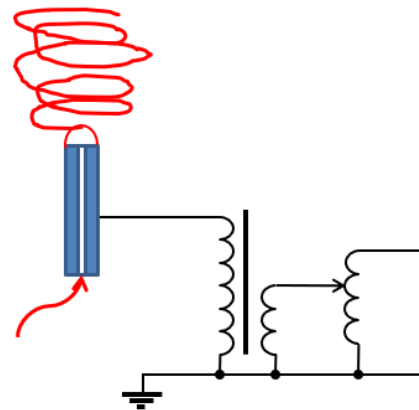
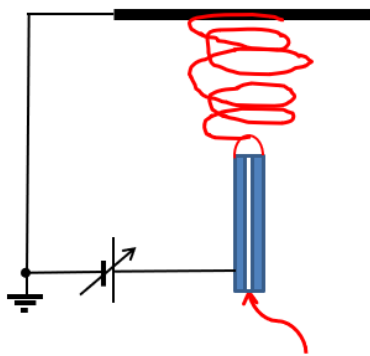


Textilní nanomateriály

Odstředivé zvlákňování

Opakování

- Výroba nanovláknenných materiálů:
 - Stejnoseměrné zvlákňování
 - Ke zvlákňování je nutný elektricky aktivní kolektor
 - Střídavé zvlákňování
 - Ke zvlákňování není nutný elektricky aktivní kolektor



Odstředivé zvlákňování

- K výrobě vláken se využívá odstředivé síly vyvolané vysokou rychlostí otáčení spinnerety
- Zvlákňování jak z roztoků, tak i z tavenin
- Výhoda: není potřeba vodivý roztok



Výroba cukrové vaty - odstředivé zvlákňování

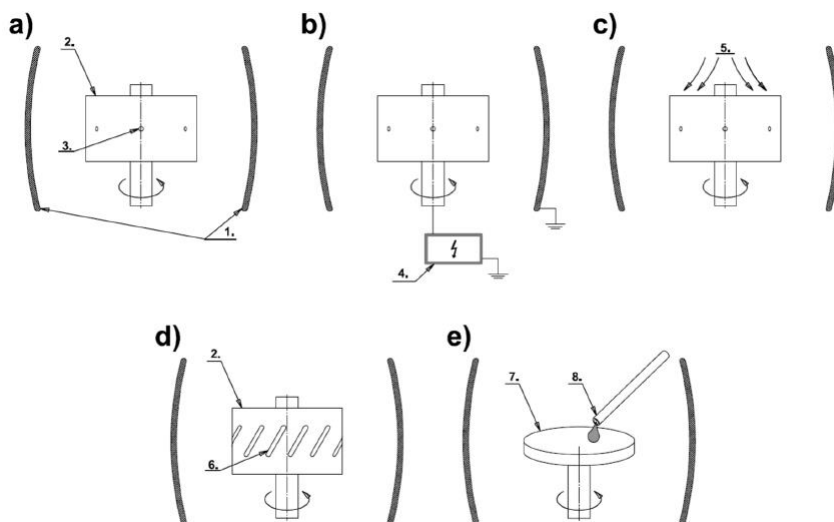
Typy odstředivého zvlákňování

- Odstředivé zvlákňování

- Jehlové
- Bezjehlové

- Elektro-odstředivé zvlákňování

- Jehlové
- Bezjehlové



Jehlové odstředivé zvlákňování

- K zahájení procesu zvlákňování je nutné, aby se vyrovnali odstředivé a kapilární síly

- Odstředivá síla $F_{\Omega} = \rho \Omega^2 s_0 a$

ρ – hustota

Ω – úhlová rychlost

s_0 – poloměr rezervoáru

a – poloměr zvlákňovacího otvoru

σ – povrchové napětí kapaliny

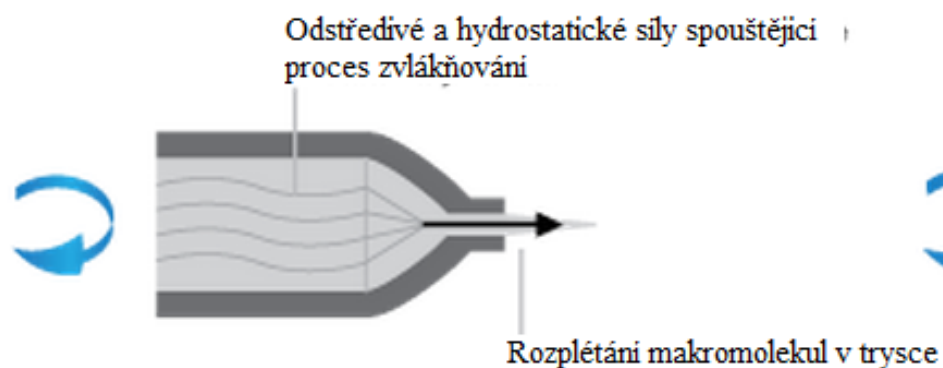
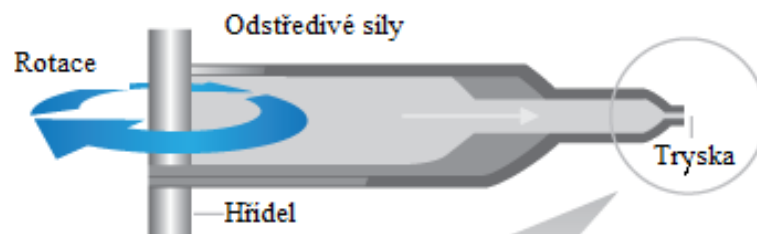
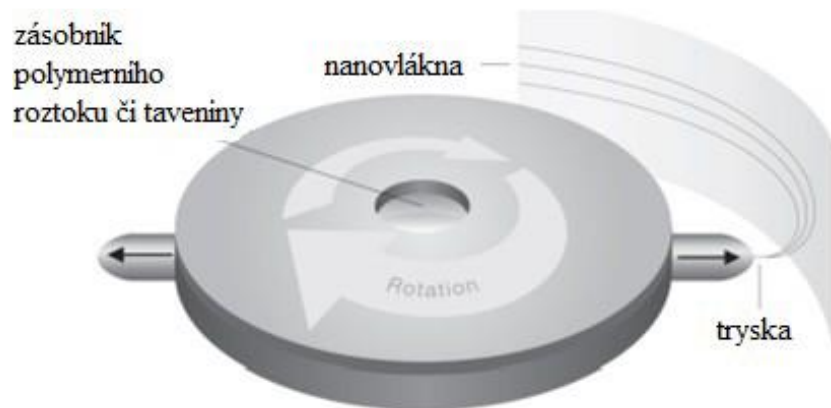
- Kapilární síla $F_c = \sigma a$

- Kritická hodnota úhlové rychlosti

$$\Omega_{crit} = \sqrt{\frac{\sigma}{a^2 s_0 \rho}}$$

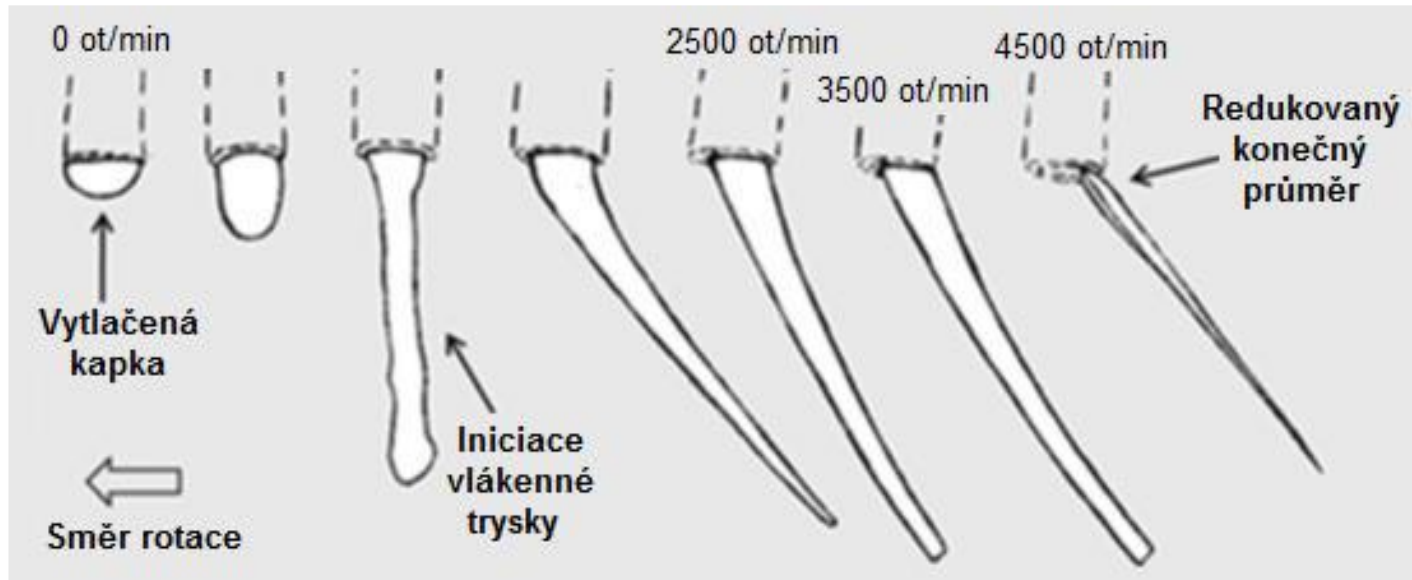
Zvlákňování začne, pokud úhlová rychlost překročí kritickou hodnotu úhlové rychlosti

Princip



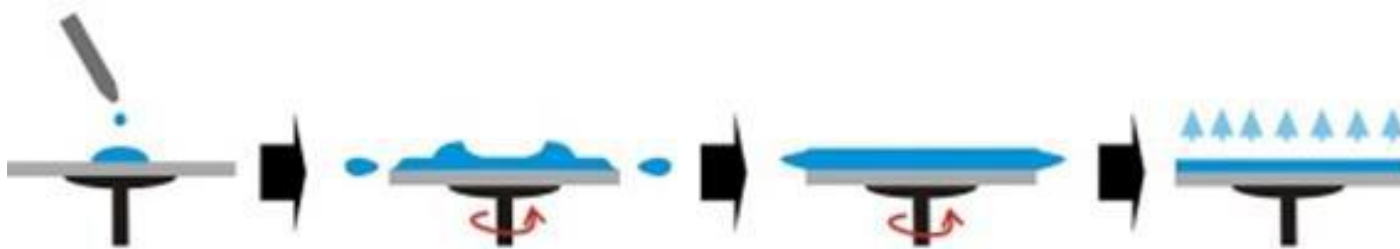
Princip

- Proces tvorby vláken je tvořen:
 - Vznikem trysky
 - Prodloužením trysky
 - Vyparováním rozpouštědla

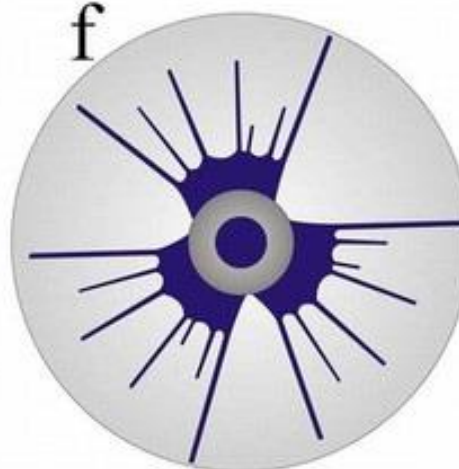
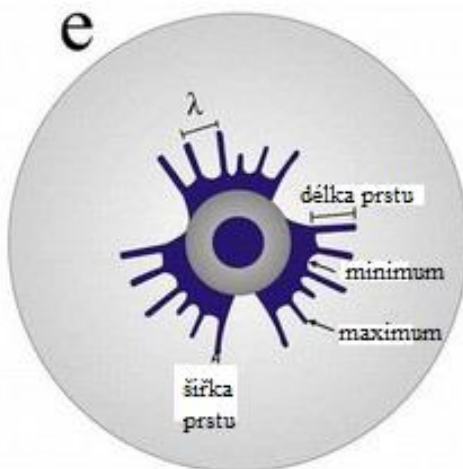
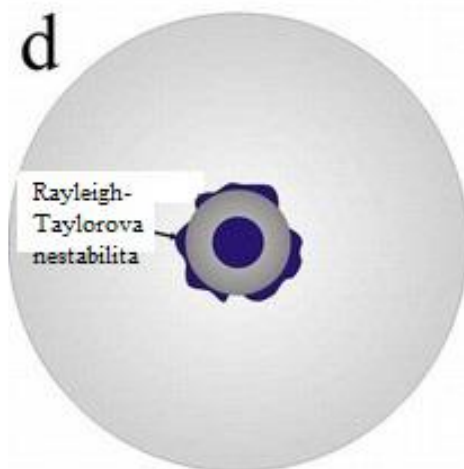
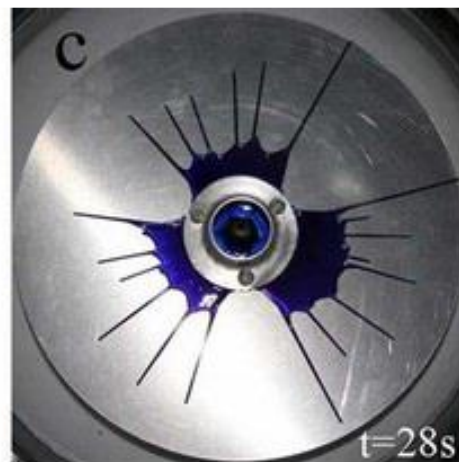
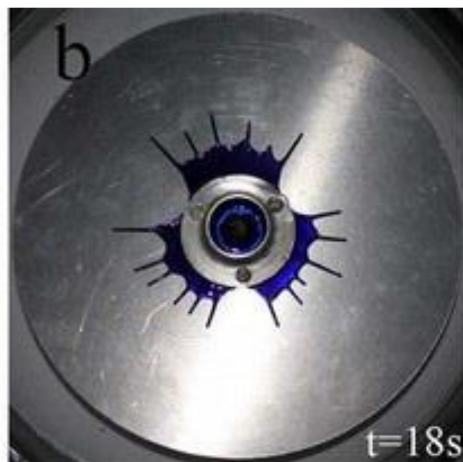
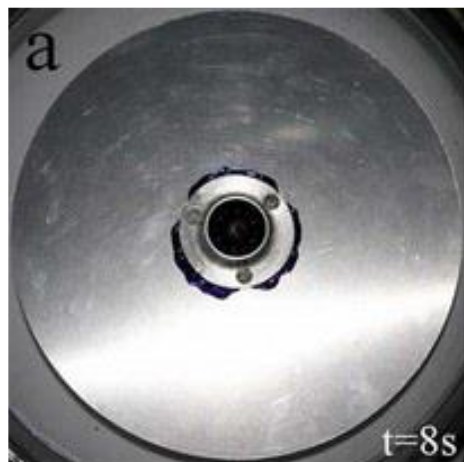


Bezjehlové odstředivé zvlákňování

- Tvorba vláken způsobena nestabilitou polymerního filmu
- Nestabilita vzniká v důsledku odstředivých a Laplaceových sil
- Rayleigh-Taylorova nestabilita způsobuje vznik tenkých proudů

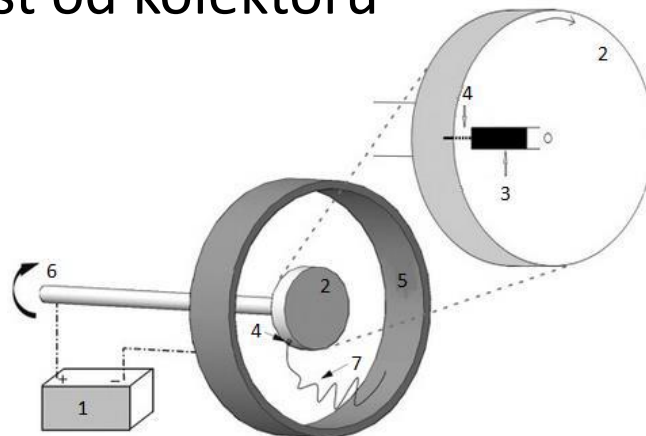
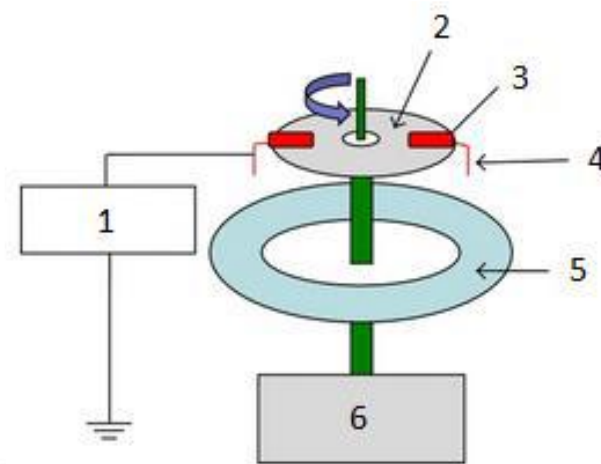


Bezjehlové odstředivé zvlákňování



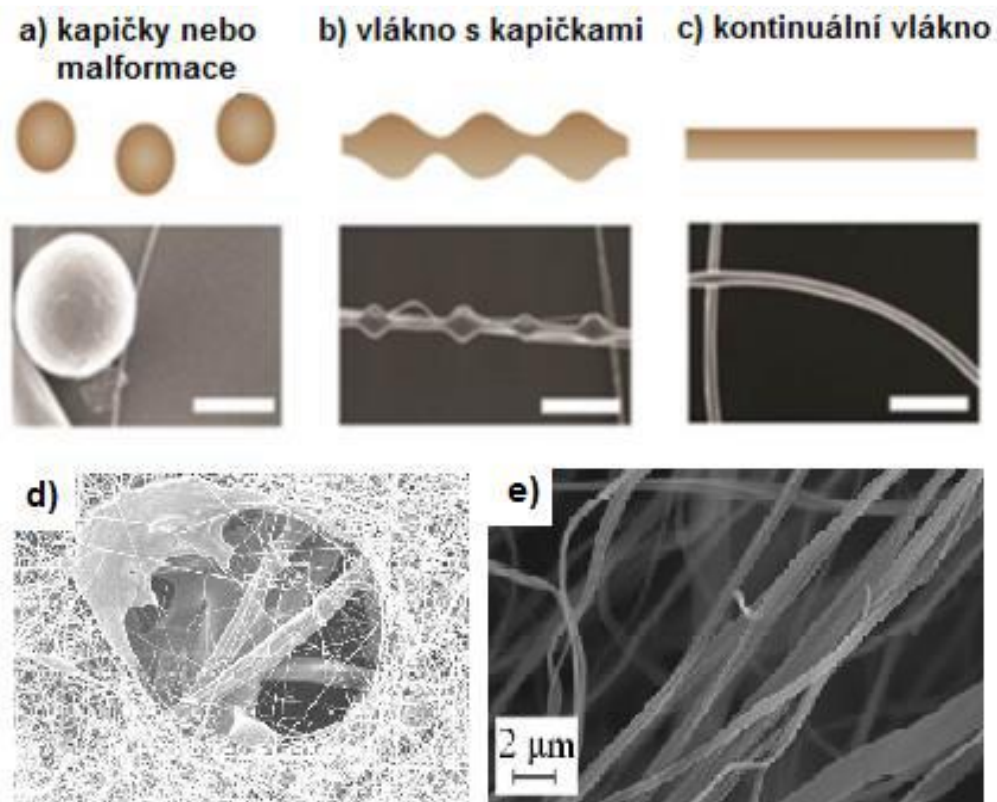
Elektro-odstředivé zvlákňování

- Kombinace odstředivého zvlákňování a zdroje vysokého napětí
- Jehlové i bezjehlové zvlákňování
- Výhody:
 - Menší rychlost otáčení spinnerety
 - Nižší elektrické napětí
 - Menší vzdálenost od kolektoru



Defekty

- Vznik kapiček – nedostatečná odstředivá síla pro překonání povrchového napětí



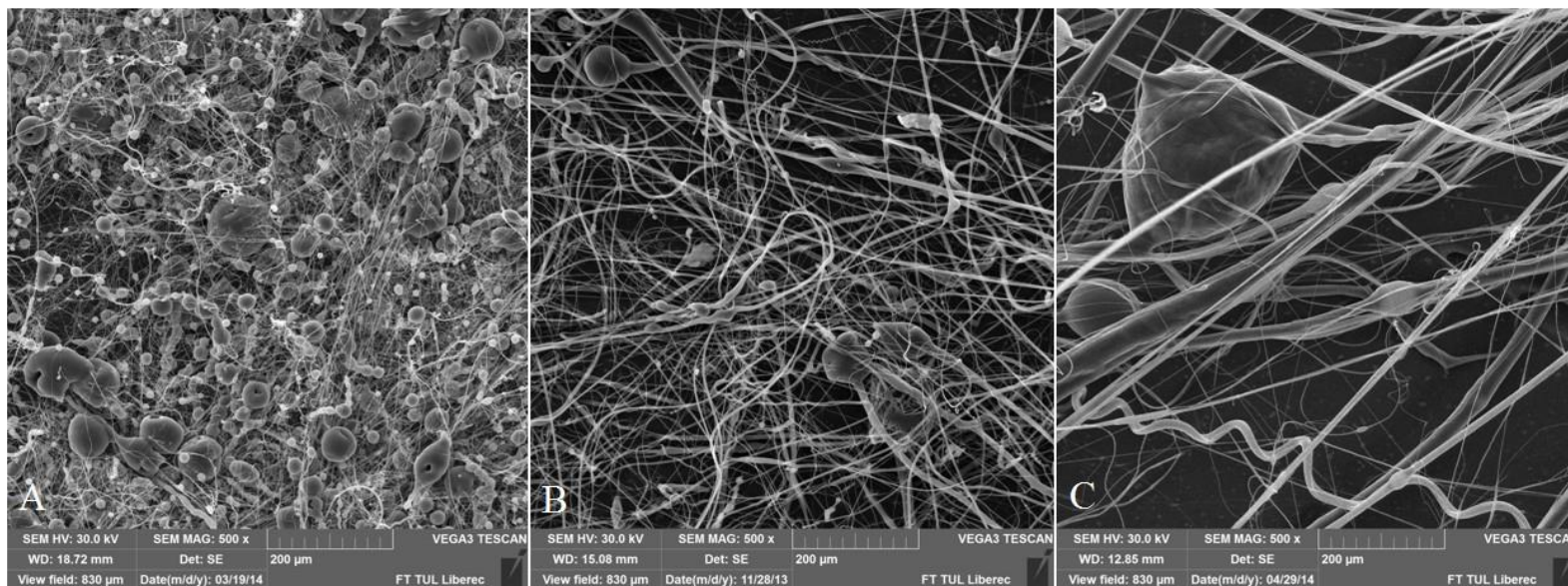
Materiálové podmínky

Materiálové podmínky stejné jako u elektrického zvlákňování, mimo elektrické vodivosti

- Tavenina / roztok
- Druh polymeru
- Molekulová hmotnost
- Rozpouštědlo
- Koncentrace
- Viskozita
- Povrchové napětí
- Teplota taveniny

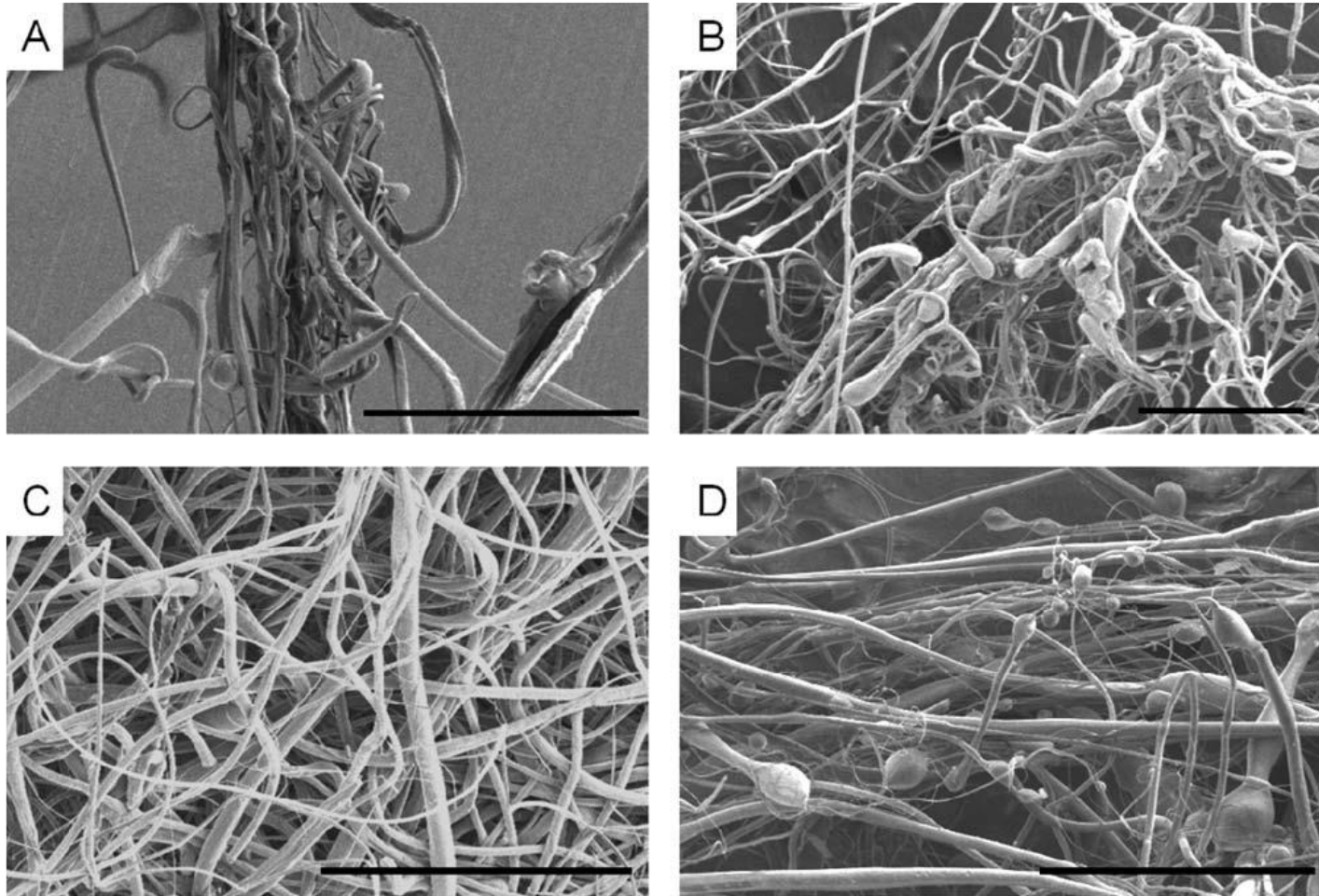
Molekulová hmotnost

- Molekulová hmotnost ovlivňuje proces zvlákňování stejně jako u elektrického zvlákňování
- Nutné najít vhodnou koncentraci k dané molekulové hmotnosti



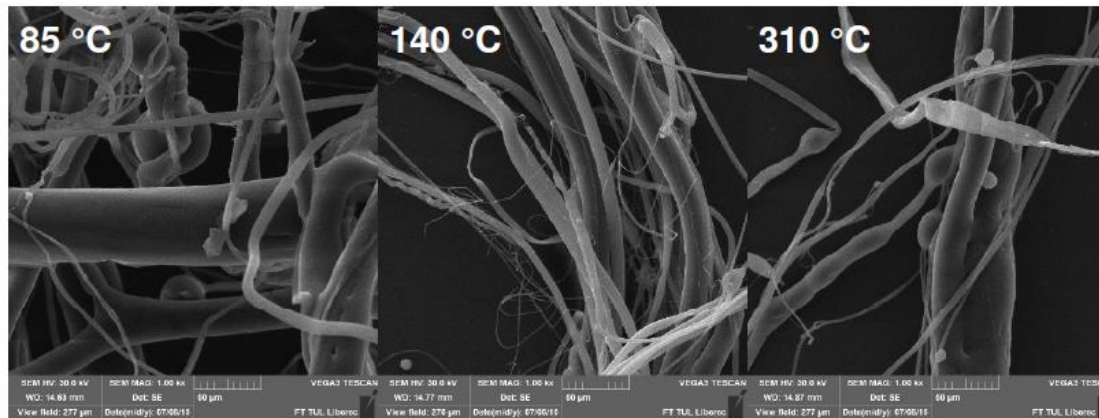
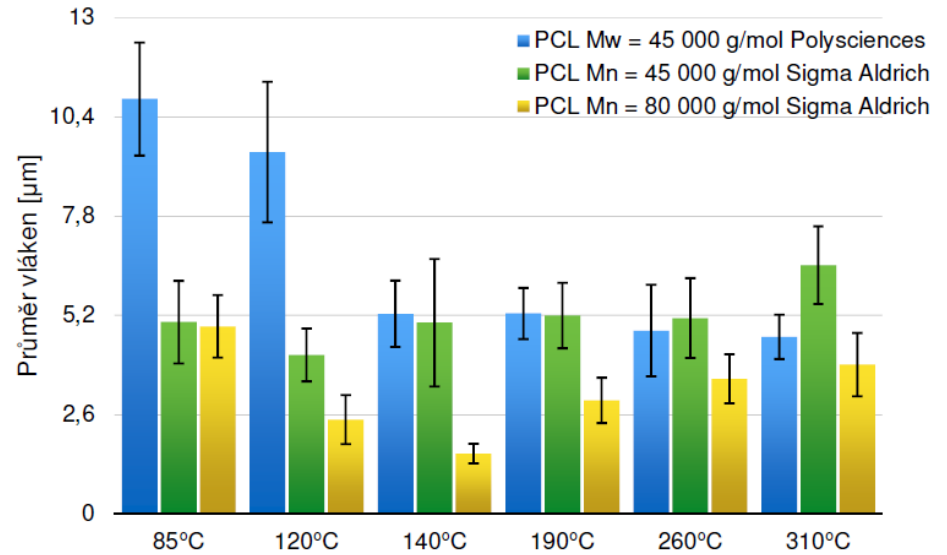
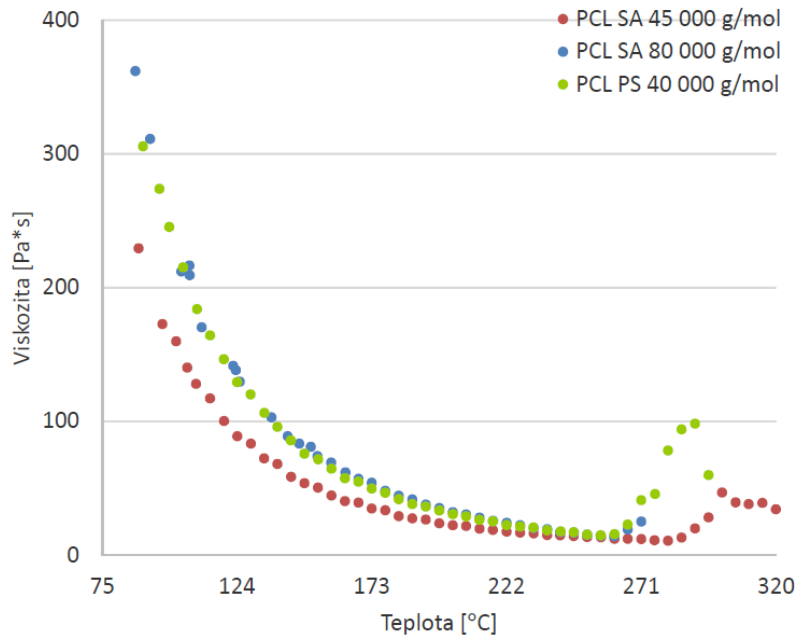
Vliv molekulové hmotnosti na výsledné strukturu. Všechny vzorky byly zvlákňovány při koncentraci 20hm% a rychlosti 22 m/s. A) Mn 10 000, B) Mn 45 000, C) Mn 80 000

Teplota taveniny



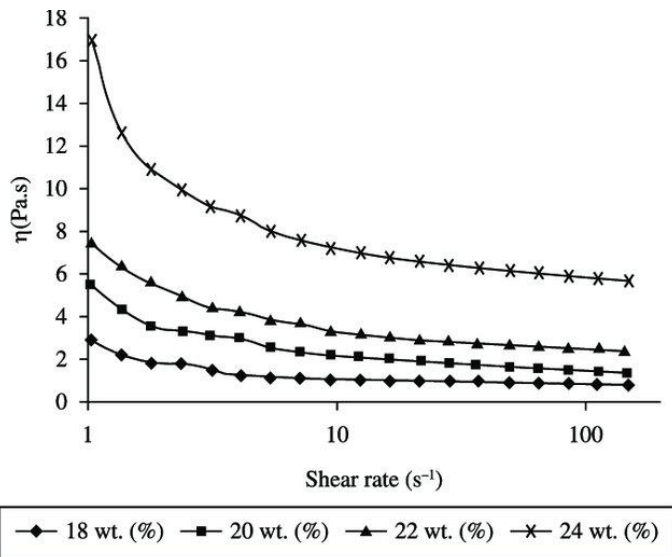
Scanning electron micrographs of melt-spun polycaprolactone fibers spun at different temperatures. (A) 120°C, (B) 140°C, (C) 200°C, (D) 250°C. Scale bar denotes 300 μm . Rotation speed and collector distance were fixed at 14,000 rpm and 14 cm, respectively.

Teplota taveniny

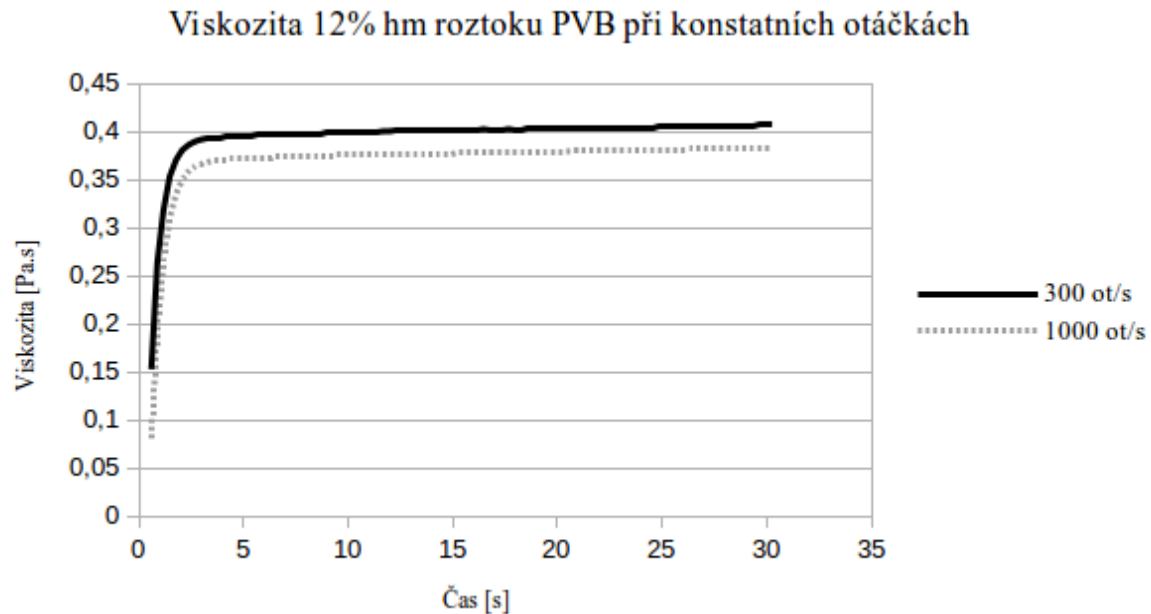


Viskozita

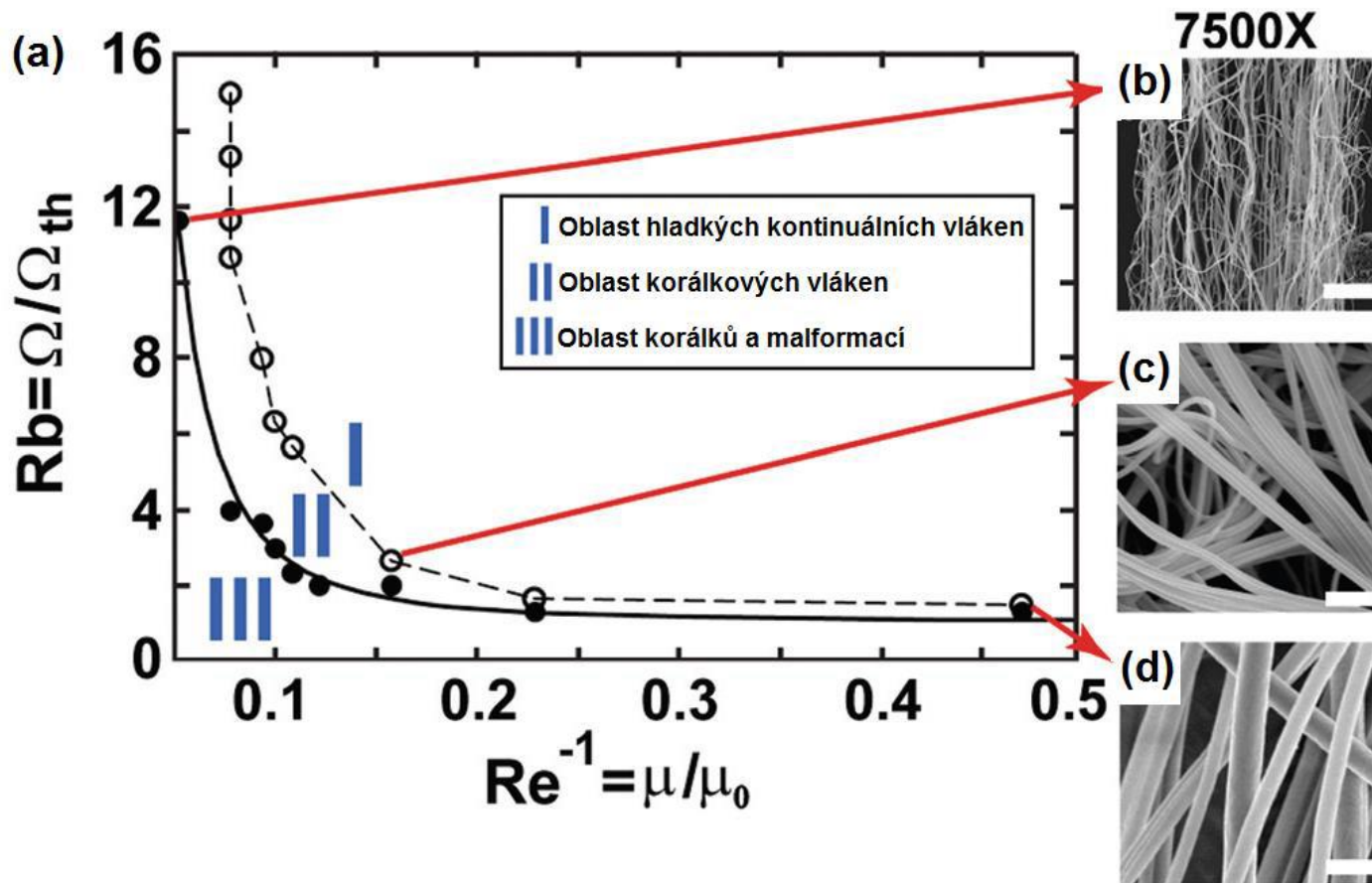
- Polymerní roztoky a taveniny – Neneutonské kapaliny
- Pseudoplastické tekutiny – viskozita klesá s rychlostí deformace



Shear viscosity and shear rate relationship for the SF solutions.



Viskozita

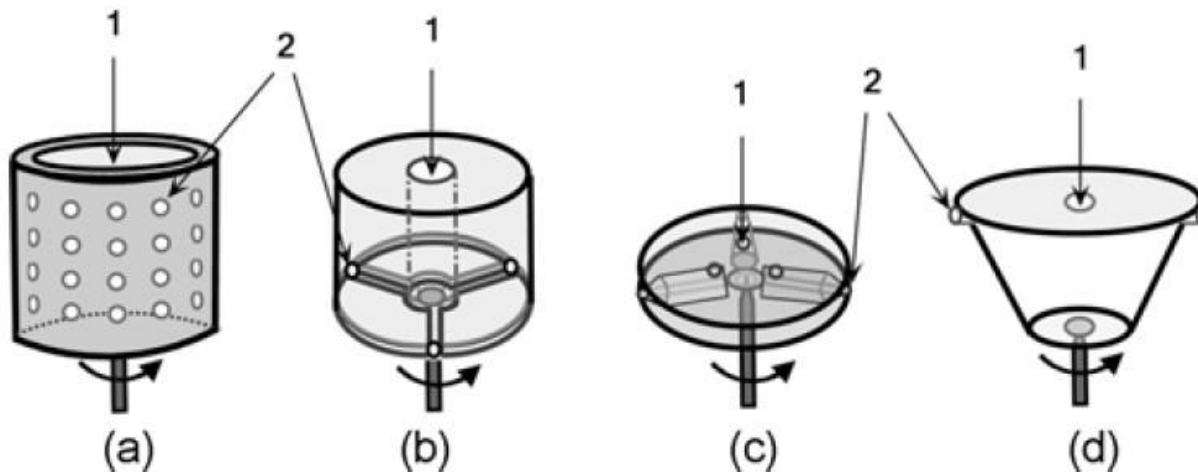


Procesní podmínky

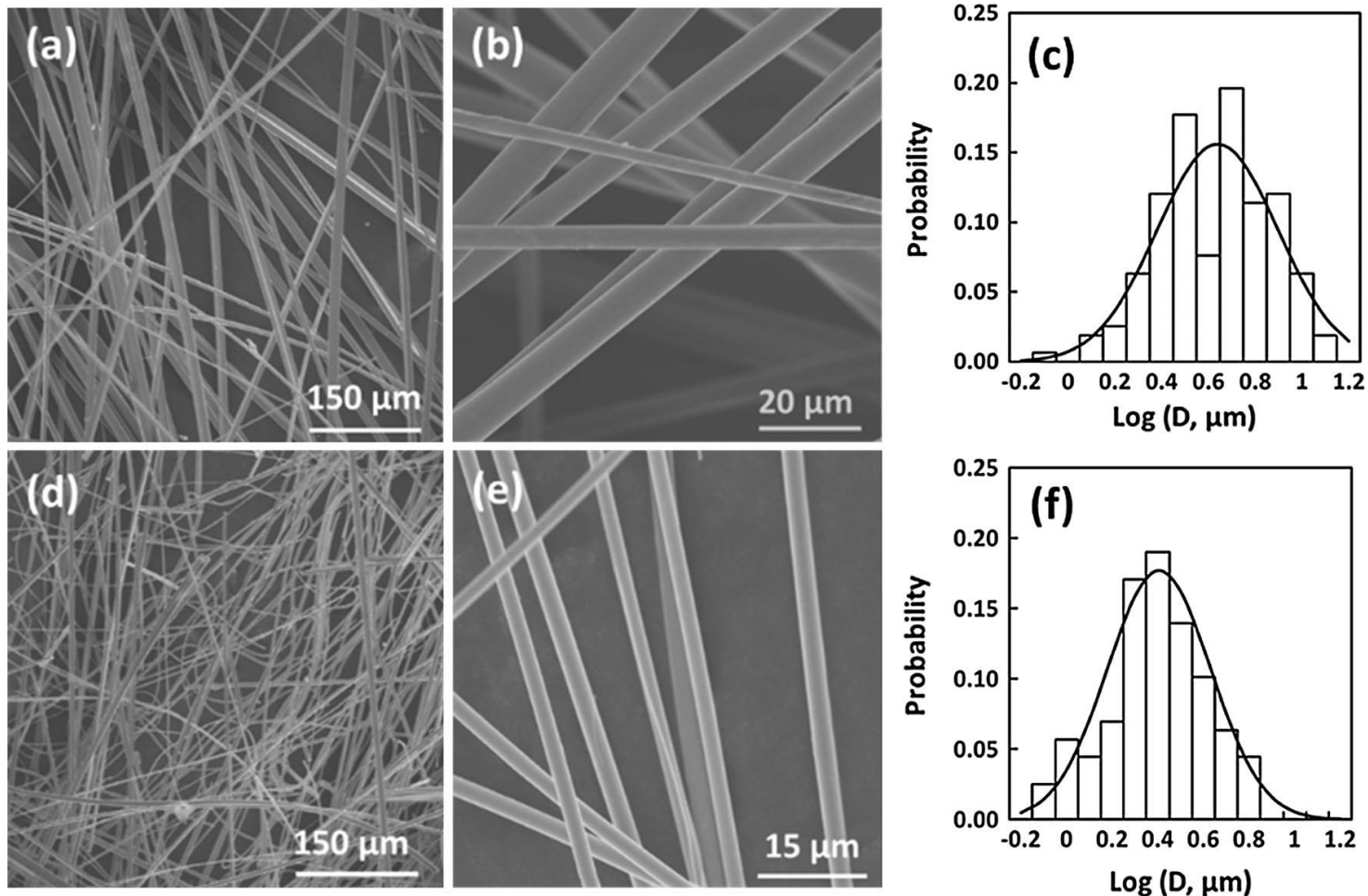
- Typ spinnerety
- Rychlost otáčení spinnerety
- Vzdálenost kolektoru
- Teplota a vlhkost

Typ spinnerety

- Důležité parametry ovlivňující proces zvlákňování:
 - Tvar spinnerety
 - Rozměr spinnerety
 - Průměr jehly
 - Počet jehel
 - Tvar jehel



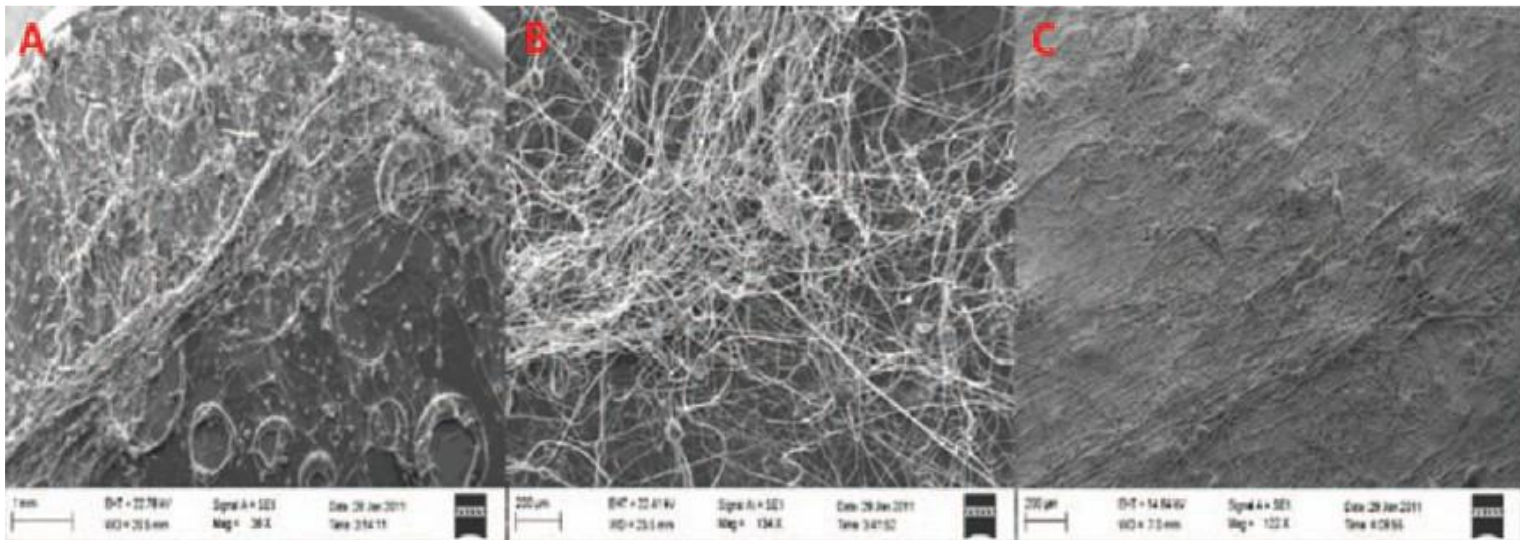
Typ spinnerety - rozměr



Representative SEM images and fiber diameter distributions of TFP fibers made at 270°C, 10,000 rpm, with a 20 gauge spinneret (a)–(c) and 30 gauge spinneret (d)–(f), respectively. The fiber diameter distributions were fit to logarithmic normal distributions (solid lines)

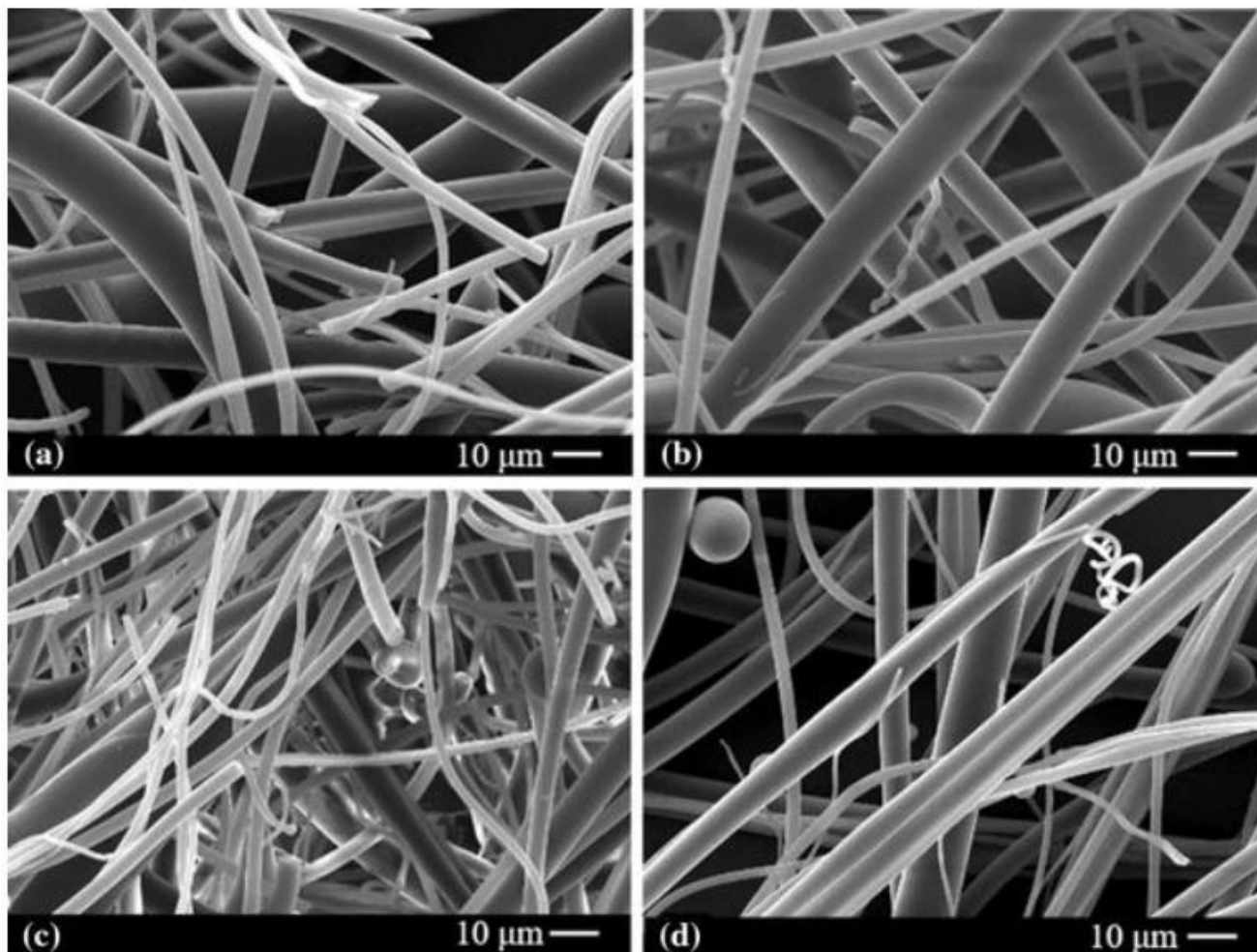
Rychlost otáčení spinnerety

- Rychlost spinnerety ovlivňuje odstředivou sílu a třecí sílu okolního vzduchu
- Odstředivá síla a třecí síla způsobuje prodloužení vzniklých trysek



Korálkový efekt na vláknech PCL zvlákněných odstředivě pomocí Fiberlab L – 1000 při změně rychlosti otáčení A) 3000 ot/min, B) 6000 ot/min, C) 9000 ot/min.

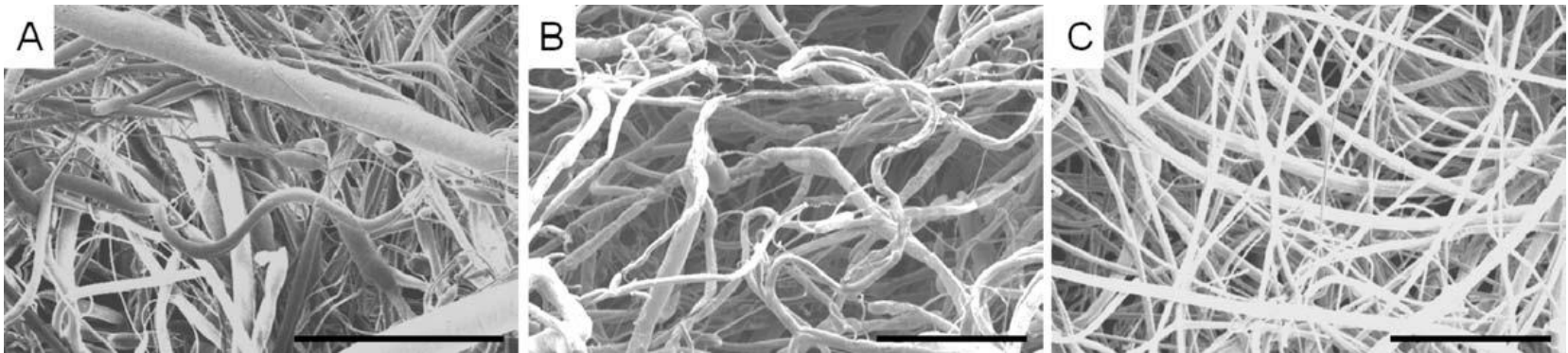
Rychlost otáčení spinnerety



SEM micrographs of PVP/TA fibres produced using the coarse spinneret at **a** 8000, **b** 10,000, **c** 12,000 and **d** 14,000 r min^{-1} , respectively

Vzdálenost kolektoru

- Vzdálenost spinnerety od kolektoru ovlivňuje morfologii vrstvy
- Příliš malá vzdálenost vede k nedostatečnému dloužení vláken, v případě tavenin i k nedostatečnému ochlazení vláken



Scanning electron micrographs of melt-spun polycaprolactone fibers spun with different collector distances. (A) 10 cm, (B) 12 cm, (C) 14 cm. Scale bar denotes 200 μm . Rotation speed and temperature were fixed at 14,000 rpm and 200C, respectively.

Průmyslová linka



Děkuji za pozornost!

TEST

- Jaké jsou druhy odstředivého zvlákňování?
- Jaké jsou procesní podmínky odstředivého zvlákňování?
- Jak teplota taveniny ovlivňuje proces zvlákňování?
- Jak obvodová rychlost spinnerety ovlivňuje proces zvlákňování?