

Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica

číslo 5/1999

Mikrobiologicko-hygienické vyšetřovací metody  
vnitřního prostředí

Praha, květen 1999

Předseda redakční rady: doc. MUDr. L. Komárek, CSc.  
Členové: prof. MUDr. V. Bencko, DrSc., Mgr. K. Kánská,  
Ing. J. Kodl, doc. MUDr. J. Kříž, MUDr. J. Mika,  
RNDr. F. Rettich, CSc., A. Svobodová

ISSN 0862-5956

## Obsah

1. Úvod .....	1
2. Znečištění vnitřního prostředí .....	1
3. Mikroorganismy v ovzduší a jejich vliv na zdraví ....	2
4. Metody vyšetřování vnitřního ovzduší, interpretace výsledků .....	3
5. Úroveň kontaminace v domácnostech a neprůmyslovém prostředí (kanceláře, školy, tělovýchovná zařízení, nemocnice) a její hodnocení v souladu s doporučeními EU .....	4
5 A. Absolutní hodnocení směsné populace mikroorganismů	4
5 A 1. Domácnosti a neprůmyslové prostředí s výjimkou nemocnic	
5 A 2. Nemocnice	
5 B. Relativní hodnocení směsné populace mikroorganismů	5
6. Hodnocení výskytu patogenních druhů a druhů produkujících toxiny .....	5
7. Nejčastější příčiny kontaminace vnitřního prostředí mikroorganismy (vliv realizace stavby, stavebních úprav a instalace technických zařízení na kvalitu vnitřního prostředí z mikrobiologického hlediska) ...	6
7 A. Vlhké stěny a mikroorganismy	
7 B. Technické systémy, které ovlivňují koncentrace mikroorganismů v ovzduší	
7 C. Zateplování budov	
7 D. Legionely	
7 E. Vybavení interiéru	
7 E 1. Vnitřní zařízení	
7 E 2. Aktivita osob	
8. Vnitřní zdroje mikroorganismů a možnosti jejich odstranění .....	8
9. Závěr .....	9

ACTA HYGIENICA, EPIDEMIOLOGICA ET MICROBIOLOGICA číslo 5/1999

Mikrobiologicko - hygienické vyšetřovací metody vnitřního prostředí

Autoři: Kateřina Klánová, Marie Hostičková - SZÚ  
Vytiskl: Ústav jaderných informací Praha 5

Náklad: 400 výt., 9 str., rok vydání 1999

Vydává Státní zdravotní ústav, Šrobárova 48, 100 42 Praha 10,  
telefon redakce (02) 6708 2288

## 1. Úvod

V současné době se pozornost věnovaná znečištění vzduchu přesouvá z venkovního prostředí do vnitřních prostor. Je to dáno především tím, že děti, stejně jako dospělí, tráví okolo 95 % denní doby uvnitř uzavřených místností. Kvalita venkovního prostředí se průběžně sleduje, přípustné emise a imise škodlivých látek jsou uváděny příslušnými předpisy.

Jeden z faktorů, které ovlivňují kvalitu vnitřního prostředí jsou mikroorganismy. Vyšetřování koncentrace mikroorganismů ve vnitřním prostředí je předmětem tohoto sdělení.

## 2. Znečištění vnitřního prostředí

Znečištění vnitřního prostředí pochází z prostředí venkovního a ze specifických vnitřních zdrojů. Kvalita vnitřního prostředí závisí na lokalitě, projektu budovy, užitém stavebním materiálu (včetně prvků užívaných ve stavbách), na splnění požadavků na větrání včetně typu instalovaného technického zařízení, na vytápění a vnitřním vybavení interiéru. Tyto faktory ovlivňují:

- 1) vstup venkovního znečištění do vnitřních prostor
- 2) setrvání škodlivin v interiéru a možný vznik dalších kontaminantů
- 3) eliminaci znečištění z vnitřních prostor.

Kvalita ovzduší v interiéru je ovlivňována i aktivitou přítomných osob. Kromě kvality vnitřního prostředí zajišťuje větrání v součinnosti s vytápěním i tepelně-vlhkostní pohodu prostředí.

Za hlavní škodliviny vnitřního prostředí jsou považovány oxidy dusíku, formaldehyd, těkavé organické látky, roztoči a mikroorganismy. Některé z těkavých organických látek ve vnitřním prostředí jsou také produkovány činností mikroorganismů. Všechny škodlivé látky ve vnitřním prostředí působí na zdraví člověka komplexně. Pouze ve vzácných případech dochází k expozici jen jedné škodlivé látky. Odhad zdravotního rizika je tudíž velmi obtížný. Jednotlivé škodlivé látky mohou mít aditivní, synergické nebo antagonistické interakce. Např. oxidy dusíku zvyšují zdravotní důsledky inhalace alergenů včetně bakterií a plísní.

### 3. Mikroorganismy v ovzduší a jejich vliv na zdraví

Mikroorganismy jsou důležitou formou organického znečištění ve vnitřním prostředí. Obecně se jedná o saprofyty, jejichž existence je spojena s rozkladem organické hmoty (v půdě, na rostlinném materiálu, v prachu, na povrchu stěn, dřeva). Zdravotní důsledky jsou známy i v souvislosti s inhalací saprofytních organismů. Někteří saprofyty se však mohou stát příležitostnými patogeny - např. bakterie rodu Legionella.

Patogenní (choroboplodné) mikroorganismy, které způsobují infekční onemocnění lidí, jsou přenášeny především kontaktem člověk - člověk, případně živočich - člověk. Stejný způsob přenosu se předpokládá i u virů - nejmenších mikroorganismů. Patogenní mikroorganismy v prostředí (ve vzdušném aerosolu mimo blízkost zdroje) velmi rychle odumírají a proto nejsou, až na výjimky, v prostředí sledovány.

Člověk vždy inhaluje saprofytní mikroorganismy, ve většině případů bez jakékoli odezvy. Nemoci, které mají souvislost s pobytem v určitém vnitřním prostředí, však celosvětově přibývá. Za jeden z faktorů, které se na vzniku těchto nemocí podílejí, jsou považovány právě mikroorganismy.

Mikroorganismy jako jedny ze škodlivin v aerosolu vnitřního prostředí mohou vyvolat několik nežádoucích účinků na zdraví od nevolnosti a potíží smyslového ústrojí až k vážnému ohrožení zdraví. Zdravotní obtíže, které mikroorganismy způsobují, jsou jak nemoci dobře definované, tak méně dobře definované syndromy. Mezi nejznámější patří rýmy, kašel, bolesti hlavy, astma, záněty průdušek a atopické dermatitidy. Mikroorganismy jsou uváděny i jako jeden z potenciálních původců onemocnění z budov (SBS - Sick Building Syndrome).

Z mikroorganismů jsou bakterie a mikroskopické vláknité houby - plísně uváděny jako významné alergeny hned za roztoči, prachem a alergeny domácích živočichů.

Z hygienického hlediska je závažná produkce toxických látek - toxinů. Ty jsou produkovány jak bakteriemi, tak plísněmi.

Bakterie, zejména gramnegativní tyčinky, produkují enterotoxiny. K poškození lidského organismu dochází po inhalaci nebo digesti těchto látek. Zdravotní důsledky po inhalaci bakteriálních toxinů jsou známy jako "horečka ze zvlhčovačů" a jsou spojovány především s inhalací aerosolu z kontaminovaných zvlhčovačů nebo vodních rezervoárů klimatizací.

Plísněmi produkováné mykotoxiny mohou po inhalaci nebo digesti způsobovat mykotoxikózy (známé především po konzumaci kontaminovaných potravin). V odborné literatuře je uváděn i jejich kancerogenní účinek a schopnost negativně působit na imunitní systém.

I těkavé organické látky, které plísně vytvářejí (vnímáme je jako plísněný pach) způsobují různá nespecifická onemocnění - bolesti hlavy, dýchací obtíže, nevolnost.

Hygienický význam má koncentrace mikroorganismů ve vzdušném aerosolu, protože ten je člověkem inhalován. Ve vnitřním prostředí se vyšetřují bakterie a mikroskopické vláknité houby - plísně.

Přesto, že je problematice inhalace mikroorganismů věnována pozornost již řadu let, jsou výsledky v mnoha ohledech nedostatečné. Mimo jiné lze tuto okolnost vysvětlit tím, že exponováni jsou lidé s různou úrovní obranyschopnosti imunitního systému, a tak jako u jiných kontaminantů prostředí, i v tomto případě závisí důsledek na toxicitě a době expozice. Toxické působení mikroorganismů na lidský organismus je ovlivněno jak koncentrací jejich populace, tak jejím složením a vlastnostmi (schopnost vyvolat onemocnění, alergickou reakci nebo produkovat toxiny) jednotlivých kmenů.

Výskytu plísní ve vnitřním prostředí je věnována větší pozornost. Kromě výše uvedených důvodů i proto, že jsou, na rozdíl od většiny bakterií, schopny ve formě spór přežívat ve vnitřním prostředí delší dobu i v nepříznivých podmínkách.

Na rozdíl od ostatních škodlivin v interiéru (kromě roztočů) se mohou mikroorganismy v různých místech vnitřního prostředí kumulovat (v potrubí vzduchotechniky, na filtrech čistících zařízení, v nádržkách zvlhčovačů, v kobercích a čalouněném nábytku aj.) a při vhodných podmínkách (teplota, vlhkost) i rozmnožovat. To znamená, že se za určitých podmínek, mohou ve vnitřním prostředí vyskytovat v koncentracích několikanásobně vyšších, než je jejich koncentrace ve venkovním vzduchu.

### 4. Metody vyšetřování vnitřního ovzduší, interpretace výsledků

V zásadě jsou metody vyšetřování stejné pro bakterie i pro plísně. S ohledem na možné zdravotní důsledky způsobované těmito mikroorganismy jsou metody odběru a určení druhů rostoucích na zdech v budovách nedostatečné a v současné době zastaralé. Všechny dostupné hygienické limity vycházejí z koncentrace mikroorganismů v ovzduší.

Metody odběru vzorků ovzduší pro stanovení koncentrací mikroorganismů se dělí na odběry vzduchu aktivním nasáváním nebo volnou sedimentací.

Přístroje, které vzduch nasávají se nazývají aeroskopy. V současné době je těchto přístrojů celá řada. Liší se nejen cenou, ale i technickými parametry. Vzduch je nasáván do vložených Petriho misek s agarovými živnými půdami, na vkládané proužky agaru se živnou půdou ("stripy"), nebo do tekutin, ze kterých je prováděn rozsev. Velikost částic, které jsou ze vzduchu odebírány, je jednou z daných charakteristik přístroje. Pohybuje se v rozsahu 0,5 - 10

um. Rozsah této velikosti odpovídá velikosti bakterií a spór mikroskopických vláknitých hub, umožňuje i záchyt úlomků mycelia vláknitých hub. Rychlost nasávání vzduchu je možno většinou regulovat. U aeroskopů je výhodou možnost vyjádřit výsledek jako počet mikroorganismů v jednom metru krychlovém vzduchu.

Sedimentační metody využívají sedimentace částic vzdušného aerosolu na otevřené Petriho misky se živnými půdami. Při použití sedimentační metody je vyjádřením počet organismů na misce za určitou časovou jednotku.

Po určité době expozice jsou uzavřené misky nebo stripy uloženy do termostatů. Po inkubaci jsou počítány kolonie bakterií a plísní, které vyrostly na agarrech v miskách nebo stripech. I když mezi výsledky získanými různými metodami není vzájemná korelace, jsou tyto metody pro stanovení kontaminace prostředí dostatečné.

Obě metody dovolují stanovit počet tzv. "kultivovatelných" mikroorganismů. Tedy mikroorganismů živých, které rostou za daných kultivačních podmínek (složení živného agaru, doba a teplota kultivace).

Pokud nejsou ve zvláštních případech cíleně sledovány některé jiné skupiny mikroorganismů, jsou pro výše uvedená sledování doporučeny následující agarová media, doby a teploty inkubace.

Směsná populace bakterií: agarová půda dle ČSN ISO 4833, inkubace 48 hodin při 30 °C, směsná populace plísní: agarová půda dle ČSN ISO 7954, inkubace 3-5 dnů při 25 °C.

Odběr vzduchu se provádí v inhalační zóně, nejčastěji ve výšce 120-160 cm nad podlahou. Je doporučeno provést alespoň dva odběry a výsledek vyjádřit jako průměr provedených vyšetření.

**5. Úroveň kontaminace v domácnostech a neprůmyslovém prostředí (kanceláře, školy, tělovýchovná zařízení, nemocnice) a její hodnocení v souladu s doporučeními EU**

Hodnocení výsledků je v zásadě dvojí: absolutní a relativní.

Absolutní hodnocení vychází ze stanovené koncentrace mikroorganismů ve sledovaném prostředí a z porovnání této hodnoty s koncentrací pro toto prostředí doporučenou.

Při relativním hodnocení se porovnává koncentrace ve vnitřním prostředí s koncentrací v prostředí venkovním. Při použití sedimentačních metod je však možné pouze hodnocení relativní. Výhodou je provést oba typy hodnocení, tzn. porovnat stanovené koncentrace jak s hygienicky doporučenými limity, tak s koncentrací ve venkovním prostředí.

Pro oba typy hodnocení je nutný aeroskop.

## 5 A. Absolutní hodnocení směsné populace mikroorganismů

### 5 A 1. Domácnosti a neprůmyslové prostředí s výjimkou nemocnic

Pro absolutní hodnocení jsou ve Státním zdravotním ústavu používána kritéria Evropské unie.

Ta udávají průměrné naměřené hodnoty v domácnostech a neprůmyslových objektech (s výjimkou nemocnic). Na základě těchto hodnot je možno zařadit vyšetřené prostředí do pěti kategorií znečištění: velmi nízké, nízké, střední, vysoké a velmi vysoké (viz tabulky 1 a 2).

Tab. 1: Kategorie znečištění ovzduší vnitřního prostředí podle hodnot, které uvádí Evropská unie - kritérium směsná populace bakterií.

Objekt	Domácnost	Neprůmyslové prostředí
Kategorie znečištění	Koncentrace (počet) bakterií / m <sup>3</sup>	
velmi nízké	< 100	< 50
nízké	< 500	< 100
střední	< 2 500	< 500
vysoké	< 10 000	< 2 000
velmi vysoké	> 10 000	> 2 000

Tab. 2: Kategorie znečištění ovzduší vnitřního prostředí podle hodnot, které uvádí Evropská unie - kritérium směsná populace plísni

Objekt Kategorie znečištění	Domácnost	Neprůmyslové prostředí
	Koncentrace (počet) plísni / m <sup>3</sup>	
velmi nízké	< 50	< 25
nízké	< 200	< 100
střední	< 1 000	< 500
vysoké	< 10 000	< 2 000
velmi vysoké	> 10 000	> 2 000

Hygienicky doporučenou hodnotou je koncentrace směsné populace bakterií a směsné populace plísni v kategorii znečištění do (včetně) střední.

#### 5 A 2. Nemocnice

Hygienicky doporučované koncentrace mikroorganismů pro nemocnice jsou přísnější. V zásadě by průměrná koncentrace směsné populace bakterií neměla překročit 100 bakterií v 1 m<sup>3</sup> a průměrná koncentrace směsné populace plísni 1 organismus v 1 m<sup>3</sup>. Tyto hodnoty nejsou vhodné pro patogenní a potenciálně patogenní druhy mikroorganismů. Ty se ve vzdušném aerosolu nemocničního prostředí nesmí vyskytovat vůbec s ohledem na pobyt pacientů, jejichž imunitní systém má často sníženou schopnost reagovat na infekci.

#### 5 B. Relativní hodnocení směsné populace mikroorganismů

Při relativním hodnocení se výsledky vyjadřují stanovením tzv. poměrného znečištění uvnitř/venku (u/v). To je jeden z ukazatelů kvality vnitřního prostředí - udává poměr koncentrace mikroorganismů uvnitř objektu ke koncentraci bakterií a plísni ve venkovním vzduchu. Poměr u/v se mění v závislosti na sezóně. V zimě, kdy je

mikroorganismů ve venkovním vzduchu nejméně, je nejvyšší. Poměr u/v je závislý i na fyzikálních veličinách - teplotě a relativní vzdušné vlhkosti. Proto je jako součást vyšetření vnitřního prostředí vhodné provádět i tato stanovení. Stanovení poměrného znečištění u/v vypovídá více o znečištění vnitřního prostředí v případě, že se hodnoty vnitřních a venkovních teplot a relativních vzdušných vlhkostí příliš neodlišují. Za hygienicky závažné poměrné znečištění se považuje hodnota u/v vyšší než 2,0. Hodnota u/v = 2,0 znamená, že koncentrace mikroorganismů je uvnitř objektu dvakrát vyšší než ve venkovním vzduchu. Pokud u/v = 2,0 nebo je vyšší než 2,0, hledá se tzv. vnitřní zdroj znečištění. Tímto způsobem lze prokázat i nerespektování hygienických zásad, nedostatečné větrání či nízkou infiltraci v objektu.

#### 6. Hodnocení výskytu patogenních druhů a druhů produkujících toxiny

Hodnocení absolutní a hodnocení relativní se provádí pro koncentrace směsné populace bakterií a směsné populace plísni. Toto hodnocení není vhodné v případě výskytu patogenních, a toxinogenních druhů mikroorganismů. Výskyt těchto mikroorganismů v bioaerosolu je z hygienického hlediska nepřipustný.

Pro směsnou populaci dále platí, že jde o směs různých druhů. Pokud v populaci převažuje jeden či dva dominantní druhy, musí následovat jejich identifikace. I v případě, že se nejedná o druh s nežádoucími vlastnostmi (patogenita, schopnost produkce toxinů), je nález převážně jednoho druhu v populaci hodnocen jako závažnější než v případě populace směsné. Identifikace druhů se vždy provádí v případech, kdy je podezření na onemocnění v souvislosti s pobytem v určitém prostředí.

Identifikace mikroorganismu se provádí po jeho izolaci u bakterií převážně dostupnými biochemickými testy (a mikroskopickým učením grampozitivity nebo gramnegativity), u plísni mikroskopickou determinací (a případně potvrzením kultivací na specifických kultivačních půdách, které jsou dostupné zejména pro některé druhy rodu *Aspergillus*). Po identifikaci mikroorganismu se pro hodnocení patogenity nebo schopnosti produkce toxinů využívá příslušná odborná literatura.

#### 7. Nejčastější příčiny kontaminace vnitřního prostředí mikroorganismy (vliv realizace stavby, stavebních úprav, instalace technických zařízení a vybavení interiéru na kvalitu vnitřního prostředí z mikrobiologického hlediska)

Podle interpretačního dokumentu směrnice rady 89/106/EHS pro stavební výrobky je jedním ze základních požadavků - základní

požadavek č. 3 - hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí. Z hlediska tohoto dokumentu je pro koncentraci mikroorganismů v ovzduší důležité, že stavba musí být navržena a postavena takovým způsobem, aby neohrožovala zdraví obyvatel především v důsledku výskytu vlhkosti ve stavebních konstrukcích nebo na površích uvnitř staveb. Tyto požadavky musí být plněny za předpokladu běžné údržby po dobu ekonomicky přiměřené životnosti objektu.

#### 7 A. Vlhké stěny a mikroorganismy

Vlhkost může ovlivnit zdraví obyvatelů a uživatelů jak přímými účinky nadměrně nízké nebo vysoké relativní vlhkosti vzduchu, tak nepřímými účinky vlhkosti, způsobujícími růst plísní na površích i uvnitř výrobků. K nepřímým účinkům vlhkosti lze řadit i zvýšený výskyt roztočů v objektech.

Vlhké stěny jsou osidlovány mikroorganismy, které jsou většinou původem z venkovního prostředí. I když na stěnách často žijí konsorcia mikroorganismů - bakterie, aktinomyce, kvasinky a plísně, je pozornost z hygienického hlediska věnována především plísním. Plísně se na vlhkých stěnách rozmnožují a v závislosti na ostatních podmínkách (druh podkladu, živiny a teplota) vytvářejí útvary různé velikosti a vzhledu, tzv. "mapy".

Ošetření povrchů fungicidy může v určitých případech přispět k zabránění růstu plísní na zdech, je to však obvykle jen přechodné opatření, jestliže k vyloučení vlhkosti nejsou vhodná stavební opatření. U fungicidů pro ošetření povrchů je doporučováno stanovení účinnosti.

Odhad zdravotního rizika pouze na základě identifikace druhů plísní rostoucích na zdech není doporučován. Jednotlivé druhy mikroskopických vláknitých hub - plísní - mají různou schopnost se ze stěny uvolňovat a stát se součástí bioaerosolu vnitřního ovzduší, ze kterého mohou být inhalovány člověkem. Dalším závažným důvodem pro stanovení koncentrací plísní v ovzduší je skutečnost, že není přímá korelace mezi plochou kontaminovanou plísněmi a jejich koncentrací ve vzduchu. Vždy však platí, že při růstu plísní na zdech je jejich koncentrace v ovzduší vyšší než v místnostech s nekontaminovanými zdmi. Plísně v interiéru, zejména jejich viditelný nárůst na zdech, je z hygienického hlediska nežádoucí.

Kromě poškození zdraví v souvislosti s výskytem plísní na vlhkých površích může docházet i k pozvolné destrukci materiálů v důsledku enzymatické činnosti plísní, které dokáží katalyzovat depolymerizační a dekompoziční reakce. Většina rozkladných procesů je popsána u dřeva. Narušené dřevo je snadněji napadeno dřevokaznými houbami, čímž může dojít i k ekonomickým ztrátám.

Vzhledem k možnému výskytu plísní na površích je důležité, aby všechny použité výrobky pro stavby byly přístupné pro vodní páry a odolné proti vlhkosti.

#### 7 B. Technické systémy, které ovlivňují koncentrace mikroorganismů v ovzduší

I při vyloučení stavebních materiálů náchylných k množení mikroorganismů může dojít ke zvýšené koncentraci mikroorganismů ve vnitřním prostředí v případech nedostatečné kontroly při používání následujících zařízení, která ovlivňují kvalitu vzduchu vnitřního prostředí:

- \* Klimatizační a vzduchotechnické systémy (zařízení pro zvlhčování a vysoušení - výrobky zahrnující zařízení pro regulaci vlhkosti vnitřního vzduchu nebo vzduchu přiváděného do budov užívaných lidmi).

- \* Filtrační systémy (výrobky zahrnují zařízení pro čištění vzduchu v ústředních vzduchotechnických zařízeních, v okenních klimatizačních jednotkách, balených klimatizačních jednotkách, a jiná filtrační zařízení).

- \* Jiné klimatizační prvky a systémy (výrobky zahrnují speciální větrací otvory, odsávací ventilátory pro jednotlivé prostory, systémy pro přirozené větrání větracími průduchy, systémy pro nucené větrání, vzduchotechnická potrubí a jejich součásti).

Z mikrobiologicko-hygienického hlediska je při použití těchto zařízení důležité sledovat nejen průtok vzduchu, účinnost při odstraňování ostatních škodlivých látek ze vzduchu, ale i kontrola mikrobiologické čistoty vnitřního ovzduší. K této kontrole slouží doporučené metody hodnocení koncentrací mikroorganismů v ovzduší uvedené v předchozí kapitole.

V případě instalace technického zařízení na úpravu vzduchu v interiéru (čističe, klimatizace aj.) je důležitá řádná údržba těchto zařízení včetně pravidelné výměny filtrů dle doporučení výrobce.

#### 7 C. Zateplování budov

Hlavním cílem při zateplování budov je spoření energií na vytápění. Při těchto stavebních úpravách (především obklady vnějších stěn a střešní krytiny) dochází ke změnám mikroklimatických parametrů vnitřního prostředí. Ty je nutno sledovat, aby nedocházelo ke kondenzaci vody na vnitřních površích a uvnitř stavebních konstrukcí. Z hygienického hlediska je důležitá součinnost tepelné izolace s kombinací dostatečného vytápění a vhodného režimu větrání.

## 7 D. Legionely

Bakterie rodu *Legionella* představují skupinu gramnegativních bakterií, které jsou v poslední době velmi často uváděny v souvislosti s onemocněním lidí po inhalaci kontaminovaného vzdušného aerosolu. Tyto bakterie se vyskytují ve všech typech vod, včetně jezer, řek, teplých lázeňských pramenů a ve vodovodní vodě. Častěji než jiné bakterie jsou izolovány z teplé vody, dobře žijí při teplotách mezi 30 a 50 °C. Virulence (míra patogenity, tj. schopnosti způsobit onemocnění člověka) se u jednotlivých kmenů izolovaných z různých míst liší. Zdravotní důsledky jsou známy po inhalaci kontaminovaného vzdušného aerosolu, zvláště u jedinců s oslabeným imunitním systémem (staří lidé, pacienti nemocnic). Odběry vzorků vzduchu na stanovení legionel není Evropskou unií doporučováno, pokud se nejedná o specifické případy při výskytu onemocnění.

Ve vodě vodovodních rozvodů se však vyskytují i jiné mikroorganismy, které se cestou vzdušného aerosolu mohou dostat do dýchacího systému člověka a způsobit mu vážné zdravotní problémy. Z tohoto důvodu je ve směrnici rady 89/106/EHS pro stavební výroby pro hygienu, ochranu zdraví a životního prostředí doporučeno, aby:

\* Zásobníky teplé vody a její rozvod (výrobky zahrnují nádrže, kohouty, sprchové růžice, těsnění, ventily, ohřivače, čerpadla, bojlerů na teplou vodu, cisterny, potrubní rozvody) měly přiměřenou a přesnou regulaci teploty a projektem zabezpečené:

snadné čištění a chemickou úpravu,  
minimalizaci vzniku aerosolů,  
co nejmenší vrstvení vody,  
minimalizaci podílu stojaté vody a  
vyloučení materiálů poskytujících živiny pro mikroorganismy.

## 7 E. Vybavení interiéru

Koncentrace mikroorganismů ve vnitřním prostředí je ovlivněna jak vnitřním zařízením, tak aktivitou přítomných osob.

### 7 E 1. Vnitřní zařízení

Z vnitřního zařízení je nejdůležitější tzv. "měkký nábytek", tj. koberce, čalounění, závěsy a ostatní předměty, které umožňují usazování prachových částic. Z pracovního prostředí je nutné se zmínit o archivech, kde jsou zdrojem mikroorganismů v ovzduší

zejména plísně usazené v prachu na volně uložených knihách. Na prachové částice se váží mikroorganismy, které se s prachem při víření vzduchu dostávají do ovzduší.

Z dalších aspektů vnitřního prostředí, které ovlivňují koncentraci mikroorganismů v ovzduší je za nejdůležitější považováno

- 1) oddělení prostor, při kterých se vytváří pára (koupelny, kuchyně) od ostatních prostor
- 2) vybavení nábytkem tak, aby byla všechna místa dostupná pro úklid.

K vnitřnímu zařízení interiéru lze v širším kontextu považovat i malování. Použití tapet není doporučováno, zejména v bytech alergických osob.

## 7 E 2. Aktivita osob

Vliv na koncentraci mikroorganismu v ovzduší má zejména pohyb osob. Pobyující se osoby zvyšují koncentraci mikroorganismů v ovzduší především vířením prachu. Z tohoto důvodu je vhodné, aby se při vyšetření koncentrace mikroorganismů v ovzduší v místnosti pohybovala pouze osoba, která provádí odběry vzduchu.

## 8. Vnitřní zdroje mikroorganismů a možnosti jejich odstranění

Nejčastějším vnitřním zdrojem mikroorganismů v ovzduší je prach. Jeho odstranění zabezpečí dostatečný režim úklidu (vysávání, stěry na mokro, malování). Další příčinou zhoršené kvality vnitřního ovzduší je nedostatečné větrání.

Vlhké zdi s nárůstem plísní představují výrazný zdroj kontaminace ovzduší vnitřního prostředí. K trvalému odstranění růstu plísní na zdech je zpravidla nutné odstranění stavební závady, která způsobuje vlhnutí stěn.

Instalace technických zařízení (čističe vzduchu, klimatizace aj.) bez řádné údržby a dodržování hygienického režimu úklidu neznamena zlepšení kvality vnitřního prostředí. Při instalaci těchto zařízení je vhodná pravidelná kontrola ovzduší vyšetřením koncentrace mikroorganismů v ovzduší. Tímto způsobem je možno zachytit i vstup kontaminant z nedostatečně udržované vřduchotechniky do prostředí, která se nemusí projevit při kontrole prostředí prováděné stěry ze stěn.



## 9. Závěr

Mikroorganismy jsou důležitou součástí bioaerosolu vnitřního prostředí. Jsou jednou z kontaminant prostředí, která může ovlivnit zdraví člověka. Jsou (kromě roztočů) jedinou škodlivou složkou prostředí, která je živá a má proto schopnost se ve vnitřním prostředí za určitých podmínek nejen hromadit, ale i rozmnožovat.

Kvalita vnitřního prostředí je ovlivněna koncentrací mikroorganismů v ovzduší vnitřního prostředí. Tato koncentrace je ve značné míře důsledkem realizace stavby, jejího vybavení a dostatečného režimu úklidu. Návrh projektu budovy, instalace všech technických zařízení, zařízení interiéru, všechny dodatečné úpravy budov (rekonstrukce, zateplování, izolace) a úklid vnitřních prostor by měly být prováděny tak, aby zajistily

- 1) možnost dostatečného větrání a vytápění s podmínkami neumožňujícími mikroorganismům se ve vnitřním prostředí hromadit a
- 2) neumožnily mikroorganismům se v interiérech rozmnožovat.

## Použitá literatura:

HUMFREY, CH., SHUKER, L., HARRISON, P.: Fungi and bacteria. In: Indoor Air Quality in the Home, Leicester LE1 9HN, 1996, s.290-301.

HYVÄRINEN, A., REPONEN, T., HUSMAN, T.: Characterising Mould Problem

Buildings - Concentrations and Flora of Viable Fungi. Indoor Air, 3, 1993, s. 337-343.

INTERPRETAČNÍ DOKUMENT SMĚRNICE RADY 89/106 EHS pro stavební výroby, Základní požadavek č. 3: Hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí. Úřední věstník ES č. 94/C 62.

MOILLESEAUX, A., SQUINAZI, F.: Contamination microbienne de l'air: stratégie d'étude et exemples de differents environnements. IN: Air et Contamination Biologique, 3. Congres national, 6.7.1991, Paris.

RAO, C. Y., BURGE, H. A.: Review of Quantitative Standards and Guidelines for Fungi in Indoor Air. J. Air and Waste Manage. Assoc., 46, 1996, s. 899-908.

REPORT No. 12: Biological Particles in Indoor Environments, Fungi and bacteria, Commission of the European Communities, Luxembourg, 1994, s. 22-34.

RNDr. Kateřina Klánová, CSc.  
MUDr. Marie Hostičková

Centrum zdraví a životních podmínek, Státní zdravotní ústav

## Sdělení redakce

Nabízíme Vám uveřejnění placené inzerce na samostatné stránce tohoto časopisu. Našimi odběrateli jsou hygienické stanice, různé nemocnice a jiná zdravotnická zařízení, knihovny, výzkumné ústavy i některé průmyslové podniky. Bližší informace na telefonu (02) 6708 2288.