

Nové možnosti rozvoje vzdělávání na Technické univerzitě v Liberci

Specifický cíl A2: Rozvoj v oblasti distanční výuky, online výuky a blended learning

NPO_TUL_MSMT-16598/2022



Inovace stávajících elektronických materiálů k přednášce “Vlákna anorganická a speciální v textilních výrobcích” předmětu ZB1

Ing. Daniela Lubasová, Ph.D.





TEXTILNÍ ZBOŽÍZNALSTVÍ 1

VLÁKNA ANORGANICKÁ A SPECIÁLNÍ V TEXTILNÍCH VÝROBCÍCH

ING. DANIELA LUBASOVÁ, PH.D.

Cíle přednášky

* **Anorganická vlákna:**

- skleněná
- horninová
- uhlíková

* **Speciální vlákna:**

- pokovená vlákna
- bikomponentní (konjugovaná), mikrovlákna
- nanovlákna

* **Vlákna z biopolymerů**

Chemická vlákna - rozdělení

Z přírodního polymeru

Celulózová

Z rostl. bílkovin
(azion, sója, arašídny)

Z živočišných bílkovin
(kaseinová, keratinová,...)

Z přírodního
kaučuku

Z mořský řas (alginátová)

Jiná (HA, PLA, PGA,
chitosan, PCL, PHB)

Ze syntetického polymeru

Polyamidová

Polyesterová

Polyakrylová

Polyuretanová

Polyetylénová

Polypropylénová

Anorganická Speciální

Z minerálů Konjugovaná

Z kovů Dutá

Vysocesorpční

Anorganická vlákna - rozdělení

Anorganická

Z minerálů



Skleněná

Horninová

Uhlíková

Z kovů



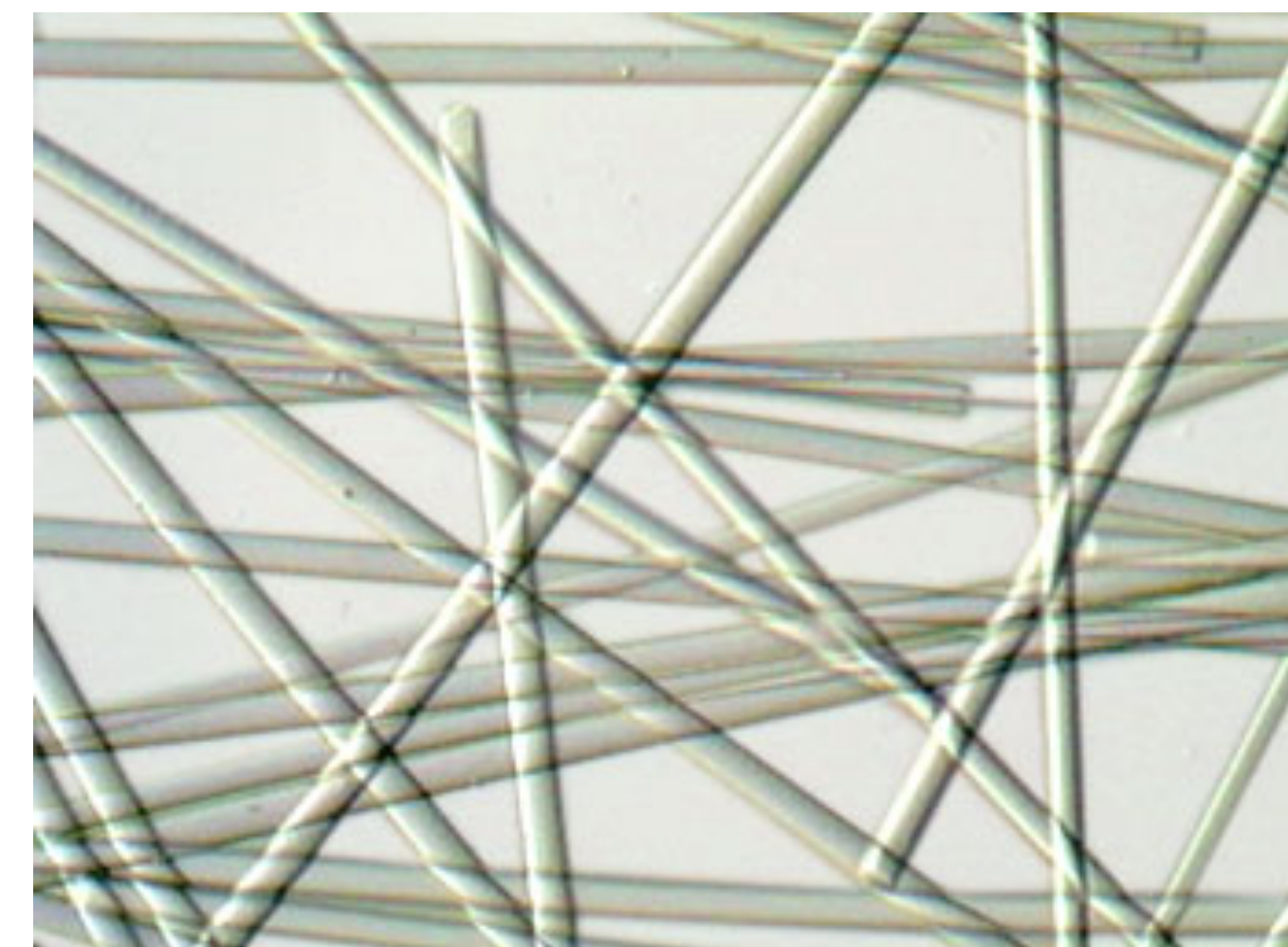
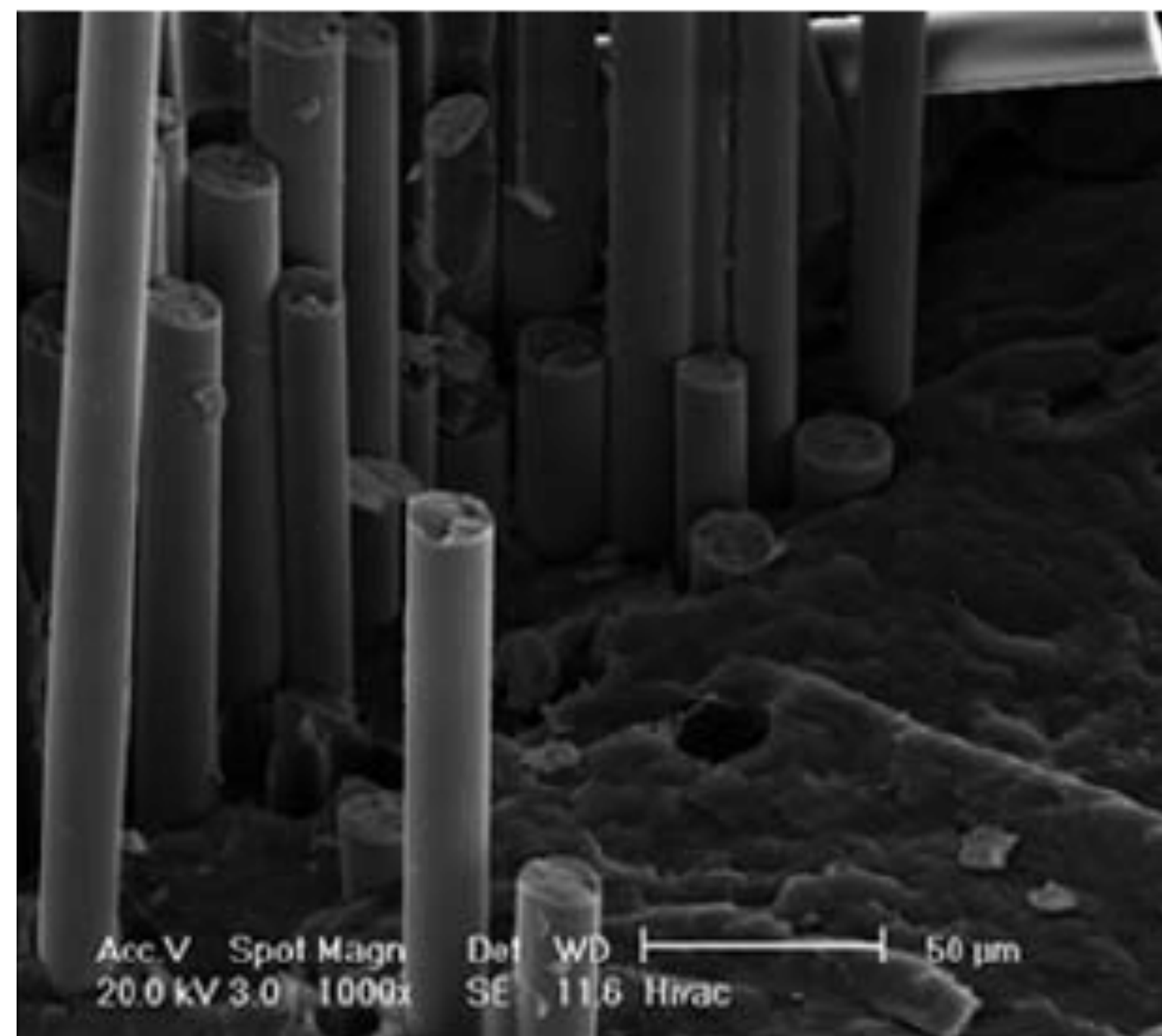
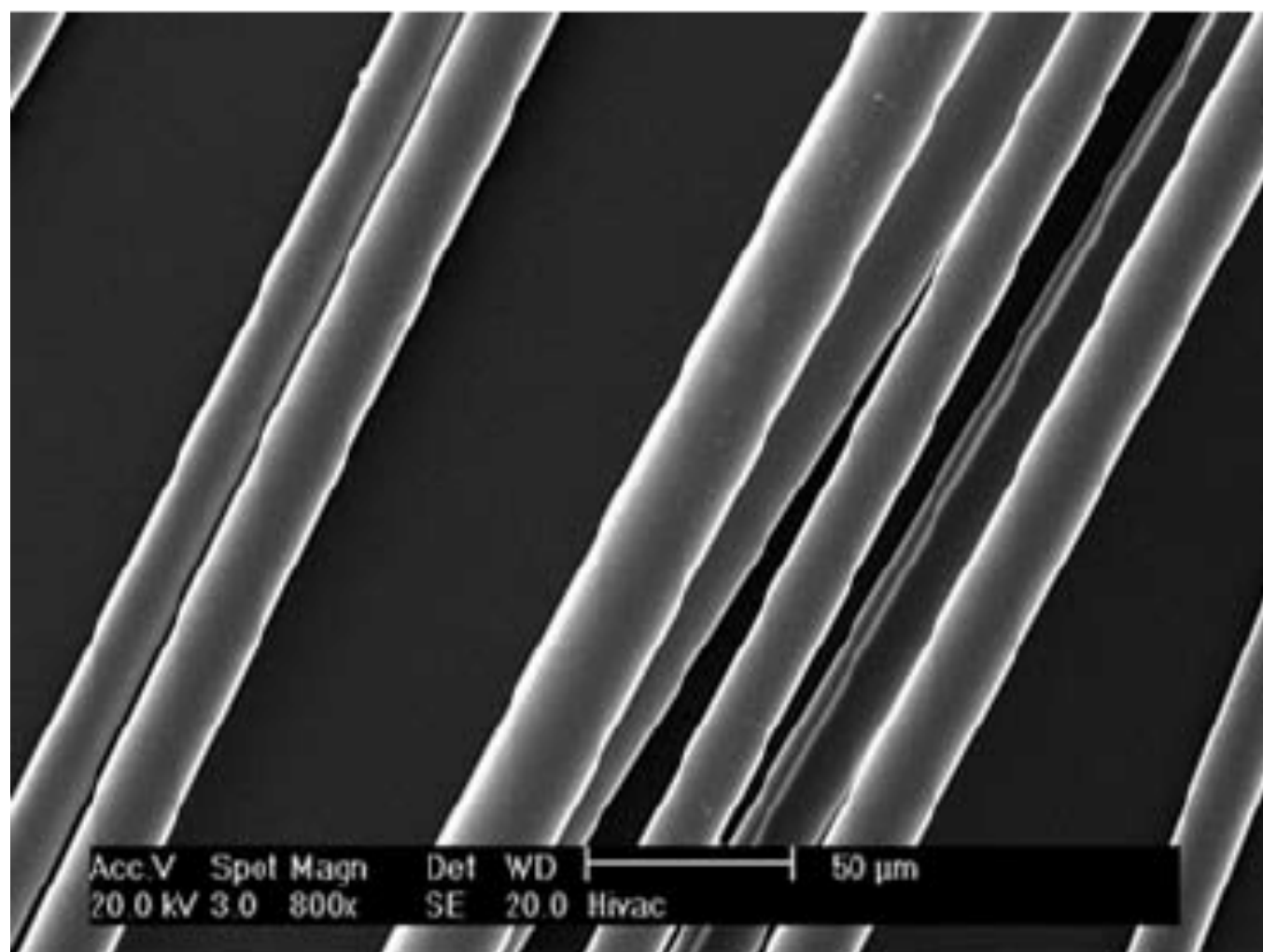
Kovová

Pokovená



Anorganická vlákna - skleněná

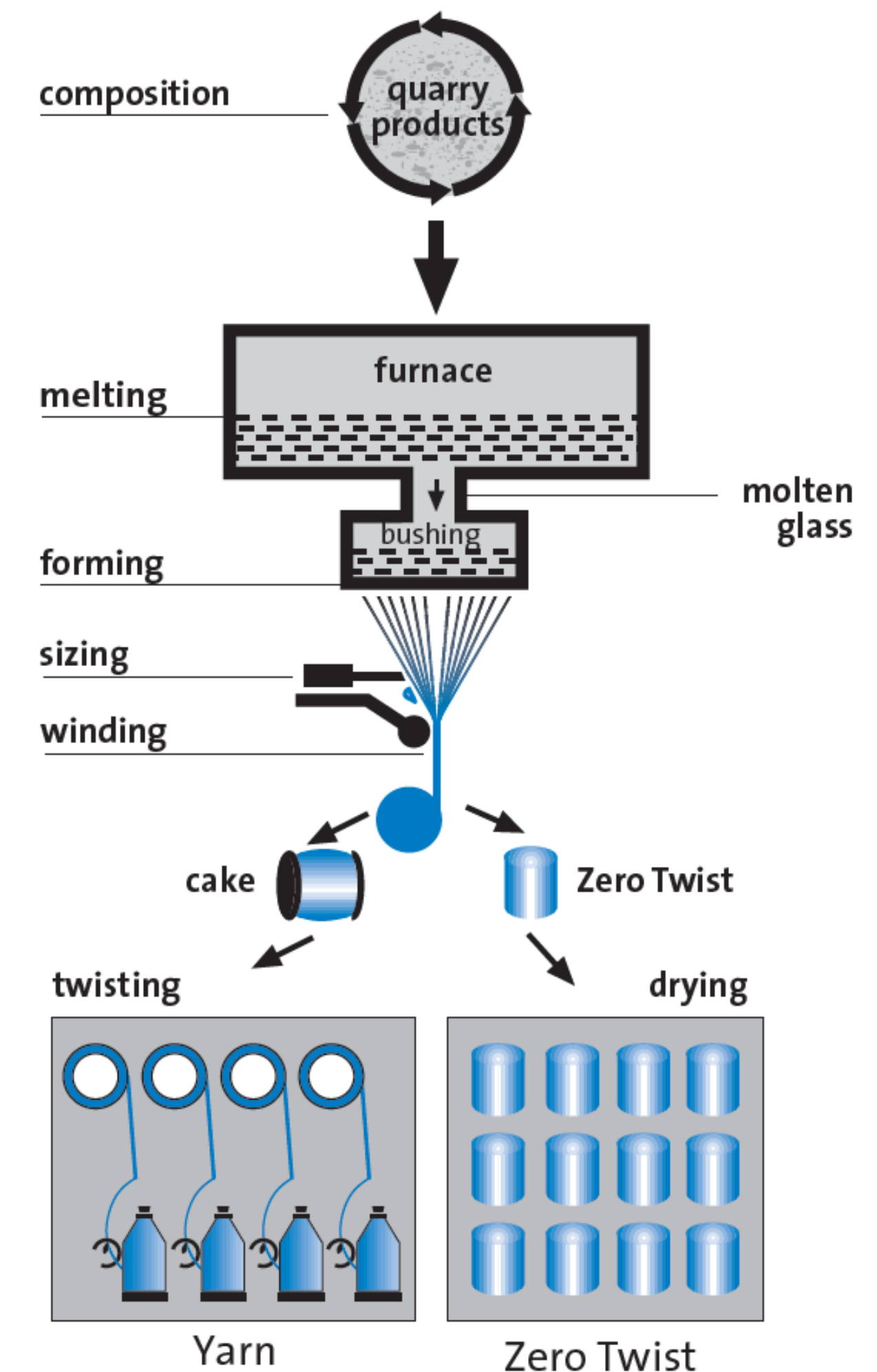
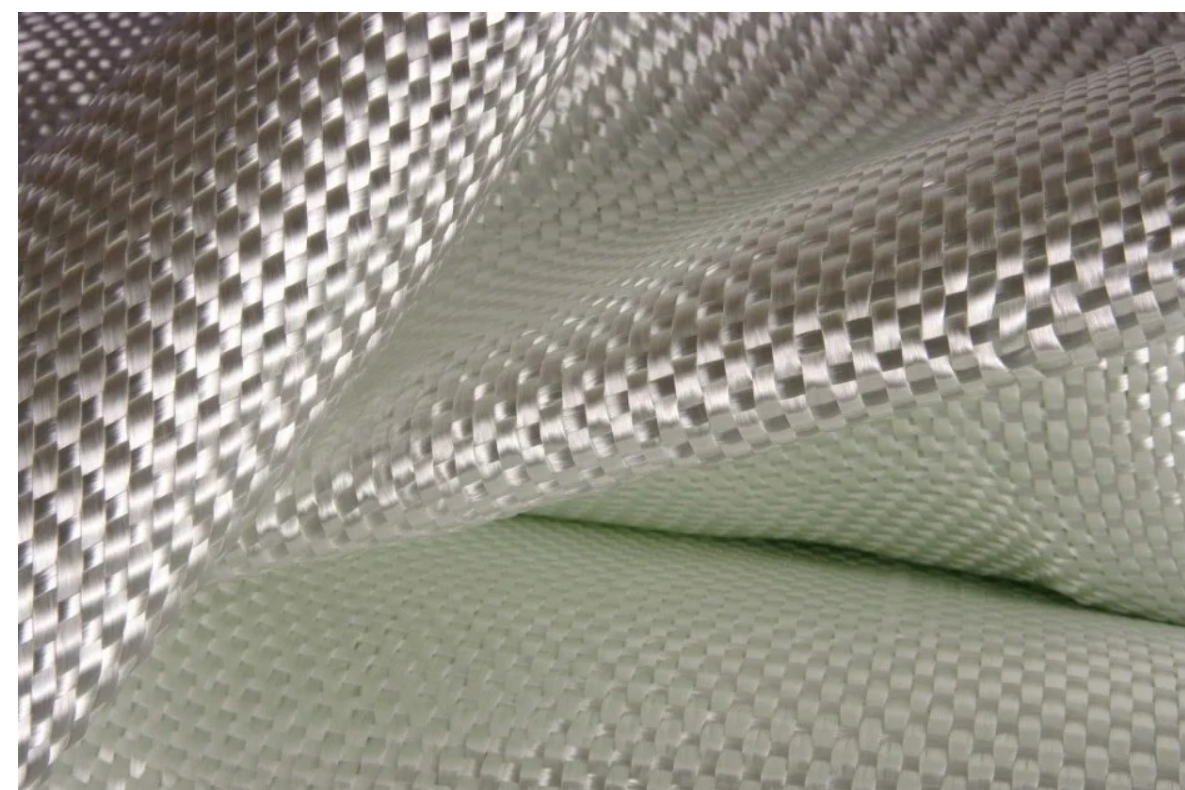
* Struktura vlákna



Anorganická vlákna - skleněná

* Výroba

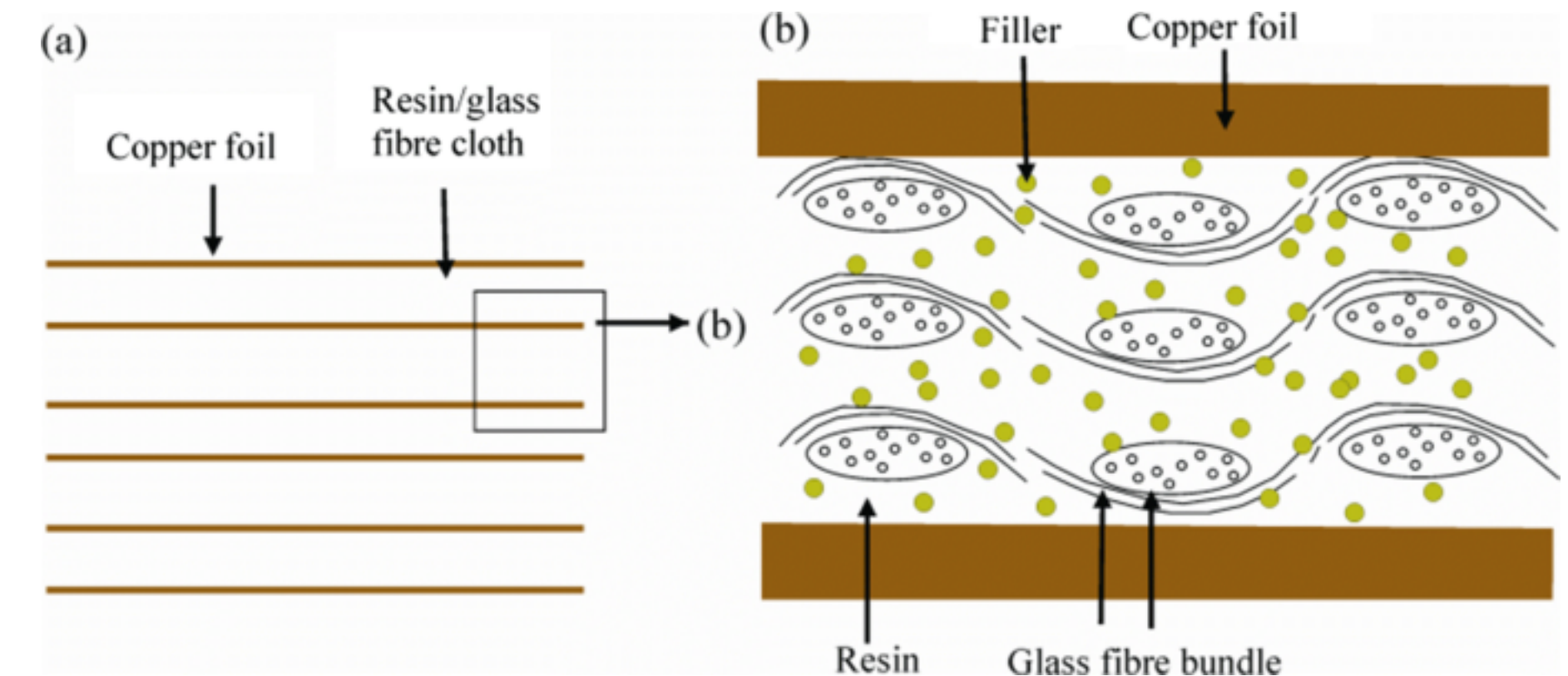
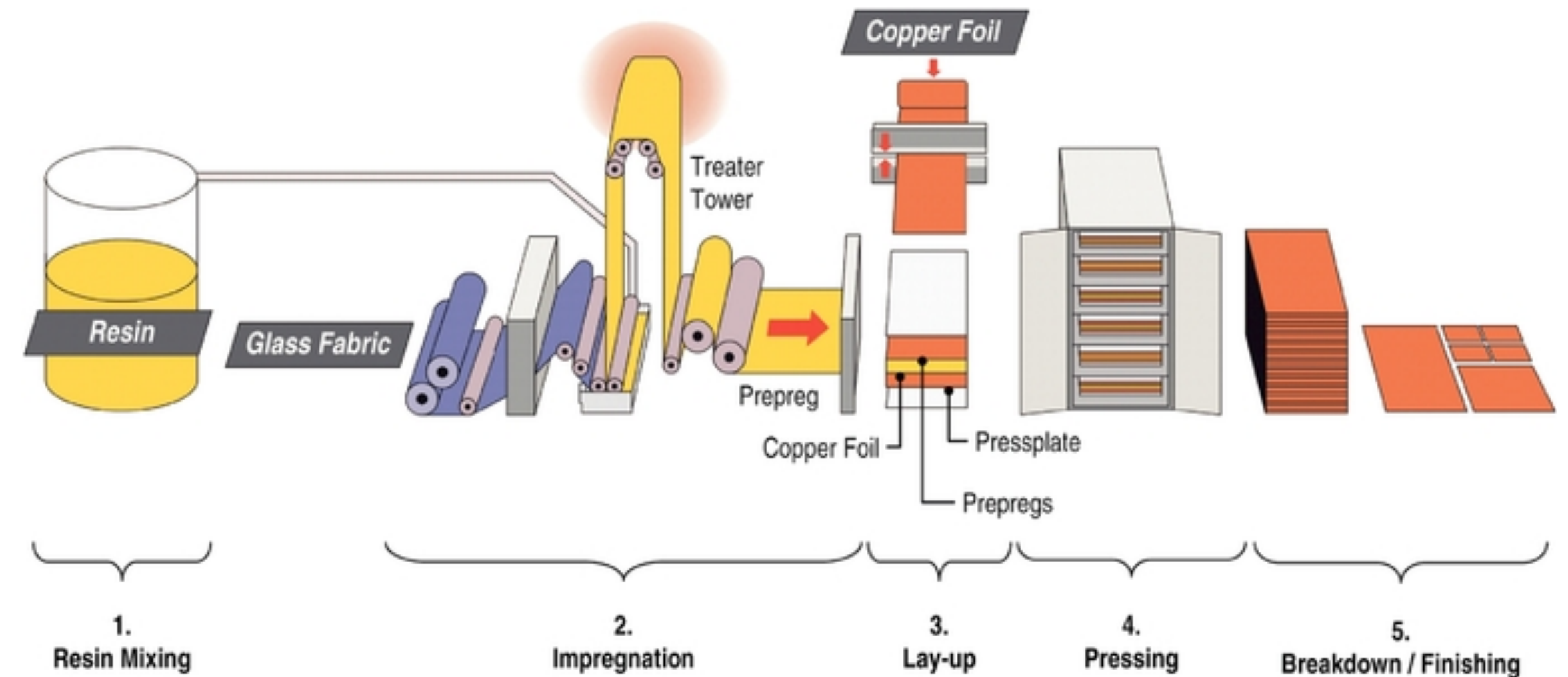
- tavící vana, $T=1200^{\circ}\text{C}$
- sklářský kmen (směs oxidů: křemičitý 50-60%, vápenatý 15-20%, hlinitý 5-10%)
- tantalové trysky (oscilační hořáky)
- lubrikace (snižuje adhezi, není vhodná pro kompozity)



Anorganická vlákna - skleněná

* Kompozity

- kombinace skleněných vláken, plniva a měděných fólií
- **Použití pro:**
 - automobilový průmysl
 - letecký průmysl
 - lodní průmysl
 - stomatologii (podpurné zubní pásy a kolíky: Dentapreg (CZ) – 19 zemí)



Anorganická vlákna - skleněná

* Užité vlastnosti

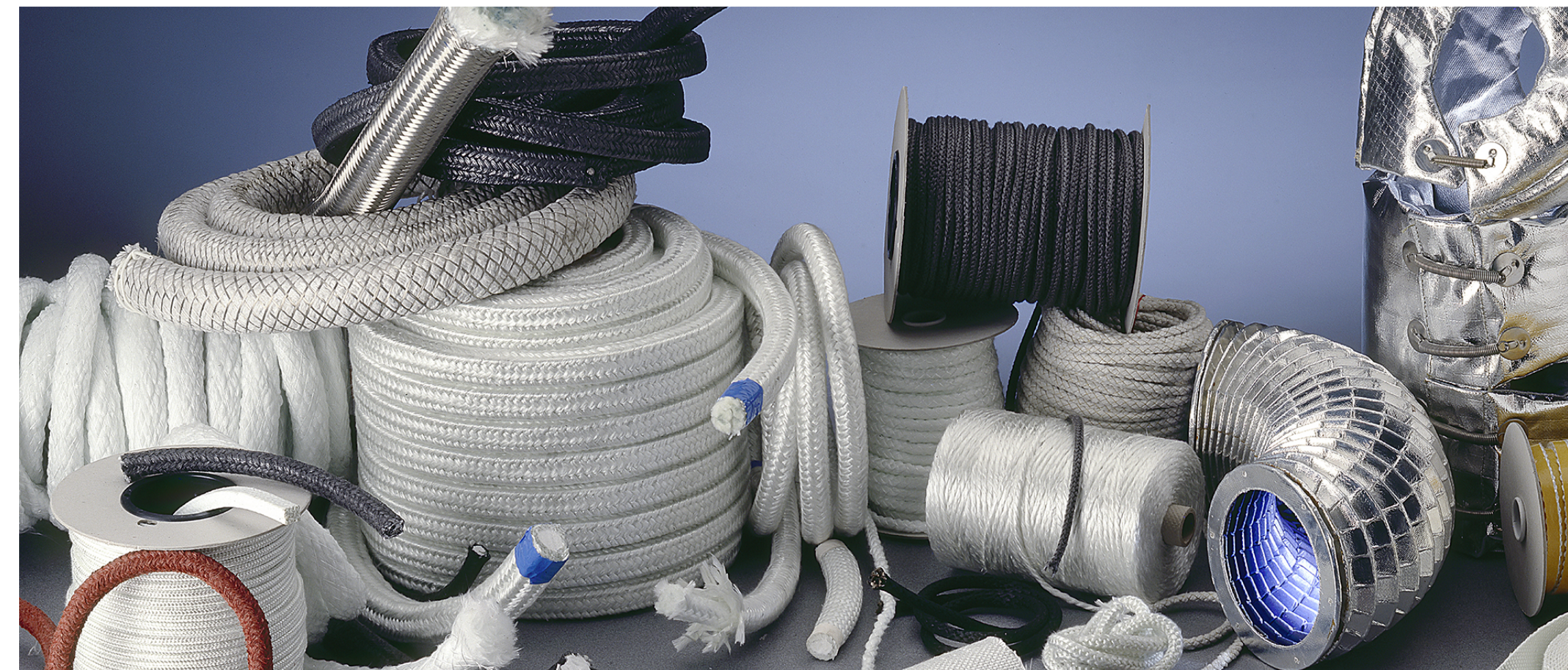
- tapetování stropů – nebezpečí popraskání
- odolnost vůči mechanickému poškození, ohni
- životnost až 30 let
- nepoužívají se v oděvních výrobcích – podráždění pokožky (zákaz praní)
- omezená barevnost
- komplikované odstranění
- dodržení bezpečnosti práce při instalaci tapet (poškození pokožky, oči apod.)
- křehká

Property	Polypropylene	E-glass fiber
Diameter (μm)	17	18.5
Density (kg/m^3)	910	2620
Tensile modulus (GPa)	1–1.4	72.4
Tensile strength (MPa)	25–38	3450
Elongation (%)	300	1.8–3.2
Coeff. of thermal expansion ($\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)	110	5.0
Thermal conductivity ($\text{W}/\text{m}/^\circ\text{C}$)	0.2	1.3
Specific heat ($\text{J}/\text{kg}/^\circ\text{K}$)	1.85	0.8
Glass transition temperature ($^\circ\text{C}$)	–20 to –5	

Anorganická vlákna - skleněná

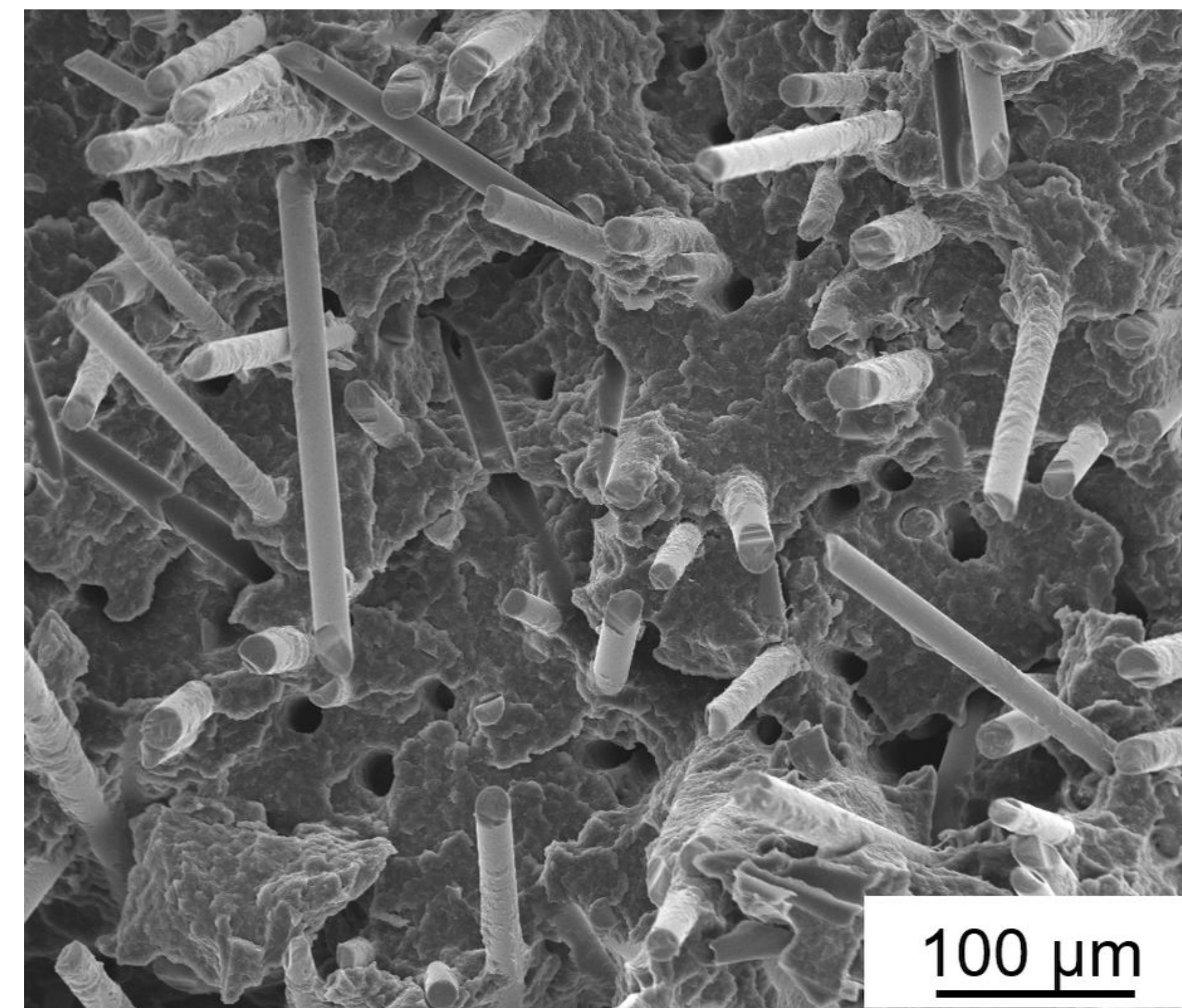
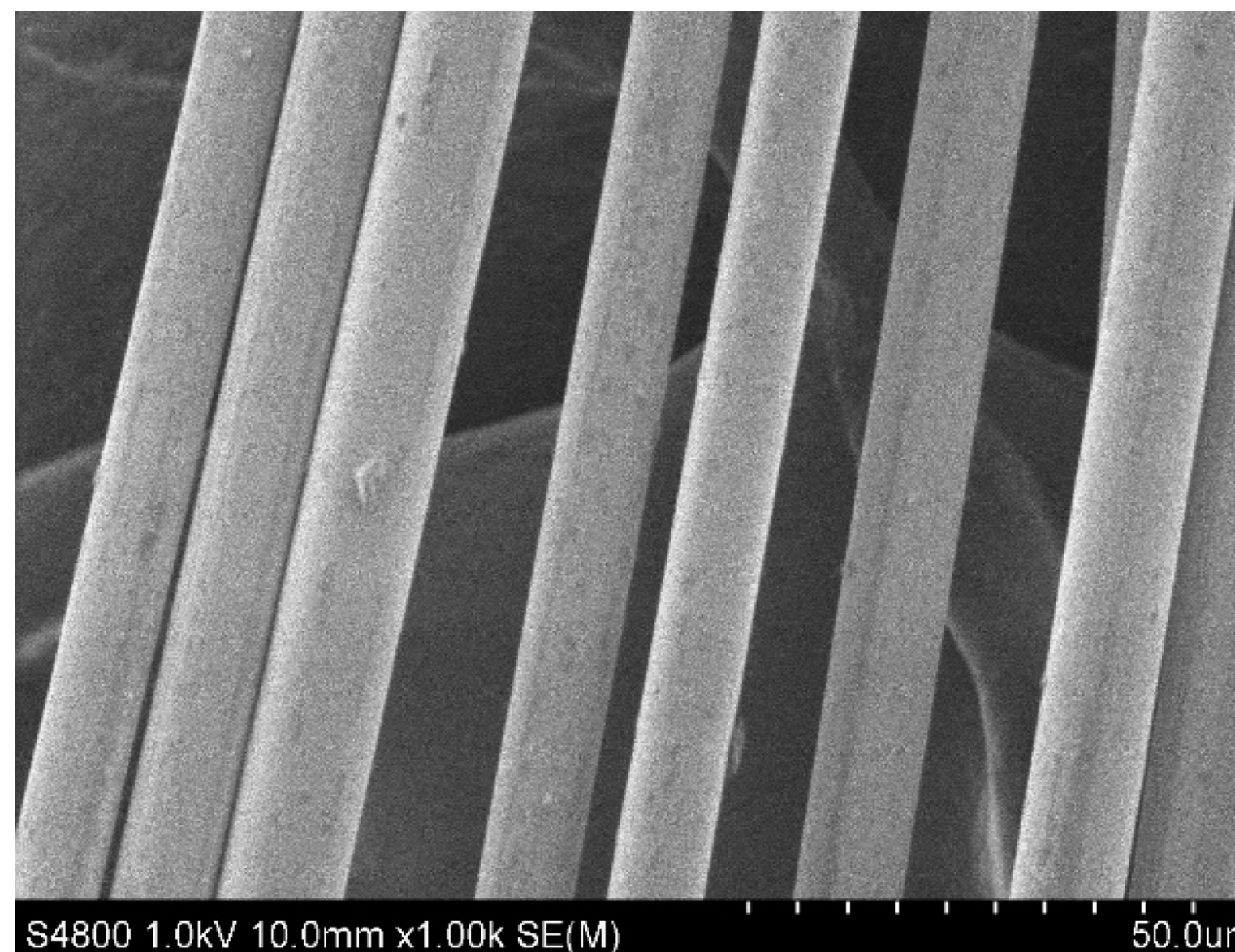
* Použití

- izolační materiály
- spotřební zboží
- komunální služby
- vlhké prostory



Anorganická vlákna - čedičová

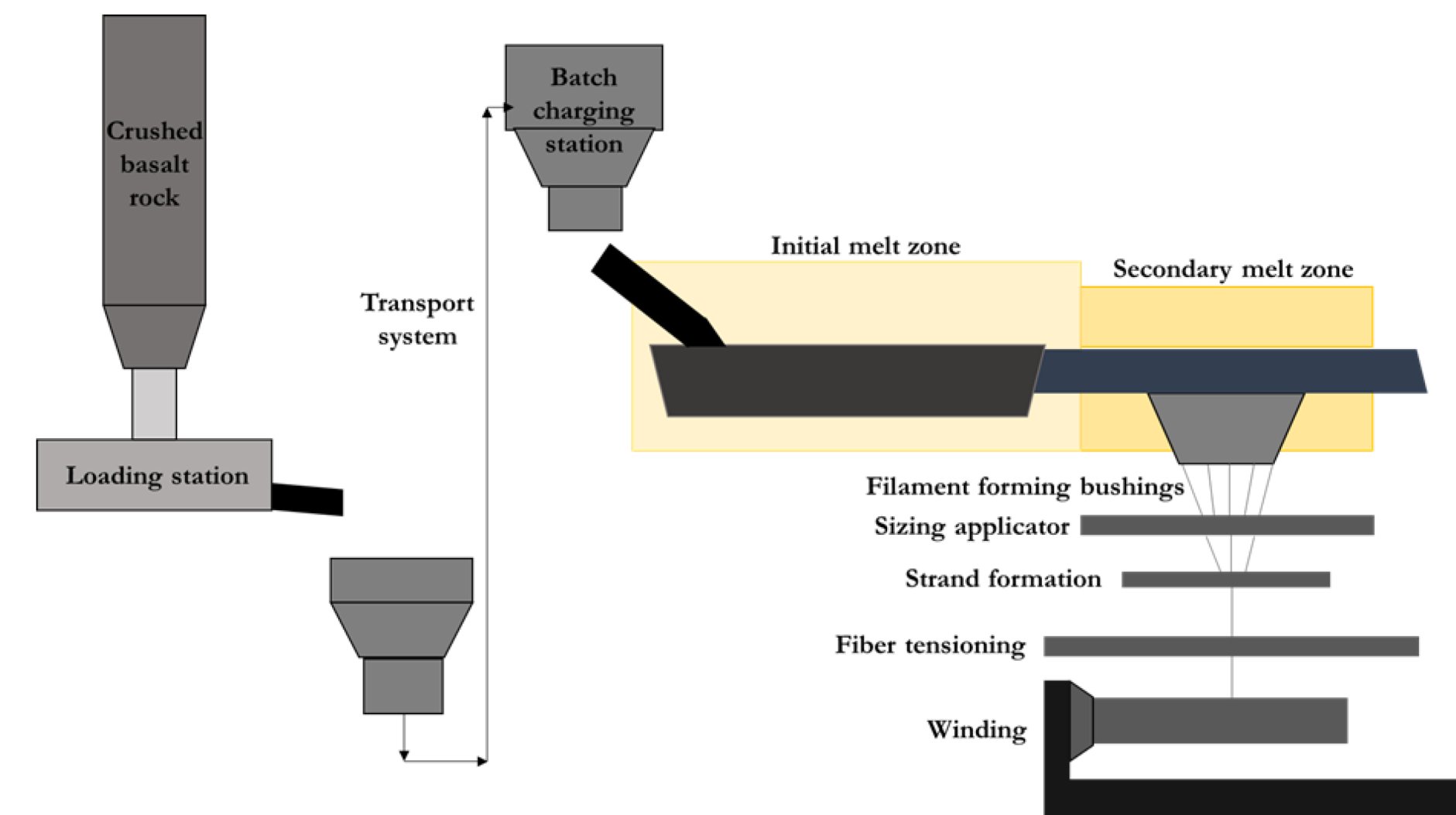
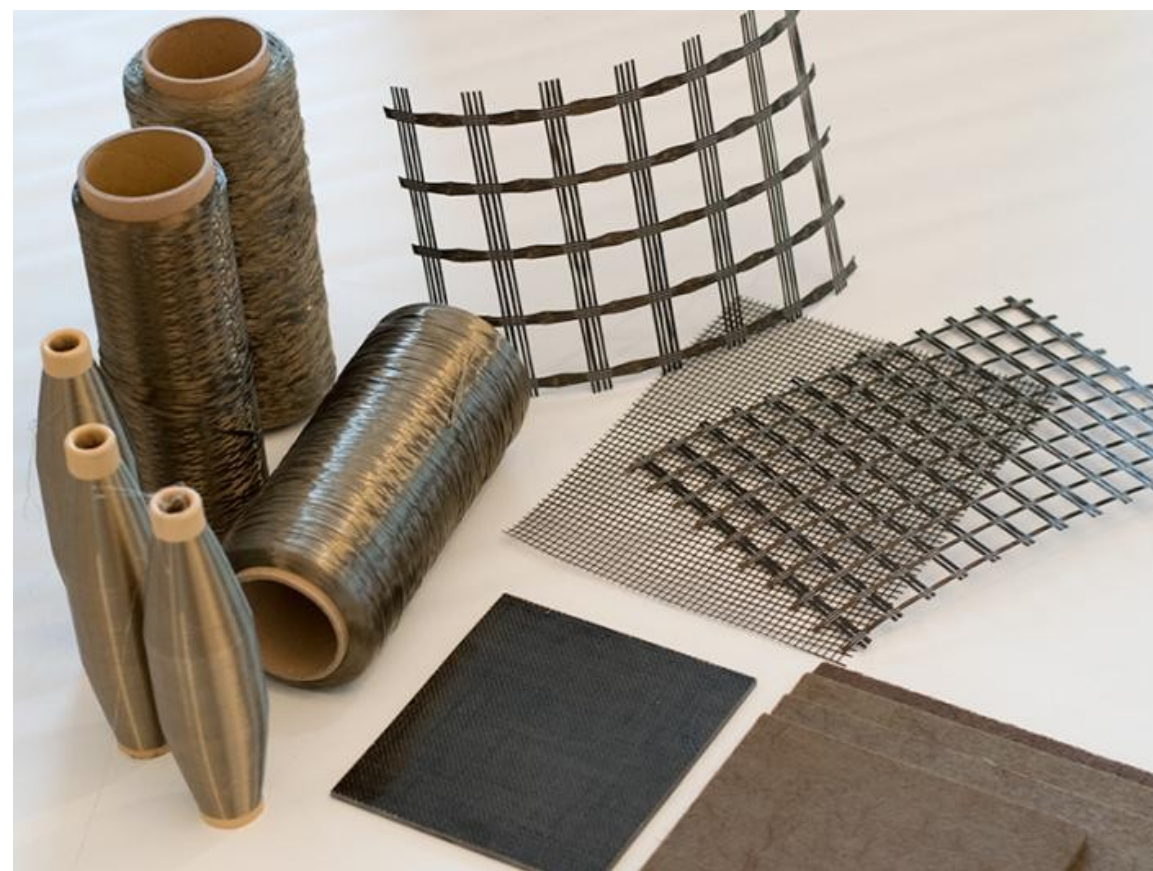
* Vzhled vláken



Anorganická vlákna - čedičová

* Výroba

- nehořlavá vlákna – automobilový, letecký průmysl.
- 1923 – Paul Dhé, první pokus výroby čedičového vlákna (Spojené státy), patent
- po Druhé světové válce – Spojené státy, Evropa, Rusko – armáda (střely), letectví
- 1995 – široké spektrum využití čedičového vlákna



Anorganická vlákna - čedičová

* Vlastnosti

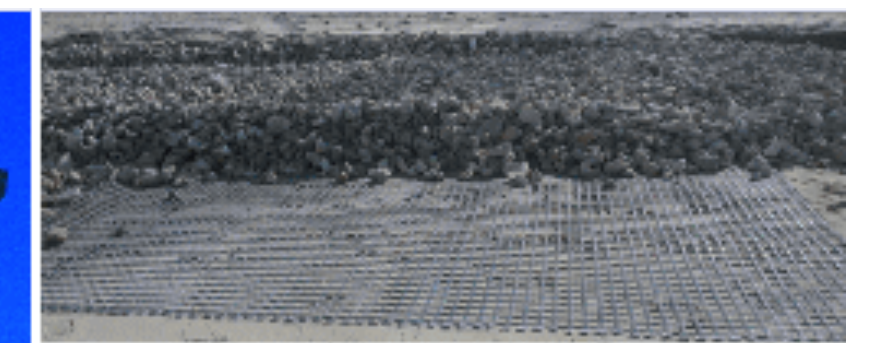
- jsou pevnější než vlákna skleněná
- nekorodují ani ve sladké, ani ve slané vodě
- jsou přirozeně odolné vůči ultrafialovému a vysokoenergetickému elektromagnetickému záření
- zachovávají si své vlastnosti při nízkých teplotách a poskytují lepší odolnost vůči kyselinám
- jsou lepší než skleněné vlákno v oblasti bezpečnosti pracovníků a kvality ovzduší
- mají tvrdý povrch, a také nevyučují do vzduchu žádné nebezpečné výpary, díky čemuž jsou pro pracovníky bezpečnější.

Properties	Basalt Fiber	Carbon Fiber	Glass Fiber (E-Type)
Fiber Diameter (μm)	6–21	5–15	6–21
Density (g/cm^3)	2.7	1.6–2.0	2.54
Breaking Strength (GPa)	3.0–4.8	3.5–6.0	3.1–3.8
Breaking Extension (%)	3.1	1.5–2.0	4.7
Modulus of Elasticity (GPa)	90–100	72.5–75.5	83–86
Temperature Withstand ($^{\circ}\text{C}$)	–260–750	–50–700	–50–380

Anorganická vlákna - čedičová

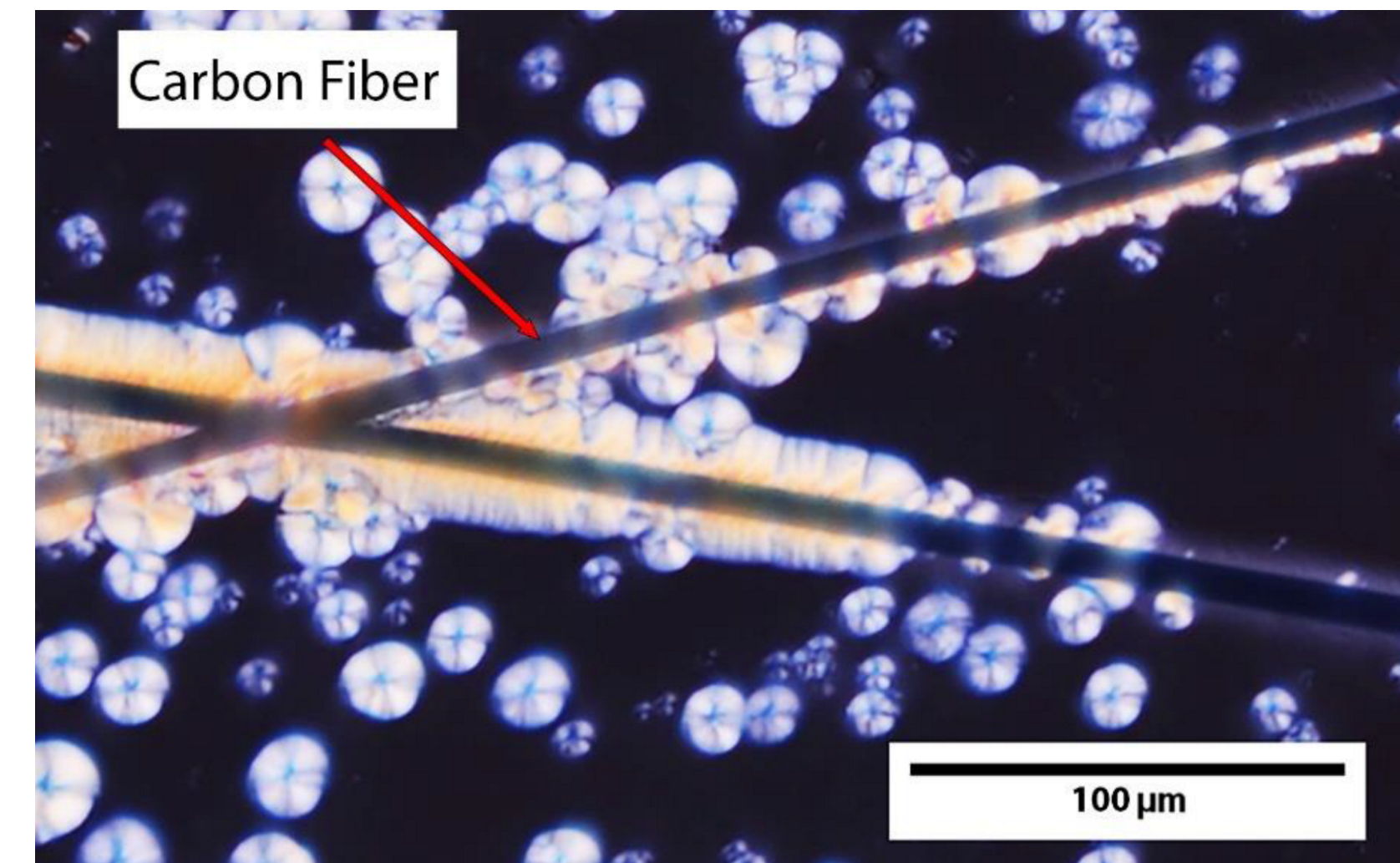
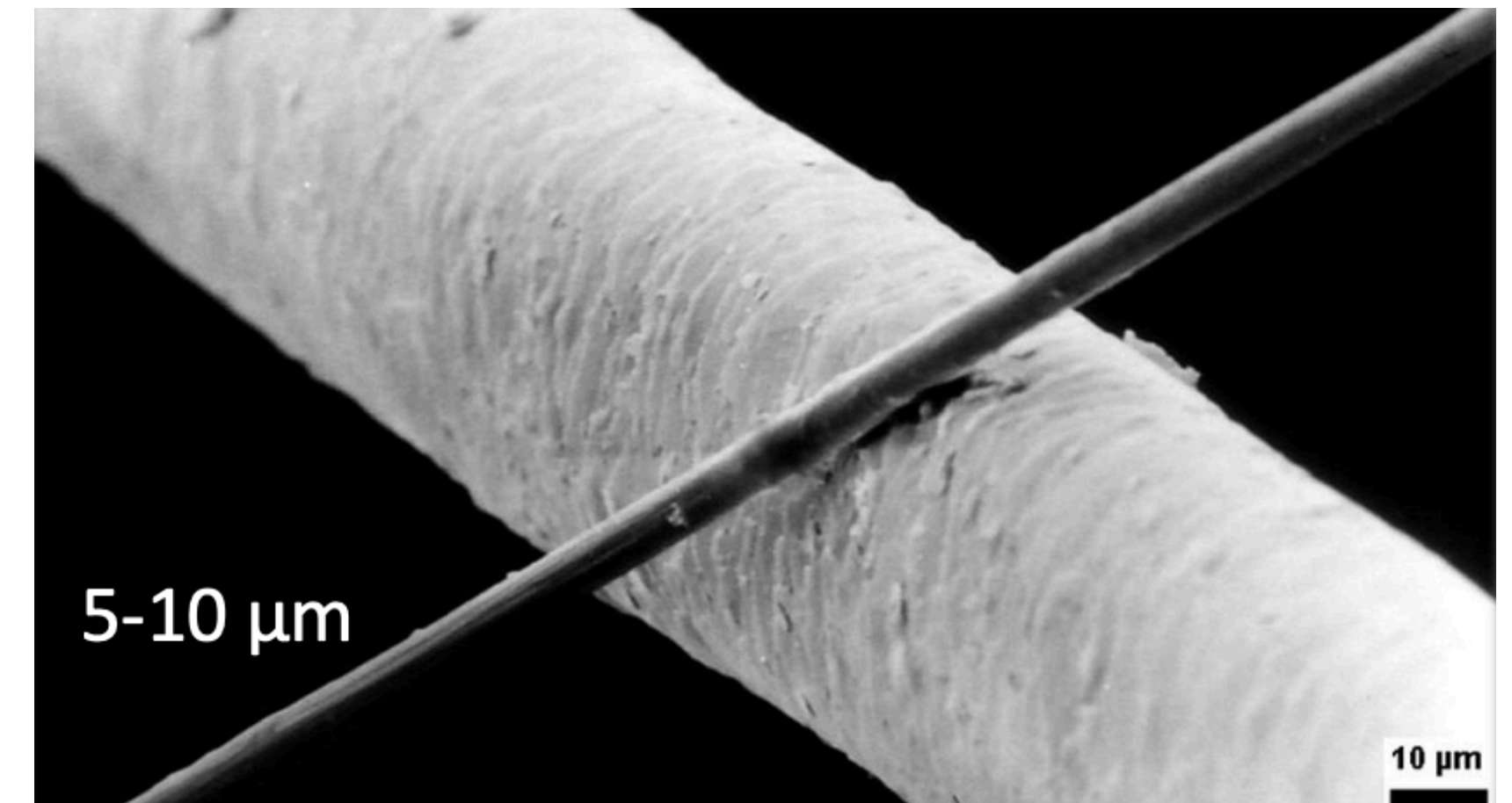
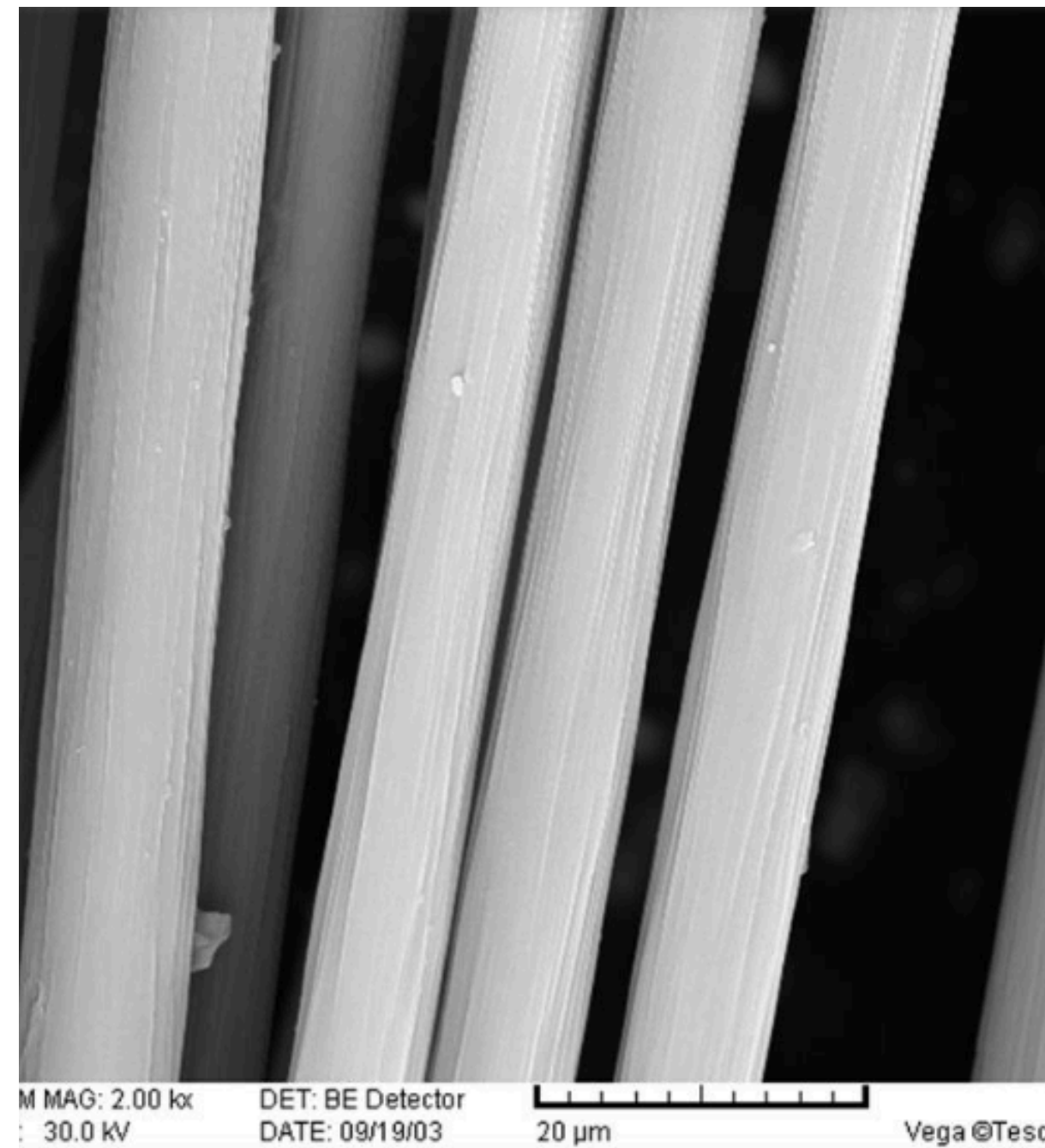
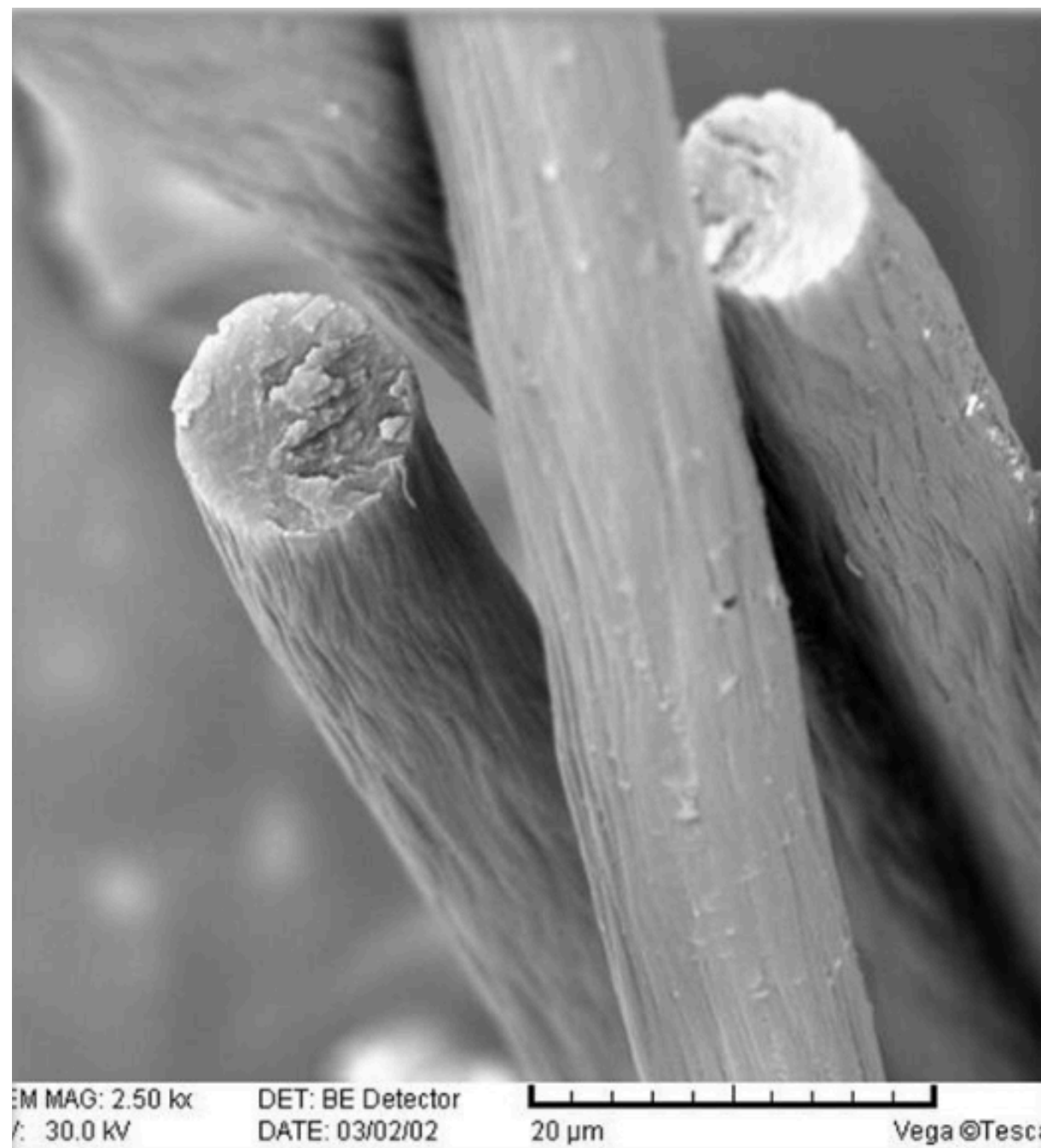
* Použití

- nádoby pro skladování přírodního plynu
- brzdové špalíky
- lopatky větrných mlýnů
- surfovací desky
- automobilový průmysl
- letecký průmysl



Anorganická vlákna - uhlíková

* Struktura vlákna

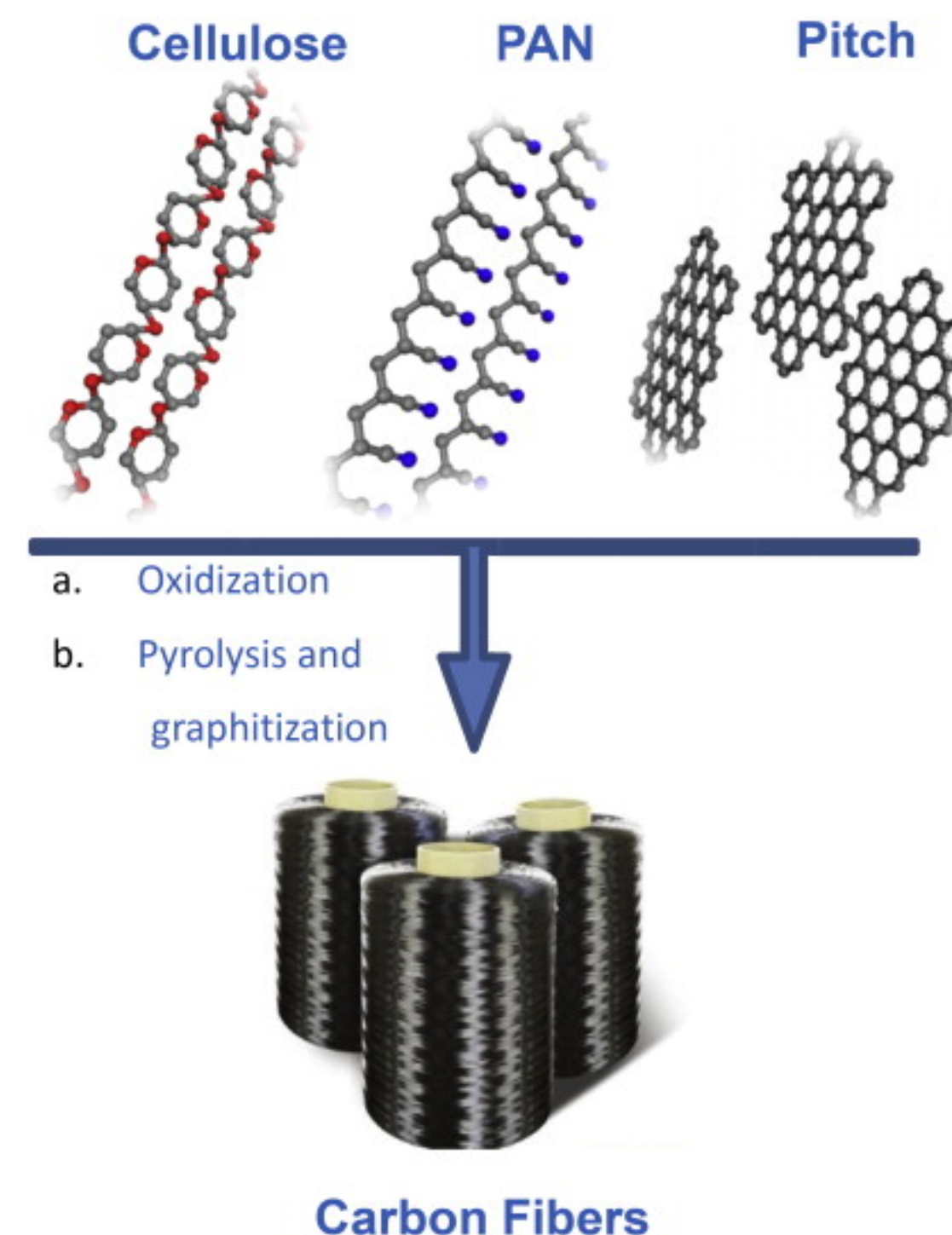
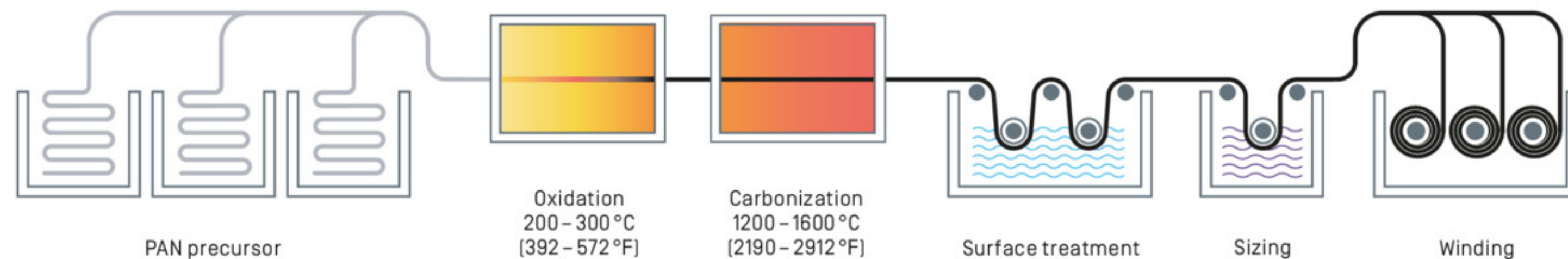


Anorganická vlákna - uhlíková

* Výroba

1. **oxidace a následně – termická pyrolýza PAN prekurzoru**
(přetržení vodíkových vazeb a oxidace PAN)

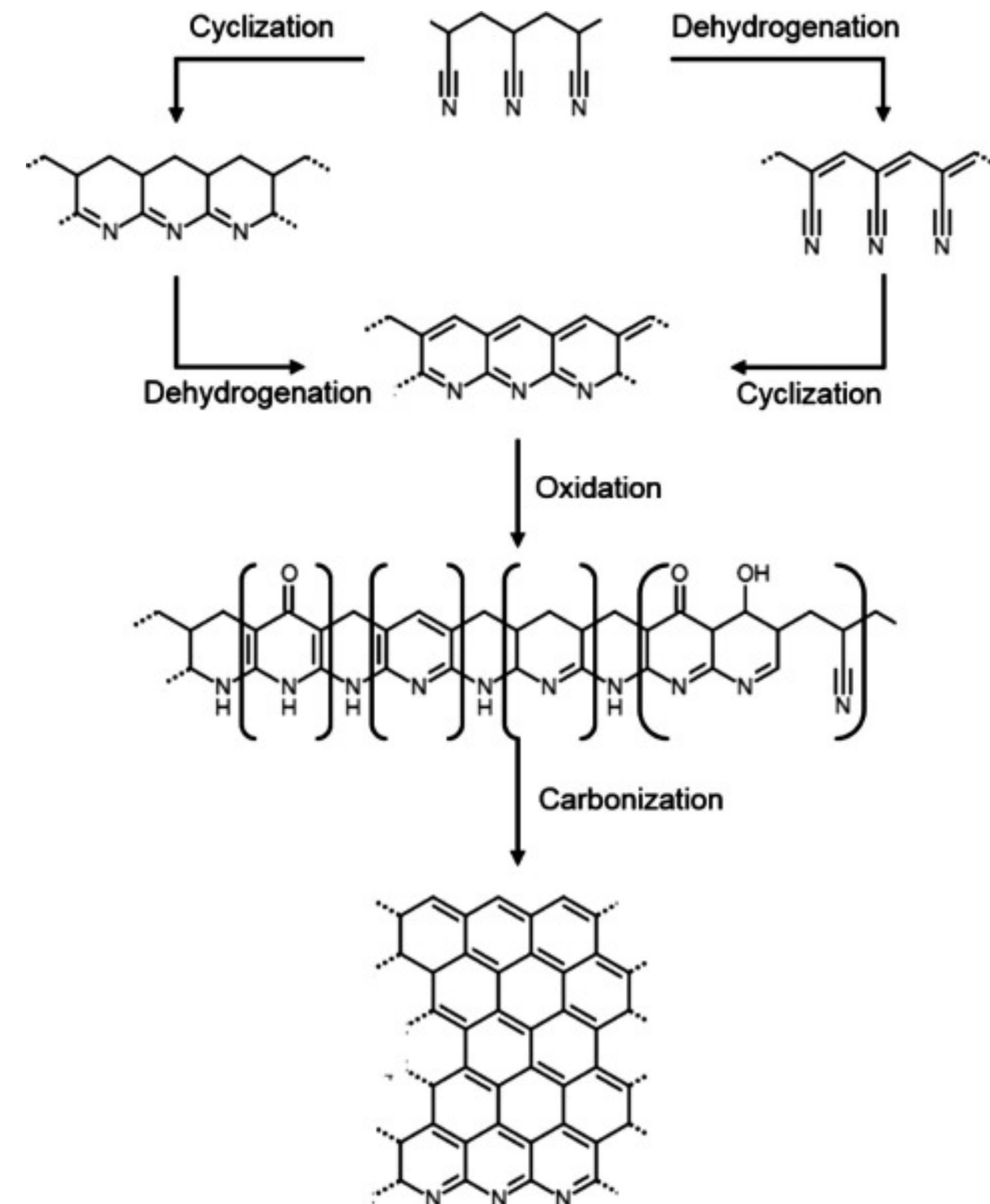
2. **grafitizace ~ 2000°C**
(karbonizace): pec, plynová atmosféra
(argon, dusík) – přestavba vnitřní struktury



Anorganická vlákna - uhlíková

* Vnitřní struktura

- uhlíková vlákna jsou amorfní
- atomy uhlíku tvoří hexagonální dvourozměrné mřížky
- mezi jednotlivými mřížkami působí sekundární van der Walsové síly – příčina křehkosti uhlíkových kompozitů.



Anorganická vlákna - uhlíková

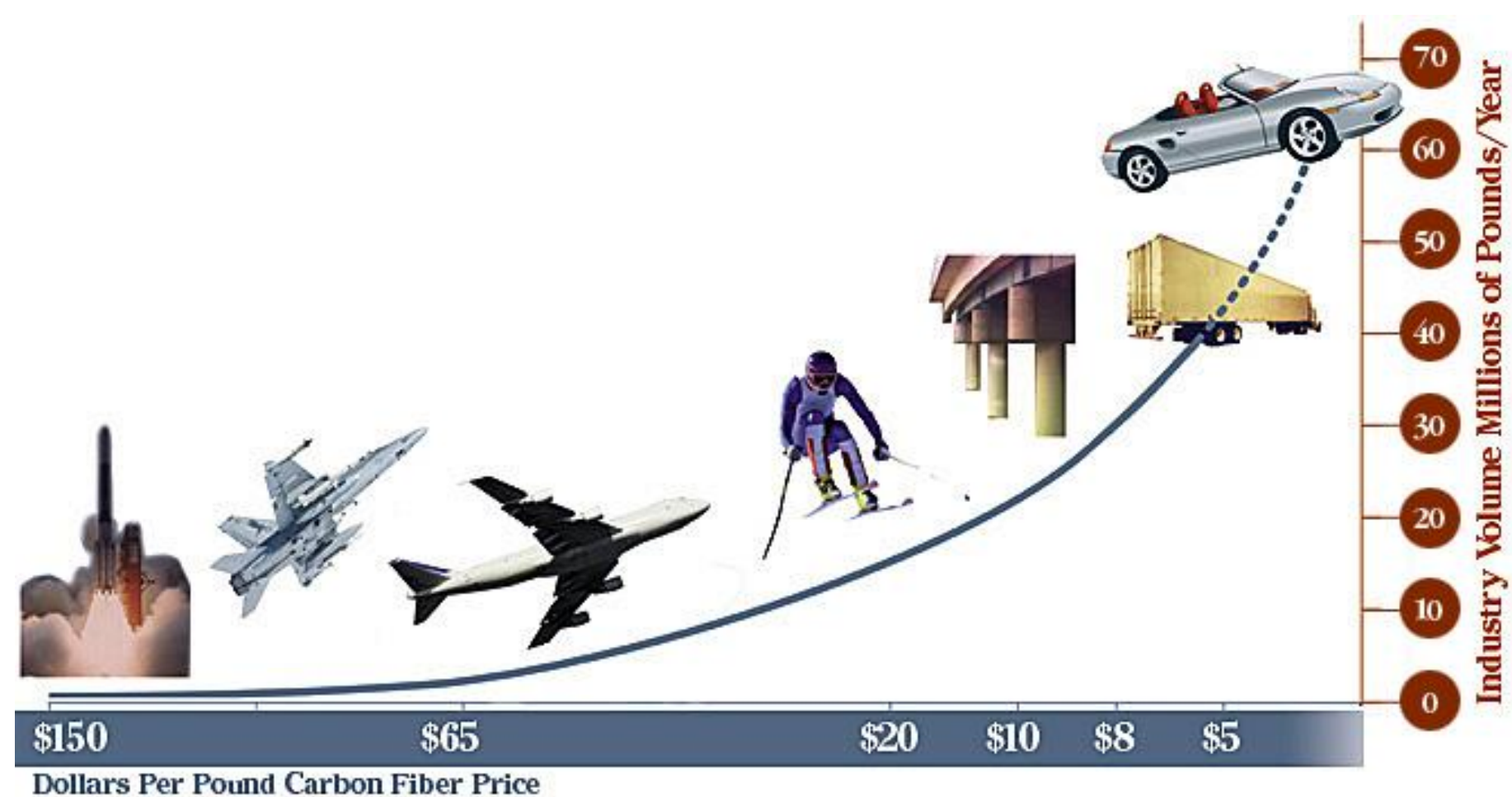
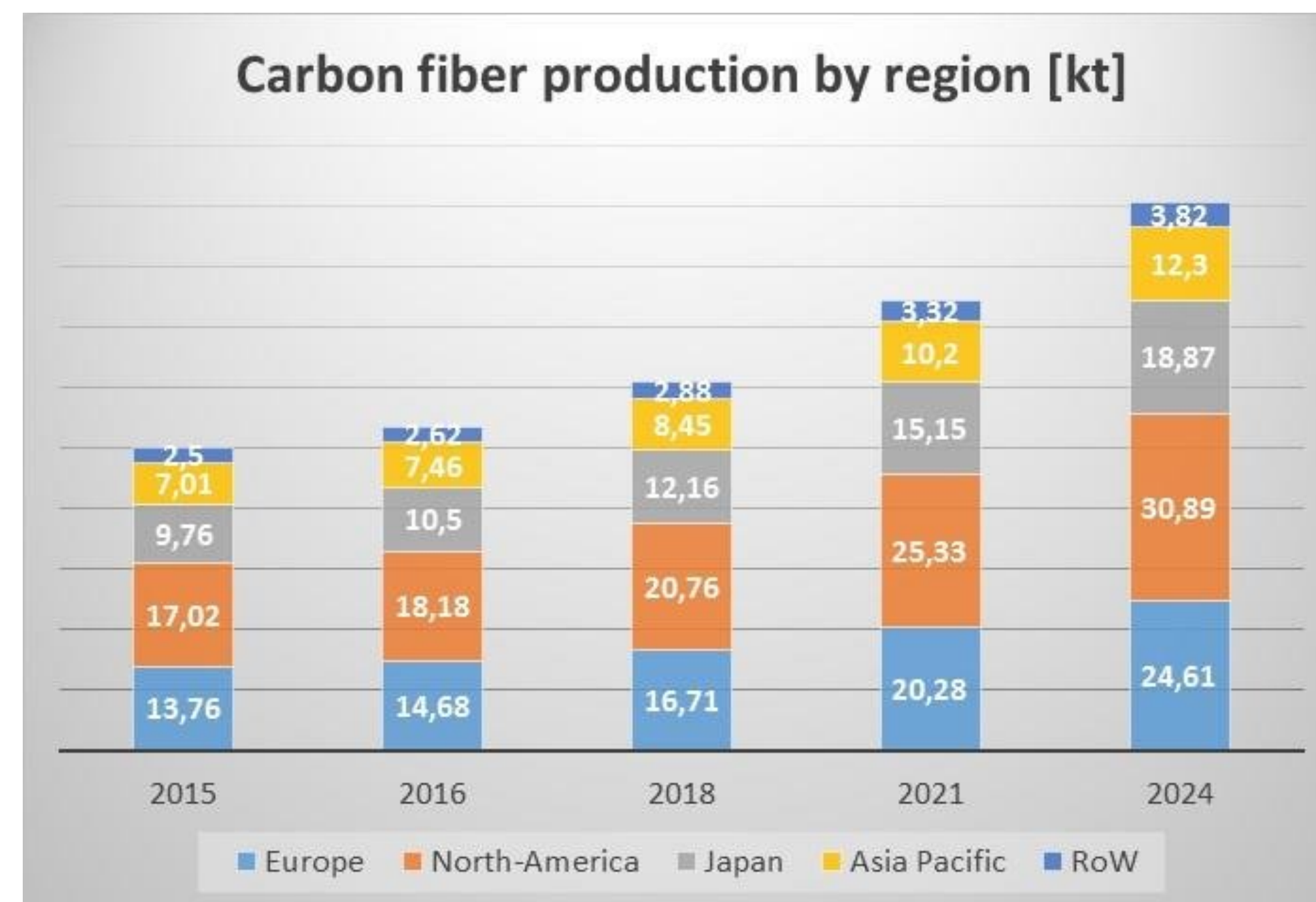
* Užité vlastnosti

- nejtužší a nejpevnější textilní vlákno (mechanické zkoušky: ohyb, namáhání v podélném směru)
- křehké při stlačování (obtížné pojení)
- nízká hustota – malá hmotnost
- 1958 – Roger Bacon – karbonizace celulózového vlákna, 20% uhlíku (nízká pevnost a tuhost)
- zač. 1960 – použití polyakrylonitrilu, 55% uhlíku

Prekurzor	Pevnost v tahu GPa	Modul pružnosti GPa	Tažnost [%]	Výrobce
Karbonizované PAN (95% uhlíku)	5,5	250	1,9	Toray, Japonsko
Grafitované PAN (99% uhlíku)	4,4	377	1,2	Toray, Japonsko
Grafitovaná viskóza (99% uhlíku)	1,2	100	0,5	Sohim, Bělorusko
Uhlíkové nanovlákno	7	600	0,5	Applied Science, USA
S-sklo	4,5	85	5,7	Agy, USA

Anorganická vlákna - uhlíková

* Produkce



Anorganická vlákna - uhlíková

* Použití

- ročně se uhlíkových vláken vyrobí 2,7x více než se zpracuje srstí zvířat
- mají nejvyšší využití v kompozitních materiálech, ale jejich využití je i v syntetických přízích, kde **při spřádacím procesu odstraňují elektrostatický náboj a usnadňují bezdefektní vypředení** (množství těchto vláken je do 2%, takže na vlastnostech hotového výrobku se nijak neprojeví)



Větrné generátory
17 %

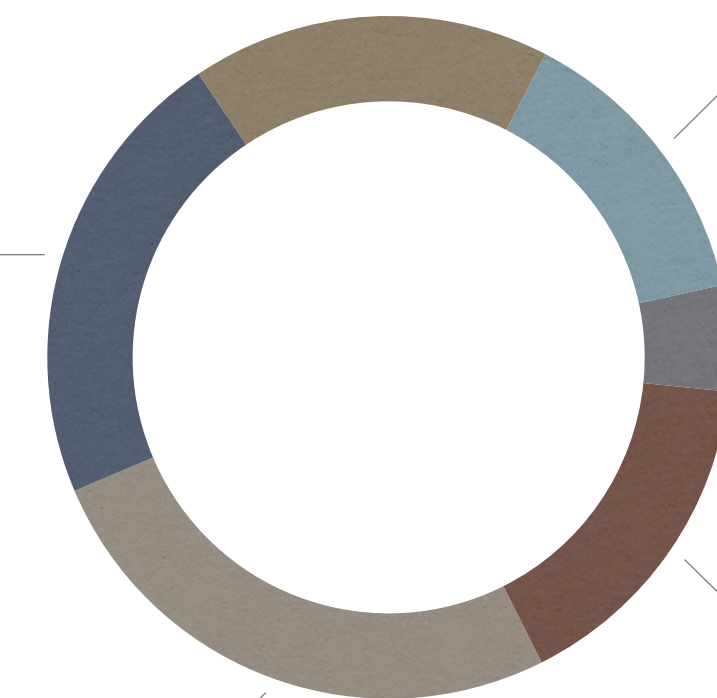
Letectví
22 %

Ostatní
26 %

Sport
14 %

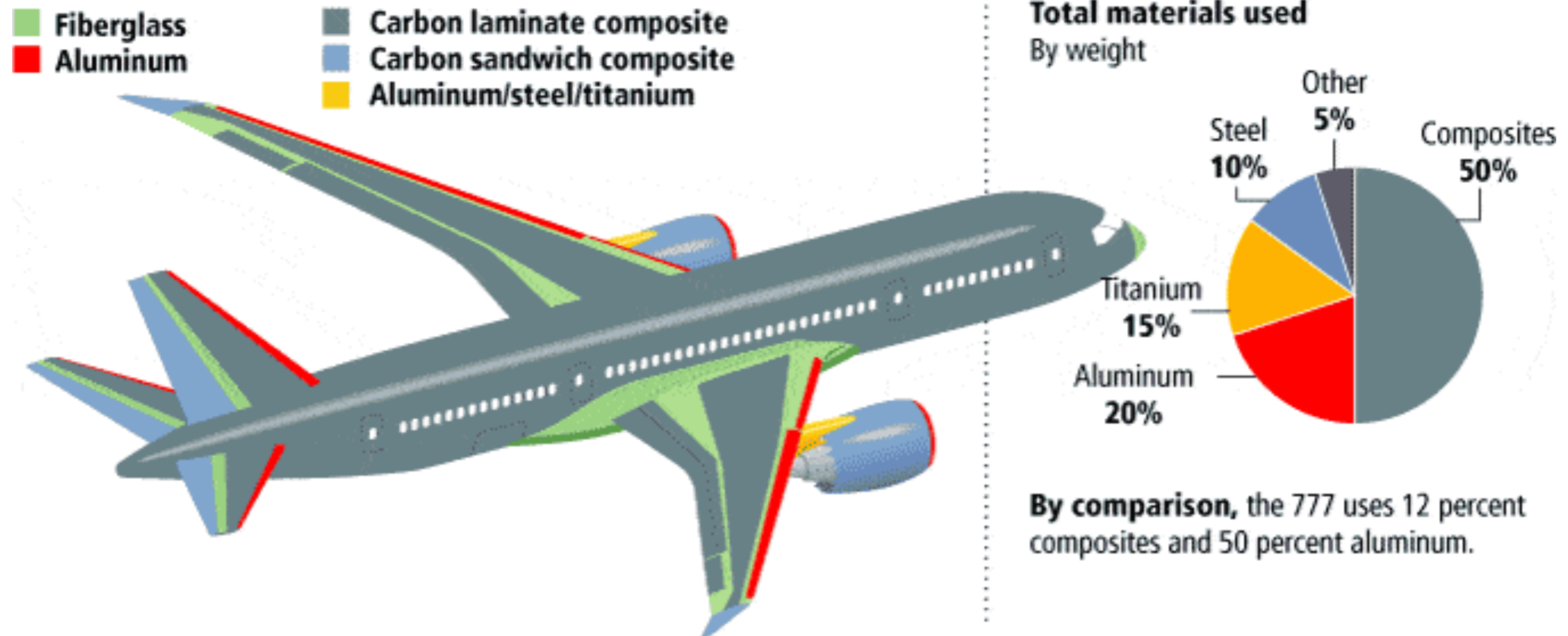
Auto
5 %

Kompozity
16 %



Anorganická vlákna - kompozity

* Použití



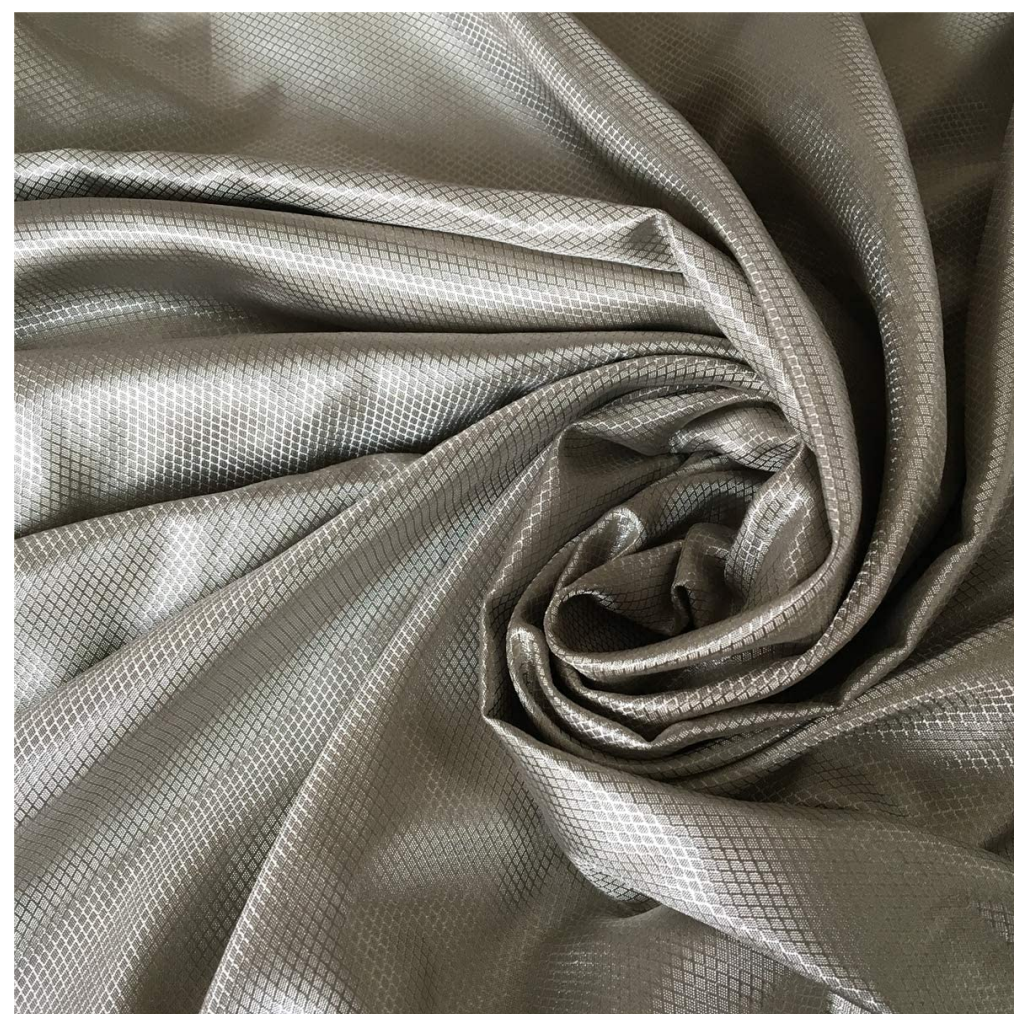
Speciální vlákna - kovová



82% bavlna
17 % měděná vlákna 1%
stříbro

Radiofrekvenční stínění:
wi-fi, radary, mikrovlny, TV
vysílání apod.

Využití: záclony, závěsy,
„nebesa“, oděvy



55% stříbro
45% polyamid

Radiofrekvenční stínění:
stínění elektrického pole,
vysoký stupeň
uzemnění, statický výboj



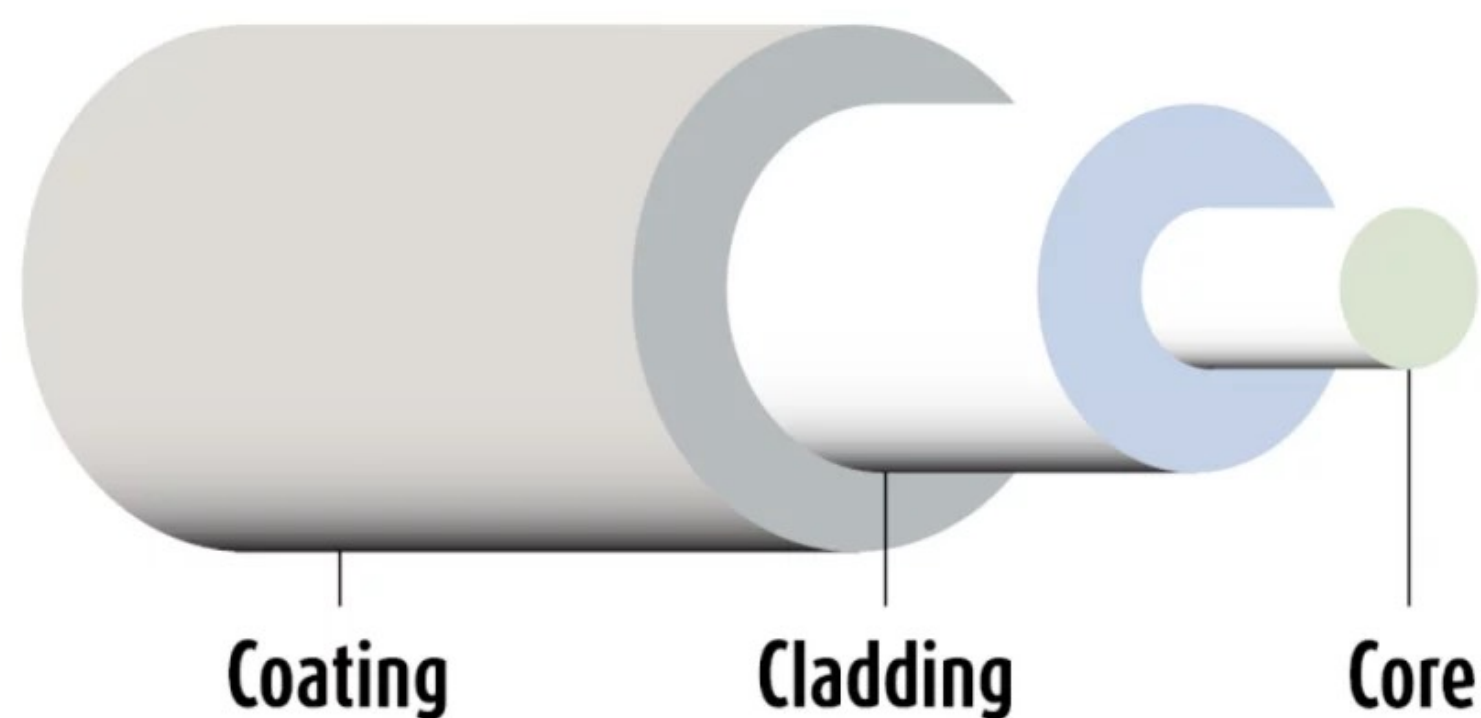
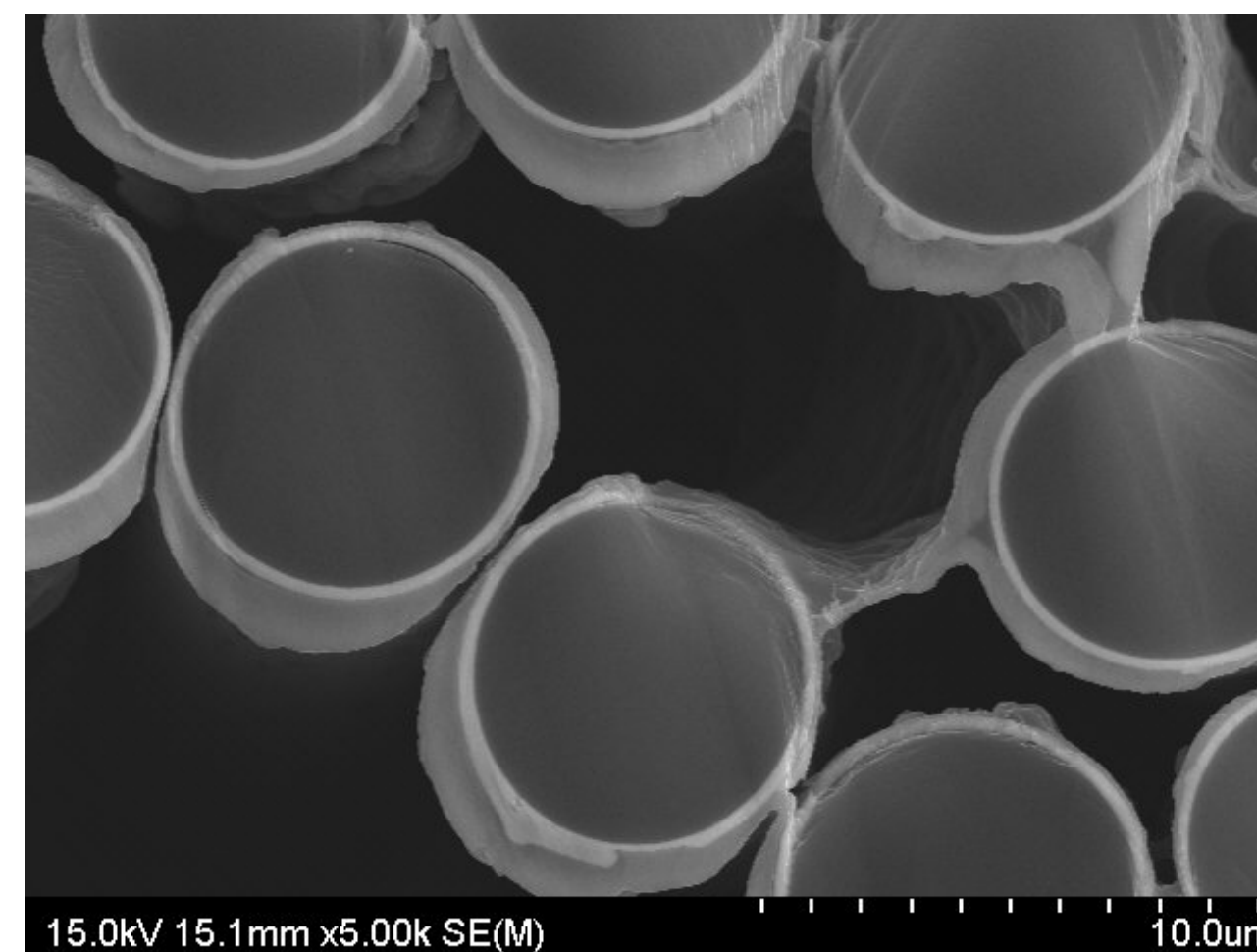
70% bambus
30% stříbro

Radiofrekvenční stínění

Využití: pyžama, košile,
závěsy

Speciální vlákna - pokovená

- na povrchu je ochranný lak, následuje vrstva kovu a uvnitř polymer
- základem jejich výroby je folie (zpravidla acetátová nebo polyesterová), která je **vakuově pokovená** z obou stran (požívá se většinou **hliník**). Tloušťka těchto folií se pohybuje kolem 20 μm . Pokovená folie je následně rozřezána na šířky kolem 30 μm . Tato vlákna jsou pak jako **stříž přidávána jako efekty do přízí pro efektní dámské ale i pánské šatovky.**

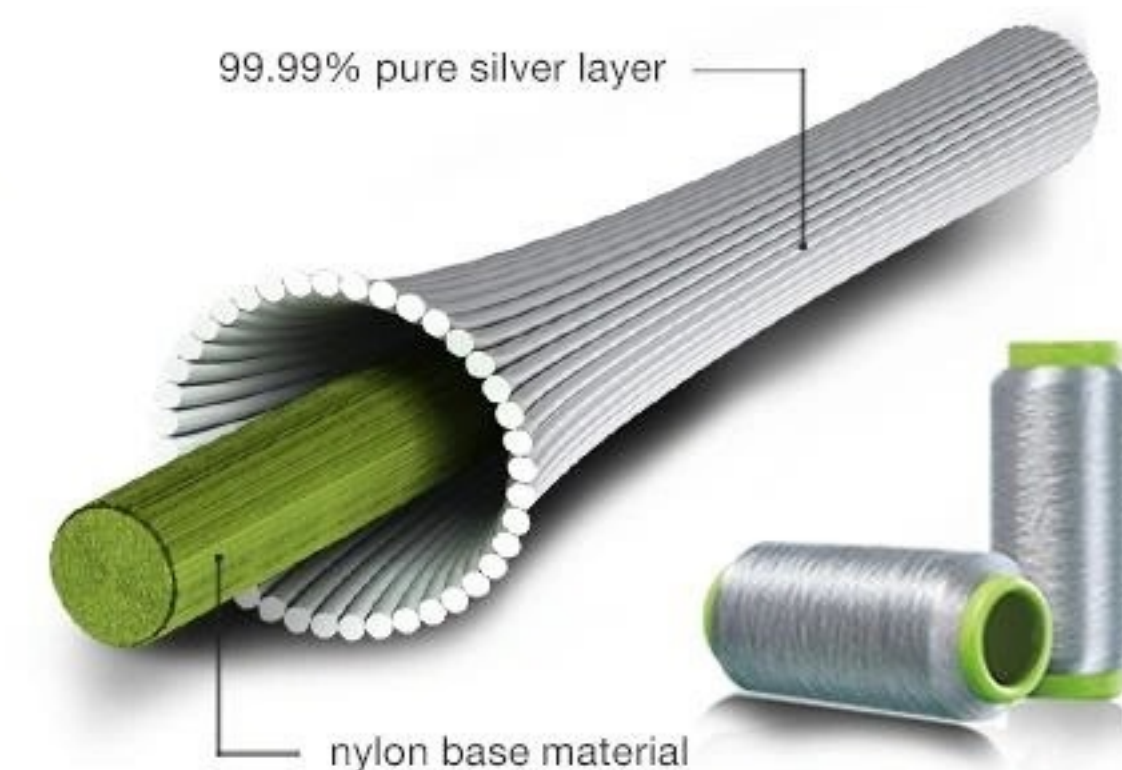


Nesmí se žehlit!!!



Silver fiber structure drawing

silver fiber covers nylon base material with pure silver to create a layer of soft and glittering silver coating, making it a safe and natural anti-bacterial fiber product with favorable spinnability.



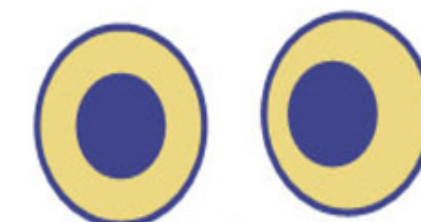
Bikomponentní (konjugovaná) vlákna

- * **Bikomponentní vlákna** jsou vlákna tvořená dvěma polymery zvlákněnými přes společnou trysku
 - vyrábí se od 60. let minulého století. K širšímu uplatnění však došlo teprve v souvislosti s výrobou mikrovláken
 - **S/S (*side by side*)** z komponentů s rozdílnou srážlivostí a bobtnavostí, pro budoucí **kadeření vlákna**
 - **C/S (*core/sheath*)** z komponent s rozdílnou tavitelností, pro **pojení netkaných textilií**
 - **M/F (*matrix/fibril*)** ze dvou polymerů, kde vlákna jednoho polymeru jsou distribuovány v matrici jiného polymeru (ostrovy v moři). Matrice je rozpustný materiál, který se v určité fázi výrobního procesu vymyje vhodným rozpouštědlem, pro výrobu **štěpitelných vláken, resp. mikrovláken**

Od uvedených druhů jsou odvozeny další, např. MS/S (*multiple side by side*), MR (*multiple radial*), MC (*multi core*) aj.



Side-by-side



Sheath-core



Segmented pie



Islands-in-the-sea



Tipped



Segmented ribbon

Bikomponentní vlákna S/S

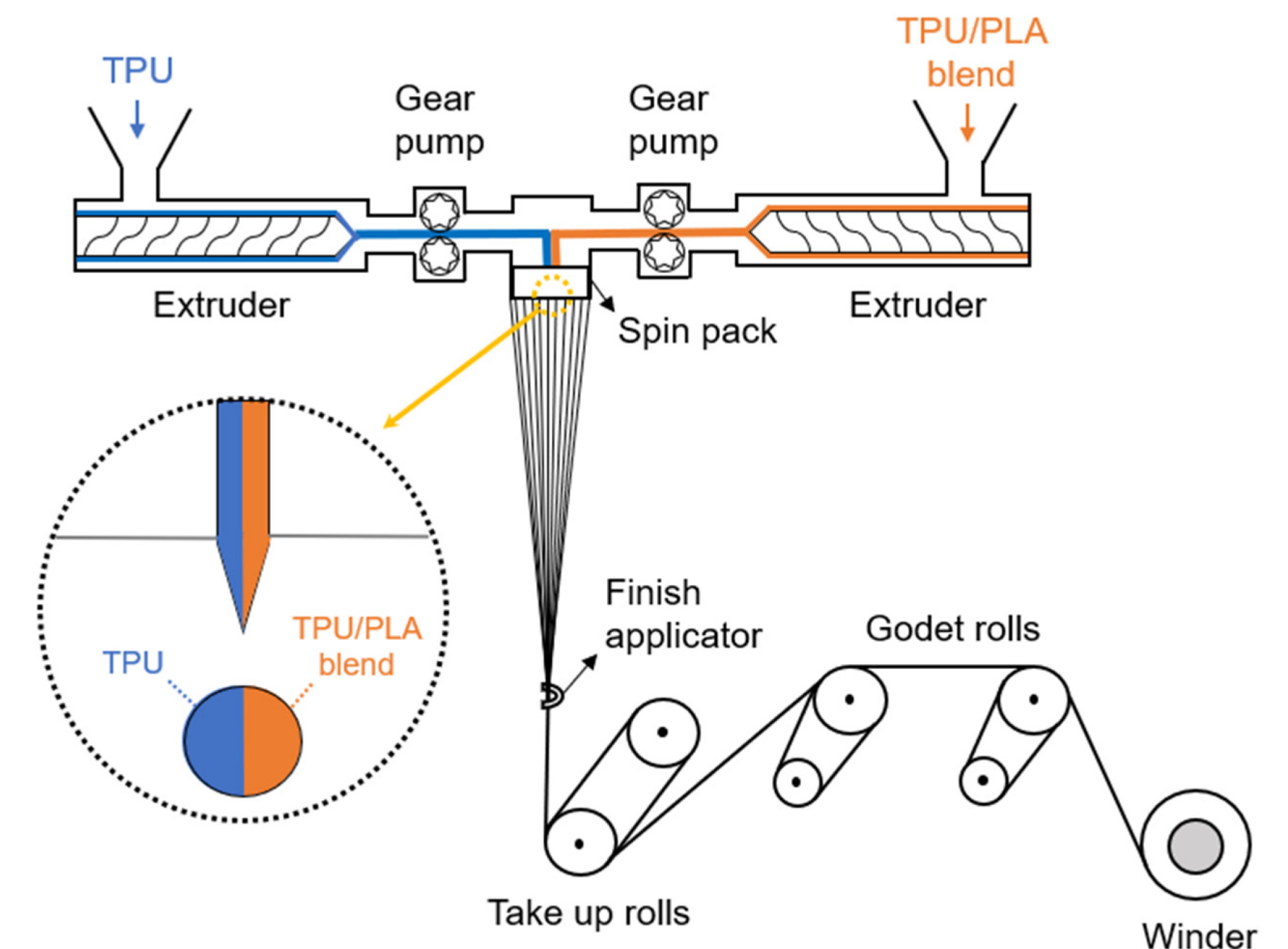
* Výroba

A. různá srážlivost komponent – samovolná obloučkovitost

B. různé teploty tání – pojení NT

C. „rozdělitelná“ vlákna – ohýbání přes ostrou hranu nebo rozpouštění jedné z komponent

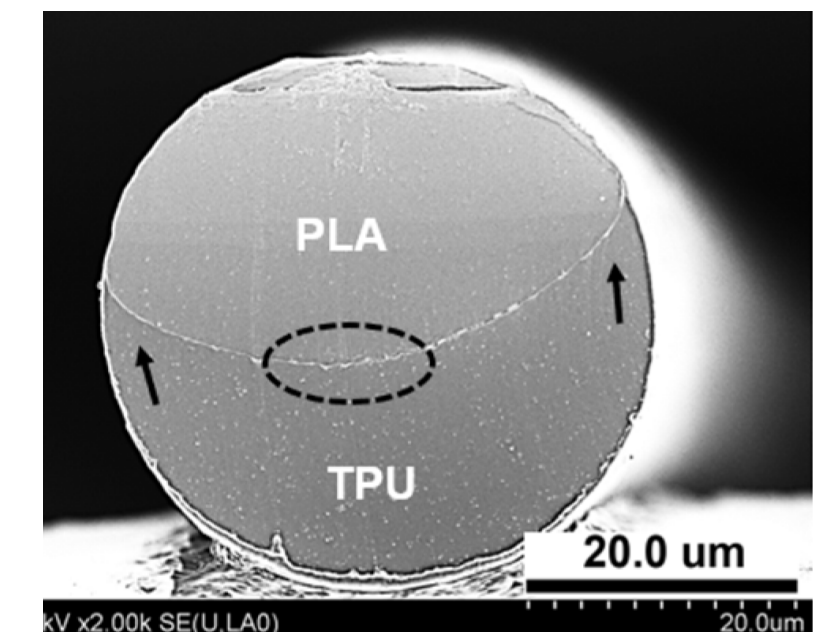
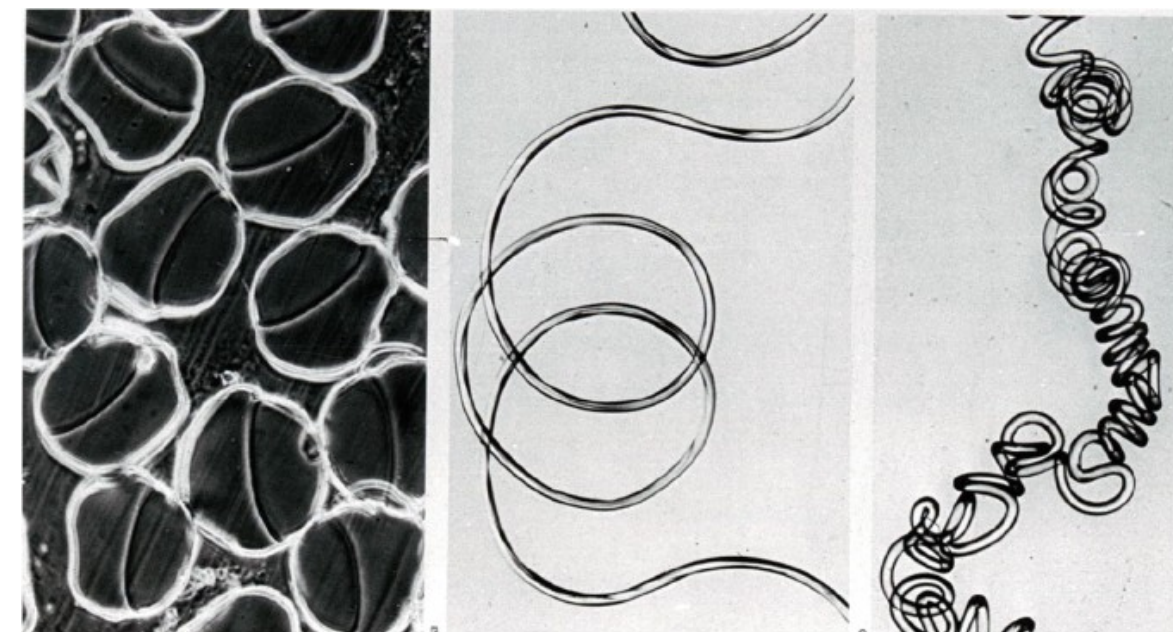
- převážně ze 2 komponent, kde v profilu jsou zřejmé 2 nebo více odlišných oblastí
- PP vlákna se běžně používá v oděvních aplikacích, kde je požadován přenos vlhkosti
- dobrá adheze
- původním účelem bylo napodobit zkadeřenou a nadýchanou strukturu vlny



Bikomponentní vlákna S/S

Trvalé trojrozměrné zvlnění lze docílit za následujících podmínek:

- tvar příčného řezu vláken, stejně jako tvar příčného řezu obou složek, je různý
- bikomponenty mají různý modul pružnosti
- rozdíly ve smrštění mezi dvěma komponentami
- rozdílná jemnost vláken
- bikomponenty jsou odlišně zastoupeny v celku



Dvě složky ve dvousložkových vláknech vedle sebe však musí splňovat určitou kompatibilitu a rozdíl ve složení mezi těmito dvěma složkami by neměl být příliš velký, jinak by se mohly oddělovat.



Bikomponentní vlákna M/F

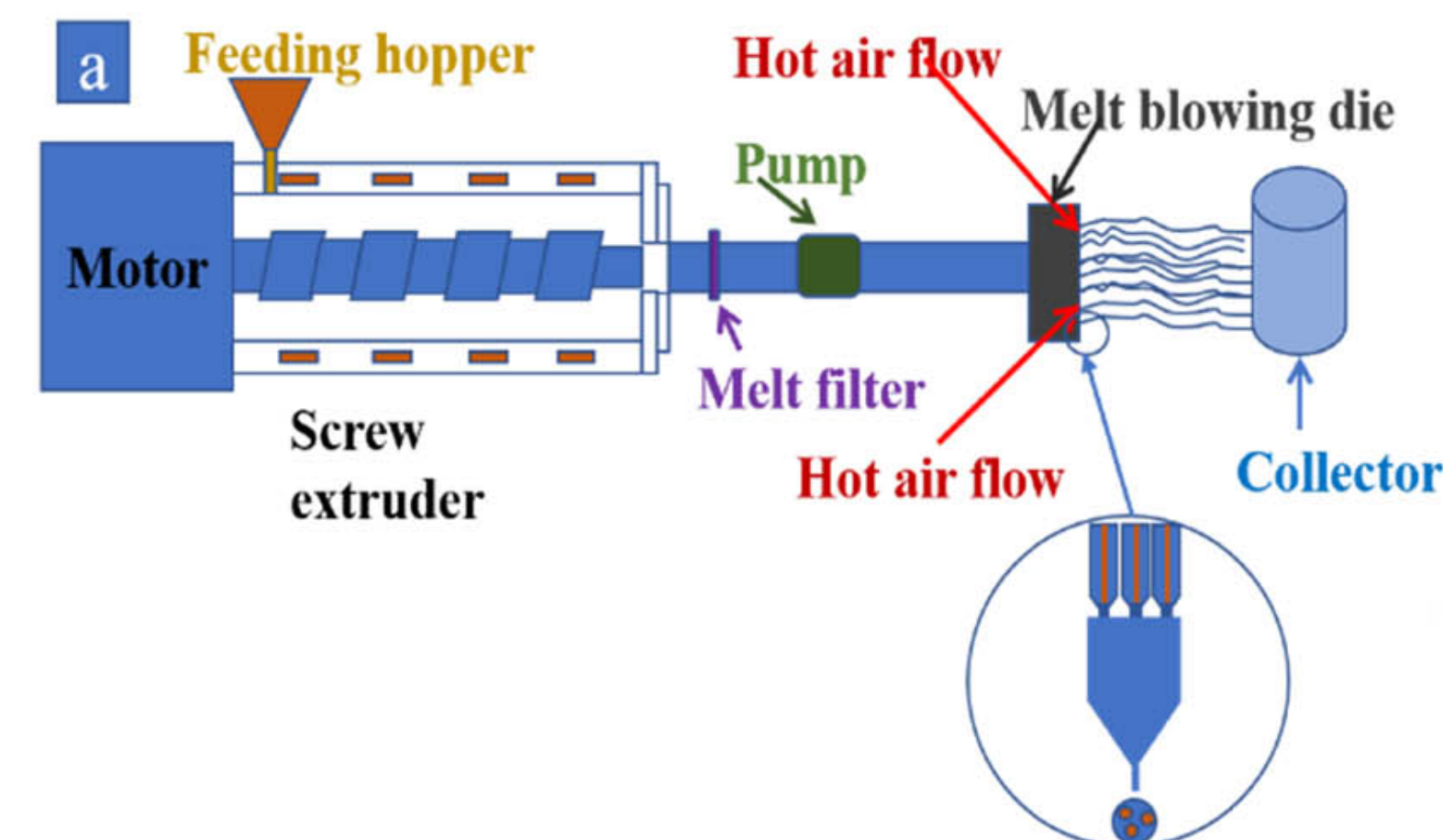
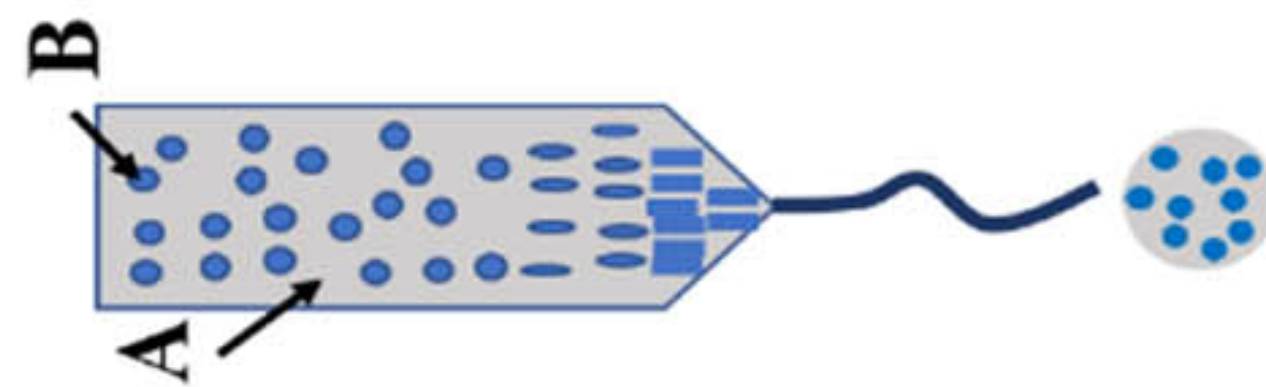
* Výroba

Typy výroby:

- dvě polymerní taveniny tvoří složený jemný tok ve formě jádro/plášť, následně jsou sloučeny dohromady a protahovány do mikrovláken rovnoběžně s axiálním směrem vláken.
- jeden polymer je smíchán s jiným polymerem ve formě mikrokuliček a vlákna jsou získána protahováním za vysoké teploty a rychlosti prouděním vzduchu okolo zvlákňovací trysky.

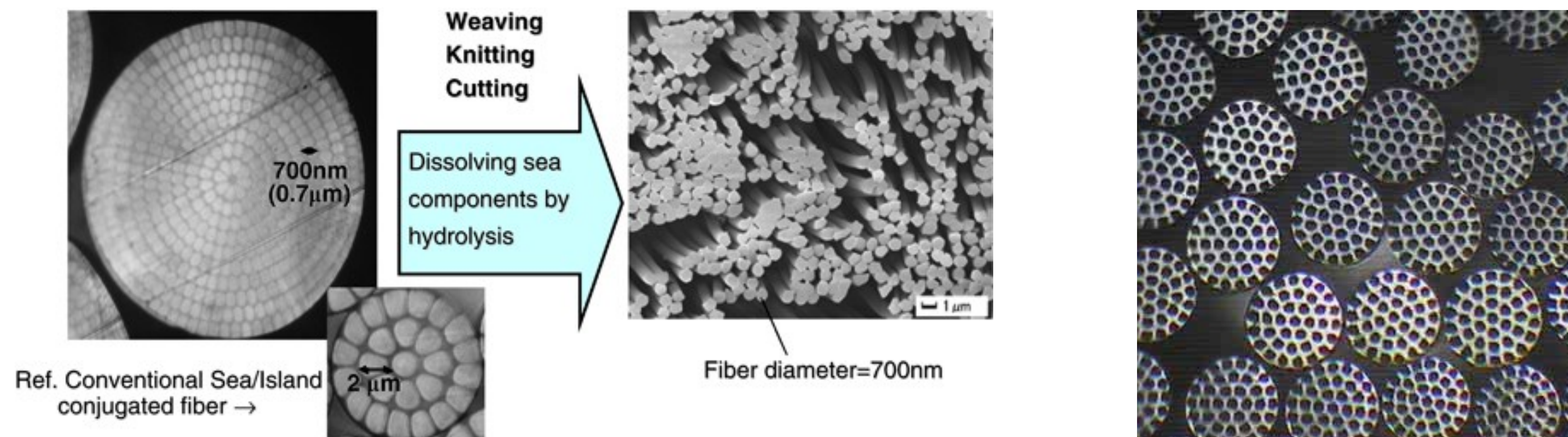
„Ostrovky“ - polymery s dobrou zvlákňovací schopností (PA 6.6, PP)

„Moře“ - vodě rozpustné polymery (polyvinylalkohol) – rozdílné PS



Bikomponentní vlákna M/F

- vzhledem k tomu, že mezi-fázová síla dvou složek moře/ostrovy není silná a vzájemně nekompatibilní, mohou být tyto dvě složky odděleny chemickými nebo fyzikálními metodami tak, aby se získala finální mikrovlákna.
- v důsledku toho jsou vyrobená vlákna použita v oblasti adsorpčních materiálů, nebo materiálů pohlcujících zvuk.
- v případě, že jsou rozpuštěny fibrilové složky, získají se porézní dutá vlákna, čímž se zvyšuje tepelný komfort tkanin.



Bikomponentní vlákna C/S

* Výroba

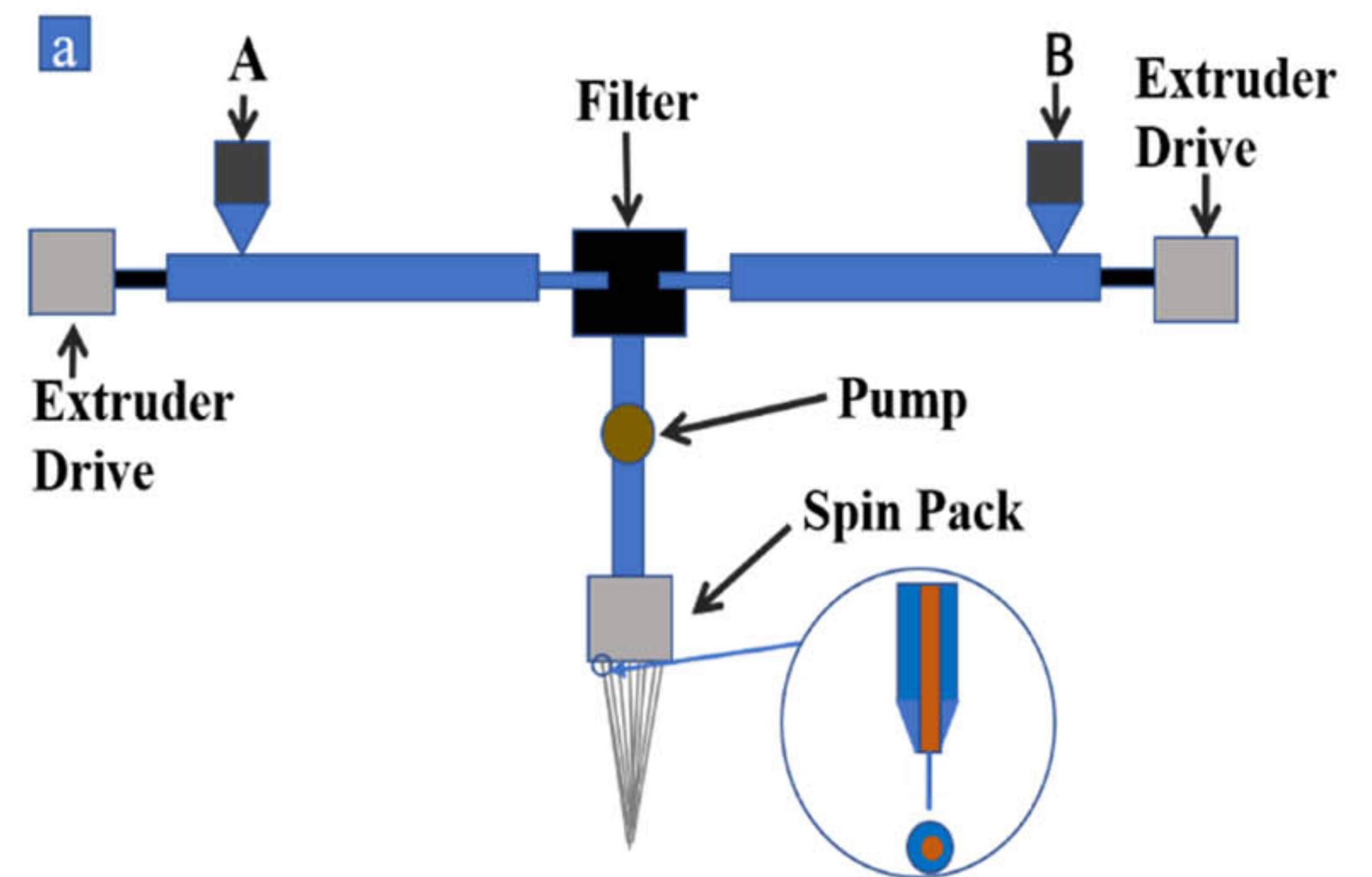
Jedna z komponent (jádro) je zcela obklopena druhou komponentou (plášť), adheze v tomto případě není podstatná

Jádro – stabilita (snížení ceny)

Plášť – speciální vlastnosti: lesk, barvitelnost,...

Typy výroby:

- A. speciální tvar trysky
- B. potahování vlákna jiným polymerem (procházení roztokem)
- C. zvlákňování kopolymeru do koagulační lázně, obsahující jiný polymer



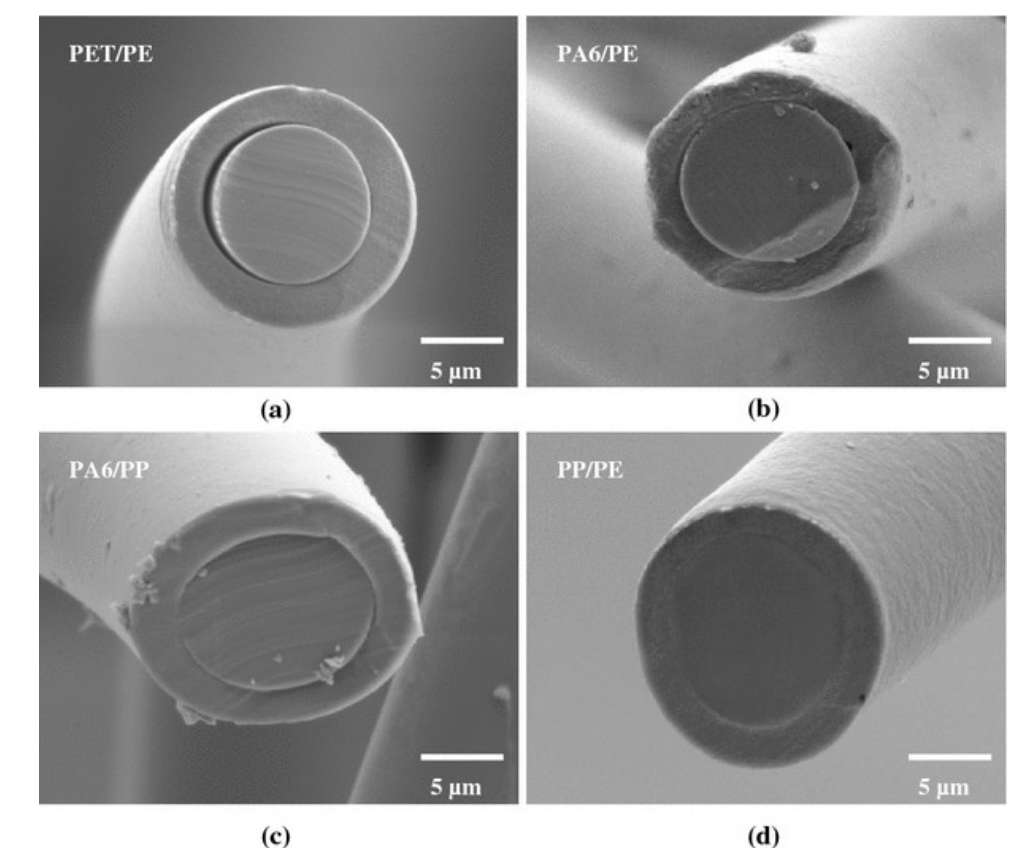
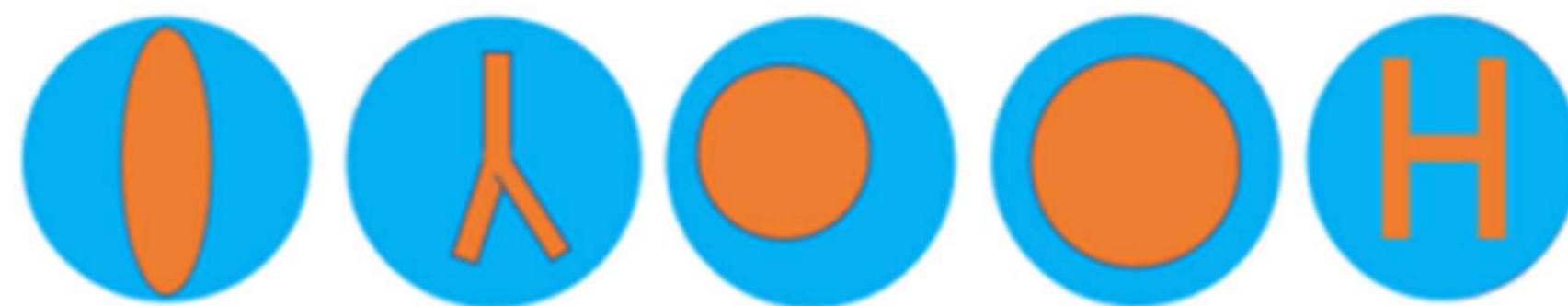
Bikomponentní vlákna C/S

Cílová funkce dvousložkových vláken:

- **Plášť** - poskytuje hlavně povrchové vlastnosti dvousložkového vlákna, jako jsou lesk, tepelná adheze, hygroskopičnost a barvicí vlastnosti
- **Jádro** - materiál s nízkou cenou, vysokou pevností a stabilním výkonem, tak aby mohl poskytovat lepší mechanické vlastnosti a dosáhnout účelu snížení nákladů

Velmi důležitou výhodou dvousložkového vlákna jádro/plášť je to, že **lze zvláknit polymer ve formě jádrové složky, který předtím nebylo možné zvláknit z důvodu nízké molekulové hm. atd.**

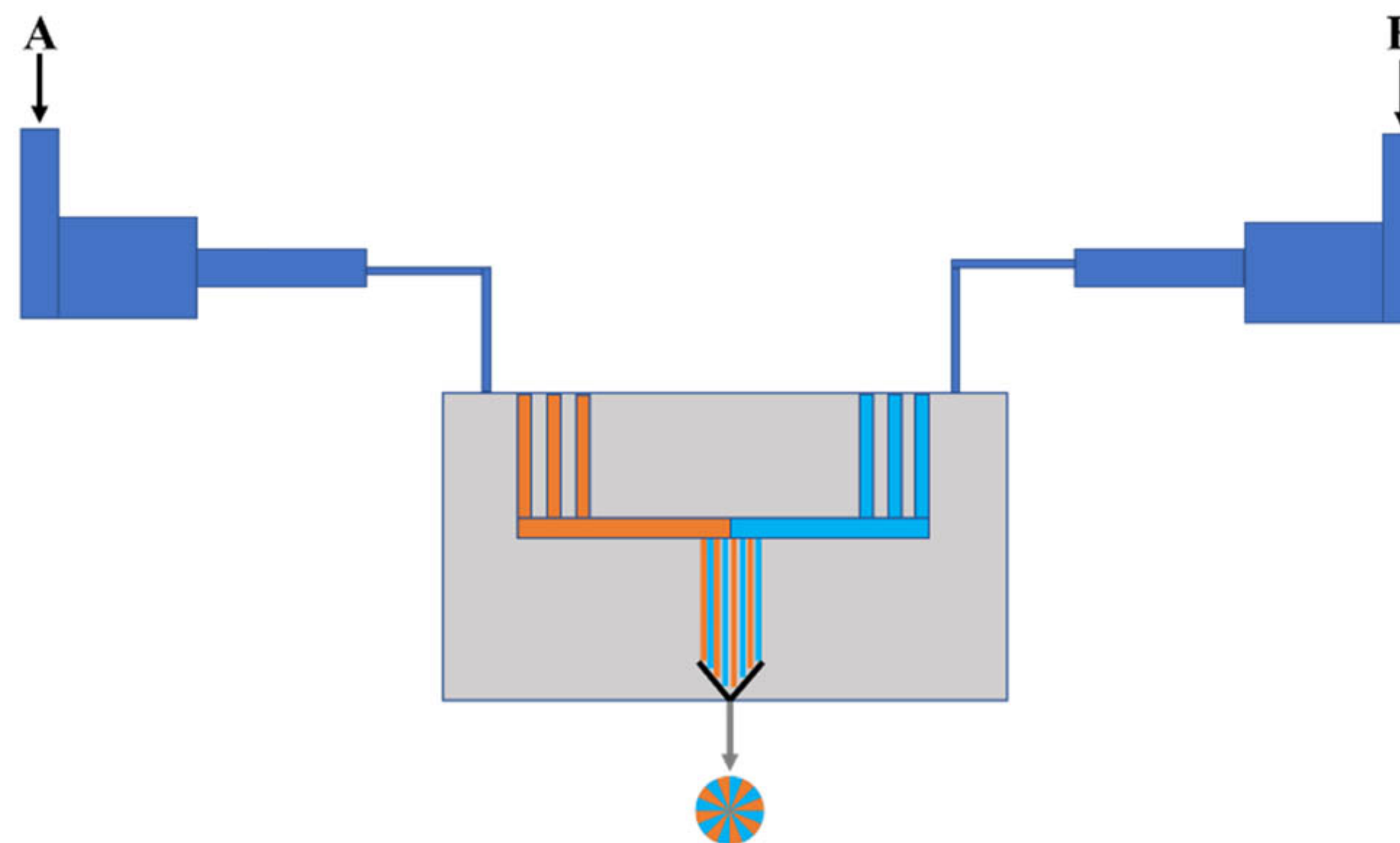
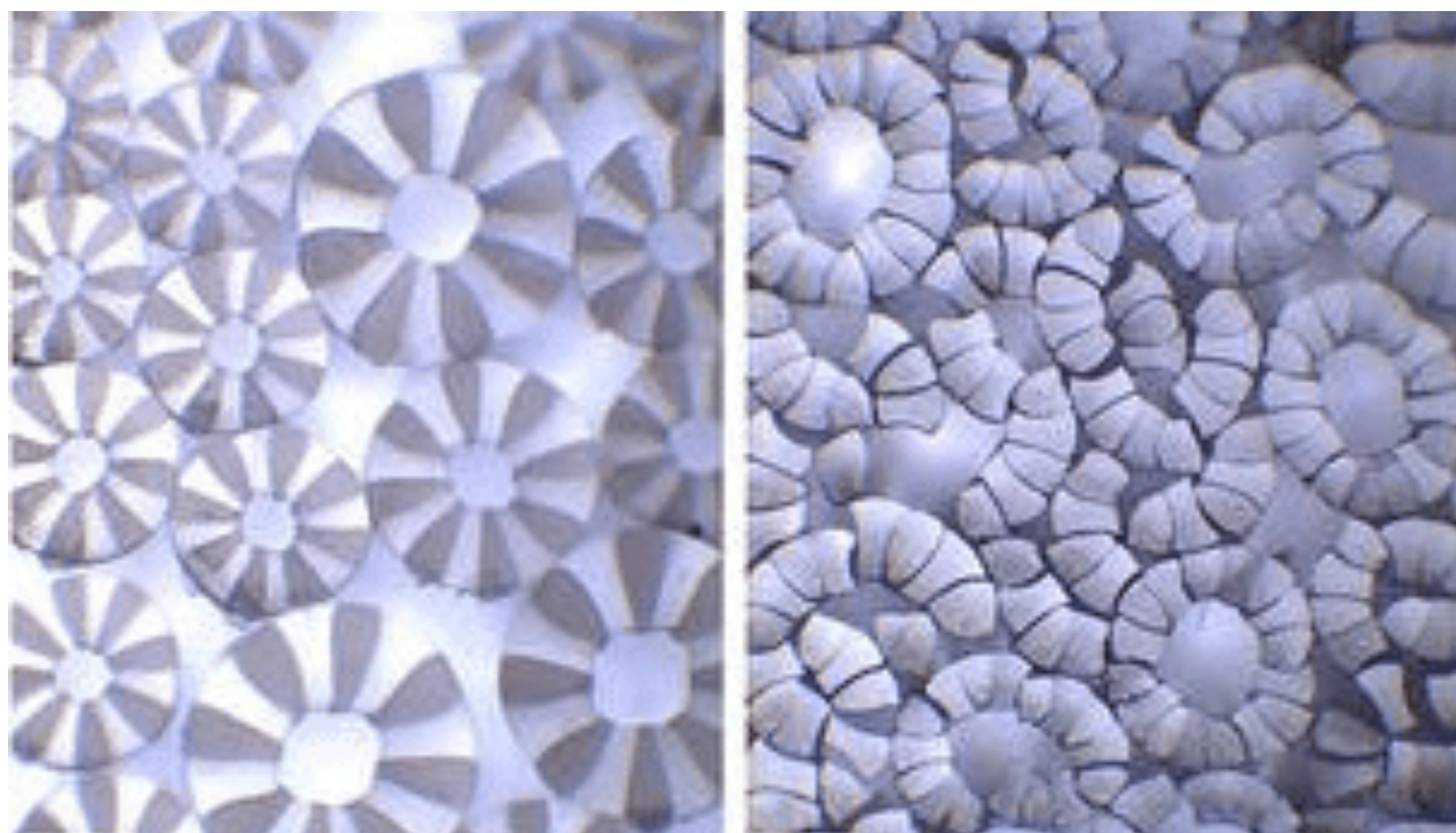
1. Pojivo pro výrobu NT, první komerční aplikace – výroba koberců, čalounictví
2. Vlastnosti pláště ovlivňující vlastnosti celého vlákna



Bikomponentní vlákna - segmented pie

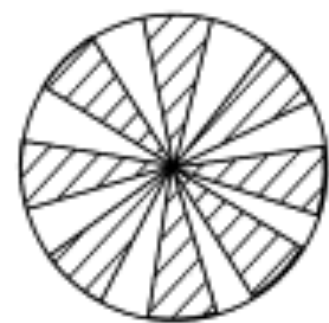
* Výroba

Bikomponentní vlákno se segmentovaným koláčem se skládá ze dvou druhů polymerů s blízkými viskozitami, ale nekompatibilitou. Roztavené polymery během procesu výroby prochází zvlákňovací sestavou odděleně, následně se sdružují před otvorem trysky a nakonec se protahují otvorem trysky kde probíhá chlazení/ tvarování.

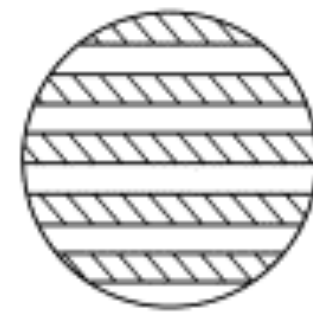


Bikomponentní vlákna C/S

Vlákno obsahuje segmenty. Následně, když je pavučina podstoupena intenzivnímu proudění vzduchu nebo vody, dochází k rozštěpení vláken na segmenty, a tím ke spojení pavučiny.

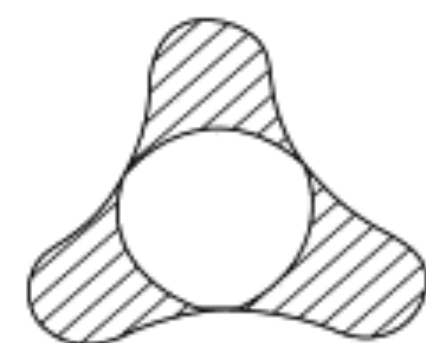
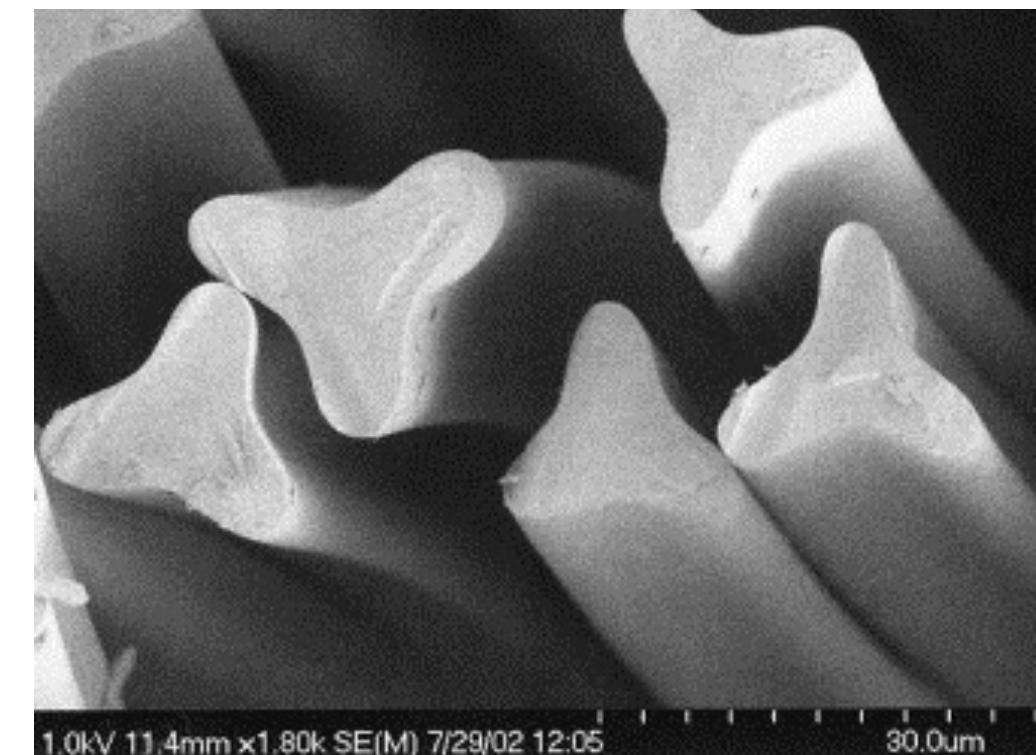


Segmented pie

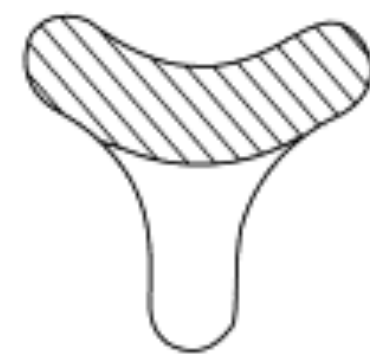


Segmented circle

Ulehčení rozštěpení

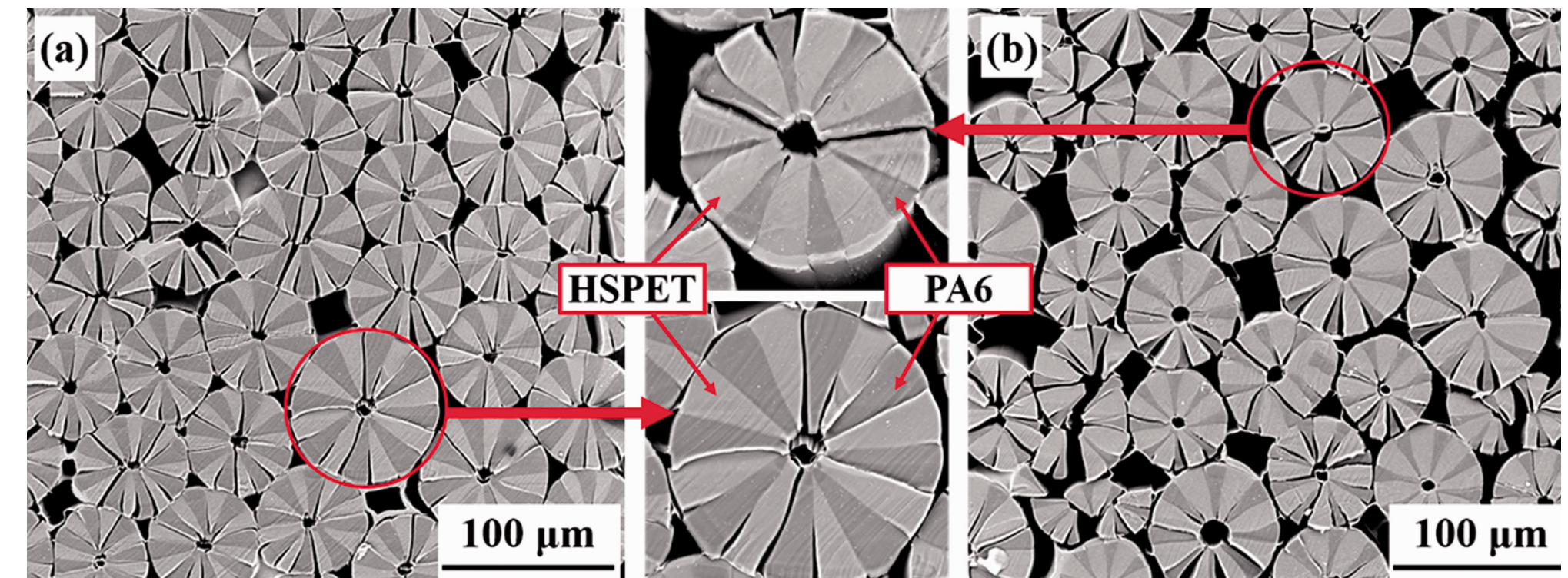


Trilobal sheath/core



Trilobal side-by-side

Ulehčení procesu mykání



Nanovláknna

Nano – jedna miliardtina základní jednotky ($\times 10^{-9}$)

Nanovláknno – vlákno, které má průměr $< 1000\text{nm}$

1882 – sprejování v elektrostatickém poli (Lord Rayleigh)

1902 – Cooley a Mortonem – patent procesu elektrostatického zvlákňování

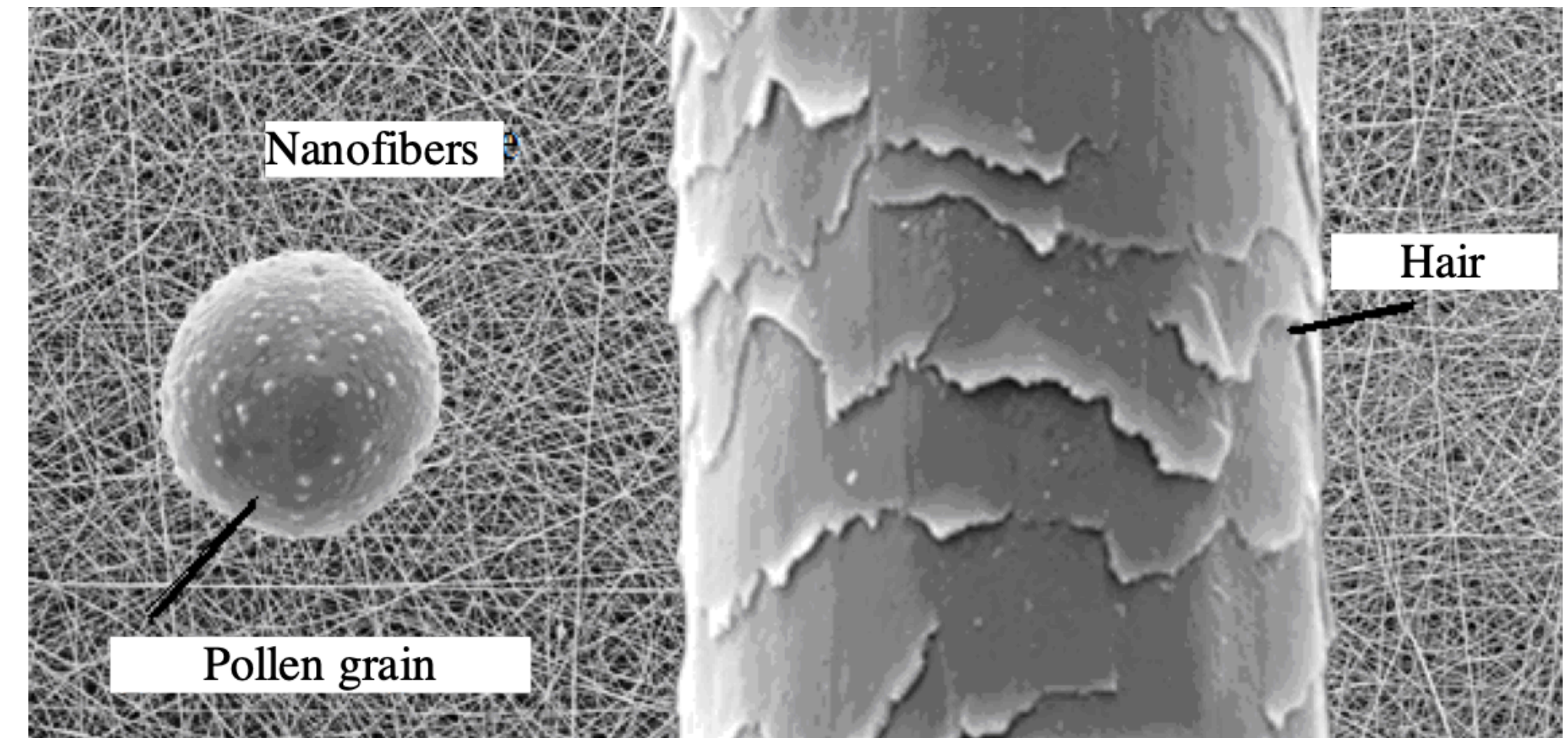
1934 – první pokusy o výrobu nanovláken – technologie elektrostatického zvlákňování (electrospinning – spol. Formhals, US patent)

1959 – první vize nanotechnologií (Richard Feynman), k masovému využití technologie ani vláken nedošlo z důvodu složitosti výroby v průmyslovém měřítku

1964-1969 – Taylor pracuje na teoretickém popisu procesu elektrostatického zvlákňování (Taylorův kužel)

'90 – přehled polymerů vhodných k elektrostatickému zvlákňování (Reneker and Rutledge)

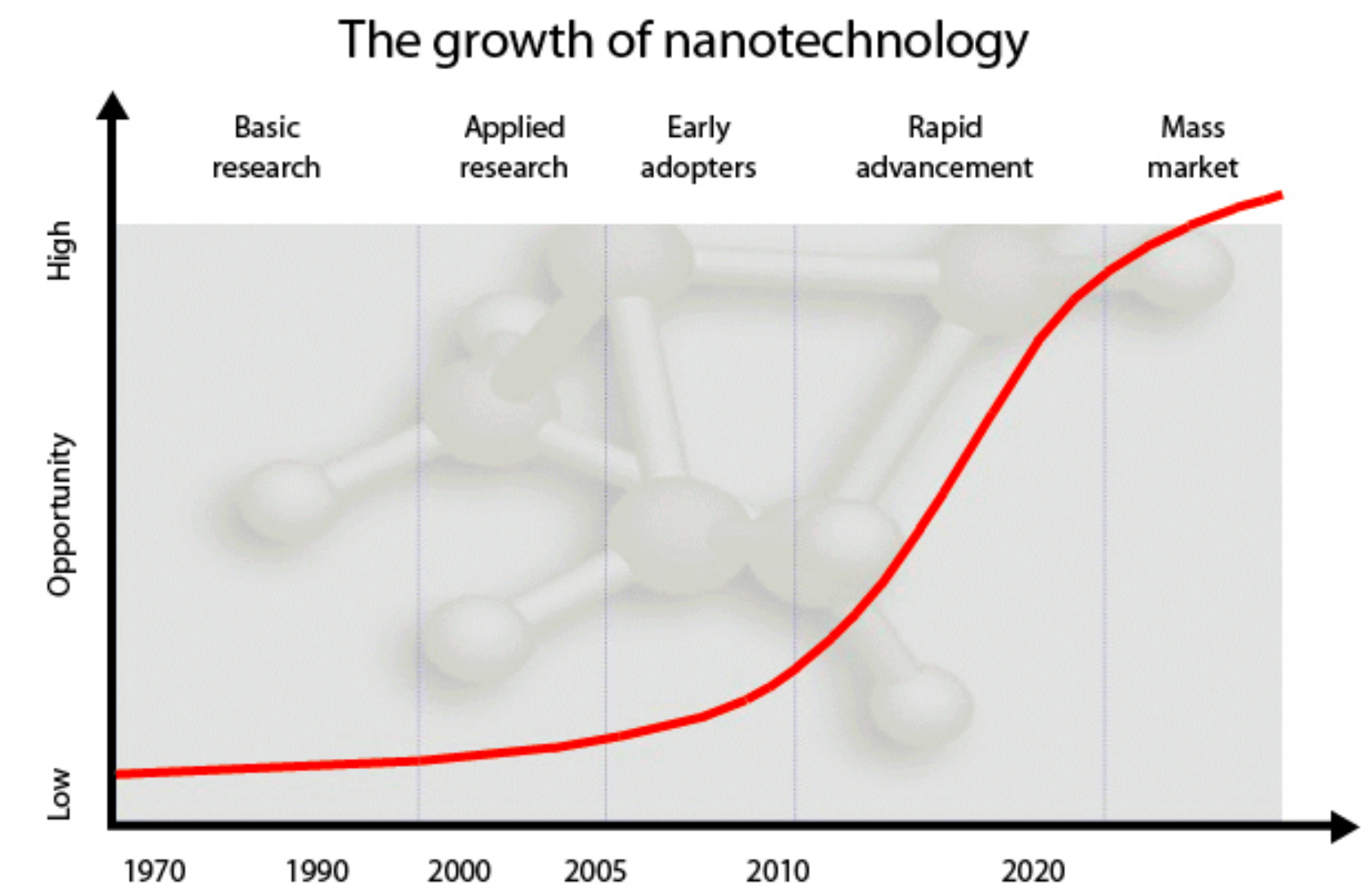
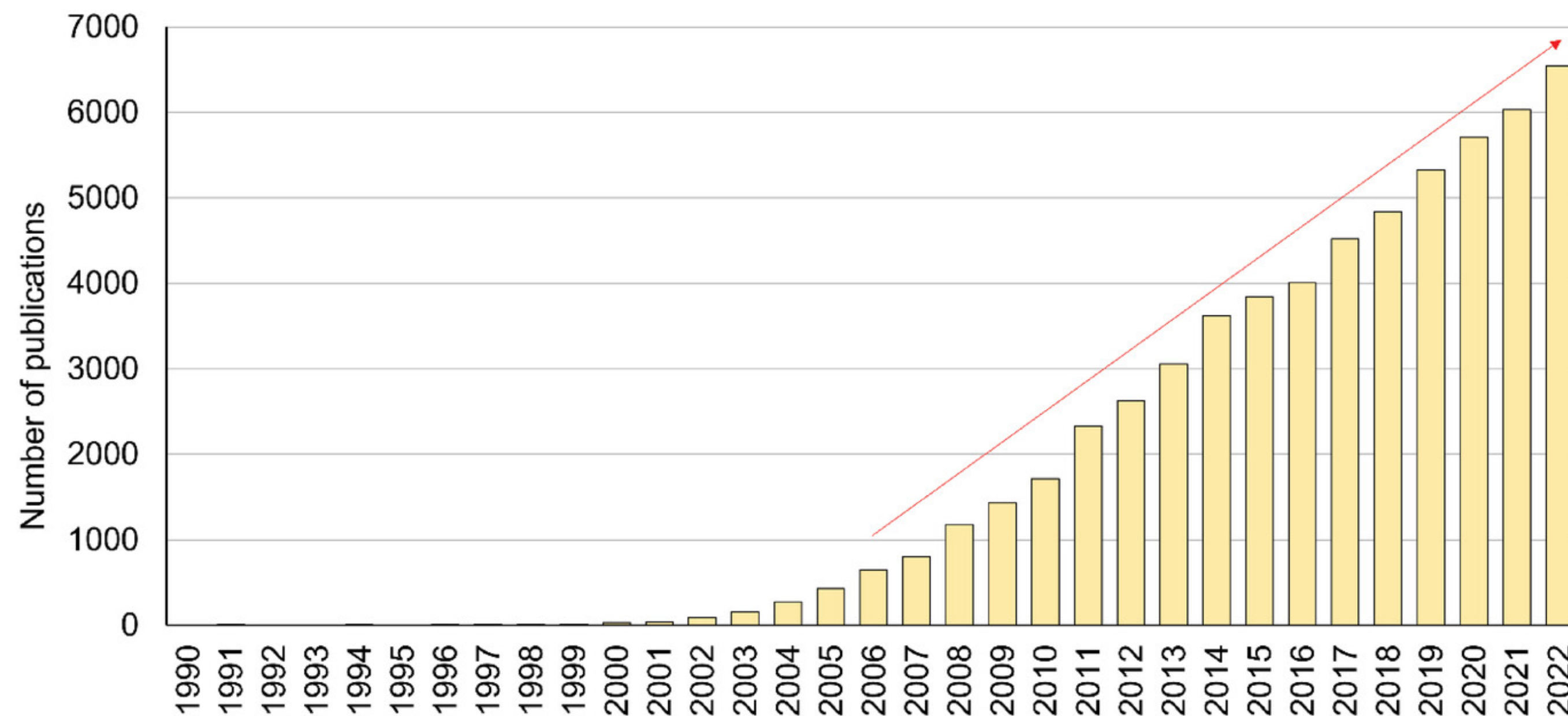
2003 – TUL (FT, KNT) – patentována technologie průmyslové výroby nanovláknenných materiálů pomocí elektrostatického zvlákňování. Název technologie: Nanospider™



Nanovláknna

Nanověda - studium jevů a manipulace s materiály v atomovém, molekulárním a makromolekulárním měřítku, kde se vlastnosti výrazně liší od vlastností ve větším měřítku.

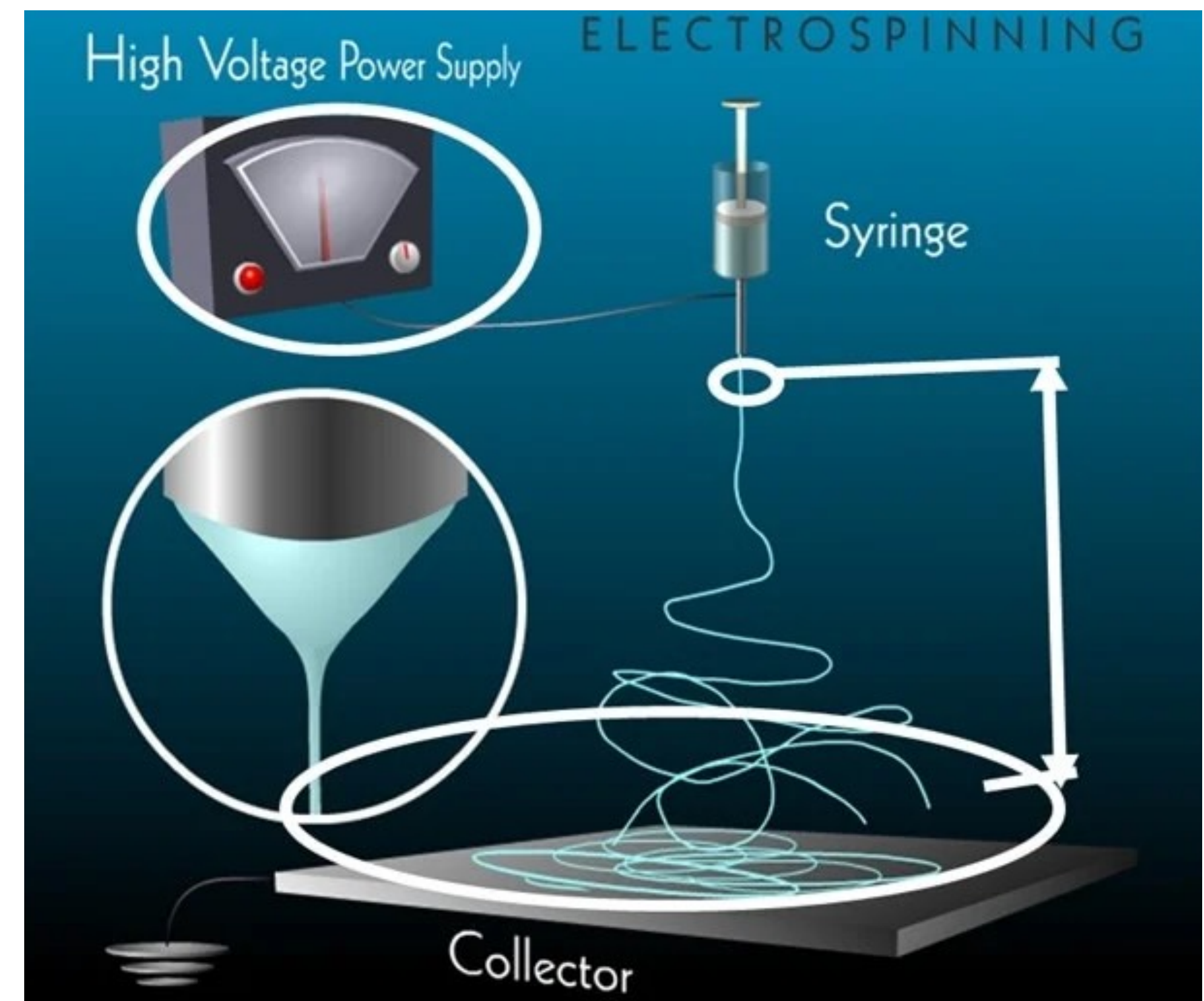
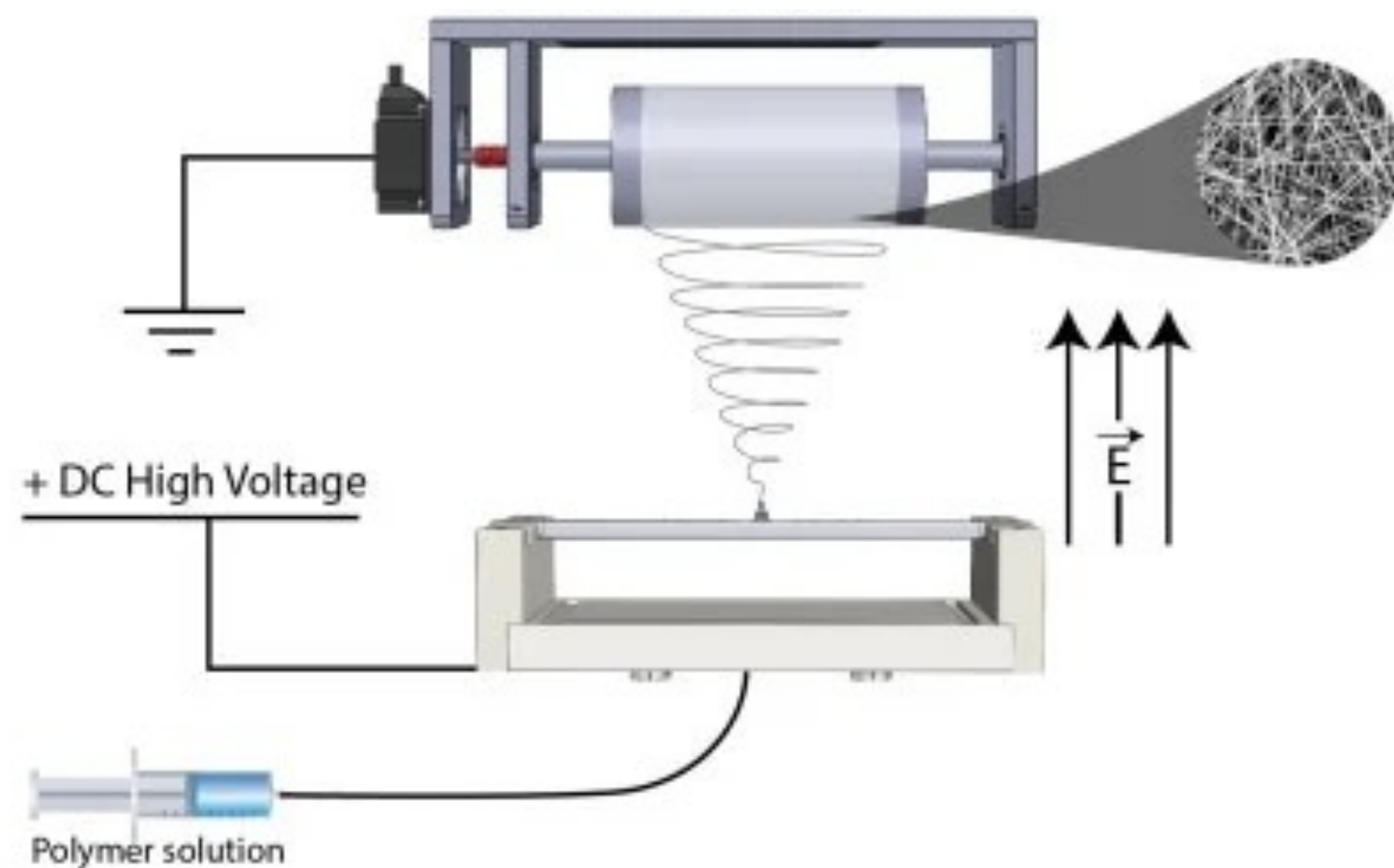
Nanotechnologie - návrh, charakterizace, výroba a aplikace struktur, zařízení a systémů řízením tvaru a velikosti v nanometrovém měřítku.



Nanovláknna

Elektrostatické zvlákňování (angl. electrospinning) – proces využívající elektrostatických sil k utváření jemných vláken z polymerního roztoku nebo taveniny.

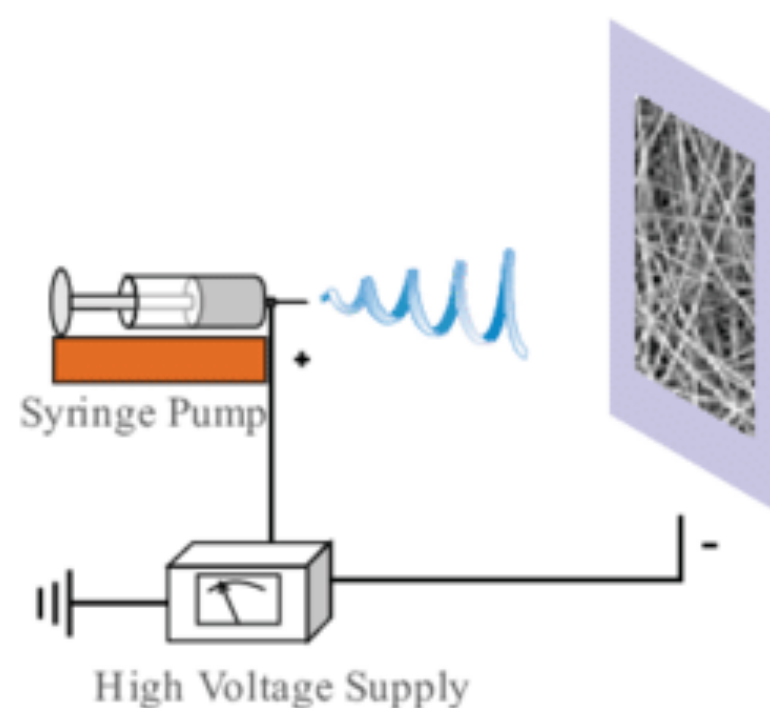
Produktem – vláknenná pavučina (NT) nebo nanopříze



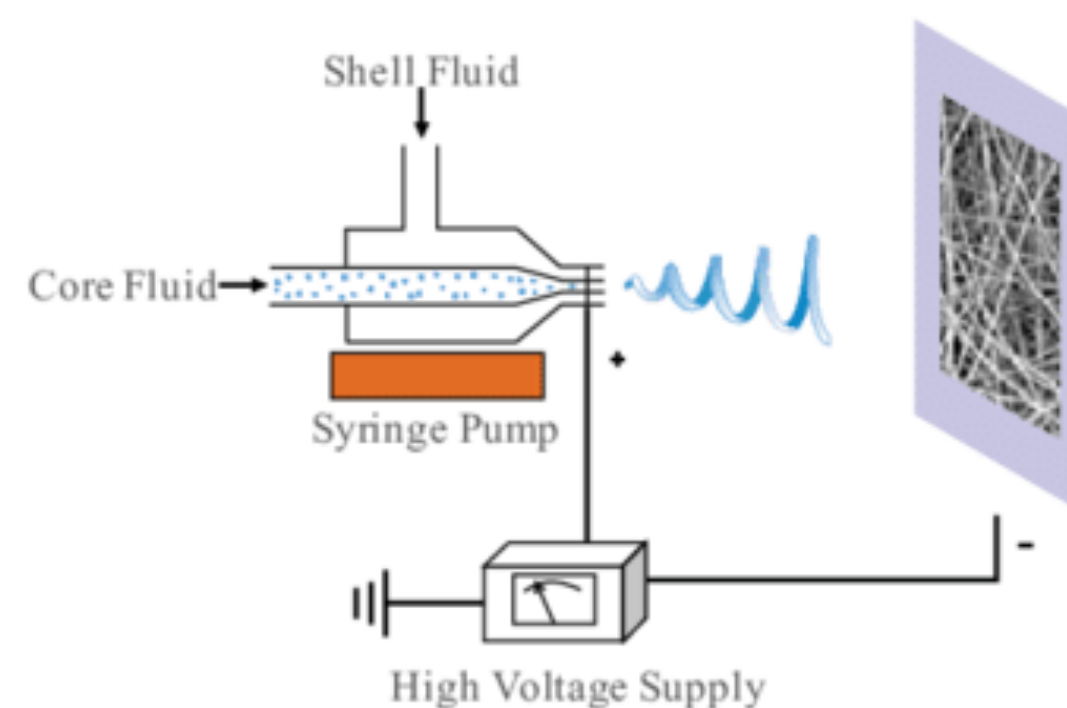
Nanovláknna

* Typy kolektorů a přístrojů

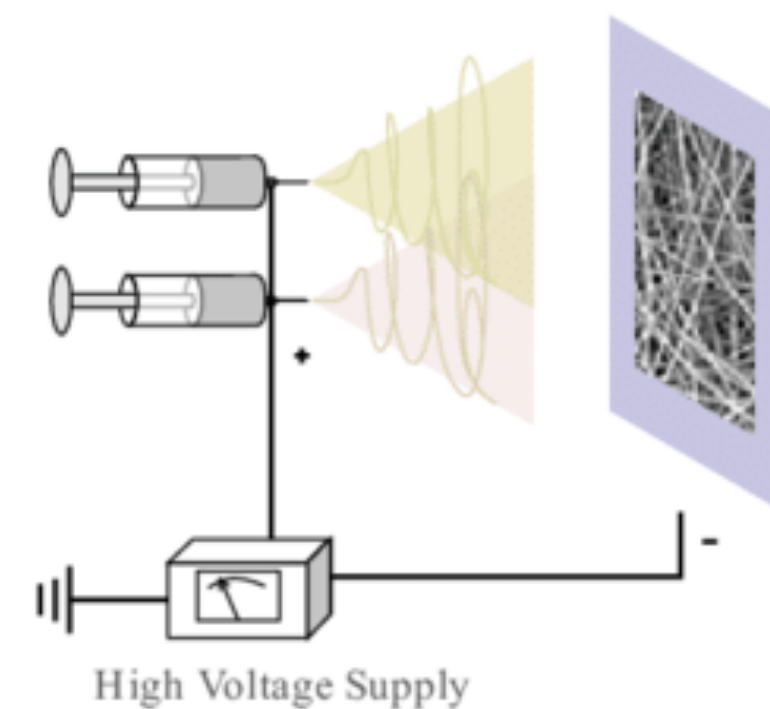
a) Basic Electrospinning Setup



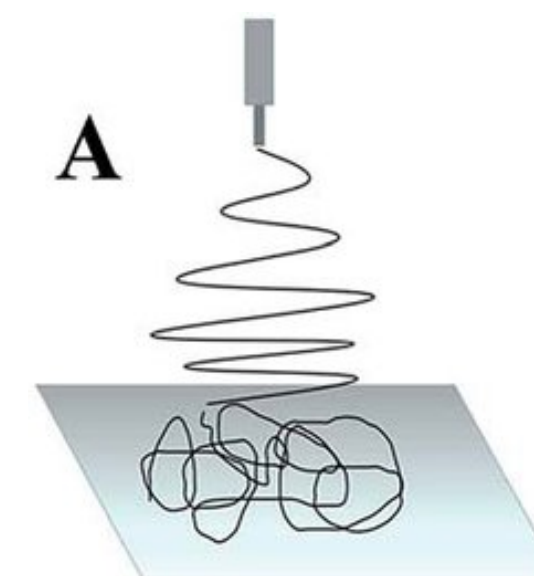
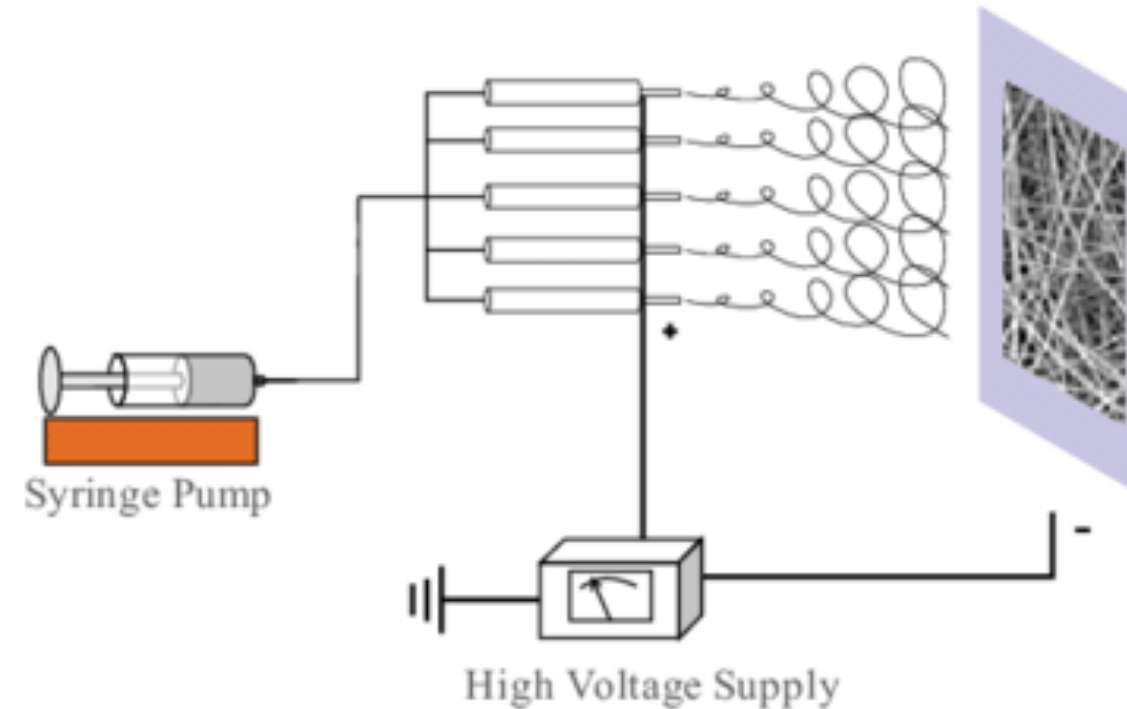
b) Co-axial Electrospinning



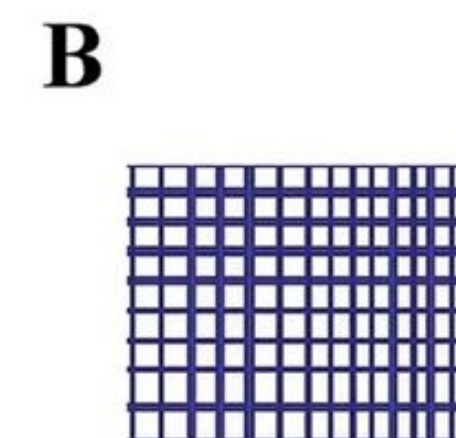
c) Side by Side Electrospinning (Two Nozzle Electrospinning)



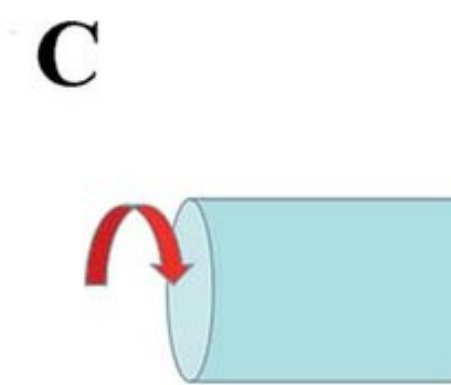
d) Multiple -Jet Electrospinning



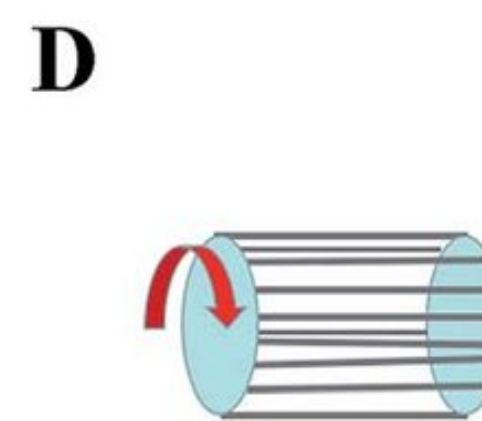
•solid collector



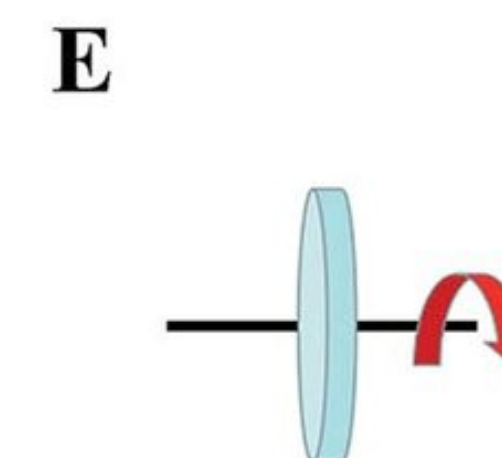
•guide wires collector



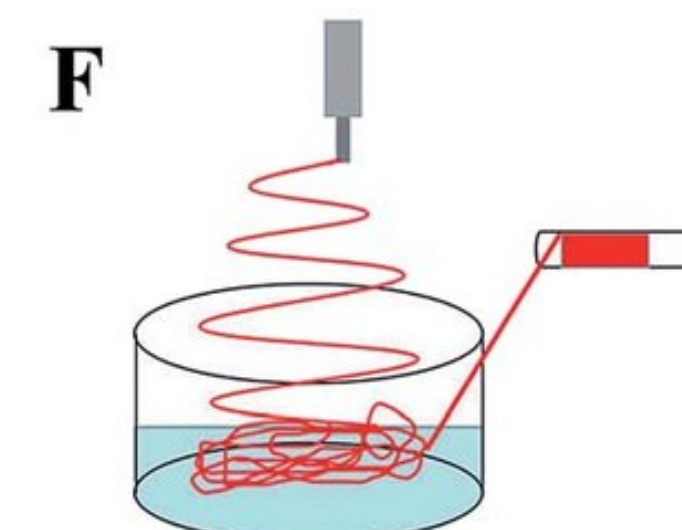
•rotating mandrel



•rotating wire drum



•rotating disk

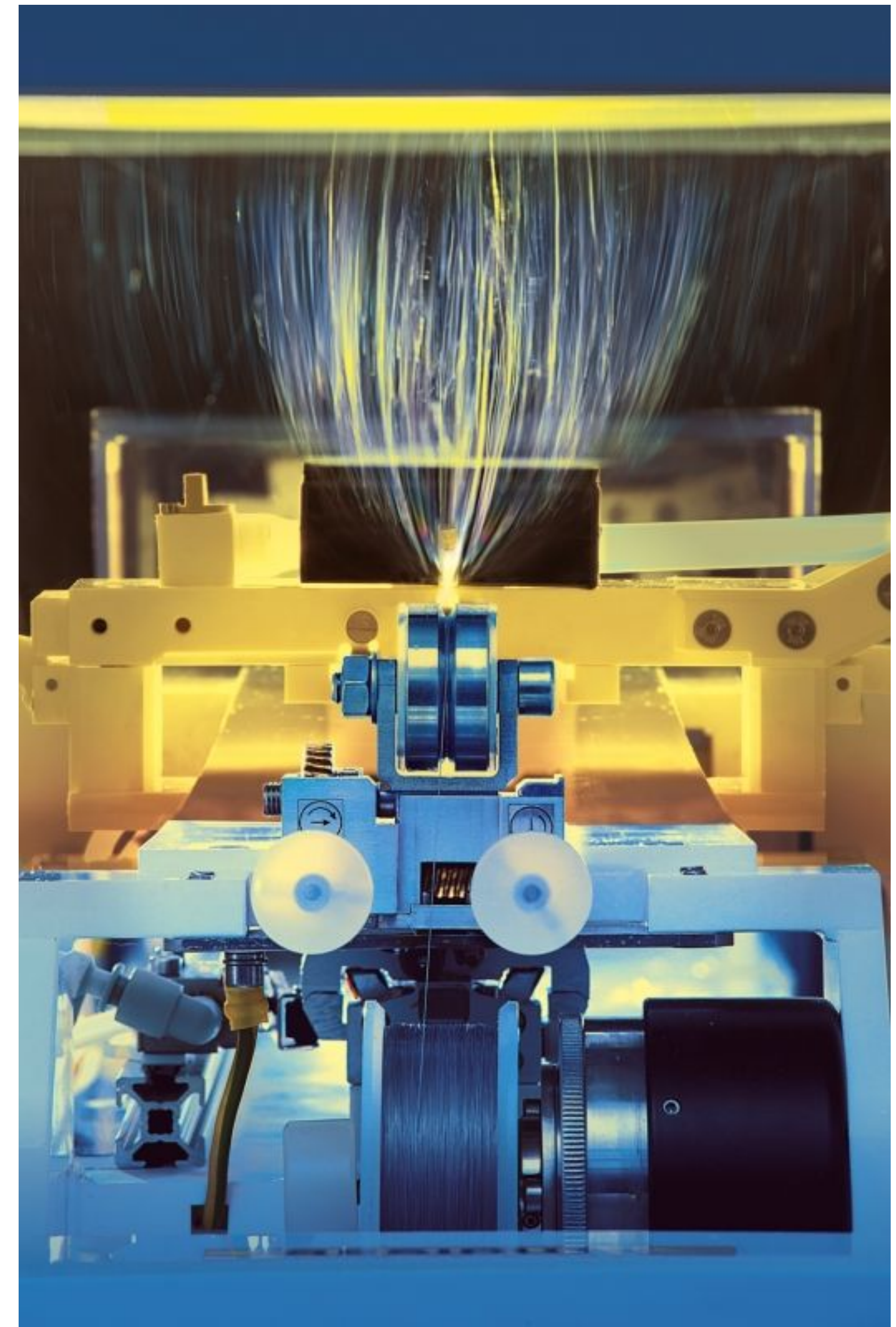
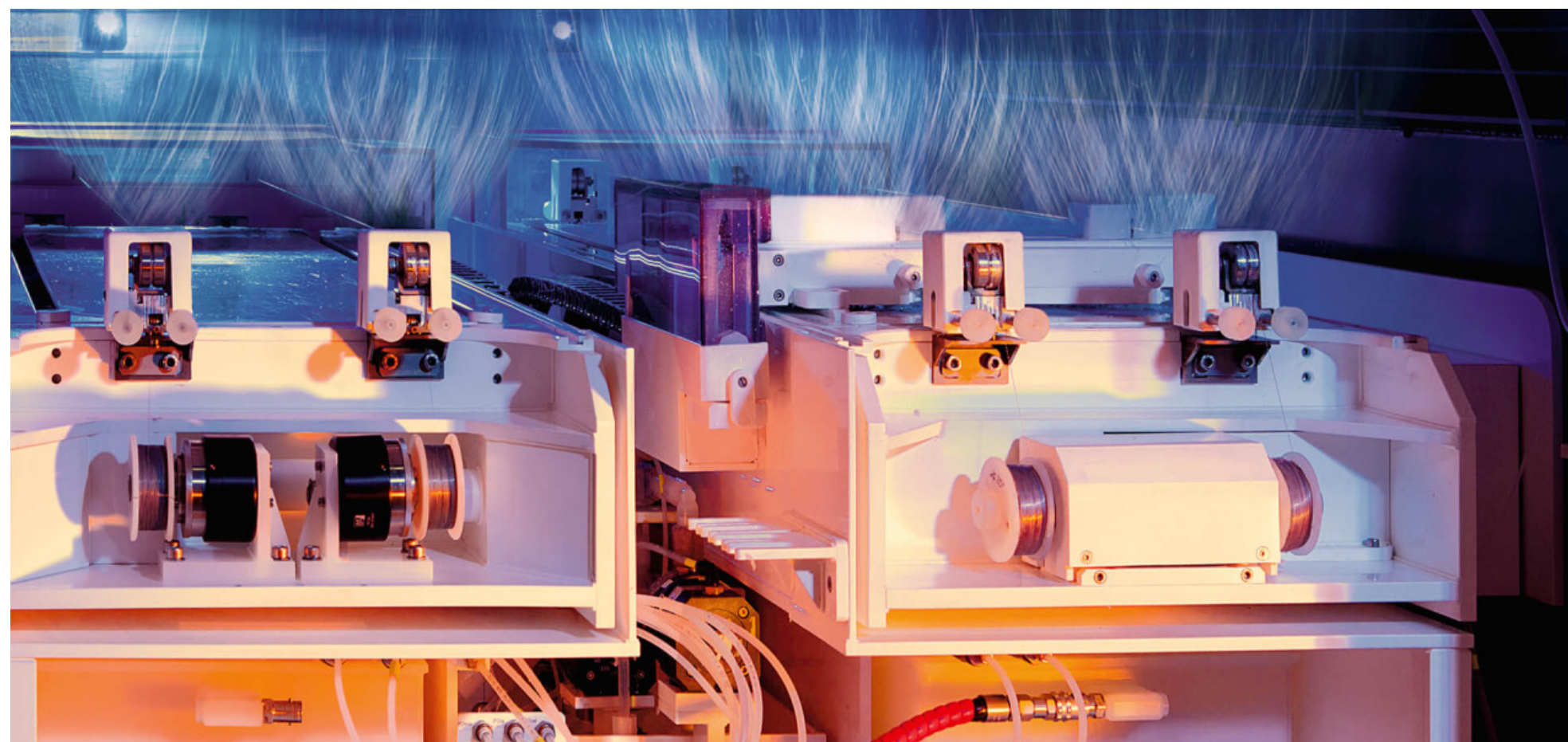


•liquid bath collector

Nanovláknna

NANOSPIDER

- elektrostatické zvlákňování bez kapilár a trysek
- produkce: $1 - 5 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$
- vstupní materiál: polymerní roztok nebo tavenina
- průměry vláken: 100 – 300 nm

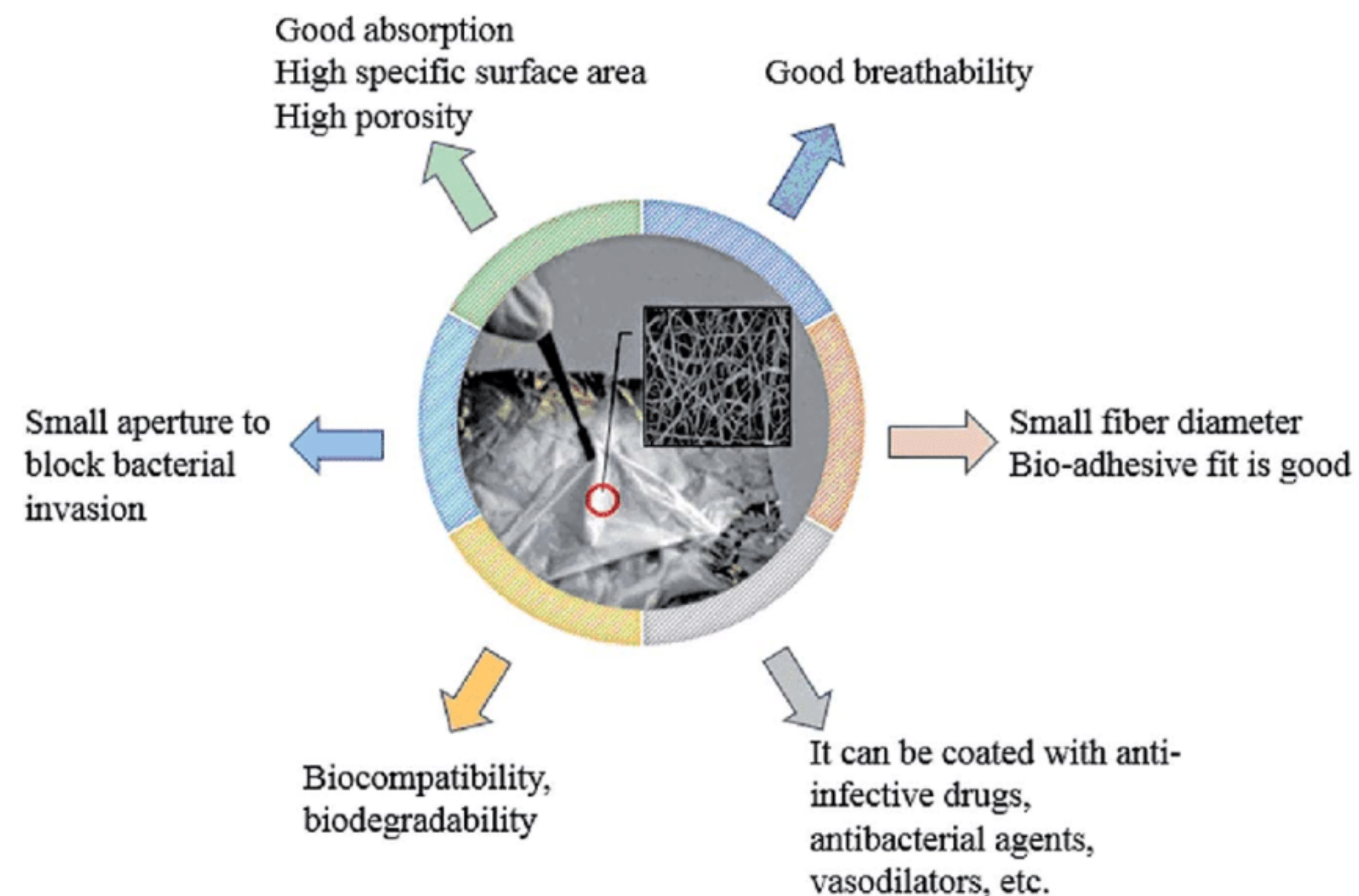


Nanovláknna

Malý průměr vláken – velký měrný povrch

Nízká hmotnost - váží pouze 0,1 – 1 g/m² (něco málo přes 1g nanovláken by opásalo Zemi v rovníku).

Vysoce orientované krystalické oblasti ve vnitřní struktuře vláken – **vysoká pevnost**



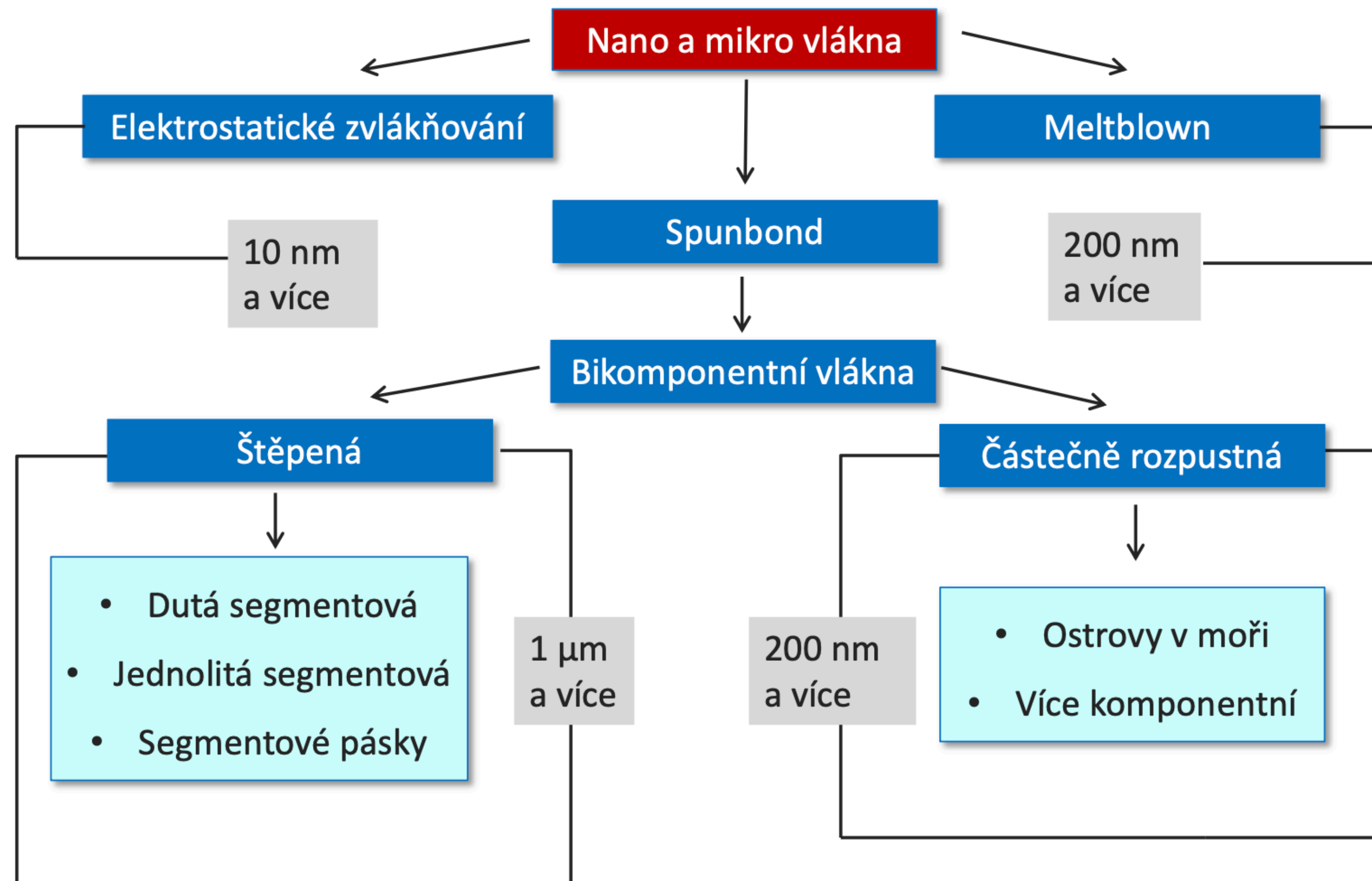
Nanovlákná

Použití:

- kompozitní materiály (transparentnost)
- filtrační / separační materiály (vyšší filtrační efektivita)
- zvuk-pohltivé materiály
- kosmetika
- ochranné oděvy (paropropustná, zároveň nepropustná pro chemikálie)
- solární, světelné plachty
- aplikace pesticidů na rostliny
- nanoelektrické aplikace: nanovodiče, palem řízené tranzistory, ultra malé antény
- nosiče chemických katalyzátorů
- biomedicína

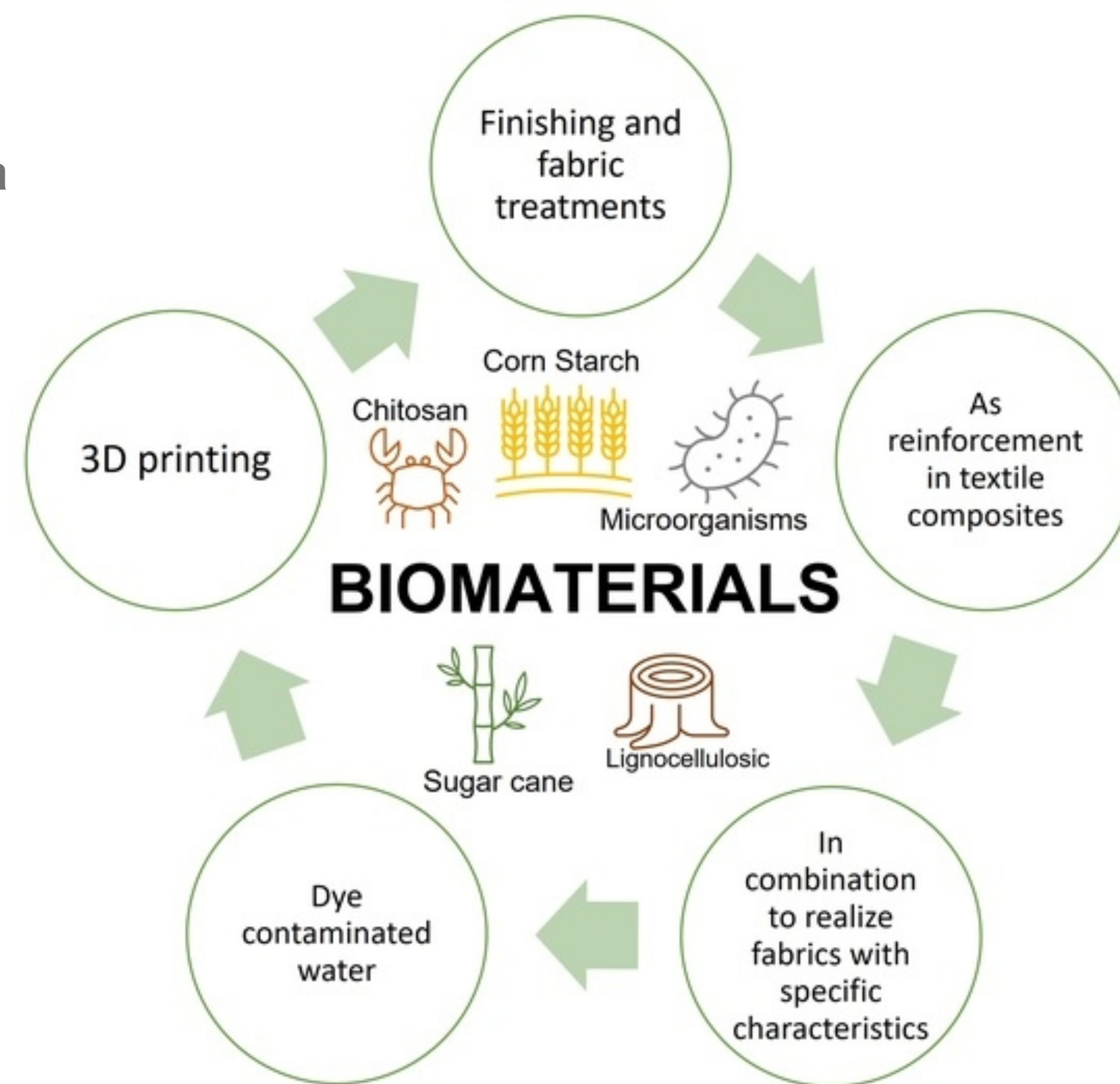


Souhrn technologií vhodných pro výrobu nanovláken a mikrovláken



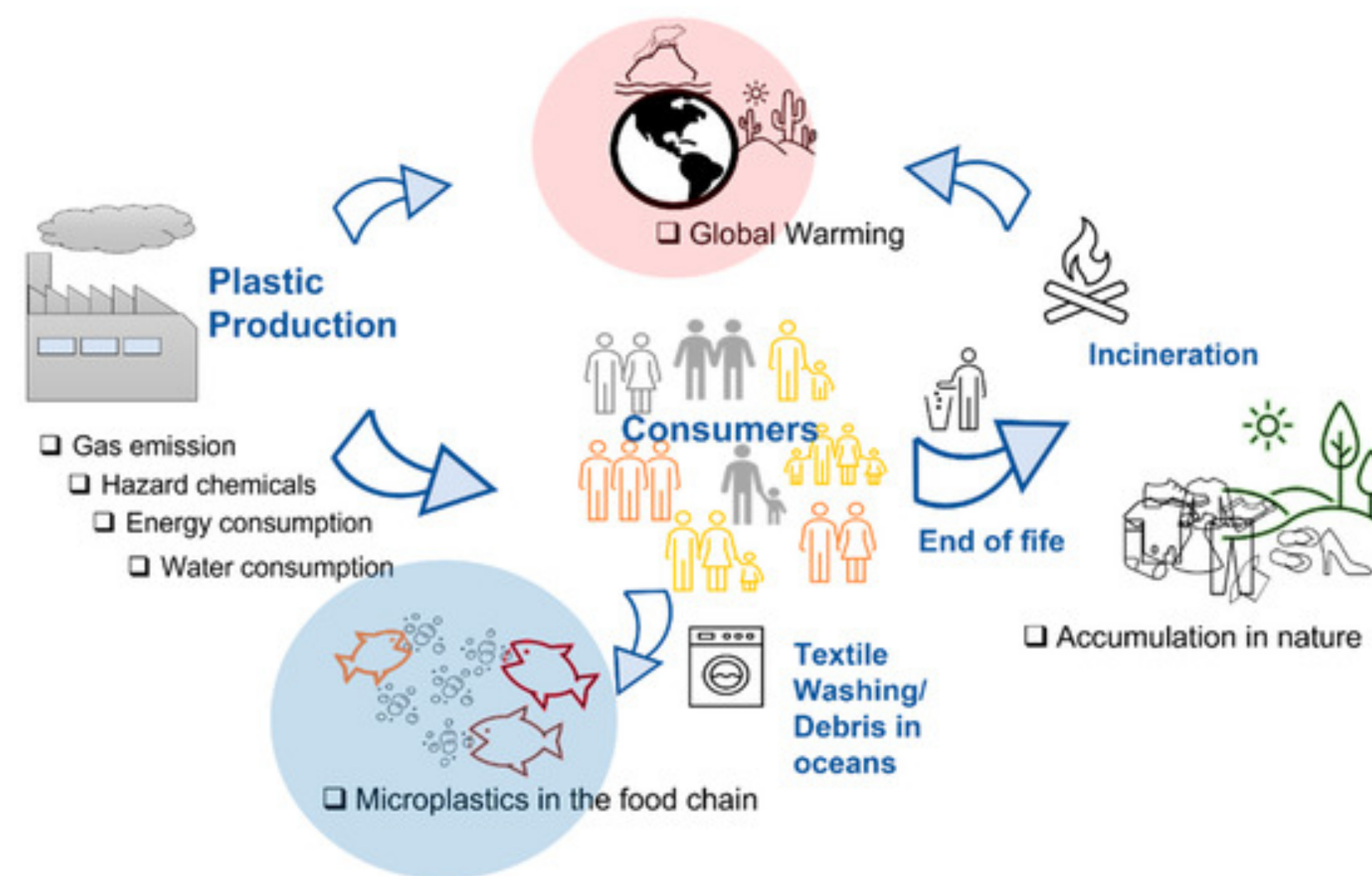
Vlákna z biopolymerů

- aby se snížil dopad na životní prostředí a závislost na fosilních palivech, bylo vynaloženo velké úsilí na nahrazení syntetických polymerů biologicky odbouratelnými materiály, zejména těmi, které jsou odvozeny z přírodních zdrojů.
- v tomto ohledu bylo vyvinuto mnoho typů přírodních nebo biopolymerů, které splňují potřeby stále se rozšiřujících aplikací
- tyto biopolymery se v současnosti používají v potravinářských aplikacích a díky svým jedinečným vlastnostem rozšiřují své použití ve farmaceutickém a lékařském průmyslu



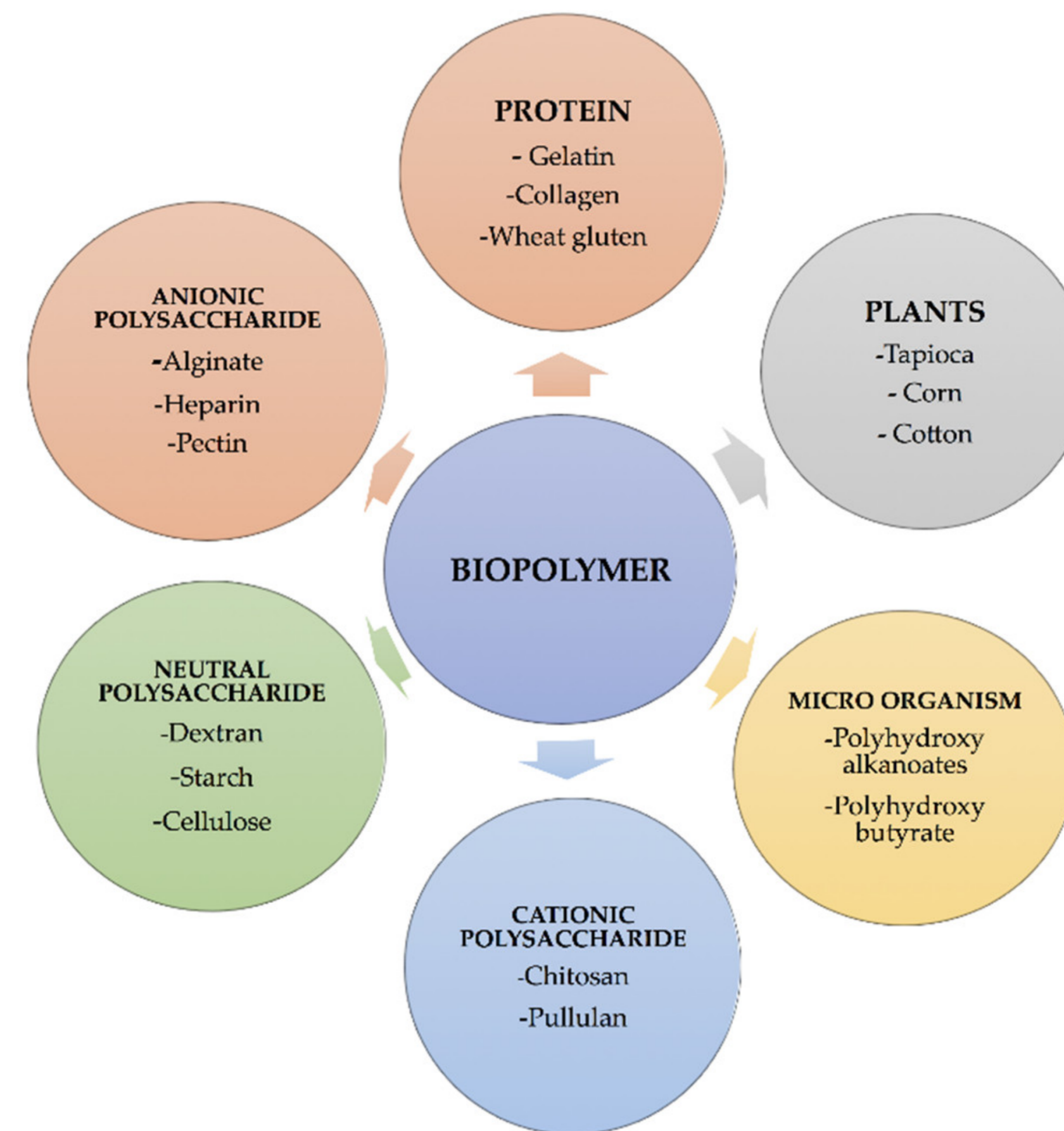
Vláknna z biopolymerů

- lidé primárně využívali biopolymery v průběhu historie ve formě potravin nebo při výrobě oděvů a nábytku
- od počátku průmyslové revoluce jsou fosilní paliva, jako je ropa, zásadním zdrojem energie pro prakticky každý komerční produkt, včetně plastů, které jsou široce používány
- fosilní paliva jsou však vyčerpateľné zdroje a při jejich využívání jak pro výrobu, tak pro energetiku je třeba brát v úvahu ekologické problémy, a z toho důvodu biopolymery zažívají oživení z důvodu jejich obnovitelné povahy
- polymery vyrobené z fosilních paliv konkurují biopolymerům nejen funkčními vlastnostmi, ale také cenou. **Biopolymery jsou konkurenceschopné, když jsou ceny ropy vysoké a ceny surovin, jako je kukuřice, škrob, nízké.**



Vláknina z biopolymerů

- biopolymery jsou široce používány **ve farmaceutickém průmyslu** k hojení ran jakéhokoli tvaru, velikosti nebo hloubky
- některé běžné biopolymery, jako je chitosan, želatina, alginát a pektin, se používají k výrobě hydrogelů, které pomáhají vytvořit vlhké prostředí pro suché rány. Tyto **biopolymery se také používají při výrobě obvazů na rány**
- **dalším segmentem vhodným pro použití vláken z biopolymerů je potravinářský průmysl**
- na trhu s biopolymery působí několik významných hráčů na trhu, včetně **ASF SE, Danimer Scientific, Novamont SpA, Galatea Bio Tech, Total Corbion, Plantic Technologies Ltd., FMC BioPolymer AS, NatureWorks LLC, Sigma-Aldrich a Biome Technologies Ltd. Sigma -Aldrich**
- tyto firmy v poslední době vyvinuly řadu přírodních biopolymerů, jako jsou **adhezivní sacharidy, proteiny, škrob, celulóza, želatina, chitosan, lignin, dextran, kolagen a polyaminokyseliny.**



Vlákná z biopolymerů

* Typy

Biopolymers

Sources

Chitin

Corals, horseshoe worms, lamp shells, sponges, squid, cuttlefish, and clams are examples of aquatic species

Chitosan

Fungi, mollusks, algae, crustaceans, and insects

Cellulose

Agricultural trashes, such as Seaweed, rice husk, and sugarcane bagasse. Plant sources like wood, bamboo, sugarbeet, banana rachis, potato tubers, cotton, fiqu, kapok, agave, jute, kenaf, flax, hemp, vine, sisal, coconut, grass, wheat, rice, and barley

Alginate

Seawood

Starch

Potatoes, maize, cassava, rice, sorghum, banana wheat, yams

Cyclodextrin

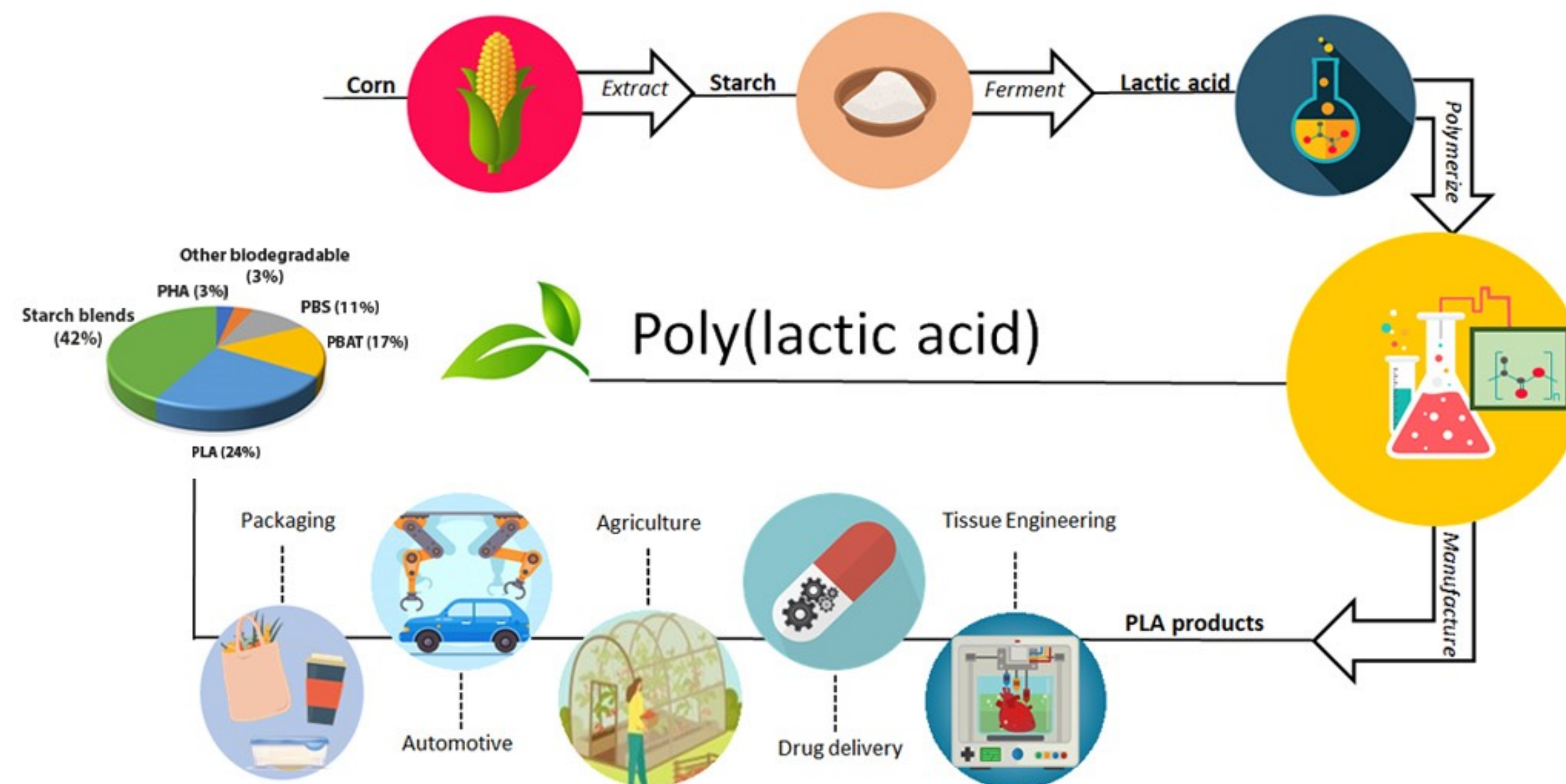
Starch sources like tapioca, potato, wheat, rice, and corn

Polycaprolactone

Polycondensation of ϵ -caprolactone

Vlákna z biopolymerů - PLA

- PLA je jedním z komerčně nejúspěšnějších biopolymerů
- **monomer (kyselina mléčná) se vyrábí fermentací z obnovitelných zdrojů, jako je škrob nebo cukr.** Mezi další zdroje uhlohydrátů patří: listy, stonky a stonky z kukuřičné vlákniny, kukuřičné stonky, bagasa z cukrové třtiny, rýžové slupky, dřevité plodiny a lesní zbytky.
- skromné tepelné, mechanické a reologické vlastnosti, stejně jako jejich nekompatibilita s procesem a recyklačními technologiemi však omezují praktickou aplikaci PLA, což **vyžaduje jejich kopolymeraci nebo mísení s jinými polymery.**



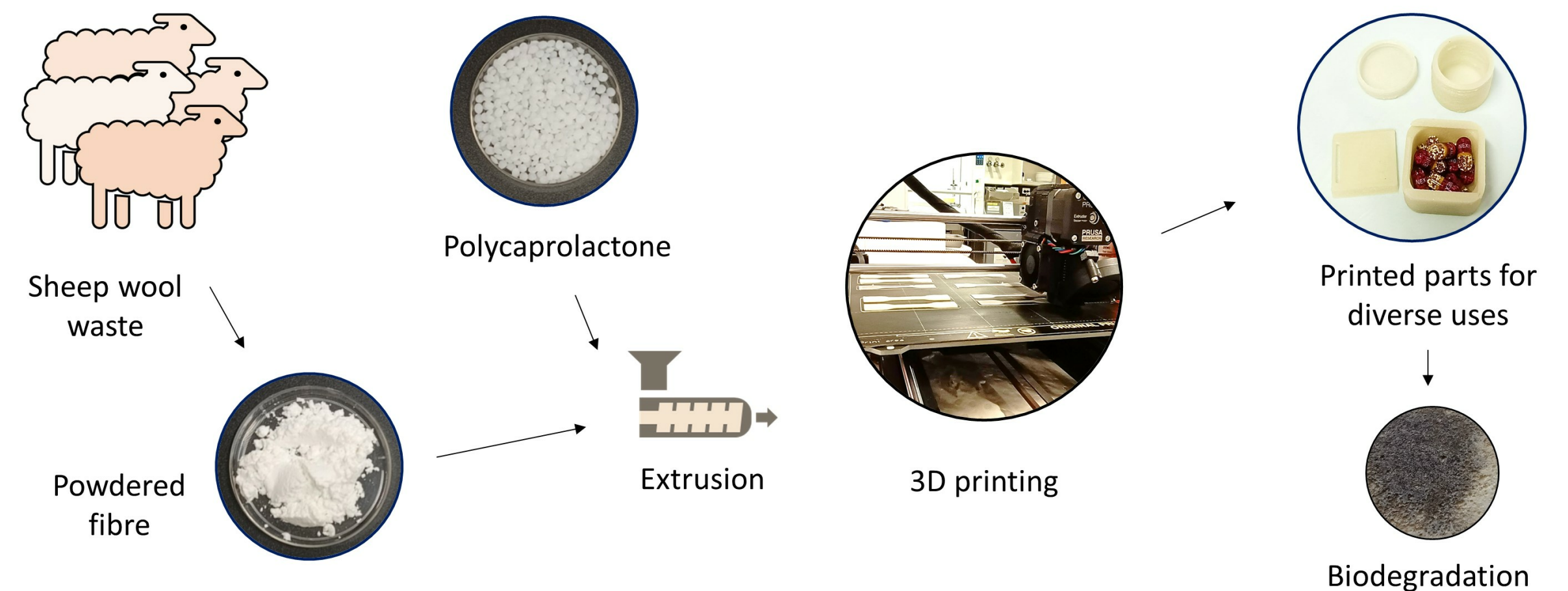
Vlákna z biopolymerů - chitosan

- Chitosan je vysoce univerzální biopolymer, který si získal širokou pozornost díky svým jedinečným vlastnostem, jako je netoxičita, biokompatibilita, biodegradabilita, nízká alergenicita, biologická aktivita, nízká cena atd.
- jedna z nejběžnějších aplikací chitosanu v textilním průmyslu je **antimikrobiální činidlo**, vzhledem k jeho **schopnosti poskytovat ochranu proti alergiím a infekčním onemocněním**, stejně jako schopnost **zadržovat vlhkost a hojit rány**
- vzhledem k přítomnosti reaktivních amino- a hydroxylových skupin podél hlavního řetězce má chitosan některé zajímavé vlastnosti pro použití při **barvení a konečné úpravě textilu**.
- **nízká rozpustnost ve vodě při neutrálním pH a špatná trvanlivost na textilních površích však omezují široké použití chitosanu**



Vlákna z biopolymerů - PCL

- **PCL se běžně používá v biologicky odbouratelných produktech**
- hydrolytické a/nebo enzymatické štěpení řetězce tohoto biopolymeru vede k α -hydroxykyselinám, které by mohly být asimilovány lidským tělem nebo v kompostech
- **špatné mechanické vlastnosti a doba degradace** však omezují použití tohoto biopolymeru, a proto **kopolymerizace nebo mísení** byly navrženy tak, aby zvýšily řadu mechanických vlastností a rychlostí degradace tohoto biopolymeru



Vlákna z biopolymerů

* **Komfort a prodyšnost oděvů**

- „oblečení je pohodlné, když si toho nejsme vědomi“
- faktory, které zvyšují povědomí o nošení oděvu, jako je jeho tlak na kůži, jeho teplota a vlhkost, snižují pohodlí
- **PLA má vyšší přirozenou hydrofilitu než většina ostatních termoplastických polymerů, včetně polypropylénu, nylonu a PET**, protože molekuly vody mohou vstupovat do makromolekul PLA přes polární kyslíkové vazby
- **Ačkoli PLA vlákna nejsou tak smáčivá jako bavlna, zlepšené vlastnosti smáčivosti těchto vláken určují větší prostup vlhkosti ve srovnání s tkaninami na bázi PET nebo nylonových vláken.** Tento aspekt umožňuje větší „prodyšnost“ oděvů, jako jsou košile, šaty, spodní prádlo a boty složené z vláken na bázi PLA, pokud jsou tato vlákna použita místo vláken, jako je PET nebo nylon.

Vlákna z biopolymerů

* Antibakteriální vlastnosti

- celosvětová epidemie způsobená pandemií koronaviru SARS-CoV-2 zaměřila pozornost na pravidla, postoje a osvědčené postupy pro prevenci virových onemocnění. V důsledku toho došlo k nárůstu zájmu o vývoj povrchů, které inhibují nebo zabraňují adhezi těchto mikroorganismů.
- zdravotní rizika, která představují viry SARS-CoV-2, a potřeba chránit životní prostředí přesunuly pozornost na **bezpečné a odolné antivirové a antibakteriální textilie vyrobené z obnovitelných materiálů na biologické bázi**
- chemické ošetření za účelem modifikace přírodních a syntetických vláken je jednou ze životaschopných a slibných metod používaných při potahování a konečné úpravě textilií vedoucí ke zlepšení jejich antibakteriálních, nehořlavých a antistatických vlastností. Zapojení nebezpečných chemikálií do chemických modifikací však vyvolalo obavy o životní prostředí, a tím podpořilo používání různých přírodních a biodegradabilních povlaků pro mokré chemické úpravy povrchu
- řada nových **ve vodě dispergovatelných polyuretanů na bázi chitosanu byla experimentálně hodnocena pro zvýšení antibakteriální aktivity polyesterových/bavlněných textilií**

Vlákna z biopolymerů

* Příklady použití

Nemocniční oblečení - zlepšení antibakteriálních vlastností netkaných biologicky odbouratelných textilií vyrobených z PLA povrstvených oxidem titaničitým (TiO_2). Ošetření oxidem titaničitým zahrnovalo čistý a ekologicky šetrný proces, tj. nízkoteplotní plazmovou techniku.

Termoregulační textil - v současné době je mu věnována značná pozornost a zájem, protože dokáže zajistit pohodlí lidí a zároveň šetřit energii. Cílem této technologie je lokálně ohřívat nebo ochlazovat lidské tělo bez plýtvání energií použitou na vytápění, ventilaci a klimatizaci. Osobní izolační textilie šetrná k pokožce a termoregulační textilie schopná provádět pasivní ohřev i chlazení jediným kusem textilie a nulovým energetickým vstupem je na bázi mikrostrukturovaného biomateriálu z prodyšného a antibakteriálního hedvábného fibroinu, což má za následek dobrou tepelnou izolaci, nízkou tepelnou emisivitu a dobrou barvitelnost. Dále byla vyrobena mikrovlákna naplněna biokompatibilními materiály s fázovou změnou (poly(ethylenglykol), PEG) prostřednictvím impregnace a potažena polydimethylsiloxanem, aby se zlepšily hydrofobní a mechanické vlastnosti a zabránilo se úniku materiálu. Izolační textilie se tak přeměnila na termoregulační textili s dobrou hydrofobností vody, mechanickou odolností a pracovní stabilitou.

Kompozity - polymery a kompozity mohou absorbovat různá množství vody v závislosti na jejich chemické povaze, složení a okolních podmínkách vlhkosti a teploty. Kompozitní aplikace, od civilních struktur po lékařské implantáty, vyžadují dlouhodobé studie ve vlhkém prostředí. Mechanické a bobtnavé chování plně biologicky odbouratelného „zeleného“ textilního kompozitu vyrobeného z polymeru Ecoflex a ramie pomocí techniky lisování za tepla bylo analyzováno. Byla měřena pevnost v tahu, modul v tahu, prodloužení při přetržení a difúzní charakteristiky kompozitů ve vodě, naftenickém oleji a naftě. Z hodnot vyplývá, že pevnost v tahu a Youngův modul kompozitu Ecoflex/ramie rohož byly vyšší než u čistého polymeru. Polární molekuly vody snadno pronikly do celulózového polárního vlákna (ramie); materiál Ecoflex/ramie tedy absorboval více vody než nafta a mazací olej.

Vlákna z biopolymerů

* Shrnutí vlastností biopolymerů

	Yarn Production Process	Tenacity (cN/dtex)	Melting Point (°C)	Moisture Absorption	
				Moisture Regain (%)	Overall Moisture Management Capacity
PLA	Melt spinning at 210 to 235 °C [93]	0.90–1.09 [93] 4–5.5 [114] 3.2–5.5 [115]	162.4–162.7 [93] 175–180 [114]	0.5 [114] 0.4–0.6 [115]	/
PLA/PHBV 90/10 (w/w)	Melt spinning at 210 to 230 °C [93]	0.46–1.09 [93]	164.3–164.9 [93]	/	/
PLA/PHBV 80/20 (w/w)	Melt spinning at 210 to 230 °C [93]	0.59–0.64 [93]	164.4–164.8 [93]	/	/
Cotton	/	1.8 [116] 3.1 [117] 1.9–3.1 [115]	/	7.5 [88] 8.5 [115]	0.63 [116]
Viscose	/	2 [116]	/	/	0.62 [116]
Viscose/Modal 50/50	Ring spinning technique [116]	2 [116]	/	/	0.6 [116]
Viscose/Cotton 50/50	Ring spinning technique [116]	1.5 [116]	/	/	0.64 [116]
Cotton/Silk (85/15)	Ring and siro spinning systems [117]	1.6–2.2 [117]	/	/	0.58–0.62 [117]
Cotton/Silk (55/45)	Ring and siro spinning systems [117]	2.42–2.52 [117]	/	/	0.57–0.66 [117]
Wool	/	1–1.4 [115]	/	14–18 [88] 14.5 [115]	/
Silk	/	4.7 [117] 1.9–5.1 [115]	/	10.5 [118] 30 [117]	/
Polyester (PET)	Melt spinning at 280–290 °C [114]	3.5–5 [114] 5.6 [119]	265 [114]	0.2–0.4 [88] 0.4 [114]	/
Polyamide	Melt spinning	3.5–5 [114] 6.6 [119]	214 [114]	4.1 [88] 4.5 [114]	/
Polypropylene	Melt spinning	3.5–5 [114] 6.5 [119]	175 [114]	0 [114]	/

DĚKUJI ZA POZORNOST