



VLHKOST VZDUCHU NA PRACOVÍŠTI

Předpoklad zdraví a pracovní
výkonnosti zaměstnanců

Zvlhčování vzduchu
Vysoušení vzduchu
Odpařovací chlazení

 **flair**



Důležitý zdravotní parametr

Dostatečná vlhkost vzduchu na pracovišti

Předmluva

Správná vlhkost vzduchu se rozhodující měrou podílí na různých situacích každodenního života – v prostředí obchodů a kanceláří stejně jako v soukromých obytných prostorech. Význam obsahu vlhkosti ve vzduchu je natolik důležitý, že v mnoha zemích existují jasné směrnice pro provoz a údržbu zvlhčovacích zařízení.

Vědecky doložený je přitom úzce definovaný rozsah od 40 do 60 % relativní vlhkosti vzduchu, při jehož dodržování jsou zaručeny optimální předpoklady zachování zdraví, výkonnosti, duševní pohody a dalších hodnot.

V moderních budovách s neprodyšným opláštěním, ústředním vytápěním a klimatizačními zařízeními nelze tyto mezní hodnoty během pracovního dne dodržet bez aktivního zvlhčování vzduchu.

Úkolem této brožury je poskytnutí lékařsky ověřených podkladů k zajišťování správné vlhkosti vzduchu a dále informací o příznivých zdravotních i hospodářských účincích, které jsou dosažitelné prostřednictvím správného zvlhčování vzduchu na pracovištích.



Obsah	strana
1 Proč je vzduch v zimě tak nepříjemně suchý?	6
2 Jaké dopady má příliš nízká vlhkost vzduchu na lidské zdraví?	10
2.1 Účinky vlhkého vzduchu na náchylnost k chřipkovým infekcím	12
2.2 Vliv vlhkosti vzduchu na šíření choroboplodných zárodků kapénkovou cestou	14
2.3 Fyzikální aspekty šíření choroboplodných zárodků kapénkovou cestou	14
2.4 Infekčnost choroboplodných zárodků šířících se kapénkovou cestou	16
2.5 Doba setrvání choroboplodných zárodků šířících se kapénkovou cestou ve vzduchu	17
3 Mohou rostliny zvyšovat vlhkost vzduchu?	20
4 Studie Fraunhoferova institutu: Jak zaměstnanci posuzují vlhkost vzduchu na pracovišti?	22
5 Statistika vypracovaná Institutem Roberta Kocha: Příliš nízká vlhkost vzduchu se projevuje velice výraznými účinky na šíření chřipkových virů	24
6 Nová studie Yaleovy univerzity dokládá, že suchý vzduch v místnostech zesiluje účinky chřipkového onemocnění	26
7.1 Vlhkost vzduchu v místnostech z hospodářského hlediska	28
7.2 Příklad výpočtu: S jakými náklady musí zaměstnavatelé počítat, chtějí-li se vyhnout pracovním absencím?	30
8 Přehled výsledků zdravotnických studií týkajících se významu vlhkosti vzduchu ve vztahu k lidskému zdraví	32
9 Vyjadřují normy a směrnice stav vědeckého poznání, pokud jde o význam vlhkosti vzduchu v místnostech?	36
10 Rychlá analýza klimatu v kanceláři s grafy znázorňujícími vlhkost vzduchu v místnosti jako rizikový faktor	38

1 Proč je vzduch v zimě tak nepříjemně suchý?

Každý zná nepříjemné účinky suchého vzduchu: Pokožka je šupinatá a popraskaná, dochází k vysoušení a podráždění nejen nosní a hltanové sliznice, nýbrž často i očí. Máme pak pocit stísněnosti a stáváme se náchylnějšími k onemocnění dýchacích cest. V čem však spočívají příčiny toho, že bývá vzduch v místnostech obzvláště v chladných ročních obdobích tak suchý?

Odpovědi poskytne stručné nahlédnutí do oborů fyziky a termodynamiky. Vzduch se neustále snaží odebírat z okolního prostředí maximální množství vlhkosti a tuto vlhkost akumulovat v podobě neviditelné vodní páry. Pro obsah vodní páry ve vzduchu, který je důsledkem tohoto pochodu, se používá pojem relativní vlhkost vzduchu se zkráceným označením φ . Hodnota $\varphi = 1$ (100 % relativní vlhkosti vzduchu) odpovídá úplnému nasycení vzduchu, například po dlouho trvajícím dešti.

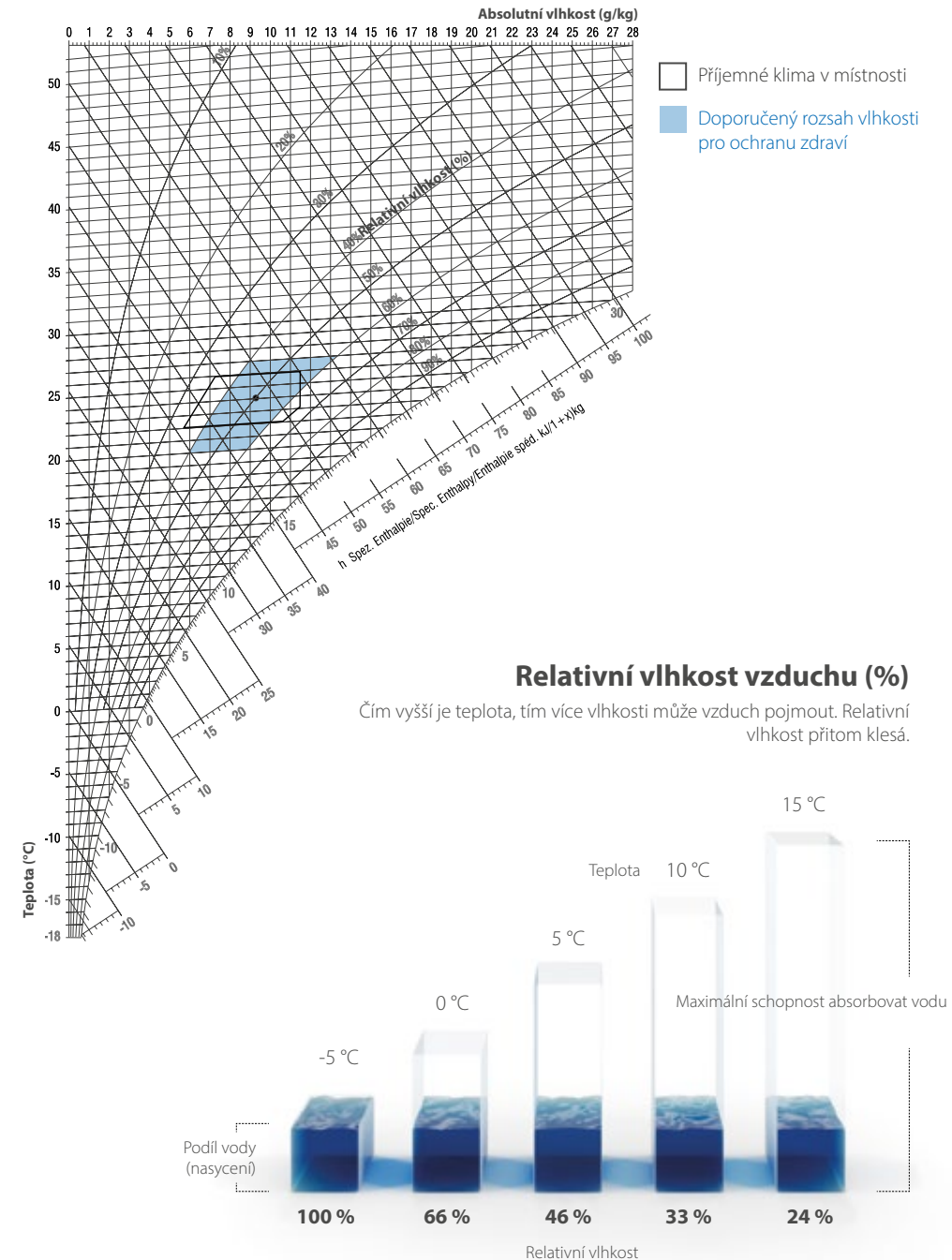
Při hodnotě $\varphi = 0$ je vzduch naproti tomu zcela bez obsahu vody.

Při těchto procesech však sehrává rozhodující roli teplota vzduchu. Čím vyšší je teplota

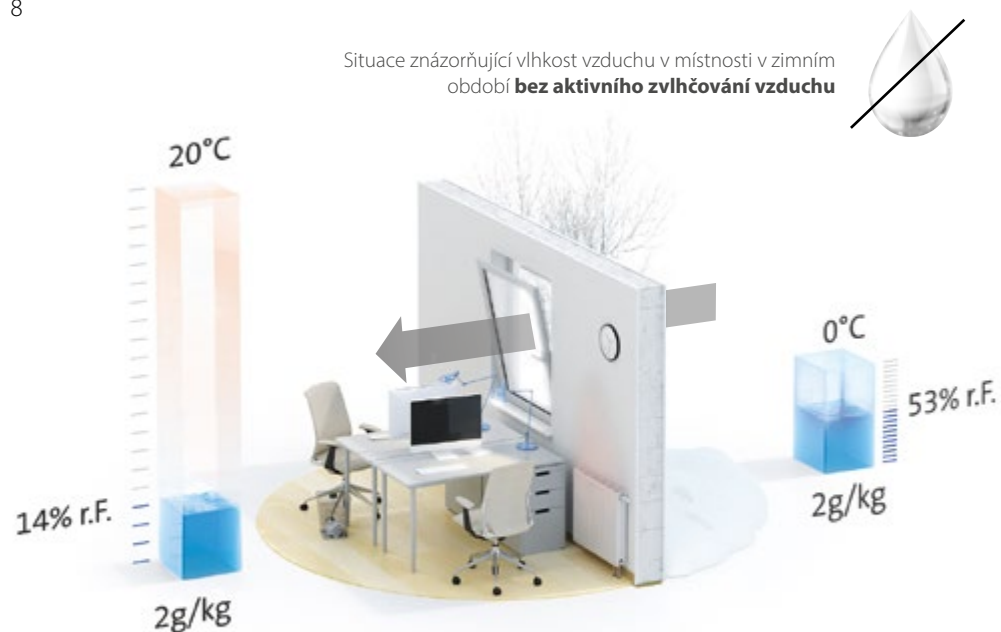
vzduchu, tím více vody je vzduch schopen na sebe vázat a pohlcovat ve formě páry. Tyto fyzikální souvislosti mezi vlhkostí vzduchu a teplotou vzduchu jsou znázorňovány v takzvaném stavovém diagramu h-x (viz vedlejší diagram).

Jak ještě bude vysvětleno v dalších kapitolách brožury, k zamezení vysychání sliznic a snížení zdravotních rizik by v zimě neměla vlhkost vzduchu v místnosti klesat pod zhruba 40 %. Příčiny toho, proč v zimě často dochází ke snižování vlhkosti vzduchu na extrémně nízkou a nezdavou úroveň, ukazuje příklad uvedený na stranách 8 a 9.

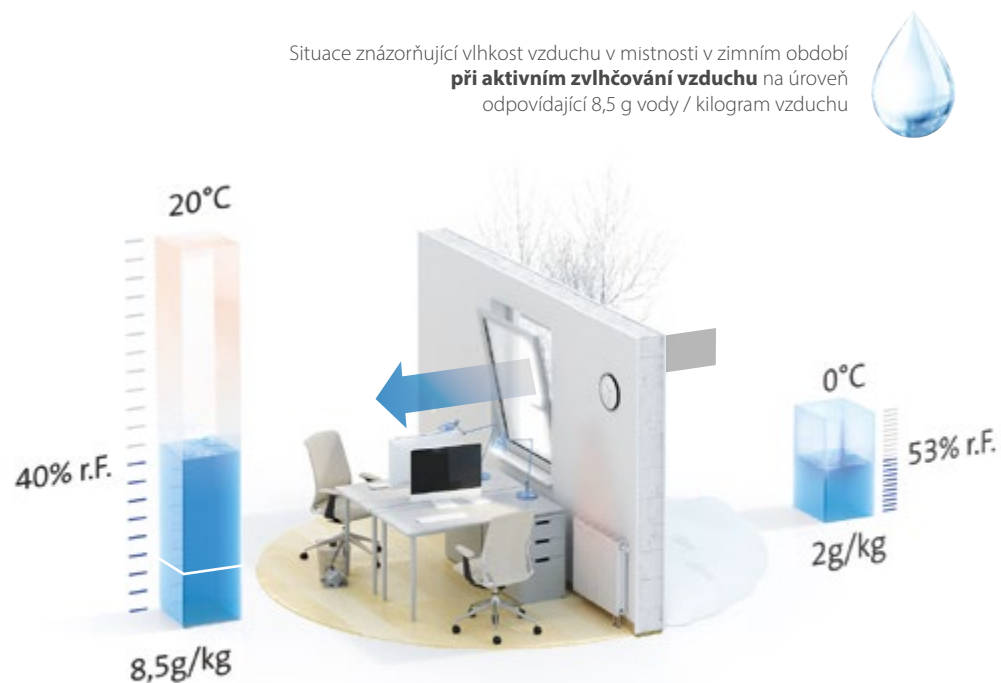
Diagram h-x podle Molliera, který je určen ke znázorňování termodynamických procesů



Situace znázorňující vlhkost vzduchu v místnosti v zimním období **bez aktivního zvlhčování vzduchu**



Situace znázorňující vlhkost vzduchu v místnosti v zimním období **při aktivním zvlhčování vzduchu** na úroveň odpovídající 8,5 g vody / kilogram vzduchu



Zde má venkovní vzduch teplotu 0 °C a relativní vlhkost 53 %. Jestliže se nyní v kanceláři nebo v bytě s teplotou 20 °C otevře okno a tento chladný venkovní vzduch začne proudit do místnosti, zahřeje se účinkem vytápění místnosti rovněž na teplotu 20 °C.

V důsledku tohoto zahřátí klesne, jak znázorňuje hořejší vyobrazení, vlhkost vzduchu na úroveň, která činí již pouze asi 14 %.

Aby bylo možno zabránit takovému výraznému klesání vlhkosti vzduchu v místnostech a namísto toho zajistit vlhkost vzduchu dosahující alespoň 40 %, která je prospěšná zdraví a v místnostech je vnímána jako příjemná, musí být suchý vzduch v těchto místnostech trvale kontrolovaně zvlhčován (viz vyobrazení níže, které znázorňuje aktivní zvlhčování vzduchu).

K tomu účelu jsou vhodné zejména zvlhčovací systémy, které jsou obsaženy ve větracích zařízeních a které upravují nasávaný venkovní vzduch tak, aby při přivádění do místnosti měl přesně takovou minimální vlhkost, jaká je požadována. V budovách, ve kterých neexistují mechanická větrací zařízení, mohou být používány také decentralní jednotky ke zvlhčování vzduchu v místnostech.

Doporučený rozsah vlhkosti vzduchu pro ochranu dýchacích cest

V diagramu h-x, který je uveden na straně 7, je černým orámováním znázorněn rozsah vlhkosti vzduchu odpovídající příjemnému klimatu v místnosti. Tento rozsah je založen

na výsledcích mnoha zkoumání, která byla prováděna v celosvětovém měřítku, a na údajích, které následně byly převzaty do technických pravidel, jakými jsou normy a směrnice. Odborní projektanti se při navrhování i pozdějším provozu klimatizačních systémů orientují podle cílové oblasti, která je v tomto diagramu vyznačena, ve snaze dosáhnout co nejpříjemnějšího klimatu, a tedy i nejvyšší míry komfortu v místnostech.

Co v diagramu znázorňuje modrá oblast?

K zajištění příjemného prostředí a komfortu se má při teplotách v místnostech mezi asi 22 °C (v zimě) a 26 °C (v létě) pohybovat vlhkost vzduchu trvale mezi asi minimálně 35 % a maximálně 65 %. Nižší hodnoty jsou považovány za „nepříjemně suché“, zatímco vyšší hodnoty považovány za „nepříjemně vlhké“.

Rozšíření této oblasti příjemného klimatu na rozsah teploty v místnosti od 20 °C do 27 °C je pak v diagramu h-x znázorněno prostřednictvím světle modré plochy. Zde se k dosažení optimálně příjemného klimatu a co nejúčinnější ochrany zdraví doporučuje zvýšit dolní hranici relativní vlhkosti vzduchu v místnosti na minimálně 40 % (stav v zimním období) a horní hranici omezit na maximálně 60 % (hranice odpovídající dusnému prostředí v letním období).

O důvodech těchto mírných korekcí v diagramu, který znázorňuje příjemné klimatické podmínky v místnostech, se dočtete dále v této brožuře.

2 Jaké dopady má příliš nízká vlhkost vzduchu na lidské zdraví?

Zejména v topném období se mezi zaměstnanci pracujícími v kancelářích zvyšuje počet stížností na pálení očí, suché sliznice, potíže při polykání, poruchy hlasu, elektrostatické jevy a suchou pokožku. Příčinou tohoto stavu je v téměř všech případech příliš suchý vzduch v místnosti.

V celém světě existuje velký počet studií, které se zabývají příčinami ztrát příjemného klimatu, onemocnění a snížení pracovní výkonnosti při vysokých teplotách ($> 26^{\circ}\text{C}$) a vysokých hodnotách vlhkosti vzduchu ($> 65\%$) na kancelářských pracovištích.

Nyní k nim přibývají další pozoruhodné poznatky o účincích příliš nízké vlhkosti vzduchu v místnosti během suchých a chladných zimních měsíců, které byly získány prostřednictvím novějších studií. Následuje tedy shrnutí důležitých výsledků a poznatků vyplývajících z těchto studií.

Příliš nízká relativní vlhkost vzduchu umožňuje, aby si prachové částice a na nich se nacházející mikroorganismy a aerosoly déle zachovávaly svoji schopnost vznášet se ve vzduchu. Při vyšší relativní vlhkosti vzduchu jsou bakterie obklopeny vodou. Tím se zvyšuje hmotnost částic, které tak rychleji klesají k podlaze. To znamená, že se snižuje počet částic, které mohou pronikat do dýchacího traktu.

Američtí vědci Lowen, Mubareka, Steel a Palese zjistili již v roce 2007 existenci významného vlivu vlhkosti vzduchu na rychlost přenosu chřipkových virů. Při vlhkosti vzduchu v rozsahu 20 až 30 % r. v. je riziko nakažení asi 3krát vyšší oproti stavu s vlhkostí vzduchu 50 % r. v. V roce 2013 byla tato souvislost prokázána

také týmem Johna D. Notiho, který zveřejnil výsledky studie „High humidity leads to loss of infectious influenza virus from simulated coughs“. Při vlhkosti vzduchu činí 43 % dosahovala míra infekčnosti virů 15 %, zatímco při relativní vlhkosti vzduchu v rozsahu 7 % až 23 % se tato míra zvyšovala na 77 %.

Příručka s názvem „Rádce pro kanceláře“, která byla vydána obecně prospěšným sdružením Deutsches Netzwerk Büro, doporučuje míru vlhkosti vzduchu v místnostech od 40 % do 60 %, příručka 215-510 „Posuzování klimatu v místnosti“ vydaná pojišťovnou DGUV udává příjemnou vlhkost vzduchu v rozsahu 45 % $\pm$ 15 % a v informační brožůře 202-090 „Třídy – místnosti ve školách“ pojišťovny DGUV se píše: „Příjemné klima v místnosti podporuje duševní pohodu, výkonnost, schopnost soustředění a zdraví osob.“ Dále je zde uvedeno: „Jakým způsobem lze příznivé klima v místnosti vyjádřit číselně? Navzdory individuálnímu vnímání klimatu se většina lidí cítí nejlépe při teplotě mezi 20 a 24 $^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkosti vzduchu mezi 40 a 65 % (při provádění činností s vysokým podílem řeči).“

Studie, příručky a brožury tudíž jednoznačně dokumentují, že na kancelářských pracovištích by mělo panovat vnitřní klima s vlhkostí vzduchu nejméně 40 %, aby byla pracovníkům poskytována příjemná pracovní atmosféra podporující dobrý zdravotní stav, tedy odstraňující či alespoň minimalizující potíže, včetně podráždění dýchacích cest, pálení očí a suché pokožky, a nebezpečí přenášení původců onemocnění.



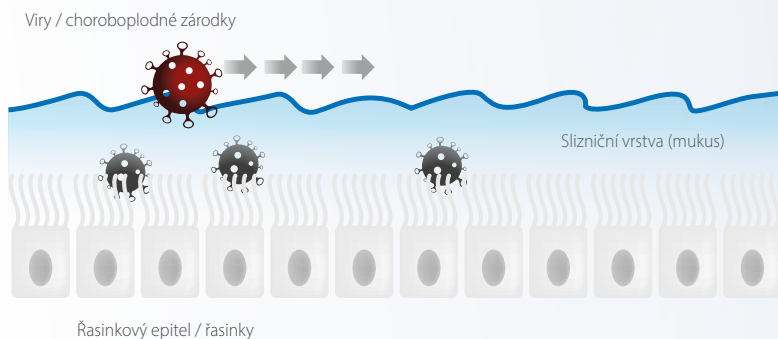
Studie provedená Yaleovou univerzitou

2.1 Účinky vlhkého vzduchu na náchylnost k chřipkovým infekcím

Suchý vzduch zhoršuje schopnost imunitních bariér zabraňovat pronikání chřipkových virů.

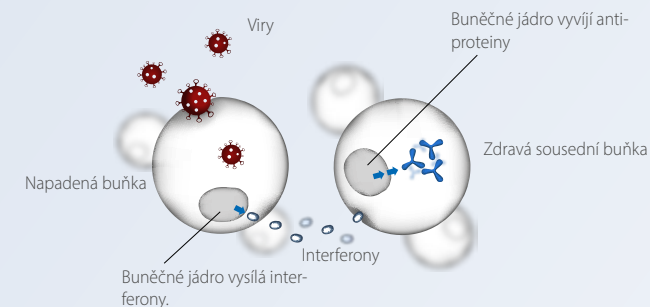
1. Slizniční bariéra

Epitellové buňky dýchacích cest jsou opatřeny řasinkami, které jsou pokryty hlenovou vrstvou. Na tomto hlenu zůstává ulpělá převážná část vdechnutých virů, bakterií a škodlivin pocházejících ze vzduchu. Řasinky pak tento hlen přenášejí společně s mikroorganismy a škodlivinami ve směru k hrtanu, kde může vykašláván nebo polykán.



Závěry studie provedené Yaleovou univerzitou:

V prostředí s příliš nízkou vlhkostí vzduchu se tyto tři bariéry stávají neúčinnými. Intenzita onemocnění se při nízké relativní vlhkosti vzduchu zvyšuje nezávisle na virovém zatížení. Velmi nízká vlhkost vzduchu navíc zpomaluje regenerační schopnost buněčné tkáně.

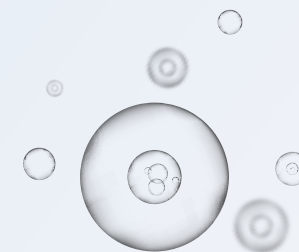


2. Vrozená imunita

(raná fáze boje s infekcí)

Mikroorganismy, kterým se podařilo překonat první obrannou linii, jsou rozpoznávány a požírány bílými krvinkami plnicími funkcí policistů vrozené imunity.

Buňky, které jsou známy jako makrofágy, předávají takzvané semiochemikálie (interferony), které vyvolávají produkci bílkovin, s nimiž společně bojují proti vniklým mikroorganismům.



3. Získaná imunita

(pozdní fáze boje s infekcí)

V pozdní fázi zánětu, kdy již byly překonány obě bariéry, jsou vytvářeny protilátky, které jsou specifické pro určité původce onemocnění. Tato získaná imunitní odezva vychází z lymfocytů typu B a T, které byly iniciovány očkováním nebo předchozími infekcemi a které jsou uloženy v imunologické paměti.

2.2 Vliv vlhkosti vzduchu na šíření choroboplodných zárodků kapénkovou cestou

Kapénkami obsahující choroboplodné zárodky jsou nejmenší kapénky, které jsou schopné vznášet se ve vzduchu a přenášet původce onemocnění. Při dýchání, kýchání nebo kašlání se dostávají prostřednictvím dýchacích cest do ovzduší v místnosti, čímž je umožněno přenášení původců onemocnění, jako například chřipkových virů, na další osoby.

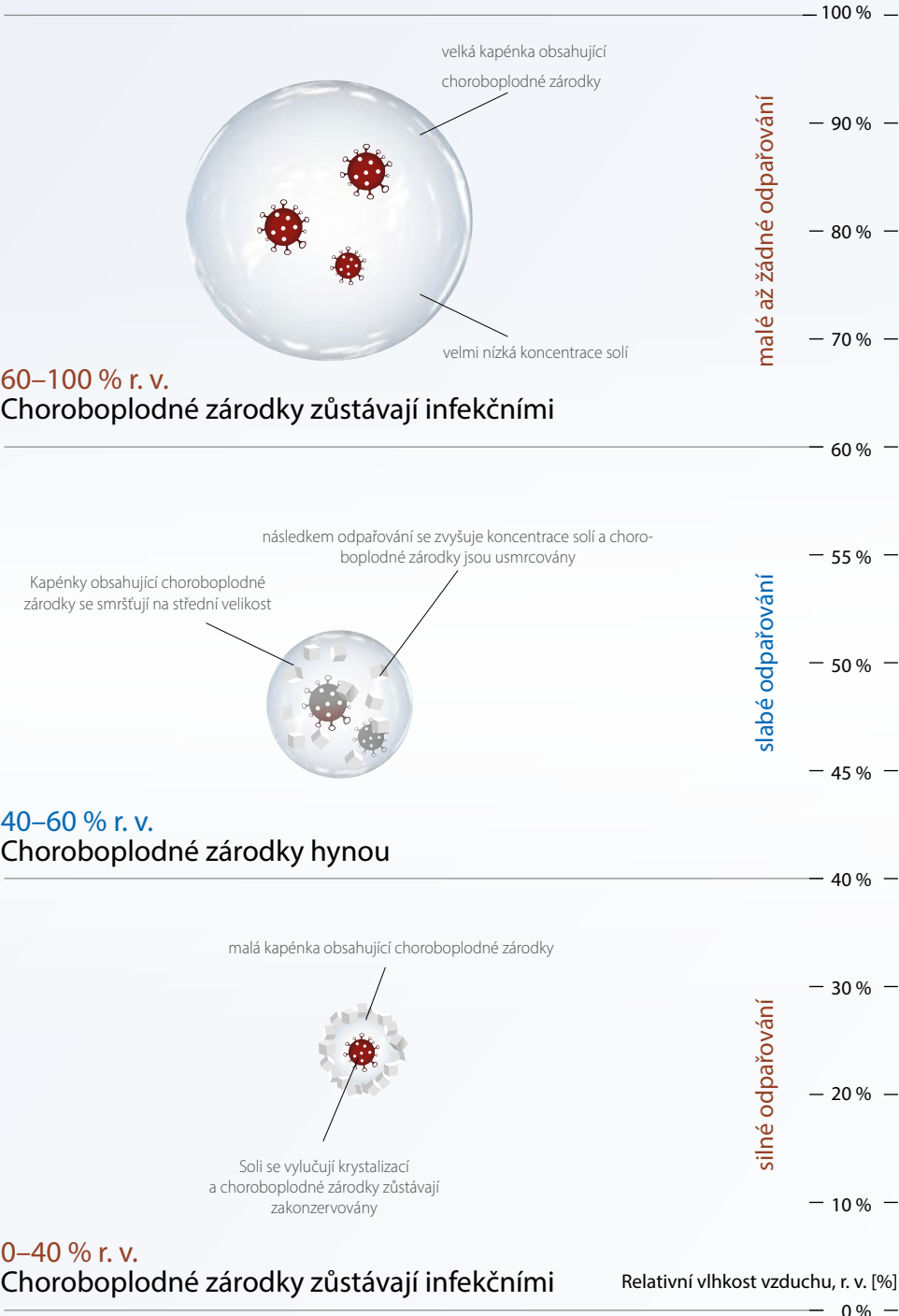
Z hlediska schopnosti choroboplodných zárodků přežít i schopnosti kapének vznášet se ve vzduchu sehrává rozhodující roli vlhkost vzduchu v místnosti. Suchý vzduch v místnosti, tedy vzduch s relativním podílem vlhkosti

nižším než 40 %, umožňuje rychlé zasychání nepatrných kapének, které jsou zatíženy choroboplodnými zárodky. Následkem toho zůstávají tito původci onemocnění zakonzervováni a velmi dlouho infekční.

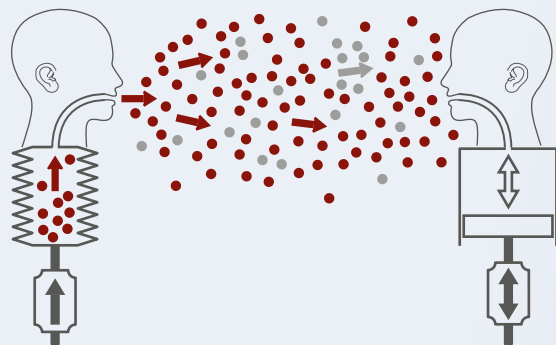
Při relativní míře vlhkosti vzduchu pohybující se v optimálním rozmezí od 40 do 60 % dochází ke smršťování aerosolů účinkem procesu odpařování pouze natolik, že se silně zvyšuje koncentrace solí v kapénkách, následkem čehož jsou obsažené choroboplodné zárodky usmrcovány.

2.3 Fyzikální aspekty šíření choroboplodných zárodků kapénkovou cestou

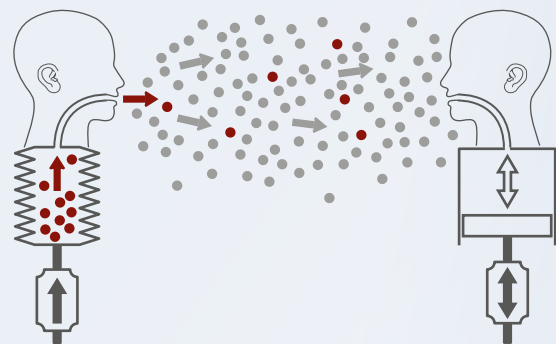
Rozsah vlhkosti	Schopnost vznášet se ve vzduchu	Doba setrvání	Nebezpečí nákazy
60–100 % r. v.	Velké kapénky obsahující choroboplodné zárodky klesají a rychle se usazují	Krátká doba přetrvávání ve vzduchu v místnosti	Následkem velmi nízké koncentrace solí ve vodě zůstávají choroboplodné zárodky infekční
40–60 % r. v.	Kapénky střední velikosti obsahující choroboplodné zárodky, s velmi malou schopností vznášet se ve vzduchu	Velmi krátká doba přetrvávání ve vzduchu v místnosti	Vysoká koncentrace solí usmrcuje choroboplodné zárodky
0–40 % r. v.	Malé kapénky obsahující choroboplodné zárodky si zachovávají schopnost vznášet se ve vzduchu	Dlouhá doba přetrvávání ve vzduchu v místnosti	Soli se vylučují krystalizací a choroboplodné zárodky zůstávají zakonzervovány



Při vlhkosti vzduchu v místnosti pohybující se v rozsahu 7–23 % r. v. dosahuje míra **infekčnosti** zanesených choroboplodných zárodků po 60 minutách hodnoty **77 %**



Při vlhkosti vzduchu v místnosti činící 43 % r. v. je míra **infekčnosti** zanesených choroboplodných zárodků po 60 minutách minimální, dosahuje již pouze **15 %**.



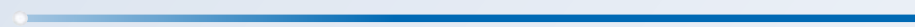
2.4 Infekčnost choroboplodných zárodků šířících se kapénkovou cestou

Vlhkost vzduchu má výrazné účinky na infekčnost kapének obsahujících choroboplodné zárodky. Při střední vlhkosti

vzduchu je nebezpečí nákazy minimální a při suchém vzduchu v místnosti se skokově zvyšuje.

Zdroj: Studie „High humidity leads to loss of infectious influenza virus from simulated coughs“, autor dr. John D. Noti; v této souvislosti viz také str. 32

Kapénky o průměru 0,5 μm
Doba setrvání ve vzduchu: **41 hodin**



Kapénky o průměru 3 μm
Doba setrvání ve vzduchu: **1,5 hodin**



Kapénky o průměru 100 μm
Doba setrvání ve vzduchu: **6 sekund**



2.5 Doba setrvání choroboplodných zárodků šířících se kapénkovou cestou ve vzduchu

Původci onemocnění, jakými jsou například chřipkové viry, mohou být prostřednictvím kapének, v nichž jsou obsaženy, kašláním a kýcháním intenzivně vymršťovány rychlostmi dosahujícími až 20 m/s do místnosti, kde jsou následně vdechováním přenášeny na další osoby. Vlhkost vzduchu v místnosti přitom sehrává rozhodující roli, pokud jde o schopnost kapének obsahujících choroboplodné zárodky vznášet se ve vzduchu. V místnosti se suchým vzduchem dochází ke smršťování kapének obsahujících choroboplodné zárodky na průměr, který je mnohem menší než 1 mikrometr, následkem čehož zůstávají tyto kapénky po celý den schopné vznášet se ve vzduchu. Tím se zvyšuje schopnost původců onemocnění přežít ve vnitřním prostředí a současně dochází k výraznému zesílení schopnosti kapének obsahujících choroboplodné zárodky

vznášet se ve vzduchu. Choroboplodné zárodky pak mohou „přežít“ po mnoho hodin. Osoba, která je nachlazená a v příliš suché místnosti kašle nebo kýchá, tedy vytváří kontaminační atmosféru, která může přetrvávat i po dobu několika hodin.



Zdroj: Stephanie Taylor, MD, Taylor Healthcare Consulting

Choroboplodné zárodky mají rády suchý vzduch

V suchém vzduchu se kapénky obsahující choroboplodné zárodky smršťují a vysychají. Původci onemocnění následkem toho zůstávají zakonzervováni, což znamená, že si velmi dlouhou zachovávají schopnost vznášet se ve vzduchu a související infekční potenciál.

Vlhký vzduch usmrcuje choroboplodné zárodky

Při optimální vlhkosti vzduchu (40–60 % r. v.) zůstávají soli rozpuštěné ve vodě tvořící kapénku, která obsahuje choroboplodné zárodky. Koncentrace solí se přitom uvnitř kapénky postupně zvyšuje natolik, že původci onemocnění jsou během krátké doby deaktivováni.



3 Mohou rostliny zvyšovat vlhkost vzduchu?

Jako alternativa ke kontrolovanému zvlhčování vzduchu se na kancelářských pracovištích často uskutečňují pokusy zvyšovat vlhkost vzduchu použitím rostlin. Je však takový postup skutečně prospěšný a účinný?

V této souvislosti obsahuje rádce „Klima v kanceláři“ vydaný pojišťovnou DGUV příklad s překvapivým výsledkem: **Rostliny dokáží podstatně zvyšovat vlhkost vzduchu v místnosti pouze v ojedinělých případech.**

Při proudění venkovního vzduchu (-4 °C a 50% relativní vlhkosti) do místnosti o velikosti 20 m^2 (22 °C a 50% relativní vlhkost) s výměnou vzduchu, která je vyjádřena hodnotou 0,5 za hodinu, zde totiž panuje po jedné hodině klima s vlhkostí vzduchu dosahující již pouze 29 %. Aby bylo možno udržet dosavadní vlhkost v místnosti na hodnotě 50 %, musí být vzduch v této místnosti zvlhčován vodou v množství 230 g za hodinu.

Typické kancelářské rostliny dokáží dosahovat odparu, který činí pouze asi 10 g vody na m^2 plochy listů za hodinu.

Proto by v tomto příkladu byl potřebný velký počet rostlin s celkovou plochou listů 23 m^2 k tomu, aby v místnosti bylo opět dosaženo původní vlhkosti, která činila 50 %.

V takovém případě by se z kanceláře stala džungle. Vlhkosti vzduchu v místnosti, která je prospěšná lidskému zdraví, lze mnohem jednodušeji a bezpečněji dosahovat prostřednictvím aktivních zvlhčovacích systémů.

Teplota = 22 °C
Relativní vlhkost vzduchu = 29 %



Teplota: 22 °C
Relativní vlhkost vzduchu: 50 %

K tomu, aby do ovzduší v místnosti bylo přiváděno 230 g za hodinu, by bylo zapotřebí **16 rostlin**.



4 Jak zaměstnanci posuzují vlhkost vzduchu na pracovišti?

Výše popsané nepříznivé aspekty příliš nízké vlhkosti vzduchu v místnosti ve srovnání se správnou vlhkostí vzduchu v místnosti zkoumal Fraunhoferův institut pro řízení a organizaci práce (IAO) ve své dvouleté studii „Vlhkost vzduchu na kancelářském pracovišti“. Výsledky této studie velmi zřetelně dokládají skutečnost, že osoby pracující v kancelářích si bez regulovaného zvlhčování stěžují na poruchy mající příčinu v příliš suchém vzduchu, které pak nepříznivě ovlivňují jejich duševní rozpoložení, zdravotní stav i pracovní výkonnost. Vyšší vlhkost vzduchu v místnosti byla naproti tomu dotazovanými osobami posuzována příznivě a vnímána jako příjemná.

Skladba studie

V průběhu studie byl ve stávající budově po dobu několika týdnů zapínán a vypínán systém pro zvlhčování vzduchu, přičemž teplota v místnostech se pohybovala v rozmezí asi 22 až 23 °C. Při regulovaném zvlhčování činila relativní vlhkost vzduchu v místnostech zhruba 40 %, v ostatních případech dosahovala vlhkost vzduchu v budově hodnot pouze asi 23 až 28 %.

Hodnocení pracovního prostředí jednotlivými uživateli se uskutečňovalo na základě pětibodové stupnice, a to od možnosti „zcela souhlasím“ po možnost „vůbec nesouhlasím“. Vedlejší grafy souhrnně znázorňují nejdůležitější výsledky studie.

Ze znázorněných údajů vyplývá, že při aktivním zvyšování vlhkosti vzduchu v místnostech na asi 40 % nevnímala žádná z dotazovaných osob tuto vlhkost jako příliš nízkou – 84 % těchto osob dokonce vlhkost vzduchu označovalo jako dobrou. Naproti tomu při vypnutém zvlhčování vzduchu uvádělo 77 % účastníků průzkumu, že vlhkost vzduchu je příliš nízká. Navíc posuzovalo 54 % dotazovaných osob zvlhčování vzduchu v místnosti jako osvěžující. Také při posuzování příznaků spočívajících v „suchých dýchacích cestách“ a „pálících očích“ byly ve zvlhčovaných místnostech výsledky významně lepší, a to ve všech případech o asi 20 procentních bodů. Studie provedená Fraunhoferovým institutem tudíž jasně potvrzuje nepříznivý vliv příliš nízké vlhkosti vzduchu v místnostech na

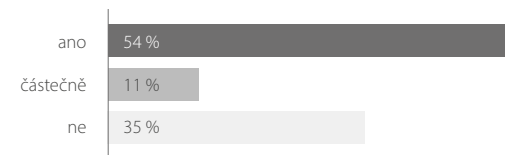
všeobecné rozpoložení, na možné dráždění očí a na vysoušení sliznic.

U všech symptomů, které byly předmětem dotazování, se mezi účastníky průzkumu vyskytovalo v místnostech zvlhčovaných na 40 % relativní vlhkosti znatelně méně stížností. Vlhkost vzduchu na pracovišti

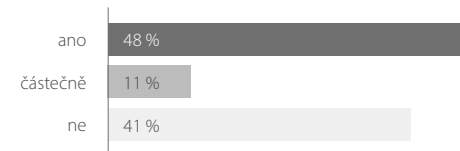
je proto vedle dobré kvality vzduchu v místnosti a příjemné teploty důležitým předpokladem pro zvyšování duševní pohody a snižování zatěžujících zdravotních účinků na kancelářských pracovištích.

Způsob vnímání stavu s vypnutým zvlhčováním:

Máte během práce častěji pocit vyschlých dýchacích cest?



Pálí vás během práce často oči?



5 Příliš nízká vlhkost vzduchu se projevuje velice výraznými účinky na šíření chřipkových virů

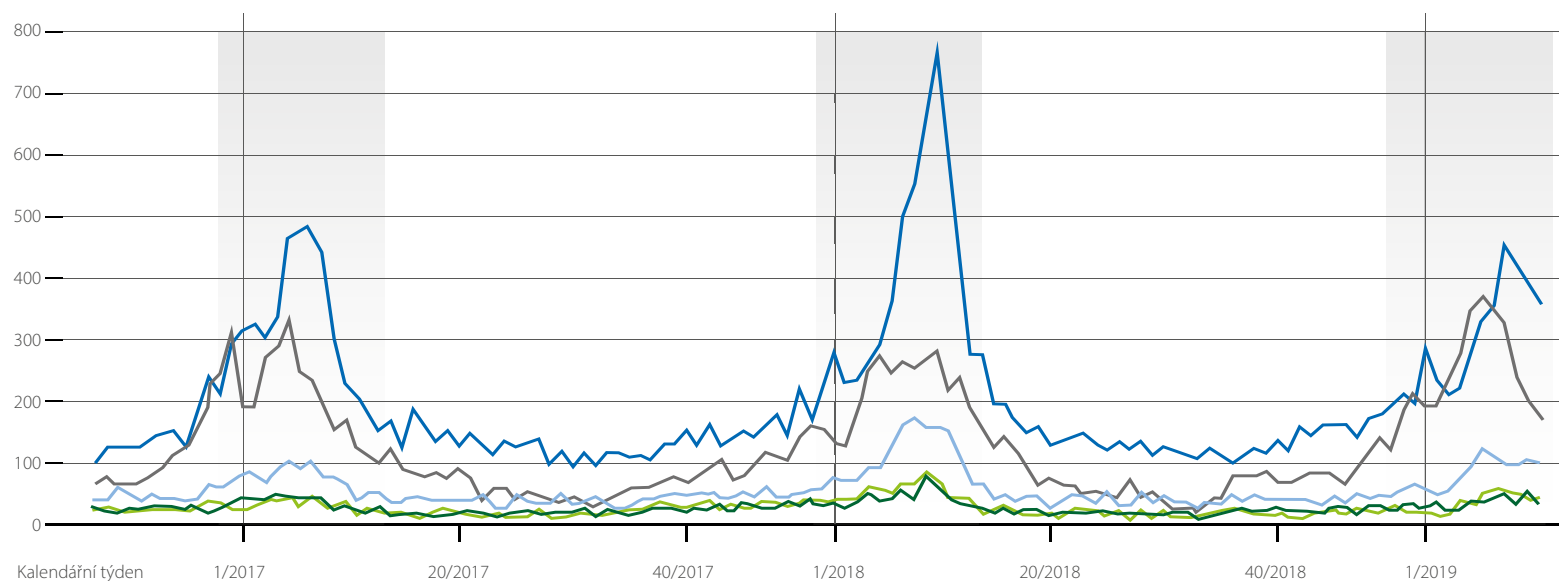
V předcházejících kapitolách byly popsány nepříznivé účinky a ohrožení, které se při příliš nízké vlhkosti vzduchu týkají celkové pohody a zdravotního stavu osob pobývajících v místnostech. Tyto aspekty jsou však pouze jednou částí velkého celosvětového problému. Podle výsledků jedné z nových studií je nízkými hodnotami vlhkosti vzduchu podporováno šíření virů chřipky (odborně influenza), a tím zvyšováno nebezpečí nakažení tímto onemocněním s často vážným nebo dokonce smrtelným průběhem.

Již mnoho roků zaznamenává Institut Roberta Kocha (RKI) ve svých epidemiologických zprávách, které se týkají výskytu chřipky v Německu, počty případů onemocnění a úmrtí způsobených chřipkovou nákazou. Ve zprávě za období 2017/2018 dochází institut k následujícím výsledkům (viz diagram: Počet akutních respiračních infekcí):

- Chřipková vlna začala s blížícím se koncem roku (v 50. kalendářním týdnu) a svého vrcholu dosahovala v únoru a březnu (v 6. až 12. kalendářním týdnu), načež pomalu odezněla v průběhu dubna.
- V období 2017/2018 registroval institut RKI zhruba 9 milionů návštěv lékaře a 45 000 případů odeslání do nemocnice, jejichž příčinou byla chřipková infekce. Navíc institut odhaduje dalších 5,3 milionu dní pracovní neschopnosti způsobených chřipkou, které však nebyly obsaženy v lékařských hlášeních.
- Obzvláště silně byly chřipkou postiženy

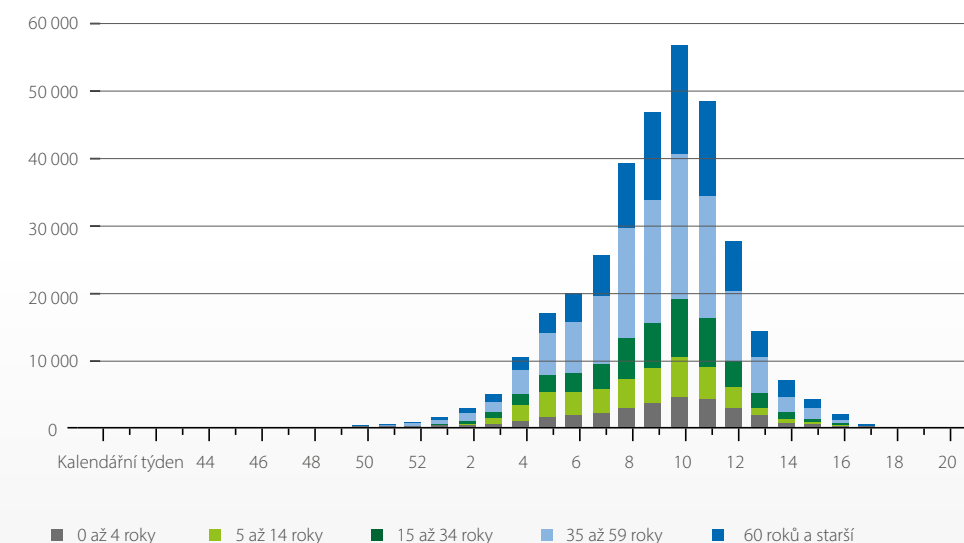
osoby ve věku nad 35 let. Podle institutu RKI vyplývá z údajů za období 2017/2018 mimořádný nárůst počtu onemocnění chřipkou oproti dosavadním obdobím s nejvyšším výskytem, což byla období 2012/2013 a 2014/2015, a to o 2 miliony případů. Zde vyobrazený graf představuje statistiku vypracovanou Institutem Roberta Kocha obsahující počty onemocnění způsobených chřipkovou nákazou, které byly ohlášeny v období 2017/2018. Graf znázorňuje jednoznačnou špičku výskytu v chladném, suchém ročním období mezi prosincem a březnem (vyhodnocováno zde bylo 332 873 ohlášených případů onemocnění).

Počet akutních respiračních infekcí



Počet případů chřipky oznámených Institutu Roberta Kocha v období kalendářních týdnů 40/2017 až 20/2018

Počet případů onemocnění chřipkou



Studie provedená Yaleovou univerzitou v květnu 2019

6 Nová studie Yaleovy univerzity dokládá, že suchý vzduch v místnostech zesiluje účinky chřipkového onemocnění

Z grafických znázornění na straně 25 je zřejmá významná souvislost mezi chřipkovými onemocněními a velmi nízkou vlhkostí vzduchu v měsících prosinci až dubnu. O tom, zda taková souvislost skutečně existuje, byly také vedeny sporné diskuse v lékařských kruzích. Další důkaz byl podán v roce 2019 výzkumnými pracovníky renomované americké Yaleovy univerzity, kteří předložili výsledky své studie s názvem „Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection“. Nej důležitější výsledky, které již byly vizualizovány na stranách 12 a 13, lze shrnout následovně:

- Souvislost mezi velmi nízkou vlhkostí vzduchu a schopností chřipkových virů přežít a šířit se skutečně existuje a byla jednoznačně prokázána.
- Příliš nízká vlhkost vzduchu totiž omezuje samočisticí schopnost dýchacích cest, následkem čehož dochází ke snižování odolnosti imunitního systému proti virům. Jestliže virus pronikne slizniční vrstvou dýchacích orgánů jakožto první imunitní bariérou, je uvolňován interferon, aby byly aktivovány geny, které s viry dokážou bojovat a bránit jejich šíření. Jestliže se však viru podaří prorazit i tento druhý stupeň obrany, je jako třetí stupeň aktivován samotný imunitní systém, čímž je vyvolána specifická imunitní odezva na přítomnost virů. V prostředí s příliš nízkou vlhkostí vzduchu se tyto tři bariéry stávají

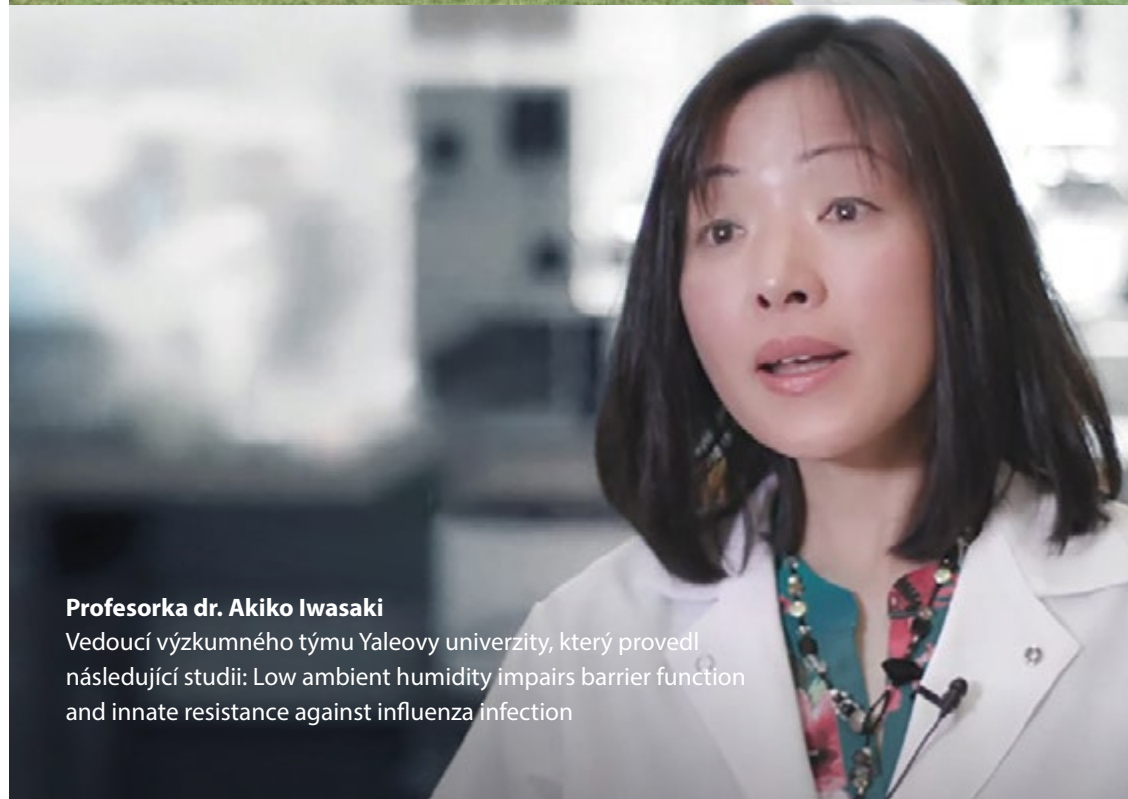
neúčinnými, což má za následek vznik chřipkového onemocnění.

- Intenzita onemocnění se při nízké relativní vlhkosti vzduchu zvyšuje nezávisle na virovém zatížení. Velmi nízká vlhkost vzduchu navíc zpomaluje regenerační schopnost buněčné tkáně.

Vedoucí výzkumného týmu profesorka Akiko Iwasaki shrnuje ústřední výsledky studie takto: Naše nové poznatky o vlhkosti vzduchu a z nich vyplývající aspekty a opatření ke snižování výskytu chřipkových onemocnění mají mimořádný význam, jelikož rozsah sezónních chřipkových infekcí se nadále zvětšuje a tyto infekce každoročně v celosvětovém měřítku způsobují nejméně půl milionu smrtelných případů. Bylo rovněž prokázáno, že relativní vlhkost vzduchu mezi 40 a 60 % přispívá k minimalizaci virových infekcí a ztěžuje proces jejich šíření. Naše doporučení proto zní: Velmi nízká vlhkost sice není jediným faktorem, který může zvyšovat míru šíření chřipkových virů a onemocnění, zajištění relativní vlhkosti vzduchu dosahující nejméně 40 % je však, zejména v chladných a suchých ročních obdobích, vhodným opatřením umožňujícím dosažení značného omezení šíření chřipkových virů, a tedy i snížení počtu onemocnění.



Campus Yale, New Haven, USA



Profesorka dr. Akiko Iwasaki

Vedoucí výzkumného týmu Yaleovy univerzity, který provedl následující studii: Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection

7.1 Vlhkost vzduchu v místnostech z hospodářského hlediska

V Německu pracuje z celkového počtu 40 milionů výdělečně činných osob asi 17 milionů zaměstnanců v kancelářích. Jejich zdravotní stav, duševní pohoda a pracovní výkonnost velmi výrazně závisejí také na dobré kvalitě vzduchu, příjemných teplotách a vhodných úrovních vlhkosti vzduchu v kancelářských místnostech. Velká prospěšnost dodržování těchto podmínek zřetelně vyplývá z každoročních statistik „Národohospodářské náklady způsobené pracovní neschopností“ vydávaných Spolkovým ústavem pro bezpečnost práce a pracovní lékařství (BAuA). Za rok 2017 tato

statistika udává průměrnou dobu trvání pracovní neschopnosti 16,7 dne na jednoho zaměstnance, z čehož vyplývá celkově 669 mil. dnů pracovní neschopnosti, které odpovídají 1,8 mil. roků nepřítomnosti v práci. Přitom jsou v této statistice započítány pouze „skutečné“ případy lékařsky uznané pracovní neschopnosti – kromě nich existuje ještě určitý počet dní nepřítomnosti kvůli onemocněním, které nejsou lékařsky evidovány. Z těchto dat vypočítal ústav BAuA za rok 2017 celkové náklady vzniklé zaměstnavatelům v souvislosti s pracovními absencemi

Národohospodářské náklady způsobené pracovní neschopností v letech 2014 až 2017 u 40 mil. zaměstnanců v Německu (zdroj: BAuA)

	2014	2015	2016	2017
Dny pracovní neschopnosti (celkem)	543 mil.	587 mil.	675 mil.	669 mil.
Výpadek výroby (mzdové náklady)	57 mld. €	64 mld. €	75 mld. €	76 mld. €
Hrubá přidaná hodnota (produktivita)	90 mld. €	113 mld. €	133 mld. €	136 mld. €

Dny pracovní absence způsobené onemocněními dýchacích cest (celkový počet)

Dny	65,7 mil.	83,2 mil.	91,2 mil.	92,2 mil.
-----	-----------	-----------	-----------	-----------

Dny pracovní absence způsobené onemocněními dýchacích cest (v odvětvích finančnictví, pojišťovnictví a služeb)

Dny	10,6 mil.	13,7 mil.	16,4 mil.	17,0 mil.
Výpadek výroby (mzdové náklady)	1,1 mld. €	1,5 mld. €	1,8 mld. €	1,9 mld. €
Hrubá přidaná hodnota (produktivita)	2,8 mld. €	3,6 mld. €	4,4 mld. €	4,5 mld. €

Dny pracovní absence způsobené onemocněními dýchacích cest (v odvětvích veřejných a ostatních služeb, školství a zdravotnictví)

Dny	20,4 mil.	25,0 mil.	35,1 mil.	36,9 mil.
Výpadek výroby (mzdové náklady)	2,0 mld. €	2,5 mld. €	3,6 mld. €	3,9 mld. €
Hrubá přidaná hodnota (produktivita)	2,5 mld. €	3,1 mld. €	4,4 mld. €	4,7 mld. €

ve výši 76 mld. € (průměrně 41 700 € na zaměstnance ročně) a v souvislosti s výpadkem produkce ve výši 136 mld. € (průměrně 74 000 € na zaměstnance ročně). Při nejvyšší hrubé přidané hodnotě činící 97 500 € (2017) a délce pracovní neschopnosti 14,6 dne připadající na jednoho zaměstnance zaujímá v této statistice první místo hospodářské odvětví finančnictví, pronajímání a obchodních služeb. Shrnutí důležitých dat shromážděných ústavem BAuA za roky 2014 až 2017 je uvedeno ve vedlejší tabulce. Podle analýz provedených ústavem BAuA činí podíl onemocnění dýchacích cest na celkovém počtu onemocnění 13,9 %. Toto číslo odpovídá asi 93 milionům dnů, resp. 250 tisícům let absence. Za použití těchto číselných údajů a několika dalších úvah bude nyní na základě příkladu vysvětleno, jaké náklady spojené s pracovními absencemi může očekávat zaměstnavatel se 100 zaměstnanci pracujícími v kancelářích při nedostatečné a nezdravé vlhkosti vzduchu v místnostech.

Předpokládejme 18 dní absence z důvodu onemocnění připadajících na každého kancelářského zaměstnance (včetně jednotlivých dnů onemocnění bez lékařského potvrzení), z čehož připadá 15 % = 2,7 dne na onemocnění dýchacích cest. Z těchto

údajů lze odhadem stanovit 1,5 dne absence, kdy je příčinou příliš nízká vlhkost vzduchu (nachlazení, chřipka, bolesti hlavy). Vezmou-li se navíc v úvahu další nepříznivé účinky, jakými jsou samy o sobě ztráta soustředění a pracovní výkonnosti osob (v důsledku podráždění nosních a hltanových sliznic, suchých očí a svědivé pokožky) na kancelářském pracovišti, lze při umírněném odhadu předpokládat celkovou roční ztrátu produkce odpovídající 2,5 pracovního dne na osobu. Těchto 2,5 dne absence odpovídá zhruba 1,2% podílu z roční pracovní doby.

Na základě hrubé přidané hodnoty stanovené ústavem BAuA činící v průměru 97 500 € na každé kancelářské pracoviště v hospodářském odvětví finančnictví, pronajímání a obchodních služeb tudíž vznikají každému zaměstnavateli náklady související s pracovními absencemi v důsledku onemocnění ve výši 1,2 % z částky 97 500 €, což odpovídá nákladům ve výši 1 170 € na osobu na rok.

V odvětví veřejných služeb, včetně školství a zdravotnictví, je udávána hrubá přidaná hodnota na osobu na rok ve výši 46 500 €. Vychází-li se i zde z odhadovaného výpadku pracovní doby, jehož podíl činí 1,2 %, vznikají u každého zaměstnance náklady ve výši 558 € na osobu na rok.

Příklad výpočtu:

7.2 S jakými náklady musí zaměstnavatelé počítat, chtějí-li se vyhnout pracovním absencím?

Novostavba kancelářského objektu v mnichovské oblasti, která je určena pro 100 pracovníků, je za účelem zajištění dobré kvality vzduchu v místnostech vybavena větracím zařízením s objemovým průtokem venkovního vzduchu činícím 50 m³/h na osobu = 5 000 m³/h. Majitel firmy se současně rozhodl pro montáž zařízení ke kontrolovanému zvlhčování vzduchu do větracího systému, aby byla také v chladných ročních obdobích zajišťována při pěti pracovních dnech týdně v místnostech s teplotou 22 °C vlhkost vzduchu dosahující nejméně 40 %, která je prospěšná pro zdraví zaměstnanců.

Investiční náklady spojené s montáží zvoleného zvlhčování vzduchu na základě systému parního systému zvlhčování vzduchu Condair GS s plynovým ohřevem zde činí, včetně nezbytné úpravy zvlhčovací vody, zhruba 29 000 €. Aniž bychom nyní zacházeli do přílišných detailů, činí roční náklady na provoz zvlhčovacího systému, které zahrnují spotřebu plynu, vody a elektrického proudu společně s údržbou, asi 3 600 €.

Co to znamená ve sledovaném období trvajícím 15 roků?

Jak již bylo vyčísleno, činí podnikatelovy ztráty produktivity způsobované příliš suchým vzduchem v kancelářích 1 170 € na osobu a rok. Při 100 zaměstnancích to odpovídá hodnotě 117 000 € za rok, resp. součtu 1,755 mil. € za 15 let. Zvlhčování vzduchu, jehož účelem je zamezení vzniku těchto ztrát, jej bude stát 29 000 € ve formě jednorázové investice, k čemuž poté přibudou provozní náklady ve výši 3 600 € x 15 let = 54 000 €. Z toho vyplývá součet činící asi 83 000 € za 15 let.

Z porovnání obou výsledků vyplývá pro podnik „výnos“ ve formě rozdílu mezi výdaji spojenými se zajišťováním dobré a zdravé kvality vzduchu a odstraněnými ztrátami (vyplývajícími z nižší produktivity), přičemž tento výnos činí 1,755 mil. € : 83 000 € = 2 100 %, resp. 1,755 mil. € – 83 000 € = 1,672 mil. €.

Výpočet při 100 zaměstnancích pro celkovou provozní dobu činící 15 let v hospodářském odvětví poskytování veřejných a ostatních služeb, včetně školství a zdravotnictví

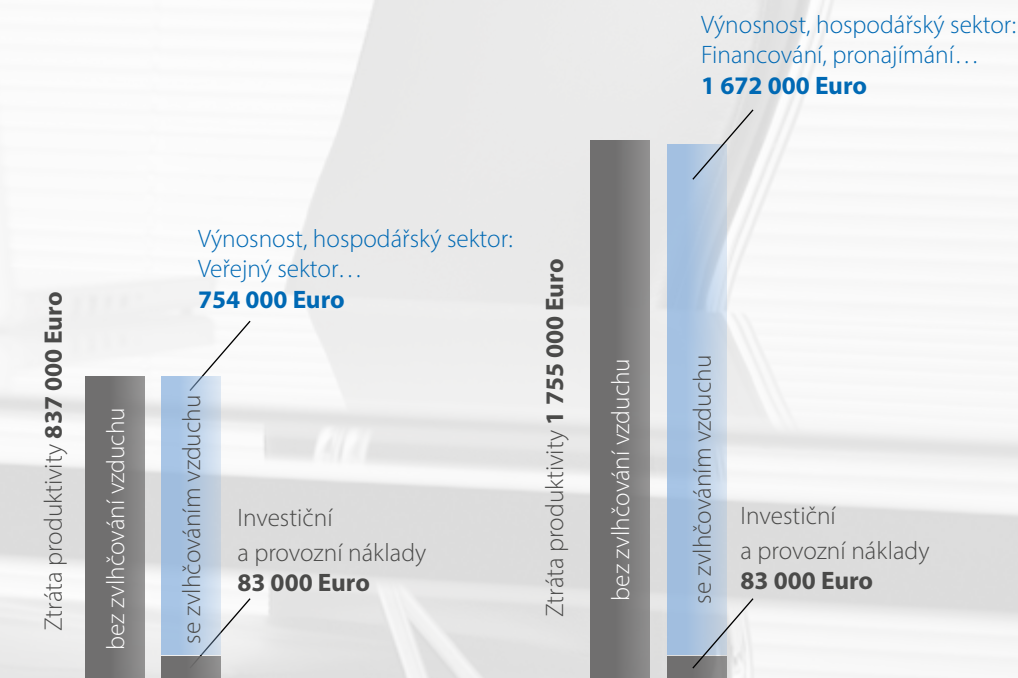
Hrubá přidaná hodnota vytvářená jedním pracovním místem* x doba absence** = ztráta produkce 46 500,00 Euro x 1,2 % = 585,00 Euro ročně, připadající na jednu osobu

Počet zaměstnanců x roční ztráta produkce x provozní doba = celková ztráta produkce
100 x 585 Euro x 15 let = 837 000 Euro

Výpočet při 100 zaměstnancích pro celkovou provozní dobu činící 15 let v hospodářském odvětví finančnictví, pronajímání a obchodních služeb

Hrubá přidaná hodnota vytvářená jedním pracovním místem* x doba absence** = ztráta produkce 97 500,00 Euro x 1,2 % = 1 170,00 Euro ročně, připadající na jednu osobu

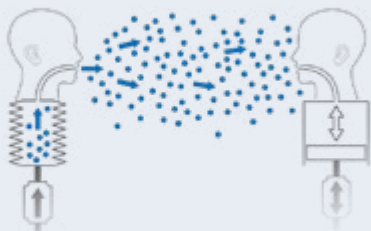
Počet zaměstnanců x roční ztráta produkce x provozní doba = celková ztráta produkce
100 x 1 170 Euro x 15 let = 1 755 000 Euro



* Spolkový ústav pro bezpečnost práce a pracovní lékařství

** aproximovaná celková doba absence v důsledku onemocnění dýchacích cest

8 Přehled výsledků zdravotnických studií týkajících se významu vlhkosti vzduchu ve vztahu k lidskému zdraví



Přenos chřipkových virů vzduchem

V klimatizované místnosti byl měřen procentuální podíl vykašlávaných chřipkových virů, které byly při rozdílné vlhkosti vzduchu v místnosti i po jedné hodině stále infekčních. Při vlhkosti vzduchu pod 23 % bylo po jedné hodině ještě více než 70 % vykašlání chřipkových virů v infekčním stavu. Při relativní vlhkosti 40 % bylo po jedné hodině méně než 20 % virů ve stále infekčním stavu. Velmi nízká vlhkost vzduchu zvyšuje riziko šíření nákazy vydechovanými nebo vykašlávanými chřipkovými viry, zatímco vlhkost vzduchu, která je vyšší než 40 %, riziko snižuje.

Název originální publikace:

High humidity leads to loss of infectious influenza virus from simulated coughs

Autoři:

John D. Noti, Francoise M. Blachere, Cynthia M. McMillen, William G. Lindsley, Michael L. Kashon, Denzil R. Slaughter, Donald H. Beezhold

Rok zveřejnění:

2013



Doba přežívání virů ve vzduchu

Výzkumníci zjistili velmi dlouhou dobu přežívání virů při velmi vysoké vlhkosti vzduchu blízké 100 %. Nebezpečí přenosu virové nákazy zůstávalo zachováno po dlouhou dobu rovněž tehdy, jestliže vlhkost vzduchu byla nižší než 50 %. Při vlhkosti vzduchu nad 50 % byly chřipkové viry v průběhu krátké doby deaktivovány. Má se za to, že při odpařování, ke kterému dochází v prostředí s klesající vlhkostí vzduchu, způsobuje extrémně se zvyšující koncentrace solí v kapénkách deaktivaci virů. Při vlhkosti vzduchu nižší než 50 % uvedené soli krystalizují, ztrácejí svůj deaktivující účinek a zjevně umožňují konzervaci virů. Znázorněný mechanismus vysvětluje, proč se v zimním topném období pravidelně vyskytují chřipkové epidemie, k jejichž vzniku přispívá velmi nízká vlhkost vzduchu ve vytápěných místnostech.

Název originální publikace:

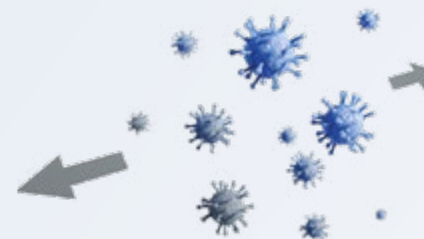
Relationship between humidity and influenza A viability in droplets and implications

Autoři:

Wan Yang, Subbiah Elankumaran, Lindsey C. Marr

Rok zveřejnění:

2012



Vliv vlhkosti vzduchu a větrání na riziko nákazy chřipkou

Výzkumníci pomocí modelových výpočtů zkoumali míru rizika nakažení chřipkou při rozdílných hodnotách vlhkosti vzduchu a intenzitách větrání v místnostech. Zvýšení intenzity větrání snižuje riziko šíření nákazy odváděním odpadního vzduchu, čímž se snižuje koncentrace virů v ovzduší místnosti. To je účinné především u malých kapének obsahujících choroboplodné zárodky, které si dlouho zachovávají schopnost vznášet se v suchém vzduchu uvnitř místnosti. Vlhkost vzduchu v místnosti je určující pro odpařování vykašlávaných kapének obsahujících choroboplodné zárodky, a tudíž i pro jejich konečnou velikost (dobu schopnosti vznášet se ve vzduchu), a prostřednictvím koncentrace solí i pro dobu přežívání chřipkových virů. Vlhkost vzduchu, která je vyšší než 40 %, snižuje riziko infekce tím, že umožňuje rychlou deaktivaci virů a rychlé klesání velkých kapének k podlaze místnosti. Suchý vzduch v místnosti má opačné účinky, a riziko chřipkové nákazy tedy zvyšuje.

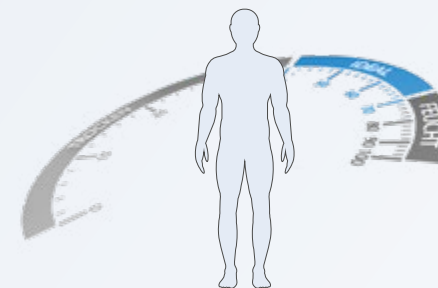
Název originální publikace:

Dynamics of airborne influenza A viruses indoors and dependence on humidity

Autoři:

Wan Yang, Linsey C. Marr 2011

Rok zveřejnění:



Pro naše zdraví je ideální střední úroveň vlhkosti vzduchu

Tato důležitá literární rešerše vysvětluje prostřednictvím odkazů na 99 studií, proč střední vlhkost vzduchu činící 40–60 % představuje ideální rozsah jak s ohledem na přímé účinky, jakými jsou duševní pohoda a zdravotní stav uživatelů budov, tak i ve spojitosti s předcházením zdravotním problémům způsobovaným virovými a bakteriálními infekcemi, alergiemi, napadáním plísněmi, roztoči stejně jako nečistotami v částicové a plynné formě, které jsou obsaženy ve vzduchu. Střední úroveň vlhkosti vzduchu chrání a ošetřuje jednak pokožku a jednak sliznice nosu a dýchacích cest. Optimalizuje dynamiku víření, šíření a usazování škodlivin přenášených vzduchem ve smyslu zmírňování expozice.

Název originální publikace:

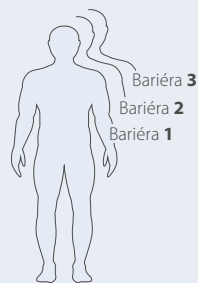
Criteria for human exposure to humidity in occupied buildings

Autoři:

Sterling EM, Arundel A, Sterling TD

Rok zveřejnění:

1985



Suchý vzduch je největší spolupachatel škod způsobovaných chřipkovými viry

Studie provedená Yaleovou univerzitou, jejíž výsledky byly zveřejněny v roce 2019, poukazuje na závažné dopady velmi nízké vlhkosti vzduchu na obranyschopnost dýchacích cest vůči infekcím v porovnání s normální situací při vlhkosti vzduchu činící 50 %. Několikadenní vystavení účinkům vzduchu s obsahem vlhkosti činícím pouze 10 % má za následek, že:

- 1)** řasinky, které mají odvádět hlen a viry z dýchacích cest, se stávají nekoordinovanými a neúčinnými,
- 2)** vrozená buněčná a látková imunita, která zajišťuje bezprostřední boj s infekcí, je zcela blokována,
- 3)** chřipkové viry mohou neomezeně vnikat do organismu, množit se a způsobovat poškození tkání.

Následkem jsou častější chřipkové onemocnění se závažnějším průběhem.

Název originální publikace:

Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection

Autoři:

Eriko Kudo, Eric Song, Laura J. Yockey, Patrick W. Wong, Robert J. Homer a Akiko Iwasaki,

Rok zveřejnění:

2019

Nemocniční infekce a velmi nízká vlhkost vzduchu

V rámci studie prováděné v univerzitní nemocnici bylo v 10 patientských pokojích měřeno devět parametrů (T, RF, Lux, CO₂, tlak vzduchu, podíl čerstvého vzduchu, výměna vzduchu, pohyb osob, hygiena rukou). V důsledku požadované vysoké míry výměny vzduchu se průměrná vlhkost vzduchu pohybovala v letním pololetí okolo 40 % a v zimním pololetí okolo 30 %.

V zimním pololetí byla míra výskytu nemocničních infekcí znatelně vyšší než v létě. Tento nárůst byl v korelaci se všemi měřenými parametry, nejvíce však s velmi nízkou vlhkostí vzduchu. Nabízí se otázka, zda má nízká zimní vlhkost vzduchu příčinnou souvislost s nárůstem výskytu nemocničních infekcí.

Název originální publikace:

Building science measurements for the hospital microbiome project, Thesis Ramos T, 2014
Is low indoor humidity a driver for healthcare-associated infections?

Autoři:

Dr. Stephanie Taylor, MUDr. Walter Hugentobler

Rok zveřejnění:

2016



Zimní vzduch, vytápění, větrání a člověk dýchající zvlhčovaný vzduch

V rámci studie byly ve školních místnostech zkoumány souvislosti mezi výše uvedenými pojmy a dobou přežívání chřipkových virů. Vlhkost vzduchu v místnosti je určována absolutní vlhkostí venkovního vzduchu (která je u studeného zimního vzduchu velmi nízká), teplotou dosahovanou vytápěním, intenzitou větrání a přítomností osob, které odevzdávají vlhkost do vzduchu v místnosti. Bez aktivního zvlhčování vzduchu se vlhkost vzduchu v místnosti pohybuje v zimním období většinou okolo 30 %, přičemž kolísá v závislosti na přítomnosti osob a na venkovní teplotě. Ve školní místnosti přežívá 70 % vnesených chřipkových virů po dobu jedné hodiny. Pomocí zařízení ke zvlhčování vzduchu (o výkonu ≈ 2 l/h) lze vlhkost vzduchu ve školní místnosti rychle zvyšovat na úroveň dosahující 40, resp. 60 %, čímž se podíl chřipkových virů přežívajících po dobu jedné hodiny snižuje na 50, resp. 35 %. Tato skutečnost je spojena se znatelným snížením rizika šíření nákazy.

Název originální publikace:

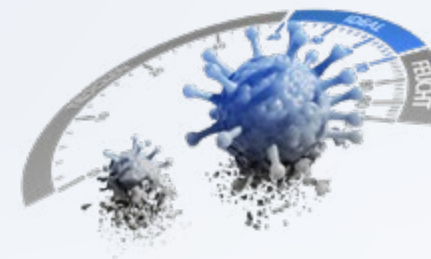
Absolute humidity and the seasonal onset of influenza in the continental United States

Autoři:

Koep T.H. a kol.

Rok zveřejnění:

2013



Usmrcující účinek relativní vlhkosti vzduchu na bakterie obsažené v aerosolech

Pod tímto názvem byla již v roce 1947 zveřejněna studie, v níž bylo prokázáno, že tři z nejčastějších bakteriálních původců infekčních onemocnění dýchacích cest (pneumokoky, streptokoky a stafylokoky) jsou při střední vlhkosti vzduchu (40–60 %) rychle deaktivovány, jestliže se dostávají do styku s rozprašovanou vodou obsahující soli. Při velmi nízké i velmi vysoké vlhkosti vzduchu však všechny tyto tři druhy bakterií přežívají po velmi dlouhou dobu.

Název originální publikace:

The lethal effect of relative humidity on air-borne bacteria

Autoři:

Edward W. Dunklin, Theodore T. Puck, Ph.D

Rok zveřejnění:

1947

9 Vyjadřují normy a směrnice stav vědeckého poznání, pokud jde o význam vlhkosti vzduchu v místnostech?

O zajišťování vlhkosti vzduchu v místnostech, která chrání a podporuje zdraví, duševní pohodu a pracovní výkonnost osob, pojednává také několik technických pravidel, která jsou obsažena v normách a směrnících. Tato technická pravidla však téměř ve všech případech berou zřetel pouze na vysoké hodnoty vlhkosti vzduchu v místnostech, které činí více než asi 65 % při teplotách vzduchu přes 26 °C, a na nepříznivé účinky, které takové dusné pracovní prostředí může mít na osoby pracující v kancelářích. Téma minimálních hodnot vlhkosti vzduchu v místnostech v chladnějších a suchých ročních obdobích bylo oproti tomu dosud téměř trestuhodně zanedbáváno – existuje k němu totiž pouze, pokud vůbec, několik doporučení bez konkrétních předpisů, které by bylo nutno dodržovat. Důvod tohoto stavu spočívá zřejmě v tom, že četné poznatky týkající se mnoha příznivých účinků minimální vlhkosti vzduchu v místnostech činící asi 40 %, které byly podrobně popsány v předchozích částech této brožury, dosud mezi odborníky nenalezly náležitou odezvu a k jejich začlenění do technických pravidel bude ještě zapotřebí, aby vešly více ve známost a dostalo se jim příznivějšího přijetí. To by však mělo být pouze otázkou času.

Normou, která má ústřední význam z hlediska kvality, teplot a vlhkosti vzduchu v místnostech, je DIN EN 15251 „Vstupní parametry vnitřního prostředí“ (v budoucnu DIN EN 16798, část 1). Zde jsou obsažena následující vyjádření týkající se vlhkosti vzduchu: „U budov, které nepodléhají jiným požadavkům než těm, které souvisejí s používáním pro lidské potřeby a činnosti (např. kancelářských budov, škol a obytných budov), není zvlhčování nebo vysoušení vzduchu obvykle potřebné. Při hodnotách relativní vlhkosti vzduchu nižších než 30 % se mohou vyskytovat nepříznivé účinky na lidské zdraví (projevující se např. suchými sliznicemi) a rušivé statické náboje. Používají-li se zvlhčovací nebo vysoušecí zařízení, je nutno zamezit nadměrnému zvlhčování a vysoušení. Při navrhování místností používaných osobami a vybavených zvlhčovacími a vysoušecími zařízeními je nutno používat doporučené technické hodnoty vlhkosti vzduchu, které jsou uvedeny v tabulce.“ Všechny minimální hodnoty vlhkosti vzduchu, jejichž výčet je uveden v tabulce a které se pohybují v rozmezí od 30 % (u nejlepších kategorie místností I) do 20 % (u nejhorší kategorie místností III), se nacházejí pod minimálními hodnotami doporučovanými

Typ budovy / místnosti	Kategorie	Konstrukční hodnota relativní vlhkosti vzduchu	
		pro vysoušení	pro zvlhčování
Místnosti, u nichž nejsou kritéria související s vlhkostí určována používáním pro lidské potřeby a činnosti. Speciální místnosti (muzea, kostely atd.) mohou vyžadovat jiné mezní hodnoty.	I	50 %	30 %
	II	60 %	25 %
	III	70 %	20 %

v různých studiích a brožurách a činícími asi 40 %. Tyto hodnoty jsou proto jen stěží vhodné k tomu, aby zajišťovaly zdravotně nezávadné a příjemné pracovní prostředí a snižovaly ohrožení různými onemocněními. Podobná tvrzení si lze přečíst také v normě DIN EN 16798, části 3 „Větrání neobytných budov“. Podle těchto údajů „není zvlhčování nebo vysoušení vzduchu v místnostech s přívodem vzduchu zvenčí zpravidla potřebné. Při navrhování způsobu větrání těchto místností je však nutno přihlížet k mezním hodnotám přípustného rozsahu vlhkosti, tedy k minimální hodnotě při zvlhčování a k maximální hodnotě při vysoušení“. V této souvislosti existují odkazy na normu DIN EN 15251 a hodnoty uvedené ve vedlejší tabulce. Stejně nesprávným směrem – často s odkazem na normu DIN EN 15251 – se bohužel ubírají také další technická pravidla. Například pravidlo 3.6 „Větrání“, které je součástí předpisů týkajících se vybavení pracovišť, obsahuje následující výrok: „V případě, že se vyskytnou stížnosti týkající se vlhkosti vzduchu v místnostech, je v rámci posuzování ohrožení nutno zkontrolovat, zda a popř. která opatření je třeba přijmout.“ Také „Doporučení klimatizačních zařízení 2018“, které platí pro veřejné budovy a které bylo vydáno Pracovní skupinou státní a komunální správy pro stroje a elektrotechniku (AMEV), uvádí, že „zvlhčování a vysoušení je obvykle potřebné pouze ve zvláštních budovách, jakými jsou např. muzea a některá zdravotnická zařízení“. Určitý záblesk naděje, pokud jde o vlhkost vzduchu v místnostech, obsahuje předpis VDI 3804 „Klimatizace – kancelářské budovy“, který obsahuje následující vyjádření: „Doporučuje se usilovat o dodržování kategorie 1 s relativní vlhkostí vzduchu 30 %

podle normy DIN EN 15251 jako spodní mezní úroveň. Za tímto účelem je zpravidla potřebné zvlhčovací zařízení. Hodnoty relativní vlhkosti vzduchu nižší než 30 % mohou mít za následek podráždění očí a dýchacích cest, a tudíž vytváření příznivých podmínek k šíření infekčních onemocnění. Dále mohou vznikat problémy související se zvýšeným statickým nábojem. Při nízkých venkovních teplotách lze očekávat stav, kdy v místnostech nebude dosahováno ani této míry vlhkosti vzduchu činící 30 %.

Jaká je doporučená vlhkost vzduchu?
Závazně definovaná minimální míra vlhkosti vzduchu na pracovišti v současné době neexistuje. Profesionální sdružení a úrazové pojišťovny zpravidla vycházejí z předpokladu, že dodatečné zvlhčování vzduchu v místnosti není nutné. Technické pravidlo pro vybavení pracovišť ASR A 3.6 „Větrání“ v této souvislosti definuje pouze maximální hodnoty, které relativní vlhkost vzduchu při rozdílných teplotách v místnosti nesmí překračovat. Zákon o bezpečnosti práce konstatuje v § 5 „Posuzování ohrožení“, že ohrožení na pracovišti může být způsobováno také fyzikálními vlivy. V případě, že se vyskytnou stížnosti zdravotního rázu, je zaměstnavatel povinen zkontrolovat, zda je nutno přijmout opatření a o jaká opatření se jedná.

Aktuální technická pravidla tudíž s ohledem na požadavky týkající se dodržování minimálních hodnot vlhkosti vzduchu v místnostech neodpovídají dnešnímu stavu poznatků v oboru lékařství a dalších vědních oborech, a měla by proto být naléhavě přepracována tak, aby požadavky vycházející z těchto poznatků obsahovala.

10 Rychlá analýza klimatu v kanceláři s grafy znázorňujícími vlhkost vzduchu v místnosti jako rizikový faktor

Jestliže si osoby na kancelářských pracovištích stěžují na nedostatečné teploty nebo úroveň vlhkosti vzduchu nebo jestliže dochází k častému výskytu onemocnění dýchacích cest, poskytuje následující postup rychlou a jednoduchou možnost provedení prvotní objektivní analýzy a následného posouzení klimatu v místnosti. Způsob je založen na použití takzvaného „Grafu rizik souvisejících s klimatem“ doporučeném v informaci 215-510 „Posuzování klimatu v místnostech“ vydané pojišťovnou DGUV, která v Německu poskytuje zákonné úrazové pojištění. Jelikož však tento graf rizik sestavený pojišťovnou DGUV platí pouze pro stížnosti týkající se vysokých teplot a vysokých hodnot vlhkosti vzduchu v místnostech, společnost Condair vyvinula „Graf rizik souvisejících s vlhkostí vzduchu v místnostech“, který je určen pro suché klima. Jak se tento graf rizik má používat a jaké výsledky poskytuje?

Krok 1:

V kancelářích, kde existují stížnosti na suché, nepříjemné vnitřní klima, se provádí měření hodnot vnitřní teploty a vlhkosti vzduchu.

Krok 2:

Změřené hodnoty se zanášejí do grafů rizik souvisejících s vlhkostí vzduchu v místnostech: Teplota na ose x, relativní vlhkost vzduchu podél šikmo probíhajících čar znázorňujících vlhkost vzduchu v místnosti.

Krok 3:

Způsob použití grafu rizik souvisejících s vlhkostí

vzduchu v místnostech je zřejmý z níže uvedených dvou příkladů.

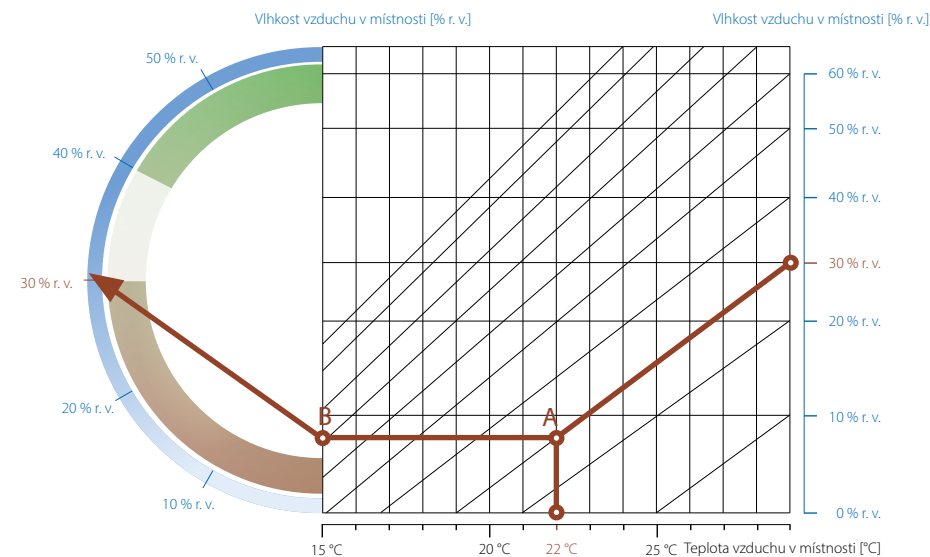
Příklad 1: Potřeba jednání

Tento závěr platí například pro místnost s teplotou 22 °C a vlhkostí vzduchu dosahující pouze 30 %. Z těchto hodnot vyplývá v diagramu průsečík A. Z tohoto bodu je vedena vodorovná úsečka, která prochází až k levému okraji grafu (k ose y), kde je zakončena bodem B. Poté se bod B spojí se stupnicí vlhkosti vzduchu v místnosti, která je uspořádána vlevo vně vedle diagramu, a sice s bodem odpovídajícím změřené hodnotě vlhkosti vzduchu v místnosti (v tomto příkladu 30 %). Červená přímka, která tím vznikne, prochází červenou oblastí grafu rizik. Tato oblast signalizuje nedostatečnou vlhkost vzduchu v místnosti a z ní vyplývající zdravotní ohrožení. Protíná-li tedy výsledná přímka červenou oblast grafu rizik, ze zdravotnického hlediska se doporučuje zvýšení relativní vlhkosti vzduchu v místnosti.

Příklad 2: Optimální vlhkost vzduchu v místnosti

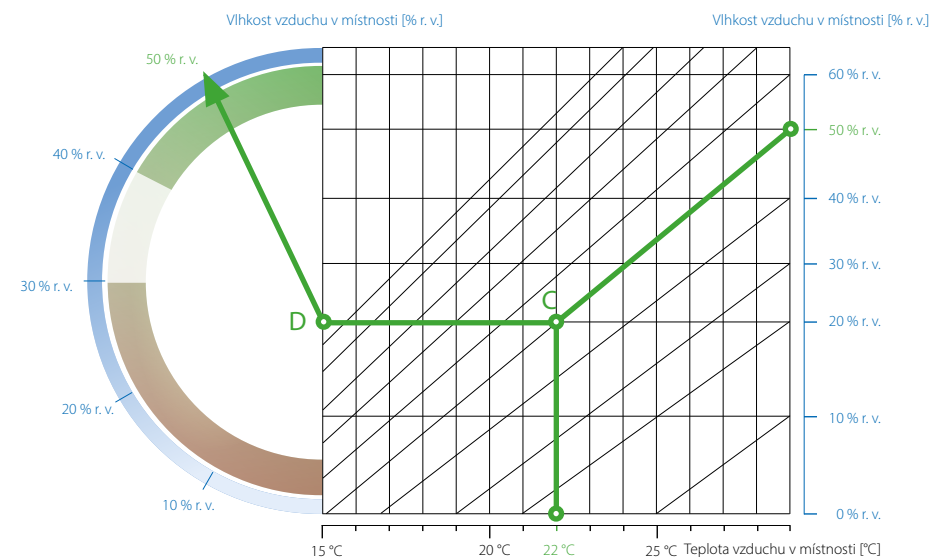
V porovnání s předchozím příkladem znázorňuje následující příklad pomocí zelených přímek v grafu rizik příznivé klima v místnosti s dostatečnou vlhkostí vzduchu. Naměřeny byly teplota vzduchu v místnosti 22 °C a relativní vlhkost vzduchu v místnosti 50 %.

Z toho vyplývá průsečík C, ze kterého je znovu vedena vodorovná úsečka vedoucí až k levému okraji grafu, kde je zakončena



Příklad 1: Potřeba jednání

Při teplotě místnosti 22 °C a 30 % r. v. vzduchu v místnosti



Příklad 2: Optimální vlhkost vzduchu v místnosti

Při teplotě místnosti 22 °C a 50 % r. v. Vlhkost vzduchu v místnosti

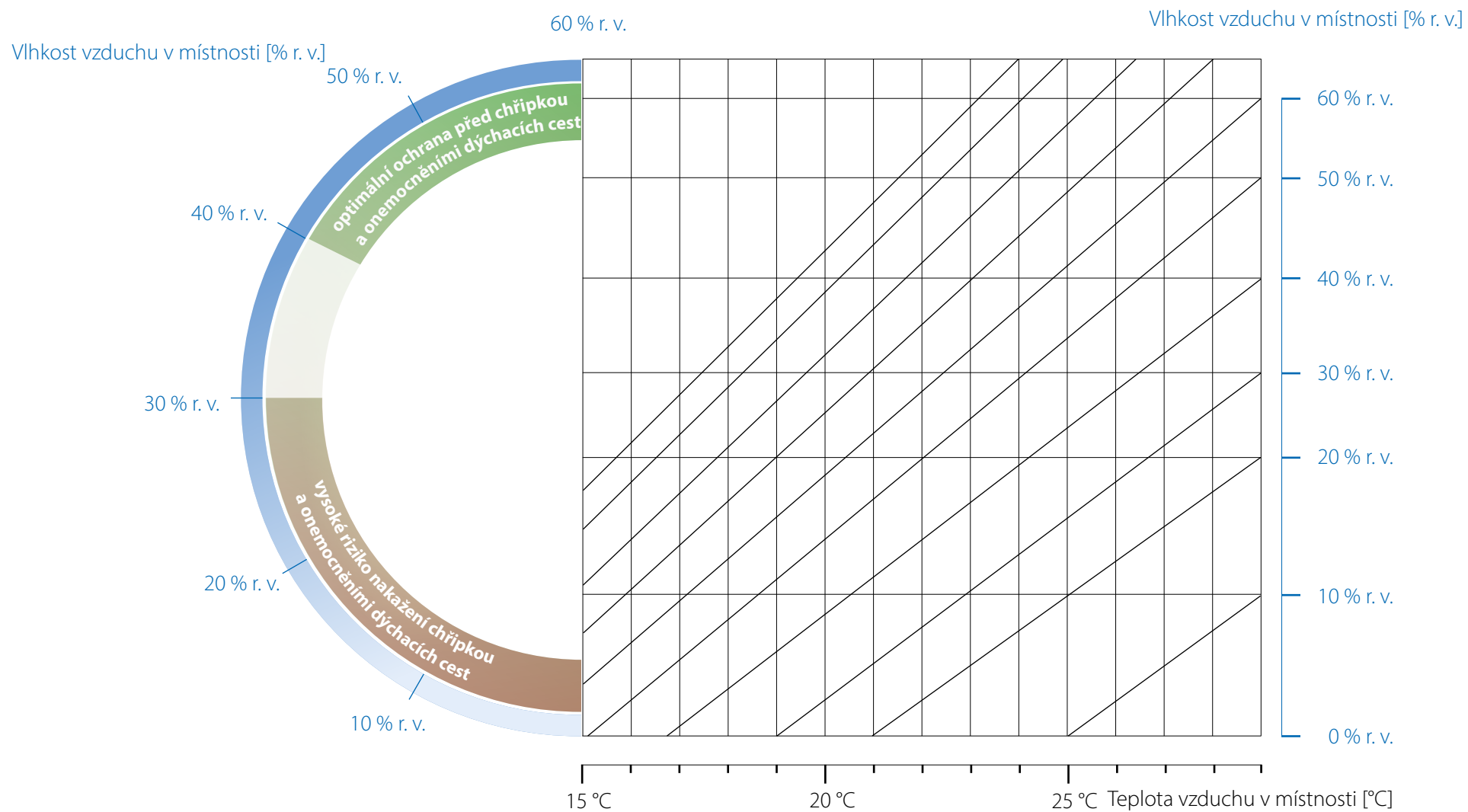
bodem D. Spojili se tento bod D se stupnicí vlhkosti uspořádanou vedle diagramu, konkrétně s bodem odpovídajícím změřené vlhkosti činící 50 %, vzniklá přímka prochází zelenou oblastí. Tato oblast označuje dostatečnou nebo dobrou vlhkost vzduchu v místnosti a z ní vyplývající velmi malé riziko zhoršení zdravotního stavu nebo jiného ohrožení způsobeného suchým vzduchem.

Jestliže přímka prochází neutrální zónou grafu, tedy mezi červenou a zelenou oblastí, rovněž se doporučuje přijmout opatření ke zvýšení vlhkosti vzduchu v místnosti.

Exempláře těchto grafů rizik souvisejících s vlhkostí vzduchu v místnostech jsou vám k dispozici k bezplatnému stažení na našich webových stránkách.



Předloha ke kopírování: Graf znázorňující vlhkost vzduchu v místnosti jako rizikový faktor





Flair, a.s.

Jihlavská 512/52
140 00 Praha 4 - Michle
tel.: +420 241 774 105
info@flair.cz; www.flair.cz

Flair, a.s.

organizačná zložka Slovensko
Stará Vajnorská 37, 831 04 Bratislava
tel.: +421 244 632 567
info@flair.sk; www.flair.sk