

# Standardy bezpečného provozu filtračných náplní a využití nanočástic pro jejich prodloužení



---

**Jana Říhová Ambrožová<sup>1</sup>, Jaroslav Říha<sup>2</sup>, Pavlína Adámková<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> VŠCHT FTOP ÚTVP Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6,  
tel: +420 220 445 123, e-mail: [jana.ambrozova@vscht.cz](mailto:jana.ambrozova@vscht.cz),  
[pavlina.adamkova@vscht.cz](mailto:pavlina.adamkova@vscht.cz)

<sup>2</sup> Severočeské vodovody a kanalizace a.s., Školní 14, Teplice 415 54,  
e-mail: [jaroslav.riha@scvk.cz](mailto:jaroslav.riha@scvk.cz)

# Podstata řešeného problému

- V rámci auditů VDJ řešena sekundární kontaminace vzduchem.
- Vliv stavebního uspořádání objektů – větrání.
- Technické doporučení I-D-48



a norma ČSN 75 5355



??? Provozní schopnost ????



# Norma ČSN 75 5355 x kontaminace vzduchem

- Čl. 6.1.20 uvádí nutnost vybavení nádrží vodojemu větracím zařízením a jeho osazení filtračním zařízením (s prachovým filtrem).

*Skladba:* vně žaluzie protidešťová, filtrační vložka zamezující průnik částic, uvnitř ochranná mřížka (hrubý filtr)

- minimalizace vzdušné kontaminace
- omezení možnosti náhodného poškození filtračních vložek
- prodloužení životnosti filtrační vložky
- Četnost výměny filtračních vložek se doporučuje upravit dle **provozních podmínek** a **situování objektu vodojemu**.
- ? Dopravní zátěž, průmyslové aglomerace ? – Volba dalších vrstev, zdvojené sorpční vložky, náplň aktivního uhlí.





# Standardy bezpečného provozu filtrů

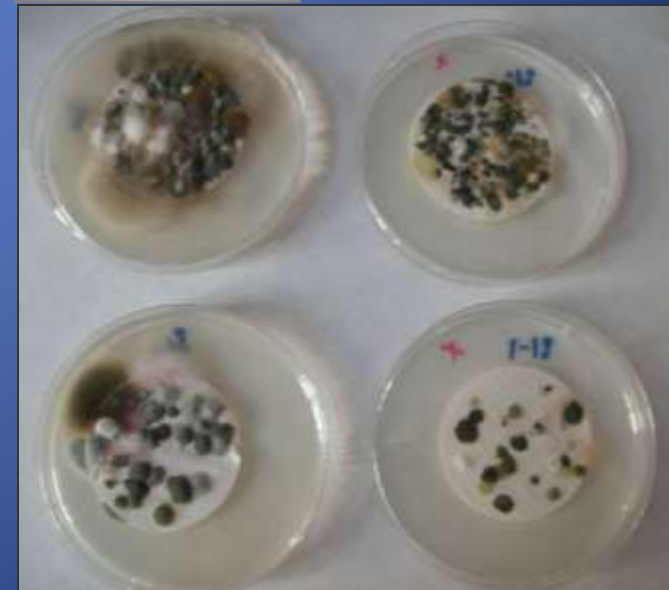
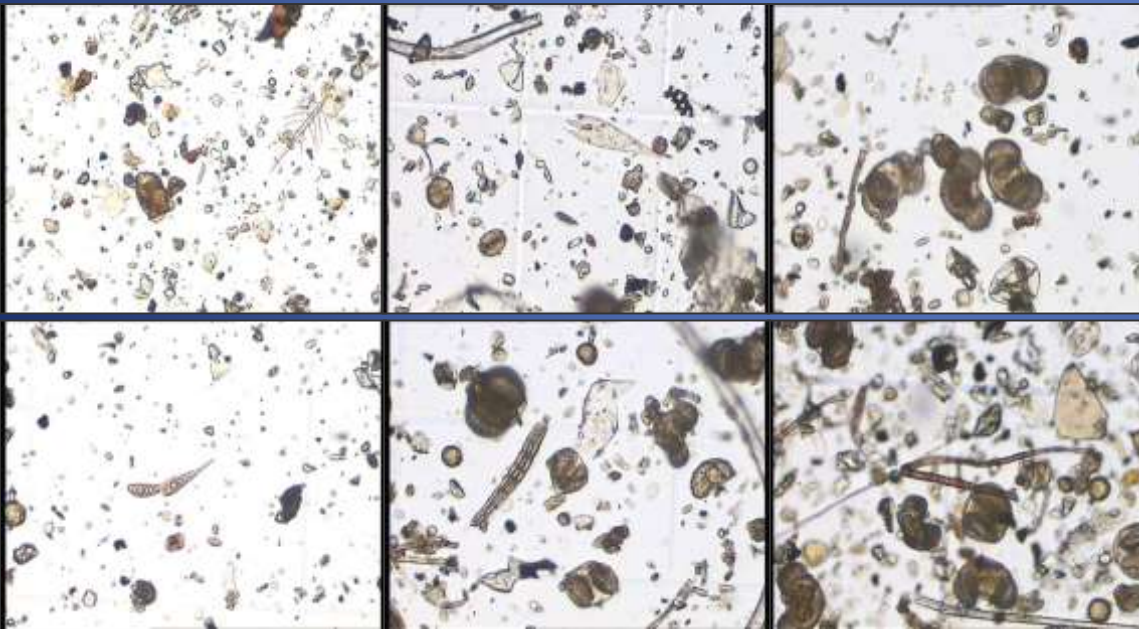
- Organismy a částice zachycené ve filtrační náplni filtru – hodnocení **metodou výluhu** definované plochy hodnocené náplně.
- Posouzení výluhu prostřednictvím mikroskopické analýzy a mikrobiologického rozboru.



F5 600×600×95



G4 600×300×50



## Tabulka: Výsledky výluhů z filtračních vložek – příklad ... co dál?

<b>VDJ</b>	<b>NL [mg·l<sup>-1</sup>]</b>	<b>TB22°C [KTJ/100 cm<sup>2</sup>]</b>	<b>TB36°C [KTJ/100 cm<sup>2</sup>]</b>	<b>MIMY [KTJ/100 cm<sup>2</sup>]</b>	<b>ABIO [%]</b>	<b>Doba provo- zu</b>
<b>A1</b>	38	1 200	800	1 600	10	3 roky
<b>B3</b>	15	73 200	45 600	0	10	3 roky
<b>B6</b>	7	800	0	0	5	4 roky
<b>B7</b>	9	82 400	800	1 800	5	4 roky
<b>C3</b>	5	4 608 000	3 072 000	0	10	4 roky
<b>A2</b>	3	3 600	800	1 000	20	5 let
<b>A3</b>	27	6 800	51 200	2 000	10	6 let
<b>A4</b>	2	400	0	200	10	6 let
<b>A5</b>	5	400	1 200	0	10	6 let
<b>A6</b>	4	1 408 000	7 168 000	2 200	10	6 let
<b>A7</b>	5	2 252 800	1 561 600	2 400	40	6 let
<b>A8</b>	6	5 600	3 200	1 400	40	7 let

# Optimalizace provozu filtračních náplní

- **Stupně zátěže** včetně návrhu na dobu provozu byly odvozeny pouze z výsledků analýz (nikoliv na základě znalosti skutečného umístění objektu vodojemu nebo čerpací stanice v terénu).
- Proto, aby standard provozuschopnosti filtrační náplně odpovídal reálným podmínkám, byla **zohledněna skutečná doba provozu** filtrační náplně, z níž byl výluh následně analyzován.
- Maximální doba osazení filtrační náplně byla navržena na 7 let.

# Návrh: Úroveň kontaminace filtračních náplní filtrů

Stupeň zátěže filtru	Úroveň plísní [KTJ/100 cm <sup>2</sup> ]	Úroveň TB22°C a 36°C [KTJ/100 cm <sup>2</sup> ]	Doba provozu filtru / Návrh na výměnu
<b>Mírná zátěž</b>	< 999	< 999	7 let
Popis: objekt není situovaný v přímé blízkosti lesa, vzrostlé vegetace ani veřejné komunikace. Minimální vnos vegetace, často kosené okolí objektu, minimální zatížení prachem z dopravy apod.			
<b>Střední zátěž</b>	1 000 – 4 999	1 000 – 9 999	5 let
Popis: objekt je situovaný v blízkosti lesa, pole, vzrostlé vegetace. Střední zátěž veřejné komunikace.			
<b>Vysoká zátěž</b>	5 000 – 9 999	10 000 – 99 999	3 roky
Popis: objekt je situovaný v bezprostřední blízkosti lesa, pole, vzrostlé vegetace. Vysoké zatížení veřejné komunikace, objekt situovaný v obci, apod.			
<b>Extrémní zátěž</b>	> 10 000	> 100 000	1 rok
Popis: objekt je situovaný v místě frekventované zemědělské a lesnické činnosti (pyly, nálety plísní, postřiky polí, apod.), vysoké zatížení veřejné komunikace, objekt situovaný v obci, apod.			



**Tabulka:** Návrh na dobu provozu filtrační náplně osazené v jednotlivých objektech vzhledem ke zjištěné kontaminaci (*hodnoceno z výluhu*)

<b>Objekt</b>	<b>Stupeň zátěže filtru</b>	<b>Návrh na dobu provozu (původně)</b>
<b>A1</b>	Střední/Vysoká zátěž	3 roky (3)
<b>B3</b>	Střední zátěž	5 let (3)
<b>B6</b>	Mírná zátěž	7 let (4)
<b>B7</b>	Střední zátěž	5 let (4)
<b>C3</b>	Střední zátěž	5 let (4)
<b>A2</b>	Střední zátěž	5 let (5)
<b>A3</b>	Střední zátěž	5 let (6)
<b>A4</b>	Mírná zátěž	7 let (6)
<b>A5</b>	Mírná zátěž	7 let (6)
<b>A6</b>	Vysoká zátěž	3 roky (6)
<b>A7</b>	Vysoká zátěž	3 roky (6)
<b>A8</b>	Mírná zátěž	7 let (7)



# Využití nanočástic kovů ve filtračních náplních

- Nanočástice kovů mají významný inhibiční účinek a potenciál na odstranění chemického a mikrobiálního znečištění.
- **Trendem současnosti** je používání nanočástic stříbra, které se aplikují v nanovrstvě na povrch ošetřovaného materiálu.
- Toxických vlastností a inhibičního účinku nanočástic stříbra se využívá pro likvidaci mikroorganismů ve vodě, reálné je i využití pro eliminaci mikroorganismů ve vzduchu.
- Aplikace nanočástic stříbra specifikovaných rozměrů je jednou z možností eliminace mikroorganismů v proudícím vzduchu přes filtrační náplně a také možností prodloužení jejich účinnosti a doby provozu.

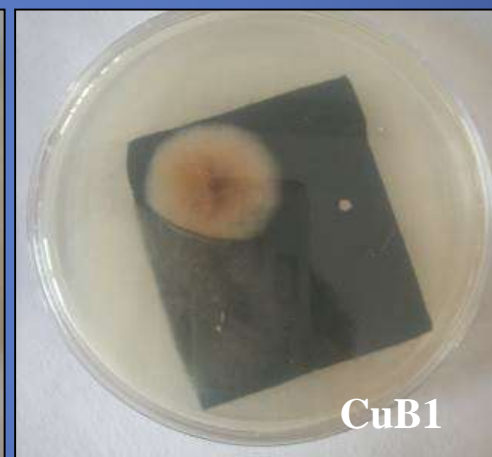
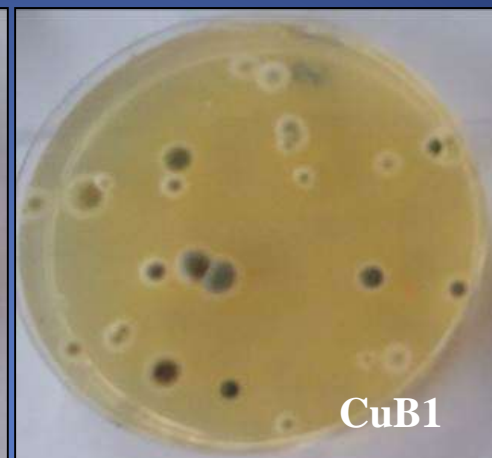
# Příklad experimentu



Uspořádání experimentu nasávání vzduchu přes ošetřené/neošetřené tkaniny (textilie). Vlevo nasávací hlavice s upevněnou tkaninou; uprostřed box s miskami s kultivačním médiem exponované vzduchu pronikajícímu přes tkaninu; vpravo pumpa umožňující nasávání vzduchu přes tkaninu.

[Nanočástice](#)

Vzorek	CuB1	AgB1	AgG1	AgG11	AgL1	AgM1	AgX500
Velikost [nm]	27	5	70	20	43	37	64



Spady – vzduch  
prošlý přes  
geotextilii.

Kontrola:

125 KTJ/15 min

AgB1 (5 nm):

26 KTJ/15 min

CuB1 (27 nm):

30 KTJ/15 min

Čtverec geotextilie  
aplikovaný na  
misku.

Kontrola:

22 KTJ/4. den

AgB1:

12 KTJ/4. den

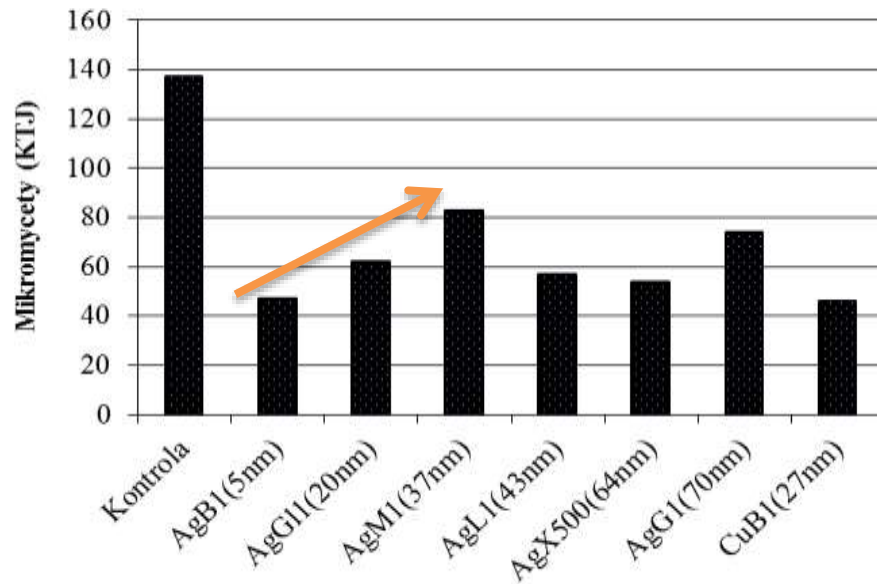
CuB1:

3 KTJ/4. den

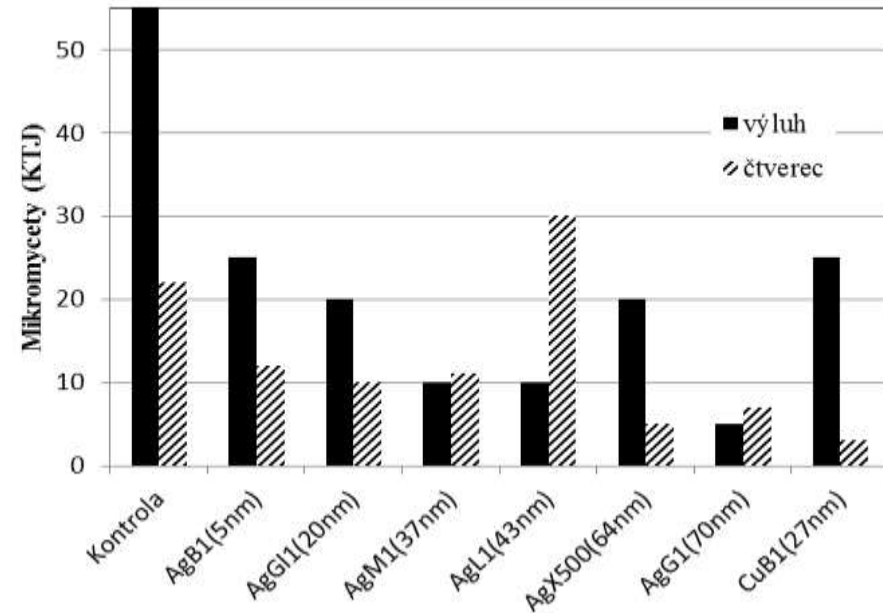
**Makrosnímky kultivací spadů vzduchu prošlého přes geotextilii a geotextilie aplikované na médium.**



### Spady na misky - vzduch proudící skrze geotextilii



### Záchyt mikromycet ve výluhu a ve čtverci aplikovaném na misku



V literatuře často uváděná informace o zvyšující se účinnosti nanočástice s její snižující se velikostí ??

Trend nárůstu plísní byl zjištěn pouze u vzorků spadů vzduchu proudícího skrze geotextilii na misku u přípravků s velikostí nanočástic od 5 nm do 37 nm.

Zcela jinak působí ve výluhu a jinak v otisku!!!

Komplexní spektrum pro účely eliminace plísní!



# Závěry

- Zvolené bioindikátory interpretují: podmínky provozu, dobu provozu a zatížení jednotlivých filtračních náplní.
- Na reprezentativním souboru filtračních náplní bylo možné nastavit standarty jejich bezpečného provozu.
- Účinnost nanočástic aplikovaných nástřikem na geotextilii nebo jiný typ tkaniny bude samozřejmě hodnocen a nadále testován v podmínkách různých zátěží a doby zdržení.
- Smyslem prováděných zkoušek bude i možné využití nástřiků pro případnou ochranu tkanin před biodeteriorací.



# Děkuji za pozornost

