

## Máme systém pro výběr osobních ochranných prostředků dýchacího systému pro biologické činitele (použití metody control bandingu)

MUDr. Michael Vít, PhD  
Centrum hygieny práce a pracovního lékařství  
Státní zdravotní ústav

Seminář VNN  
14. 11. 2017, SZÚ Praha,

## Bioaerosol

- Bioaerosol lze definovat jako aerosol biologického původu obsahující bakterie, viry, spory plísní, roztoče, mrtvé i živé buňky, pyl, zbytky organismů apod. Velikost částic se pohybuje v rozmezí 0,5–2,5  $\mu\text{m}$ .
- Bioaerosoly můžeme dělit do dvou hlavních skupin na životaschopné nebo mrtvé. Aerosolové částice první skupiny obsahují živé organismy, které mohou při dostatku živin růst a tvořit viditelné kolonie. Neživý bioaerosol obsahuje mrtvé organismy, pyl, zbytky zvířat, exkrementy hmyzu

## Control banding

- CB je určen k **minimalizaci** vystavení pracovníka nebezpečným chemickým látkám a dalším rizikovým faktorům na pracovišti včetně biologických činitelů.
- CB svým obsahem představuje **kvalitativní nebo semikvantitativní posuzování rizika** a následný přístup k managementu ochrany zdraví a bezpečnosti při práci
- CB je pragmatický přístup, který může být použit pro řízení expozice na pracovišti nebezpečným činitelům **s neznámými nebo nejistými toxikologickými vlastnostmi, a pro které chybí kvantitativní expoziční limity.**
- Proces CB klade důraz **na nezbytná opatření**, která minimalizují riziko ohrožení zdraví exponovaných pracovníků.
- Při větším potenciálním riziku ohrožení zdraví, je nutné k zvládnutí situace a stanovení přijatelného rizika větší míra kontroly - **systém je konzervativní.**

## Proč Control banding

- Control banding je pragmatický přístup, který může být použit pro řízení expozice nebezpečných činitelů **s neznámými nebo nejistými toxikologickými vlastnostmi, a pro které chybí kvantitativní expoziční odhady.**
- Metody CB mohou doplňovat tradiční kvantitativní metody založené na odběru a analýze vzorků vzduchu vzhledem k OEL, pokud existují.
- Metody CB mohou zajistit alternativní posouzení rizik a procesu řízení rizika seskupením profesních situací prostřednictvím kategorie utvořené podle podobnosti z hlediska nebezpečí a/nebo expozice, a zároveň zahrnují odborný úsudek a sledování.
- Uvedený proces se vztahuje na řadu řídicích technik (jako je obecné větrání nebo izolace) vztahujících se ke specifické chemikálii s ohledem na její rozsah (nebo skupiny) nebezpečí a rozsah (nebo skupiny) expozice.

## Proč Control banding

- Metody CB mohou zajistit alternativní posouzení rizik a procesu řízení rizika seskupením profesních situací prostřednictvím kategorie vytvořené podle podobnosti z hlediska **nebezpečí** a **expozice**,
- Následně zahrnují odborný názor na minimalizaci rizika a následné sledování efektu opatření.
- Uvedený proces se vztahuje na řadu opatření a technik (jako je obecné větrání nebo izolace) vztahujících se ke specifické chemikálii nebo biologickému činiteli s ohledem na **nebezpečnost** a **rozsah expozice**.
- Tato opatření/přístupy jsou seskupeny **do úrovní podle míry ochrany**.
- Čím je potenciál ohrožení větší, tím je zapotřebí vyšší úroveň ochrany pro kontrolu expozice nebezpečným látkám či biologickým činitelům .

## Proč Control banding

- Použití control bandingu původně vyvinul **farmaceutický průmysl jako způsob, jak bezpečně pracovat s novými chemikáliemi, o jejichž toxicitě je dostupnost informací malá nebo žádná**. Tyto nové chemikálie byly klasifikovány do „pásme“ založených na **toxicitě** analogických a lépe známých chemikálií a jejich **expozice** byla navázána na předpokládané postupy bezpečnosti práce, jež zohledňují limity pro vystavení se nebezpečným látkám.
- Každé pásmo bylo následně srovnáno s kontrolním schématem.

## Historie control bandingu – farmaceutický průmysl - výroba API

Category 1	Category 2	Category 3	Category 4
<ul style="list-style-type: none"> <li>Irritant to the skin or eyes</li> <li>Low acute or chronic system effects</li> <li>Low potency (effects at 10-100 mg/kg or greater)</li> <li>Effects that are reversible</li> <li>Onset of symptoms is immediate</li> <li>Not a mutagen, reproductive or developmental toxicant or carcinogen</li> <li>Has good warning properties (odor threshold below a concentration which may cause toxic effects)</li> <li>Occupational Exposure Limit (OEL) approximately 0.5 mg/m<sup>3</sup> or greater</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Moderate to high acute systemic toxicity such as cardiac or liver toxicity</li> <li>Reversible systemic toxicity</li> <li>Moderate chronic systemic toxicity with low severity (toxicity observed at approximately 1 - 10 mg/kg)</li> <li>Corrosive</li> <li>Weak (skin or respiratory) sensitizers</li> <li>Moderately absorbed via inhalation or by dermal exposure</li> <li>Onset of symptoms - may be immediate to delayed</li> <li>Moderate degree of medical intervention (i.e., not life threatening) may be needed</li> <li>May have poor or no warning properties</li> <li>Not a mutagen, reproductive or developmental toxicant or carcinogen (see * note)</li> <li>Occupational Exposure Limits (OEL) range from approximately 10 µg/m<sup>3</sup> to 0.5 mg/m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mutagenicity**</li> <li>Carcinogenicity</li> <li>Developmental and/or reproductive toxicity</li> <li>Significant pharmacological potency (effects at or below approximately 0.01 - 1 mg/kg)</li> <li>Sensitizers</li> <li>Well absorbed by occupational exposure routes</li> <li>Irreversible effects</li> <li>Severe acute systemic effects</li> <li>Severe chronic systemic effects</li> <li>Potential need for immediate medical intervention</li> <li>Poor or no warning properties</li> <li>Occupational Exposure Limits (OELs) range from approximately 30 ng/m<sup>3</sup> to 10 µg/m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Highly potent pharmacological activity (observed at approximately 10 µg/kg or less in animals or humans)</li> <li>Irreversible effects</li> <li>Mutagenicity</li> <li>Carcinogenicity</li> <li>Developmental and/or reproductive toxicity</li> <li>Well absorbed by occupational exposure routes</li> <li>Severe acute or chronic systemic effects</li> <li>May affect sensitive sub populations in a significant manner (e.g. asthmatics)</li> <li>Occupational Exposure Limits are approximately 30 ng/m<sup>3</sup> or less</li> </ul>

\* = In some cases, compound may produce chronic or "genetic" effects at high doses (usually > 20 mg/kg/day), in these cases scientific judgment as to the likelihood of this occurring occupationally and classifying its inherent risk may be needed. \*\* = mutagenicity in the Ames assay alone without mammalian cell data or other endpoints may be an exception to classification in this category; in this case, a scientific judgment may also need to be made based on class of compound and "active moiety"

Farris, John P. et al, History, implementation and evolution of the pharmaceutical hazard categorization and control system, Chemistry Today, Vol 24: 5-10, 2006.

## Jak definovat parametry OOPP pro biologické činitele

- S problémem definování OOPP dýchacího systému jsme se poprvé setkali při epidemii SARSu, pandemické chřipky, MERSu a v poslední době Eboly. (je zajímavé, že historicky první požadavky byly od kolegů patologů)
- Při výběru OOP se postupovalo podle doporučení výrobců OOPP
- V ČR neexistuje (?) systém výběru OOPP z hlediska expozice jednotlivým biologickým činitelům

## Jak definovat parametry OOPP pro biologické činitele

- Tento problém v současné době řešil z hlediska expozice nanočásticím i VÚBP v.v.i. Použil metodiku CB pro výběr OOPP definovaných dle **nebezpečí nanočástice a expozice**
- (viz. Certifikovaná metodika pro poskytování osobních ochranných prostředků v prostředí s rizikem výskytu nanočástic (zaměřeno na zaměstnavatele při řešení potřeby přidělování osobních ochranných pracovních prostředků pro ochranu dýchadel) VÝSTUP Z VÝZKUMNÉHO PROJEKTU Č. TBO3MPSVOO5 „OVĚŘENÍ MOŽNOSTI OCHRANY DÝCHAČÍCH ORGÁNŮ PŘED NANOČÁSTICEMI PROSTŘEDNICTVÍM OOPP“)

### **Certifikovaná metodika pro poskytování osobních ochranných prostředků v prostředí s rizikem výskytu nanočástic (zaměřeno na zaměstnavatele při řešení potřeby přidělování osobních ochranných pracovních prostředků pro ochranu dýchadel)**

VÝSTUP Z VÝZKUMNÉHO PROJEKTU Č. TBO3MPSVOO5  
„OVĚŘENÍ MOŽNOSTI OCHRANY DÝCHAČÍCH ORGÁNŮ PŘED  
NANOČÁSTICEMI PROSTŘEDNICTVÍM OOPP“

NÁSLEDUJÍCÍ METODIKA BYLA VYTVOŘENA S FINANČNÍ PODPOROU TA ČR

ZA MOŽNOST PUBLIKACE TÉTO METODIKY JE NUTNO PODĚKOVAT DOC. ING.,ING.  
KARLOVI KLOUDOVI,CSC, PHD (VÚBP, VŠB TU OSTRAVA)

## Certifikovaná metodika

- Tato metodika se skládá z několika postupových kroků, směřující k rozhodnutí o potřebě přidělit zaměstnanci OPDO. Jedná se o obecný postup založený na principu předběžné opatrnosti a zohledňující stávající stav poznání.
- Výstup z metodiky je aktuálně třeba chápat pouze jako informativní. Důvodem je nedostatek toxikologických údajů, znalostí o charakteru nanočástic, znalostí o způsobu jejich možného využití a manipulace s nimi, znalostí o rychle se měnících pracovních postupech a také chybějící hodnoty limitů pro oblast nanočástic.

### Krok 1: Vymezení pracovního systému, zpracování seznamu pracovišť a činností a identifikace nebezpečí

- Pro potřeby této metodiky se zpracuje soupis pracovišť a činností, kde lze předpokládat zvýšený výskyt nanočástic. Sledován by měl být především takový výskyt nanočástic, který se v přirozeném prostředí člověka běžně nevyskytuje.

### Krok 1: Vymezení pracovního systému, zpracování seznamu pracovišť a činností a identifikace nebezpečí

Lze předpokládat, že takovými předmětnými pracovišti jsou vždy pracoviště, kde je s nanočásticemi manipulováno, dále pracoviště, kde jsou nanočástice cíleně vyráběny a také pracoviště, na kterých probíhají činnosti jako například (např.):

- broušení;
- metalurgie;
- mletí;
- řezání;
- sklářský a keramický průmysl;
- spalování;
- střelba;
- svařování.

### Krok 2: Stanovení doby expozice

Pro každého zaměstnance, který se vyskytuje na pracovištích identifikovaných podle předchozího kroku, se stanoví doba expozice nanočásticím v pracovním ovzduší. V souvislosti s úrovní současných znalostí je doporučeno přiřadit expoziční dobu zaměstnance do některé z níže uvedených kategorií:

Kategorie	Jednoduchý popis
1	Předpokládá se doba expozice v rámci pracovní směny cca do 1 hod./den, resp. <b>do 5 hodin za týden</b> .
2	Předpokládá se doba expozice v rámci pracovní směny od 1 do 3 hod./den, resp. <b>od 5 do 15 hodin za týden</b> .
3	Předpokládá se doba expozice v rámci pracovní směny od 3 do 6 hod./den, resp. <b>od 15 do 30 hodin za týden</b> .
4	Předpokládá se doba expozice v rámci pracovní směny nad 6 hod./den, resp. <b>nad 30 hodin za týden</b> .

Do doby expozice se započítává pouze čas trávený v prostředí s výskytem nanočástic.

### Krok 3: Stanovení nebezpečnosti

V případě nanočástic, u kterých je předpoklad, že se vyskytují v pracovním ovzduší, se provede zatřídění do některé z následujících skupin nebezpečnosti (zde je nutné měření, případně odborný odhad):

Nebezpečnost Jednoduchý popis

- I. Nanočástice vznikající při činnostech, kdy lze předpokládat jejich zvýšenou produkci (příklady vyjmenované v kroku 1) s koncentrací **do 9 999 částic v cm<sup>3</sup> pracovního ovzduší**.
- II. Nanočástice vznikající při činnostech, kdy lze předpokládat jejich zvýšenou produkci (příklady vyjmenované v kroku 1) s koncentrací **od 10 000 do 19 999 částic v cm<sup>3</sup> pracovního ovzduší**.
- III. Nanočástice působící díky svým vlastnostem jako **dráždivé a leptavé**; případně další nanočástice v početní koncentraci **od 20 000 do 39 999 částic v cm<sup>3</sup> pracovního ovzduší**.
- IV. Nanočástice uměle tvořené; případně další nanočástice **o hustotě nižší než 6 000 kg/m<sup>3</sup> v početní koncentraci nad 40 000 částic v cm<sup>3</sup> pracovního ovzduší**.
- V. Nanočástice působící díky svým vlastnostem **jako toxické, vysoce toxické, karcinogenní či mutagenní; vláknité nanočástice a azbestu podobné částice; případně další nanočástice o hustotě vyšší než 6 000 kg/m<sup>3</sup> v početní koncentraci nad 40 000 částic v cm<sup>3</sup> pracovního ovzduší**.

### Krok 3: Stanovení nebezpečnosti

- Skupiny nebezpečnosti jsou odhadnuty na základě literatury. S ohledem na současný stav poznání je k tomuto dělení potřebné přistupovat jako k dělení informativnímu. Existují též další přístupy, např. dělení na základě velikosti a persistence a biokompatibility i jiné přístupy.
- V budoucnu je plánována příprava dat, která budou použitelná pro hrubý odhad propojení skupin nebezpečnosti s hmotnostní koncentrací částic v prostředí. Součástí podrobného šetření bude i v příštích letech individuální šetření dle zásad uvedených dále .
- Nebezpečnost nanočástic je ovlivněna například jejich chemismem, fyzikálními vlastnostmi, krystalickou strukturou, hustotou, či schopnostmi agregace, aglomerace a sedimentace .



## Nebezpečnost vybraných nanočástic

Tab. 2: Zatřídění vybraných nanočástic do skupin nebezpečnosti.<sup>6</sup>

Nanočástice	Skupina nebezpečnosti	Poznámky
Ag <sub>1-50nm</sub>	IV.	Nanostříbro o velikosti částic nad 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
Ag <sub>1-50nm</sub>	V.	Nanostříbro o velikosti částic do 50 nm včetně. S nano formou je pojena toxicita.
Al <sub>2</sub> O <sub>3(1-50nm)</sub>	IV.	Nanočástice oxidu hlinitého o velikosti částic nad 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
Al <sub>2</sub> O <sub>3(1-50nm)</sub>	V.	Nanočástice oxidu hlinitého o velikosti částic do 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
Al <sub>1-50nm</sub>	IV.	Nanozlato o velikosti částic nad 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
Al <sub>1-50nm</sub>	V.	Nanozlato o velikosti částic do 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
C <sub>1-50nm</sub>	III.	Uhlíková čern (saze) o velikosti částic nad 50 nm.
C <sub>1-50nm</sub>	IV.	Uhlíková čern (saze) o velikosti částic do 50 nm včetně.
C <sub>60(fullereny)</sub>	IV.	Fullereny. S nano formou je pojena toxicita.
CeO <sub>2(1-50nm)</sub>	IV.	Nanočástice oxidu ceritického o velikosti částic nad 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
CeO <sub>2(1-50nm)</sub>	V.	Nanočástice oxidu ceritického o velikosti částic do 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
Co	IV.	Nanočástice kobaltu. S nano formou je pojena toxicita.
CoO	V.	Nanočástice oxidu kobaltného. S nano formou je pojena toxicita.
CuO <sub>1-50nm</sub>	IV.	Nanočástice oxidu mědnatého o velikosti částic nad 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
CuO <sub>1-50nm</sub>	V.	Nanočástice oxidu mědnatého o velikosti částic do 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
Fe <sub>1-50nm</sub>	IV.	Nanoželezo o velikosti částic nad 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
Fe <sub>1-50nm</sub>	V.	Nanoželezo o velikosti částic do 50 nm včetně. S nano formou je pojena toxicita.
Fe <sub>1-50nm</sub> (nerezová ocel)	IV.	Nanočástice nerezové oceli s cca 60 % Fe, 20 % Cr, 9 % Ni a stopovým množstvím Mo, Si a Mn. S nano formou je pojena toxicita.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3(nano)</sub>	III.	Nanočástice oxidu železitého. S nano formou je pojena toxicita, při testech toxicity byly získány výrazně odlišné výsledky.
FeO <sub>1-50nm</sub>	IV.	Nanočástice oxidu železnatého o velikosti částic nad 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.

Nanočástice	Skupina nebezpečnosti	Poznámky
FeO <sub>1-50nm</sub>	V.	Nanočástice oxidu železnatého o velikosti částic do 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
Glycerol(oxal)	I.	Nanočástice glycerolu.
Grafen a jeho některé deriváty	IV.	Nanografen, grafenoxid, grafen. S nano formou je pojena toxicita.
Li <sub>1-50nm</sub>	III.	Nanočástice chemicky odpovídající některému z lanthanoidů o velikosti částic nad 50 nm.
Li <sub>1-50nm</sub>	IV.	Nanočástice chemicky odpovídající některému z lanthanoidů o velikosti částic do 50 nm.
MgO(nano)	V.	Nanočástice oxidu manganatý. S nano formou je pojena toxicita.
Nano(nesazná)	V.	Nanočástice, u kterých není známo chemické složení, fyzikální vlastnosti, ani biologické účinky.
Nanodiamanty	III.	Toxicita nanodiamantu je výrazně nižší než toxicita ostatních uhlíkových nanomateriálů.
Nanojíl(1-50nm)	III.	Nanočástice jílů o velikosti částic nad 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
Nanojíl(1-50nm)	IV.	Nanočástice jílů o velikosti částic do 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
Nanopolystyren(1-50nm)	IV.	Nanočástice polystyrenu o velikosti částic nad 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
Nanopolystyren(1-50nm)	V.	Nanočástice polystyrenu o velikosti částic do 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
Nanotubičky	V.	Například grafenoxid, MWNT a SWNT (uhlíkaté nanotubičky vícevrstvé i jednovrstvé). Uvažují se vlastnosti obdobné azbestu.
Ni <sub>1-50nm</sub>	V.	Nanočástice niklu. S nano formou je pojena toxicita.
NiO <sub>1-50nm</sub>	IV.	Nanočástice oxidu nikelnatého o velikosti částic nad 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
NiO <sub>1-50nm</sub>	V.	Nanočástice oxidu nikelnatého o velikosti částic do 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
Pt <sub>1-50nm</sub>	V.	Nanosolivo. S nano formou je pojena toxicita.
Platinové kovy (1-50nm)	IV.	Metallurgie platinových kovů, příp. zpracování elektroodpadů. S nano formou je pojena toxicita.
Polovodiče s Cd(nano)	V.	Polovodičové nanočástice s obsahem Cd (CdS, CdSe, CdTe) vykazující značnou ekotoxicitu.
Sb <sub>2</sub> O <sub>3(nano)</sub>	V.	Nanočástice oxidu antimoničného. S nano formou je pojena toxicita.
SiO <sub>2(amorf-1-50nm)</sub>	IV.	Nanočástice oxidu křemičitého, amorfni forma o velikosti částic nad 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
SiO <sub>2(amorf-1-50nm)</sub>	V.	Nanočástice oxidu křemičitého, amorfni forma o velikosti částic do 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
SiO <sub>2(kryst)</sub>	V.	Nanočástice oxidu křemičitého, krystalická struktura není známa, případně křemenná krystalická struktura (křemen/kvarc). S nano formou je pojena toxicita.
SnO <sub>2(1-50nm)</sub>	III.	Nanočástice oxidu cínčitého o velikosti částic nad 50 nm.
SnO <sub>2(1-50nm)</sub>	IV.	Nanočástice oxidu cínčitého o velikosti částic do 50 nm.
Ti <sub>1-50nm</sub>	IV.	Nanočástice titanu. S nano formou je pojena toxicita.
TiO <sub>2(1-50nm)</sub>	IV.	Nanočástice oxidu titančitého o velikosti částic nad 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
TiO <sub>2(1-50nm)</sub>	V.	Nanočástice oxidu titančitého o velikosti částic do 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
WC(nano)	II.	Nanočástice karbidu wolframu o složení cca 45 % WC, cca 45 % W a zbytek WO <sub>3</sub> .
ZnO <sub>1-50nm</sub>	IV.	Nanočástice oxidu zinečnatého o velikosti částic nad 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
ZnO <sub>1-50nm</sub>	V.	Nanočástice oxidu zinečnatého o velikosti částic do 50 nm. S nano formou je pojena toxicita.
ZrO <sub>2(nano)</sub>	III.	Nanočástice oxidu zirkoničného. Platí pro nanočástice o velikosti kolem 50 nm. S nano formou je pojena toxicita, při testech toxicity byly získány výrazně odlišné výsledky.

## Krok 4: Hodnocení rizik spojených s působením nanočástic

Na základě stanovení doby expozice a zařídění do skupin nebezpečnosti se vyhodnotí rizika, která jsou spojená s působením nanočástic. K tomu slouží matice , kde jsou uvedeny skupiny nebezpečnosti a kategorie expozice a v příslušných polích pak hodnoty rizika.

Výsledné riziko nabývá hodnot 1, 2 a 3. Kdy jednotlivé hodnoty vyjadřují míru tohoto rizika následovně:

Hodnota	Jednoduchý popis
1	<b>Nepředpokládá se významné ovlivnění zdraví zaměstnance působením nanočástic.</b> Riziko potenciálních negativních zdravotních dopadů spojené s působením nanočástic na zaměstnance lze vnímat jako přijatelné. Není pravděpodobně nutné realizovat bezpečnostní opatření. Během činností, kde dochází k uvolňování nanočástic do ovzduší je však vhodné používat OPDO.
2	<b>Nelze vyloučit negativní ovlivnění zdraví zaměstnance působením nanočástic.</b> Riziko potenciálních negativních zdravotních dopadů spojené s působením nanočástic na zaměstnance lze vnímat jako podmíněně přijatelné. Při práci je doporučováno používat OPDO.
3	<b>Předpokládá se negativní ovlivnění zdraví zaměstnance působením nanočástic.</b> Riziko potenciálních negativních zdravotních dopadů spojené s působením nanočástic na zaměstnance lze vnímat jako <b>nepřijatelné</b> . Při práci je doporučováno vždy používat OPDO. Spolehlivost OPDO, které jsou přidělené zaměstnanci, musí být vždy individuálně otestovány.

## Krok 4: Hodnocení rizik spojených s působením nanočástic

Tab. 3: Matice hodnocení rizik spojených s působením nanočástic.

Kategorie doby expozice	Skupina nebezpečnosti				
	I.	II.	III.	IV.	V.
1	1	1	1	2	2
2	1	1	2	2	3
3	1	2	2	3	3
4	2	2	3	3	3

Uvedené hodnocení rizik se týká pouze oblasti nanočástic. V konkrétních podmínkách pracoviště se v ovzduší budou často vyskytovat i další škodliviny ve formě aerosolů, rozptýlených větších pevných částic nebo plynů s různou koncentrací. Pokud budou překročeny příslušné limity, poskytne zaměstnavatel OPDO na základě ochranných vlastností, které deklaruje výrobce v návodu pro používání.

### Krok 5: Odstranění / omezení rizik a přidělení OOPP

Tam, kde je riziko identifikováno hodnotou 3, se i přesto doporučuje, aby se vždy individuálně testovala účinnost přidělených OPDO.

OPDO dostupné na českém a evropském trhu lze považovat jako vhodné pro použití i pro ochranu před působením nanočástic. V případě extrémního působení nanočástic je doporučeno upřednostnit ochranu zaměstnanců pomocí technických prostředků, resp. použitím kolektivní ochrany.

V případě, kdy je riziko identifikováno hodnotou 3, případně 2, a kdy je spojeno s působením nanočástic, které jsou uvedeny v tabulce výše (Tab. 2), je vhodné věnovat se i dalším možnostem pronikání nanočástic do organismu a uvažovat například vhodnou ochranu zraku.

## Krok 5: Odstranění / omezení rizik a přidělení OOPP

Individuální testování by mělo probíhat přímo na pracovišti. Změří se koncentrace nanočástic v bezprostředním okolí pracovníka při různých předpokládaných pracovních podmínkách a pohybových aktivitách. Současně se bude měřit koncentrace pomocí odběrového systému za obličejovou polomaskou (filtračním systémem) s cílem získat tzv. FIT faktor, ze kterého bude následně vypočtena filtrační účinnost ověřovaného ochranného prostředku v daných podmínkách.

### Ochranný faktor, FIT faktor :

$$F = \frac{C_0}{C_1}$$

$C_0$  koncentrace škodliviny vně respirátoru,  $C_1$  koncentrace pod respirátorem, tj. koncentrace vstupující do dýchacího orgánu. Čím je vyšší hodnota  $F$ , tím je OOPP bezpečnější. Praktičtější je však možnost vyjádření „účinnosti ochranného prostředku“  $S$  v %

$$S = 100 - \frac{100}{F} (\%)$$

## Doporučené postupy

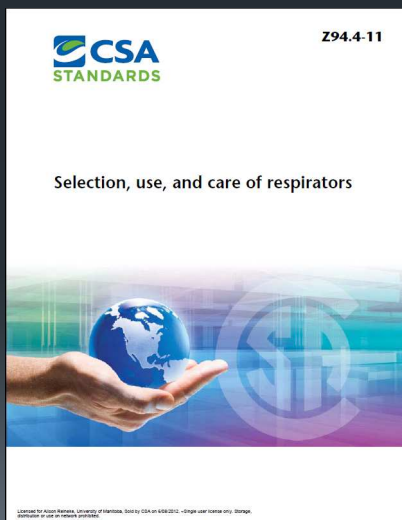
### Limity použití CB :

- faktory a hodnota skórovacích hladin pravděpodobnosti expozice a závažnosti nebezpečnosti

### Výhody CB :

- transparentní, logický a jednoduchý nástroj,
- podpora rozhodování na základě dostupných dat
- Metodou Nanotool bylo hodnoceno více než 30 pracovišť, s tím, že doporučení, která byla provedena na základě výše uvedeného postupu byla stejná nebo konzervativní než doporučení provedená průmyslovými hygieniky (Brouwer, 2012)
- Celkově lze říci, že úpravy a validace různých přístupů CB se očekává v příštích několika letech.
- Vznikají nové výzkumné iniciativy, které jsou zaměřeny na srovnání CB modelů .
- Nicméně, všechny CB nástroje výslovně stanoví, že jejich použití by nikdy nemělo nahradit komplexní hodnocení rizik odborníky **(v případě, že je dostatek toxikologických a expozičních dat)**

## Co mne zaujalo při studiu problému ochrany před inhalační expozicí biologických agens (nejen epidemie, ale např. třídění odpadů a živočišná výroba)



Tato kanadská standardní metodika vychází ze systému CB tj. :

1. Standardního hodnocení **nebezpečnosti biologického činitele**
2. Hodnocení **expozice** daného pracovníka – vychází se:
  - 2.1 z technických parametrů ventilace prostoru
  - 2.2 ze zdravotního stavu pacienta
  - 2.3. z charakteru zdravotního zákroku

## Klasifikace nebezpečnosti biologického činitele

The qualified person shall select a risk group for the bioaerosol based on the following criteria:

Classification of biohazardous agents by risk group	
Risk group	Health impacts (transmissibility, infectivity, and adverse health effects of the bioaerosol)
Risk group 1 (R1)	Agents not associated with disease or serious adverse health effects in healthy adult humans
Risk group 2 (R2)	Agents associated with human disease or adverse health effects that are rarely serious and for which preventive or therapeutic interventions are usually available
Risk group 3 (R3)	Agents associated with serious or lethal human disease or adverse health effects for which preventive or therapeutic interventions might be available (high individual risk but low community risk)
Risk group 4 (R4)	Agents likely to cause serious or lethal human disease or adverse health effects for which preventive or therapeutic interventions are not usually available (high individual risk and high community risk)



<p><b>Risk Group 3 (RG3) — Viruses and Prions</b>                  Alphaviruses (Togaviruses) — Group A Arboviruses                  Semliki Forest virus                  St. Louis encephalitis virus                  Venezuelan equine encephalomyelitis virus (except the vaccine strain TC-83, see RG2)                  Other viruses as listed in the reference source (see Footnotes and References of Sections I through IV)</p> <p>Arenaviruses                  Flexal                  Lymphocytic choriomeningitis virus (LCM) (neurotropic strains)</p> <p>Bunyaviruses                  Hantaviruses including Hantaan virus                  Rift Valley fever virus</p> <p>Flaviviruses (Togaviruses) — Group B Arboviruses                  Japanese encephalitis virus                  Yellow fever virus                  Other viruses as listed in the reference source (see Footnotes and References of Sections I through IV)</p> <p>Orthomyxoviruses                  Influenza viruses 1918-1919 H1N1 (1918 H1N1), human H2N2 (1957-1968), and highly pathogenic avian influenza H5N1 strains within the Gose/Guangdong/96-like H5 lineage (HPAI H5N1).</p> <p>Poxviruses                  Monkeypox virus</p> <p>Prions                  Transmissible spongiform encephalopathies (TME) agents (Creutzfeldt-Jacob disease and kuru agents) (see Footnotes and References of Sections I through IV, for containment instructions)</p> <p>Retroviruses                  Human immunodeficiency virus (HIV) types 1 and 2                  Human T cell lymphotropic virus (HTLV) types 1 and 2                  Simian immunodeficiency virus (SIV)</p> <p>Rhabdoviruses                  Vesicular stomatitis virus</p> <p><b>Risk Group 4 (RG4) Agents</b>                  RG4 agents are likely to cause serious or lethal human disease for which preventive or therapeutic interventions are not usually available.</p> <p><b>Risk Group 4 (RG4) — Bacterial Agents</b>                  None</p> <p><b>Risk Group 4 (RG4) — Fungal Agents</b>                  None</p> <p><b>Risk Group 4 (RG4) — Parasitic Agents</b>                  None</p> <p><b>Risk Group 4 (RG4) — Viral Agents</b>                  Arenaviruses                  Guanaribo virus                  Lassa virus</p>	<p>Junin virus                  Machupo virus                  Sabia</p> <p>Bunyaviruses (Nairovirus)                  Crimean-Congo hemorrhagic fever virus</p> <p>Filoviruses                  Ebola virus                  Marburg virus</p> <p>Flaviviruses (Togaviruses) — Group B Arboviruses                  Tick-borne encephalitis virus complex including Absetterer, Central European encephalitis, Hanzalova, Hypr, Kumlänge, Kyasanur Forest disease, Omsk hemorrhagic fever, and Russian spring-summer encephalitis viruses</p> <p>Herpesviruses (alpha)                  Herpesvirus simiae (Herpes B or Monkey B virus)</p> <p>Paramyxoviruses                  Equine morbillivirus</p> <p>Hemorrhagic fever agents and viruses as yet undefined</p>
--	--

## Nebezpečnost biologického činitele

Table 3: Classification of microorganisms according to their risk group [25-29]

Risk group	Description
1	<p><i>Low risk for individuals and communities</i></p> <p>Def. A biological agent not likely to cause diseases in healthy workers. Non-infectious bioaerosols are in this category.</p> <p>Ex. <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Escherichia coli</i> K12, the majority of moulds</p>
2	<p><i>Moderate risk for individuals, low for communities</i></p> <p>Def. Pathogenic agent that can cause disease in humans but that, under normal circumstances, is not likely to pose a serious threat. Effective treatments and preventive measures exist that limit the risk of propagation.</p> <p>Ex. <b>Bacteria:</b> <i>Salmonella</i> spp., <i>Legionella</i> spp., <i>Chlamydia</i> spp., <i>Clostridium</i> spp., <i>Vibrio cholerae</i>, <i>Listeria</i> spp., <i>Streptococcus</i> spp., <i>Helicobacter pylori</i>  <b>Fungal agents:</b> <i>Blastomyces dermatitidis</i>, <i>Cladospirium botanum</i>, <i>Cryptococcus neoformans</i>, <i>Microsporium</i>, <i>Penicillium marneffei</i>  <b>Parasites:</b> <i>Entamoeba histolytica</i>, <i>Giardia lamblia</i>, <i>Leishmania</i> spp., <i>Plasmodium</i> spp., <i>Schistosoma</i> spp., <i>Toxoplasma</i>, <i>Trypanosoma</i>  <b>Viruses:</b> Hepatitis A, B, C, D and E, Epstein Barr, types A, B and C influenza, human papillomavirus, mumps, measles, polio (all types)</p>
3	<p><i>High risk for individuals, low for communities</i></p> <p>Def. Pathogenic agent whose potential for an infection is real and that generally causes a serious or lethal disease for humans. Curative treatments sometimes exist.</p> <p>Ex. <b>Bacteria:</b> <i>Mycobacterium tuberculosis</i>, <i>Brucella</i> spp., <i>Yersinia pestis</i>  <b>Fungal agents:</b> <i>Coccidioides immitis</i>, <i>Histoplasma capsulatum</i>  <b>Viruses:</b> Hantavirus, Rift Valley fever, Japanese encephalitis, Yellow fever, types 1 and 2 HIV  <b>Prions:</b> Creutzfeldt-Jakob disease, kuru agents</p>
4	<p><i>High risk for individuals and for communities</i></p> <p>Def. Pathogenic agent that generally causes a very serious disease in humans and for which no treatment exists. This group consists only of viruses.</p> <p>Ex. Crimean-Congo haemorrhagic fever, Ebola, Marburg, Lassa, Herpes B or simian herpes, haemorrhagic fever agents, and undefined viruses</p>

- Klasifikace je standardní do čtyř rizikových skupin podle patogenity a virulence jednotlivých biologických činitelů
- (viz. v ČR Nařízení vlády č.361/2007 Sb, které stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

Příloha č. 7 k nařízení vlády č. 361/2007 Sb.

Biologické činitele, jejich zařazení do skupin, značení a požadavky na pracovišti

ČÁST A  
Seznam biologických činitelů a jejich zařazení do skupin 2, 3 nebo 4

Biologický činitel	Skupina	Poznámka
<b>Bakterie</b>		
<i>Actinobacillus actinomycetocombustans</i>	2	
<i>(Haemophilus actinomycetocombustans)</i>		
<i>Actinobacillus marseilus</i>	2	
<i>Actinomodara pellicularis</i>	2	
<i>Actinomyces genosensitivus</i>	2	
<i>Actinomyces israelii</i>	2	
<i>Actinomyces pyogenes</i>	2	
<i>Actinomyces</i> spp.	2	
<i>Arcanobacterium haemolyticum</i> (= <i>Corynebacterium haemolyticum</i> )	2	
<i>Bacteroides fragilis</i>	2	



## Hodnocení možné expozice biologickému činiteli (technické parametry výměny vzduchu)

Table 1: Classification of ventilation rates (Q) according to ASHRAE - Standards for hospitals

Locations	Minimum ACH*	Ventilation rate (Q) rank
Operating room	25	5
Autopsy, isolation room	12	4
Intensive care, recovery room	6	3
Patient room, sterile storeroom	4	2
Storeroom for clean linen or equipment	2	1

\*ACH = Air changes per hour

Table 5: Control level (Q)

Points	Control level bands
2.0	ACH* ≤ 2; no or low ventilation, confined or other similar situations
1.5	2 < ACH ≤ 6; general ventilation or open windows or other similar situations
1.0	6 < ACH ≤ 12; room at negative pressure; laboratory ventilation; isolation chamber; displacement ventilation or other similar situations
0.5	ACH > 12; mechanized operations; operations in a laboratory hood; some hospital departments (bronchoscopy, operating room; etc.); outdoor work or other similar situations
0	Operations in a laminar flow hood; closed circuit sources or other similar situations

\*ACH = Air changes per hour

## Hodnocení možné expozice biologickému činiteli (dle zdravotního stavu pacienta a typu zdravotního zákroku)

Table 2: Generation rate (G) in relation to the source and the human activity

Human sources of infectious bioaerosols*	Type of activities	Generation rate (G) rank
Not speaking, not coughing and not sneezing	Manipulation without possibility of generation (e.g., preparation of microscope slide)	1
Coughing or sneezing with mouth covered	Manipulation with low risk of generation (e.g., culturing)	2
Coughing or sneezing with mouth uncovered	Manipulation with high risk of accidental generation (e.g., centrifugation)	3
Respiratory therapy, autopsy, dissection	Deliberate aerosolization (e.g., research work)	4

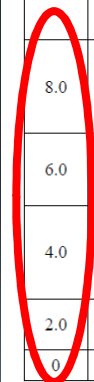
\* Applies to people who are infected or suspected of being infected



## Závažnost inhalační expozice (dle možné emise biologického aerosolu)

Table 6: Generation rate (G)

Score	Generation rate bands	
	Probability of inhalation	Examples
8.0	Very high	Uncontrolled aerosolization of the biological contaminant; proximity to emission sources; work in the emission plumes; medical procedures producing aerosols or other similar situations
6.0	High	High aerosolization; decontamination work; care given to an infectious patient coughing or sneezing with mouth uncovered or other similar situations
4.0	Moderate	Moderate aerosolization; contact with the biological contaminant; long distance from the source; infectious patient coughing or sneezing with mouth covered or other similar situations
2.0	Low	Low aerosolization; personnel assigned to other care tasks
0	None	No aerosolization



## Hodnocení rizika a výběr opatření (dle rizikovosti činitele, emise aerosolu, ventilace)

The person shall select a risk group for the bioaerosol based on the following criteria:

Risk group	Health impacts (transmissibility, infectivity, and adverse health effects of the bioaerosol)
Risk group 1 (R1)	Agents not associated with disease or serious adverse health effects in healthy adult humans
Risk group 2 (R2)	Agents associated with human disease or adverse health effects that are rarely serious and for which preventive or therapeutic interventions are usually available
Risk group 3 (R3)	Agents associated with serious or lethal human disease or adverse health effects for which preventive or therapeutic interventions might be available (high individual risk but low community risk)
Risk group 4 (R4)	Agents likely to cause serious or lethal human disease or adverse health effects for which preventive or therapeutic interventions are not usually available (high individual risk and high community risk)

Human sources of infectious bioaerosols*	Type of activities	Generation rate (G) rank
Not speaking, not coughing and not sneezing	Manipulation without possibility of generation (e.g., preparation of microscope slide)	1
Coughing or sneezing with mouth covered	Manipulation with low risk of generation (e.g., culturing)	2
Coughing or sneezing with mouth uncovered	Manipulation with high risk of accidental generation (e.g., centrifugation)	3
Respiratory therapy, autopsy, dissection	Deliberate aerosolization (e.g., research work)	4

\* Applies to people who are infected or suspected of being infected

Points	ACH*
2.0	ACH* > 2; no or low ventilation, confined or other similar situations
1.5	2 < ACH* ≤ 6; general ventilation or open windows or other similar situations
1.0	6 < ACH* ≤ 12; room at negative pressure; laboratory ventilation; isolation chamber; displacement ventilation or other similar situations
0.5	ACH* > 12; mechanized operations; operation in a laboratory hood, some hospital departments (bronchoscopy, operating rooms, etc.); outdoor work or other similar situations
0	Operation in a laminar flow hood; closed circuit sources or other similar situations

\* ACH = air changes per hour

Risk group	No diseases or adverse health effects	Rarely serious, prevention/therapy possible	Serious/lethal, prevention or therapy possible	Serious/lethal, prevention or therapy unavailable
R1				
R2				
R3				
R4				

Generation rate	Patient not coughing or sneezing	Patient coughing and sneezing with mouth covered	Patient coughing and sneezing with mouth uncovered	Medical procedures generating aerosols
G1				
G2				
G3				
G4				

Control level	Poorly ventilated; < 3 ARH*	Corridor or patient room; 3 to 6 ARH	Negative pressure, laboratory, autopsy room; 6 to 12 ARH	Surgery > 12 ARH
C1				
C2				
C3				
C4				

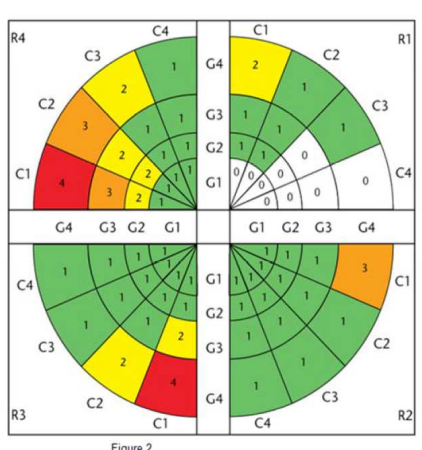


Figure 2

\* For the control level, ARH means "air renews per hour," equivalent to ACH.

Figure 2. Control banding approach for bioaerosols in health care facilities (with permission of the CSA)

## Vyhodnocení ZÁVAŽNOSTI expozice pracovníka

(na základě součtu skóre ventilace Q / 0 -2/ a skóre  
pravděpodobnosti emise aerosolu G /0-8/

Table 7: Exposure levels

	Exposure level (sum of the control level and generation rate scores)				
<b>Band</b>	1	2	3	4	5
<b>Level</b>	Very low	Low	Medium	High	Very high
<b>Score</b>	0 – 2	2.5 – 5	5.5 – 7	7.5 – 9	9.5 – 10

## Systém pro výběr OOPP (na základě reálně odhadnuté expozice a nebezpečnosti biologického agens)

Table 8: Model for selecting the minimum assigned protection factor (APF) corresponding to the risk group and exposure level

		Exposure level				
		1 Very low (0 – 2)	2 Low (2.5 – 5)	3 Medium (5.5 – 7)	4 High (7.5 – 9)	5 Very high (9.5 – 10)
Risk group	1	None	10	10	10	25
	2	None	10	10	25	50 <sup>1</sup>
	3	None	10	25	50 <sup>1</sup>	1000
	4	1000	1000	1000	1000	1000

<sup>1</sup> NIOSH's APF of 50 is equivalent to the APF of 100 in the *Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec*[6].

Přiřazený ochranný faktor (APF) - předpokládaná úroveň ochrany dýchacích orgánů, která by byla poskytnuta řádně fungujícím respirátorem nebo třídou respirátorů pro řádně vybavené a vyškolené uživatele.

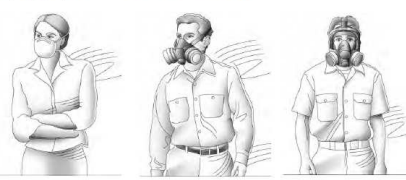
## Technické parametry pro ochranu dýchadel

Acceptable level						Air-purifying options	APF	Atmosphere-supplying options
0	1	2	3	4	5			
					5	No air-purifying option available	10000	SCBA (pressure-demand) full-facepiece SCBA (pressure-demand) tight-fitting hood Multi-functional SCBA/airline
				4 to 5		Powered air-purifying full-facepiece Powered air-purifying helmet/hood with SWPF study	1000	Airline (continuous-flow) full-facepiece Airline (pressure-demand) full-facepiece Airline (continuous-flow) helmet/hood with SWPF study
			3 to 5			Powered air-purifying half-facepiece Air-purifying (negative-pressure) full-facepiece	50	Airline (pressure-demand) half-facepiece Airline (continuous-flow) half-facepiece
		2 to 5				Powered air-purifying loose-fitting facepiece/visor Powered air-purifying helmet/hood without SWPF study	25	Airline (continuous-flow) loose-fitting facepiece/visor Airline (continuous-flow) helmet/hood without SWPF study
	1 to 5					Air-purifying (negative-pressure) half-facepiece (including filtering facepieces)	10	No atmosphere-supplying option available
						No respiratory protection required	<1	No respiratory protection required

Figure 4. Hierarchy of respiratory protection

## Typy jednotlivých OOPP ochrany dýchadel

**Major Types of Respirators**  
Air-purifying respirators, which remove contaminants from the air.



Original illustrations created by Jeffery S. Anderson

Half mask/Dust mask  
APF=10  
*Needs to be fit tested*

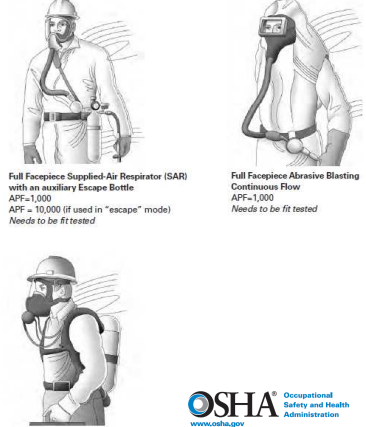
Half mask (Elastomeric)  
APF=10  
*Needs to be fit tested*

Full facepiece (Elastomeric)  
APF=50  
*Needs to be fit tested*

Loose-Fitting Powered Air-Purifying Respirator (PAPR)  
APF= 25

Hood Powered Air-Purifying Respirator (PAPR)  
APF= 25


Atmosphere-supplying respirators, which provide clean air from an uncontaminated source.



Full Facepiece Supplied Air Respirator (SAR) with an auxiliary Escape Bottle  
APF=1,000  
APF = 10,000 (if used in "escape" mode)  
*Needs to be fit tested*

Full Facepiece Abrasive Blasting Continuous Flow  
APF=1,000  
*Needs to be fit tested*

Full Facepiece Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA) Pressure Demand mode is APF=10,000  
*Needs to be fit tested*



**Assigned Protection Factors for the Revised Respiratory Protection Standard**

# Příklad

## K.2 Scenario 2: Hantavirus exposure

Utility worker performing maintenance in a rural shed with windows and door open. Visual inspection of area shows mouse droppings throughout the area. Unknown if these are white foot deer mouse droppings.

Step 1	Identify the bioaerosol. <b>Suspected pathogen — hantavirus</b>
Step 2	Transmission of disease, infection, or adverse effects produced from inhalation of bioaerosol. <b>Yes, hantavirus pulmonary syndrome</b>
Step 3	Select applicable control banding wheel: health care facility or general workplace environment (see Figure 2 or 3) <b>General workplace environment — Figure 3</b>
Step 4	Determine the bioaerosol risk group (R1, R2, R3, or R4) in accordance with Clause 7.3.2.3.5) <b>R3: Agents associated with serious or lethal human disease or adverse health effects for which preventive or therapeutic interventions might be available (High individual risk but low community risk)</b>
Step 5	Determine the generation rate (G1, G2, G3, or G4) in accordance with Clause 7.3.2.3.6) <b>G2 — Soaking then shovelling</b> <b>G4 — Dry sweeping</b>
Step 6	Determine the control level (C1, C2, C3, or C4) in accordance with Clause 7.3.2.3.7) <b>C2 — Indoor — Ventilation 1 &lt; ACH ≤ 4</b>
Step 7	Identify the number and colour of the segment selected at the intersection of the variables identified in Steps 4 to 6: <b>Cleanup by soaking then shovelling</b> <b>R3, G2, C2 = Green/No. 1.</b> See Figure 4 to determine the assigned protection factor corresponding to Green/No. 1 — <b>APF 10</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Air-purifying (negative-pressure) half-facepiece</li> </ul> <b>or</b> <b>Cleanup by dry sweeping</b> <b>R3, G4, C2 = Yellow/No. 2.</b> See Figure 4 to determine the assigned protection factor corresponding to Yellow/No. 2 — <b>APF 25</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Powered air-purifying loose-fitting facepiece/visor;</li> <li>Powered air-purifying helmet/hood without SWPF study;</li> <li>Airline (continuous-flow) loose-fitting facepiece/visor; or</li> <li>Airline (continuous-flow) helmet/hood without SWPF study</li> </ul>

# Příklad

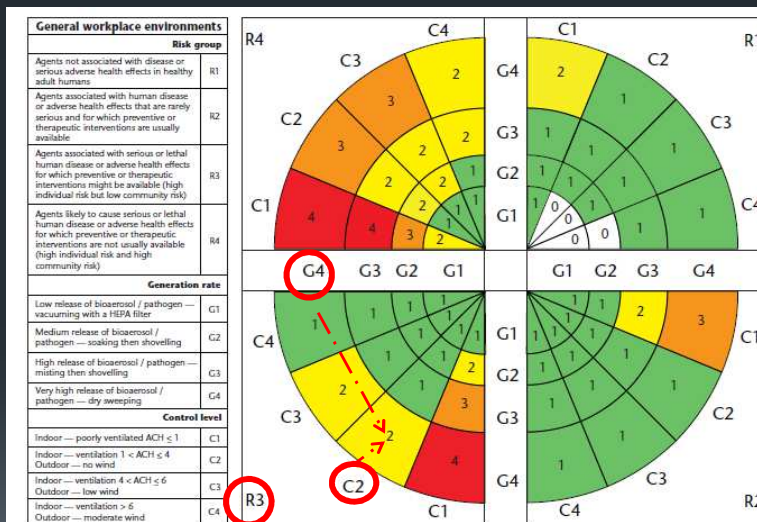


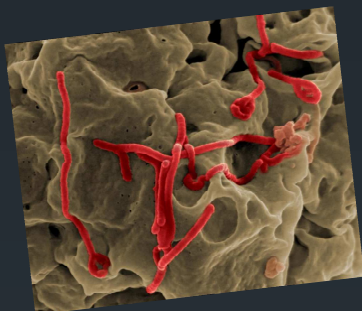
Figure 3

Control banding approach for bioaerosols in general workplace environments

## Příklad

Acceptable level						Air-purifying options	APF	Atmosphere-supplying options
0	1	2	3	4	5			
					5	No air-purifying option available	10000	SCBA (pressure-demand) full-facepiece SCBA (pressure-demand) tight-fitting hood Multi-functional SCBA/airline
				4 to 5		Powered air-purifying full-facepiece Powered air-purifying helmet/hood with SWPF study	1000	Airline (continuous-flow) full-facepiece Airline (pressure-demand) full-facepiece Airline (continuous-flow) helmet/hood with SWPF study
			3 to 5			Powered air-purifying half-facepiece Air-purifying (negative-pressure) full-facepiece	50	Airline (pressure-demand) half-facepiece Airline (continuous-flow) half-facepiece
		2 to 5				Powered air-purifying loose-fitting facepiece/visor Powered air-purifying helmet/hood without SWPF study	25	Airline (continuous-flow) loose-fitting facepiece/visor Airline (continuous-flow) helmet/hood without SWPF study
	1 to 5					Air-purifying (negative-pressure) half-facepiece (including filtering facepieces)	10	No atmosphere-supplying option available
						No respiratory protection required	<1	No respiratory protection required

Figure 4. Hierarchy of respiratory protection



Obdobný systém by bylo vhodné vypracovat

MUDr. Michael Vít, PhD  
Centrum hygieny práce a  
pracovního lékařství, SZU Praha  
[michael.vit@szu.cz](mailto:michael.vit@szu.cz)

+420 267 082 657

