

- Kolikrát sníží koncentraci vdechovaných patogenů respirátor FFP2?
- Mohu zase nosit roušku místo respirátoru?
- Je lepší vzduch v místnosti filtrovat nebo větrat?

Ochrana před respiračními patogeny (SARS-CoV-2) pomocí filtrace osobní a v interiéru

Ing. Max Fraenkl Ph.D., Ing. Miloš Krbal Ph.D., Ing. Jakub Houdek, Ing. Vladimír Ždímal Dr., Prof. Ing. Miroslav Vlček, CSc.



CEMNAT
Pardubice



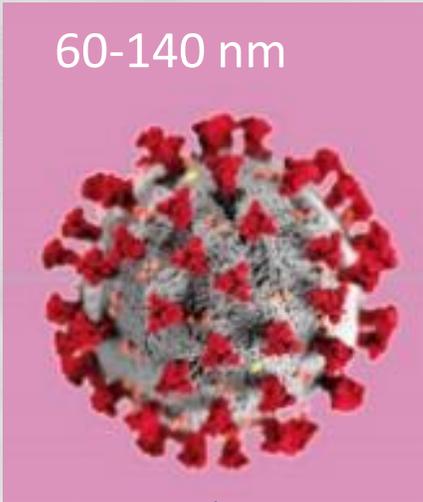
ÚSTAV CHEMICKÝCH
PROCESŮ AV ČR
INSTITUTE OF CHEMICAL
PROCESS FUNDAMENTALS
OF THE ASCR

Obsah

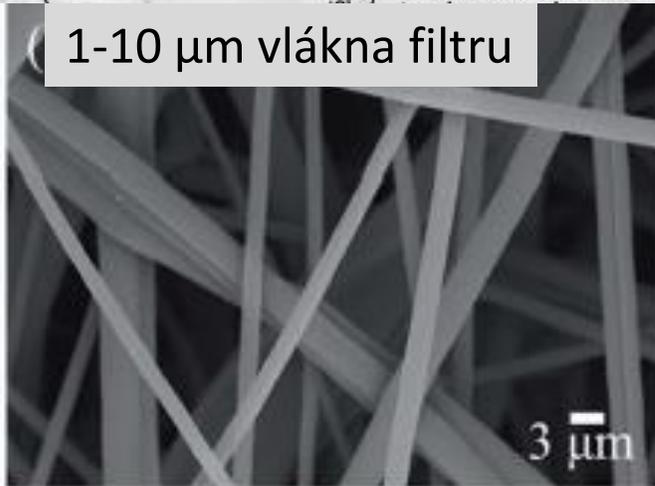
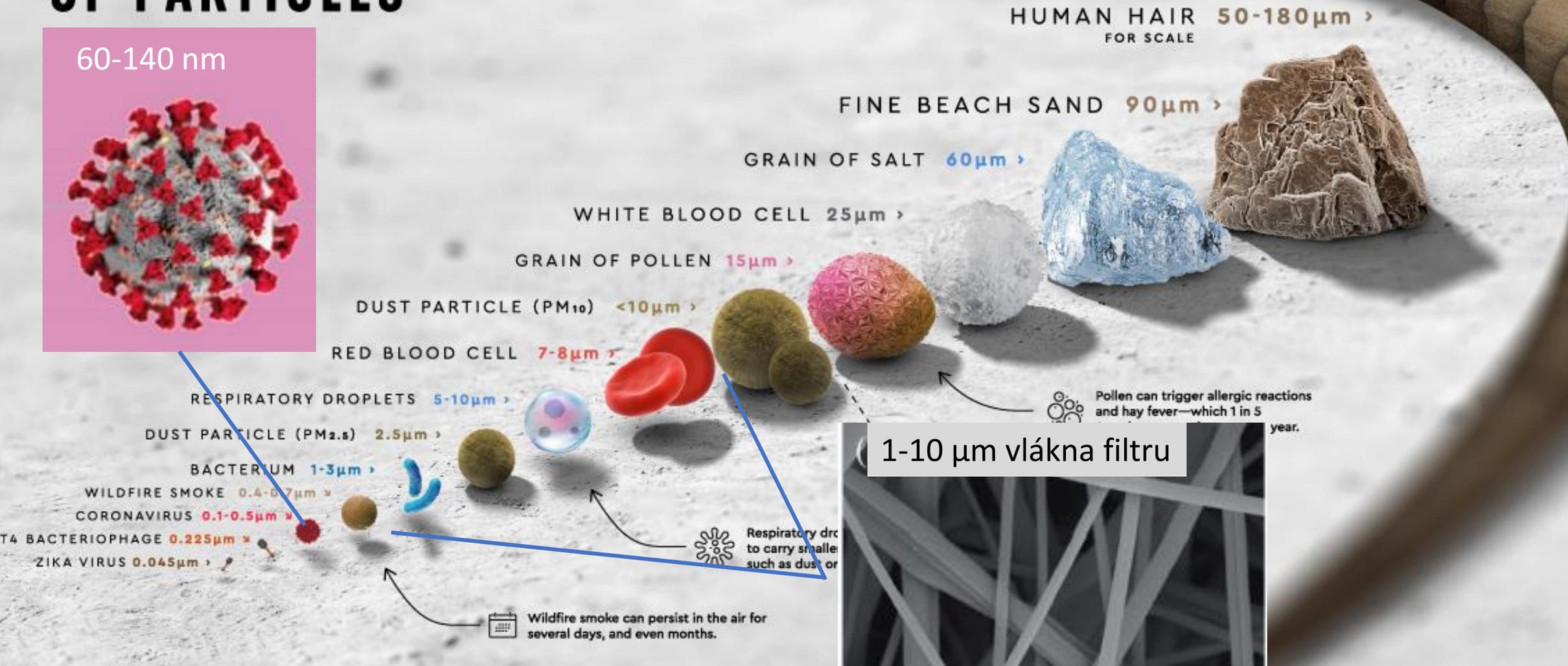
1. Obecně o vzniku a šíření aerosolových částic (SARS-CoV -2) a jejich filtraci
2. Osobní filtrace
3. Filtrace v místnosti
4. Modelové příklady ochrany
5. Náš výzkum a možná spolupráce?

THE RELATIVE SIZE OF PARTICLES

Mikro a nano svět



60-140 nm



1-10 μm vlákna filtru

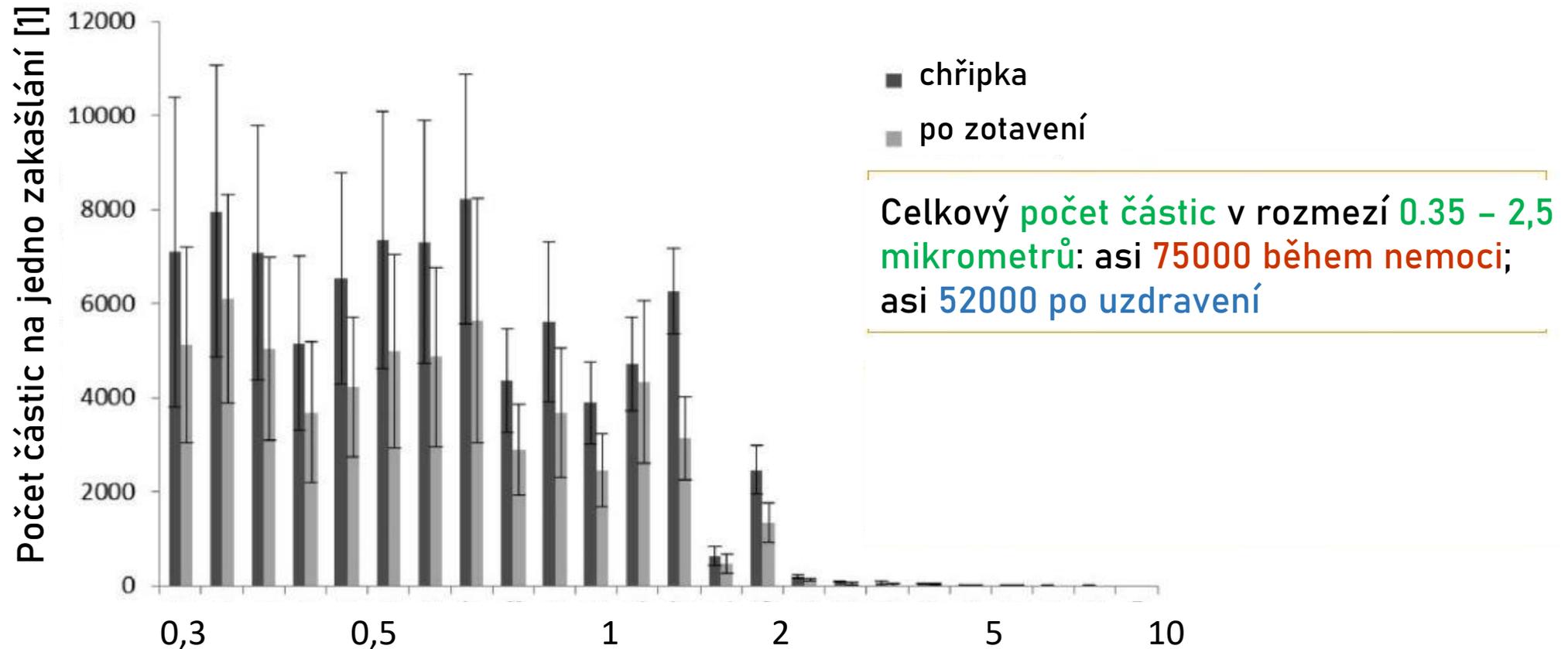
3 μm

Množství a velikost produkováných kapének

dýchání < řeč < hlasitá řeč < kašel

Většina produkováných kapének má při výstupu z úst velikosti pod 2.5 mikrometru
(0,3 – 150 mikrometru)

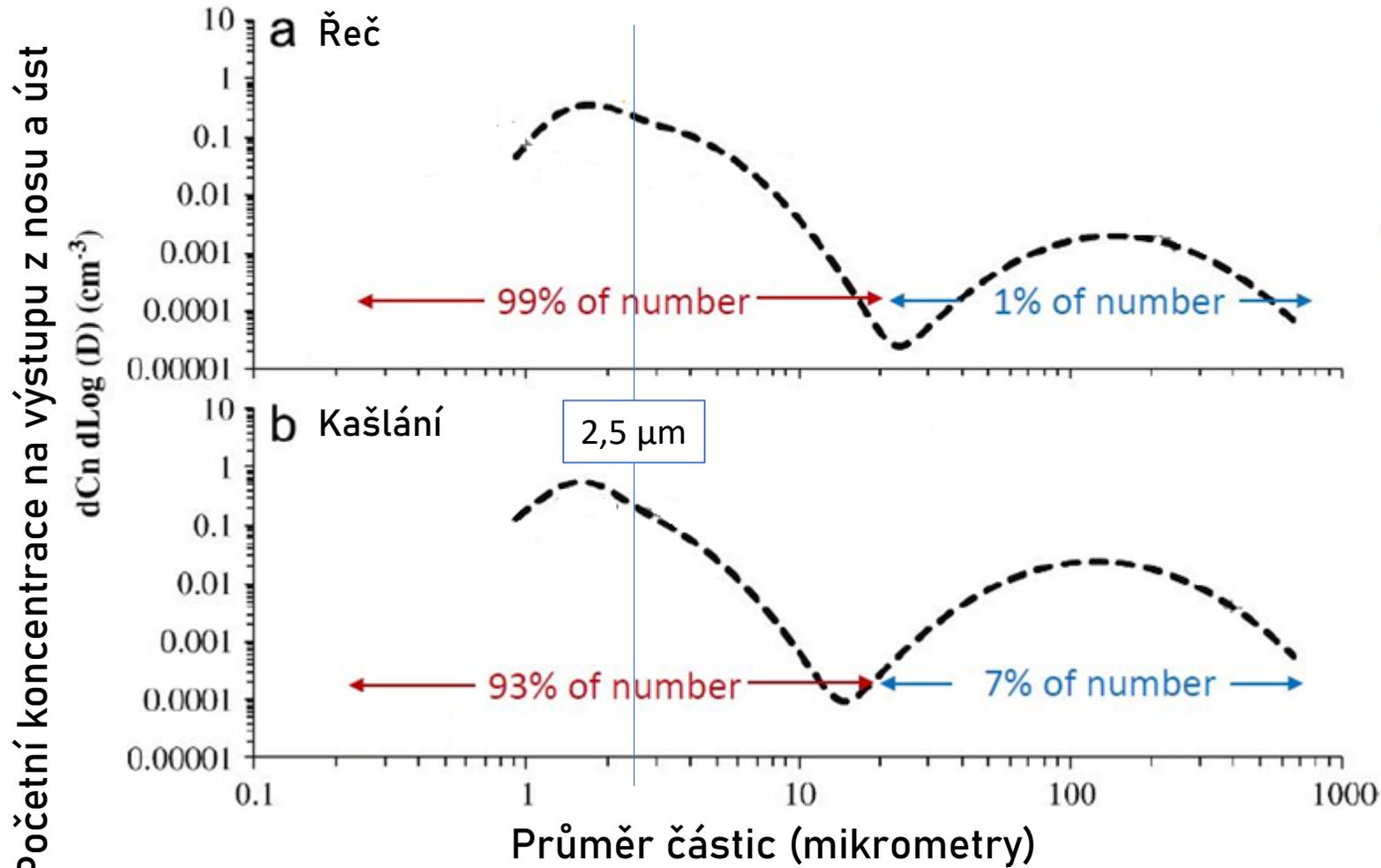
Kašel jako zdroj aerosolu



Rozsah velikostí částic (mikrometry)

(1) Lindsley, W.G., Pearce, T.A., Hudnall, J.B., et al., 2012, Quantity and size distribution of cough-generated aerosol particles produced by influenza patients during and after illness, *J Occup Environ Hyg* (2) Lindsley, W.G., Noti, J.D., Blachere, F.M., et al., 2015, Viable influenza A virus in airborne particles from human coughs, *J Occup Environ Hyg*

Řeč a kašel: porovnání

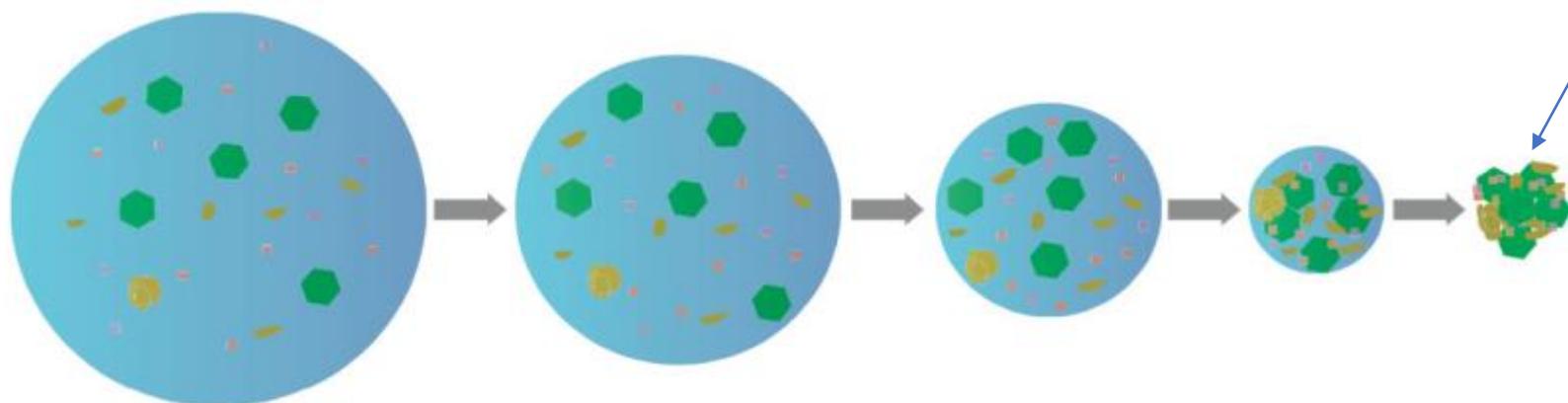


5 nl a 30 kopií
virální RNA
když řekneme
„Hello world“

125 nl a 900 kopií
virální RNA na
jedno odkašláni

Jaká je ve skutečnosti střední velikost aerosolových částic nesoucích virus SARS-CoV-2 v interiéru?

Změna velikosti kapének



Průměr 0,3 mikrometry
Doporučení



Příklad - kapénka vody velikosti 15 μm vypařováním za běžných podmínek zmenší svůj průměr desetkrát za cca 0,3 s)

Yi Y. Zuo et al. ACS Nano, 2021
Hinds WC., Wiley, 1999

Velikost rozhoduje o mnoha vlastnostech!

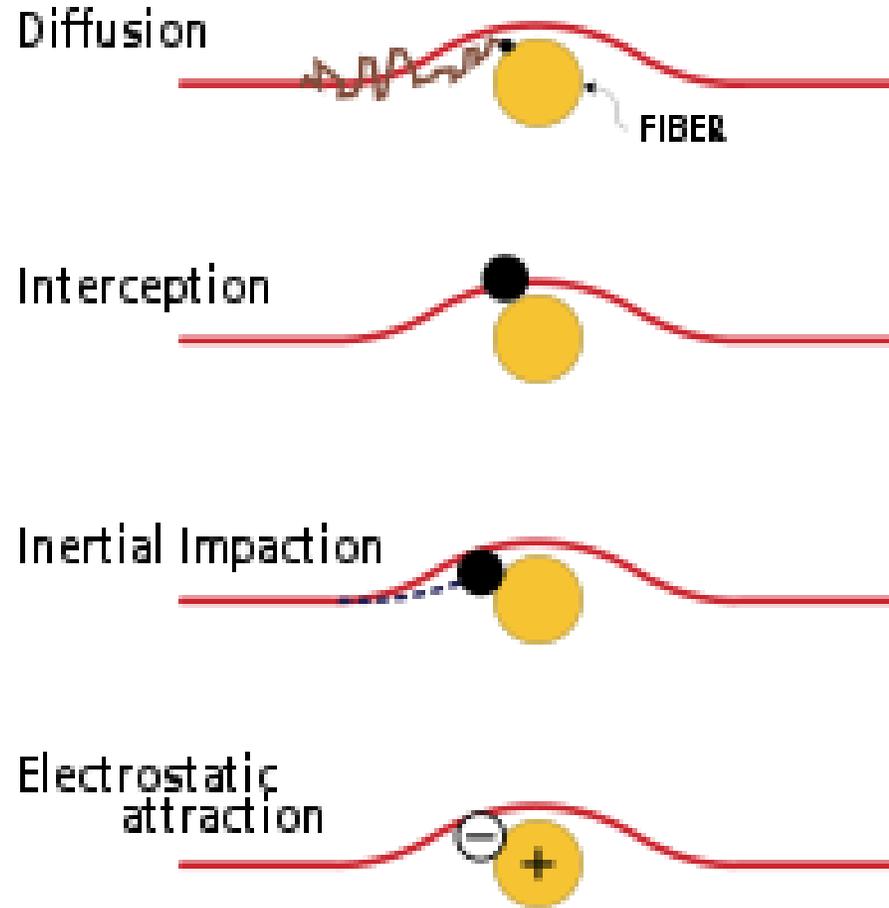
- Mikronové a submikronové částice velmi pomalu klesají

Velikost částice	Sedimentace ve vzduchu
100 nm (SARS CoV-2)	1×10 ⁻⁶ m/s (11 dní 1 m)
10 μm	0,003 m/s (1 h 1m)
100 μm	0.25 m/s (4s 1m)

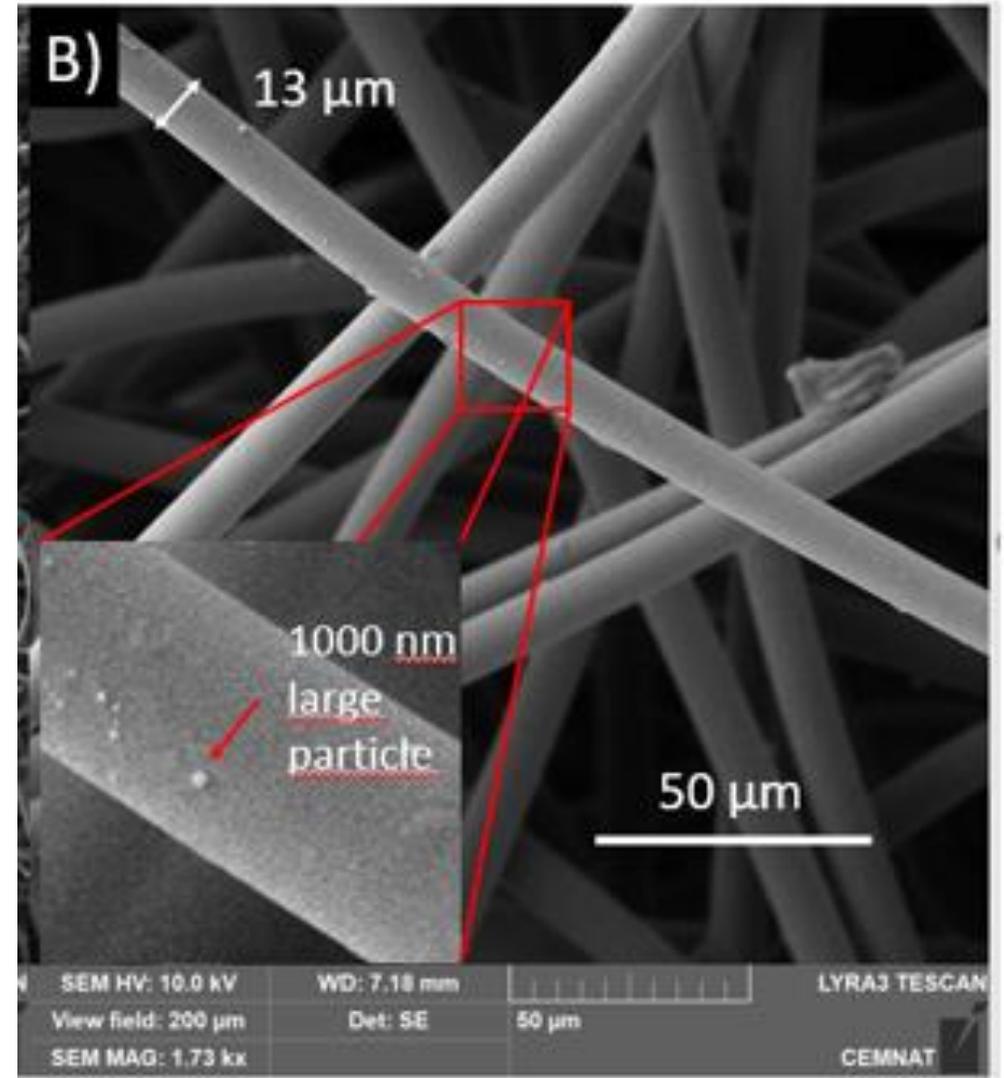
- Pohyb částice pod 300 nm cik-cak (Brownův pohyb)
- Jakmile se nanočástice dotkne vlákna filtru je „navždy“ upoutána Van der Waalovými silami, případně elektrostaticky

Principy filtrace

Filtration Mechanisms



Póry filtru jsou větší než částice, které se filtrují!!!



Ochrana v interiéri

Expozice = množství nadechnutých částic

$$\textit{Expozice} = (\textit{síla zdroje}) \times \frac{1}{(\textit{úroveň ochrany})} \times \textit{čas}$$



×



×



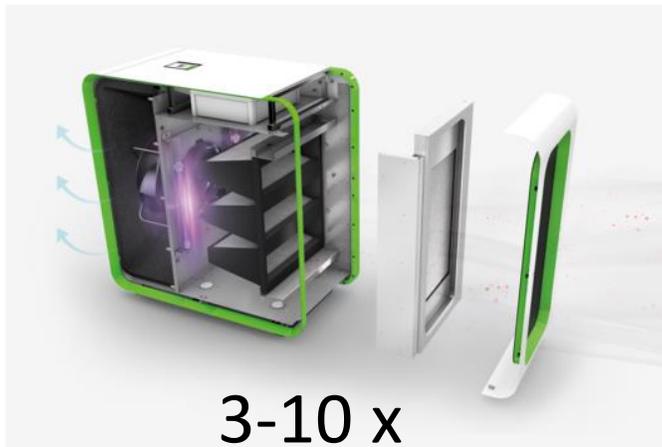
Osobní filtrace

ochrana	Filtrační účinnost	Projde částic	Lepší
žádná	0%	100%	N/A
rouška	50%	50%	2x
Respirátor FFP2	95% (90 %)	5% (10%)	20x (10x)



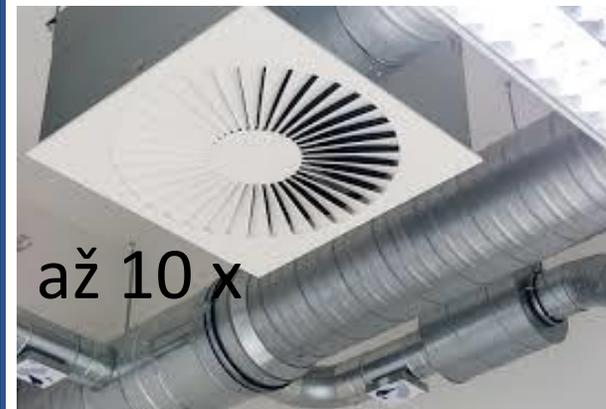
Filtrace a větrání

n – násobky výměny vzduchu za hodinu



×

1 x



ochr. faktor

n (h⁻¹)

Příklady ochrany



1x



1 x

celkem

1x

tváří v tvář
pacientovy



2x



4x

8 x

2 x



2x



4x



5x

40x

2x

AIR-BLADE



20x (10x)



4x

80x (40x)

20x (10x)

Náš výzkum, spolupráce...

- Filtr osobní
- Filtrace v místnosti - pracujeme na tom (tiché, levné, účinné)
- Filtrace nad lůžkem koncept (potenciál zlepšení 4-8x)

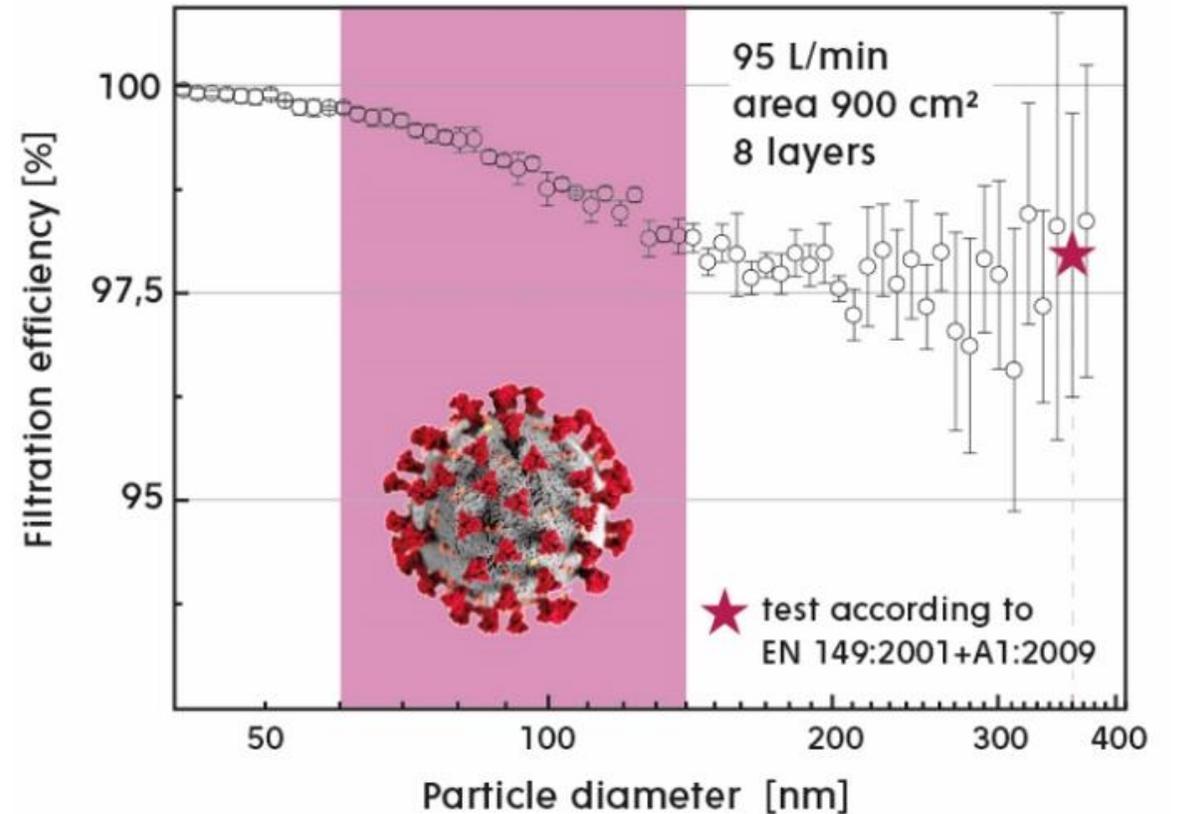


High-Quality and Easy-to-Regenerate Personal Filter

Max Fraenkl, Ph.D.¹, Milos Krbal, Ph.D.¹, Jakub Houdek, MS¹, Zuzana Olmrova Zmrhalova, Ph.D.¹, Borivoj Prokes, MS¹, Petr Hejda, Ph.D.¹, Stanislav Slang, Ph.D.¹, Jan Prikryl, MS¹, Jakub Ondracek, Ph.D.², Otakar Makes, MS², Juraj Kostyk, Ph.D.², Petr Nasadil³, Pavel Malcik, RnDr.³, Vladimir Zdimal, Ph.D.², Prof. Miroslav Vlcek¹



C. Size-resolved filtration efficiency



Poděkování

- Prof. Miroslavu Vlčkovi
- Dr. Ždímalovi za poskytnutí odborné pomoci a některých podkladů použitých v prezentaci

Děkuji za Vaši pozornost!

max.fraenkl@upce.cz