



ZRAČNA VLAŽNOST NA DELOVNEM MESTU

Pogoj za zdravje in
storilnost zaposlenih

Vlažimo, sušimo in merimo

PREMAT



Pomemben zdravstveni parameter

Zadostna zračna vlažnost na delovnem mestu

Predgovor

Primerna zračna vlažnost odločilno vpliva na različne situacije v vsakodnevnem življenju – v poslovnem okolju kakor tudi v zasebnem bivalnem prostoru. Pomen količine vlažnosti v zraku je tako pomemben, da obstajajo v številnih državah za obratovanje in vzdrževanje vlažilnih naprav jasne smernice.

Znanstveno dokazano je, da le ozek razpon med 40-% in 60-% relativno vlažnostjo zagotavlja idealne pogoje za zdravje, delovno storilnost, dobro počutje in ohranjanje vrednosti. V sodobnih stavbah z debelimi stavbnimi ovoji, centralnim ogrevanjem in prezračevalnimi napravami teh mejnih vrednosti ni mogoče vsakodnevno ohranjati brez aktivnega vlaženja zraka.

V brošuri so pojasnjeni zdravstveni razlogi za ustrezno vlažnost zraka in posamezni pozitivni zdravstveni in gospodarski učinki, ki jih ima ustrezno vlaženje zraka na delovnih mestih.

Vsebina	Stran
1 Zakaj je zrak pozimi tako neprijetno suh?	6
2 Kakšne posledice ima premajhna zračna vlažnost na zdravje ljudi?	10
2.1 Posledice nizke zračne vlažnosti na dovzetnost za okužbe z virusi gripe	12
2.2 Vpliv zračne vlažnosti na širjenje kapljic z mikroorganizmi	14
2.3 Fizika kapljic z mikroorganizmi	14
2.4 Nalezljivost kapljic z mikroorganizmi	16
2.5 Ležalna doba kapljic z mikroorganizmi v zraku	17
3 Ali lahko rastline povečajo zračno vlažnost?	20
4 Študija Fraunhoferjevega inštituta: Kako ocenjujejo zaposleni zračno vlažnost na delovnem mestu?	22
5 Statistika Inštituta Roberta Kocha: Prenizka zračna vlažnost ima ogromne posledice na širjenje virusov gripe	24
6 Nova študija Univerze Yale kaže, da suh zrak v prostoru okrepi posledice gripe	26
7.1 Zračna vlažnost v prostoru kot gospodarska raziskava	28
7.2 Primer izračuna: na katere stroške morajo delodajalci računati, če želijo preprečiti izgubljeni čas?	30
8 Pregled medicinskih rezultatov študije glede pomembnosti zračne vlažnosti za zdravje	32
9 Ali standardi in smernice odražajo stanje znanosti v zvezi z zračno vlažnostjo v prostoru?	36
10 Hitra analiza klime v pisarni z grafom ocene tveganja za zračno vlažnost v prostoru	38

1 Zakaj je zrak pozimi tako neprijetno suh?

Vsi smo že kdaj doživeli neprijetne posledice presuhega zraka: koža postane luskasta in razpokana, nosna in žrelna sluznica ter oči se izsušijo in v njih zaznamo draženje. Zaradi tega se počutimo neprijetno in smo bolj dovzetni za bolezni dihalnih poti. Kateri pa so pravzaprav vzroki zato, da postane zrak v prostoru še posebej v hladni sezoni tako neprijetno suh?

Odgovor nam poda kratek izlet v fiziko in termodinamiko. Zrak si vedno prizadeva iz okolice absorbirati čim več vlage in nato to vlažnost shraniti kot nevidno vodo paro. Za vsebino vodne pare v zraku, ki pri tem nastane, se uporablja pojem relativna zračna vlažnost in kratica ϕ . $\phi = 1$ (100 % relativne zračne vlažnosti) ustreza popolni nasičenosti zraka, na primer po dolgem obdobju suše. V nasprotju s tem je zrak pri $\phi = 0$ popolnoma brez vode.

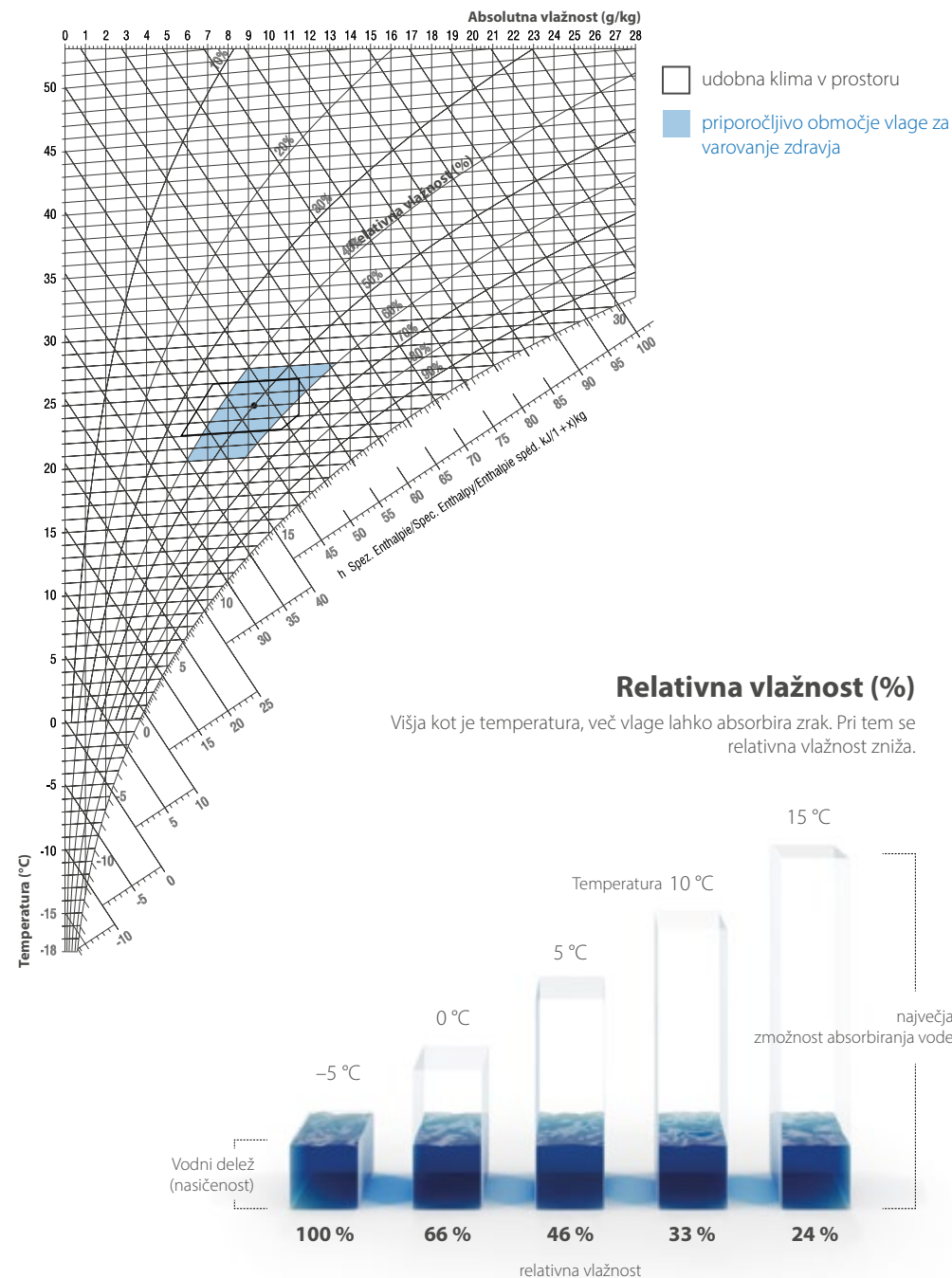
Pri teh procesih pa igra pomembno vlogo tudi temperatura zraka. Višja kot je temperatura zraka, več vode lahko zrak veže nase in absorbira kot paro. Te fizikalne soodvisnosti med zračno vlažnost in

temperaturo zraka so predstavljene v tako imenovanem diagramu h,x (glejte prikazani diagram).

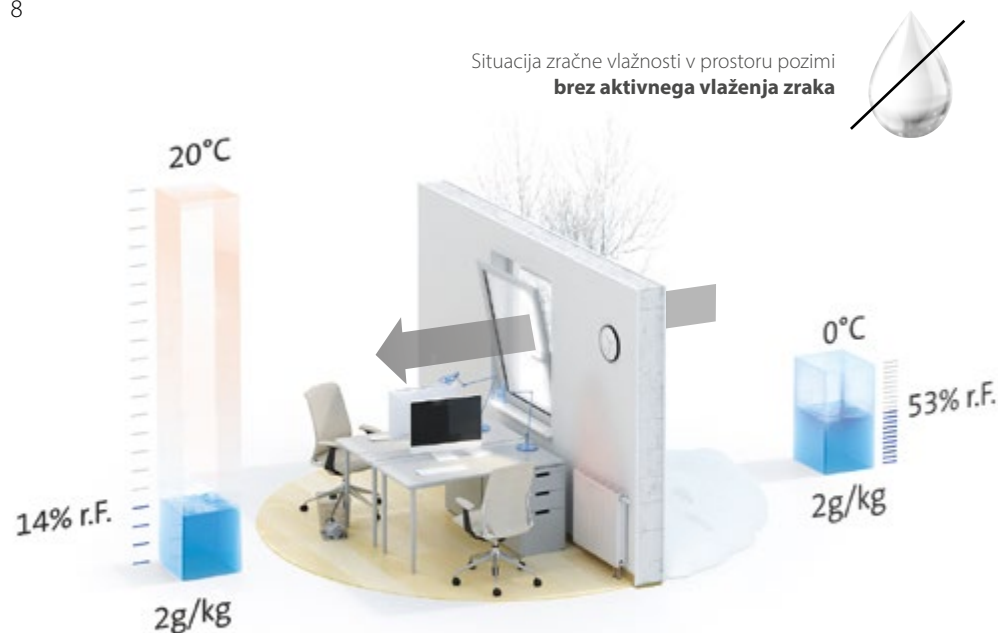
Kot bomo dodatno pojasnili na naslednjih straneh brošure, zračna vlažnost v prostoru ne sme pasti pod 40 %, če želimo preprečiti izsušitev sluznic in zmanjšati tveganja za zdravje v zimskem času.

Zakaj postane zračna vlažnost v prostorih pozimi zelo nizka in nezdrava, je prikazano s primerom na 8. in 9. strani.

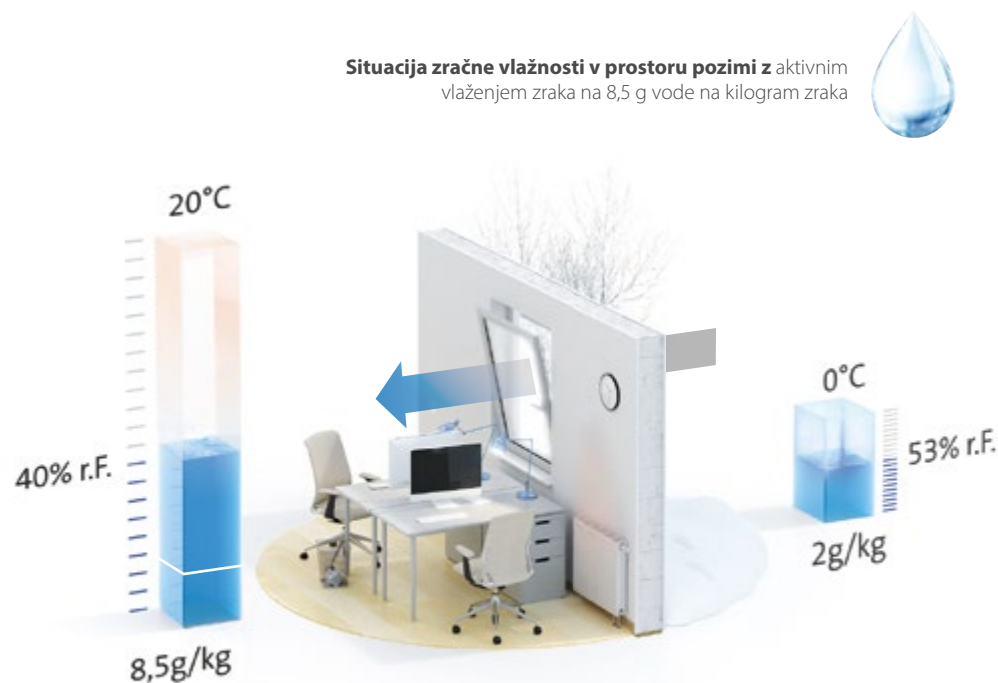
Mollierov diagram h,x za prikaz termodinamičnih procesov



Situacija zračne vlažnosti v prostoru pozimi
brez aktivnega vlaženja zraka



Situacija zračne vlažnosti v prostoru pozimi z aktivnim
vlaženjem zraka na 8,5 g vode na kilogram zraka



V tem primeru znaša zunanja temperatura 0 °C, relativna vlažnost pa 53 %. Če zdaj v pisarni ali stanovanju, v katerem je temperatura 20 °C, odpremo okno in v prostor spustimo hladen zunanji zrak, se ta zaradi ogrevanja prostora prav tako segreje na 20 °C. Zaradi ogrevanja zračna vlažnost pade na zgolj 14 %, kot je prikazano na zgornji sliki.

Če želimo preprečiti tako strm padec zračne vlažnosti v prostorih in namesto tega zagotoviti zdravo in hkrati tudi prijetno zračno vlažnost v prostoru, ki znaša najmanj 40 %, je treba suh zrak v prostoru nenehno kontrolirano vlažiti (glejte spodnjo sliko z aktivnim vlaženjem zraka).

Za ta namen so še posebej primerni vlažilni sistemi v prezračevalnih napravah, ki absorbiran zunanji zrak natančno uskladijo z želeno najmanjšo vlago dovajanega zraka. V zgradbah, kjer mehanske prezračevalne naprave niso vgrajene, je mogoče uporabiti tudi decentralizirane naprave za vlaženje zraka v prostorih.

Priporočeno območje zračne vlažnosti za zaščito dihalnih poti

V diagramu h,x na 7. strani je s črno barvo obkroženo območje prijetne klime v prostoru. To območje temelji na rezultatih številnih svetovnih raziskav in pogojih, da so bila upoštevana vsa tehnična pravila, kot so standardi in smernice. Strokovni načrtovalci se pri projektiranju in poznejšem delovanju klimatskih naprav orientirajo po tem diagramu udobnosti, ki jim služi kot ciljno območje za doseganje najboljšega udobja v prostoru.

Kaj prikazuje modro območje v diagramu?

Če želite zagotoviti udobje in prijetnost, mora pri sobni temperaturi med pribl. 22 °C (pozimi) in 26 °C (poleti) zračna vlažnost v prostoru vedno znašati med približno najmanj 35 % in največ 65 %. Nižje vrednosti so označene kot »neprijetno suhe«, višje vrednosti pa kot »neprijetno vlažne«. Razširitev tega območja udobnosti na območje sobne temperature od 20 °C do 27 °C kaže svetlomodro polje v diagramu h,x. V tem primeru se za optimalno udobje in najboljše mogoče varovanje zdravja priporoča, da se spodnja meja relativne zračne vlažnosti v prostoru omeji na najmanj 40 % (pozimi), poleti pa na največ 60 % (roza meja). V nadaljevanju te brošure si lahko preberete utemeljitve za te enostavne popravke v diagramu udobja.

2 Kakšne posledice ima premajhna zračna vlažnost na zdravje ljudi?

Še posebej v kurilni sezoni se zaposleni v pisarnah pritožujejo nad pekočim občutkom v očeh, suho sluznico, težavami pri požiranju, težavami z glasom, elektrostatičnimi učinki in suho kožo. V skoraj vseh primerih je za to kriv suh zrak v prostoru.

Obstaja veliko študij po vsem svetu, ki se ukvarjajo z vzroki za poslabšanje udobja, bolezni in izgubo storilnosti pri visokih temperaturah ($> 26^{\circ}\text{C}$) in visoki zračni vlažnosti ($> 65\%$) na delovnih mestih. Poleg tega se zdaj pojavljajo nove študije z dodatnimi omembe vrednimi spoznanji o posledicah prenizke zračne vlažnosti v prostoru v suhih in hladnih zimskih mesecih. V nadaljevanju so povzeti pomembni rezultati in spoznanja teh študij.

Nizka relativna zračna vlažnost vsebuje pralne delce in pri tem ostanejo obstoječi mikroorganizmi in aerosoli dalj časa v zraku. Pri višji relativni zračni vlažnosti so bakterije obdane z vodo. Posledično se njihova teža poveča, tako da se delci hitreje spustijo na tla, s čimer se zmanjša možnost, da bi delci prodrli v dihalni trakt.

Ameriški znanstveniki Lowen, Mubareka, Steel in Palese so že leta 2007 ugotovili pomemben vpliv zračne vlažnosti na stopnjo prenašanja virusov gripe. V območju od 20- do 30-% relativne vlažnosti je tveganje za okužbo približno 3-krat višje kot pri 50-% relativni vlažnosti. Leta 2013 je tudi skupina avtorja John D. Noti opozorila na to povezavo v študiji »High humidity leads to loss of infectious influenza virus from simulated coughs«. Pri 43-% zračni vlažnosti je okužba z virusi znašala

15 %, pri relativni zračni vlažnosti med 7 % in 23 % pa je narasla na 77 %.

»Svetovalna pisarna«, ki jo je ustanovila Nemška omrežna pisarna, priporoča, da znaša zračna vlažnost v prostoru od 40 % do 60 %, svetovalec DGUV 215-510 »Ocena ozračja v prostoru« je določil udobno območje zračne vlažnosti okoli $45\% \pm 15\%$, v informacijski brošuri DGUV 202-090 »Učilnice – prostori za šole« pa piše: »Dobra klima v prostoru spodbuja dobro počutje, storilnost in zmožnost koncentracije ter zdravje ljudi.« V nadaljevanju navaja: »Kako se kaže dobro ozračje v prostoru v številkah? Kljub individualnemu zaznavanju ozračja se večina ljudi počuti najbolj pri temperaturi med 20°C in 24°C in relativni zračni vlažnosti med 40 % in 65 % (pri dejavnosti, kjer je treba veliko govoriti).«

Tako torej tudi študije, svetovalci in brošure dokazujejo, da je treba v pisarnah zagotoviti najmanj 40-% zračno vlažnostjo, če želimo zaposlenim ponuditi prijetno, zdravo delovno vzdušje in na ta način zmanjšati ali preprečiti draženje dihalnih poti, pekoč občutek v očeh, suho kožo in nevarnosti za bolezni.

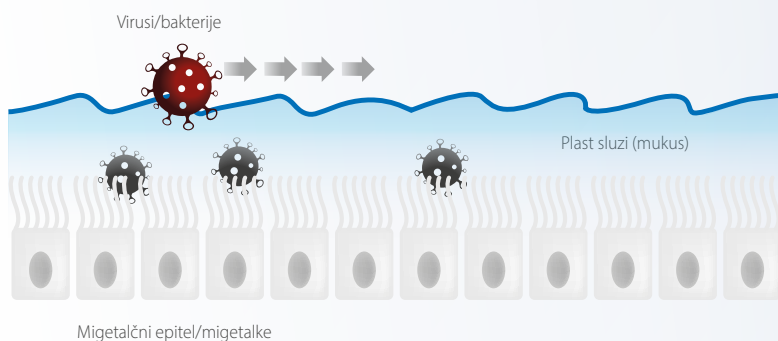


2.1 Posledice nizke zračne vlažnosti na dovzetnost za okužbe z virusi gripe

Suh zrak vpliva na imunske pregrade za obrambo pred virusi gripe.

1. Sluznična pregrada

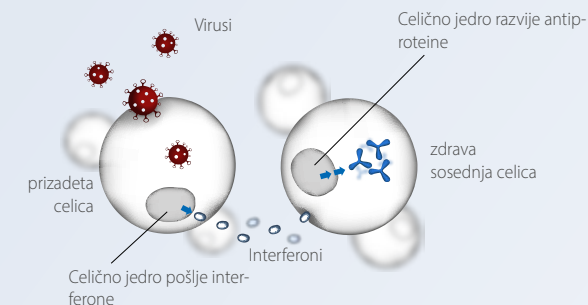
Epitelne celice dihalne poti vsebujejo migetalke, ki so prekrte s plastjo sluzi. Na tej sluzi ostane velik del virusov, bakterij in škodljivih stvari v zraku, ki ga vdihnemo. Migetalke prenesejo sluz skupaj z mikroorganizmi in škodljivimi snovmi proti grlu, kjer jo izkašljamo ali pogoltnemo.



Sklepi študije Univerze Yale:

V okolju, kjer je zračna vlažnost prenizka, nimajo te tri pregrade nobenega učinka. Resnost bolezni se poslabša pri nižji relativni zračni vlažnosti ne glede na virusno obremenitev.

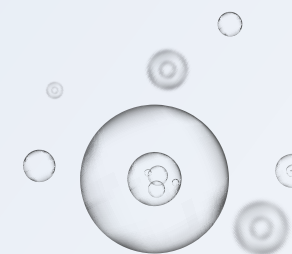
Nizka zračna vlažnost tudi zavira možnost obnavljanja celičnih tkiv.



2. Prirojena imunost (zgodnja faza boja proti okužbi)

Mikroorganizme, ki bi lahko prvi premagali prvo obrambno linijo, prepoznajo in uničijo bela krvna telesca, varuhi prirojene imunosti.

Fagociti oddajajo glasnike (interferone), ki spodbudijo proizvodnjo beljakovin, s katerimi se nato skupaj borijo proti mikroorganizmom, ki so prodrli v telo.



3. Pridobljena imunost (pozna faza boja proti okužbi)

V pozni fazi vnetja, ko sta premagani obe prvi pregradi, se ustvarijo protitelesa, specifična za povzročitelja. Ta pridobljena imunost izhaja iz B- oz. T-limfocitov, ki se sprožijo s cepivi ali preteklimi okužbami in so shranjeni v imunološkem spominu.

2.2 Vpliv zračne vlažnosti na širjenje kapljic z mikroorganizmi

Kapljice z mikroorganizmi so najmanjše lebdeče kapljice, ki vsebujejo povzročitelje bolezni. Z dihanjem, kihanjem ali kašljanjem pridejo v zrak v prostoru in lahko prenesejo povzročitelje bolezni, kot so virusi gripe, na druge osebe.

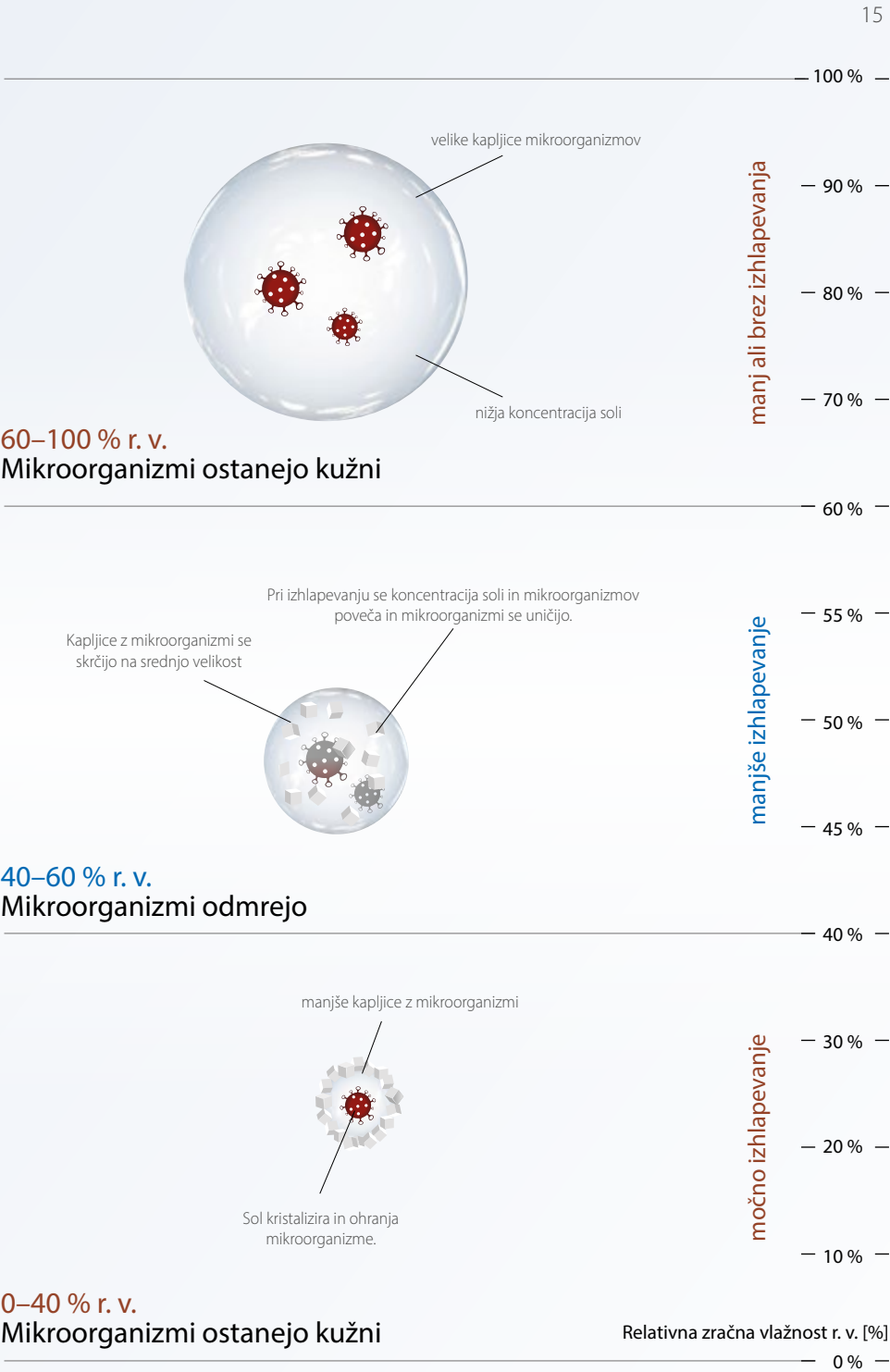
Zračna vlažnost v prostoru igra odločilno vlogo pri preživetju mikroorganizmov in lebdenju kapljic. Suh zrak v prostoru z deležem relativne vlažnosti pod 40 % omogoča, da se najmanjše kapljice, ki so obremenjene s povzročitelji bolezni, hitro posušijo.

Na ta način se povzročitelji ohranijo in ostanejo zelo dolgo kužni.

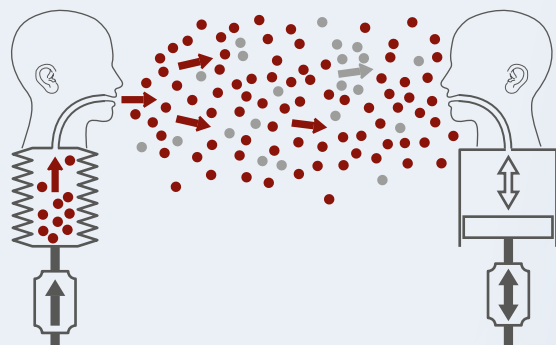
V optimalnem območju med 40 % in 60 % relativne zračne vlažnosti se aerosoli zaradi izhlapevanja skrčijo le toliko, da se koncentracija soli v kapljicah zelo poveča in uniči povzročitelje bolezni v kapljicah.

2.3 Fizika kapljic z mikroorganizmi

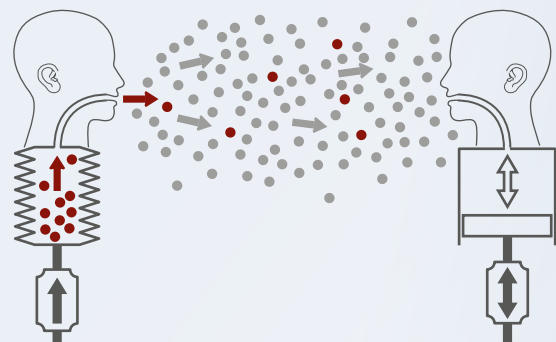
Območje vlage	Sposobnost lebdenja	Ležalna doba	Nevarnost okužbe
60–100 % r. v.	Velike kapljice z mikroorganizmi se spustijo in hitro izločijo	Krajša ležalna doba v zraku v prostoru	Zaradi nižje koncentracije soli v vodi ostanejo mikroorganizmi kužni
40–60 % r. v.	Kapljice z mikroorganizmi srednje velikosti z nizko sposobnostjo lebdenja	Manjša ležalna doba v zraku v prostoru	Visoka koncentracija soli uniči mikroorganizme
0–40 % r. v.	Majhne kapljice z mikroorganizmi še naprej lebdi	Visoka ležalna doba v zraku v prostoru	Sol kristalizira in ohranja mikroorganizme



Če znaša zračna vlažnost v prostoru 7–23 % r. v., je **nalezljivost** prisotnih mikroorganizmov po 60 minutah **77-%**



Če znaša zračna vlažnost v prostoru 43 % r. v., je **nalezljivost** prisotnih mikroorganizmov po 60 minutah s **15 %** minimalna.

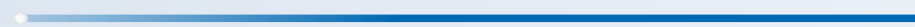


2.4 Nalezljivost kapljic z mikroorganizmi

Zračna vlažnost močno vpliva na nalezljivost kapljic z mikroorganizmi. Pri srednji zračni vlažnosti je nevarnost okužbe minimalna, pri

suhi zračni vlažnosti pa strmo naraste.

Kapljice z mikroorganizmi s premerom 0,5 μm
Ležalna doba: **41 ur**



Kapljice z mikroorganizmi s premerom 3 μm
Ležalna doba: **1,5 ure**



Kapljice z mikroorganizmi s premerom 100 μm
Ležalna doba: **6 sekund**



2.5 Ležalna doba kapljic z mikroorganizmi v zraku

Povzročitelji bolezni, kot so virusi gripe, lahko prek kihanja in kašljanja s hitrostjo do 20 m/s zaidejo v prostor, kjer se prek vdiha prenesejo na drugo osebo.

Pri lebdenju kapljic z mikroorganizmi igra zračna vlažnost odločilno vlogo. Če je zrak v prostoru suh, se kapljice z mikroorganizmi skrčijo na premer, ki je veliko manjši od enega mikrometra, in lahko lebdiijo v prostoru več dni.

Tako močno naraste možnost preživetja povzročiteljev bolezni v notranjem prostoru in hkrati tudi sposobnost lebdenja kapljic z mikroorganizmi.

Mikroorganizmi lahko potem »preživijo« veliko ur. Če je oseba torej prehlajena in kašlja ali kiha v prostoru, kjer je zrak presuh, se ustvari kužno ozračje, ki vztraja več ur.



Mikroorganizmi imajo radi suh zrak.

Če je zrak suh, se kapljice z mikroorganizmi skrčijo in izsušijo. Na ta način se povzročitelji bolezni ohranijo in ostanejo zelo dolgo v zraku in kužni.

Vlažen zrak uničuje mikroorganizme

Pri optimalni zračni vlažnosti (40–60 % r. v.) ostanejo soli v vodi kapljic z mikroorganizmi ločene. Koncentracija soli v notranjosti pri tem tako močno naraste, da se povzročitelji bolezni v kratkem času uničijo.



3 Ali lahko rastline povečajo zračno vlažnost?

Kot nadomestna rešitev za kontrolirano vlaženje zraka se na delovnih mestih pogosto poskuša dvigniti zračno vlažnost z rastlinami. Pa je takšno ravnanje dejansko sploh učinkovito in koristno?

Na to temo je med nasveti nemške zakonite nezgodne zavarovalnice DGUV za »klimo v pisarni« opisan primer z nespodbudnim rezultatom: **Rastline lahko le v redkih primerih pomagajo povečati zračno vlažnost v prostoru.**

Pri vdoru zunanjega zraka (-4°C , 50 % relativna vlažnost) v prostor velikosti 20 m^2 (22°C , 50 % relativna vlažnost) s spremembo zraka 0,5 na uro, znaša po eni uri v prostoru zračna vlažnost le še 29 %. Če želite ohraniti zračno vlažnost v prostoru na 50 %, je treba zrak v prostoru vlažiti z 230 g vode na uro. Običajne pisarniške rastline lahko vlažijo zrak le s približno 10 g vode na m^2 površine lista na uro.

Zato bi v tem primeru potrebovali veliko rastlin s skupno površino listov 23 m^2 , če bi želeli v pisarni znova vzpostaviti prvotno 50-% zračno vlažnost.

S tem bi pisarno spremenili v džunglo. Zdravo zračno vlažnost v prostoru lahko enostavneje in zanesljiveje dosežete z aktivnimi sistemi za vlaženje.

Temperatura = 22°C
Relativna zračna vlažnost = 29 %



Temperatura: 22°C
Relativna zračna vlažnost: 50 %

Za dovajanje 230 g vode na uro v zrak v prostoru, potrebujemo **16 rastlin**.



Študija Fraunhoferjevega inštituta:

4 Kako ocenjujejo zaposleni zračno vlažnost na delovnem mestu?

Prej opisane negativne vidike prenizke zračne vlažnosti v prostoru v primerjavi z dobro zračno vlažnostjo v prostoru je Fraunhoferjev inštitut za delovno gospodarstvo in organizacijo (IAO) raziskoval v svoji dvoletni študiji z naslovom »Zračna vlažnost na pisarniškem delovnem mestu«. Rezultati te študije zelo jasno dokazujejo, da se osebe v pisarni brez uravnavanega zračne vlažnosti pritožujejo nad suhim zrakom, ki negativno vpliva na njihovo počutje, zdravje in storilnost. V nasprotju s tem so anketiranci višjo zračno vlažnostjo v prostoru ocenili kot pozitivno in prijetno.

Zasnova študije

Za namen študije se je v eni od obstoječih stavb v obdobju več tednov pri sobni temperaturi pribl. 22 °C do 23 °C sistem za vlaženje zraka večkrat vklopil in izklopil. Pri uravnavanem vlaženju je znašala relativna zračna vlažnost v prostoru pribl. 40 %, sicer je bila vrednost zračne vlažnosti v zgradbi le pribl. 23 % do 28 %. Uporabniki so ocenili posamezno delovno okolje na podlagi petstopenjske lestvice od »se

popolnoma strinjam« do »se sploh ne strinjam«. V priloženih grafikah je povzetek najpomembnejših rezultatov te študije.

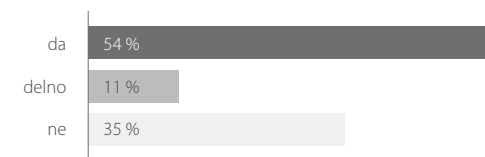
Kot kažejo podatki, nihče od anketiranih pri aktivnem povišanju zračne vlažnosti v prostoru na pribl. 40 % ni občutil, da je zračna vlažnost prenizka – 84 % vprašanih je zračno vlažnost opisalo kot dobro. Nasprotno pa je pri izklopljenem vlaženju zraka 77 % udeleženih ocenilo zračno vlažnost kot prenizko. Poleg tega je 54 % vprašanih ocenilo, da je zračna vlažnost v prostoru zelo osvežilna. Tudi pri ocenjevanju simptomov, kot so »suhe dihalne poti« ali »pekoče oči« so bili rezultati v vlažnih prostorih za približno 20 odstotnih točk boljši. Fraunhoferjeva študija s tem jasno potrjuje negativne vplive prenizke zračne vlažnosti v prostoru na splošno počutje, morebitno draženje oči in izsušenost sluznice.

Pri vseh simptomih, po katerih smo povprašali anketirance, so se v prostorih, kjer je znašala relativna zračna vlažnost 40 %, pritoževali bistveno manj. Zračna vlažnost na delovnem mestu torej poleg dobre kakovosti zraka v

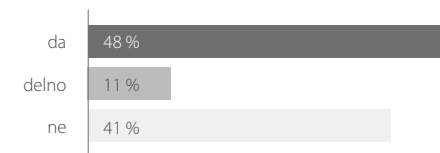
prostoru in prijetne temperature pomembno prispevka k boljšemu dobremu počutju in zmanjšanju zdravstvenih obremenitev na pisarniških delovnih mestih.

Občutki pri izklopljenem vlaženju zraka:

Ali so vaše dihalne poti med delom večkrat izsušene?



Ali vas kdaj med delom pečejo oči?



5 Prenizka zračna vlažnost ima ogromne posledice na širjenje virusov gripe

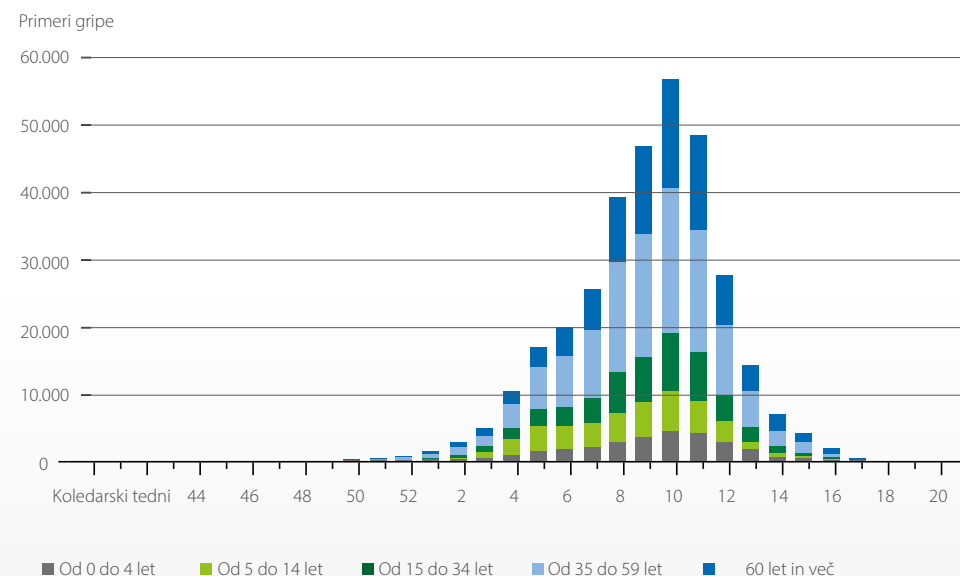
V prejšnjih poglavjih smo opisali negativne učinke in nevarnosti prenizke zračne vlažnosti na dobro počutje in zdravje ljudi. Vendar pa so ti vidiki le en de velikega svetovnega problema. Rezultati nove študije kažejo, da nizka zračna vlažnost znatno pospeši in poveča širjenje virusov gripe (influenca) in s tem povezane nevarnosti okužbe ter pogosto težke ali celo smrtonosne bolezni.

Inštitut Roberta Kocha (RKI) že vrsto let v svoje poročilo o epidemiologiji gripe vključuje bolezni ali smrtne primere, ki jih je v Nemčiji povzročila gripa. V poročilu z leta 2017/2018 je Inštitut objavil naslednje rezultate (glejte diagram: Število akutnih, respiratornih okužb):

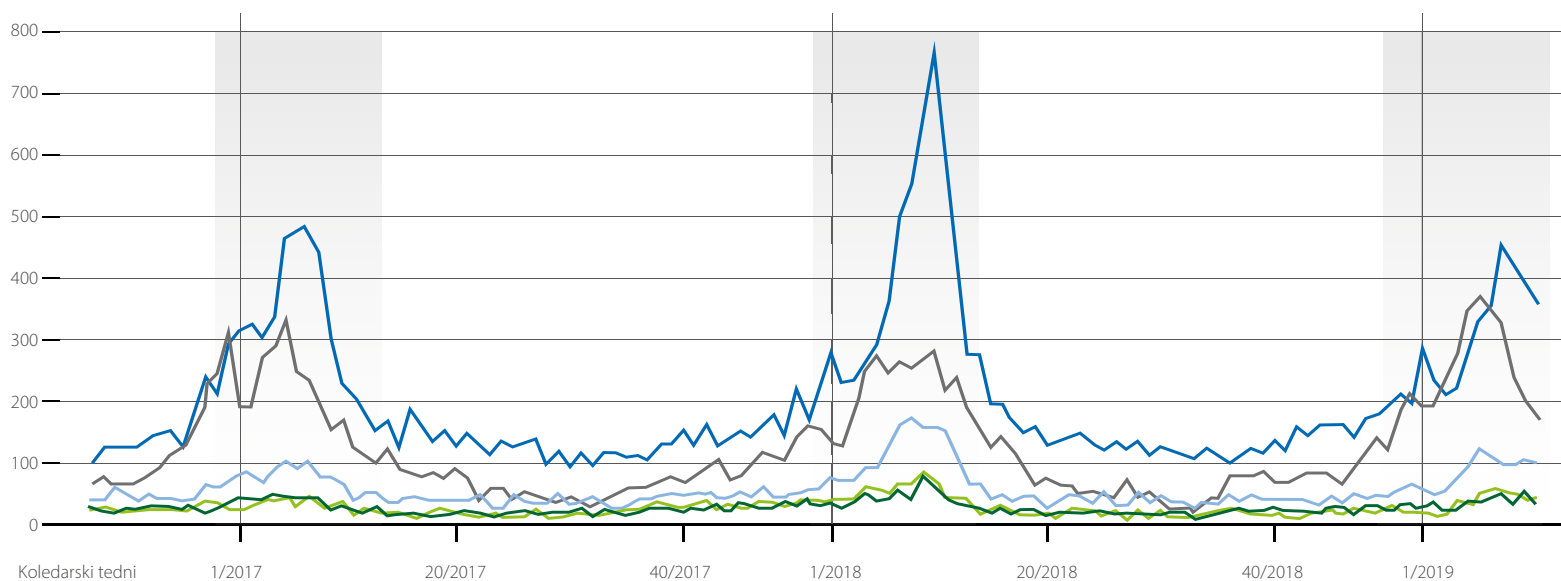
- Gripa se je začela širiti proti koncu leta (KT 50), višek je dosegla februarja in marca (KT 6 do KT 12) in je popustila aprila.
- V letih 2017/2018 je RKI zabeležil okoli 9 milijonov obiskov pri zdravnikih in 45.000 napotitev v bolnišnice zaradi okužb z virusom gripe. Poleg tega Inštitut ocenjuje, da je bilo zabeleženih dodanih 5,3 milijona bolniških odsotnosti zaradi gripe brez zdravniškega potrdila.
- Gripa še posebej hudo prizadene osebe, starejše od 35 let. Podatki RKI za leto 2017/2018 z 2 milijonoma obolelih kažejo velik porast primerov okužb z virusom gripe v primerjavi z leti 2012/2013 in 2014/2015, ki sta do takrat predstavljali vrhunec. Prikazana grafika, predstavlja statistiko inštituta Roberta Kocha o prijavljenih boleznih, ki jih je povzročila gripa, v letu

2017/2018. Vrhunec je izrazit v hladnih suhih letnih časih, med decembrom in marcem (po oceni je bilo v tem času prijavljenih 332.873 primerov obolenj).

Število primerov gripe, ki so bili prijavljeni inštitutu Roberta Kocha, v obdobju KT 40/2017 do KT 20/2018.



Število akutnih, respiratornih okužb



Študija Univerze Yale/maj 2019

6 Nova študija Univerze Yale kaže, da suh zrak v prostoru okrepi posledice gripe

Grafike na strani 25 prikazujejo pomembno povezavo med boleznimi gripe in pomanjkanjem zračne vlažnosti v mesecih od decembra do aprila. Mnenja o tem, ali ta povezava resnično obstaja, se v zdravniških krogih razhajajo. Dodaten dokaz za to so maja 2019 ponudili raziskovalci priznane ameriške Univerze Yale v svoji študiji z naslovom »Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection« (Nizka vlažnost v prostoru oslabi delovanje pregrade in naravno odpornost proti okužbi z virusi gripe).

Najpomembnejša spoznanja, ki so vizualno predstavljena na straneh 12 in 13, so:

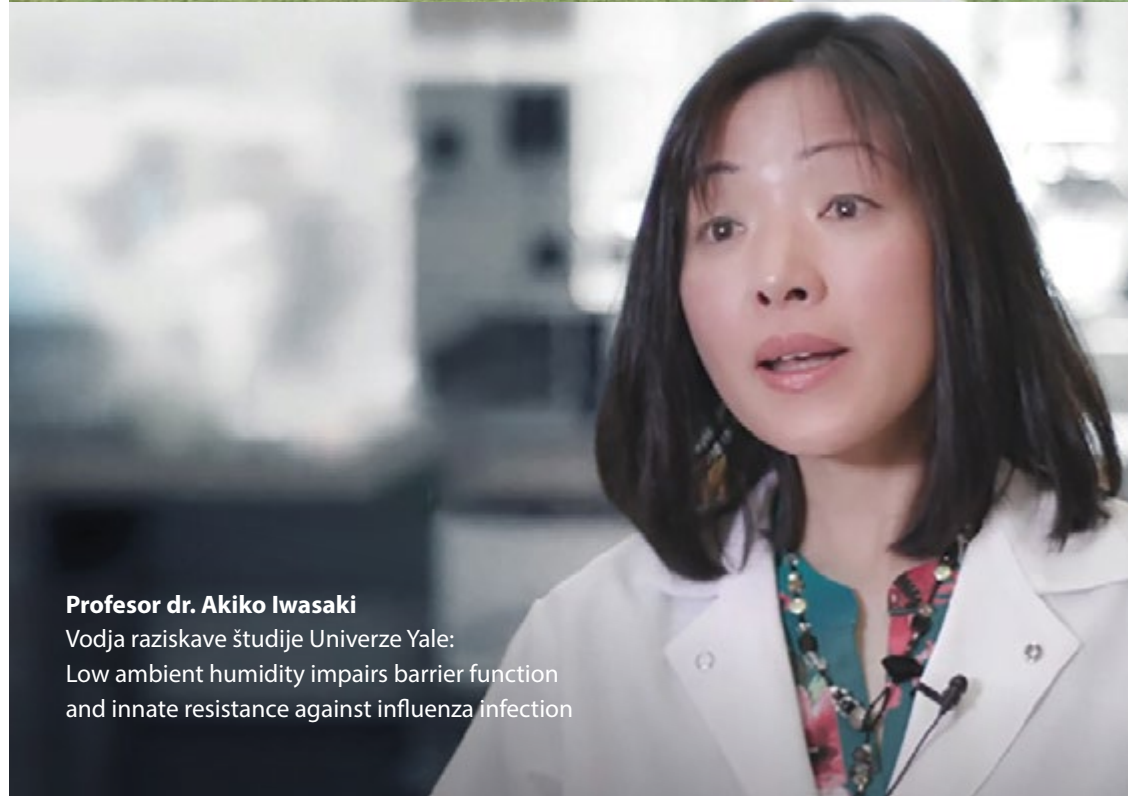
- Povezava med prenizko zračno vlažnostjo in zmožnostjo preživetja in širjenja virusov gripe obstaja in je bila tudi jasno dokazana.
- Prenizka zračna vlažnost zmanjša delovanje samočistilnega mehanizma dihalnih poti in posledično zmanjša odpornost imunskega sistema proti virusom. Ko virus prodre skozi plast sluzi dihalnega organa, ki predstavlja prvo pregrado imunskega sistema, se začne izločati interferon, ki aktivira gene za blokiranje in boj proti virusom. Če uspe virus prodreti tudi skozi to drugo zaščitno plast, se kot tretja stopnja aktivira imunski sistem, ki sprosti imunske odgovore, specifične za določene viruse. V okolju, kjer je zračna vlažnost prenizka, te tri ovire ne učinkujejo in posledično omogočijo razvoj bolezni gripe.

- Resnost bolezni se poslabša pri nižji relativni zračni vlažnosti ne glede na virusno obremenitev. Nizka zračna vlažnost tudi zavira možnost obnavljanja celičnih tkiv.

Vodja raziskave, profesorica dr. Akiko Iwasaki, povzame osrednje rezultate študije: naša nova spoznanja o zračni vlažnosti ter vidiki in ukrepi za zmanjšanje gripnih obolenj, ki izhajajo iz teh spoznanj, so izjemno pomembni, saj sezonske okužbe z virusi gripe še naprej naraščajo in po vsem svetu vsako leto povzročijo pol milijona smrtnih primerov. Dokazano je tudi, da relativna zračna vlažnost med 40 % in 60 % zmanjša možnost virusne okužbe in oteži postopek prenašanja. Zato priporočamo: nizka zračna vlažnost sicer ni edini dejavnik, ki lahko povzroči širjenje virusov gripe in bolezni. Kljub temu pa je vzpostavljanje najmanj 40-% relativne zračne vlažnosti, še zlasti v hladnih in suhih zimskih mesecih, ustrezen ukrep za znatno zmanjšanje širjenja virusov gripe in števila obolenj.



Campus Yale, New Haven, USA



Profesor dr. Akiko Iwasaki

Vodja raziskave študije Univerze Yale:
Low ambient humidity impairs barrier function
and innate resistance against influenza infection

7.1 Zračna vlažnost v prostoru iz gospodarskega zornega kota

V Nemčiji je od skupno 40 milijonov ljudi pribl. 17 milijonov ljudi zaposlenih v pisarnah. Njihovo zdravje, dobro počutje in storilnost so močno odvisni od dobre kakovosti zraka, prijetnih temperatur in ustrezne zračne vlažnosti v pisarniških prostorih. Velike koristi pri ohranjanju teh pogojev ponazorijo letni statistični podatki zveznega zavoda za varstvo pri delu in medicino dela (baua) »Narodnogospodarski stroški zaradi bolniških odsotnosti«. Za leto 2017 je ta statistika pokazala povprečno nezmožnost dela v dolžini 16,7 dneva na zaposlenega/zaposleno,

kar je skupaj pomenilo 669 milijonov dni nezmožnosti za delo in 1,8 milijona izpada v delovnem letu. Pri tem statistika zajema le »prave« bolniške odsotnosti – temu je treba prišteti še številne bolniške dneve brez zdravniškega potrdila. Iz teh podatkov je zvezni zavod za varstvo pri delu in medicino dela za leto 2017 izračunal, da je znašal skupen strošek delodajalcev zaradi izpada dela 76 milijard evrov (povprečno 41.700 € na zaposlenega), stroški zaradi izpada storilnosti pa so znašali 136 milijarde evrov (povprečno

Narodnogospodarski stroški zaradi nezmožnosti dela v letih od 2014 do 2017 pri 40 milijona zaposlenih v Nemčiji (vir: baua)

	2014	2015	2016	2017
Dnevi nezmožnosti za delo (skupno)	543 mio.	587 mio.	675 mio.	669 mio.
Izpad proizvodnje (stroški plačila)	57 mrd. €	64 mrd. €	75 mrd. €	76 mrd. €
Bruto dodana vrednost (produktivnost)	90 mrd. €	113 mrd. €	133 mrd. €	136 mrd. €

Dnevi odsotnosti zaradi bolezni dihal (skupno)

Dnevi	65,7 mio.	83,2 mio.	91,2 mio.	92,2 mio.
-------	-----------	-----------	-----------	-----------

Dnevi odsotnosti zaradi bolezni dihal (finance, zavarovanja in storitve)

Dnevi	10,6 mio.	13,7 mio.	16,4 mio.	17,0 mio.
Izpad proizvodnje (stroški plačila)	1,1 mrd. €	1,5 mrd. €	1,8 mrd. €	1,9 mrd. €
Bruto dodana vrednost (produktivnost)	2,8 mrd. €	3,6 mrd. €	4,4 mrd. €	4,5 mrd. €

Dnevi odsotnosti zaradi bolezni dihal (javni in drugi ponudniki storitev, ogrevanje in zdravje)

Dnevi	20,4 mio.	25,0 mio.	35,1 mio.	36,9 mio.
Izpad proizvodnje (stroški plačila)	2,0 mrd. €	2,5 mrd. €	3,6 mrd. €	3,9 mrd. €
Bruto dodana vrednost (produktivnost)	2,5 mrd. €	3,1 mrd. €	4,4 mrd. €	4,7 mrd. €

74.000 € na zaposlenega). Z najvišjo bruto dodano vrednostjo v višini 97.500 € (2017) in nezmožnostjo za delo v dolžini 14,6 dni na zaposlenega/zaposleno so področja financiranja, najema in podjetniških storitev v tej statistiki na prvem mestu. Povzetek najpomembnejših podatkov zveznega zavoda za varstvo pri delu in medicino dela za leti 2014 in 2017 so prikazani v priloženi tabeli. V skladu z analizo zavoda predstavljajo bolezni dihalnih poti 13,9 % vseh obolenj. To je enako pribl. 93 milijonom dni izostanka od dela oz. pribl. 250.000 letom izostanka od dela. S temi številkami in nekaterimi dodatnimi domnevami je sedaj na podlagi primera pojasnjeno, kakšne stroške zaradi izpada dela lahko pričakuje delodajalec s 100 pisarniškiimi uslužbenci, če zračna vlažnost v prostoru ni zadostna in zdrava. Pri tem se upošteva približno 18 bolniških dni na uslužbenca (vključno s posameznimi bolniškimi dnevi brez zdravniškega potrdila), od tega je 15 % = 2,7 dni posledica bolezni dihalnih poti. Temu lahko dodamo še 1,5 dneva zaradi premajhne zračne vlažnosti (prehlad, gripa, glavobol). Če pri tem upoštevamo še dodatno izgubo koncentracije in storilnosti zaposlenih (zaradi draženja nosne in žrelne sluznice, suhih oči in srbeče kože) na samem delovnem mestu, lahko

v grobem rečemo, da imamo na letni ravni opravka z izgubo produktivnosti skupno 2,5 dni na osebo. Ta 2,5 dneva izpada zneseta približno 1,2 % letnega delovnega časa.

Na podlagi vrednosti zavoda baua za povprečno 97.500 € bruto dodane vrednosti na pisarniško delovno mesto v panogi financiranja, najema in podjetniških storitev lahko delodajalec pričakuje izpad zaradi bolezni v višini 1,2 % od 97.500 €, pri čemer to znese 1170 € na osebo in na leto.

Na področju javnih storitev vključno z ogrevanjem in zdravjem znaša bruto dodana vrednost na osebo in leto 46.500 €. Če tudi tukaj upoštevamo izpad delovnega časa v višini 1,2 %, znašajo stroški na zaposlenega 558 € na osebo in leto.

Primer izračuna:

7.2 Na katere stroške morajo delodajalci računati, če želijo preprečiti manjkajoči čas?

Nova pisarniška zgradba v okolici Münchna za 100 zaposlenih želi za dobro kakovost zraka v prostoru opremiti pisarne z ventilatorji z zunanjim dovajanjem zraka s $50 \text{ m}^3/\text{na osebo} = 5000 \text{ m}^3/\text{h}$. Istočasno se šef podjetja odloči, da bo v ventilatorje vgradil nadzorovano vlaženje zraka in tako tudi v hladnih mesecih v prostorih pri sobni temperaturi 22°C pet delovnih dni na teden zagotovil zdravo zračno vlažnost, ki znaša najmanj 40 %.

Enkratni stroški naložbe za vgradnjo izbranega vlaženja zraka na podlagi sistema s parnim vlaženjem zraka na plin Condair GS znašajo skupaj s potrebno obdelavo vode za vlaženje okoli 29.000 €.

Brez da bi se spuščali v prevelike podrobnosti, znašajo letni obratovalni stroški za sistem vlaženja s porabo plina, vode in elektrike in vzdrževanja približno 3600 €.

Kaj to pomeni v obravnavanem časovnem obdobju 15 let?

Kot smo že prej izračunali, izgubi podjetje zaradi suhega zraka 1170 € na osebo na leto pri storilnosti. Pri 100 zaposlenih ta številka

ustreza vrednosti 117.000 € na leto, kar v 15 letih znesi 1,755 milijonov evrov. Za preprečevanje te izgube vas vlaženje zraka stane 29.000 € kot enkratna naložba, letni obratovalni stroški pa 3600 €, kar v 15 letih nanese 54.000 €. Iz tega dobimo znesek približno 83.000 € za 15 let.

Če primerjamo oba rezultata, je za podjetje »donos« med izdatki za dobro in zdravo zračno vlažnost in preprečevanjem izgub (manjša storilnost) v višini 1,755 milijona evrov takšen : $83.000 \text{ €} = 2100 \%$, oziroma preprečena izguba storilnosti v višini 1,755 mio. € - 83.000 €, kar vodi do donosa v višini 1,672 mio. €.

Izračun pri 100 zaposlenih v 15-letnem časovnem obdobju delovanja v gospodarskem sektorju **Javni in drugi ponudniki storitev, ogrevanje, zdravje**

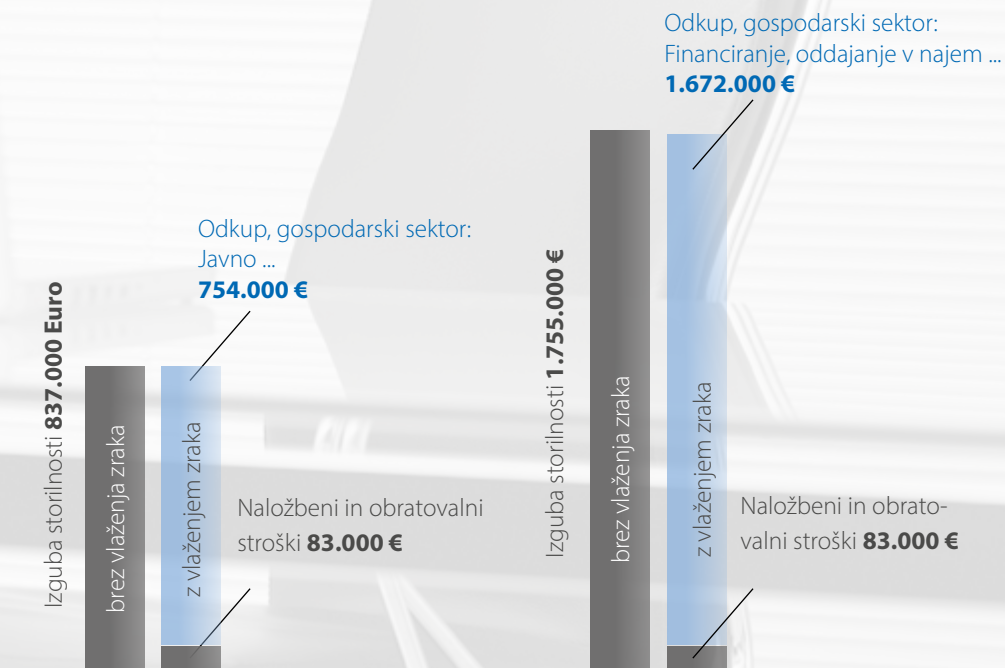
Bruto dodana vrednost delovnega mesta* x čas izpada** = izguba storilnosti $46.500,00 \text{ €} \times 1,2 \%$ = 585,00 € letno na osebo

Zaposleni x izguba storilnosti na leto x časovno obdobje obratovanja = izguba storilnosti
 $100 \times 585 \times 15 \text{ let} = 837.000 \text{ €}$

Izračun pri 100 zaposlenih v časovnem obdobju obratovanja 15 let v gospodarskem sektorju **Financiranje, oddajanje v najem in podjetniške storitve**

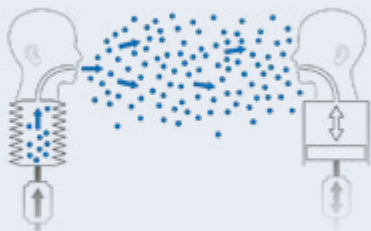
Bruto dodana vrednost delovnega mesta* x čas izpada** = izguba storilnosti $97.500,00 \text{ €} \times 1,2 \%$ = 1170,00 € letno na osebo

Zaposleni x izguba storilnosti na leto x časovno obdobje obratovanja = izguba storilnosti
 $100 \times 1.170 \text{ €} \times 15 \text{ let} = 1.755.000 \text{ €}$



* Zvezni zavod za varstvo pri delu in medicino dela
 ** ocenjen skupni čas izpada zaradi bolezni dihal

8 Pregled medicinskih rezultatov študije o pomenu vlaženja zraka za zdravje



Prenašanje virusov gripe po zraku

V klimatski komori je bil izmerjen odstotek izkašljanih virusov gripe, ki so bili pri različnih zračnih vlažnostih v sobi po eni uri še vedno okuženi. Pri zračni vlažnosti pod 23 % je bilo po eni uri če vedno več kot 70 % izkašljanih virusov gripe okuženih. Pri zračni vlažnosti nad 40 % je bilo okuženih virusov po eni uri manj kot 20 %.

Nižja zračna vlažnost poveča tveganje za okužbo prek izdihanih ali izkašljanih virusov gripe, medtem ko se pri zračni vlažnosti nad 40 % tveganje za okužbo zmanjša.

Izvirni naslov:

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

Avtorji:

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

Objavljeno:

2013



Čas preživetja virusov v zraku

Raziskovalci so odkrili, da je preživetje virusov pri zelo visoki zračni vlažnosti skoraj 100 %. Možnost okužbe z virusi ostane prav tako dolgotrajna, če je zračna vlažnost nižja od 50 %.

Pri zračni vlažnosti nad 50 % se virusi gripe v kratkem času uničijo. Predvideva se, da koncentracije soli v kapljicah, ki pri izhlapevanju v padajoči zračni vlažnosti zelo hitro narastejo, uničijo viruse. Ko pade zračna vlažnost pod 50 %, sol kristalizira, izgubi svoj inaktivacijski učinek in zdi se, da se virusi ohranijo. Prikazani mehanizem pojasnjuje, zakaj se v zimski ogrevalni sezoni epidemije gripe redno pojavljajo, kar je pogojeno z zelo nizko zračno vlažnostjo v ogrevanih prostorih.

Izvirni naslov:

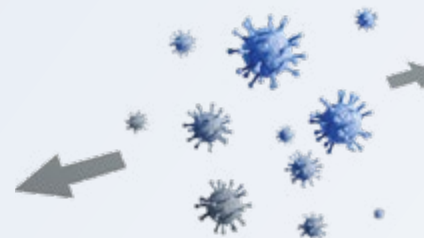
Relationship between humidity and influenza A viability in droplets and implications

Avtorji:

Wan Yang, Subbiah Elankumaran, Lindsey C. Marr

Objavljeno:

2012



Vpliv zračne vlažnosti in prezračevanja na tveganje za gripo

Raziskovalci so z modelnim izračunom preiskovali nevarnost okužbe z gripo pri različnih zračnih vlažnostih v prostoru in intenzivnosti prezračevanja. Pogostejše prezračevanje zmanjša tveganje za okužbo zaradi redčenja in odstranjevanja virusov gripe iz izrabiljenega zraka. To je učinkovito predvsem pri majhnih kapljicah z mikroorganizmi, ki dolgo časa lebdi v prostoru na suhem zraku. Zračna vlažnost v prostoru določa izhlapevanje izkašljanih kapljic z mikroorganizmi in s tem tudi njihovo končno velikost (čas lebdenja), prek koncentracije soli pa čas preživetja virusov gripe. Zračna vlažnost nad 40 % zmanjša nevarnost okužbe zaradi hitre inaktivacije virusov in hitrega spuščanja velikih kapljic. Suh zrak v prostoru deluje ravno nasprotno in poveča tveganje za gripo.

Izvirni naslov:

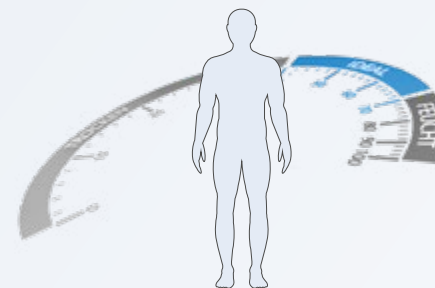
Dynamics of airborne influenza A viruses indoors and dependence on humidity

Avtorji:

Wan Yang, Linsey C. Marr

Objavljeno:

2011



Srednja zračna vlažnost je idealna za naše zdravje

Ta pomembna literarna študija z 99 študijskimi referencami kaže, zakaj je srednja zračna vlažnost v razponu od 40 % do 60 % idealna ne samo zaradi neposrednih učinkov na dobro počutje in zdravje uporabnikov zgradbe, ampak tudi zaradi preprečevanja zdravstvenih težav, povezanih z virusnimi in bakterijskimi okužbami, alergijami, plesnimi, pršicami ter onesnaženjem zraka zaradi delcev in plinov.

Srednja zračna vlažnost ščiti in neguje kožo ter sluznico, nos in dihalne poti. Optimizira dinamiko vrtnčenja, širjenja in sedimentacijo škodljivih snovi, ki se prenašajo po zraku, v smislu zmanjševanja izpostavljenosti.

Izvirni naslov:

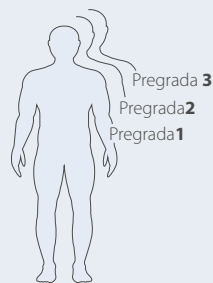
Criteria for human exposure to humidity in occupied buildings

Avtorji:

Sterling EM, Arundel A, Sterling TD

Objavljeno:

1985



Suh zrak je najboljši pomočnik virusov gripe

Študija Univerze Yale, ki je bila objavljena 2019, kaže velik učinek nižje zračne vlažnosti na obrambo pred okužbami dihalnih poti v primerjavi z običajno situacija pri 50 % zračni vlažnosti. Večdnevna izpostavljenost v primerjavi z 10-odstotno zračno vlažnostjo ima takšne posledice:

- 1)** migetanke, ki odstranjujejo sluz in viruse iz dihalnih poti, začnejo delovati neusklajeno in neučinkovito.
- 2)** prirojena celična in humoralna imunost, ki je pristojna za neposreden boj proti okužbam, je popolnoma blokirana.
- 3)** virusi gripe neovirano prodrejo, se razmnožijo in poškodujejo tkivo. Posledice so pogosta in težka prebolevanja gripe.

Izvorni naslov:

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

Avtorji:

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

Objavljeno:

2019

Okužbe v bolnišnici in nizka zračna vlažnost

V eni od študij v univerzitetni bolnišnici je bilo v 10 bolnišničnih sobah izmerjenih devet parametrov (T, RF, Lux, CO₂, zračni tlak, delež svežega zraka, sprememba zraka, gibanje oseb, higiena rok). Zaradi prizadevanj po pogosti spremembi zraka je zračna vlažnost v povprečju znašala 40 % v poletnih mesecih in 30 % v zimskih mesecih.

V zimskem delu leta je bilo razmerje okužb v bolnišnici očitno višje kot poleti. Porast je bilo od vseh izmerjenih parametrov najlažje povezati z nizko zračno vlažnostjo. Pojavilo se je vprašanje, ali je nižja zimska zračna vlažnost vzrok za porast okužb v bolnišnicah?

Izvorni naslov:

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

Avtorji:

Dr. Stephanie Taylor, Dr. med Walter Hugentobler

Objavljeno:

2016



Zimski zrak, ogrevanje, prezračevanje in vlažilniki zraka

Študija je v učilnicah raziskovala povezavo med navedenimi pojmi in časom preživetja virusov gripe. Zračna vlažnost v prostoru se določi prek absolutne vlažnosti v zunanjem zraku (v hladnem zimskem zraku zelo nizka), temperature ogrevanja, pogostosti zračenja in prisotnosti oseb, ki oddajajo vlago v zrak v prostoru.

Brez aktivnega vlaženja zraka znaša zračna vlažnost v prostoru pozimi okoli 30 % in se spreminja glede na prisotnost oseb in zunanjo temperaturo. V učilnici preživi 70 % vnesenih virusov gripe eno uro. Z vlažilniki zraka (zmogljivost ≈2 l/h) je mogoče zračno vlažnost v učilnici hitro povišati na 40 % oz. 60 %, kar zniža preživetje virusov gripe po eni uri na 50 % oz. 35 % in bistveno zmanjša nevarnost okužbe.

Izvorni naslov:

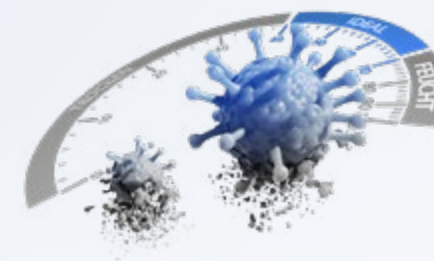
Absolute humidity and the seasonal onset of influenza in the continental United States

Avtorji:

Koep T.H. et al.

Objavljeno:

2013



Uničujoč učinek relativne zračne vlažnosti na bakterijske aerosole

Pod tem naslovom je bila objavljena študija že leta 1947, v njej pa je bilo dokazano, da trije od najpogostejših povzročiteljev bakterijskih okužb dihalnih poti (pnevmokoki, streptokoki in stafilokoki) pri srednji zračni vlažnosti (med 40 % in 60 %) v zraku hitro postanejo neaktivni, če jih popršimo s slano vodo. Pri nizki in zelo visoki zračni vlažnosti preživijo vse tri vrste bakterij zelo dolgo časa.

Izvorni naslov:

The lethal effect of relative humidity on air-borne bacteria

Avtorji:

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

Objavljeno:

1947

9 Ali standardi in smernice odražajo stanje znanosti v zvezi z zračno vlažnostjo v prostoru?

Zagotavljanje zračne vlažnosti v prostoru, ki štiti in spodbuja zdravje, dobro počutje in storilnost ljudi, obravnavajo tudi nekatere tehnične ureditve, kot so standardi in smernice. Vendar pa obravnavajo te tehnične ureditve v skoraj vseh primerih le visoko zračno vlažnost, ki presega 65 % pri sobni temperaturi nad 26 °C, in negativne posledice, ki jih ima lahko takšno soparno delovno okolje na zaposlene. V primerjavi s tem se je tema o »najnižji zračni vlažnosti v prostoru v hladnejših in suhih letnih časih« do sedaj skoraj zanemarljiva – v ta namen obstajajo le, če sploh, nekatere priporočene izjave brez konkretnih pobud. Razlog za to lahko najdemo v tem, da številna spoznanja o pozitivnih učinkih srednje zračne vlažnosti v prostoru, ki znaša pribl. 40 %, ki so bila v tej brošuri izčrpno opisana, še niso prišla do strokovnjakov in jih je treba najprej poznati in sprejeti, preden lahko postanejo del tehničnih ureditev. Vendar je to le še vprašanje časa. Eden od standardov, ki je osrednjega pomena z vidika kakovosti zraka v prostoru, temperature in vlažnosti, je DIN EN 15251 »Vstopni parametri za zrak v prostoru« (v prihodnosti DIN EN 16798 1. del). Standard vključuje te izjave o zračni vlažnosti: »Pri stavbah, ki v katerih se ne opravlja

nobeno drugo delo, kot to, da jih uporabljajo ljudje (npr. pisarne, šole in stanovanje zgradbe), vlaženje in sušenje običajno ni potrebno. Če je vrednost relativne zračne vlažnosti nižja od 30 %, se lahko pojavijo zdravstvene posledice (npr. suha sluznica) in moteča, statična naelektritve. Če se uporabljajo naprave za vlaženje in/ali sušenje, je treba preprečiti prekomerno vlaženje in sušenje. V prostorih z napravami za vlaženje in sušenje zraka, ki jih uporabljajo ljudje, je treba uporabiti navedene priporočene vrednosti iz tabele.«

Najnižje vrednosti zračne vlažnosti, ki so prikazane v tabeli in znašajo od 30 % (za najboljšo kategorijo prostora I) do 20 % (najslabša kategorija prostora III), vse ležijo pod najnižjo priporočeno vrednost iz različnih študij in brošur, ki znaša 40 %. Zato so prostori komaj primerni za zagotavljanje zdravega, neoporečnega in prijetnega delovnega okolja ter zmanjšanje nevarnosti zaradi bolezni.

Podobne izjave je mogoče prebrati tudi v standardu DIN EN 16798, 3. del »Zračenje nestanovanjskih zgradb«. Potemtakem »vlaženje ali sušenje zraka v prostoru z

Zgradba/vrsta prostora	Kategorija	Nastavljena vrednost relativne zračne vlažnosti	
		za sušenje	za vlaženje
Prostori, pri katerih so merila za vlažnost določena z človeško rabo. Posebni prostori (muzeji, cerkve itd.) lahko potrebujejo drugačne mejne vrednosti.	I	50 %	30 %
	II	60 %	25 %
	III	70 %	20 %

dovajanjem zraka praviloma ni potrebno. Pri posredovanju se nastavijo mejne vrednosti dovoljenega območja vlage, najnižja vrednost pri vlaženju in najvišja vrednost pri sušenju. Tukaj se besedilo sklicuje na standard DIN EN 15251 in vrednosti v sosednji tabeli. V enaki napačni smeri – pogosto s sklicevanjem na standard DIN EN 15251 – žal nadaljujejo tudi druge tehnične ureditve. Tako vsebuje smernica za delovno mesto 3.6 »Prezračevanje« izjavo: »Če pride do pritožb zaradi zračne vlažnosti v prostoru, je treba v okviru ocene nevarnosti preveriti, ali in katere ukrepe je treba sprejeti.« Tudi priporočilo, ki velja za javne zgradbe, »Priporočilo za klimatske naprave 2018« strojev in elektrotehnike državnih in komunalnih uprav (AMEV) pravi, da je »vlaženje in sušenje zraka običajno potrebno le v posebnih zgradbah, kot so na primer muzeji, in nekaterih zdravstvenih ustanovah«.

Žarek upanja glede zračne vlažnosti v prostoru vsebuje standard VDI 3804 »Tehnika zraka v prostoru – pisarniške zgradbe« s temi izjavami: »Priporočljivo je, da si pri spodnji meji prizadevamo za kategorijo 1 po standardu DIN EN 15251 s 30 % r. v. V ta namen je pravilom treba uporabiti napravo za vlaženje zraka. Če znaša relativna vlažnost < 30 %, lahko pride do draženja oči ali dihalnih poti in s tem se ustvarijo ugodni pogoji za infekcijske bolezni. Nadalje lahko pride do težav s statično naelektritvijo. Pri nizkih zunanjih temperaturah je pričakovati, da se zračna vlažnost v prostoru zniža za 30 %.«

Kakšna zračna vlažnost se priporoča?
Obvezujoče opredeljena najnižja zračna vlažnost na delovnem mestu trenutno na obstaja. Strokovno združenje in nezgodna

zavarovanja pravilom izhajajo iz tega, da zraka v prostoru ni treba dodatno vlažiti. Tehnična ureditev za delovna mesta ASR 3.6 »Prezračevanje« opredeljuje tukaj le najvišje vrednosti, ki jih zračna vlažnost pri različnih sobnih temperaturah ne sme prekoračiti. Zakon o varstvu pri delu v 5. čl. »Ocena ogroženosti« ugotavlja, da lahko pride do ogrožanja na delovnem mestu tudi zaradi fizikalnih posledic. Če pride do zdravstvenih težav, mora delodajalec preveriti, če in katere ukrepe mora sprejeti.

Na ta način trenutne tehnične ureditve v zvezi s pobudami in upoštevanjem najnižje zračne vlažnosti v prostoru žal niso v skladu s trenutnim stanjem v medicini in znanostjo in bi jih bilo zato treba nujno predelati v pobude za najnižjo zračno vlažnost v prostoru.

10 Hitra analiza zraka v pisarni z grafom ocene tveganja za zračno vlažnost v prostoru

Če se zaposleni v pisarnah pritožujejo nad prenizkimi temperaturami ali prenizko zračno vlažnost ali pa pogosto obolevajo zaradi bolezni dihal, lahko z naslednjim postopkom hitro in enostavno objektivno analizirate in ocenite klimo v prostoru. Postopek temelji na tako imenovanem »grafu ocene tveganja ozračja«, ki ga priporoča nemška zakonsko zavarovanje za primer nezgode (DGUV) v svojem sporočilu 215-510 »Ocena ozračja v prostoru«. Ker pa se ta graf ocene tveganja DGUV nanaša le na pritožbe zaradi visokih sobnih temperatur in visoko zračno vlažnost v prostoru, je podjetje Condair razvilo »grafe ocene tveganja zračne vlažnosti v prostoru« za suh zrak v prostoru. Kako se uporablja ta graf ocene tveganja in katere rezultate daje?

1. korak:

V pisarnah, kjer se zaposleni pritožujejo nad suhim in neprijetnim zrakom v prostoru, je treba izmeriti sobne temperature in zračno vlažnost v prostoru.

2. korak:

Izmerjene vrednosti se vnesejo v graf ocene tveganja za zračno vlažnost v prostoru. Temperatura se vnese na os X, relativna zračna vlažnost pa vzdolž poševne linije zračne vlažnosti v prostoru.

3. korak:

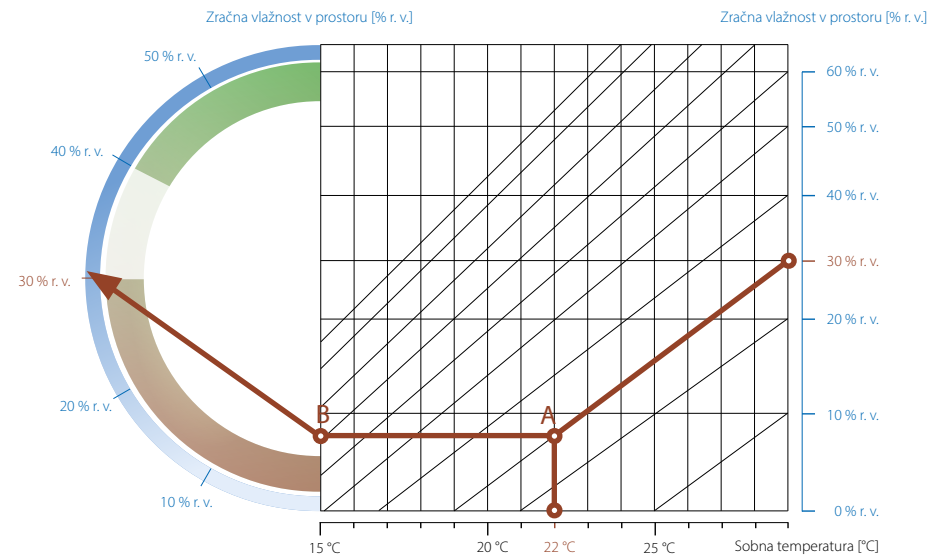
Uporaba grafa ocene tveganja zračne vlažnosti je prikazana na dveh primerih.

1. primer: Poziv za dejanje

Velja, če na primer sobna temperatura znaša 22 °C, zračna vlažnost v prostoru pa je 30-odstotna. Ti dve vrednosti se v diagramu sekata v točki A. Iz te točke povlečemo vodoravno črto v levo do roba grafike (os Y) do točke B. Nato povežemo točko B z lestvico zračne vlažnosti v prostoru na levi strani diagrama, in sicer z izmerjeno vrednostjo zračne vlažnosti v prostoru (v našem primeru je to 30 %). Rdeča črta, ki pri tem nastane, poteka skozi rdeče območje grafa ocene tveganja. To območje pomeni nezadostno zračno vlažnost v prostoru in posledična tveganja za zdravje. Če rezultatska črta seka rdeče območje grafa ocene tveganja, je iz zdravstvenega vidika priporočljivo povečati relativno zračno vlažnost v prostoru.

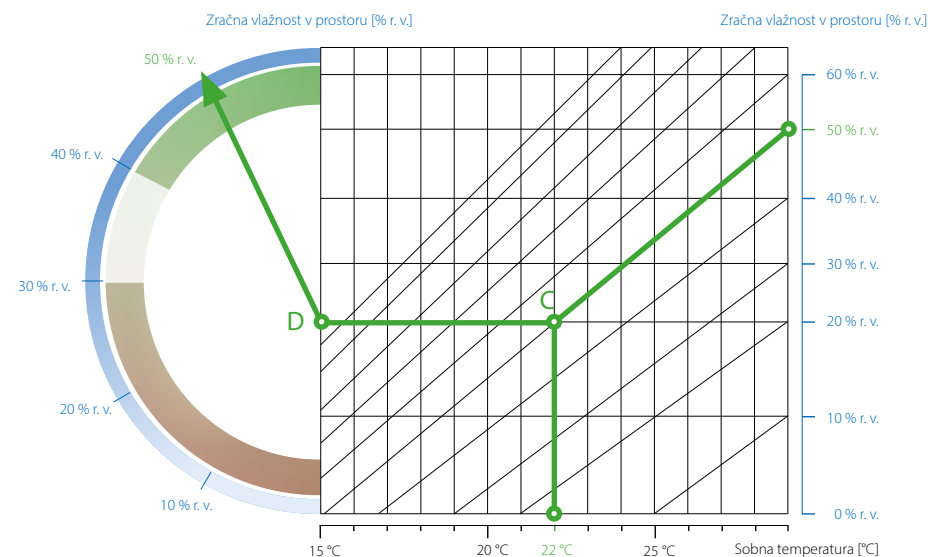
2. primer: Optimalna zračna vlažnost v prostoru

V primerjavi s tem ponazarja ta primer z zelenimi črtami v grafu ocene tveganja dobro klimo v prostoru z zadostno zračno vlažnostjo v prostoru. Izmerjena sobna temperatura znaša 22 °C, relativna zračna vlažnost v prostoru pa je 50 %. Vrednosti se sekata v točki C, od katere ponovno povlečemo vodoravno črto do levega roba grafa do točke D. Če povežemo točko D z merilno lestvico vlažnosti ob diagramu z izmerjeno vrednostjo vlažnosti, ki znaša 50 %, poteka črta, ki jo pri tem dobimo, zdaj skozi zeleno območje. To območje



1. primer: Poziv za dejanje

Pri sobni temperaturi 22 °C in 30 % r. v. Zračna vlažnost v prostoru



2. primer: Optimalna zračna vlažnost v prostoru

Pri sobni temperaturi 22 °C in 50 % r. v. Zračna vlažnost v prostoru

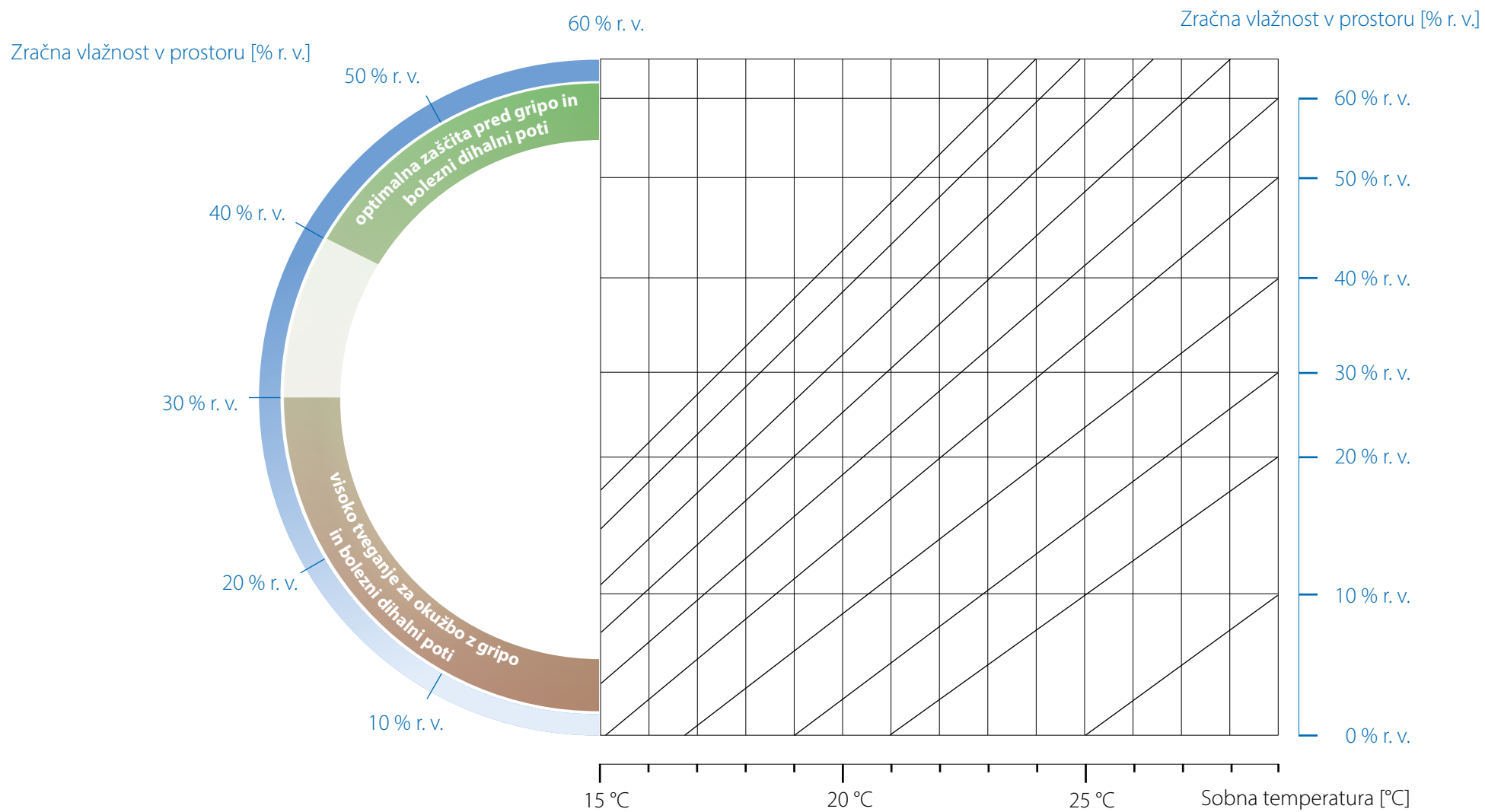
označuje zadostno ali dobro zračno vlažnost v prostoru in posledično manjše tveganje za zdravstvene težave ali nevarnosti zaradi suhega zraka.

Če poteka črta, ki označuje zračno vlažnost v prostoru, v grafu ocene tveganja v nevtralnem območju med rdečim in zelenim območjem, je kljub temu priporočljivo povečati zračno vlažnost v prostoru.

Primere teh grafov ocene tveganja za zračno vlažnost v prostoru najdete na našem spletnem mestu, kjer si jih lahko brezplačno prenesete.



Kopirna predloga: graf ocene tveganja za zračno vlažnost v prostoru



PREMAT

Premat

Japljeva 7; Ljubljana; 1000

Tel. + 386 (0) 599 20 390

www.premat.si