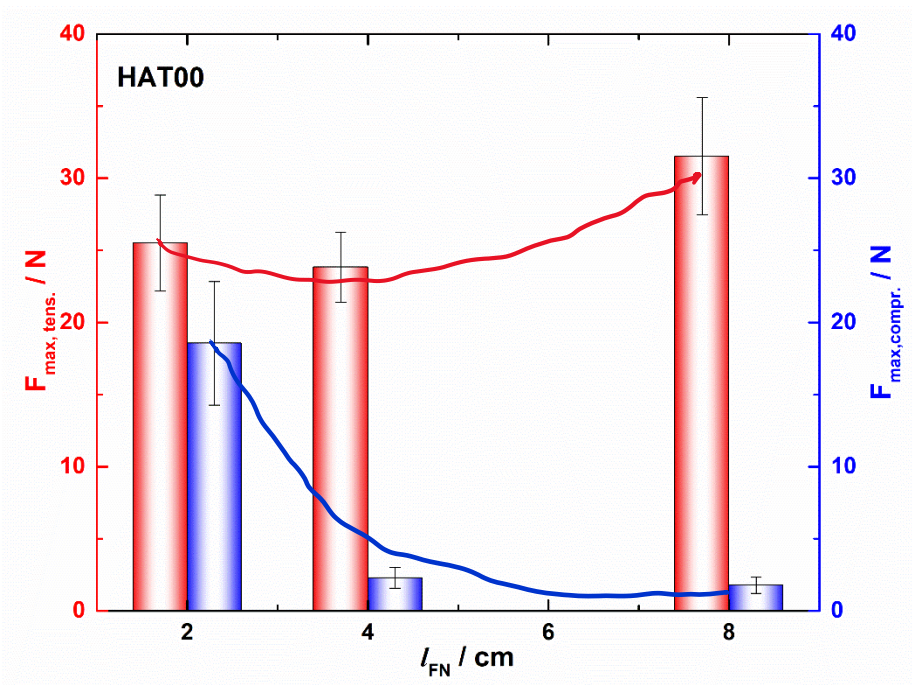


Pevnosť v tlaku

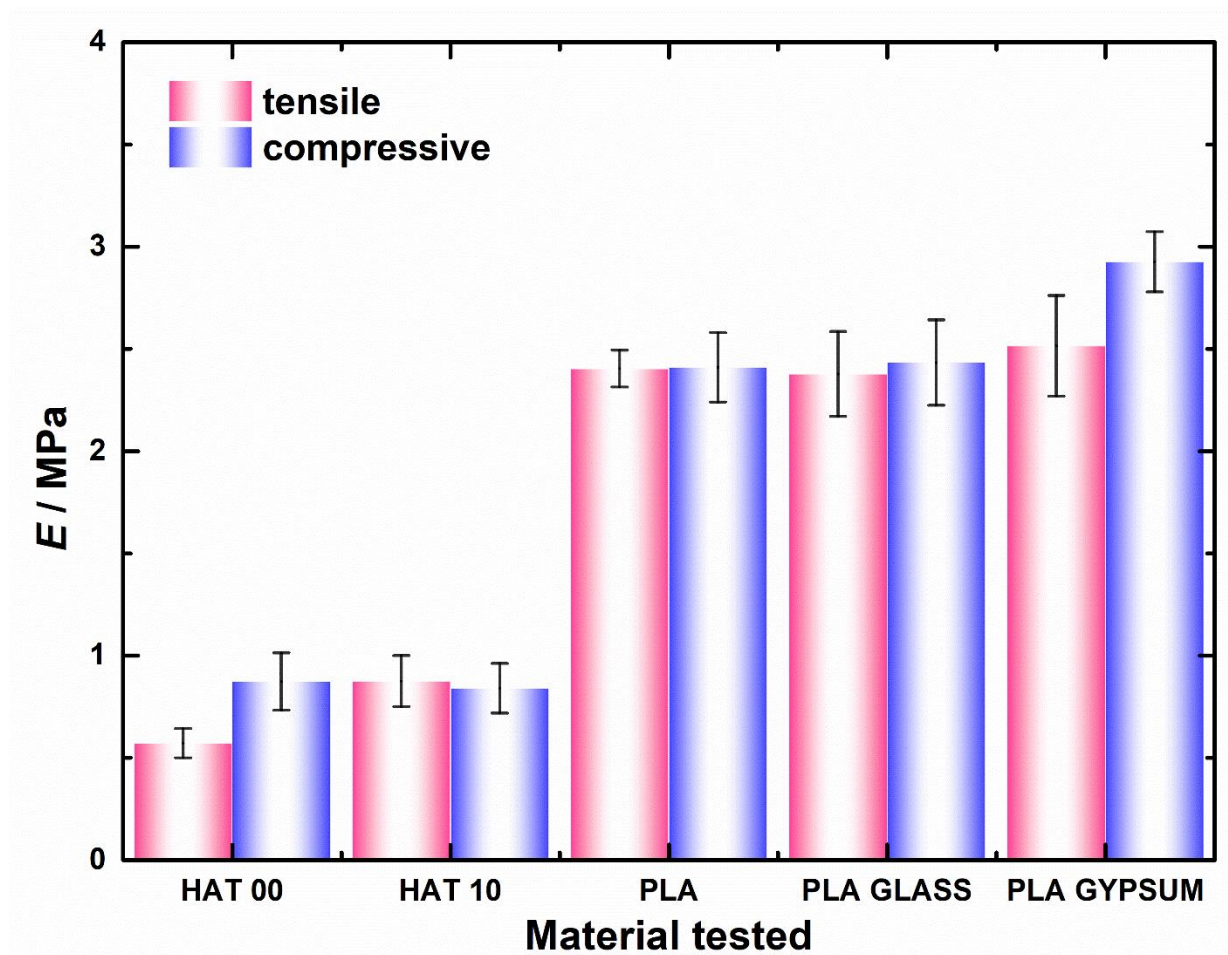
Pevnosť v ťahu



HAT00 – obsah hydroxyapatitu 49.3 %
– délka testovaného filamentu 2, 4, 8 cm



Youngov modul pružnosti pre všetky vzorky:



- ✓ Pre vyvíjané filamenty je potrebná ďalšia optimalizácia ich vlastností vrátane pevnosti v tlaku.
- ✓ Použitý termoplastický polymér a anorganické častice umožnili prípravu filamentov s vhodnými reologickými vlastnosťami.
- ⊕ Pre praktické využitie kostných náhrad mechanické vlastnosti filamentov a vypálených častí musia byť ďalej optimalizované.
- ⊕ Musí byť overená aj bioaktivita vypálených kostných náhrad.

Veľmi pekne ďakujem za Vašu pozornosť!

Tím HYCERP

Oddelenie Anorganických Materiálov, Slovenská Technická Univerzita v Bratislave

Dr. Ľuboš Bača

Dr. Peter Veteška

Dr. Zora Hajdúchová

Dr. Eva Smrčková

Dr. Matúš Žemlička

Prof. Dr. Martin Palou

Prof. Dr. Ján Lokaj

Dr. Vladimír Kovár

Dr. Ivan Janotka

Ing. Martina Orlovská

Ing. Mária Vozárová

Ing. Veronika Žilinská

Oddelenie Plastov, Kaučuku a Vlákien, Slovenská Technická Univerzita v Bratislave

Dr. Jozef Feranc

Dr. Roderik Plavec

Dr. Katarína Tomanová

Dr. Leona Omaníková

Dr. Zuzana Vanovčanová

Prof. Dr. Pavel Alexy

Dr. Ivana Gálisová

Ing. Patrik Jurkovič



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VEDY,
VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

VEGA No. 1/0906/17

Priemyselný partner

PARZLICH s.r.o. pán Jozef Doleček



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

APVV-16-0341