

Nanotechnologie a intenzivní medicína

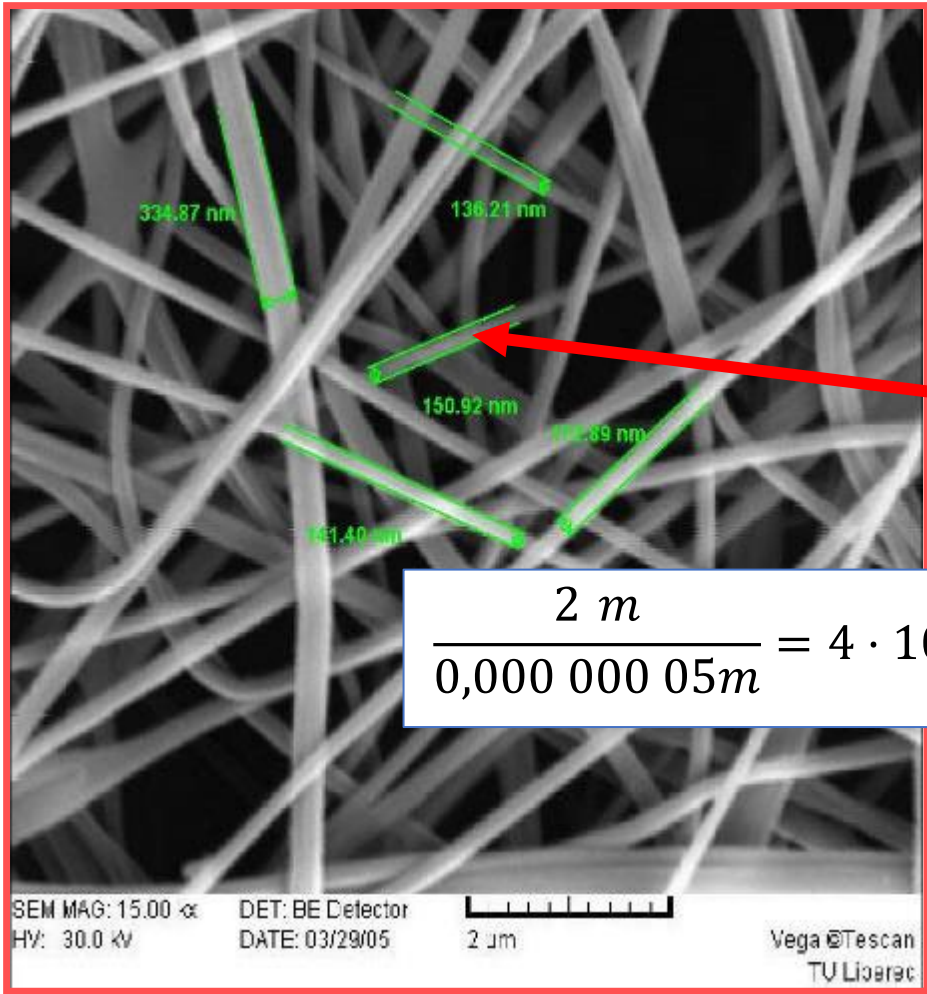
David Lukáš

Vedoucí odd. Bioinženýrství, KCH PF TUL

david.lukas@tul.cz

Nanovlákna

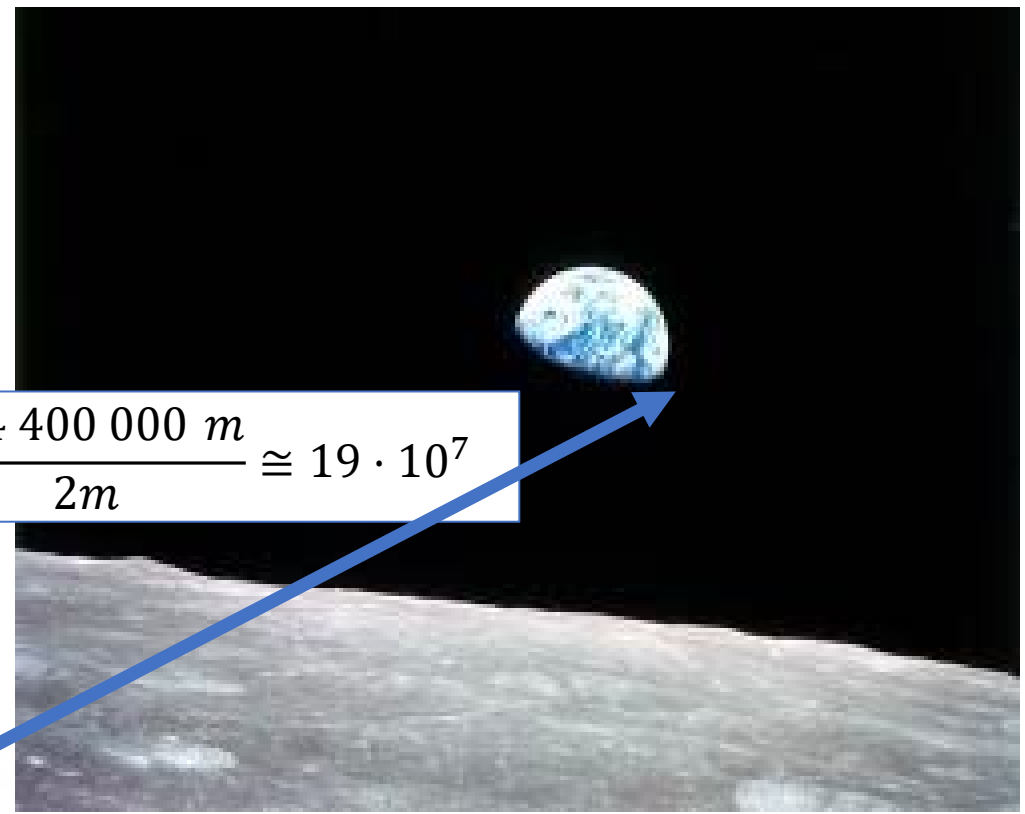
384 400 km... Vzdálenost Země - Měsíc
2 m ... Výška člověka
50 nm ... Poloměr nanovlákna



$$\frac{2 \text{ m}}{0,000 \ 000 \ 05 \text{ m}} = 4 \cdot 10^7$$



$$\frac{384 \ 400 \ 000 \ \text{m}}{2 \text{ m}} \cong 19 \cdot 10^7$$



Podíl délek je v obou případech zhruba 10^7 .

Norma a zvyklost v odborné literatuře

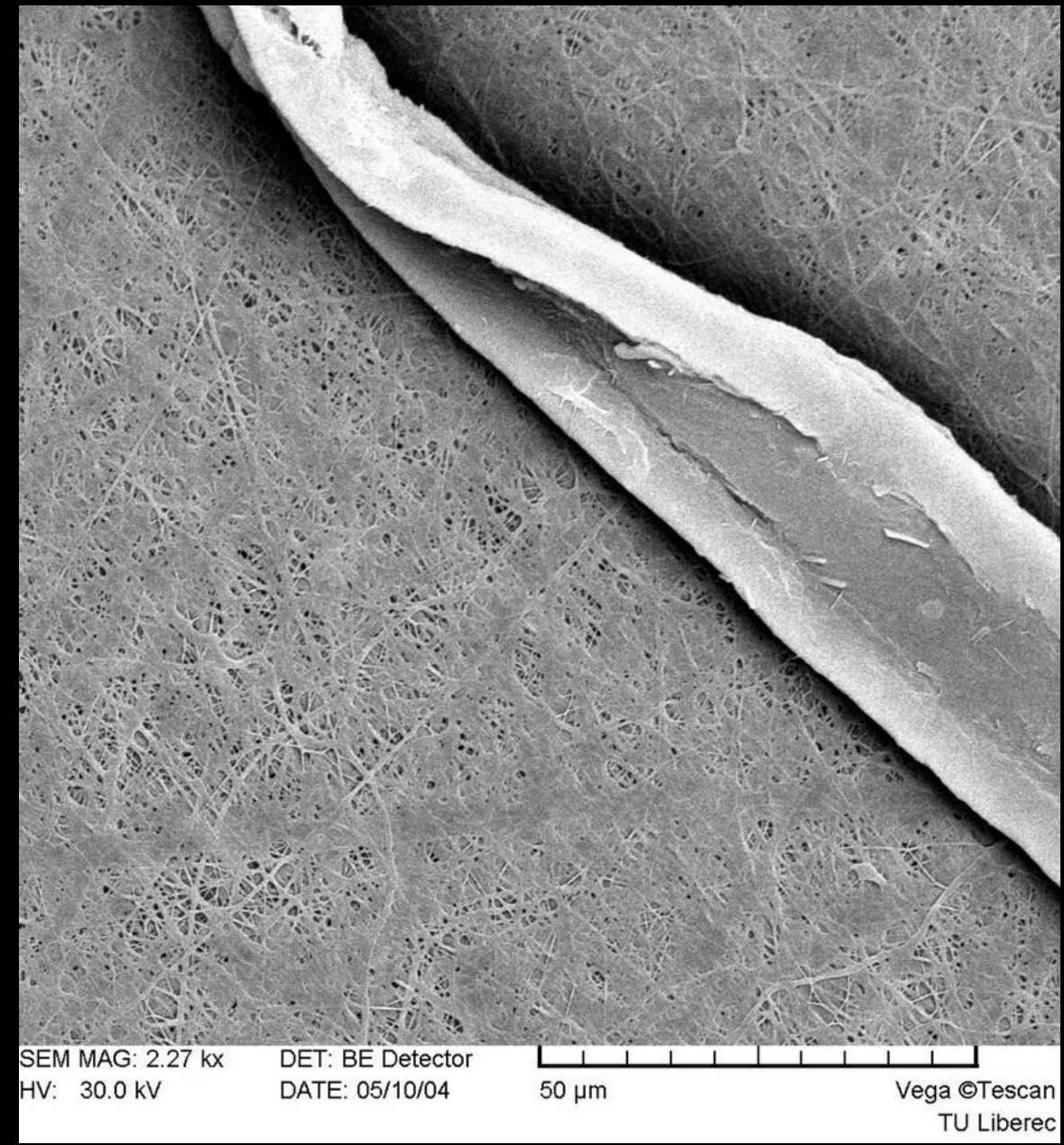
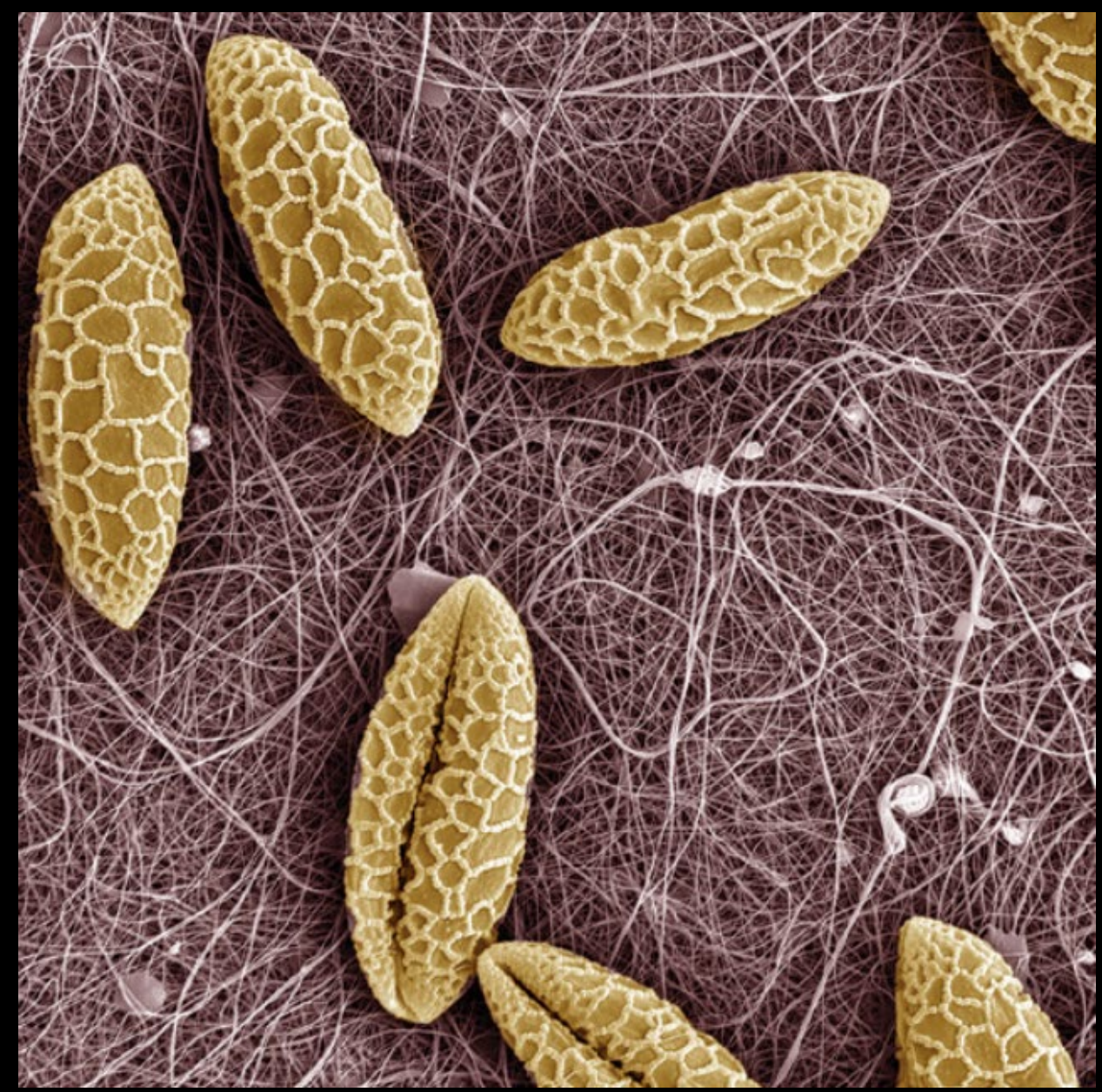
$d < 100 \text{ nm}$

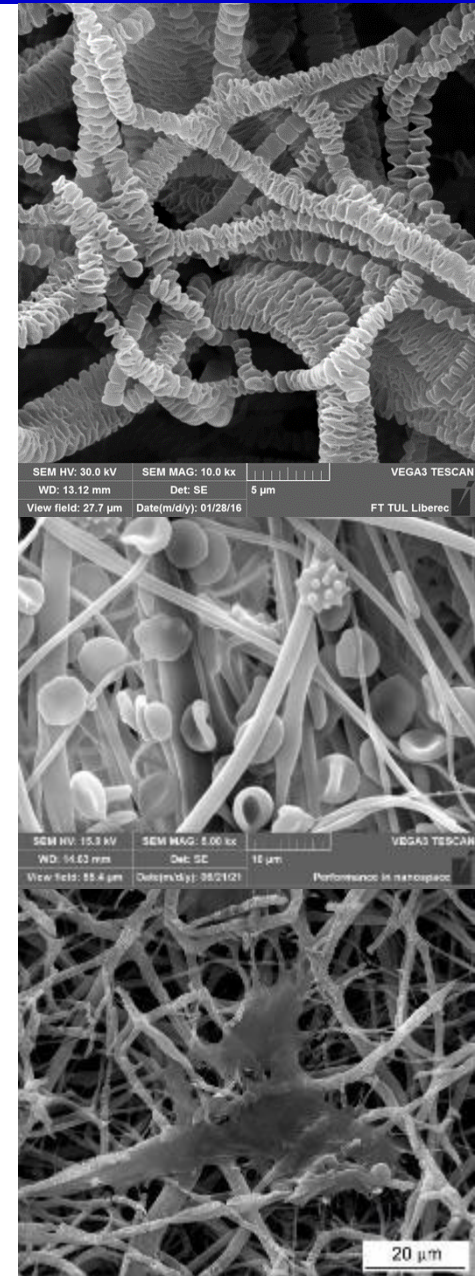
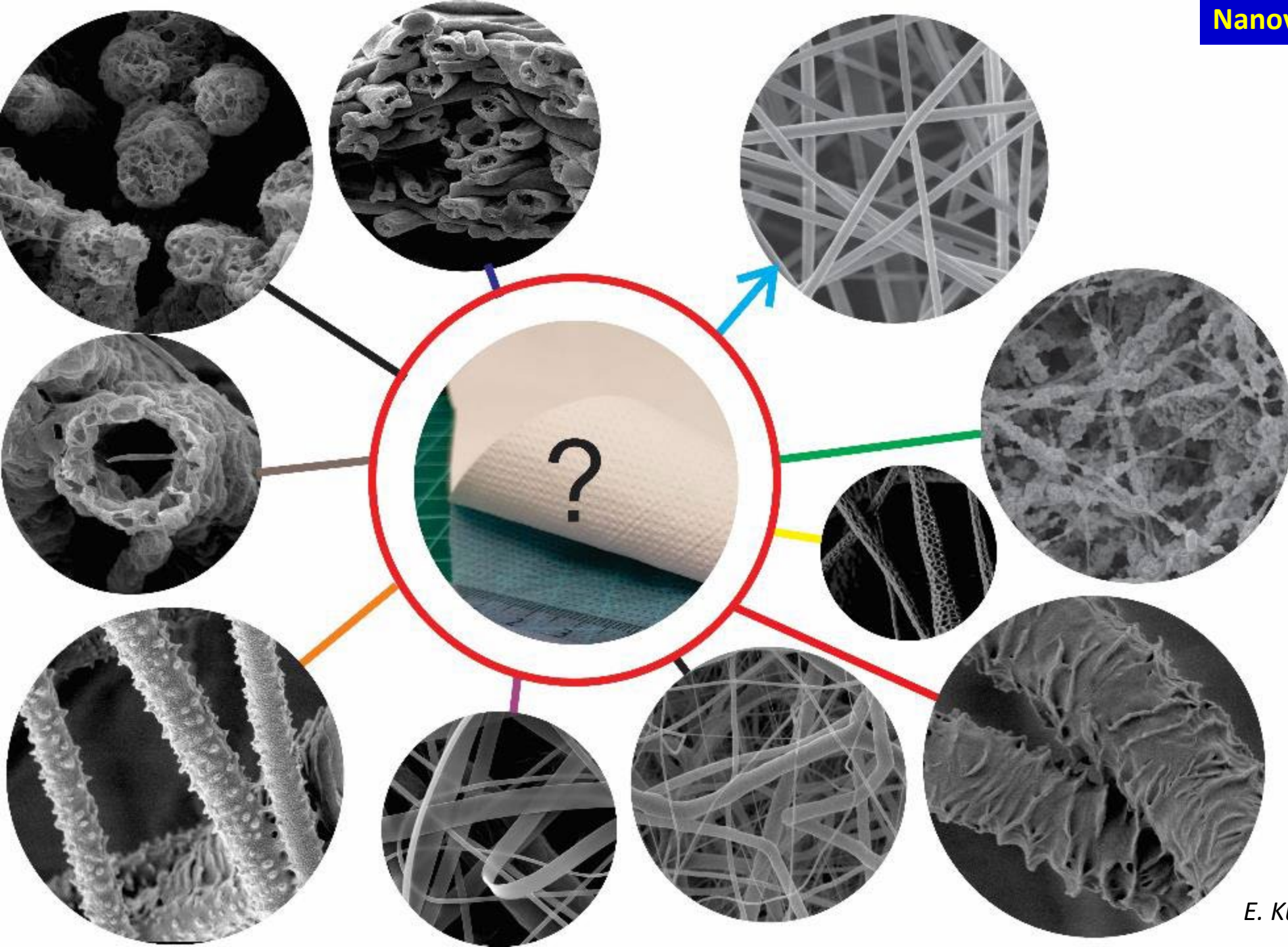
$d < 1 \text{ μm}$

ISO/TS 80004

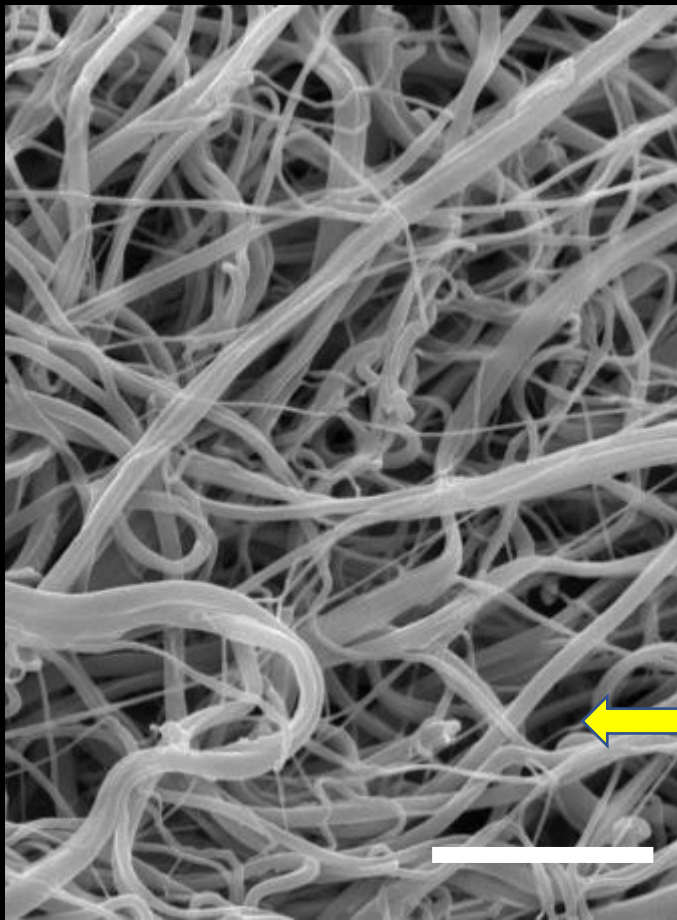
S. Ramakrishna, An Introduction to Electrospinning and Nanofibers, (2025)

ISBN-10 : 9812564152





Nnovláknna – kryt pro hojení ran

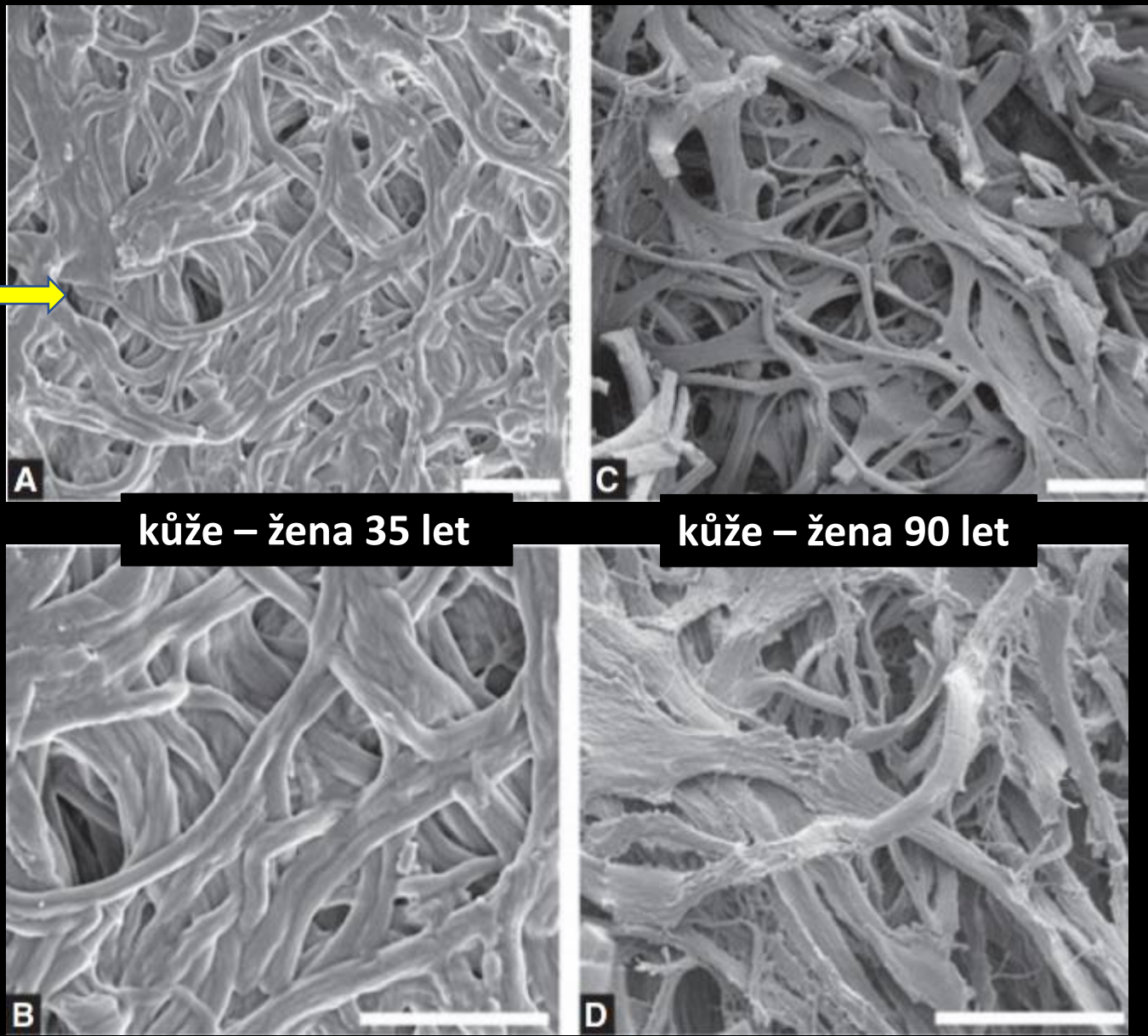


SEM
elastinová vlákna
získaná z lidské kůže

Měřítka = 10 μ m.

NANOTARDIS, TUL

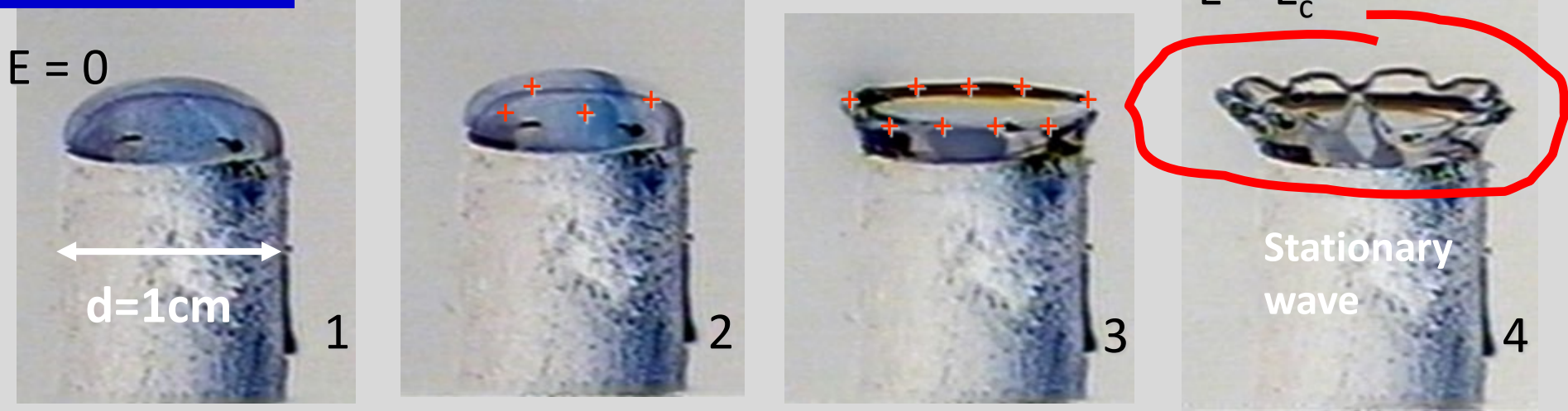
Měřítka = 10 μ m.



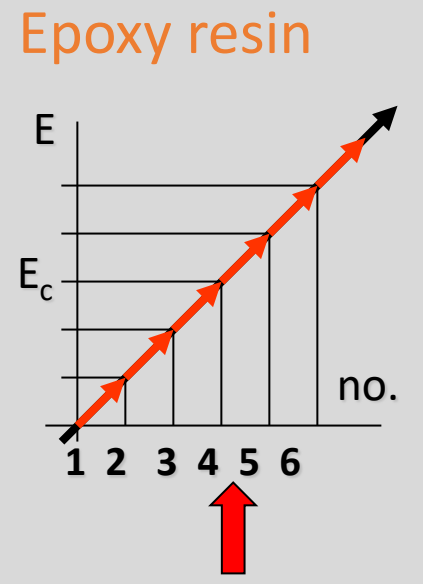
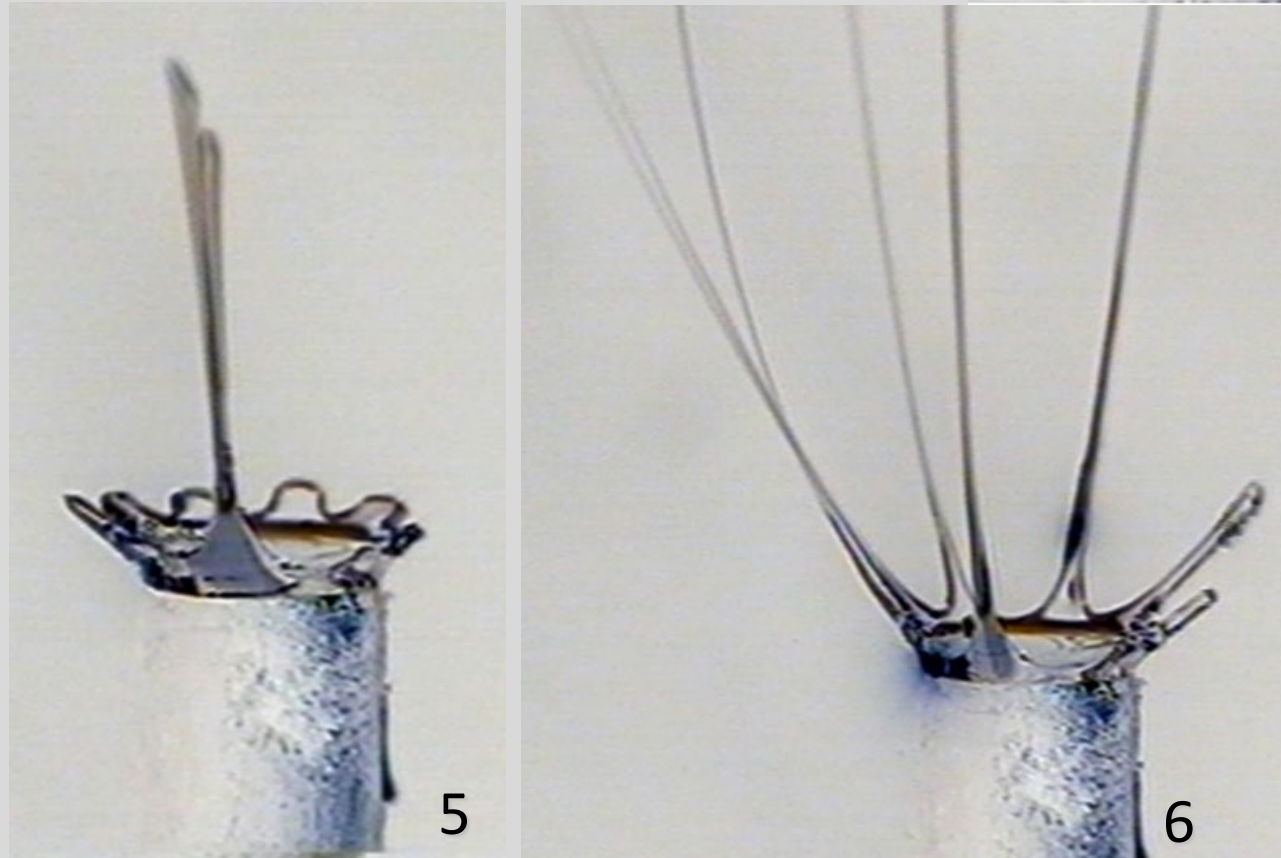
kůže – žena 35 let

kůže – žena 90 let

Experiment – AC Electrospinning



Electrospinning
z volných kapalinových
povrchů



Textile Progress 2 59–140 (2009);
doi.org/10.1080/00405160902904641

Sandra Torres
6



Velký specifický povrch
Vysoká flexibilita
Možnosti funkcionalizace

[WO2005024101](#), A METHOD OF NANOFIBRES PRODUCTION FROM A POLYMER SOLUTION USING ELECTROSTATIC SPINNING AND A DEVICE FOR CARRYING OUT THE METHOD (2004), [CZ 294274](#), [ES2329578](#), [BRPI0414163](#), [PT1673493](#), [EP1673493](#), [RU02365686](#), [CN1849418](#), [CA2536595](#), [AU2004270787](#), [DK1673493](#), [ID046.1171](#), [JP2007505224](#), [PH1/2006/500375](#), [PL1673493](#), [AT435934](#), [IL173881](#), [ZA2006/01791](#), [US20060290031](#), [KR1020060079211](#),

Významné oblasti použití nanovláknenných materiálů

Tkáňové inženýrství

Systemy pro uvolňování léčiv

Diagnostické zdravotnické prostředky
(rakovinné onemocnění)

Lithiové baterie

Optické senzory

Systemy pro uvolňování léčiv

Membrány pro odsolování mořské vody

Mikrobiologické aplikace

Čištění odpadních vod

Vzduchová a kapalinová filtrace

Separace kapalin

Funkční textilie pro sport



Laboratorní a průmyslové stroje Nanospider akcelerovaly celosvětový výzkum, vývoj a aplikace nanovláknenných materiálů.



Patent WO 2014/094694

Majitelé patentu:

Technická univerzita v Liberci
EGU – HV Laboratory, a.s.

Původci patentu:

David Lukáš, Pavel Pokorný, Lubomír Kočiš,
Petr Mikeš, Jiří Chvojka, Eva Košťáková,
Jaroslav Beran, Martin Bílek, Jan Valtera



Klastr NANOPROGRESS Výzkumné práce prováděné
v rámci OP PI a OP PIK v letech 2011-2021.

<https://www.nanoprogress.eu/cz>



Kompozitní nanovláknenná příze

Klasická niť

Nanovláknenná vlečka

US 11,155,934 B2, Method for producing polymeric nanofibres by electric or electrostatic spinning of a polymer solution or melt, a spinning electrode for the method, and a device for the production of polymeric nanofibres equipped with at least one such spinning electrode (2021)

US 10,927,480 B2, LINEAR FIBROUS FORMATION WITH A COATING OF POLYMERIC NANOFIBERS ENVELOPING A SUPPORTING LINEAR FORMATION CONSTITUTING A CORE , A METHOD AND A DEVICE FOR PRODUCING IT

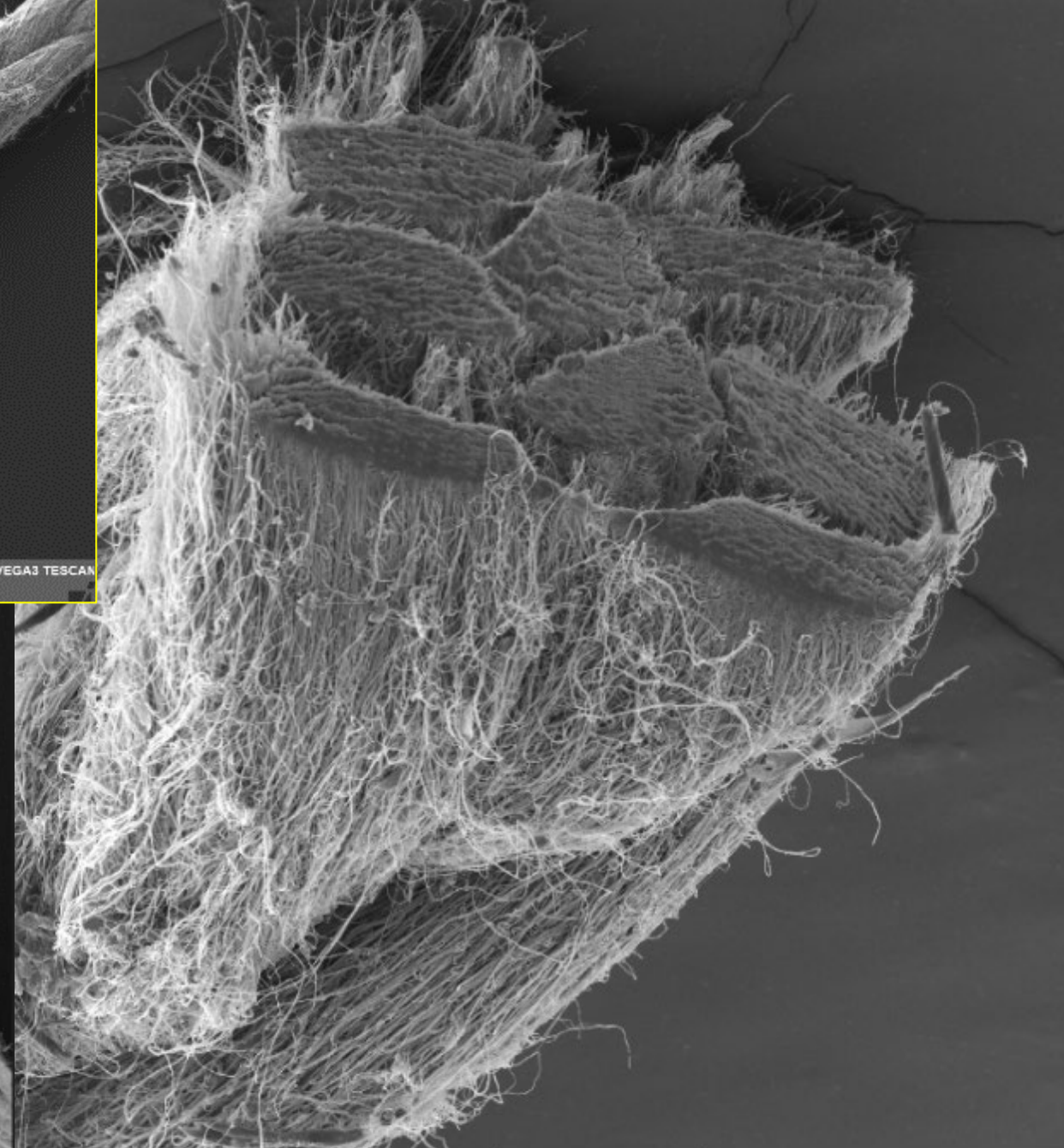
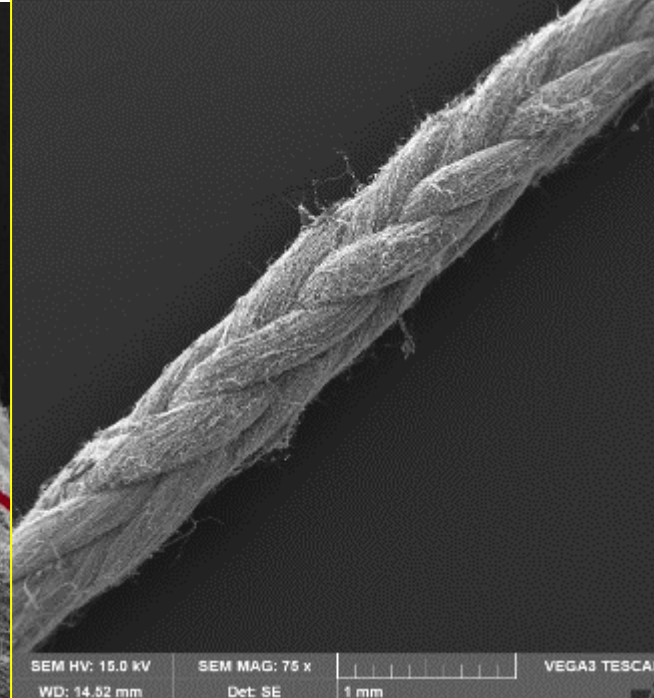
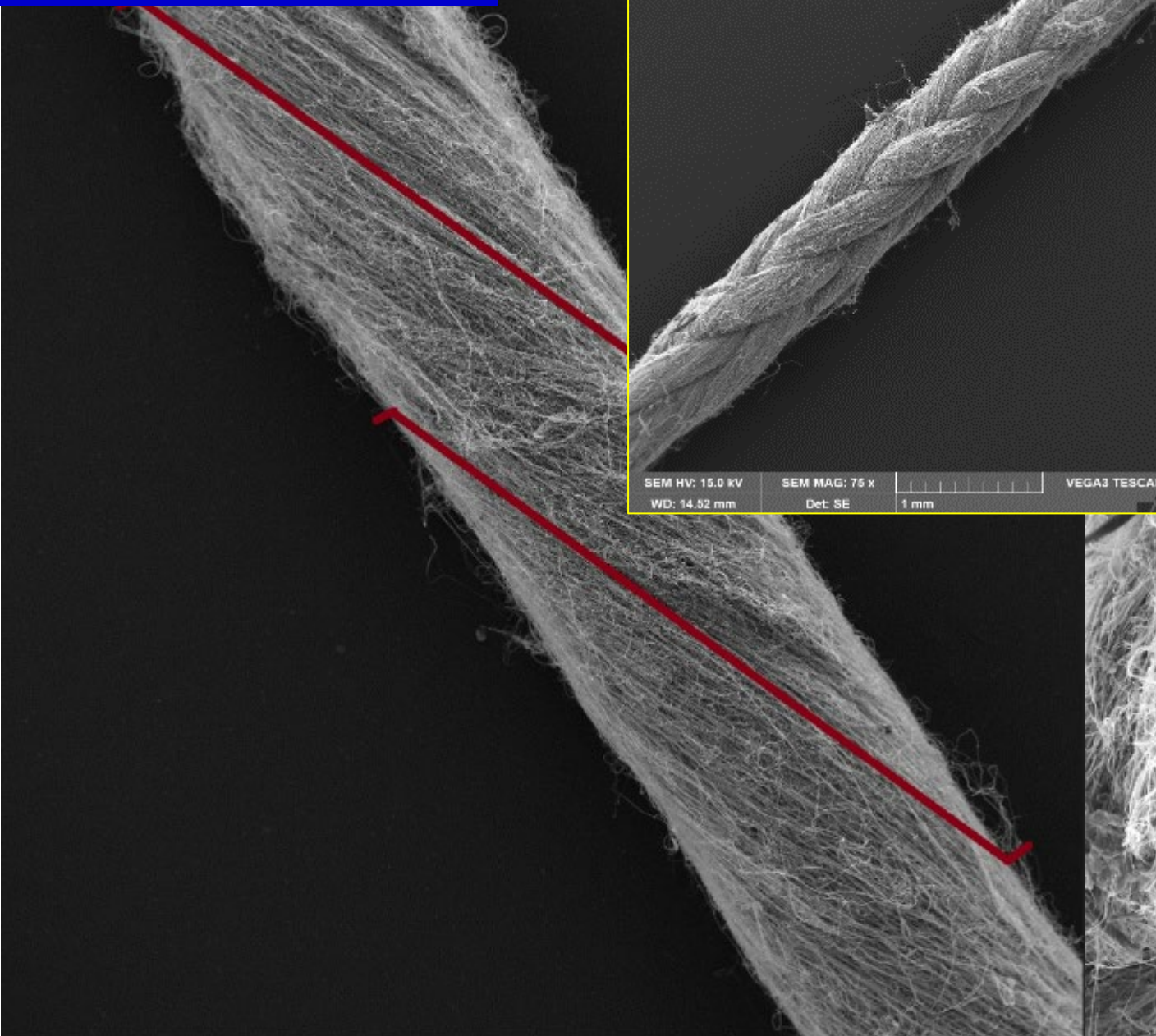
10

*Fabrication of dual-functional composite yarns with a nanofibrous envelope using high throughput AC needleless and collectorless electrospinning, Scientific Reports, 9: 1801 (2019)
doi.org/10.1038/s41598-019-38557-z*

Polymerní roztok

10

100% nanovláknenná příze



SEM HV: 15.0 kV
WD: 14.54 mm

SEM MAG: 100 x
Det: SE

500 μm

VEGA3 TESCAN

SEM HV: 15.0 kV
WD: 8.10 mm

SEM MAG: 250 x
Det: SE

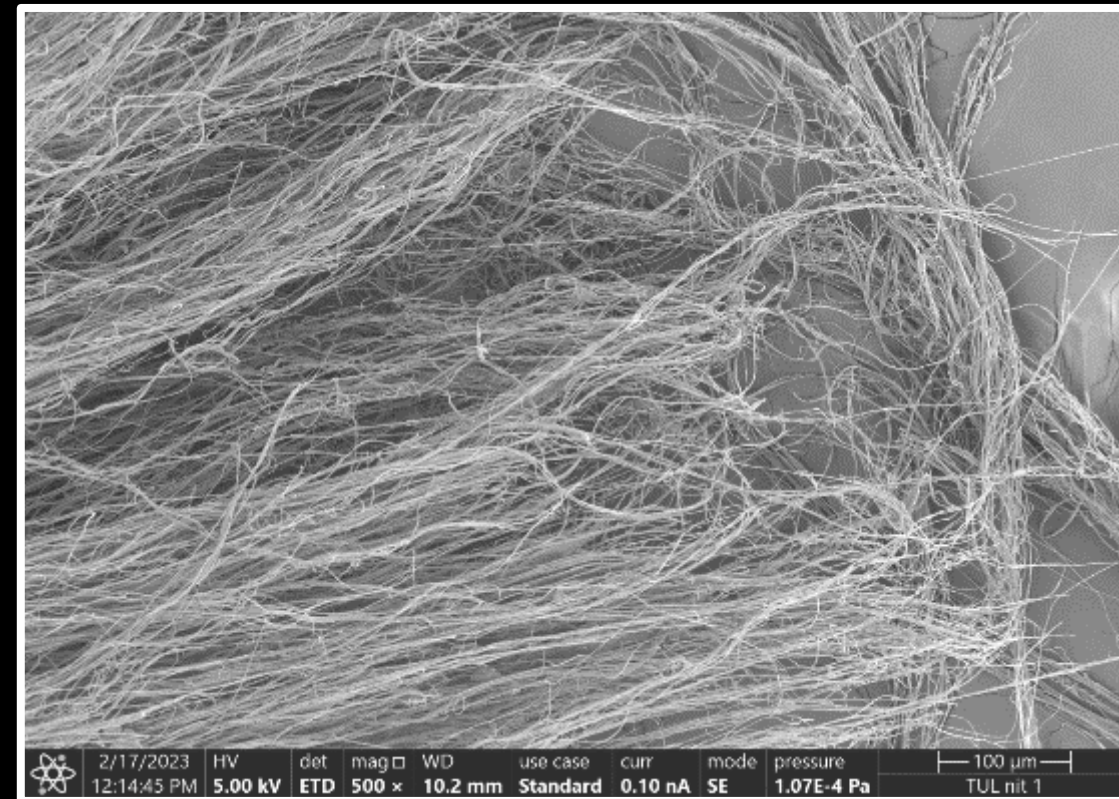
200 μm

VEGA3 TESCAN

S laskavým svolením:

T. Suchý

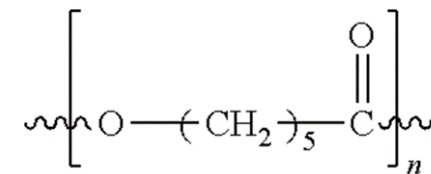
Ústav struktury a mechaniky hornin AVČR, v.v.i.



Závěrečná zpráva o klinickém hodnocení zdravotnického prostředku NANOTARDIS, Technická univerzita v Liberci (2021)

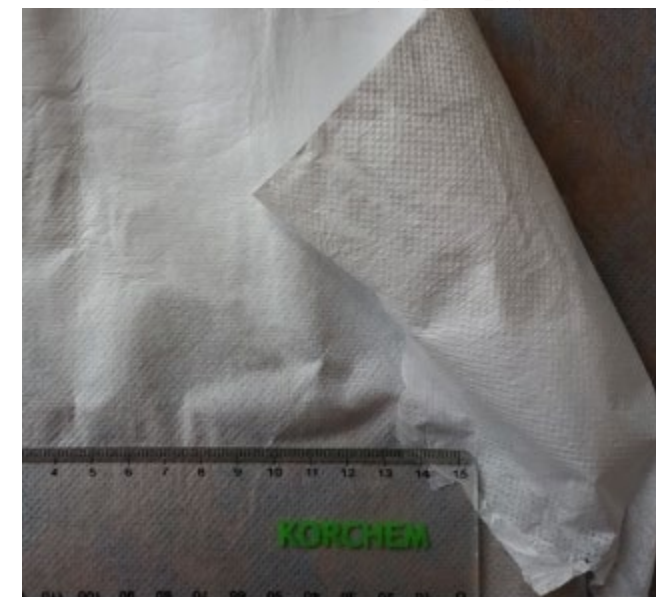
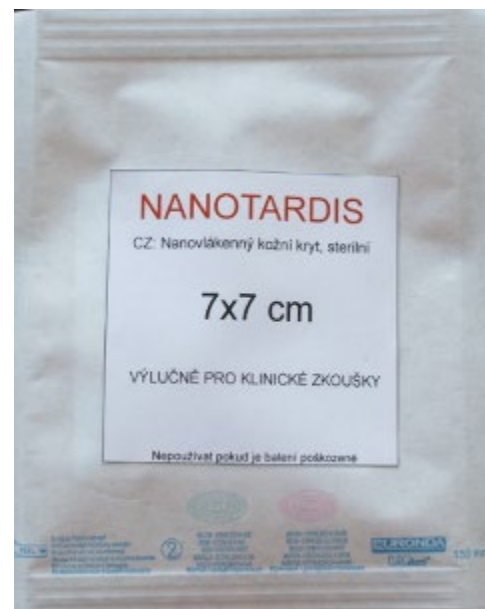
Cíl klinické zkoušky:

- Prokázat vhodnost nanovláknenné vrstvy z biodegradabilního polykaprolaktonu (PCL) k léčbě čistých akutních a chronických kožních defektů.
- Prokázat, že nanovláknenná vrstva podporuje hojení rány.



PolyCaprolactone

Spolupráce zejména s KNL,
(FN KV, NNB)



Hypotéza klinické zkoušky:

- Nanovláknenná PCL struktura je velice podobná struktuře mezibuněčné hmoty kůže, a proto je vhodná pro reparaci a regeneraci tkáně. Podporuje adhezi a proliferaci buněk k nanovláknenné vrstvě.
- Snadno přilne ke spodině rány.
- Působí jako antibakteriální bariera díky malým mezivláknenným pórům.
- Nemusí se z rány vyjímat (biodegradabilita PCL).



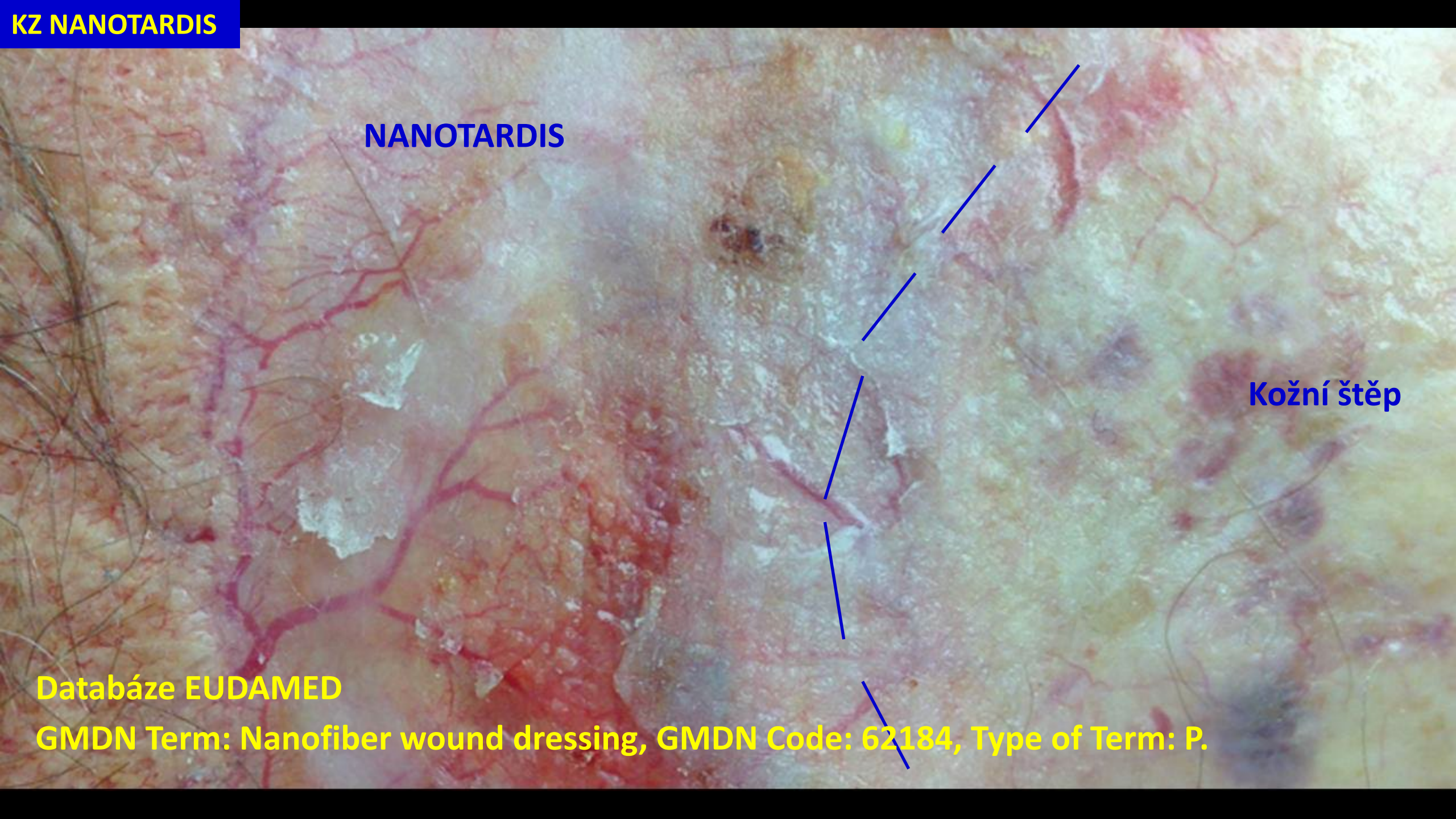
Subjekt hodnocení

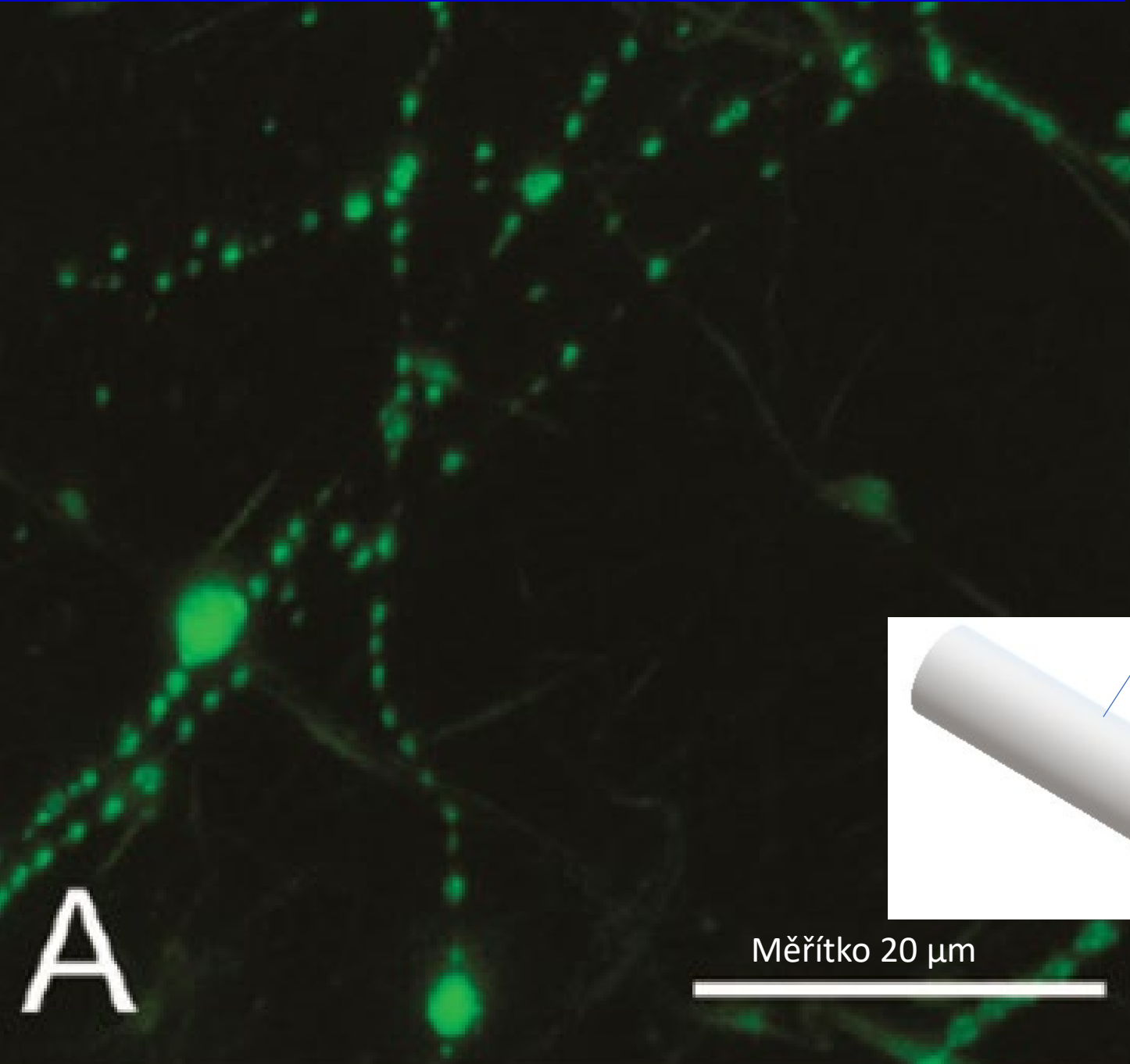
NANOTARDIS

Kožní štěp

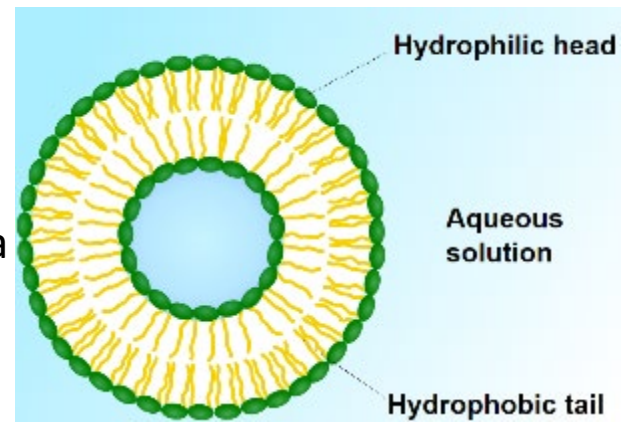
Databáze EUDAMED

GMDN Term: Nanofiber wound dressing, GMDN Code: 62184, Type of Term: P.

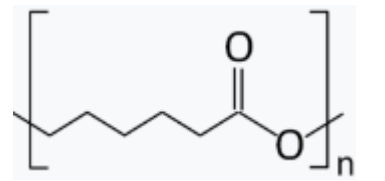




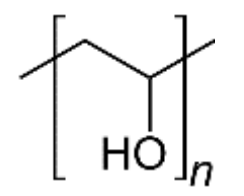
Lipidová dvojvrstva



Polykaprolakton (PCL)



Roztok Polyvinylalkoholu (PVA) s lipozomy



Měřítko 20 μm

NATURE COMMUNICATIONS | (2020) 11:1626 | <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15471-x> | www.nature.com/naturecommunications

ARTICLE

<https://doi.org/10.1038/s41467-020-15471-x>

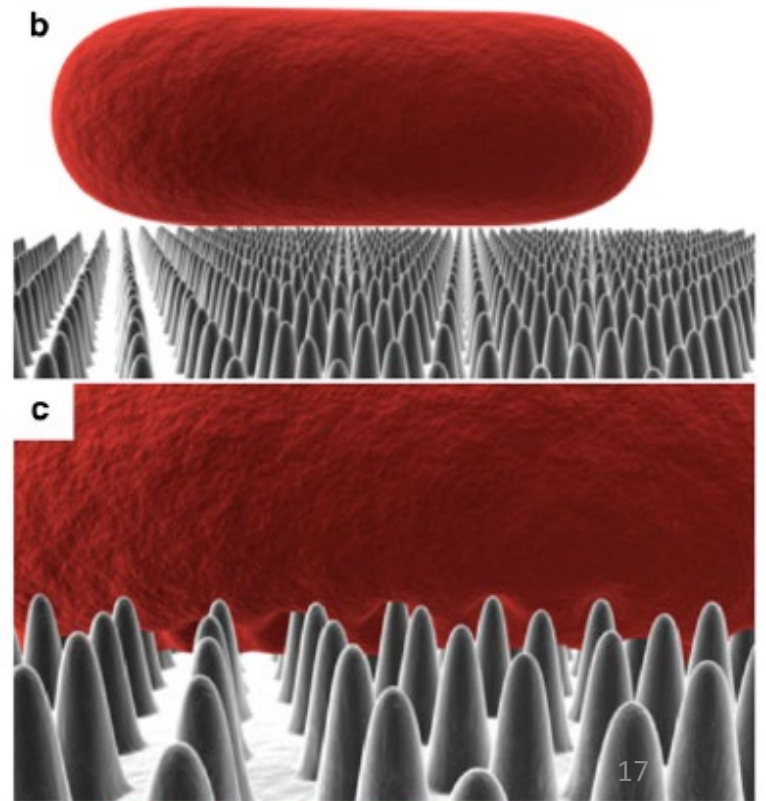
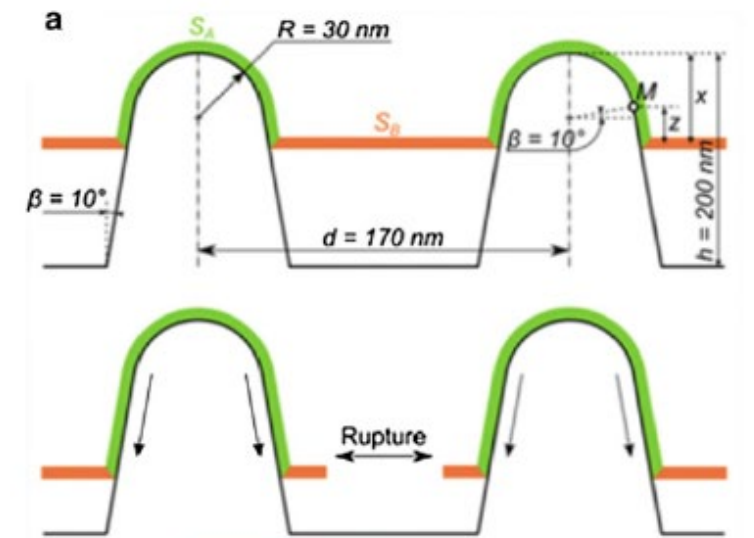
OPEN



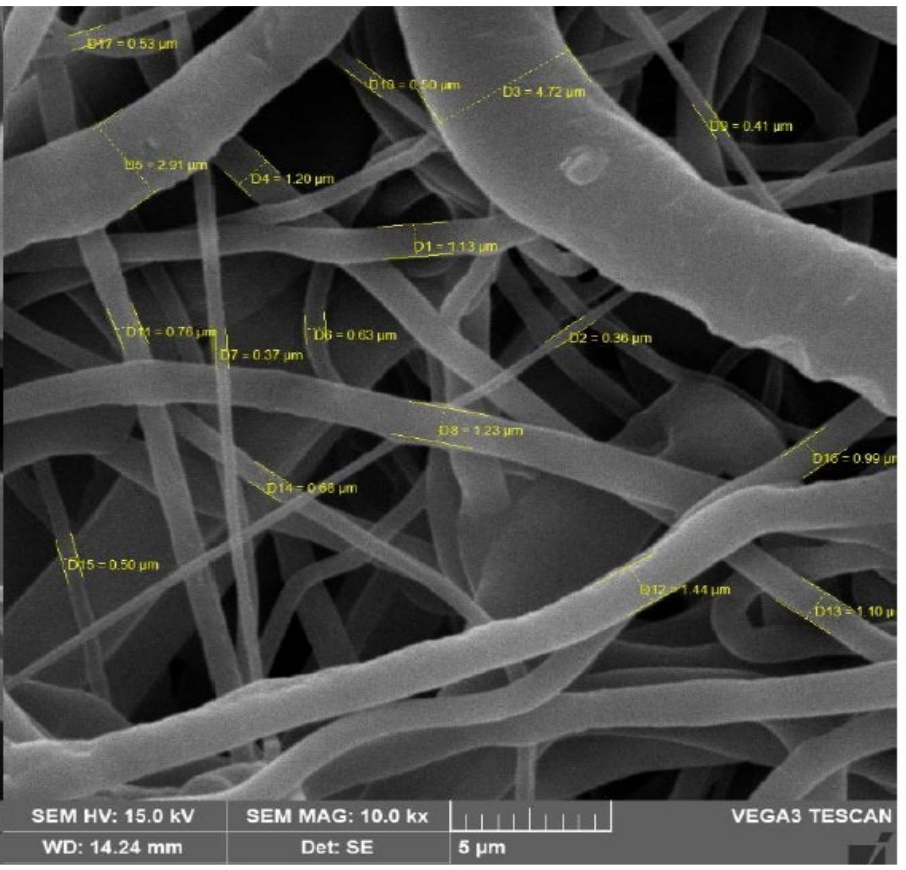
Antibacterial effects of nanopillar surfaces are mediated by cell impedance, penetration and induction of oxidative stress

J. Jenkins¹, J. Mantell², C. Neal², A. Gholinia³, P. Verkade², A.H. Nobbs^{1✉} & B. Su^{1✉}

biofilm



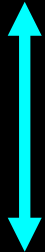
Vlákná s nano-strukturovanými povrchy



Molekulární hydrodynamika

Jev zvláknitelnosti

Studium (mechanických)
signalizačních vlastností
vláken ECM



S laskavým svolením:

Š. Beranová, P. Tláskalová

*Laboratoř experimentálních
komplexních systémů, FROV,
CENAKVA, JČU*



David Lukáš a kol.

Nanovláknna

Teorie, technologie a použití

ACADEMIA



David Lukáš – fyzika, editor díla

Ladislav Dzan – lékař

Štěpánka Dzanová – lékařka

Věra Hedvičáková – buněčná biologie

Věra Jenčová – biotechnologie

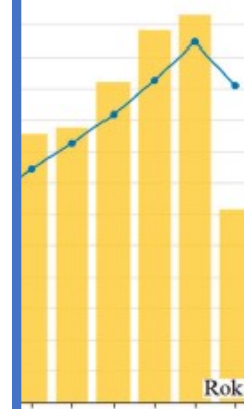
Eva Kuželová Košťáková – materiálové inženýrství

Maxim Lisnenko – teoretické výpočty

David Svoboda – ekonomie

Michal Trčka – filosofie, etika

Jan Valtera – konstrukce, strojírenství



stí nanovláken: aktivita
patentInspiration na klí-
ktu.
e [cit. 17.9.2021])

a které je možné spojit
nou registraci patentů
ory v různých národ-
ních, jež jsou spojeny
w-how.

ýza pomocí softwaru
pres“ v názvu patentu
ledovat jejich prudký
ze v jednotkách pří-
Co se týče globálních
ch příčkách dominují
táty americké (3609)
středěno v České re-
více než 100 v Ruské

ází v současnosti vel-

em případě dané spo-

lečnosti rychleji zaostávají za zeměmi, v nichž se moderní technologie více apli-

kují a více se do nich investuje, což znamená i větší produktivitu a růst životní

úroveň. Globální nerovnosti se tak mohou rychle a výrazně prohlubovat. Nejde

Obr. 1.3: (A) Holtzův e
ni rotujícího disku, (A'
tonův vynález: Kompo-
výboj mezi kladně a zá-
výboj má formu polyma-
který slouží jako kolekt-
(a) převzato z: <https://en.wil>

s trubicí (A'). Zaříze-
v podélném směru.

Aparatura pro ka-
v pracích Johna Zek-
zení, viz obr. 1.4, pro
elektrod. Jeho průkoj
jitosti s elektrospinni-
zajímal o výbojové je-
vových jehlových jis-
dy o malém průměru
experimentů Zeleny
jehel se postupně zv-
tak je v důsledku san-
ny tedy zvolil alterna-
tvé povrchy, aby si u-
vytvořit pomocí úzk-
selená voda ze spoje-
měřit intenzitu elektr-
velmi jemných kapal-
jev související se zv-
rát, schematicky zná-

(b) inspirováno publikacemi [60, 61]; (c) používaná v nanovláknové technologii
elektrického pole –
1 – polymerní rozta-
kem gravitačních sí-
ňovací) oblast elek-
buněčnou adhez-
Na scaffoldy by-
ginální snímky, i
(viz publikaci [29])

elektrického pole –
1 – polymerní rozta-
kem gravitačních sí-
ňovací) oblast elek-

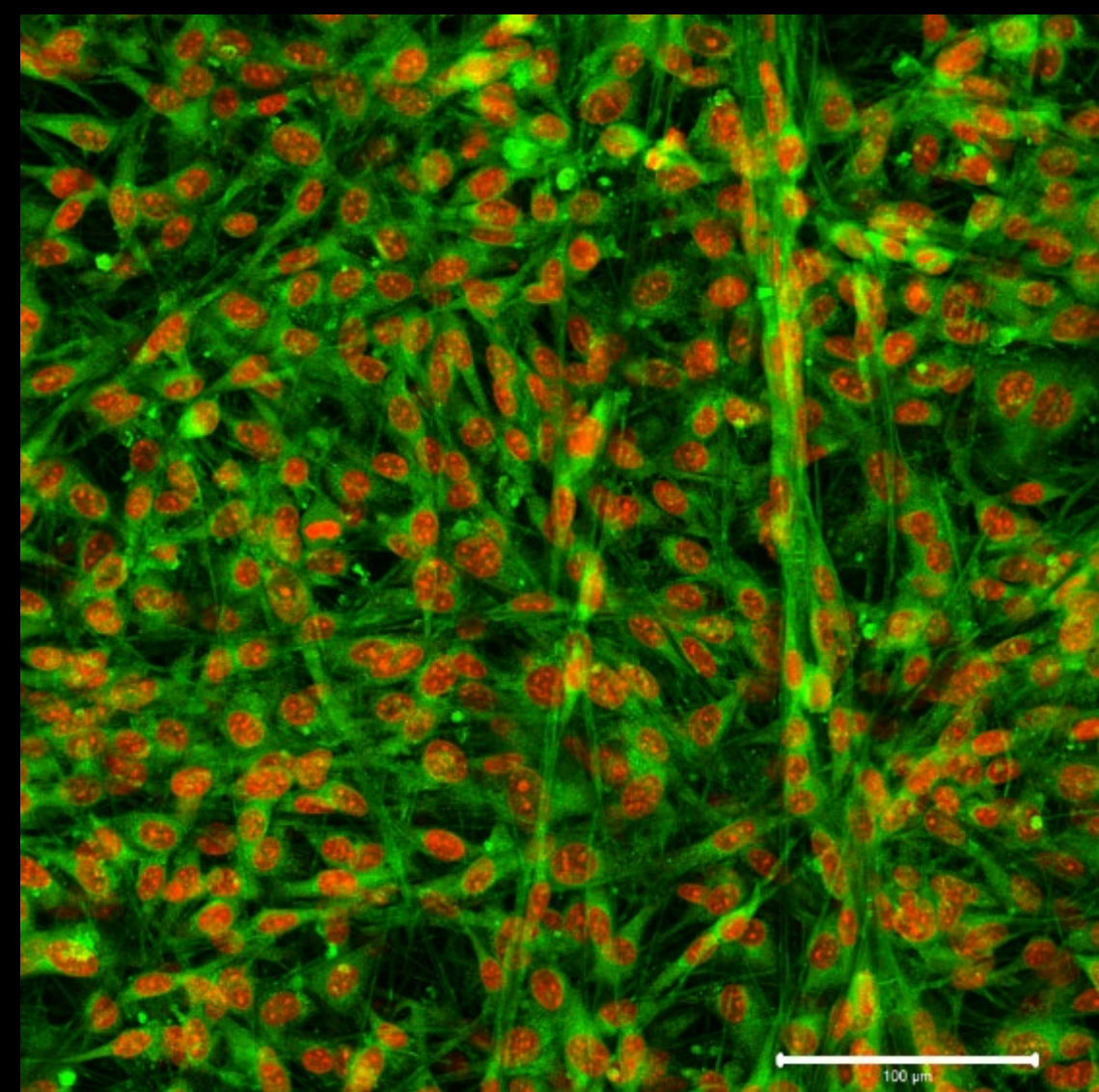
buněčnou adhez-
Na scaffoldy by-
ginální snímky, i
(viz publikaci [29])

dostatek volného mate-
rik. Využití nanomateri-
jak je naznačeno na ob-

Nanotechnologické p-
stence a uplatnění na

lečnosti rychleji zaostávají za zeměmi, v nichž se moderní technologie více apli-
kují a více se do nich investuje, což znamená i větší produktivitu a růst životní
úroveň. Globální nerovnosti se tak mohou rychle a výrazně prohlubovat. Nejde

Děkuji Vám za pozornost



Autoři prezentace děkují ze podporu tohoto výzkumu z projektu GAČR 23-05154S Interakce prokaryotických a eukaryotických buněk s nanovláknny s různou morfologií a strukturou.