



Hungarian Copper Promotion Centre

Vodovodní potrubí a kvalita pitné vody: antibakteriální vlastnosti mědi

Obsah:

1. Antibakteriální vlastnosti mědi
2. Úloha mědi při snižování výskytu bakterií z rodu Legionella
3. Dizertační práce: „Vliv mědi na množství biomasy ve vodovodních potrubích“
4. Měď v nemocnicích
5. Měděná potrubí: hygienické vlastnosti zaručeny

Vydalo : HCPC Středisko mědi pro ČR a SR
www.medportal.cz & www.medportal.sk
podle materiálů Copper Benelux, člena
Evropského institutu mědi (ECI)



1.

Antibakteriální vlastnosti mědi

Již ve starověku byl tento rudý kov znám pro své hygienické vlastnosti a užíval se především k léčbě infekcí a předcházení nemocem. Dnešní moderní věda potvrzuje tyto příznivé vlastnosti mědi, a to při kontaktu s pitnou vodou.

Trocha historie ...

Dávno před objevem mikroorganismů, tedy například bakterií, používali staří Egypťané, Řekové, Římané a Aztékové přípravky založené na mědi nejen k léčbě bolestí v krku a onemocnění kůže, ale i v rámci každodenní hygieny. V 19. století, po objevu souvislosti mezi patogenními bakteriemi a výskytem onemocnění, se o antibakteriální vlastnosti mědi začala zajímat věda.

V současnosti používá farmaceutický průmysl měď k přípravě antiseptik, fungicidních výrobků a také hygienických a kosmetických výrobků (krémy, ampule se stopovými prvky apod.).

Dnes: uznávaná jako účinná vůči mnoha mikrobům

Přirozené antibakteriální vlastnosti mědi vynikají svým účinkem jak na suchých plochách, tak i ve všech vodních prostředích:

- ✓ **proti chřipce:** virus chřipky A (H1N1), který je téměř identický s virem ptačí chřipky (H5N1) je při kontaktu s mědí rychle deaktivován¹
- ✓ **proti legionářské nemoci:** měď použitá jako materiál potrubí snižuje růst bakterií Legionella a zpomaluje vytváření biofilmu²
- ✓ **proti infekcím gastro-intestinální soustavy:** měděné potrubí snižuje riziko kontaminace vody bakteriemi Escherichia coli a Listeria³
- ✓ **proti kožním infekcím způsobenými plísněmi a stafylokoky:** měděný povrch zabíjí tyto mikroorganismy za méně než dvě hodiny, a to pouhým kontaktem⁴

Antibakteriální prostředek registrovaný ve Spojených státech Amerických

V únoru 2008 Americká agentura na ochranu životního prostředí (American Environmental Protection Agency, EPA) zaregistrovala měď a slitiny mědi mezi antimikrobiální materiály, které dokáží bojovat s určitými bakteriemi, jež způsobují potenciálně smrtelná onemocnění. Měď, bronz a mosaz jsou tak ve Spojených státech prvními oficiálně schválenými materiály, při jejichž prodeji lze propagovat příznivé účinky na veřejné zdraví. Toto schválení je důležitým krokem ve využívání mědi jako antibakteriálního materiálu.

¹ *Inactivation of Influenza A Virus on Copper versus Stainless Steel Surfaces* [Deaktivace viru chřipky A pomocí mědi ve srovnání s nerezovou ocelí], J.O. Noyce, H. Michels a C.W. Keevil, Appl Environ Microbiol. 2007 duben; 73 (8): 2748–2750.

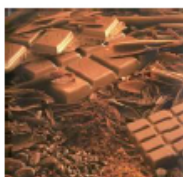
² Viz část 2.

³ Viz část 3.

⁴ Viz část 4.



Stopový prvek nezbytný pro život



Lidské tělo obsahuje sotva jediný gram mědi, ale bez něj by nemohlo existovat. Jako stopový prvek **hraje měď roli při rozvoji mnoha fyziologických funkcí**: nervového systému a kardiovaskulárního systému, přenosu železa, růstu kostí či správného fungování imunitního systému.

Měď napomáhá absorpci železa a ovlivňuje regulaci metabolismu cholesterolu: její nedostatek může způsobit anémii a **zvýšení** hladiny cholesterolu LDL („špatného“ cholesterolu). A konečně, měď se podílí na vytváření kostí, čímž pomáhá v boji s osteoporózou.

Podle doporučení Světové zdravotní organizace (World Health Organisation, WHO) činní denní požadovaná dávka mědi 0,75 mg/den u dětí, 1,35 mg/den u mužů a 1,15 mg/de u žen⁵. Měď je obsažena v suchém ovoci (ořechy a nažky), ústřicích, čokoládě, vnitřnostech (například v játrech), celozrnných výrobcích, hroznech, v některých druzích zeleniny, jako například ve fazolích a čočce, a samozřejmě v minerální vodě.

Směrnice WHO týkající se vystavení se účinkům mědi u člověka			
Expozice	Populace	Normální požadovaná dávka (mg/den)	Maximální hodnota
Celkem	Dítě (10 kg)	0.60	1.5
Strava ¹	Dítě (6 – 10 let)	0.75	3.0
	Dospělý muž	1.35	12.0
	Dospělá žena	1.15	10.0
Celková expozice ²		-	30.0
Pitná voda ³		-	2 mg/ litr

¹ Stopové prvky ve výživě a zdraví člověka. WHO, Ženeva, str. 123 – 143 (1996).
² Zpráva ECFA ze série technických zpráv WHO 683, str. 31 – 32 (1982).
³ Směrnice WHO pro kvalitu pitné vody, druhé vydání, svazek 1: Doporučení (1993).

ZBLÍZKA

Měď a přeprava pitné vody

Pitná voda, jako zdroj života, je součástí našeho každodenního života. V moderní společnosti je tato voda dopravována do našich domovů, přičemž než se k nám dostane, urazí dlouhou cestu potrubím.

Výhody měděných trubek se ukazují zejména s ohledem na dvě aktuální zdravotní rizika:

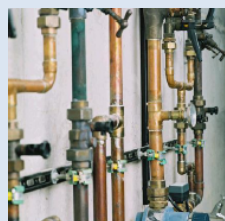
- V roce 2013 poklesne norma dovoleného množství olova v pitné vodě z 25 µg/litr na 10 µg/litr, což znamená, že olovené potrubí bude třeba zcela vyměnit⁶. Díky své odolnosti a antibakteriálním vlastnostem je měď prvním nejvhodnějším materiálem při výměně těchto potrubí.

⁵ Směrnice WHO týkající se vystavení se účinkům mědi u člověka.

⁶ např. dle nařízení vlámské vlády ze dne 13/12/2002.



- Kontaminace potrubí baktériemi z rodu Legionella nás nutí přemýšlet o konceptu sítí vodovodního potrubí a vlastnostech použitého potrubí. Jak ukazují vědecké poznatky a některé zdravotní normy, měď je díky svým přirozeným antibakteriálním vlastnostem nejvhodnějším materiálem při optimalizaci hygieny sítí vodovodních potrubí⁷.



Měď je uznávaná jako účinná látka proti patogenním organismům. Potlačuje rozvoj celé řady parazitů, řas a bakterií. Měď pomáhá chránit pitnou vodu a udržuje ji v nezávadném stavu. Stěna měděných potrubí je úplně nepropustná a chrání vodu před veškerou kontaminací zvnějšku, například před čistícími výrobky, insekticidy a uhlovodíky.

⁷ Zpráva KIWA, značka KWR 02.090 (únor 2003). Microbiology, chemistry and biofilm development in a pilot drinking water distribution system with copper and plastic pipes, [Mikrobiologie, chemie a rozvoj biofilmu v pilotní distribuční soustavě pitné vody s měděným a plastovým potrubím], Markku J. Lehtola et al., Water Research 38 (2004) 3769–3779, studie provedená Národním ústavem veřejného zdraví Finska a Univerzitou v Kuopio. Zpráva Úřadu pro veřejnou hygienu Francie (listopad 2001), oběžník DGS č. 243 z 22. dubna 2002.



2.

Úlpoha mědi při snižování výskytu bakterií rodu Legionella

Díky antimikrobiálním vlastnostem tohoto rudého kovu měděná potrubí snižují tvorbu biofilmu a růst bakterií. Nabízí tak další výhodu při zabraňování šíření legionářské nemoci.

Legionářská nemoc:

Legionářská nemoc (nebo také legionelóza) je onemocnění dýchacích cest. Jedná se o vážný zánět plic, který způsobuje bakterie *Legionella pneumophila*, rozvíjející se v některých teplovodních či vodovodních potrubích při teplotách v rozmezí od 25 °C do 55 °C. K infekci dochází vdechnutím vodních par, které jsou kontaminovány touto bakterií. Instalační systémy, jejichž součástí jsou sprchy (ať už veřejné nebo v domácnostech), sauny nebo vířivky, jsou těmi místy, ve kterých dochází k rozšiřování bakterií Legionella.



Legionella © CICLA

V Nizozemí je stanoven maximální povolený limit výskytu bakterií Legionella na jeden litr vody ve výši 100 jednotek vytvářejících kolonie (CFU). Ve Vlámku je vyžadována desinfekce, pokud je ve 30% odebraných vzorků nalezeno více než 10 000 CFU/litr⁸. Ve Valonsku platí limit 1000 CFU/litr ve sprchách veřejných bazénů⁹.

Podle odhadů je v Nizozemí každoročně 100 až 800 úmrtí na následky legionářské nemoci. Až půl milionu lidí může být ohroženo touto nákazou a podle Francesca Frenchimona z Technické univerzity v Eindhovenu „nelze předpokládat, že by se situace ve Vlámku nějak výrazně odlišovala“.

Riziko růstu bakterií hrozí v případě, že se teplota vody pohybuje v rozmezí od 25 °C do 55 °C a v případě stojaté vody, což usnadňuje tvorbu biofilmu:

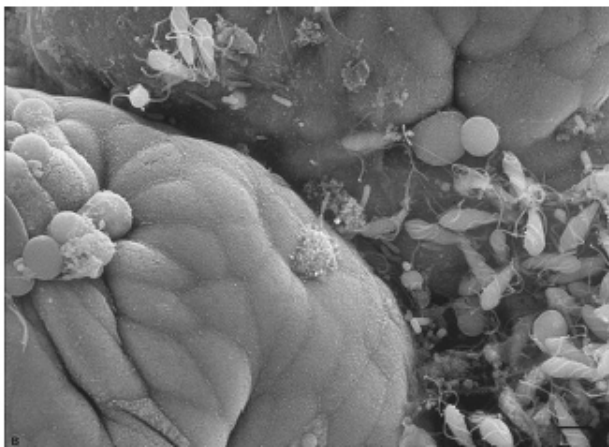
- horkovodní bojler se zónami, kde zůstává voda na místě mezi vrstvami s rozdílnou teplotou
- sediment ve vodních nádržích, ohřivačích na vodu a nedostatečně udržovaných filtrech
- zaslepené konce potrubní sítě
- vodní kámen na vnitřní straně trubek vodovodní sítě, kohoutků, sprch apod.

⁸ Nařízení vlámské vlády ze dne 9. února 2007 týkající se prevence proti rozšíření legionářské nemoci na veřejně přístupných místech. Zveřejněno 4. května 2007.

⁹ MINISTERSTVO VALONSKÉ OBLASTI: 13/3/2004: Nařízení Valonské vlády týkající se sektorových podmínek pro provozování bazénů.



Biofilm:



Biofilm je vrstva mikroorganismů, která se utváří uvnitř vodovodních potrubí.

Patogenní bakterie umístěné mezi částicemi biofilmu jsou lépe chráněny před desinfekčními zásahy (chlórový šok, tepelný šok apod.). Biologický povlak tak nabízí bezpečné útočiště řadě mikroorganismů, mezi které patří i *Legionella* nebo *E. coli*. Ty se zde pak mohou množit až na nebezpečnou úroveň.

Zpráva KIWA 1: dlouhodobá studie v testovací potrubní instalaci

V únoru 2003 zveřejnil KIWA (KWR) zprávu¹⁰, ve které bylo prokázáno, že při 37 °C je **koncentrace bakterie Legionella ve vodě v měděných potrubích až 10x nižší než v případě potrubí z nerezové oceli nebo ze síťovaného polyetylenu (PEX)**. Tato zpráva předkládá výsledky dlouhodobé studie účinků materiálů v instalacích pitné vody.

Studie potvrdila pozitivní účinky mědi při snižování výskytu bakterie Legionella: biologický povlak na stěnách potrubí je menší, což znamená méně příznivé prostředí k rozmnožování této bakterie. Velmi dobrá tepelná vodivost mědi a odolnost vůči rychlému nárůstu teploty znamená, že ve srovnání s ostatními materiály potrubí je měď mnohem účinnější při desinfekci pomocí tepelného šoku.

Protokol studie:

Pro potřeby této studie byla použita testovací vodovodní instalace simulující reálné podmínky

- Instalace simulovala vodovodní síť, včetně cirkulace vody a používání vody z kohoutku. Trubky v délce pět metrů byly sestaveny do okruhů dle jednotlivých materiálů. Všechny byly připojeny k ohřívači ze smaltované oceli. Voda byla v celém systému udržována při teplotě kolem 37 °C, což jsou ideální podmínky k rozvoji bakterií. Každý den bylo odčerpáno přibližně 81 litrů vody.
- Do systému byly přidány bakterie Legionella.

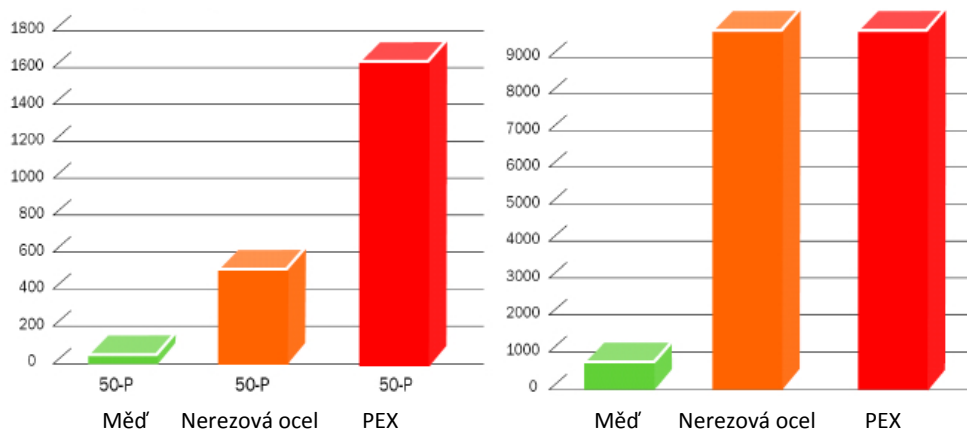
¹⁰ KWR 02.090, D. van der Kooij, J. S. Vrouwenvelder a H.R. Veenendaal, únor 2003.



Jak ukazuje druhý níže uvedený graf, nejnižší obsah bakterií Legionella byl nalezen v měděném potrubí, a to jak ve vodě, tak v biofilmu.

Baktérie Legionella v biofilmu, vyjádřené v jednotkách vytvářející kolonie (CFU/cm²) Prům. hodnoty

Baktérie Legionella ve vodě (CFU/l): maximální hodnoty



Zpráva KIWA 2: dodatečné argumenty

Na základě výsledků první studie byla provedena v roce 2007 další studie¹¹, jejímž cílem bylo **zhodnocení účinků teploty vody na růst bakterií Legionella v testovacím potrubí z různých materiálů**. Ke třem dříve zkoumaným materiálům (měď, nerezová ocel a PEX) byl přidán čtvrtý, a sice PVC-c. Po celou dobu zkoušek zkoumal KIWA rozvoj bakterií Legionella při různých teplotách v rozmezí od 25 °C do 60 °C.



© Výzkumný ústav vody KIWA

Protokol studie:

Testovací potrubí se skládalo z 15 m dlouhého potrubí jednotlivých materiálů, přičemž byl použit vzorec spotřeby v domácnosti¹². Test se skládal ze 6 fází:

1. Do dne 351: technická finalizace instalace.
2. Od dne 352 do dne 451: inkubační fáze při 37 °C po inokulaci bakterií Legionella pneumophila.
3. Od dne 452 do dne 556: studijní fáze při 25 °C.
4. Od dne 557 do dne 819: nová inkubační fáze při 37 °C.
5. Od dne 820 do dne 869: studijní fáze při 55°C
6. Od dne 870 do dne 941: studijní fáze při 60 °C

¹¹ KWR 06.110, červenec 2007, autoři: Ir. F.I.H.M. Oesterholt, H.R. Veenendaal a Prof. Dr. Ir. D. van der Kooij.

¹² Dle nizozemského standardu NEN 5128, třída 1: základní model s několika vodovodními výstupy v domácnosti včetně sprchy.



Zdá se, že významnou roli při množení bakterií *Legionella pneumophila* hraje použitý materiál a teplota vody:

- Při 25 °C a vzorci spotřeby v domácnosti zůstávala bakterie *Legionella* v potrubí z nerezové oceli, PVC-c a PEX. Naopak v případě mědi nebyl na konci této testovací fáze výskyt bakterie zaznamenán.
- Při 55 °C a vzorci spotřeby v domácnosti neprokázala studie žádný (nebo jen velmi malý) pokles výskytu bakterie *Legionella* v potrubí z nerezové oceli, PVC-c a PEX. Naproti tomu bakterie *Legionella* zcela zmizela z měděných potrubí.
- Kompletní desinfekce byla dosažena při 60 °C, a to i v případě potrubí z nerezové oceli, PVC-c a PEX.

Množství bakterie Legionella v biofilmu (v jednotkách vytvářejících kolonie na cm²)

Materiál	DEN 547 (fáze 3, po 95 dnech při 25 °C)	DEN 855 (fáze 5, po 35 dnech při 55 °C)	DEN 876 (fáze 6, po 6 dnech při 60 °C)
PEX	2.7	>10 000	0
Nerezová ocel	998	>10 000	33
PVC-c	390	>100 000	>100
Měď	<2.7	0	0

Po celou dobu trvání testu byla **nejnižší koncentrace bakterie Legionella zjištěna v síti měděného potrubí**. Ve srovnání s ostatními materiály bylo v **měděném potrubí obtížné udržet bakterie naživu**. Bylo tak zapotřebí provést další inokulační a inkubační fáze.



3.

Dizertační práce: „Vliv mědi na množství biomasy ve vodovodních trubkách”

Červen 2008: dizertační práce z oboru farmacie na Univerzitě Paris-Sud 11

V červenci 2008 byla pod vedením profesora Yvese Léviho na Univerzitě Paris-Sud 11 obhájena dizertační práce¹³, ve které byla provedena analýza účinků měděných potrubí na bakteriální biofilmy. Tato dizertace je referenční odbornou prací a je založena na **vědeckém výzkumu, který byl doposud zveřejněn a který se zabývá materiály potrubí a jejich možnými vlivy na veřejné zdraví.**

Dizertace se zaměřila na zodpovězení následující otázky: „*Dokáže měděné potrubí zabránit / omezit tvorbu biofilmu a množení bakterií ve vodovodní síti?*”

V dizertační práci bylo prokázáno, že výsledky [jednotlivých experimentů] ukazují, že „*ve srovnání s ostatními materiály a při zachování stejných podmínek měděná potrubí zpomalují tvorbu biomasy*”. Citovaní autoři také souhlasí se skutečností, že měď, přestože nemusí nutně mikroby v potrubí zabít, dokáže je fyziologicky ovlivnit a změnit jejich strukturu do té míry, že se sníží tvorba biologického povlaku.

Dizertační práce na závěr uvádí, že s výjimkou několika vzácných případů pomáhají měděná potrubí omezovat jak tvorbu biofilmu, tak množení bakterií, jako například *Legionella* nebo *Escherichia coli*.

3 otázky pro profesora Léviho



Proč vznikla dizertační práce na toto téma?

Nezávadné a čisté potrubí je velmi důležité, ať již v lékařských zařízeních, domácnostech nebo v průmyslu. Měď je známa svými germicidními účinky a bylo užitečné vytvořit přehled dosavadního vědění v této oblasti, jelikož aktuální studie využívají nových metod mikrobiologického hodnocení. Výzkumné týmy, které publikovaly své práce na toto téma, pochází zejména z amerických, nizozemských, kanadských a finských institucí, částečně pak také z Itálie, Španělska, Anglie a Belgie.

¹³ *Influence du cuivre sur les biomasses microbiennes dans les canalisations d'eau* (Vliv mědi na množství biomasy ve vodovodních potrubích), dizertační práce ke státnímu doktorskému diplomu v oboru farmacie, Virginie Lé, vedoucí práce Yves Lévi, Univerzita Paris-Sud 11, 26 června 2008.



Dokáže měď zaručit hygienu a nezávadnost vodovodní sítě?

Třebaže žádný materiál nedokáže zajistit úplnou absenci patogenních bakterií v potrubích, měď dokáže tato rizika snížit. Tlumivý účinek mědi na bakterie *Legionella pneumophila* byl prokázán v řadě publikací a někteří autoři doporučují používat měděná potrubí k omezení množení bakterií, zejména v případech, kde nelze k desinfekci využít vysokých teplot. Nicméně vždy platí, že je třeba instalaci řádně udržovat, včetně řízení teploty.

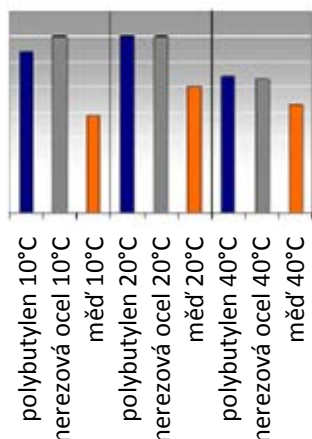
Jaké jsou další výzkumné kroky v této oblasti?

Navzdory ekonomickému významu a významu z hlediska zdraví probíhá v současnosti jen málo studií. Závěry této dizertační práce, která vznikla pod mým vedením, nicméně prokazují příznivou roli mědi ve většině případů. S ohledem na zdravotní rizika by bylo vhodné vytvořit široký výzkumný program.



Několik příkladů publikací citovaných v dizertační práci

1. Maule et al. (1999): Studie vlivu teploty, typu vody a materiálu potrubí na přežití a růst E. coli O157 v biofilmu.¹⁴

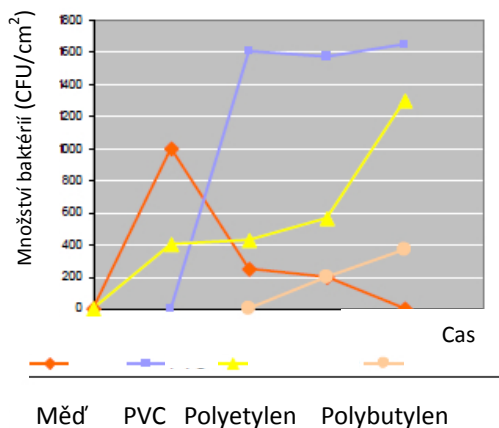


Prostřednictvím srovnání jednotlivých materiálů ohledně kolonizace v rámci odlišných typů vody při různých teplotách bylo prokázáno, že měď je kolonizována 10x až 100x méně než ostatní materiály (platí pro měkkou vodu). Účinky materiálu na bakteriální kolonizaci jsou jednoznačně odlišné. Více biomasy bylo nalezeno u polybutylenu než u nerezové oceli, přičemž menší kolonizace byla zaznamenána u mědi, zejména při 40 °C.

Vliv jednotlivých materiálů a množství heterotrofních bakterií v biofilmu (rozvoj v pitné vodě při různých teplotách)

2. Walker et al. (1993)¹⁵: studie rozvoje bakteriálních kolonií ve čtyřech typech materiálu potrubí včetně mědi.

Bakteriální kolonizace v měděném potrubí se ukazuje téměř systematicky nejnižší ve srovnání s množstvím bakterií nalezených u PVC, polyetylenu a polybutylenu, zejména při teplotách nad 20 °C. Měď pokaždé vykazuje menší biofilm a nižší bakteriální hustotu. Autoři doporučují měď jako nejvhodnější materiál.



Příklad kolonizace rostoucích bakterií u různých materiálů (měď, PVC, polybutylen a polyetylen) v pitné vodě při 60 °C

¹⁴ Maule A., Walker J.T., Keevil C.W. (1999). The survival of Escherichia coli O157 in biofilms on copper, stainless steel and plastic plumbing materials and as dried deposits on copper, stainless steel and brass [Přežití Escherichia coli O157 v biofilmu v potrubí z mědi, nerezové oceli a plastu a jako suché usazeniny na mědi, nerezové oceli a mosazi]. Závěrečná zpráva projektu CAMR 483 financovaného ICA (Mezinárodní asociace mědi).

¹⁵ Walker J.T., Rogers J., Keevil C.W. (1993). The influence of plumbing tube material, water chemistry and temperature on biofouling of plumbing circuits with particular reference to the colonisation of Legionella pneumophila [Vliv materiálu potrubí a teploty na biologický nános v soustavách potrubí s důrazem na kolonizaci bakterií Legionella pneumophila]. Výroční zpráva, leden 1993 .Projekt ICA 437 A.



3. Rogers a Keevil (1995)¹⁶: studie růstu bakterie Legionella na různých materiálech a při různých teplotách.

Bylo prokázáno, že v případě všech teplot dochází k menší kolonizaci ploch z mědi (ve srovnání s ostatními materiály, tedy polybutylenem a PVC-c). Autoři studie uzavírají, že měď zpomaluje růst Legionella pneumophila v biologickém povlaku. Uvádí, že měděná potrubí lze použít k zabránění růstu baktérií v těch situacích, kde nelze využít vysokých teplot.

Teplota	Materiál	L. pneumophila
20°C	měď	0
	polybutylen	2.2×10^2
	PVC-c	6.6×10^2
40°C	měď	9×10^3
	polybutylen	3.78×10^6
	PVC-c	2.6×10^6
50°C	měď	0
	polybutylen	3.75×10^3
	PVC-c	2.6×10^2
60°C	měď	0
	polybutylen	0
	PVC-c	0

Srovnání maximální kolonizace dle jednotlivých materiálů a množství Legionelle pneumophila při různých teplotách

¹⁶ Rogers J., Keevil C.W. (1995). Factors influencing the colonisation of biofilms by Legionella pneumophila [Faktory ovlivňující kolonizaci biologickými povlaky bakterie Legionella pneumophila]. International Biodeterioration.



4.

Měď v nemocnicích

Podle odhadu Federálního odborného centra pro veřejné zdraví (Federal Knowledge Centre for Public Health) umírá každý rok v Belgii 2600 pacientů na následky nemocničních infekcí, kterými se nakazili během pobytu v nemocnici. Kromě toho nemocniční infekce prodlužují délku hospitalizace v průměru přibližně o týden. Tyto komplikace v důsledku stojí společnost zhruba 400 milionů eur ročně.

Významnou část těchto infekcí způsobuje bakterie *Staphylococcus aureus*, přičemž polovina je rezistentní vůči antibiotikům. Laboratorní testy nicméně prokázaly, že bakterie MRSA (*Staphylococcus aureus* rezistentní vůči methicilinu) nedokážou přežít na povrchu z mědi. Na základě těchto výsledků byla přímo v evropských nemocnicích zahájena řada experimentů.

Používání mědi a slitin mědi při boji s nemocničními infekcemi

80% infekčních nemocí se přenáší kontaktem: kliky dveří a nerezové či hliníkové vozíky, které se používají v nemocnicích, se zdají být na první pohled čisté, přesto mohou ukrývat řadu životu nebezpečných mikrobů. Mezi nejčastěji nalezené mikroorganismy v případě nemocničních infekcí patří *Staphylococcus aureus* rezistentní vůči methicilinu (MRSA), koliformní bakterie jako *Escherichia coli* či *Klebsiella pneumoniae* a anaerobní *Clostridium difficile*. U pacientů vyvolávají tyto mikroby řadu infekcí: nejběžnější jsou infekce močových cest (¼ infekcí) a dále pak infekce dolních cest dýchacích (23 %), infekce chirurgických ran (11 %), kožní infekce (10 %) a infekce krevního oběhu (6 %).

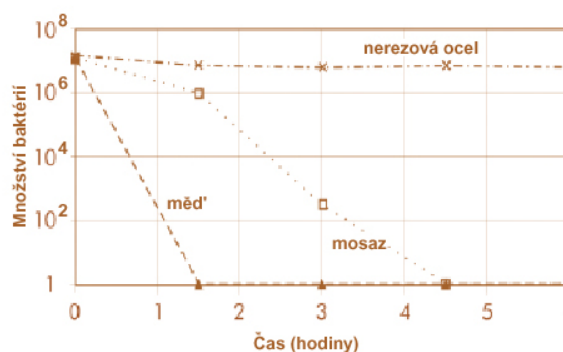
Měď, ať už v čisté formě nebo ve slitinách, je mocným antibakteriálním kontaktním prostředkem. Třebaže jsou tyto vlastnosti známy, nebyla měď dosud používána při potlačování nemocničních infekcí. Veškeré kontaktní plochy jsou místa šíření infekce a lze je snadno vyměnit za výrobky z mědi či slitin mědi, které mají antibakteriální vlastnosti. Jedná se zejména o kliky dveří, vozíky, vypínače, zábradlí lůžek, vozíky pro výdej léků, noční stolky a police, podpěry apod. Dokonce i v případě tkanin mohou měděná vlákna použita v zástěnách, povlečení či uniformách lékařského personálu.



1 cm² mědi dokáže za 90 minut zničit 10 milionů bakterií *Staphylococcus aureus*

Profesor C. W. Keevil, vedoucí oddělení ochrany životního prostředí na katedře biologie Univerzity v Southamptonu¹⁷, a Dr. J. Noyce zkoumali míru přežití usazených bakterií MRSA v suchém prostředí na nerezové oceli (nejběžnější materiální používaný v lékařských zařízeních) a na řadě slitin mědi¹⁸.

Výsledky ukázaly, že již po jedné a půl hodině dochází k úplné deaktivaci stafylokoků, pokud jsou v kontaktu s mědí. Stejného výsledku bylo dosaženo za čtyři a půl hodiny v případě mosazi (slitiny mědi a zinku). Naproti tomu v případě nerezové oceli se neprokázal žádný antibakteriální účinek.



Přežití MRSA na různých površích při 20 °C

Množství MRSA, které se obvykle nachází na nemocničních klikách, odpovídá přibližně 10³/cm² (tedy 10000x menší než koncentrace testovaná v laboratoři). Na povrchu z mědi je takové množství zcela zničeno již za 30 minut. Proto se profesor Keevil domnívá, že **„využití měděných slitin jako materiálu, ze kterého se mohou vyrábět například kliky dveří, vozíky nebo jakékoli jiné pracovní plochy, dokáže výrazně snížit přítomnost MRSA v nemocnicích, jakožto i riziko nákazy mezi zaměstnanci a pacienty na jednotkách intenzivní péče“**.

V podrobnějších studiích bylo prokázáno, že daný povrch musí obsahovat alespoň 60% mědi, aby byly zajištěny dostatečné antibakteriální vlastnosti (což je případ nejen čisté mědi, ale obvykle i mosazi či dalších slitin s vyšším podílem mědi). Tyto antibakteriální vlastnosti navíc přetrvávají po celou dobu životnosti daného předmětu: v průběhu času se účinky nijak nesnižují.

¹⁷ Univerzita v Southamptonu je předním vědeckým pracovištěm v Anglii, které vyniká výzkumným centrem s mezinárodní reputací. Profesor Keevil je vedoucím katedry mikrobiologie na Akademii biologických věd zmíněné univerzity. V hodnocení výzkumu, prováděné *Research Assessment Exercise* (RAE), dosáhlo toto pracoviště známky 5, což je nejvyšší možné hodnocení. Výzkum se zaměřuje zejména na schopnosti mikroorganismů adaptovat se na určitá prostředí a na jejich přežití.

¹⁸ Noyce J.O., Michels H., Keevil C.W. *Potential use of copper surfaces to reduce survival of epidemic methicillin-resistant Staphylococcus aureus in the healthcare environment* [Potenciální využití měděných povrchů ke snížení přežití bakterie *Staphylococcus aureus* rezistentní vůči methicilinu v prostředí zdravotnických zařízení]. *Journal of Hospital Infection* (2006) 63; 289.



Aktuální experimenty probíhající v Evropě

V současné době jsou naplánovány nebo již probíhají studie v nemocničním prostředí ve Velké Británii, Německu, Jihoafrické republice, Spojených státech amerických a Japonsku. Za všechny jmenujme dva příklady:

1. Klinické zkoušky v nemocnici Selly Oak v Birminghamu v Anglii¹⁹



Podle zprávy Národního auditorského úřadu (National Audit Office)²⁰ je ve Spojeném království každoročně zaznamenáno 300 000 nemocničních infekcí, přičemž na následky těchto onemocnění zemře přibližně 5 000 pacientů. Třebaže se nelze všem těmto nemocničním infekcím vyhnout, je možné snížit jejich výskyt o 15-30 %, a to zejména zlepšením preventivních opatření v samotných nemocnicích.

Klinické testy mědi byly zahájeny na konci roku 2007 v nemocnici Selly Oak, která je součástí Univerzitní nemocnice v Birminghamu, jež spadá do systému státní zdravotní péče NHS. Cílem studie je posouzení schopnosti tohoto materiálu snižovat ohniska infekcí a tím i rizika onemocnění, pokud jsou daná opatření přímo integrována v nemocničním prostředí.

V testovaném nemocničním pokoji byly nejprve identifikovány plochy, kterých se pacient často dotýká, a ty pak byly nahrazeny výrobky s obsahem mědi. Jednalo se o kliky dveří, kovová dveřní madla, vodovodní baterie, madla, vozíky, noční stolky, sedátka toalety a vypínače. Všechny tyto položky byly používány a hodnoceny po dobu 18 měsíců. Cílem bylo zjistit jejich účinky na mikrobiální zátěž v daném prostředí. První výsledky byly prezentovány na Mezioborové konferenci o antimikrobiálních prostředcích a chemoterapii (ICAAC) ve Washingtonu dne 28. října 2008. Ve studii bylo zjištěno, že během testování bylo na povrchu výrobků z mědi o 90-100 % méně mikroorganismů než v případě stejných výrobků ze standardních materiálů. Vedoucí zkoušek, profesor Elliott k tomu dodává: „Zjištění, že dochází k usmrcení 90 až 100% mikroorganismů, a to dokonce i po rušném dni, kdy se jednotlivých výrobků dotýkala řada lidí, je pozoruhodné. Nabízí se tak další možnost ve snaze bojovat s šířením infekcí.“ (strana 11)

Zdroj: Copper for Preventing Microbial Environmental Contamination (Měď při prevenci mikrobiální kontaminace v prostředí), A L Casey, P A Lambert, L Miruszenko, T S J Elliott. říjen 2008 (Dostupné na: <http://www.copperinfo.co.uk/antimicrobial/downloads/uhb-icaac.pdf>) Odkazy na výrobky a videa lze najít na stránce klinických zkoušek: <http://www.copperinfo.co.uk/antimicrobial/clinical-trial.shtml> Prezentační video je k dispozici na stránce Evropského institutu mědi: www.eurocopper.org.

¹⁹ Studie prováděná ve spolupráci mezi Univerzitní nemocnicí v Birminghamu a Univerzitou Aston pod vedením profesora Elliotta a profesora Lamberta.

²⁰ Správa a řízení infekcí pocházejících z nemocničního prostředí v zařízeních státní zdravotní péče NHS v Anglii, Národní auditorský úřad, 2000.



2. Experiment na klinice Asklepios ve Wandsbeku v Hamburku (Německo)



V rámci celosvětové studie v místních podmínkách, která se zabývá bojem s některými nebezpečnými mikroby, jež se šíří v nemocnicích (jako například *Staphylococcus aureus* odolný vůči methicilinu), bylo celé oddělení kliniky Asklepios v Hamburku vybaveno klikami a vypínači z mědi. „Vědecké testy, které provedlo několik nezávislých pracovních skupin dostatečně prokázaly, že měď dokáže účinně ničit některé bakterie a mikroby,“ potvrzuje profesor Dietrich H. Nies, ředitel ústavu biologie na

Univerzitě Martina Luthera v Halle-Wittenbergu v Německu.

Podle kliniky Asklepios a výzkumníků z univerzity v Halle-Wittenbergu vzorky z první fáze studie ukázaly „výrazně sníženou pravděpodobnost přežití“ těchto mikrobů na měděných plochách. Studie byla prodloužena i na druhou polovinu roku 2008 a její celková délka tak činí 2x 8 týdnů. Kompletní zhodnocení by mělo být k dispozici na počátku roku 2009.



5.

Měděná potrubí: hygienické vlastnosti zaručeny

Zdravotní doporučení ve Francii

V současné době je Francie jedinou evropskou zemí, která vydala doporučení týkající se použití mědi jako preferovaného materiálu pro teplovodní potrubí.

1. Zpráva francouzského Úřadu veřejné hygieny

Tato zpráva²¹, o řízení rizik spojených s bakterií Legionella, která byla zveřejněna na konci roku 2001, hovoří o vlastnostech mědi jakožto prostředku při boji s bakteriemi, jež jsou zodpovědné za šíření legionářské nemoci*. Kromě jiného se ve zprávě uvádí (str. 9):

„K nejvyšším koncentracím bakterie Legionella dochází v případě nedostatečného oběhu vody (slepé konce potrubí) a / nebo v teplovodních soustavách, ve kterých je teplota vody nižší než 50 °C, což je především případ některých společných vodovodních soustav. Byly provedeny studie vlivu určitých materiálů a chemických komponent. Z nich vyplývá, že rozvoj bakterií podporují (dokonce i v nízkých koncentracích) materiály jako železo, zinek a draslík. Mezi materiály, které se používají ve vodovodních sítích, vykazuje měď nižší míru kolonizace, přičemž určité druhy syntetické gumy a polyvinylchlorid (PVC) naopak vykazují vyšší hodnoty. Při teplotě 50 °C nepřežívají bakterie Legionella na měděném povrchu. U ostatních materiálů (polybutylen a PVC) je zapotřebí dosáhnout teploty 60 °C.“

2. Oběžník DGS ze dne 22. dubna 2002

Na základě shora uvedené zprávy CSHPF Generální ředitelství pro zdravotnictví v tomto oběžníku²² zdůraznilo skutečnost, že **teplovodní potrubí jsou hlavním zdrojem bakteriální infekce**. V doporučeních týkající se konstrukce a údržby sítí je zmiňována měď a její „*antibakteriální kontaktní účinky*“. Podle tohoto oběžníku napomáhají všechny typy plastů rozšiřování biofilmu.

Cílem oběžníku je propagace správných postupů a budování zdravotně nezávadných vodovodních sítí v sektoru zdravotní péče.



²¹ Zpráva CSHPF (Úřad veřejné hygieny Francie) doporučená ministerstvem zdravotnictví.

²² Oběžník DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 č. 2002/243 ze dne 22. dubna 2002 o prevenci rizik souvisejících s bakterií Legionella.



Příloha

HCPC – Středisko informací o mědi

HCPC Středisko mědi pro ČR a SR je nezisková organizace podporovaná těžiteli a zpracovateli mědi, která má za cíl podpořit použití mědi a její správné a účinné využití. Organizace poskytuje služby, zahrnující technickou pomoc a informativní poskytování dat pro všechny, kteří jsou v jakémkoli smyslu zainteresováni ve využití mědi.

Informace najdete na webové stránce společnosti: www.medportal.cz nebo www.medportal.sk.

Vydavatel:

Hungarian Copper Promotion Centre (HCPC)

Středisko mědi

ředitel: Ing. Robert Pintér

1053 Budapešť, Képiró u. 9, Maďarsko

tel.: + 36 1 266 48 10

fax: + 36 1 266 48 04

mobil: + 36 30 9827 113

e-mail: hcpc@hcpcinfo.org

www.medportal.cz

Kontakt v ČR:

Ing. Mojmír Kelča, partner HCPC, překlad této publikace

Jírovcova 16

623 00 Brno

tel./fax 547 382 984

e-mail: mojmir.kelca@worldonline.cz

www.medportal.cz

Všechna práva, i práva na přetisk výtisků a fotomechanickou nebo elektronickou úpravu, vyhrazena.

