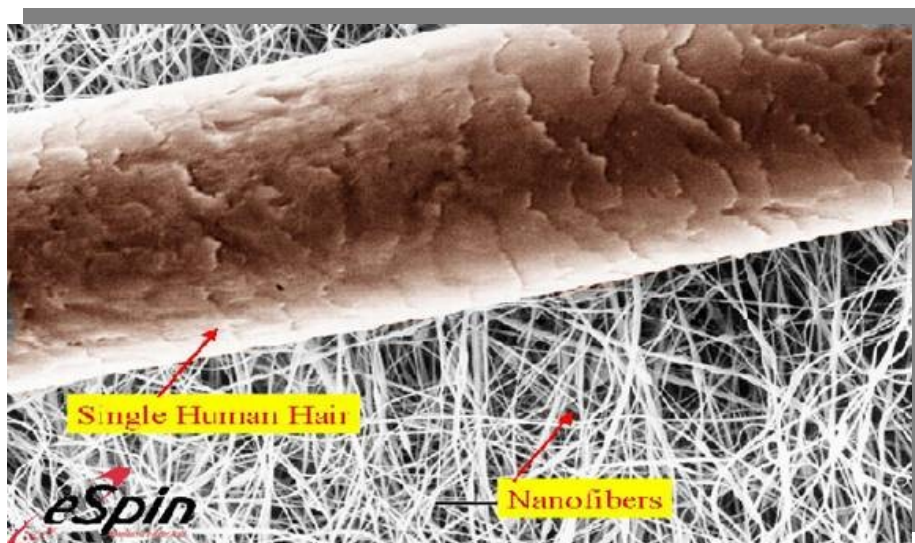


# NANOMATERIÁLY



## Nanovlákná vo svete textílií

<b>Vypracoval</b>	Bc. Andrea Petříková
<b>Ročník</b>	3E52X (II. roč. Ing.)
<b>Rok</b>	2014

1.1	Proces nanovlákién.....	4
1.2	Proces nanovlákién.....	5
1.3	Polymérne rozpúšťadlá.....	5
<b>2</b>	<b>Čo je elektrostatické zvlákňovanie (electrospinning)?.....</b>	<b>6</b>
2.1	Elektrostaticky zvláknené polyméry.....	7
2.2	Technológia prípravy nanovlákién - Nanospider.....	8
2.3	Aplikácie.....	8
2.4	Polymérne nanovlákiéna.....	9
2.5	Uhlíkové nanovlákiéna.....	9
2.6	Kompozitné materiály – vystužené nanovlákiéna.....	10
2.7	Vzdušná filtrácia polymérnych nanovlákién.....	10
2.8	Nanovlákienná pavučina.....	11
2.9	Zaujímavé informácie.....	11
<b>3</b>	<b>Nanovlákiéna pre alergikov.....</b>	<b>12</b>
3.1	V čom sa nanovlákienné textílie líšia.....	12
3.2	Nie sú nanovlákiéna nebezpečné?.....	13
<b>4</b>	<b>Technológie a budúcnosť.....</b>	<b>14</b>
4.1	Chytré materiály, ktoré menia svet.....	14
4.2	Od teórie do praxe alebo „Kam smeruje chytrosť“.....	14
4.3	Chytré textílie pre každú príležitosť.....	15
4.4	Funkčné versus šikovné.....	15
4.5	Čo je múdra textília.....	16
<b>5</b>	<b>Nanopavúk spríada textílie s unikátnymi vlastnosťami.....</b>	<b>17</b>
5.1	Prvý na svete.....	17
5.2	Nápady pre nové stroje.....	18
5.3	Najčastejšie využitie nanotechnológií.....	19
<b>6</b>	<b>ZÁVER.....</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Zoznam použitej literatúry.....</b>	<b>21</b>

# 1 ÚVOD

Počiatky histórie nanovlákien siahajú do konca 19. storočia a sú produktom náhody pri pokusoch s elektrostatickým pradením. Ako prvé nanovlákná boli pripravené vlákna uhlíkové v roku 1889. Ďalej boli konané pokusy s nanovláknami aj na začiatku 20. storočia [1].

Prvé patenty na elektrostatické zvlákňovanie sa objavili v rokoch 1934 až 1944 autora A. Formhalse USA a ďalších. Definícia nanovlákien sa u rôznych autorov líši. Mohla vzniknúť až po roku 1959 po zavedení pojmu nanotechnológie R. Feynmanem [1]

Najjednoduchšia definícia nanovlákien je, že ide o vlákna s priemerom menším ako 1000 N. Trochu ostrejšia definícia je, že ide o vlákna s priemerom pod 1000N a s pomerom ich dĺžky k priemeru väčším ako 50. Pre takéto vlákna je vhodnejšieí názov podmikronové vlákna. Až vlákna s priemerom pod 100N možno považovať s premáhaním za nanovlákná. Pesimisti nazývajú vlákna okolo 100 N za submikronové, optimisti za nanovlákná. Do prierezu takýchto vlákien sa zmestí na 10 000 makromolekúl. Najmenšími skutočnými nanovláknami sú potom jednotlivé makromolekuly. Vedľa najčastejších polymérových nanovlákien sú možné aj nanovlákná kovové, sklové, keramické a uhlíkové [1].

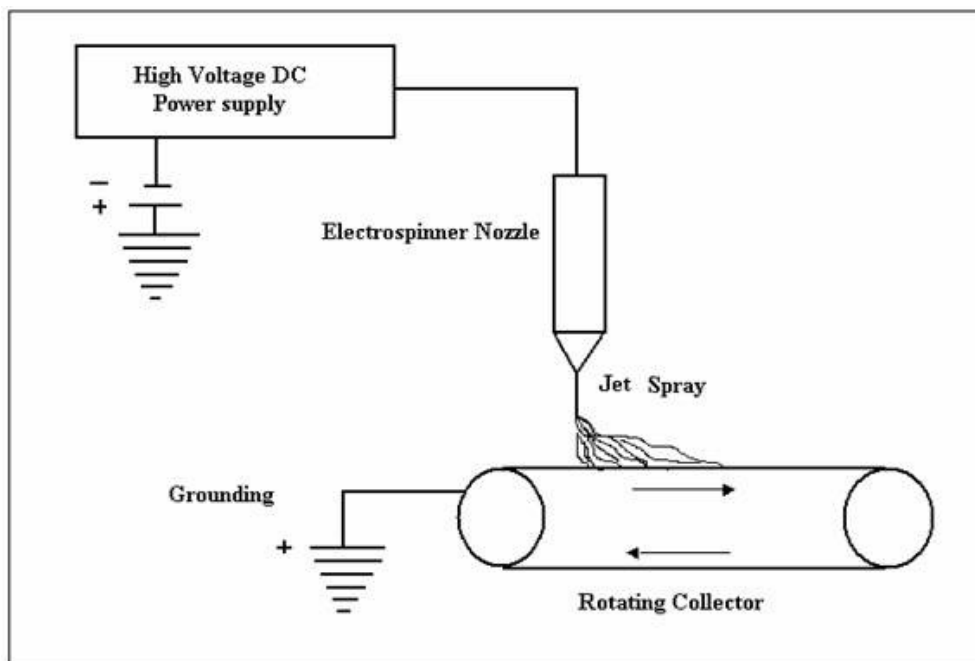
Význam nanovlákien vzrástol až po zavedení do výroby syntetických polymérových vlákien v 20. storočí a na nich objavené elektrostatické zvlákňovanie. Od roku 1980 sa začalo už s hromadnou výrobou nanovlákien [1].

## 1.1 Nanovlákná

Netkaný priemysel všeobecne považuje za tie nanovlákná, ktoré majú priemer menší než jeden mikrometer, hoci GA Národná (NSF) definuje nanovlákná, že majú aspoň jeden rozmer 100 nanometrov (nm) alebo sú menšie. Názov je odvodený od nanometrov, vedecká meracia jednotka predstavujúca miliardtinu metra, alebo od troch do štyroch atómov široký [2].

Nanovlákná je nová trieda materiálu použitá pre rôzne aplikácie s pridanou hodnotou, ako sú lekárske, filtrácia, bariéra, obrúskov, osobnú starostlivosť, kompozity, odevy, izolácia a skladovanie energie. Zvláštne vlastnosti nanovláknien sú, aby boli vhodné pre široký rozsah aplikácií od lekárskej po spotrebné výrobky a priemyselné k high-tech aplikácie pre vzdušný priestor, kondenzátory, tranzistory, systémy podávanie liekov, batériové separátory, skladovanie energie, palivové články, až po informačné technológie [2].

Všeobecne platí, že polymérne nanovlákná sú vyrábané pomocou elektrostatického procesu (obrázok 1). Elektrostatické zvlákňovanie je proces, ktorý sa točí o vláknach o priemere v rozmedzí od 10 nm do niekoľkých stoviek nanometrov. Tento spôsob je známy od roku 1934, kedy bola podaný prvý patent na elektrostatické vlákna. Vlastnosti vlákna sú závislé na poli uniformite, polyméru viskozite, intenzitou elektrického poľa a DCD (vzdialenosť medzi tryskou a zberateľom). V súčasnej dobe je rýchlosť produkcie tohto procesu nízka a meraná v gramoch za hodinu [2].



Obrázok 1. Schematické znázornenie elektrostatického procesu [2].

## 1.2 Proces nanovlákien

Schéma elektrostatického zvlákňovania je znázornené na Obrázku 1. Tento proces využíva elektrostatické a mechanicke sily točenia vlákna od špičky jemnej clony alebo zvlákňovacej trysky. Zvlákňovacia tryska je udržiavaná na kladné alebo záporné náboje pomocou jednosmerného napájacieho zdroja. Keď elektrostatická odpudzujúca sila prekonáva povrchové napätie silu roztoku polyméru, kvapalnú škvŕnu zo zvlákňovacej trysky tvorí veľmi jemné kontinuálne vlákna. Tieto vlákna sa zhromažďujú na rotačnom alebo stacionárnom kolektore s elektródou pod opačným nábojom ku zvlákňovacej tryske, kde sa hromadia a spoločne väzby tvoria nanovlákná tkaniny [2].

Vzdialenosť medzi zvlákňovacou tryskou a kolektorom sa všeobecne pohybuje od 15 -30 cm. Spôsob sa môže uskutočňovať pri izbovej teplote. Vlastnosti konečného vlákna závisia od typu polyméru a prevádzkových podmienok. Jemnosť vlákien môže byť všeobecne regulovaná v priemere od desať do niekoľkých tisíc nanometrov [2].

## 1.3 Polymérne rozpúšťadlá

Polymér sa obvykle rozpustí vo vhodnom rozpúšťadle. Nanovlákná v rozmedzí od 10 až 2000 nm môžu byť dosiahnuté voľbou systému rozpúšťadiel vhodného polyméru. Tabuľka 1 uvádza zoznam niektorých polymérnych rozpúšťadiel v systémoch [2].

<b>POLYMER</b>	<b>ROZPÚŠŤADLÁ</b>
Nylon 6 a nylon 66	Kyselina mravčia
Polyakrylonitril	Dimetyl formaldehyd
PET	Kyseliny trifluóroctovej / dimetyl chlorid
PVA	Voda
Polystyrén	DMF / toluén
Nylon-6-ko-polyamid	Kyselina mravčia
Polybenzimidazol	Dimetylacetamid
Polyramide	Kyselina sírová
Poliimidy	Fenolu

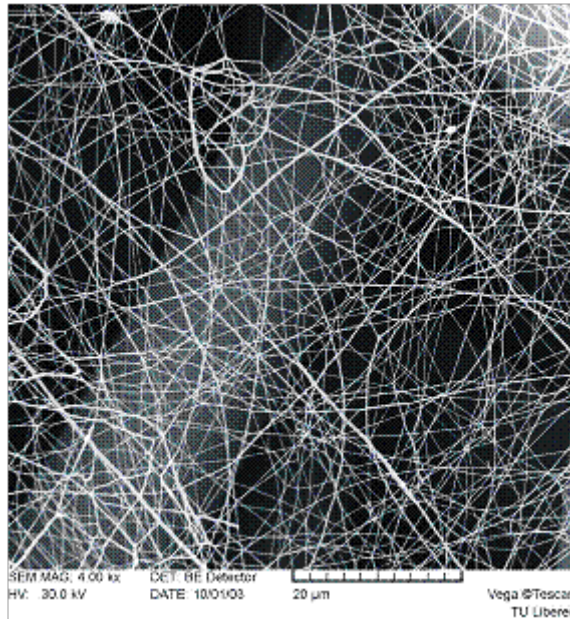
Tabuľka 1. Polymérna rozpúšťadlové systémy pre elektrické zvlákňovanie [2].

## 2 Čo je elektrostatické zvlákňovanie (electrospinning)?

Elektrostatické zvlákňovanie je proces využívajúci elektrostatických síl k vytváraniu jemných vlákien z polymérneho roztoku alebo polymérnej taveniny [3].

### Čo sú nanovlákná?

Ide o vlákna, ktorých priemer sa pohybuje v rozsahu nanometrov, sú to tzv. submikronové vlákna [3].



Obr. Submikronové vlákna [3].

### ✧ Vlastnosti

- ◆ veľký merný povrch
- ◆ vysoká porózita
- ◆ malá veľkosť pórov
- ◆ priemer vlákien (do 1000) nm

### ✧ Materiál

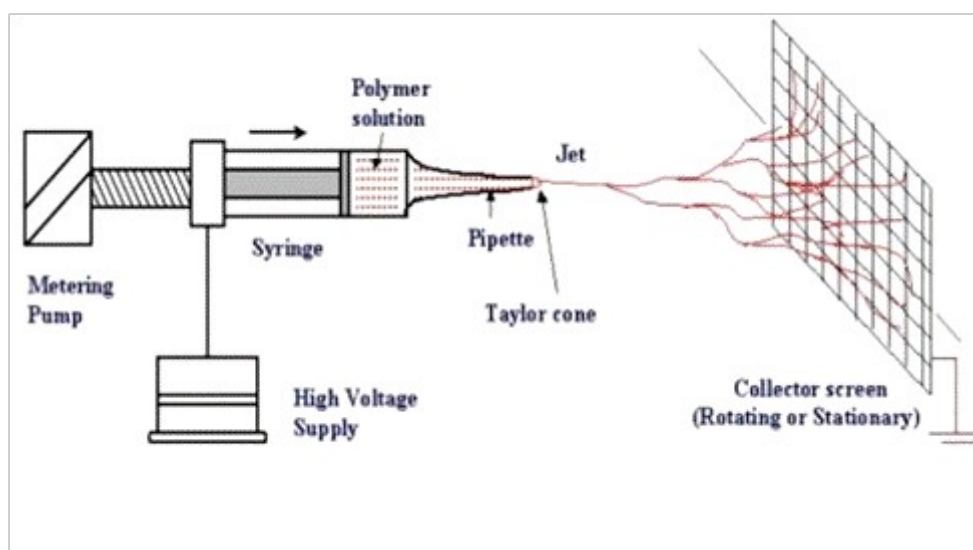
- ◆ polymérne roztoky alebo taveniny
- ◆ viac než 50 polymérov Error: Reference source not found.

## 2.1 Elektrostaticky zvláknené polyméry

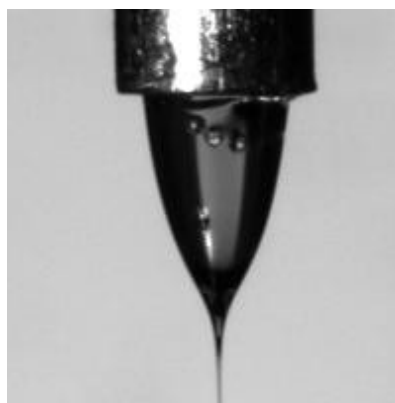
*Elektrostaticky zvláknené polyméry – taveniny* [3].

Polymer	Processing temperature (°C)
Polyethylene, PE	200 - 220
Polypropylene, PP	220 - 240
Nylon 12, PA -12	220
Polyethylene terephthalat, PET	270
Polyethylene naphthalat, PEN	290
PET/PEN blends	290

*Technológia prípravy nanovlákien– Elektrostatické zvlákňovanie* [3].



0.1 - 1gram za hodinu [3].

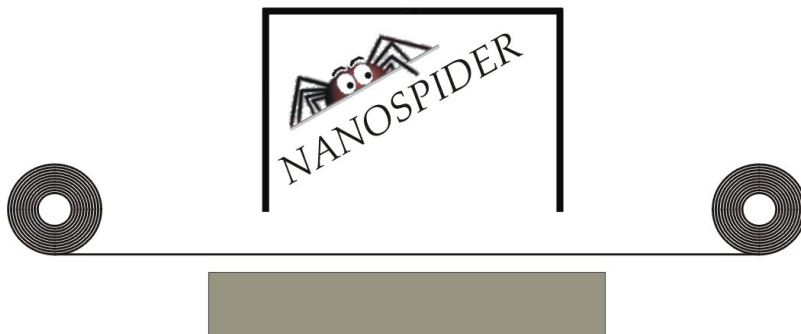


V procese elektrostatického zvlákňovania je využití vysoké napätie k vytvoreniu elektricky nabitého prúdu polymérneho roztoku alebo taveniny. Elektróda vysokého napätia je

spojená priamo s polymérnym roztokom. Roztok je následne zvláknený kapilárou (zvlákňovacou tryskou). Vďaka vysokému elektrickému napätiu medzi špičkou kapiláry a uzemneným kolektorom vzniká tzv. Taylorov kužeľ na špičke kapiláry, z ktorého sú produkované submikronové vlákna. Vlákna stuhnú po odparení rozpúšťadla a vytvoria vlákennú vrstvu na povrchu kolektora [3].

## 2.2 Technológia prípravy nanovláken - Nanospider

- ✦ Žiadne kapiláry a trysky
- ✦ Plošná hmotnosť:  
 $0.1 - 5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$
- ✦ Produkcia:  
 $1 - 5 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$   
pracovná šírka
- ✦ Materiál:  
vodorozpustné sieťované polymery
- ✦ Průměr vláken:
- ✦ 100 - 300 nanometrov [3].



## 2.3 Aplikácie

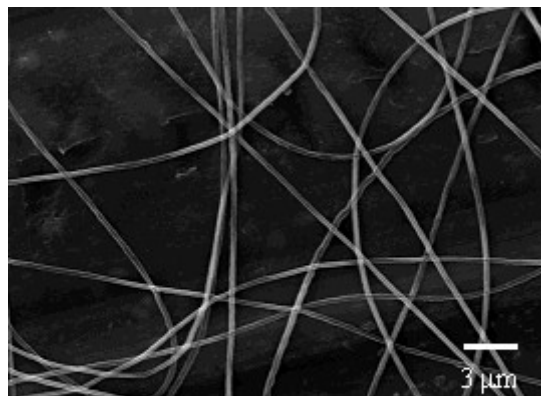
- ◆ Faktory kompozity
- ◆ Filtrácie
- ◆ Separáčné membrány
- ◆ Kozmetika
- ◆ Biomedicína



- umelé orgány
  - tkaninové inžinierstvo
  - krvné cievy
  - systémy cieleného doručenia liečiv
  - obvazoviny
  - dýchacie masky (rúšky)
- ◆ Ochranné odevy
  - ◆ Solárne plachty, svetelné plachty a zrkadlá pre použitie vo vesmíre
  - ◆ Aplikácie pesticídov na rastliny
  - ◆ Nanovodiče, nanoelektrické aplikácie ako polom riadené tranzistory a ultra-malé antény
  - ◆ Nosiče chemických katalyzátorov
  - ◆ Vodíkové nádrže pre palivové články [3].

## 2.4 Polymérne nanovlákná

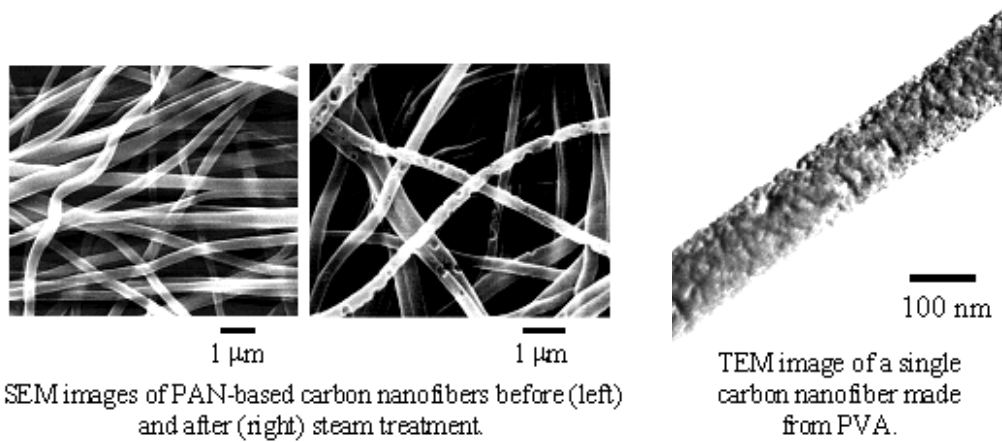
Polymérne nanovlákná môžu mať mnoho výnimočných vlastností zahrňujúcich malý priemer (a z toho vyplývajúci veľký merný povrch), vysoko orientovanú kryštalickú štruktúru (a výslednú veľkú pevnosť), atď. [3].



Representative electrospun poly (ethylene oxide) nanofibers

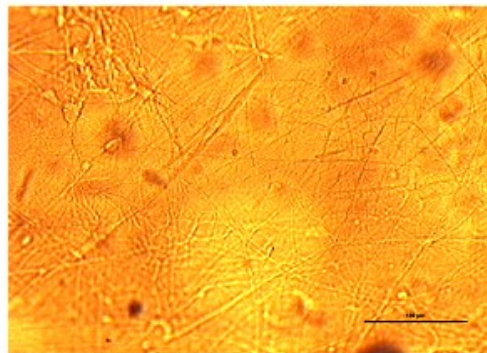
## 2.5 Uhlíkové nanovlákná

Uhlíkové nanovlákná môžu byť vytvorené z polymérnych prekurzorov. Konkrétne z PAN alebo PVA nanovlákiem [3].

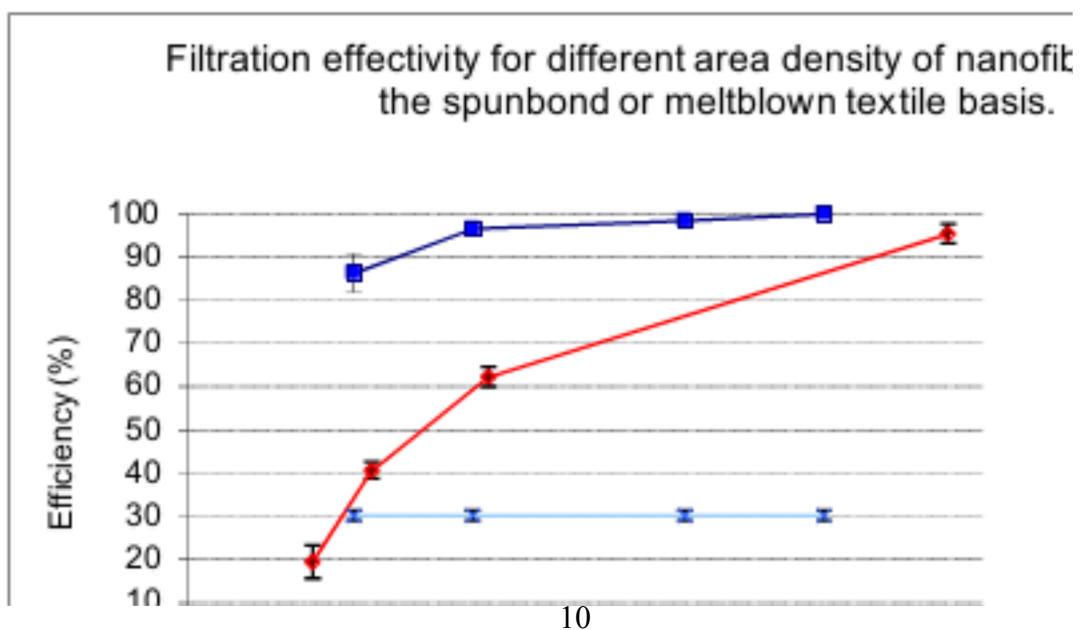


## 2.6 Kompozitné materiály – vystužené nanovlákná

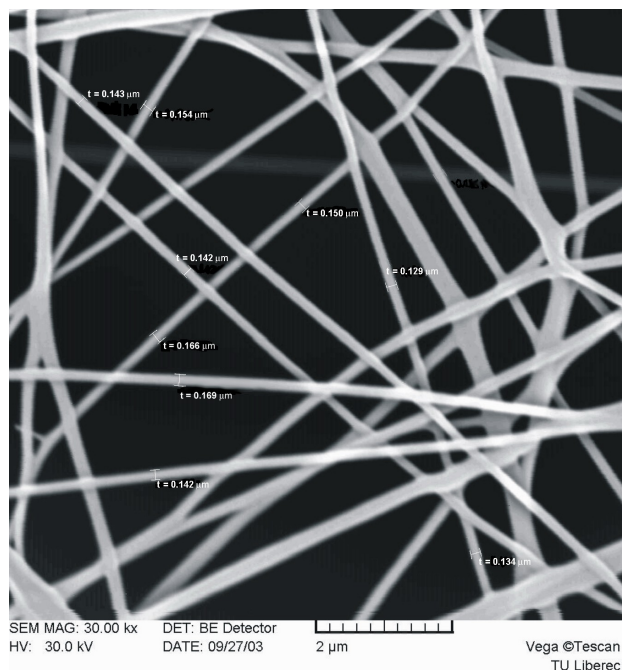
Výhodou je, že vzniknutý kompozit môže byť transparentný [3].



## 2.7 Vzdušná filtrácia polymérnych nanovlákiem



## 2.8 Nanovláknenná pavučina

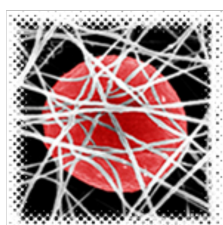


Obr. SEM [3].

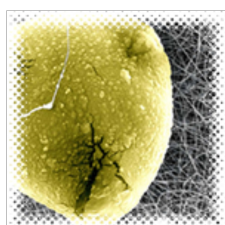
## 2.9 Zaujímavé informácie

Nano-rozmer odpovedá meraniam často na molekulárnej úrovni, nanometer je miliardtina metra alebo trojnásobok priemeru atómu kremíka.

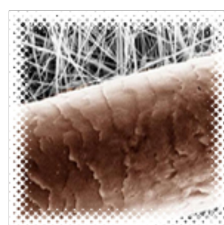
Nanovláknno je tak malé a ľahké, že len o trochu väčšie množstvo než jeden gram by opásalo Zem v rovníku [3].



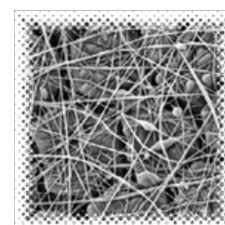
Červená krvinka



Pyl

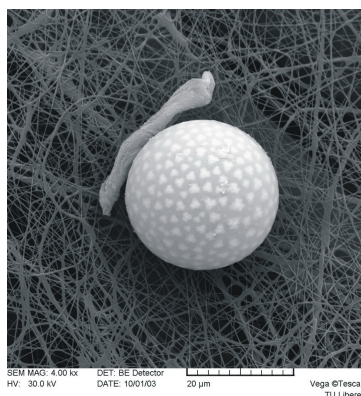


Lidský vlas



Leukocyt

<http://www.espintechnologies.com>



### 3 Nanovlákná pre alergikov

Termoregulácia, V roku 2003 vyšla štúdia v New England Journal of Medicine, dokazujúcich, že alergici do teraz platili tisíce korún za špeciálne antialergické lôžkoviny zbytočne. V boji proti alergénom sa ukázali ako úplne neúčinné. Teraz je možná nahrada lôžkoviny z nanovláknien, ktorá slávi úspechy, kde ostatné antialergické materiály pohoreli [4].

"Bežné antialergické lôžkoviny vykazovali buď toxické chemické látky, alebo zhustenú štruktúru tkaniny," hovorí Marcela Munzarová, riaditeľka pre obchod a marketing českej firmy Nanovia, ktorá materiály testovala. Ani jedno riešenie sa neukázalo ako dostatočné [4].

"Štandardné tkaniny sú zhustenou štruktúrou podľa štúdie, ktorú majú k dispozícii asi v 60%," hovorí Jiří Kůs, obchodný riaditeľ českej firmy nanoSPACE [4].



"Navyše tieto typy tkaniny nezabránia priechodu molekúl alergénu, ktoré sú 15 až 300 krát menšie ako roztoč," doplňuje Munzarová [4].

V posledných rokoch, kedy sa vďaka českému patentu začala priemyselná výroba nanovláknien, hľadalo sa pre nanovlákná najrôznejšie využitie. Najväčšie úspechy zaznamenali vo využití nanovláknien v lôžkovinách pre alergikov [4].

#### 3.1 V čom sa nanovláknenné textílie líšia

Nanovláknenné textílie sa líšia predovšetkým v hustote štruktúry vrstvy z nanovláknien." Keď si predstavíte zväčšenú štruktúru nanovláknenej vrstvy ako sieť, otvory nanotkaniny majú veľkosť iba 80-100 nanometrov a nanovlákná hrúbku 150 nanometrov. Naproti tomu

veľkosť roztočov je približne okolo 300 mikrometrov (1 mikrometer = 1000 nanometrov) a veľkosť produkovaných alergénov sa pohybuje v mikrometroch (1 až 20 mikrometrov), "vyhlasuje Marcela Munzarová a dodáva, že ani roztoče ani ich alergény nemajú vôbec žiadnu šancu prejsť skrz nanovláknennou štruktúrou [4].

Pre alergikov by mohol mať tento objav obrovský význam, pretože pravidlom boja s alergiou je prevencia vzniku alergickej reakcie. Obzvlášť v čase, keď počet alergikov stúpa. "Jedným z najčastejších vinníkov rozvoja alergie je prachový roztoč. Najlepšie sa mu darí v postelnej bielizni, kde sa rozkladajú organické zvyšky ľudskej kože. Keď si uvedomíme, že v posteli trávime takmer tretinu svojho života, je evidentné ako silné expozíciu alergénov roztočov sme vystavení [4].

### **3.2 Nie sú nanovláknna nebezpečné?**

S rozvojom nanotechnológií sa objavili aj poplašné správy o nebezpečnosti nanomateriálov, najznámejší je príklad, ako laboratórna myš vdýchla strieborné nanovláknno. "Ak budeme hovoriť o riziku nanovláknien v súvislosti s ich prípadným vdýchnutím, nemôže toto riziko prakticky nastať," je presvedčená Munzarová a vysvetľuje, že štruktúra nanovláknnej vrstvy z organických polymérov je veľmi kompaktná a prakticky pri žiadnom mechanickom procese nemožno oddeliť jednotlivé vlákna, ktoré by následne mohli vdýchnuť [4].

"Predstavte si, že chcete z pavučiny vypreparovať jedno jej vlákno a rozsekať ho na čiastočky menšie ako 100 nanometrov. Bez náležitého laboratórneho vybavenia sa Vám to rozhodne nepodarí," osvetľuje Munzarová [4].

"Navyše tenká nanovláknenná vrstva je uzavretá medzi vrstvami bežnej netkanej textílie, nedochádza teda k priamemu kontaktu nanovláknna s človekom," uisťuje Jiří Kůs.

"Avšak materiál je otestovaný laboratóriami Štátneho zdravotného ústavu ako nezávadný a bezpečný pri kontakte s pokožkou človeka," reaguje Munzarová [4].

Jediné nebezpečenstvo môže nastať, ak si alergici zakúpia tovar firiem, ktoré len vydávajú svoje lôžkoviny za nanovláknenná, aby zvýšili ich cenu. Podvodníkov zatiaľ identifikujeme jednoducho. "V súčasnosti je jediným výrobcem lôžkovín sa skutočnou nanovláknennou textíliou Nanovia Antiallergy firma nanoSPACE." [4].

## 4 Technológie a budúcnosť

Po celú dobu ľudskej histórie bol výrazný technologický pokrok vždy spojený s využitím nových a stále dokonalejších materiálov (kameň, bronz, železo, umelé hmoty, polovodiče) pre technické aplikácie. V 20. storočí sa týmto motorom stali elektronika a rozvoj informačných technológií. Vďaka nim sa materiálový výskum nepredstaviteľne zrýchlil a prináša stále nové a nové materiály sa stále vzrastajúcou mierou inteligencie. Lepšiu predstavu o svete chytrých technických materiáloch si teraz môžeme urobiť aj vďaka 21. storočiu [5].

### 4.1 Chytré materiály, ktoré menia svet

Slovo "chytrý" (angl. Smart) sa v posledných rokoch stalo jedným z kľúčových slov v oblasti moderného vedecko-technologického pokroku. Hovoríme napr. o chytrých telefónoch, chytrej elektrickej rozvodnej sieti, či chytrých domácich spotrebičoch. Menej sa už vie o tom, že istý stupeň "chytrosti" môžu vykazovať samotné technické materiály, ktoré v súčasnosti vyvíjajú materiáloví inžinieri v laboratóriách celého sveta [5].

### 4.2 Od teórie do praxe alebo „Kam smeruje chytrosť“

Vo fáze výskumu môže práca vedcov pripadať laikovi ako akési nezáväzné "hračičkovanie". Množstvo patentov, ktoré z ich laboratórií v posledných rokoch prakticky len "pršia", však dokazuje, že to, čo vyzerá v laboratóriu samoučelne a možno aj úplne nepotrebné, nájde svoje využitie v prekvapivo širokom množstve celkom praktických aplikáciách [5].

Možno aj Vy máte práve na stole "chytrý" termochromický hrček so skrytým obrázkom, na nose máte okuliare s chytrými sklami či rámami, ktoré môžete ohýbať podľa ľubovôle, či športovú obuv, oblečenie z funkčných textilných materiálov [5].

Počet patentov v oblasti chytrých materiálov ide dnes do miliónov a len jednoduchý výpočet ich aplikácií v dnešných technológiách by určite zabral nielen celé číslo 21. STOROČIA, ale dosť možno aj niekoľko objemných knižných zväzkov [5].

Keďže náš zoznam samozrejme nemôže byť úplný, sústredíme sa na chytré technické materiály, pokúsime upozorniť na oblasti, ktoré možno už dnes považovať za perspektívne, a ilustrovať ich niekoľkými príkladmi úspešných technických aplikácií [5].

### 4.3 Chytré textílie pre každú príležitosť

**Oblasť využitia:** textílie meniace farbu, citlivé na pH, teplo niekedy pohlcujúce a inokedy vydávajúce, pohlcujúce pachy, samočistiace a antiseptické povrchy, s vlastnosťami elektronických obvodov atď. [5].

**Aké materiály:** optické vlákna (kremíkové či polymérové), vodivé vlákna, fázovo transformujúce materiály, nanotechnologické povlaky vlákien, textílie s kovovými alebo polymérovými vláknami s tvarovou pamäťou, nanovlákná atď. [5].



### 4.4 Funkčné versus šikovné

Tradičné textílie, ktoré dnes odborníci nazývajú "konvenčné", sprevádzajú ľudstvo prakticky od doby, kedy sa začalo venovať systematickému poľnohospodárstvu. V priebehu druhej polovice 20. storočia sa začali objavovať prvé lastovičky funkčných textílií, teda takých, ktoré k očakávaným vlastnostiam pridávajú ešte nejakú nečakanú naviac (napr. veľmi známy materiál Gore-tex, ktorý neprepúšťa vodu, ale dobre vetrá, je založený na špeciálnej membráne vloženej do textílie) [5].

#### **4.5 Čo je múdra textília**

Neskôr sa objavili aktívny chytré textílie majúce v sebe zabudované ako senzory (snímače reagujúce na zmenu v prostredí), tak aktuátory. Trendom súčasnej doby je s pomocou vodivých vlákien vyvíjať také funkčné textilné materiály, ktoré budú reagovať na vonkajšie podnety nielen pasívne, ale ich vlastnosti bude možné cielene riadiť alebo dokonca budú schopné sa samé rozhodovať (od senzorov tepu, pohybu či dychu cez antény, dotykové displeje až po tzv. nositeľné počítače - e-textiles, integrujúce procesor, obrazovku a klávesnicu počítača v textílii) [5].



## 5 Nanopavúk spriada textílie s unikátnymi vlastnosťami

Nanotechnológie čiže technológie, ktoré pracujú s objektmi úplne nepatrných veľkostí, sú odborom, v ktorom sa česká veda dostala na svetovú špičku [6].

Ich zrejme najznámejším využitím v Česku sú textílie z nanovlákien. Pomáhajú čistiť vzduch, ale tiež hojiť poranenia. A výskumníci pracujú aj na nových uplatneniach. Hlavnými autormi sú českí vedci z Technickej univerzity v Liberci spoločne s libereckou firmou Elmarco. Táto firma s viac ako 250 zamestnancami konštruuje výrobné linky, na ktorých sa tieto materiály vyrábajú [6].

"Predali sme už cez šesťdesiat strojov, takmer všetky do zahraničia," hovorí konateľ spoločnosti Elmarco Ladislav Mareš. Stroje nesú výrobnú značku Nanospider (Nanopavouk) a vyrábajú textílie z nanovlákien s neobvyklými vlastnosťami. Nanovlákná majú priemer len asi 50 až 500 nanometrov (milióntin milimetra). V súčasnej dobe sa používajú hlavne pre filtrovanie vzduchu do dieselových motorov. Významne zvyšujú ich životnosť, znižujú spotrebu aj emisií [6].

"Naše stroje sme predali napríklad americkej firme Clarcona, ktorá na nich vyrába filtre, ktoré dodáva výrobcovi nákladných automobilov," uvádza Ladislav Mareš. "Ale tieto textílie sa využívajú aj vo filtroch v automobilových kabínach, aby dovnútra nevpustili nečistoty zvonku." Iné uplatnenie nachádzajú tkaniny z nanovlákien v zdravotníctve. Obväzy a náplasti z nich prepúšťajú vzduch, ale neprejdú nimi baktérie. Zranenie sa teda môže dobre a bezpečne hojiť [6].

### 5.1 Prvý na svete

Pôvodne nanovlákná vznikali v Nanospider tak, že ich elektrické pole "vyťahovalo" z roztoku nejakého polyméru. Rozpúšťadlo sa z nich odparilo a pevné vlákna vytvorili súdržnú vrstvu na jednej elektróde. "Rozpúšťadlo je drahé, a tak sme rozmýšľali, ako by to šlo urobiť inak," spomína profesor Technickej univerzity v Liberci Oldřich Jirsák, ktorý za vynález Nanospider dostal v roku 2006 cenu Česká hlava [6].

"Vymysleli sme nový postup spočívajúci v tom, že sa miesto roztoku polyméru spracováva jeho tavenina." Zariadenie Nanospider ročne vyrobí až niekoľko miliónov metrov štvorcových textílie z nanovlákien. "Boli sme úplne prvý na svete, kto začal stroje na nanovlákná vyrábať. Teraz už sa nám ale začína objavovať konkurencia v USA a Japonsku [6].

## 5.2 Nápady pre nové stroje

Výskumníci už pripravujú stroje na výrobu nanovláknových tkanín, ktoré bude možné použiť aj na filtráciu vody, olejov alebo pokusných roztokov v laboratóriách. Alebo textílií, ktoré v materiáloch pre tlmenie hluku fungujú ako membrána. Zvukom sa rozkmitá, prenesie kmitanie na ďalšiu časť, napr. objemnú vrstvu z normálnych vlákien, a tá energiu kmitania zmení v teplo. Hluk sa tak znižuje [6].



"Vyvíjame tiež nite, ktoré sú iba na povrchu potiahnuté nanovláknom," ukazuje profesor Jirsák špulka, ktoré na prvý pohľad vyzerá úplne obyčajne. "Majú teda vysokú pevnosť a ich povrch má vlastnosti typické pre nanovlákná - napríklad sa na ňom dobre množia požadované bunky [6].

Nanovlákná však môžu nájsť uplatnenie aj v niečom, čomu sa hovorí tkanivové inžinierstvo. "V spolupráci s vedcami z Technickej univerzity, Akadémie vied i z ďalších laboratórií vrátane zahraničných skúmame, ako by sa z nanovláknien dali vytvárať miniatúrne konštrukcie, na ktorých by mohli vyrastať nové tkanivá pre pacientov z ich vlastných buniek," popisuje konateľ Mareš [6].

### 5.3 Najčastejšie využitie nanotechnológií

- vo farbách, ktoré odpudzujú špinu,
- na povrchu textilných látok zabraňujú usadeniu nečistôt,
- nanočastice striebra v ponožkách ničí baktérie a zabraňuje vzniku nepríjemného pachu,
- ochranné krémy vďaka nanočasticiam titánu lepšie odrážajú slnečné lúče,
- uhľikové nanorúrky a fullerény (v nich sú uhľikové atómy zložené do tvaru poriadne zmenšenej futbalovej lopty) slúžia napríklad v elektrotechnike ako výborné vodivé materiály [6].

## 6 ZÁVER

Nanomateriály prinesú úžitok celej spoločnosti a jej činnosti:

- V ekonomike, veda a technológie sú hlavnou hnacou silou hospodárskeho rastu a kvality života. Výskum, najmä nanomateriálov, má široký dopad na zdravie, informácie, energie, a v mnohých ďalších oblastiach, kde je hlavný ekonomický prínos pre komercializáciu nových technológií.
- Pokiaľ ide o energetickú účinnosť, budú nanomateriály veľký vplyv, pretože nové nanomateriály umožnia vyššie teploty a tým aj efektívnejšiu prevádzku elektrární, a umožní rozvoj nových energetických výrobných systémov založených na jadrových, solárnych a obnoviteľných zdrojoch.
- V medicíne a zdravotnej starostlivosti, budú nanomateriály poskytovať nové lieky a nové liečebné postupy a lieky pre aktuálne chronické a smrteľné ochorenia. Dôležité oblasti výskumu budú aplikácie nanomateriálov tkanivového inžinierstva a lekárske zobrazovanie. Potenciál využitia nanotechnológií má obrovskú schopnosť a prísľub pre pokročilú diagnostiku, zlepšenie verejného zdravia a nové liečebné procedúry [7].

## **7 Zoznam použitej literatúry**

### **Elektronické dokumenty – monografie – články v elektronických časopisoch**

- [1] [http://www.nanocon.eu/files/proceedings/nanocon\\_09/Lists/Papers/115.pdf](http://www.nanocon.eu/files/proceedings/nanocon_09/Lists/Papers/115.pdf)
- [2] <http://www.engr.utk.edu/mse/Textiles/Nanofiber%20Nonwovens.htm>
- [3] [www.ft.tul.cz/depart/knt/nove/.../ntt/nanoact.pp](http://www.ft.tul.cz/depart/knt/nove/.../ntt/nanoact.pp)
- [4] <http://www.protext.cz/zprava.php?id=18672>
- [5] <http://21stoleti.cz/blog/2011/03/23/technologie-a-budoucnost-chytre-materialy-ktere-meni-svet/>
- [6] <http://vtm.e15.cz/aktuality/nanopavouk-sprada-textilie-s-unikatnimi-vlastnostmi>
- [7] <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=16047.php>