



PÁRATARTALOM A MUNKAHELYEN

Egészségügyi előfeltételek és a munkavállalók
teljesítőképségének biztosítása

Levegőpárasítás
Légszárítás
Párolgató hűtés

 **condair**

A photograph of two people, likely scientists or architects, wearing white lab coats. They are holding a large, rolled-up architectural blueprint or set of plans. The person on the left is holding the top edge, while the person on the right is holding the bottom edge. They are both looking down at the blueprint. The background is a bright, out-of-focus interior space with large windows, suggesting a modern laboratory or office environment.

Fontos egészségügyi paraméter

Megfelelő páratartalom a munkahelyen

Előszó

A megfelelő páratartalom döntően befolyásolja a mindennapi élethelyzeteket – munkahelyén és otthonában egyaránt. A levegő nedvességtartalma annyira fontos, hogy sok országban irányelvek szabályozzák a párásító berendezések üzemeltetését és fenntartását.

Tudományosan a 40–60% közötti relatív páratartalom tartományt határozták meg egészségügyi, teljesítési és közérzeti szempontból ideális állapotként.

A sűrű burkolatokkal, központi fűtéssel és szellőztető berendezésekkel rendelkező modern épületekben ez a határérték nem tartható fenn a hétköznapi életben aktív léghővezetés nélkül.

Ez a broszúra bemutatja a megfelelő páratartalom orvosi alapjait, valamint a megfelelő páratartalommal elérhető pozitív egészségügyi és gazdasági hatásokat a munkahelyeken.



Tartalom	Oldal
1. Miért olyan kellemetlenül száraz a levegő télen?.....	6
2. Milyen hatást gyakorol az alacsony páratartalom az egészségünkre?	10
2.1 Az alacsony páratartalom hatása az influenzavírusok terjedésére	12
2.2 A páratartalom csírcseppek terjedésére gyakorolt hatása	14
2.3 A csírcseppek fizikája	14
2.4 A csírcseppek fertőzőképessége	16
2.5 A csírcseppek megmaradási ideje levegőben	17
3. Növelni tudják a növények a levegő páratartalmát?	20
4. A Fraunhofer-Institut tanulmánya: Milyenek találják a munkavállalók a munkahelyek páratartalmát?	22
5. A Robert Koch Intézet statisztikája: A túl alacsony páratartalom óriási hatással van az influenzavírus terjedésére	24
6. A Yale Egyetem új tanulmánya kimutatja , hogy a száraz levegő felerősíti az influenza hatásait	26
7.1 A páratartalom gazdasági megközelítése	28
7.2 Számítási példa: Milyen költségekkel kell számolniuk a munkaadóknak a távollétek elkerüléséhez?	30
8. A páratartalom egészségügyi fontosságával kapcsolatos orvosi tanulmányok eredményeinek áttekintése	32
9. Megfelelnek a szabványok és irányelvek a páratartalom vonatkozásában a tudomány jelenlegi állásának?	36
10. Az irodai klíma gyors elemzése a páratartalom kockázati grafikonjával	38

1. Miért olyan kellemetlenül száraz a levegő télen?

Mindenki ismeri a száraz levegő kellemetlen hatásait: A bőr pikkelyes lesz és berepedezik, az orr- és toroknyálkahártya, valamint a szemek kiszáradnak és érzékennyé válnak. Ettől kellemetlenül érezzük magunkat, és fogékonyabbá válunk a légúti megbetegedésekre. De mi az oka annak, hogy a levegő különösen a hideg északokban olyan kellemetlenül szárazzá válik?

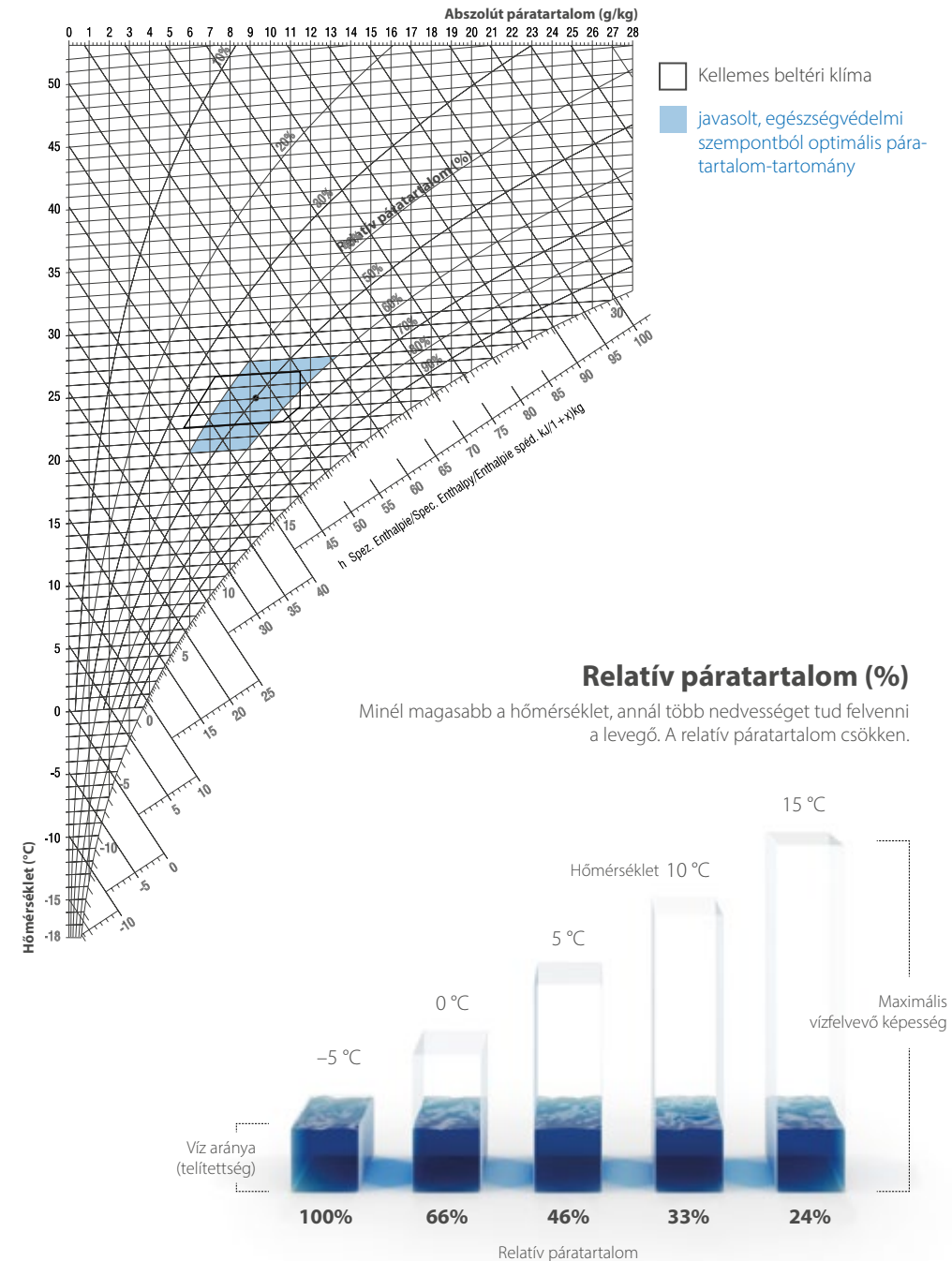
Rövid fizikai kitérő, és a termodinamikában megtaláljuk a választ. A levegő folyamatosan törekszik a maximális nedvesség felvételére a környezetéből, és ezt a nedvességet láthatatlan vízgőzként tárolja. A levegő ebből adódó vízgőztartalmát nevezik relatív páratartalomnak, mely rövidítése a φ . $\varphi = 1$ (100% relatív páratartalom) megfelel a teljesen telített levegőnek, például egy hosszan elhúzódó esőt követően. Ezzel szemben a levegő $\varphi = 0$ esetén teljesen vízmentes.

A folyamatok során a levegő hőmérséklete is fontos szerepet játszik. Minél magasabb a levegő hőmérséklete, annál több vizet képes megkötni és gőzként tárolni. A páratartalom

és hőmérséklet közti fizikai összefüggést az úgynevezett h,x-diagramon szokták ábrázolni (lásd az oldalt található diagramot).

Ahogy azt a brosúra további fejezetei is leírják, a nyálkahártyák kiszáradásának elkerülése és az egészségügyi kockázatok csökkentése érdekében a téli hónapokban gondoskodni kell arról, hogy a beltéri páratartalom ne essen 40% alá. A 8. és 9. oldalon található példa bemutatja, mi vezethet a téli hónapokban extrém alacsony és egészségtelen páratartalomhoz.

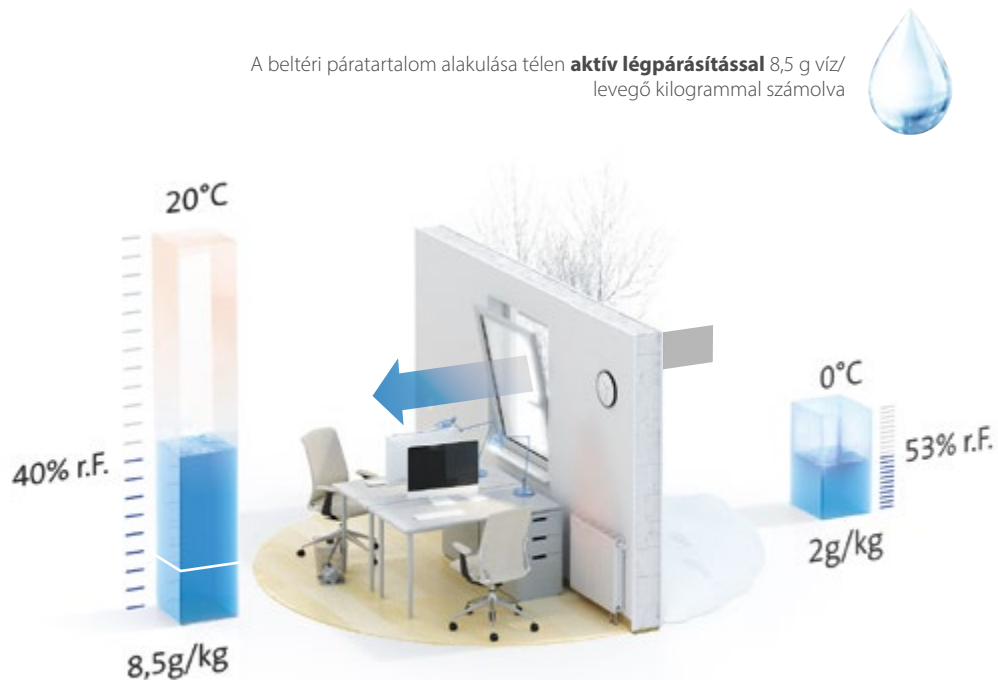
Mollier-féle h,x-diagram a termodinamikai folyamatok ábrázolásához



A beltéri páratartalom alakulása télen **aktív légpárásítás nélkül**



A beltéri páratartalom alakulása télen **aktív légpárásítással** 8,5 g víz/levegő kilogrammmal számolva



A kinti levegő hőmérséklete itt 0 °C a relatív páratartalom 53%. Amennyiben egy 20 °C-os irodában vagy lakásban kinyitják az ablakot, és beáramlik ez a hideg levegő, a fűtés ugyancsak 20 °C-ra melegíti fel. A felmelegítés következtében mintegy 14%-ra csökken a páratartalom, ahogy a fenti ábrán is látható.

A páratartalom ilyen nagymértékű csökkenésének elkerülése, és a legalább 40%-os egészséges és kellemes páratartalom biztosítása érdekében folyamatosan nedvesíteni kell a száraz beltéri levegőt ellenőrzött körülmények között (lásd a lenti képet, aktív párásítással).

Erre különösen alkalmasak a szellőztetőberendezésekbe telepített párásító rendszerek, melyek a beszívott kinti levegőt pontosan a kívánt páratartalomra kondicionálják. A mechanikai szellőztetőrendszerekkel nem rendelkező épületekben is alkalmazhatók decentralizált párásító rendszerek.

Javasolt páratartalom-tartomány a légutak védelme érdekében

A 7. oldalon található h,x-diagramon a fekete keretezett tartomány jelöli a kellemes beltéri klíma tartományát. Ez az eredmény számos, világszerte elvégzett vizsgálaton, valamint az ezek alapján létrejött műszaki szabályozásokok, normákon és előírásokon alapul. A tervezők a projektálások és klímarendszerek későbbi üzembe helyezése során figyelembe veszik a diagram által meghatározott céltartományt a lehető legjobb komfort elérése érdekében.

Mit ábrázol a diagram kék tartománya?

Az elégedettség és a kényelem biztosítása érdekében a 22 °C (tél) és 26 °C (nyár) közötti hőmérsékletértékek esetén legalább 35% és maximum 65% között kell tartani a páratartalmat. Az alacsony értékeket „kellemetlenül száraznak” a magasabb értékeket pedig „kellemetlenül nedvesnek” tekintjük.

A kényelmi tartomány 20 °C–27 °C-ig terjedő kibővítését mutatja a h,x-diagram világoskék tartománya.

Az optimális kényelmi és legjobb egészségügyi szempontok biztosítása érdekében javasolják a relatív páratartalom legalább 40% fölött (téli állapot) és maximum 60% alatt tartását a nyári hónapokban (izzadási határ).

Ennek indoklásáról a későbbiekben még talál leírást.

2. Milyen hatást gyakorol az alacsony páratartalom az egészségünkre?

Különösen a fűtési időszakban panaszkodnak sokan az irodákban szemszárazságra, kiszáradó nyálkahártyára, nyelési nehézségekre, hangképzési zavarokra, elektrosztatikus hatásokra és száraz bőrre. Ennek oka a legtöbb esetben a száraz levegő. Világszerte számos tanulmány készült a témában, melyek az irodai munkahelyek magas hőmérsékletének ($> 26\text{ }^{\circ}\text{C}$) és magas páratartalmának ($> 65\%$) kényelemérzetre, betegségekre és teljesítőképességre gyakorolt hatásával foglalkoztak.

Az újabb tanulmányok további hasznos felismerést tettek az alacsony páratartalom száraz és hideg téli hónapokban gyakorolt hatásáról. A továbbiakban összefoglaljuk ezen tanulmányok fontos eredményeit és felismeréseit.

Az alacsony páratartalom hosszabb ideig képes mozgásban tartani a porszemcséket, és az azokon megtelepedő mikroorganizmusokat és aeroszoloikat. Magasabb relatív páratartalom esetén víz veszi körül a baktériumokat. Ezáltal megnő azok tömege, így a részecskék gyorsabban lesüllyednek a talajra, így csökkent a légzőrendszerbe való bekerülésük esélye.

Lowen, Mubareka, Steel és Palese amerikai tudósok már 2007-ben megállapították, milyen jelentős szerepet tölt be a páratartalom az influenzavírusok terjedésében. 20-30% relatív páratartalom esetén háromszor magasabb a fertőzés kockázata, mint 50% relatív páratartalom esetén. John D. Noti csapata 2013-as „High humidity leads to loss of infectious influenza

virus from simulated coughs” tanulmányában rámutatott erre az összefüggésre. 43% páratartalomnál a vírusok fertőzőképessége 15%-os volt, 7–23% relatív páratartalom esetén viszont 77%-ra emelkedett.

A Német Irodahálózat által készített „Irodai tanácsadó” 40–60% közötti páratartalmat javasol, a DGUV (német törvényes balesetbiztosítási intézet) a „Beltéri klíma megítélése” című 215-510 számú tájékoztatójában $45\% \pm 15\%$ páratartalmat javasol, és „Osztályterem – iskolai helyiségek” című 202-090 tájékoztatójában az alábbiakat írja: „A jó klíma javítja a komfortérzetet, támogatja a teljesítő és koncentrációs képességet és az egészséget.” Továbbá: „Hogyan fejezhető ki számokban a megfelelő beltéri klíma? Az egyéni igények ellenére a legtöbb ember $20\text{--}24\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti hőmérséklet és 40-65% közötti páratartalom esetén érzi jól magát (a túlnyomórészt beszélgetésre orientáló tevékenységek esetén).”

A tanulmányok, tanácsadók és brosúrák ezáltal egyértelműen dokumentálják, hogy az irodai munkahelyeken a páratartalomnak el kell érnie a minimum 40%-ot, hogy a munkavállalók jól érezzék magukat, és hogy egészséges légkör jöheszen létre, mely által elkerülhető a légutak irritációja, a szemszárazság, a száraz bőr és csökkenthető a betegségek kialakulásának veszélye.



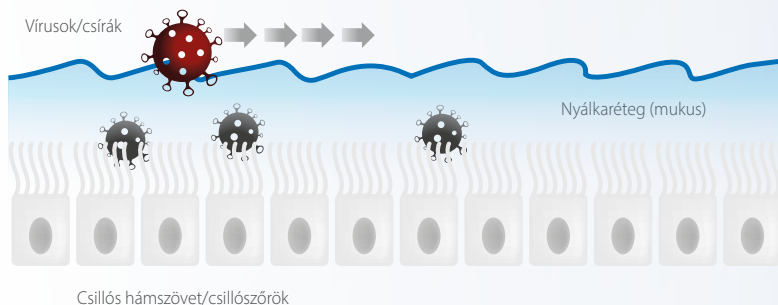
2.1 Az alacsony páratartalom hatása az influenzavírusok terjedésére

A száraz levegő csökkenti az immunrendszer influenzavírusokkal szembeni ellenállását.

1. Nyálkahártya védelmi vonal

A légutak hámszöveti sejtjein csillósörök találhatók, melyeket egy nyálkaréteg takar. A belélegzett vírusok, baktériumok és légköri szennyező anyagok nagy része fennakad ezen a nyálkán.

A csillósörök a gége irányába szállítják a nyálkát a mikroorganizmusokkal és szennyeződésekkel együtt, ahonnan kiköhöghetők vagy lenyelhetők.

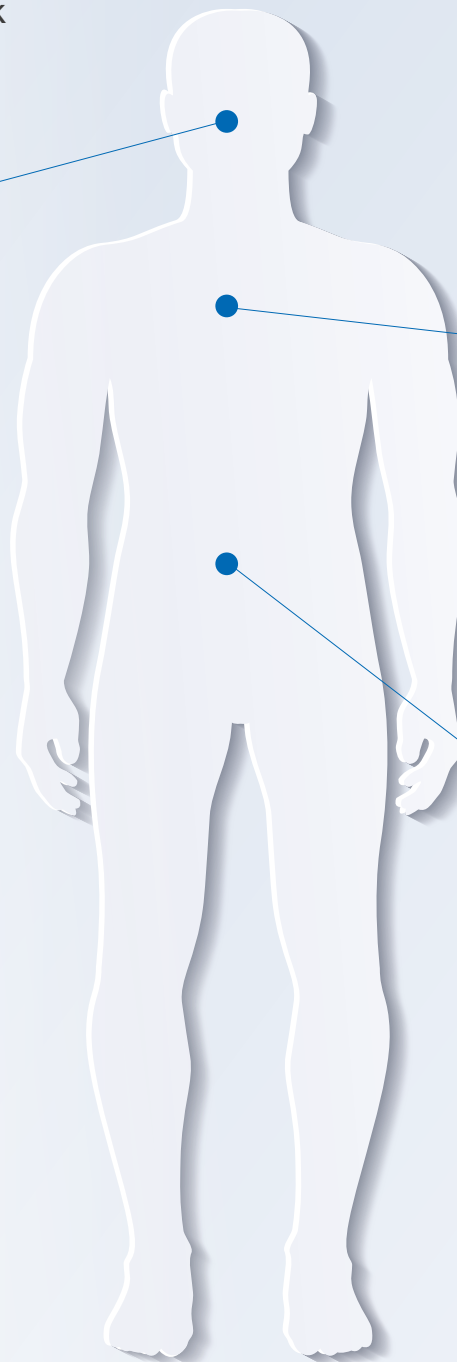


A Yale-tanulmány következtetései:

Alacsony páratartalom esetén a három védelmi vonal hatástalan.

A megbetegedés súlyossága alacsonyabb relatív páratartalom esetén súlyosbodik, függetlenül a vírus által okozott terheléstől.

Az alacsony páratartalom akadályozza továbbá a sejt szövetek felépülését.

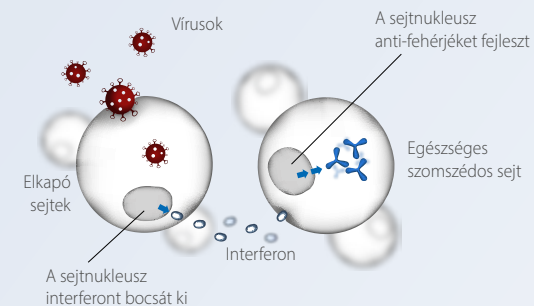


2. Veleszületett immunitás

(A fertőzés leküzdésének korai szakasza)

Azokat a mikroorganizmusokat, melyek átjutottak az első védelmi vonalon a fehérvérsejtek, a velünk született immunrendszer rendőrei ismerik fel és állítják meg.

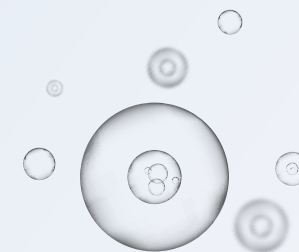
A falósejtek hírvivőt (interferon) bocsátanak ki, melyek fehérjetermelést váltanak ki és ezekkel együtt közösen veszik fel a harcot a benyomuló mikroorganizmusokkal.



3. Szerzett immunitás

(A fertőzés leküzdésének kései szakasza)

A gyulladás kései szakaszában, ha már átjutottak az első kettő védelmi vonalon, a támadóra specializálódott antitestek jönnek létre. Ez a szerzett immunitás B és T limfocitákból áll, melyeket védőoltások vagy korábbi fertőzések hoztak létre, és az immunemlékezet tárolta el őket.



2.2 A páratartalom csíracseppekre terjedésére gyakorolt hatása

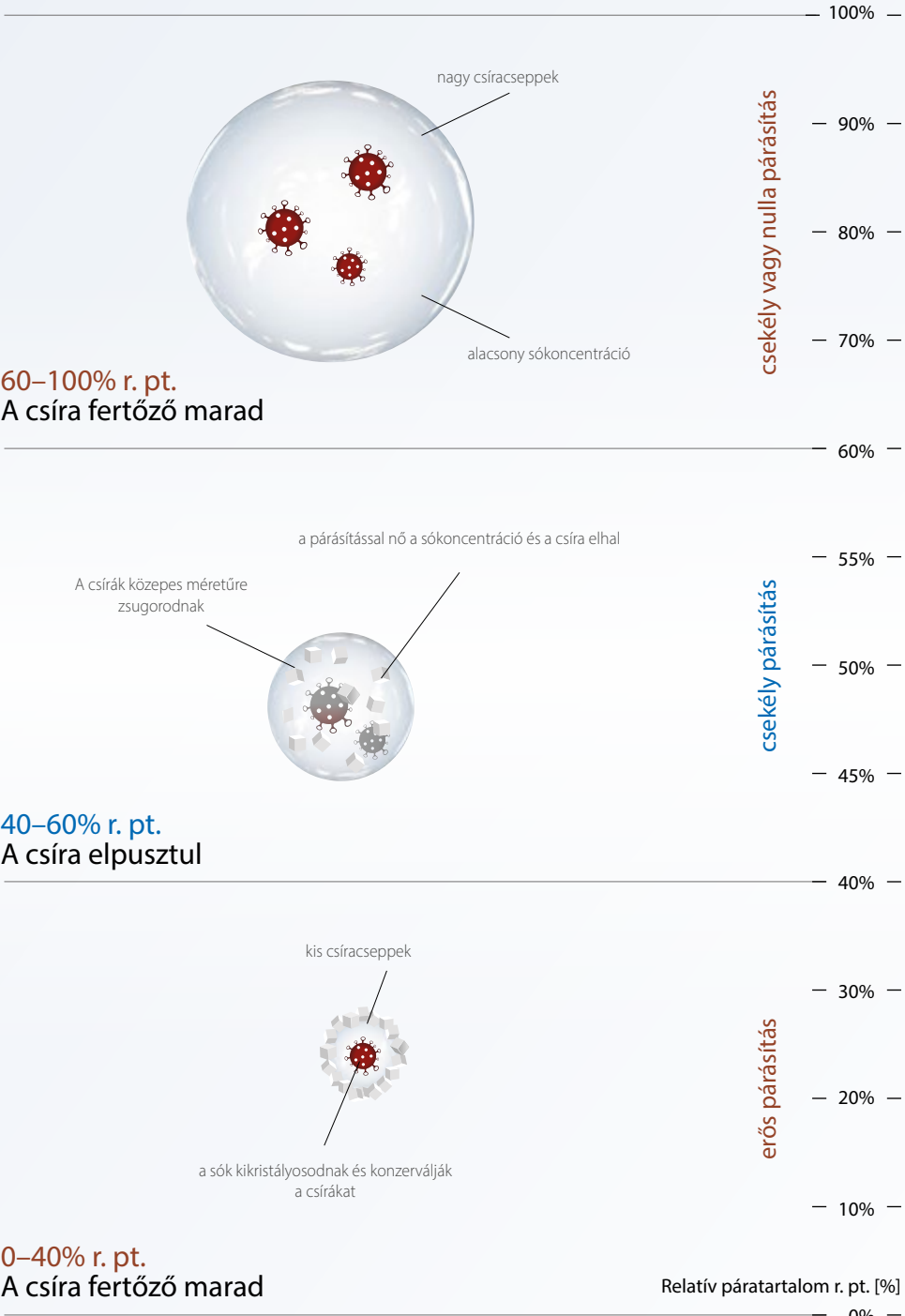
A csíracseppek a legkisebb mozgó sejtek, melyek kórokozókat tartalmazhatnak. A légutakon keresztül jutnak a levegőbe lélegzés, tüsszentés vagy köhögés során, és kórokozókat, mint az influenzavírus juttathatnak más emberekre.

A csírák túlélőképességében és a cseppek mozgékonyságában döntő szerepet játszik a levegő páratartalma. A száraz, 40% páratartalom alatti levegő gyorsan kiszárítja a parányi, kórokozóval fertőzött sejteket. A kórokozók ezáltal konzerválódnak és tovább maradnak fertőzők.

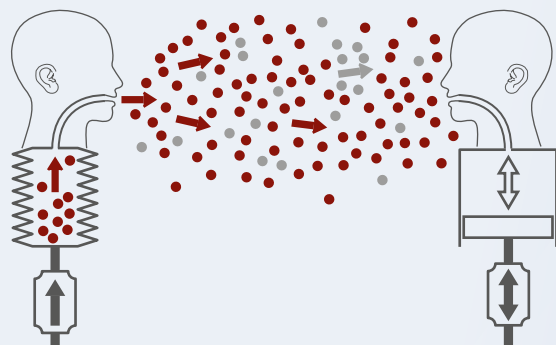
A 40-60% közötti optimális relatív páratartalom tartományban az aeroszolok annyira zsugorodnak össze a párolgási folyamat során, hogy a cseppek sókoncentrációja megnő, és a bennük lévő kórokozó elpusztul.

2.3 A csíracseppek fizikája

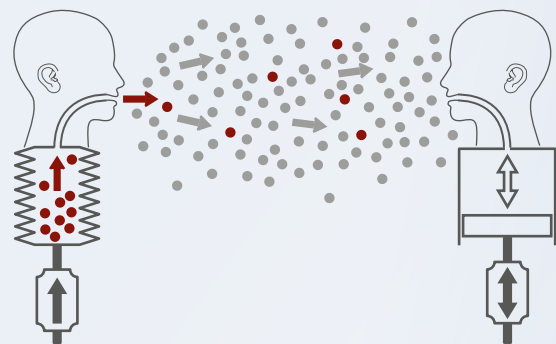
Páratartalom	Mozgékonyság	Megmaradási idő:	Továbbterjedési kockázat
60–100% r. pt.	A nagy csíracseppek lesüllyednek és gyorsan megtapadnak	Rövid ideig marad a benti levegőben	A víz alacsony sókoncentrációja miatt a csírák fertőzőképesek maradnak
40–60% r. pt.	Közepes méretű, csekély mozgóképességű csíracseppek	Csekély ideig marad a benti levegőben	A magas sókoncentráció megöli a csírákat.
0–40% r. pt.	Kis csíracseppek mozgékonyak maradnak	Több ideig marad a benti levegőben	A sók kikristályosodnak és konzerválják a csírákat



7–23% relatív páratartalom esetén a bejuttatott csíracseppek
fertőzőképessége 60 perc elteltével eléri a 77%-ot



43 % relatív páratartalom esetén a bejuttatott csíracseppek
fertőzőképessége 60 perc elteltével 15%-ra csökken.

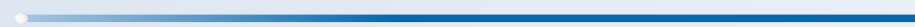


2.4 A csíracseppek fertőzőképessége

A páratartalom kiemelt szerepet játszik a csíracseppek fertőzőképességében. Közepes páratartalom esetén a továbbterjedés kockázata

minimális, száraz levegő esetén azonban kiugróan magas lesz.

0,5 µm átmérőjű csíracseppek
Megmaradási idő: **41 óra**



3 µm átmérőjű csíracseppek
Megmaradási idő: **1,5 óra**



100 µm átmérőjű csíracseppek
Megmaradási idő: **6 másodperc**



2.5 A csíracseppek megmaradási ideje levegőben

Az olyan kórokozók, mint az influenzavírusok a csíracseppeken keresztül köhögéskor és tüsszentéskor akár 20 m/s sebességgel is szétszóródhatnak, és belélegzéssel megfertőzhetnek más személyeket.

A páratartalom a csíracseppek mozgékonyágában is fontos szerepet játszik. Száraz levegő esetén a csíracseppek kevesebb mint egy mikrométeresre zsugorodnak össze, és napokig mozgóképesek maradnak.

Ezáltal belül megnő a kórokozók túlélőképessége és ugyanakkor a csíracseppek mozgékonyága is.

A csírák így akár órákon át is életben maradhatnak. Aki tehát megfázott, és egy túl száraz helyiségben köhög vagy tüsszent, egy

kontaminációs légkört hoz létre, mely órákon át megmarad.



A csírák szeretik a száraz levegőt

Száraz levegőn a csíracseppek összezsugorodnak és kiszáradnak.
A kórokozók ezáltal konzerválódnak és tovább maradnak
mozgóképesek és fertőzők.

A párás levegő megöli a baktériumokat

Optimális páratartalom esetén (40–60% r. pt.) a vízben lévő sók
oldott állapotban maradnak a csíracseppben.
A belső sókoncentráció annyira megnő, hogy a kórokozók rövid
idő leforgása alatt inaktívvá válnak.



3. Növelni tudják a növények a levegő páratartalmát?

A kontrollált párasítás egyik alternatívájaként az irodai munkahelyeken növények alkalmazásával igyekeznek növelni a páratartalmat. Valóban segítséget nyújt és hasznos ez az eljárás?

A DGUV tanácsadó „Irodai klíma” tájékoztatójában kijelző eredményt ad: **A növények csak kevés esetben képesek segíteni a páratartalom jelentős növelésében.**

Ugyanis ha külső levegő ($-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, 50% relatív páratartalom) áramlik egy 20 m^2 -es helyiségbe ($22\text{ }^{\circ}\text{C}$, 50% relatív páratartalom) 0,5 óránkénti légcserével számolva, a helyiségben egy óra elteltével még mindig csak 29% a páratartalom. A korábbi 50% páratartalom megtartásához a szoba levegőjét óránként 230 g vízzel kell nedvesíteni.

Az átlagos irodai növények óránként mintegy 10 g vizet képesek elpárologtatni 1 m^2 levélfelületen.

Ehhez ebben a példában rengeteg növényre lenne szükség, melyek levélfelülete 23 m^2 , és ekkor állítható helyre az irodában a korábbi 50% páratartalom.

Ezáltal az iroda egy dzsungellé változna. Az egészséges páratartalom sokkal könnyebben

elérhető az aktív párasító rendszerek alkalmazásával.

Hőmérséklet = $22\text{ }^{\circ}\text{C}$
Relatív páratartalom = 29%



Hőmérséklet: $22\text{ }^{\circ}\text{C}$
Relatív páratartalom: 50%

Ahhoz, hogy óránként 230 g vizet juttassunk a levegőbe **16 növény** szükséges.



4. Milyenek találják a munkavállalók a munkahelyek páratartalmát?

Az alacsony páratartalom korábban leírt negatív aspektusait vetette össze a Fraunhofer-Institut a megfelelő páratartalommal a Nemzetközi Munkaügyi Szervezet kérésére, kétéves vizsgálatukat a „Páratartalom az irodai munkahelyeket” tanulmányukban foglalták össze. A tanulmány eredményei világosan megmutatják, hogy a nem szabályozott páratartalmú irodákban dolgozók gyakran panaszkodnak a száraz levegő miatt, ami negatívan befolyásolja közérzetüket, egészségüket és teljesítőképességüket. Ezzel szemben a megkérdezettek a magasabb páratartalmat pozitívnak és kellemesnek ítélték.

A tanulmány felépítése

A tanulmány során egy kísérleti épületben több héten keresztül ki-be kapcsolták a párástó rendszert, míg a hőmérsékletet egyenletesen 22–23 °C-on tartották. Szabályozott párástítás esetén a páratartalom 40%-os volt, anélkül viszont mintegy 23–28%-ot ért el. A felhasználókkal egy ötfokozatú

skálán értékeltették a munkakörnyezetet a „teljesen egyetértek”-től kezdve egészen az „egyáltalán nem értek egyet”-ig. Az itt látható grafika a tanulmány fontos eredményeit foglalja össze.

Ahogy az adatok is mutatják, a páratartalom 40%-ra emelésekor senki sem találta túl alacsonynak a páratartalmat – sőt, 84% jónak találta a páratartalmat.

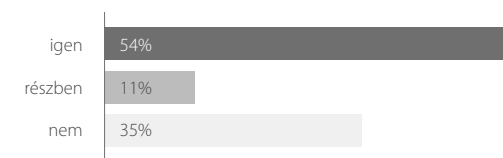
Ezzel szemben amikor kikapcsolták a párástót a résztvevők 77%-a alacsonynak találta a páratartalmat. A megkérdezettek 54%-a továbbá frissítőnek találta a levegő párástítását. Az olyan szimptomák, mint a „száraz légutak” és „égő szemek” megítélésének eredménye párást szobák esetében kimagaslóan, mintegy 20 százalékponttal jobb volt. A Fraunhofer tanulmánya ezáltal megerősítette az alacsony páratartalom negatív, közérzetre, lehetséges szemszárazságra és a nyálkahártyák kiszáradására gyakorolt hatását.

A megkérdezett szimptomák esetében a legkevesebb panaszt 40% relatív páratartalom esetén adták a megkérdezettek. A munkahelyi páratartalom tehát a megfelelő légminőség és kellemes hőmérséklet mellett

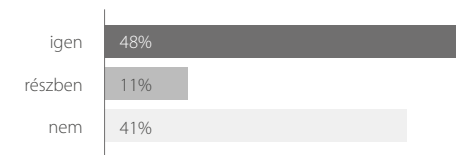
nagymértékben hozzájárul a közérzet javításához és az egészségügyi terhelések csökkentéséhez.

Tapasztalatok kikapcsolt párástító esetén:

Gyakran száradtak ki a légútjai a munkavégzés során?



Gyakran égett a szeme a munkavégzés során?



5. A túl alacsony páratartalom óriási hatással van az influenzavírus terjedésére

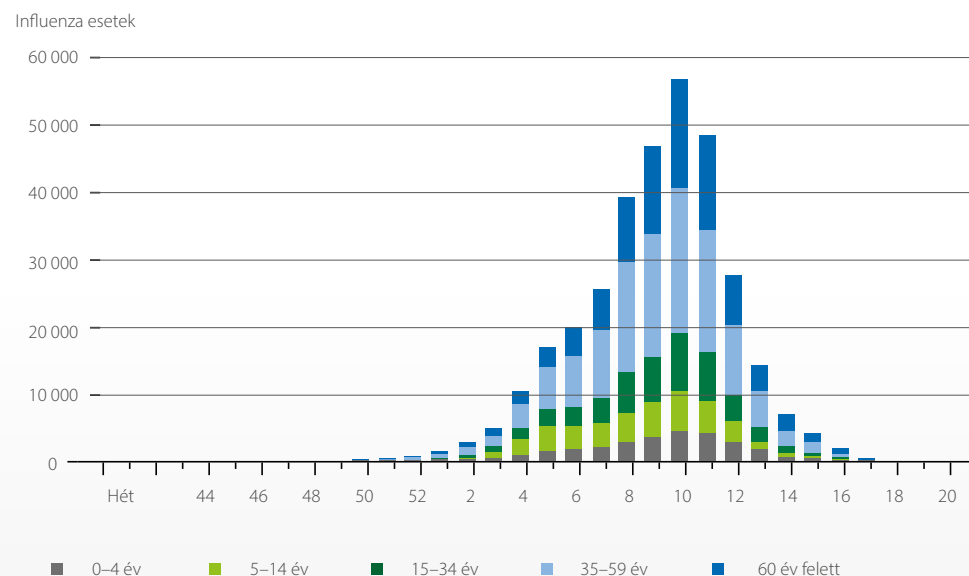
Az előző fejezetek leírták a túl alacsony páratartalom közérzetre és egészségre gyakorolt negatív hatásait és veszélyeit. Azonban ezek az aspektusok csak egy részét jelentik egy nagy, egész világra kiterjedő problémának. Az alacsony páratartalom megnöveli az influenzavírusok terjedését és ezáltal a fertőzések és a súlyos vagy akár halálos megbetegedések kialakulásának veszélyét, ahogy azt egy újabb tanulmány is bizonyítja.

A Robert Koch Intézet (RKI) már régóta foglalkozik tanulmányaiban influenza epidemiológiával és a Németországban az influenza okozta megbetegedésekkel és halálos esetekkel. A 2017/2018-as jelentésben az intézet az alábbi eredményre jutott (lásd a diagramot: akut légzőszervi fertőzések száma):

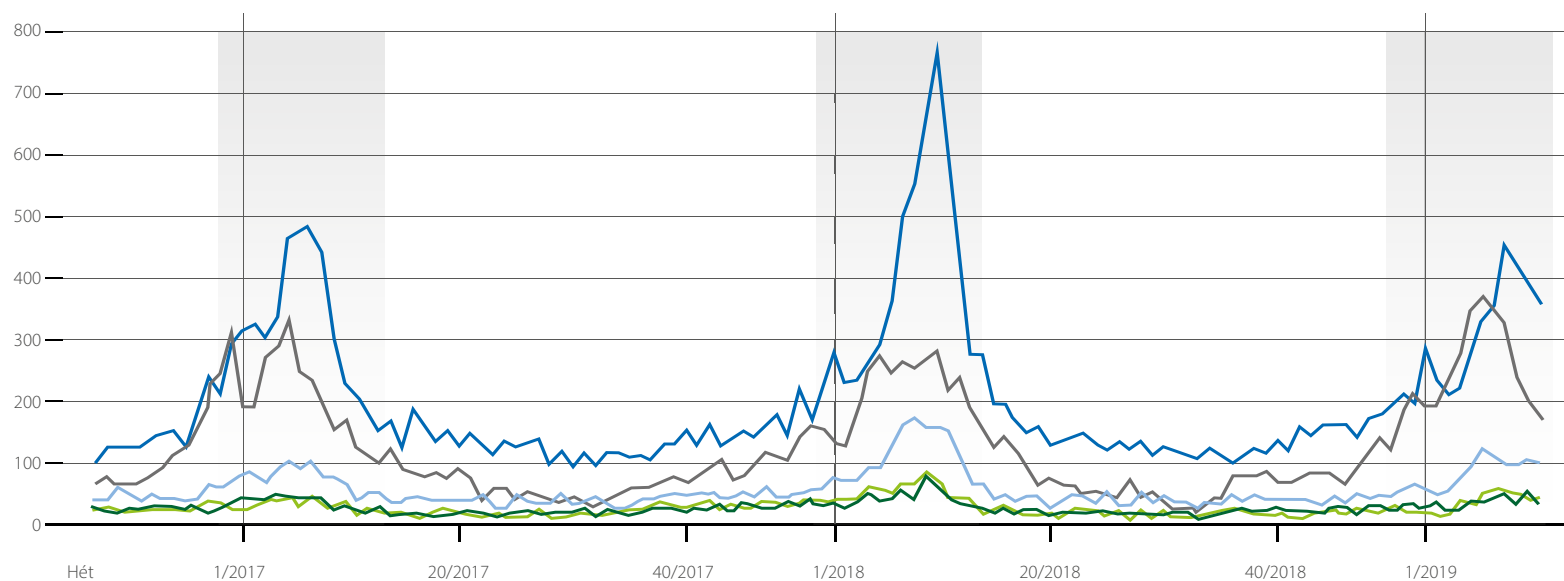
- Az influenzahullám az év végén indult (50. hét), csúcspontját februárban és márciusban érte el (6–12. hét) és végül áprilisban csillapodott.
- Az RKI 2017/2018-ra összesen 9 millió orvosi beteglátogatást, és 45 000 kórházi beutalást regisztrált, melyek az influenza hatásaihoz köthetők. Az intézet ezen túlmenően további 5,3 millióra teszi az influenza által okozott keresőképtelenségek számát, mely esetekben a beteg nem fordult orvoshoz.
- Az influenza különösen a 35 év felettieket érinti erősen. Az RKI adatai szerint az influenzás megbetegedések száma 2017/2018-ban a korábbi kiemelt 2012/2013 és 2014/2015 évekhez képest 2

millióval emelkedett! Az itt látható grafika a Robert Koch Intézet statisztikája az influenza által okozott megbetegedésekről a 2017/2018-as évre vonatkozóan. A december és március közötti hűvös, száraz hónapok egyértelmű kiemelkedést mutatnak (332 873 eset kivizsgálása alapján).

A Robert Koch Intézetnek influenza esetek száma 2017/40. hét – 2018/20. hét



Akut légzőszervi fertőzések száma



6. A Yale Egyetem új tanulmánya kimutatja, hogy a száraz levegő felerősíti az influenza hatásait

A 25. oldalon található ábrák egyértelmű összefüggést mutatnak az influenzás megbetegedések és a december és április közötti hónapok alacsony páratartalma között. Az összefüggés meglétét az orvostudomány is vitatta. 2019-ben a híres amerikai Yale Egyetem kutatói igazolták ezt éveken át készülő „Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection” tanulmányukban. A legfontosabb, a 12. és 13. oldalon ábrázolt felismerések az alábbiak voltak:

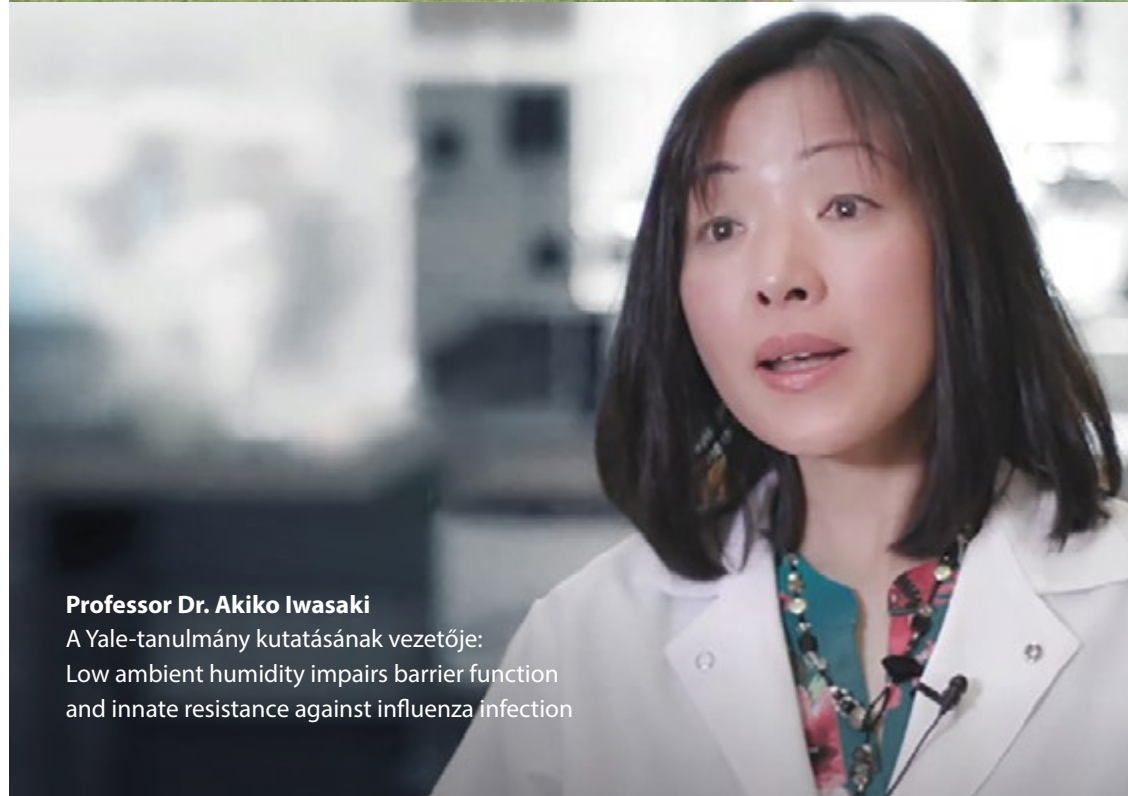
- Összefüggés van a csekély páratartalom és az influenzavírusok túlélőképessége és terjedése között, és ez egyértelműen igazolható.
- A túl alacsony páratartalom korlátozza a légutak öntisztító mechanizmusát, és ezáltal csökkenti az immunrendszer vírusokkal szembeni ellenálló képességét. Amennyiben a vírus áthatol az immunrendszer első védelmi vonalán, a légzőszervek nyálkahártyáján, a szervezet interferonnal aktiválja azokat a géneket, melyek leküzdik és blokkolják a vírusokat. Amennyiben a vírusnak sikerül áttörnie a második védelmi vonalat is, harmadik szintként az immunrendszer lép működésbe, mely az adott vírusra specializálódott immunválaszt ad. Alacsony páratartalom esetén a három védelmi vonal hatástalan és influenzás megbetegedéshez vezetnek.
- A megbetegedés súlyossága alacsonyabb relatív páratartalom esetén súlyosbodik,

függetlenül a vírus által okozott terheléstől. Az alacsony páratartalom akadályozza továbbá a sejtszövetek felépülését.

A tanulmány központi eredményeit a kutatást vezető professzor doktor Akiko Iwasaki foglalja össze: A páratartalom kapcsán tett új felismeréseink, és az azokból következő aspektusok és az influenza okozta megbetegedések csökkentése érdekében tett intézkedések rendkívül jelentősek, ugyanis tovább nő a szezonális influenzás megbetegedések száma, és ez évente legalább félmillió halálesetet okoz világszerte. Azt is bebizonyították, hogy a 40 és 60% közötti relatív páratartalom csökkenti a vírus okozta fertőzéseket és megnehezíti a vírus terjedését. Az alábbiakat javasoljuk: Nem az alacsony páratartalom az egyetlen tényező, mely az influenzavírusok és betegégek elterjedéséhez vezethet. A legalább 40%-os páratartalom biztosítása különösen a hűvös és száraz hónapokban fontos intézkedés az influenzavírusok terjedésének megakadályozása, és a megbetegedések számának csökkentése érdekében.



Campus Yale, New Haven, USA



Professor Dr. Akiko Iwasaki

A Yale-tanulmány kutatásának vezetője:
Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection

7.1 A páratartalom gazdasági megközelítése

Németországban az összesen 40 millió dolgozó közül 17 millióan dolgoznak irodában. Egészségük, közérzetük és teljesítőképességük erősen függ a megfelelő légminőségtől, a kellemes hőmérséklettől és az iroda megfelelő páratartalmától. A feltételek betartásának hasznossága kiolvasható a Szövetségi Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Intézet „a keresőképtelenség nemzetgazdasági költségei” éves statisztikából (BAuA). A

statisztika 2017-re munkavállalónként átlagosan 16,7 nap keresőképtelenséget mutat, amiből 669 millió keresőképtelenségi nap származik, ami 1,8 millió kiesett munkáévnek felel meg. A statisztikába azonban csak a „valódi” betegkiírásokat számolták bele – ehhez hozzájön még valamennyi, orvosok által nem regisztrált betegszabadság. A BAuA az adatok alapján 2017-re 76 milliárd euró kieső költséget számolt (átlagosan

A keresőképtelenségből eredő nemzetgazdasági költségek 2014 és 2017 között 40 millió munkavállalóval számolva Nemzetgazdaságban (forrás: BAuA)

	2014	2015	2016	2017
Keresőképtelenségi napok (összesen)	543 millió	587 millió	675 millió	669 millió
Termelésből való kiesés (bérköltség)	57 milliárd €	64 milliárd €	75 milliárd €	76 milliárd €
Bruttó hozzáadott érték (termelékenység)	90 milliárd €	113 milliárd €	133 milliárd €	136 milliárd €

Légzőszervi megbetegedés miatti kimaradások (összesen)

Nap	65,7 millió	83,2 millió	91,2 millió	92,2 millió
-----	-------------	-------------	-------------	-------------

Légzőszervi megbetegedés miatti kimaradások (pénzügy, biztosítás és szolgáltatások)

Nap	10,6 millió	13,7 millió	16,4 millió	17,0 millió
Termelésből való kiesés (bérköltség)	1,1 milliárd €	1,5 milliárd €	1,8 milliárd €	1,9 milliárd €
Bruttó hozzáadott érték (termelékenység)	2,8 milliárd €	3,6 milliárd €	4,4 milliárd €	4,5 milliárd €

Légzőszervi megbetegedés miatti kimaradások (közszolgáltatás és egyéb szolgáltatások, oktatás és egészségügy)

Nap	20,4 millió	25,0 millió	35,1 millió	36,9 millió
Termelésből való kiesés (bérköltség)	2,0 milliárd €	2,5 milliárd €	3,6 milliárd €	3,9 milliárd €
Bruttó hozzáadott érték (termelékenység)	2,5 milliárd €	3,1 milliárd €	4,4 milliárd €	4,7 milliárd €

41 700 euró munkavállalónként évente) és 136 milliárd euró költségkiesést a termelésben (átlagosan 74 000 euró munkavállalónként évente). A legmagasabb, 97 500 euró (2017) bruttó hozzáadott értékkel és munkavállalónként 14,6 keresőképtelenségi nappal számolva, a pénzügyi, bérbeadás és üzleti tevékenységek gazdasági ág áll a statisztika első helyén. A 2014-2017 közötti fontosabb BAuA-adatok összefoglalása látható a mellékelt táblázatban.

A BAuA-elemzések szerint a légúti megbetegedések az összes megbetegedés 13,9%-át tették ki. Ez 93 millió kieső munkanapnak, illetve 250 000 kieső évnek felel meg. Ezekkel a számokkal, és további feltételezésekkel egy példán magyarázzuk el, milyen költségkiesésekre számíthat egy 100 irodai alkalmazottat foglalkoztató munkaadó, amennyiben a páratartalom nem megfelelő és nem egészséges.

Irodai alkalmazottanként 18 nap betegszabadságot feltételezünk (beleértve az orvoslátogatás nélküli betegszabadságokat), melyek közül 15% = 2,7 nap légzőszervi betegség miatt volt. Feltételezünk 1,5 napot, ami a túl alacsony páratartalomra vezethető vissza (megfázás, influenza, fejfájás).

Kiegészítésként figyelembe vesszük továbbá az irodai alkalmazottak koncentrációjának és teljesítőképességének csökkenését (orr- és toroknyálkahártya irritációk, száraz szem és viszkető bőr), konzervatív becslések alapján munkavállalónként 2,5 nap termelésből való kieséssel számolhatunk éves szinten. Ez a 2,5 kieső nap az éves munkaidő 1,2%-ának felel meg.

A BAuA pénzügyi, bérbeadás és üzleti tevékenységek gazdasági ág területén dolgozó irodai alkalmazottakra számított átlagosan 97 500 euró bruttó hozzáadott értékével számolva munkavállalónként 1,2% betegség miatti kiesést számolunk a 97 500 euróból, amiből évente és munkavállalónként 1170 euró veszteség adódik.

A közszolgálat és nevelés, egészségügy területén a személyenkénti bruttó hozzáadott érték 46 500 euró. Amennyiben itt is 1,2%-os kieséssel számolunk, a költség munkavállalónként 558 euró évente.

Számítási példa:

7.2. Milyen költségekkel kell számolniuk a munkaadóknak a távollétek elkerüléséhez?

Egy müncheni újépítésű, 100 munkavállaló foglalkoztatására alkalmas iroda a megfelelő légminőség biztosítása érdekében 50 m³/fő = 5000 m³/h mennyiségű külső levegő áramoltatására alkalmas szellőztetőkészüléket alkalmaz. A cégvezető ezzel párhuzamosan ellenőrzött párasító készüléket szereltet a szellőzőrendszerbe, hogy a hűvös hónapokban is biztosítani tudja az egészségügyi szempontból is javasolt minimum 40%-os páratartalmat 22 °C belső hőmérséklet mellett a hét öt munkanapján.

A választott Condair GS gáztüzelésű gőz-légpárásító beszerelésének beruházási költségei beleértve a párasítótíz szükséges előkészítését egyszeri 29 000 eurót tesz ki. Anélkül, hogy belemennénk a részletekbe, a párasító rendszer éves üzemeltetési költsége a gáz-, víz- és áramfogyasztással, valamint a karbantartással együtt 3600 eurót tesz ki.

termelékenységéből. Ez 100 foglalkoztatott esetén évi 117 000 eurónak felel meg, ami 15 év alatt 1755 millió euró.

A veszteség elkerülése érdekében a párasító 29 000 euró egyszeri költséget jelent, valamint évente 3600 euró üzemeltetési költséggel számolva 15 év alatt 54 000 euróba kerül. Az összeg mintegy 83 000 euró 15 évre.

A két eredmény összevetéséből következik a vállalat „hozama” a jó és egészséges páratartalomra fordított kiadás és az 1755 millió eurós veszteség (alacsony termelékenység) elkerülése között: 83 000 euró = 2100%, ill. 1755 millió eurós elkerülhető veszteség - 83 000 €, ami 1672 millió eurós hozamot eredményez.

Mit jelent ez 15 év távlatában?

Ahogy azt korábban kiszámoltuk, a vállalat a száraz irodai levegő miatt évente munkavállalónként 1170 eurót veszít a

100 alkalmazottal számolva 15 üzemeltetési évben az alábbi gazdasági szektorban: közszolgáltatás és egyéb szolgáltatások, oktatás és egészségügy

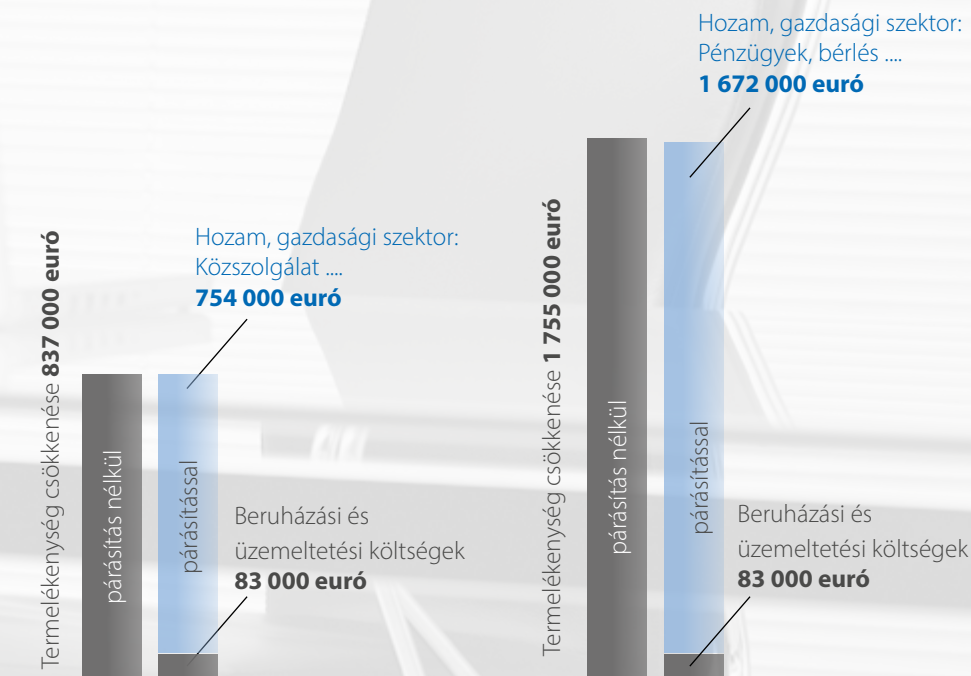
Egy munkahely bruttó hozzáadott értéke* x távollét** = termeléskiesés 46 500,00 euró x 1,2% = 585,00 euró évente/fő

Munkavállaló x termeléskiesés évente x üzemeltetési időszak = termeléskiesés
100 x 585 euró x 15 év = 837 000 euró

100 alkalmazottal számolva 15 üzemeltetési évben az alábbi gazdasági szektorban: pénzügyi, bérbeadás és üzleti tevékenységek

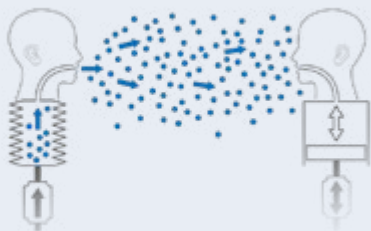
Egy munkahely bruttó hozzáadott értéke* x távollét** = termeléskiesés 97 500,00 euró x 1,2% = 1170,00 euró évente/fő

Munkavállaló x termeléskiesés évente x üzemeltetési időszak = termeléskiesés
100 x 1170 euró x 15 év = 1 755 000 euró



* Szövetségi Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Intézet
** extrapolált teljes kiesési időszak légúti megbetegedés miatt

8. A páratartalom egészségügyi fontosságával kapcsolatos orvosi tanulmányok eredményeinek áttekintése



Az influenzavírusok levegőben való terjedése

Egy klímahelyiségben megmérték azoknak a kiköhögött influenzavírusoknak az arányát, melyek különféle páratartalom mellett még egy óra elteltével is fertőzőképesek voltak. 23% páratartalom alatt a kiköhögött influenzavírusok több mint 70%-a volt még fertőző egy óra elteltével. 40% páratartalom felett a vírusok kevesebb mint 20%-a volt már csak fertőző egy óra elteltével. Az alacsony páratartalom megnöveli a kilélegzett vagy kiköhögött influenzavírusok fertőzőképességének megmaradásának veszélyét, míg a 40% feletti páratartalom csökkenti a fertőzés veszélyét.

Eredeti cím:

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

Szerzők:

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

Közzététel:

2013



A vírusok túlélési időtartama levegőn

A kutatók a vírusok hosszú túlélési időtartamát nagyon magas, közel 100%-os páratartalom mellett mérték. A vírusok fertőzőképessége 50% páratartalom alatt is sokáig megmaradt. 50% feletti páratartalomnál az influenzavírusok rövid időn belül inaktívvá váltak. Azt feltételezik, hogy a csökkenő páratartalom mellett végzett párasítás jelentősen megnöveli a cseppekben a sókoncentrációt, ami inaktívvá teszi a vírusokat. 50% páratartalom alatt kikristályosodik a só, elveszti inaktíváló hatását és a vírusok konzerválódnak. A feljegyzett mechanizmus megmagyarázza, hogy a téli fűtési időszakban fordulnak elő az influenzajárványok, aminek egyik serkentője a fűtött helyiségek alacsony páratartalma.

Eredeti cím:

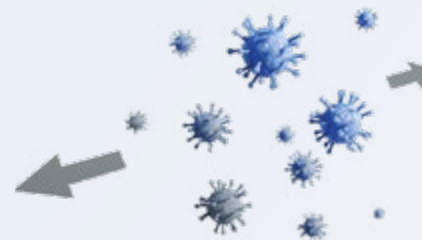
Relationship between humidity and influenza A viability in droplets and implications

Szerzők:

Wan Yang, Subbiah Elankumaran, Lindsey C. Marr

Közzététel:

2012



A páratartalom és a szellőztetés hatása az influenza kialakulásának kockázatára

A kutatók modellszámításokkal vizsgálták meg, milyen hatással van a páratartalom és a szellőztetés intenzitása az influenza fertőzőképességére. Az intenzív szellőztetés csökkenti a fertőzés veszélyét a levegőben lévő influenzavírusok gyérítésével és eltávolításával. Ez mindenekelőtt a száraz levegőben aktív kis, és sokáig mozgóképes csírcseppek esetén hatásos. A páratartalom meghatározza a kiköhögött csírcseppek párasítását, és így azok végleges méretét (mozgóképesség időtartama), a sőtartalma pedig az influenzavírusok túlélési idejét. A 40% feletti páratartalom csökkenti a fertőzés kockázatát a vírusok gyors inaktívvá tételével és a nagyobb cseppek lesüllyesztésével. A száraz levegő ezzel ellentétes hatást vált ki, így növeli az influenza kockázatát.

Eredeti cím:

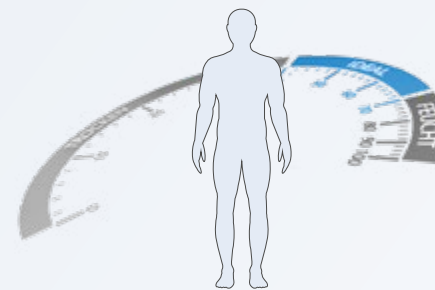
Dynamics of airborne influenza A viruses indoors and dependence on humidity

Szerzők:

Wan Yang, Linsey C. Marr

Közzététel:

2011



A közepes páratartalom ideális az egészségünknek

Ez a jelentős tanulmány 99 tanulmányhivatkozással mutat rá, miért a 40-60% közötti páratartalom az ideális tartomány egyrészt az épület használoinak közérzetére és egészségére gyakorolt hatása, másrészt pedig a vírusos és bakteriális fertőzések, allergiák, gombafertőzés, atkák, valamint szemcsés és gáznemű légszennyeződések elkerülése miatt. A közepes páratartalom svédi és ápolja a bőrt, a nyálkahártyát, az orrot és a légutakat. Optimalizálja a levegőben található káros anyagok szórásának, terjedésének és leülepedésének dinamikáját.

Eredeti cím:

Criteria for human exposure to humidity in occupied buildings

Szerzők:

Sterling EM, Arundel A, Sterling TD

Közzététel:

1985



A száraz levegő az influenzavírusok bűntársa

A 2019-ben kiadott Yale tanulmány az alacsony páratartalom légúti fertőzések elleni védekezésre gyakorolt komoly hatását vizsgálja az 50%-os normál páratartalomhoz viszonyítva. Egy többnapos expozíció az alábbi eredményt hozta 10% páratartalom esetén:

- 1)** A csillószőrök, melyek elszállítják a nyálkát és a vírusokat a légutakból, koordinálatlanul és alacsony hatásfokkal működtek.
- 2)** A fertőzés közvetlen leküzdéséért felelős velünk született sejt és humorális immunitás teljes mértékben blokkolva volt.
- 3)** Az influenzavírusok akadály nélkül behatoltak, sokszorozódtak és ízületi bántalmakat okoztak.

A következmény gyakori és súlyos influenzafertőzés volt.

Eredeti cím:

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

Szerzők:

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

Közzététel:

2019

Kórházi fertőzések és alacsony páratartalom

Egy egyetemi kórház 10 betegszobájában kilenc paramétert mértek (hőmérséklet, relatív páratartalom, fényerő, CO₂, légnyomás, friss levegő aránya, légcseré, személyek mozgása, kézhigiénia). A gyakori szellőztetések következtében a páratartalom a nyári hónapokban 40% a téli hónapokban pedig 30% volt.

A téli félévben sokkal magasabb volt a kórházi fertőzések aránya mint nyáron. Ez az emelkedés az össze mért érték közül leginkább a páratartalom rovására írható. Felmerül a kérdés, hogy az alacsony téli páratartalom okozza-e a kórházi fertőzések emelkedését.

Eredeti cím:

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

Szerzők:

Dr. Stephanie Taylor, Dr. med Walter Hugentobler

Közzététel:

2016



Téli levegő, fűtés, szellőztetés és a párásító ember

A tanulmány osztálytermekben vizsgálta a fenti fogalmak és az influenzavírusok túlélési ideje közti összefüggéseket. A benti páratartalmat a kinti levegő abszolút folyadéktartalma (a hideg téli levegőben nagyon alacsony), a fűtés hőmérséklete, a szellőztetés intenzitása és személyek jelenléte határozza meg, akik párát adnak le a környezetnek.

Aktív párásítás nélkül a páratartalom télen többnyire 30% körül van, és személyek jelenléte és a külső hőmérséklet befolyásolja. Az osztályteremben a behordott influenzavírusok 70%-a egy órán át marad életben. Párásítókkal (teljesítmény ≈ 2 l/h) az osztálytermekben gyorsan 40 ill. 60%-ra emelhető a páratartalom, ami egy óra elteltével 50 ill. 35%-ra csökkenti az influenzavírusok túlélési arányát, és jelentősen csökkenti a fertőzés veszélyét.

Eredeti cím:

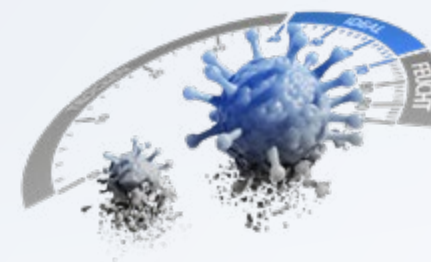
Absolute humidity and the seasonal onset of influenza in the continental United States

Szerzők:

Koep T.H. et al.

Közzététel:

2013



A relatív páratartalom halálos hatása a baktérium aeroszolokra.

Ezen a címen már 1947-ben is megjelent egy tanulmány, mely igazolta, hogy a legtöbb légúti fertőzést okozó baktérium közül három (pneumococcus, streptococcus és staphylococcus) gyorsan inaktívvá válik közepes páratartalmú levegőben (40-60%), amennyiben sós vizet permeteznek szét. Alacsony és magas páratartalom esetén mindhárom baktérium tovább maradt életben.

Eredeti cím:

The lethal effect of relative humidity on air-borne bacteria

Szerzők:

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

Közzététel:

1947

9. Megfelelnek a szabványok és irányelvek a páratartalom vonatkozásában a tudomány jelenlegi állásának?

Az egészséget, jó közérzetet és teljesítőképességet segítő és támogató páratartalom biztosításával műszaki szabályok, normák és irányelvek is foglalkoznak. A műszaki szabályok szinte minden esetben csak a túl magas értékeket, páratartalom esetében 65%-ot hőmérséklet esetében 26 °C-t tekintik negatív hatásnak, ami fülledt légkört okozhat az irodai dolgozók számára. Ehhez képest a „minimum páratartalom a hűvösebb és szárazabb évszakokban” témáját eddig elhanyagolták – ezzel kapcsolatban csak pár javaslat áll rendelkezésre, ha van, konkrét betartandó értékek nélkül. Ennek oka az lehet, hogy a brosúránkban a 40%-on minimum páratartalommal kapcsolatban részletesen leírt pozitív hatások felismerését szakmai körök még nem vették át, és csak most válnak elfogadottá és ismertté, és csak később kerülnek be a műszaki szabályozásokba. Ez azonban csak idő kérdése.

A levegőminőség, hőmérséklet és páratartalom szempontjából központi jelentősége van a „Beltéri klíma bemeneti paraméterei” DIN EN 15251 szabványnak (a jövőben DIN EN 16798 1. rész). Ott a páratartalom vonatkozásában az alábbi olvasható:

„Az olyan épületek esetében, melyeket emberi felhasználásra szántak, én nem kell megfelelniük további követelményeknek (pl. irodák, iskolák és lakóépületek), nem kötelező a párasítás és a levegő szárítása. A levegő 30%-os relatív páratartalma alatt egészségügyi problémák jelentkezhetnek (pl. száraz nyálkahártya) és zavaró, statikus feltöltődés alakulhat ki. Amennyiben párasító és szárító berendezéseket alkalmaznak, el kell kerülni a túlzott párasítást és kiszáradást. A személyek által használt párasított és szárított helyiségek páratartalmára vonatkozó javasolt értékek megtalálhatók a táblázatban.”

A táblázatban megadott minimum páratartalom 30% (I. legjobb kategória) és 20% (III legrosszabb kategória) között van, mindkettő a különféle tanulmányokban és a brosúránkban javasolt 40%-os minimum érték alatt van.

Így aligha alkalmas egészségen, kifogástalan és kellemes munkakörnyezet biztosítására, és a betegségek kockázatának csökkentésére.

Hasonló kijelentés található a DIN EN 16798 szabvány 3. részében „Nem lakóépületek szellőztetése”. Ennek megfelelően „rendszerint nem szükséges a szellőzéssel rendelkező

Épület, helyiség típusa	Kategória	Relatív páratartalom tervezési értékek	
		Páratlanítás	Párasítás
Helyiségek, páratartalmát az emberi használat határozza meg. Speciális helyiségek (múzeumok, templomos, stb.) esetén egyéb határértékek lehetnek szükségesek.	I	50%	30%
	II	60%	25%
	III	70%	20%

helyiség levegőjének párasítása vagy szárítása. Alkalmazásuk esetén azonban be kell tartani a megengedett páratartalomra vonatkozó határértékeket, párasítás esetén a minimum, szárítás esetén pedig a maximum értéket.” Ezen a ponton hivatkozik a DIN EN 15251 szabványra, és a mellékelt táblázat értékeire. Sajnos hasonlóan rossz irányba – gyakran a DIN EN 15251 szabványra hivatkozva – mennek más műszaki szabályozások is. Így a Munkahelyi szabályozás 3.6. „Szellőztetés” pontja az alábbi kijelentést tartalmazza: „Abban az esetben, ha panaszt tesznek a páratartalom ellen, a kockázatértékelés keretében meg kell vizsgálni, hogy van-e lehetőség intézkedés végrehajtására, és hogy melyek ezek az intézkedések.” A Mechanikus és Elektrotechnikai Állami és Önkormányzati szervek Munkacsoport (AMEW) középületekre vonatkozó „2018-as RLT-melléklet javaslat” kimondja, hogy „párasítás és légszárítás rendszerint csak olyan speciális épületekben szükséges, mint például a múzeumok és egyes egészségügyi létesítmények”.

Bizakodásra ad okot a VDI 3804 „Légtechnika – Irodaépület” az alábbi kijelentéssel: „Javasoljuk, hogy a DIN EN 15251 szabvány 1. kategóriájának alsó határaként 30% relatív páratartalmat állapítsanak meg. Ehhez rendszerint párasító berendezés szükséges. A 30% alatti relatív páratartalom a szem és a légutak irritációjához vezethet, és kedvez a fertőző betegségeknek. Problémákat okozhat továbbá a megnövekedett statikus feltöltődés. Alacsony kinti hőmérséklet esetén számítani lehet a 30% alatti páratartalomra.”

Mi a javasolt páratartalom?

Jelenleg nincs kötelező érvényes

meghatározott minimum páratartalom a munkahelyekre vonatkozóan. A szakmai és balesetbiztosítások szokásosan abból indulnak ki, hogy a levegőt nem kell párasítani.

A munkahelyek műszaki szabályozása az ASR A 3.6. „Szellőztetés” csak maximum értékeket határoz meg, melyeket a páratartalom nem léphet túl bizonyos hőmérsékletek esetén. A Munkavédelmi törvény 5. § „Kockázatértékelés” megállapítja, hogy a munkahelyeken fizikai hatásokra visszavezethető veszélyeztetés alakulhat ki. Abban az esetben, ha egészségügyi panaszok jelentkeznek, a munkáltatónak meg kell vizsgálnia, hogy milyen intézkedések szükségesek.

A jelenlegi műszaki szabályozások ezáltal a minimum páratartalomra vonatkozó előírások tekintetében és azok betartását illetően nem felelnek meg az egészségügy és a tudomány jelenlegi állásának, és emiatt sürgősen át kell dolgozni a minimum páratartalomra vonatkozó előírásokat.

10. Az irodai klíma gyors elemzése a páratartalom kockázati grafikonjával

Amennyiben az irodai dolgozók alacsony hőmérsékletre vagy páratartalomra panaszkodnak vagy gyakran következnek be légúti megbetegedések, az alábbi eljárás gyors és egyszerű lehetőséget kínál a klíma objektív elemzésére és kiértékelésére. Az eljárás az úgynevezett „klíma kockázati grafikonon” alapul, melyet DGUV (német törvényes balesetbiztosítási intézet) javasol a „Beltéri klíma megítélése” című 215-510 számú tájékoztatójában. Mivel ez a kockázati grafikon csak a magas szobahőmérséklet és magas páratartalom miatti panaszokra érvényes, a Condair létrehozta saját „páratartalom miatti kockázati grafikonját” a száraz klíma vonatkozásában. Hogyan kell alkalmazni a kockázati grafikon, és milyen eredményeket mutat meg?

1. lépés:

Azokban az irodákban, ahol száraz és kellemetlen klímára panaszkodtak, megmérték a hőmérsékletet és a páratartalmat.

2. lépés:

A mért értékeket rögzítik a páratartalom kockázati grafikonon: a hőmérsékletet az x-tengelyen, a relatív páratartalmat pedig a ferdén futó páratartalom-vonalon.

3. lépés:

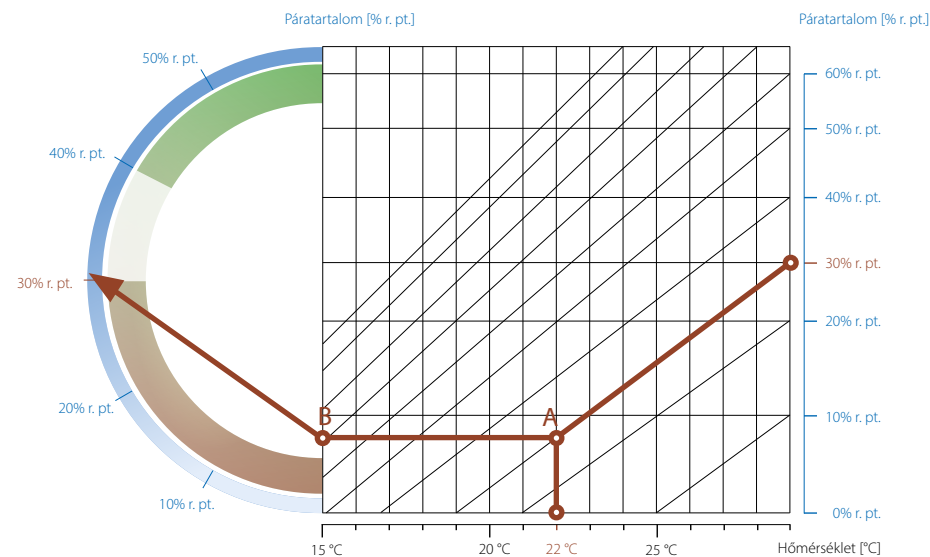
A páratartalom kockázati grafikon a két lenti példát mutatja.

1. példa: Beavatkozás szükséges

Ez jelen esetben 22 °C hőmérsékletre és 30% páratartalomra utal. Az értékek meghatározzák az A metszéspontot a diagramon. Ebből a pontból húzunk egy vízszintes vonalat a grafikon széléig (y-tengely) a B pontig. Ezt követően a B pontot összekötjük a diagramtól balra található páratartalom skálával, meg hozzá a mért páratartalomnak megfelelő értékkel (itt 30%). Az így kapott piros vonal a kockázati grafikon piros tartományába esik. Ez a tartomány nem megfelelő mennyiségű páratartalmat jelez, és így egészségügyi veszélyre figyelmeztet. Amennyiben az eredményként kapott vonal a kockázati grafikon piros tartományába mutat, orvosi szempontból javasolt a relatív páratartalom növelése.

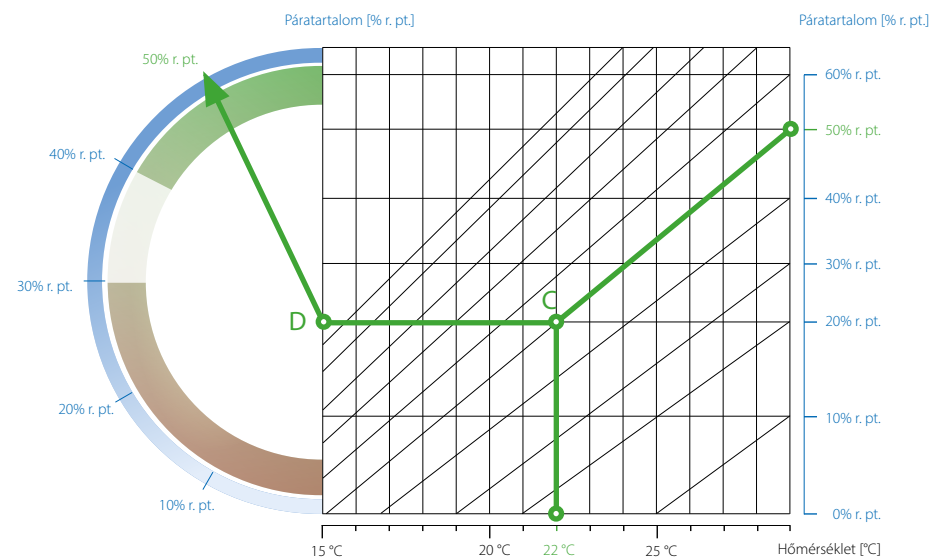
2. példa: Optimálisan páratartalom

Ezzel ellentétben a második példán egy zöld egyenes látható, mely megfelelő klímára és páratartalomra utal. 22 °C hőmérsékletet és 50% páratartalmat mértek. Ebből kapjuk a C metszéspontot, melyből ismét vízszintes vonalat húzunk balra a grafikon széléig, így kapjuk a D pontot. Ha összekötjük a D pontot a diagramon található páratartalom skálán jelzett 50% értékkel, a kapott vonal a zöld tartományba esik. Ez a tartomány kellő mértékű és megfelelő páratartalmat jelez, és ebből következően alacsony az egészségügyi károsodások kockázata vagy a száraz levegő okozta veszélyek előfordulása.



1. példa: Beavatkozás szükséges

22 °C hőmérséklet és 30% r.pt. Páratartalom



2. példa: Optimálisan páratartalom

22 °C hőmérséklet és 50% r.pt. Páratartalom

Amennyiben a kockázati grafikonon a nyíl a piros és zöld zóna között található semleges zónába mutat, ugyancsak javasoljuk a páratartalom növelését.

A páratartalomra vonatkozó kockázati grafikon¹ ingyenesen letölthető honlapunkról.



Sablon: Páratartalom kockázati grafikon

