

Návod na improvizovanou ochranu před koronavirem pro pracovníky v první linii

Určeno těm, kteří jsou vystaveni vysokému riziku kontaktu s koronavirem COVID19 a nemohou se prozatím dostat k plně funkční FFP 3 ochranné pomůcce a štítu.

Jedná se nejen o zdravotníky, lékárníky, ale dle našeho názoru i pracovníky obchodu, kteří jsou v kontaktu s velkým počtem lidí a jsou v blízkém kontaktu.

Důležité upozornění! Následujícím návodem se pokoušíme řešit krizovou situaci a měl by být chápán jako návod k dosažení maximální možné osobní bezpečnosti při konstrukci vlastního improvizovaného filtru a štítu. Můžeme vám poskytnout návod a fyzikální zdůvodnění účinnosti filtru a odhad jeho účinnosti. Vaše vlastní materiály a konstrukce, které vytvoříte, budou mít účinnost v určitém předpověditelném pásmu, který udává tento návod. Stupeň ochrany lze tedy přibližně odhadnout, samozřejmě parametry vašich vlastních konstrukcí nemůžeme garantovat ani nést odpovědnost za problémy způsobené použitím vámi zkonstruovaného filtru. Jsme ale přesvědčeni, že tento návod může pomoci nalézt dočasné řešení, které se snaží snížit riziko vaší infekce. Prosíme, chápejte to tak a řiďte se při konstrukci vlastním experimentálním citem, a zdravým rozumem při experimentování.

Pobyt v prototypu je možná nepohodlný, ale je to maximum pohodlí, které v dané chvíli existuje.

Řešení využívající šnorchlovací masky

Toto řešení vychází z vývojového námětu sdružení COVID19CZ, které modifikuje šnorchlovou masku nástavcem a filtrem s HEPA12 filtrem (např. ve výstupním filtru vysavačů). Toto řešení nyní začíná ČVUT produkovat v množství cca 3000 kusů, které budou distribuovány na kritická místa systému, kde dosud chybí dodávky. HEPA 12 filtr byl otestován virologicky jako neprostupný pro virus chřipky.

I pro ty z vás, kdo máte takovou masku doma, lze jistě vymyslet redukci na HEPA 12 filtr. Vzor masky, který mám nyní k dispozici, snad může posloužit k inspiraci (Viz foto níže).



Prosíme nezapomeňte zakrýt výdechové otvory vašich masek kouskem roušky, abyste chránili své okolí před případným výdechem kapének s virem směrem od vás, kdybyste byli nakaženi a nevěděli to!

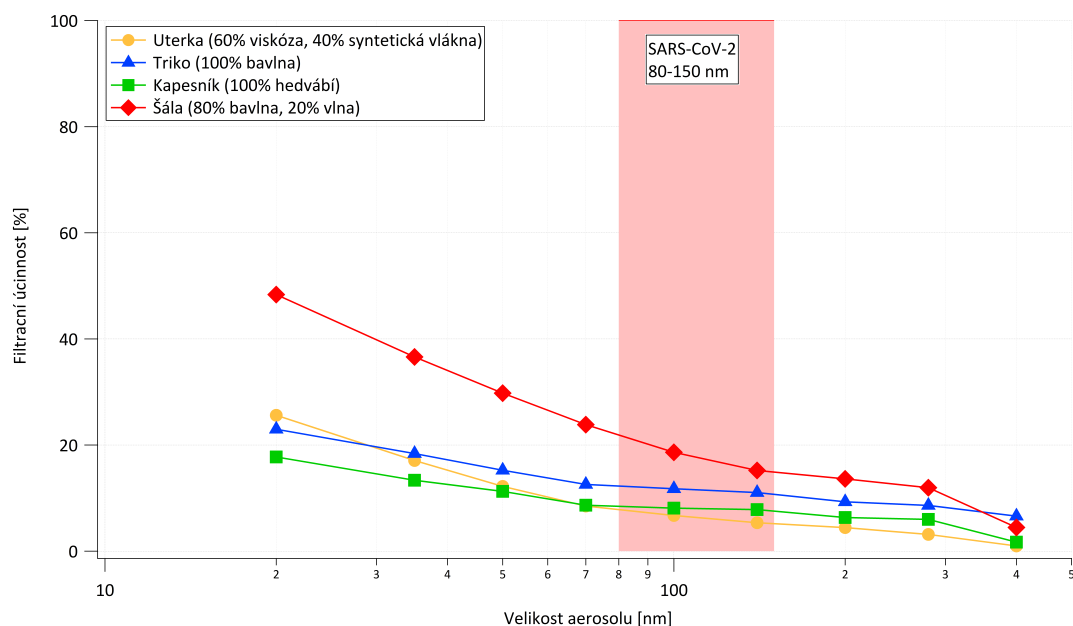
Řešení vycházející zcela z doma dostupných prostředků

Ke konstrukci pomůcky, která vás bude chránit na úrovni FFP 3, a tedy bude schopná zachytit částice o velikosti viru, je třeba vyvinout účinný filtrační materiál a rovněž (pokud možno) ochránit i oči štítem. K tomu jsem před několika dny – jako jednu z možností – vyvinul štítovou masku z dvoulitrové PET láhve. Od té doby vznikla i verze „pro brýlaté“, kterou vytvořil kolega arch. Kordovský. Velmi důležité pro účinnost filtru je zatěsnění masky na obličeji. Sebelepší filtr ztrácí účinnost, pokud vzduch obtéká netěsnostmi mezi maskou a obličejem! I profesionální FFP 3 respirátor může mít při špatném utěsnění účinnost třeba jen 20% a ne 99,9%, jakou by měl, kdyby bylo nasazení zcela neprodyšné!!!



Zde samozřejmě naše improvizované celulózové vrstvy nejsou dostatečným filtrem proti vstupu viru, ale byly pouze ilustrační, vhodné pro zadržení kapének. Obě řešení dobře těsní na obličeji. Molitanové těsnění bývá v prodejnách domácích potřeb (doposud uzavřených) a doufám, že i ve vašich domácnostech.

Možnosti filtrace pomocí improvizovaných materiálů již několik dní promýšlíme s kolegou Ždímalem z Ústavu chemických procesů AV ČR, který má k dispozici experimentální zařízení pro měření prostupnosti filtrů aerosolem. Na tomto zařízení bylo provedeno následující měření pro improvizované filtrační materiály, dostupné v domácnostech. Měření ukazuje procento zachytu částic o velikosti viru (80-150 nm) v jedné vrstvě materiálu při rychlosti proudu odpovídající rychlému nádechu skrze filtr o ploše cca 14 cm². Postupná rychlost vzduchu filtračním materiálem je o něco méně než 11 cm/s.



Je vidět, že v konfiguraci, kdybychom dýchali přes kroužek filtrační vrstvy o průměru 13.5 cm, jedna vrstva šály zadrží asi 20% částic o velikosti viru. Utěrka, tričko nebo kapesník pak přibližně 10%.

Jak tuto účinnost zvýšit? Existují dvě možnosti. Buď můžeme přidat další vrstvu materiálu, nebo zpomalit tok plynu filtrem. Toho dosáhneme zvětšením plochy filtru, čímž snížíme rychlost průchodu vzduchu vrstvou filtru.

Při přidání vrstvy se zachytová schopnost mocninově? zvyšuje (jedna vrstva šály – projde 80% viru, dvě vrstvy šály – projde $(0,8^2)$ 64% viru, tři vrstvy šály – projde $(0,8^3)$ 51,2% viru). Problémem je, že vzrůstá odpor vrstvy (tlakový spád) a filtr se hůře prodýchává.

Naopak, při zvětšení plochy a tudíž zpomalení proudu vzduchu přes vrstvu naroste při desetinásobné ploše schopnost zachytu částice o velikosti viru asi stokrát. Proto i jedna vrstva šály na filtru o velikosti 300 cm² bude propouštět několikrát méně.. Tlakový spád zůstane malý a dobře se skrze filtr dýchá. Při malém tlakovém spádu také neobtéká tolik vzduchu netěsnostmi, takže účinnost filtru a masky zůstává vysoká. **Je tedy vhodné udělat jednovrstvý filtr s co největší plochou.** Při pomalejší rychlosti průchodu vzduchu vrstvou má totiž Brownův pohyb více času donést částičku viru na povrch vlákn textilie, které ho zachytí.

Obecně lze také říci, že **v respirátoru je dobré dýchat pomalu, zvýší to jeho účinnost!**

Řešení s šálou naskládanou po způsobu měchu harmoniky propojené spínacími špendlíky tak, aby byl vnitřní prostor filtru těsný, jsem vyrobil pro otestování konceptu. Jistě najdete i elegantnější formy, ale podle fyzikálního odhadu by tento filtr o ploše asi 1500 cm² měl mít účinnost vyšší než 99%.

To znamená, že ze 100 částic viru projde filtrem méně než 1.

Samozřejmě vaše konstrukce budou používat různé materiály šál, různé plochy a konstrukce filtru. Mohou se tedy lišit účinností, ale řádově se budou výsledky podobat zde uvedenému případu. Důležité je rovněž otestovat, zda váš filtr nebude příliš těžký na dýchání. V tom případě je třeba vybrat tenčí materiál.

Na fotografiích níže je příklad napojení harmonikového filtru ze šály na štítovou masku z PET láhve.



Velmi se omlouvám za komičnost tohoto návrhu! Jistě se vám podaří nalézt serióznější formu, ale toto je řešení, které vám přidá úroveň ochrany v době, kdy nic jiného nemáme.

Na principu zvětšení filtrační plochy pracují i HEPA filtry, jejichž plocha je velká – jsou harmonikové – aby měly zajištěnu nízkou rychlost vzduchu vrstvou materiálu a dlouhý pobyt vzduchu v pórech materiálu.

Doufám, že vám náměty uvedené v tomto návodu pomohou překonat období, kdy máme nedostatek profesionálních prostředků s vysokou úrovní ochrany proti viru způsobujícímu onemocnění COVID19.

K analýze a návrhu řešení přispěli :

Doc. RNDr. Vojtěch Petráček, CSc. Fyzik, rektor ČVUT

Dr. Ing. Vladimír Ždímal, vedoucí oddělení chemie a fyziky aerosolů ÚCHP AV ČR

Doc. Ing. arch. Petr Kordovský, ČVUT

Sdružení COVID19CZ designérský tým Martina Hřebena, (Pavel Koníř, Robin Fišer), organizační tým Monika Desenská, Michal Sláma, Antonín Mlejnek a další

Text připravil Vojtěch Petráček

P.S. Držíme palce všem v první linii! Dejte na sebe pozor!

Doporučení k dezinfekci a údržbě

Doma vyrobený ochranný prostředek je vysoce důležité po použití správně vydezinfikovat a očistit, abyste nebyli kontaminováni!

Pro dezinfekci a omytí masky je nejvhodnější lihový čistící prostředek dle návodu WHO (líh 96%, **peroxid vodíku**, glycerol, voda)

Další možností je roztok SAVO s obsahem chlóru

Profesionální čištění pomocí ozónu je rovněž možné

Je třeba udržovat v nepoškozeném stavu těsnění masky a dobře utáhnout úvaz masky, aby pevně seděla na obličeji!