



WILGOTNOŚĆ POWIETRZA W MIEJSCU PRACY

warunkiem zdrowia
i wydajności pracowników

Nawilżanie powietrza
Osuszanie powietrza
Chłodzenie wyparne

 **condair**



Ważny parametr zdrowotny

Dostateczna wilgotność powietrza w miejscu pracy

Wstęp

Odpowiednia wilgotność powietrza ma decydujący wpływ na różne sytuacje w życiu codziennym – zarówno w pracy, jak i w domach prywatnych. Znaczenie zawartości wilgoci w powietrzu jest tak duże, że w wielu krajach istnieją konkretne wytyczne dotyczące eksploatacji i konserwacji systemów nawilżania.

Badania naukowe dowiodły, że ściśle określony zakres od 40 do 60% wilgotności względnej powietrza zapewnia idealne warunki dla zdrowia, wydajności, dobrego samopoczucia i utrzymania wartości. W nowoczesnych budynkach ze szczelną przegrodą zewnętrzną, centralnym ogrzewaniem i instalacją wentylacyjną nie jest możliwe utrzymanie tych wartości granicznych bez aktywnego nawilżania powietrza. Niniejsza broszura przedstawia podstawy medyczne prawidłowej wilgotności powietrza oraz możliwych pozytywnych skutków zdrowotnych i ekonomicznych prawidłowego nawilżania powietrza w miejscach pracy.

Spis treści

Strona

1	Dlaczego zimą powietrze jest tak nieprzyjemnie suche?	6
2	Jaki wpływ na zdrowie człowieka ma zbyt niska wilgotność powietrza? ..	10
2.1	Wpływ niskiej wilgotności powietrza na podatność na grypę	12
2.2	Wpływ wilgotności powietrza na rozprzestrzenianie się zarazków drogą kropelkową	14
2.3	Fizyka kropelek przenoszących zarazki	14
2.4	Zakaźność kropelek przenoszących zarazki	16
2.5	Czas utrzymywania się w powietrzu kropelek przenoszących zarazki	17
3	Czy rośliny mogą zwiększać wilgotność powietrza?	20
4	Badanie przeprowadzone przez Instytut Fraunhofera: Jak pracownicy oceniają wilgotność powietrza w miejscu pracy?	22
5	Statystyki Instytutu Roberta Kocha: zbyt mała wilgotność ma ogromny wpływ na rozprzestrzenianie się wirusów grypy	24
6	Nowe badanie Uniwersytetu Yale dowodzi, że suche powietrze nasila objawy grypy	26
7.1	Wilgotność powietrza w pomieszczeniu z ekonomicznego punktu widzenia	28
7.2	Przykład obliczeń: jakie koszty muszą ponieść pracodawcy, aby wyeliminować absencję pracowników?	30
8	Przegląd wyników badań medycznych na temat znaczenia wilgotności powietrza dla zdrowia	32
9	Czy normy i dyrektywy odzwierciedlają najnowszy stan wiedzy na temat wilgotności powietrza w pomieszczeniach?	36
10	Szybka analiza klimatu w biurze z wykresem ryzyka dla wilgotności powietrza wewnętrznego	38

1 Dlaczego zimą powietrze jest tak nieprzyjemnie suche?

Chyba każdy zna nieprzyjemne skutki zbyt suchego powietrza: łuszcząca się i popękana skóra, wysuszona i podrażniona śluzówka nosa i gardła, a także suche i podrażnione oczy. Sprawia to, że czujemy się niekomfortowo i jesteśmy bardziej podatni na choroby układu oddechowego. Co sprawia jednak, że powietrze w pomieszczeniu jest tak nieprzyjemnie suche, zwłaszcza w chłodniejszych porach roku?

Odpowiedzi na to pytanie udziela fizyka i termodynamika. Powietrze zawsze wchłania maksymalną ilość wilgoci z otoczenia i przechowuje ją w postaci niewidocznej pary wodnej.

Wynikającą z tego zawartość pary wodnej w powietrzu określa się mianem wilgotności względnej powietrza i oznacza symbolem ϕ . $\phi = 1$ (100% wilgotności względnej powietrza) odpowiada całkowitemu nasyceniu powietrza, na przykład po długim okresie deszczu. Natomiast przy $\phi = 0$ powietrze jest całkowicie pozbawione wody. W tych procesach decydującą rolę odgrywa jednak rów-

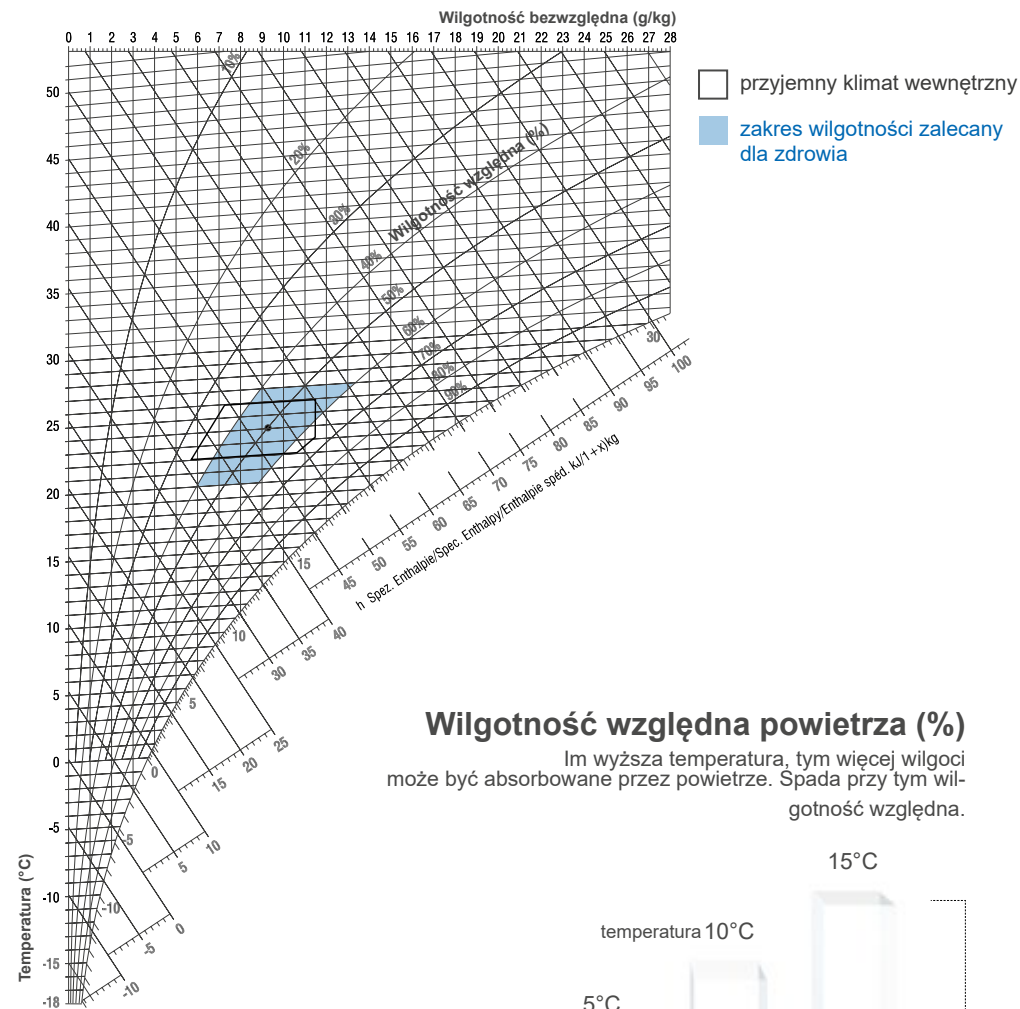
nież temperatura powietrza. Im wyższa temperatura powietrza, tym więcej wody może wiązać powietrze i absorbować je jako parę.

Te fizyczne zależności pomiędzy wilgotnością powietrza a jego temperaturą przedstawia tzw. wykres Molliera (inaczej wykres h-x – patrz obok).

Aby zapobiegać wysychaniu błon śluzowych i minimalizować zagrożenia dla zdrowia w okresie zimowym, wilgotność powietrza w pomieszczeniach nie powinna spadać poniżej ok. 40%, co szczegółowo omówiono w dalszych rozdziałach niniejszej broszury.

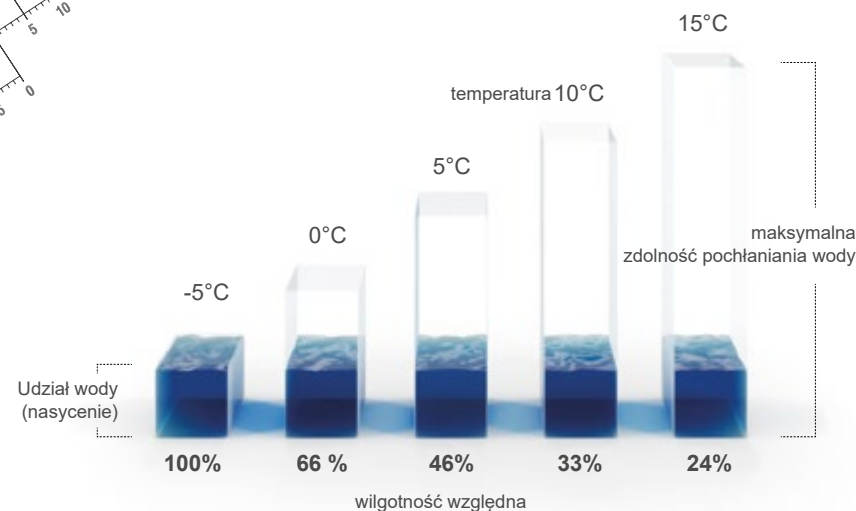
Przykład na stronach 8 i 9 pokazuje, co często prowadzi do bardzo niskiej i niezdrowej wilgotności w pomieszczeniach w zimie.

Wykres h-x Molliera obrazujący procesy termodynamiczne



Wilgotność względna powietrza (%)

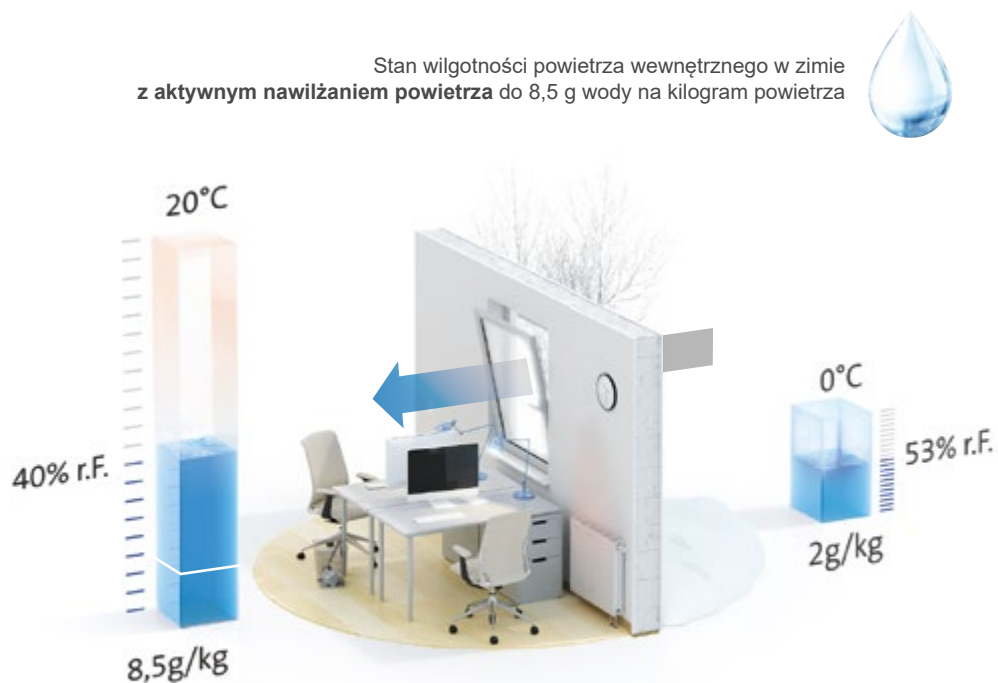
Im wyższa temperatura, tym więcej wilgoci może być absorbowane przez powietrze. Spada przy tym wilgotność względna.



Stan wilgotności powietrza wewnętrznego w zimie
bez aktywnego nawilżania



Stan wilgotności powietrza wewnętrznego w zimie
z aktywnym nawilżaniem powietrza do 8,5 g wody na kilogram powietrza



Tutaj temperatura powietrza na zewnątrz wynosi 0°C, a wilgotność względna 53%. Jeśli teraz, w biurze lub mieszkaniu, w którym panuje 20°C, zostanie otwarte okno i to chłodne powietrze zewnętrzne dostanie się do pomieszczenia, jest ono również podgrzewane przez system ogrzewania do 20°C. Jak pokazuje powyższa grafika, wilgotność powietrza spada wskutek tego do zaledwie 14%.

Aby zapobiec tak znacznemu spadkowi wilgotności powietrza wewnętrznego, a jednocześnie zapewnić zdrową i przyjemną wilgotność na poziomie co najmniej 40%, suche powietrze musi być w sposób kontrolowany stale nawilżane (patrz grafika dotycząca aktywnego nawilżania powietrza).

Do tego celu szczególnie nadają się systemy nawilżania w urządzeniach wentylacyjnych, które dostosowują zasysane z zewnątrz powietrze do żądanej minimalnej wilgotności powietrza nawiewanego. W budynkach, w których nie ma mechanicznych urządzeń wentylacyjnych, można stosować również niezależne nawilżacze powietrza.

Zalecany zakres wilgotności powietrza chroniący drogi oddechowe

Na wykresie Molliera na stronie 7 obszar komfortowego klimatu wewnętrznego zaznaczono czarną obwódką. Obszar ten bazuje na wynikach wielu światowych badań oraz na specyfikacjach, które uwzględniono w przepisach technicznych, takich jak normy i dyrektywy.

Jako obszar docelowy projektanci wykorzystują go do planowania i późniejszej eksploatacji systemów klimatyzacji w celu uzyskania optymalnego komfortu w pomieszczeniach.

Co oznacza niebieski obszar na wykresie?

Aby zapewnić przyjemny klimat i komfort, wilgotność powietrza w pomieszczeniu powinna zawsze wynosić od mniej więcej 35% do maksymalnie 65% w temperaturze pokojowej od 22°C (zimą) do 26°C (latem). Niższe wartości określa się jako „nieprzyjemnie suche”, a wyższe jako „nieprzyjemnie wilgotne”.

Jasnoniebieskie pole na wykresie Molliera wskazuje rozszerzenie tego obszaru komfortu do zakresu temperatury pokojowej od 20°C do 27°C. W celu zapewnienia optymalnego komfortu i zdrowia zaleca się podniesienie dolnej granicy wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniu do co najmniej 40% (zimą) oraz ograniczenie jej do maksymalnie 60% w okresie letnim (granica parności). Te drobne korekty w wykresie komfortu uzasadniono w dalszej części niniejszej broszury.

2 Jaki wpływ na zdrowie człowieka ma zbyt niska wilgotność powietrza?

Szczególnie w sezonie grzewczym pracownicy biurowi skarżą się na pieczenie oczu, wysuszenie błon śluzowych, trudności z przełykaniem, zaburzenia głosu, efekty elektrostatyczne i suchą skórę. W większości przypadków przyczyną jest zbyt suche powietrze w pomieszczeniach. Na całym świecie przeprowadzono wiele badań nad przyczyną spadku komfortu, chorób i spadku wydajności pracowników w wysokich temperaturach ($> 26^{\circ}\text{C}$) i wysokiej wilgotności powietrza ($> 65\%$) w biurach.

Dochodzą do tego inne ważne ustalenia z najnowszych badań na temat wpływu niewystarczającej wilgotności powietrza wewnętrznego w suchych i chłodnych miesiącach zimowych. Poniżej podsumowano najważniejsze wyniki tych badań.

Przy niskiej wilgotności względnej cząsteczki kurzu, mikroorganizmy i aerozole dłużej utrzymują się w powietrzu. Przy wyższej wilgotności względnej bakterie są zamknięte w wodzie. Zwiększa to ich masę, w efekcie czego cząstki szybciej opadają na ziemię i tym samym nie przenikają do dróg oddechowych.

Amerykańscy naukowcy Lowen, Mubareka, Steel i Palese odkryli już w 2007 roku, że wilgotność powietrza znacząco wpływa na stopień przenoszenia wirusów grypy. W przedziale od 20 do 30% wilg. wzgl. ryzyko zakażenia jest mniej więcej trzykrotnie wyższe niż przy 50% wilg. wzgl. W 2013 roku korelację tę wykazał również zespół Johna D. Notiego w badaniu

„High humidity leads to loss of infectious influenza virus from simulated coughs”. Przy wilgotności powietrza wynoszącej 43% zakaźność wirusów wynosiła 15% i wzrastała do 77% przy wilgotności od 7% do 23%. Poradnik dla biur wydany przez niemieckie stowarzyszenie Deutsches Netzwerk Büro zaleca wilgotność powietrza w pomieszczeniach w przedziale od 40% do 60%. Poradnik DGUV 215-510 „Beurteilung des Raumklimas” (Ocena klimatu wewnętrznego) podaje komfortowy zakres wilgotności powietrza $45\% \pm 15\%$, a broszura informacyjna DGUV 202-090 „Klasse(n) – Räume für Schulen” (Klasy – Sale szkolne) podaje: „Dobry klimat wewnętrzny sprzyja dobremu samopoczuciu, wydajności i koncentracji oraz sprzyja zdrowiu ludzi”. Dalej stwierdza:

„W jaki sposób dobry klimat pomieszczenia wyraża się w liczbach? Pomimo indywidualnego odczuwania klimatu większość ludzi czuje się komfortowo w temperaturze od 20 do 24°C i wilgotności względnej powietrza od 40 do 65% (w przypadku czynności z dużym udziałem aktywności werbalnej)”.

Jak widać, badania, poradniki i broszury wyraźnie wskazują, że wilgotność powietrza w pomieszczeniu biurowym powinna wynosić co najmniej 40%, aby zapewnić pracownikom komfortową, zdrową atmosferę pracy i tym samym zmniejszyć lub wyeliminować podrażnienia dróg oddechowych, pieczenie oczu, suchą skórę i ryzyko chorób.

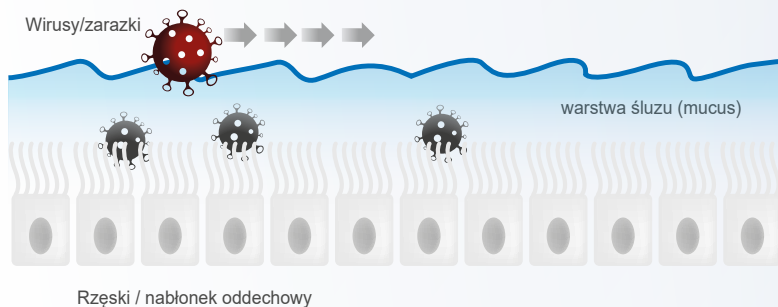


2.1 Wpływ niskiej wilgotności powietrza na podatność na grypę

Suche powietrze osłabia bariery odpornościowe chroniące przed wirusami grypy.

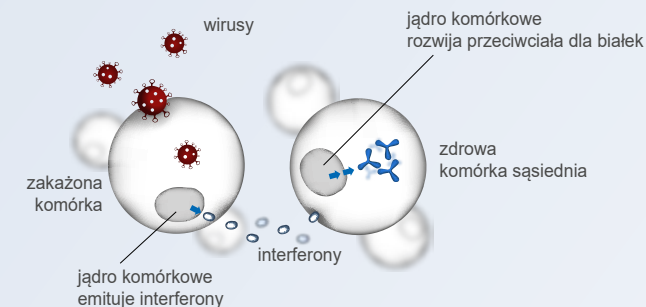
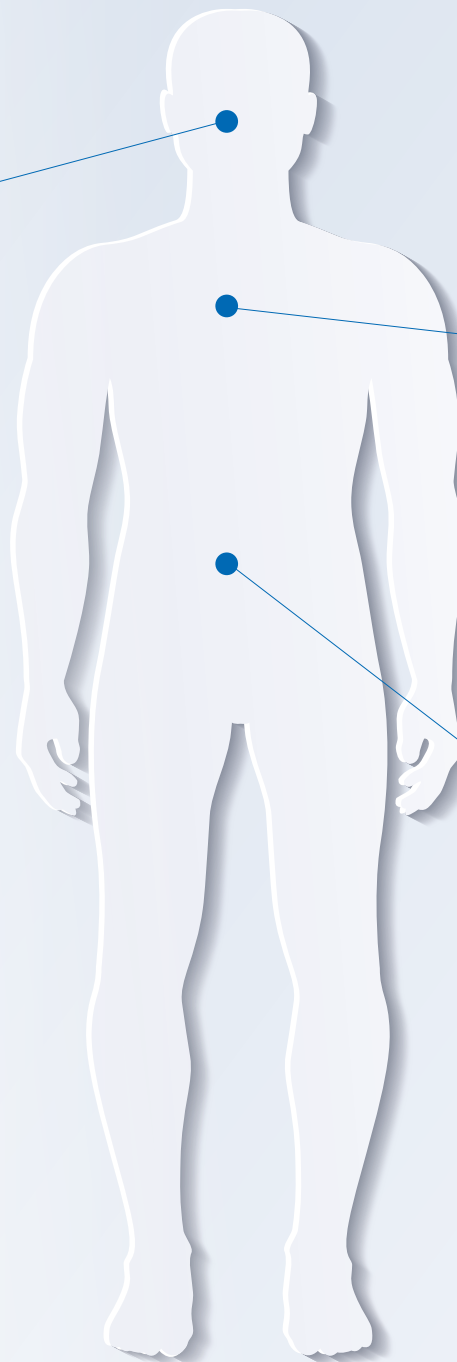
1. Bariera błony śluzowej

Komórki nabłonka dróg oddechowych mają rzęski, które są pokryte warstwą śluzu. Do tego śluzu przykleja się większość wdychanych wirusów, bakterii i zanieczyszczeń powietrza. Rzęski transportują śluz razem z mikroorganizmami i zanieczyszczeniami do krtani, gdzie może zostać usunięty z kaszlem lub połknięty.



Wnioski z badania Yale:

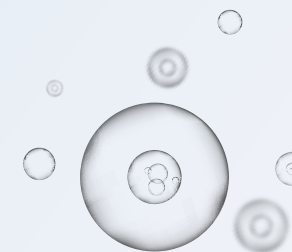
W otoczeniu o zbyt niskiej wilgotności powietrza bariery te tracą swoją skuteczność. Choroba nasila się przy niskiej wilgotności względnej powietrza niezależnie od wirerii. Ponadto zbyt mała wilgotność hamuje zdolność komórek do regeneracji.



2. Odporność wrodzona

(wczesna faza zwalczania zakażeń)

Mikroorganizmy, którym udało się pokonać pierwszą linię obrony, są rozpoznawane i „zjadane” przez białe krwinki – policjantów o wrodzonej odporności. Makrofagi wydzielają substancje semiochemiczne (interferony) wywołujące produkcję białek, z którymi wspólnie zwalczają atakujące mikroorganizmy.



3. Odporność nabyta

(późna faza zwalczania zakażeń)

W późnej fazie zapalenia, po pokonaniu dwóch pierwszych barier, wytwarzane są przeciwciała swoiste dla patogenu. Ta nabyta odpowiedź immunologiczna pochodzi z limfocytów B i T, wytworzonych pod wpływem szczepienia lub już przeżytych infekcji i przechowywanych w pamięci immunologicznej.

2.2 Wpływ wilgotności powietrza na rozprzestrzenianie się zarazków drogą kropelkową

Kropelki przenoszące zarazki to najmniejsze utrzymujące się w powietrzu kropelki, które zawierają patogeny. Trafiają one do powietrza w pomieszczeniu przez drogi oddechowe, podczas oddychania, kichania i kaszlu i mogą przenosić patogeny takie jak wirusy grypy na inne osoby.

Wilgotność powietrza w pomieszczeniu ma decydujący wpływ na żywotność zarazków i utrzymywanie się w powietrzu kropelek. Suche powietrze o wilgotności względnej poniżej 40% sprzyja szybkiemu wysychaniu

małych kropelek zawierających patogeny. W ten sposób patogeny konserwują się i zakażają przez bardzo długi czas.

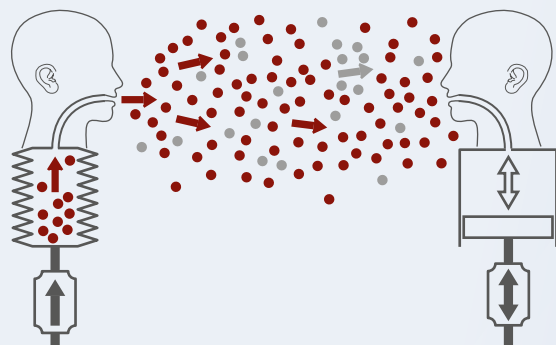
W optymalnym zakresie od 40 do 60% wilgotności względnej powietrza aerozole kurczą się w procesie parowania tylko do takiego stopnia, że znacznie wzrasta stężenie soli w kropli, a zawarte w niej patogeny zostają zabite.

2.3 Fizyka kropelek przenoszących zarazki

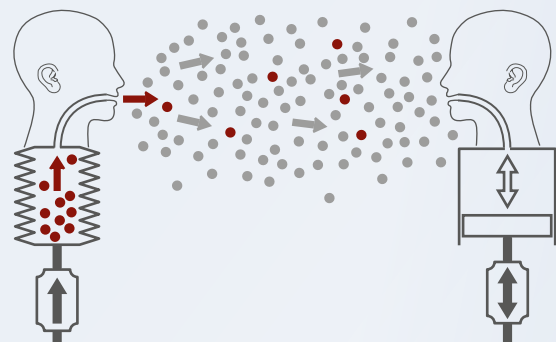
zakres wilgotności	zdolność do utrzymywania się w powietrzu	czas utrzymywania się w powietrzu	ryzyko zarażenia
60–100% wilg. wzgl.	duże kropelki przenoszące zarazki opadają i szybko osiadają	krótki czas utrzymywania się w powietrzu	ze względu na niskie stężenie soli w wodzie zarazki zachowują zakaźność
40–60% wilg. wzgl.	średniej wielkości kroplek z zarazkami o niskiej zdolności do utrzymywania się w powietrzu	krótki czas utrzymywania się w powietrzu	wysokie stężenie soli zabija zarazki
0–40% wilg. wzgl.	małe kropelki z zarazkami zachowują zdolność do utrzymywania się w powietrzu	długi czas utrzymywania się w powietrzu	sól ulega krystalizacji, zarazki konserwują się



Przy wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniu na poziomie od 7 do 23%
zakaźność zarazków wynosi po 60 minutach **77%**



Przy wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniu na poziomie 43%
zakaźność zarazków jest po 60 minutach minimalna i wynosi **15%**.

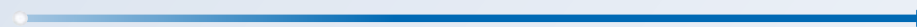


2.4 Zakaźność kropelek przenoszących zarazki

Wilgotność powietrza znacząco wpływa na zakaźność kropli przenoszących zarazki. Przy średniej wilgotności powietrza ryzyko

zakażenia jest minimalne i gwałtownie wzrasta w powietrzu suchym.

kropelki z zarazkami o średnicy 0,5 μm
 czas utrzymywania się w powietrzu: **41 godz.**



kropelki z zarazkami o średnicy 3 μm
 czas utrzymywania się w powietrzu: **1,5 godz.**



kropelki z zarazkami o średnicy 100 μm
 czas utrzymywania się w powietrzu: **6 s**



2.5 Czas utrzymywania się w powietrzu kropelek przenoszących zarazki

Patogeny takie jak wirusy grypy mogą poprzez kaszel i kichanie „bombardować” pomieszczenie w postaci skażonych kropelek z prędkością 20 m/s i przenosić się na inne osoby.

Wilgotność powietrza w pomieszczeniu decyduje o tym, jak długo kropelki z zarazkami utrzymują się w powietrzu. W suchym powietrzu kropelki kurczą się do średnicy znacznie poniżej jednego mikrometra i utrzymują się w nim przez wiele dni.

W ten sposób wzrasta żywotność patogenów w pomieszczeniu i jednocześnie znacznie zwiększa się zdolność kropli do unoszenia się w powietrzu.

W takich warunkach zarazki mogą przetrwać wiele godzin. Zatem osoba przeziębiona, która kicha i kaszle w zbyt suchym pomieszczeniu, wytwarza atmosferę zanieczyszczenia, która utrzymuje się przez wiele godzin.



Zarazki uwielbiają suche powietrze

W suchym powietrzu skażone kropelki kurczą się i wysychają.
W ten sposób patogeny konserwują się,
przez długi czas zachowują zakaźność i utrzymują się w powietrzu.

Wilgotne powietrze zabija zarazki

Przy optymalnej wilgotności powietrza (40–60% wilg. wzgl.)
sole rozpuszczają się w wodzie skażonej kropelki.
Stężenie soli we wnętrzu wzrasta do tego stopnia,
że w krótkim czasie dochodzi do inaktywacji patogenów.



3 Czy rośliny mogą zwiększać wilgotność powietrza?

Zamiast kontrolowanego nawilżania powietrza w biurach często podejmowane są próby zwiększenia jego wilgotności za pomocą roślin. Jednak czy ta metoda jest naprawdę pomocna i skuteczna?

Poradnik DGUV „Klimat w biurze” przytacza w tej kwestii przykład niepokojących wyników: **tylko w rzadkich przypadkach rośliny mogą przyczynić się do znacznego zwiększenia wilgotności w pomieszczeniu.**

Wynika to z faktu, że jeśli powietrze napływa z zewnątrz (-4°C , 50% wilg. wzgl.) do pomieszczenia o powierzchni 20 m^2 (22°C , 50% wilg. wzgl.) z szybkością wymiany 0,5 na godzinę, to po godzinie wilgotność w pomieszczeniu wynosi tylko 29%. Aby utrzymać dotychczasową wilgotność powietrza w pomieszczeniu na poziomie 50%, musi być ono nawilżane 230 g wody na godzinę. Typowe rośliny biurowe mogą parować około 10 g wody na m^2 powierzchni liści na godzinę.

W tym przykładzie do przywrócenia pierwotnej wilgotności w biurze na poziomie 50% potrzebna by była bardzo duża liczba roślin o łącznej powierzchni liści 23 m^2 .

Biuro stałoby się dżunglą. Zdrową wilgotność powietrza w pomieszczeniu można łatwiej i bezpieczniej zapewnić za pomocą aktywnych systemów nawilżania.

Temperatura = 22°C
Wilgotność względna powietrza = 29%



Temperatura = 22°C
Wilgotność względna powietrza = 50%

Aby dostarczyć do powietrza w pomieszczeniu 230 g wody na godzinę, potrzeba **16 roślin**



Badanie przeprowadzone przez Instytut Fraunhofera

4 Jak pracownicy oceniają wilgotność powietrza w miejscu pracy?

Opisane powyżej negatywne aspekty zbyt niskiej wilgotności powietrza w pomieszczeniach w porównaniu z dobrą wilgotnością zostały zbadane przez Instytut Fraunhofera ds. Gospodarki Pracy i Organizacji (IAO) w dwuletnim studium „Wilgotność powietrza w biurze”. Wyniki tego badania pokazują bardzo wyraźnie, że osoby przebywające w biurach bez kontrolowanego nawilżania powietrza skarżą się na dyskomfort wywołany zbyt suchym powietrzem, co negatywnie wpływa na ich samopoczucie, zdrowie i wydajność. Wyższą wilgotność powietrza w pomieszczeniach respondenci ocenili jako pozytywną i przyjemną.

Opis badania

Na potrzeby badania w istniejącym budynku w ciągu kilku tygodni włączano i wyłączano system nawilżania powietrza w temperaturze pokojowej wynoszącej mniej więcej 22–23°C. Przy kontrolowanym nawilżaniu wilgotność względna powietrza w pomieszczeniu wynosiła

około 40%, zaś w przypadku jego braku wilgotność w budynku wynosiła tylko mniej więcej 23–28%. Użytkownicy danego środowiska pracy dokonywali oceny w pięciopunktowej skali od „całkowicie się zgadzam” do „w ogóle się nie zgadzam”. Grafiki obok przedstawiają podsumowanie ważnych wyników tego badania.

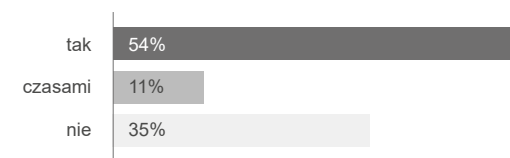
Jak dowodzą dane, żaden z respondentów nie odczuł wilgotności powietrza w pomieszczeniu przy jej aktywnym wzroście do około 40% jako zbyt niskiej, a aż 84% uznało, że była ona dobra. 77% uczestników odczuwało natomiast wilgotność jako zbyt niską, gdy nawilżanie było wyłączone. Ponadto 54% badanych oceniło nawilżanie powietrza w pomieszczeniach jako bardzo orzeźwiające. Również w ocenie objawów „suchych dróg oddechowych” i „pieczenia oczu” wyniki były lepsze w nawilżanych pomieszczeniach aż o mniej więcej 20 punktów procentowych. Tym samym badanie Instytutu Fraunhofera wyraźnie potwierdza negatywny wpływ

zbyt małej wilgotności powietrza w pomieszczeniu na ogólne samopoczucie, na możliwe podrażnienie oczu oraz na suchość błon śluzowych. W przypadku wszystkich badanych objawów respondenci znacznie rzadziej skarżyli się w biurach nawilżanych do 40%.

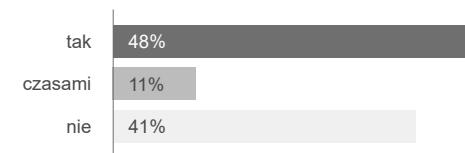
wilgotności względnej. Oprócz dobrej jakości powietrza i komfortowej temperatury wilgotność powietrza w miejscu pracy znacząco wpływa więc na poprawę samopoczucia i zmniejszenie zagrożeń dla zdrowia pracowników biurowych.

Odczuwanie wilgotności przy wyłączonym nawilżaniu powietrza:

Czy podczas pracy często wysychają Ci drogi oddechowe?



Czy podczas pracy pieką Cię oczy?



5 Zbyt mała wilgotność ma ogromny wpływ na rozprzestrzenianie się wirusów grypy

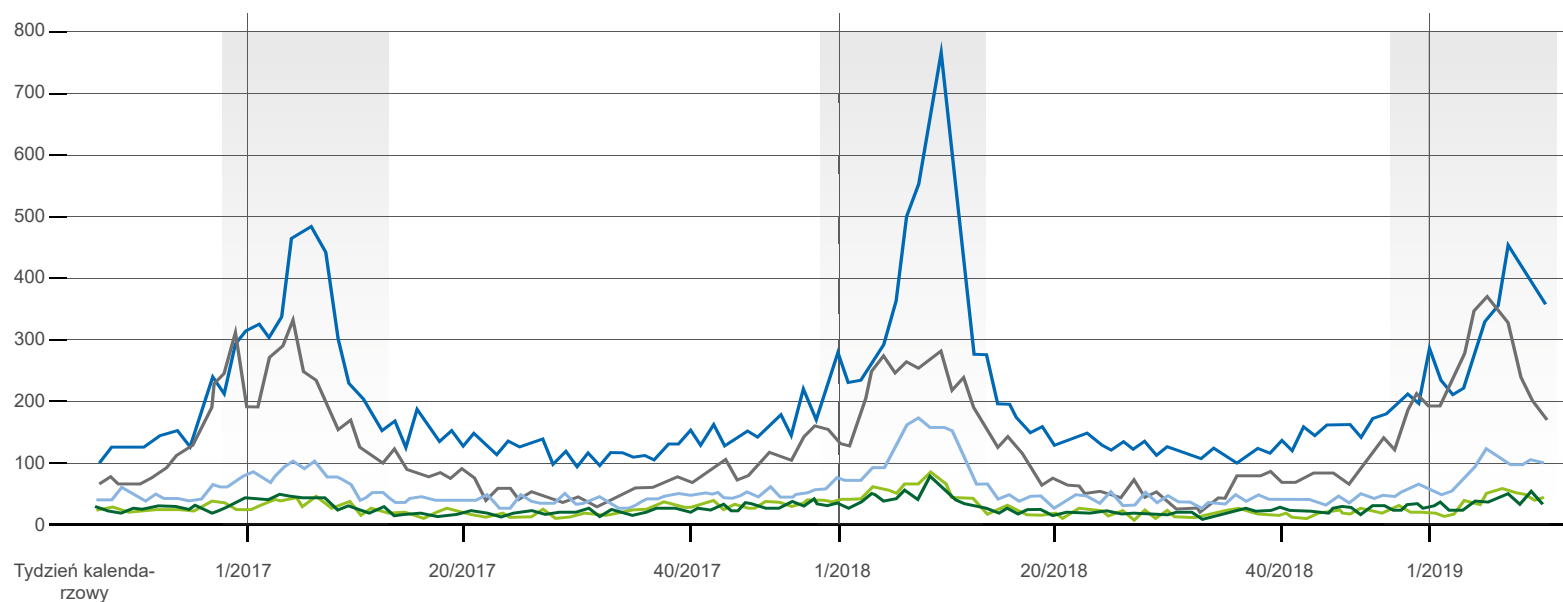
W poprzednich rozdziałach opisano negatywny wpływ zbyt małej wilgotności powietrza na samopoczucie i zdrowie ludzi oraz związane z tym zagrożenia. Aspekty te jednak są zaledwie częścią poważnego problemu globalnego. Wyniki nowego badania potwierdzają, że niska wilgotność powietrza znacznie sprzyja rozprzestrzenianiu się wirusów grypy i wzmacnia ten proces, a tym samym zwiększa ryzyko zarażenia, które często ma ciężki przebieg, nawet ze skutkiem śmiertelnym.

Instytut Roberta Kocha (RKI) od wielu lat rejestruje w raportach na temat epidemiologii grypy przypadki chorób i zgonów spowodowanych gripą w Niemczech. W raporcie na lata 2017/2018 Instytut doszedł do następujących wniosków (zobacz wykres: Liczba ostrych zakażeń dróg oddechowych):

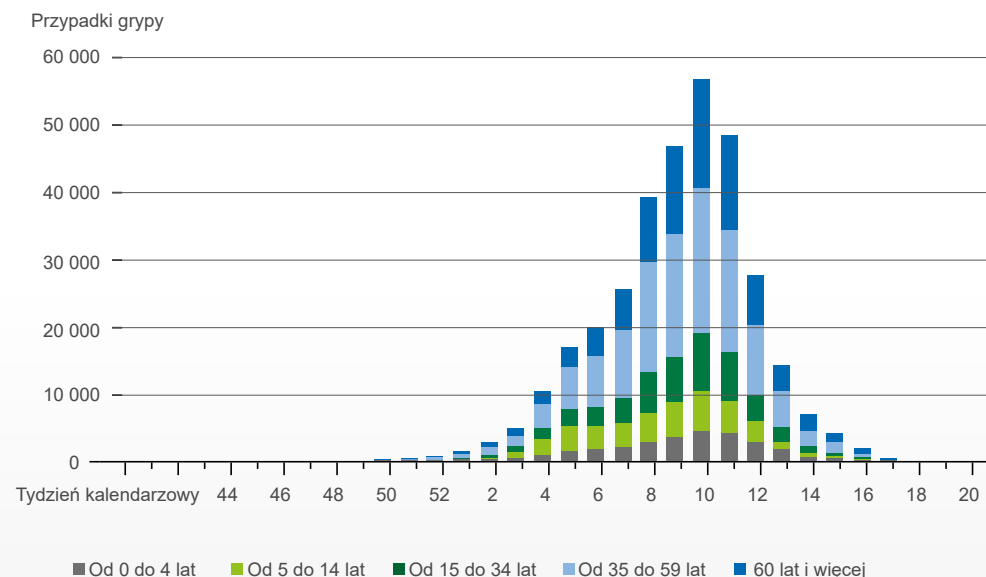
- Sezon grypowy rozpoczął się pod koniec roku (50. tydzień), osiągnął szczyt w lutym i marcu (od 6. do 12. tygodnia), a następnie powoli zakończył się w kwietniu.
- Na przełomie 2017/2018 RKI zarejestrował ok. 9 milionów wizyt u lekarzy i 45 000 przyjęć do szpitali z powodu zakażeń grypowych. Ponadto Instytut szacuje kolejne 5,3 mln dni niezdolności do pracy z powodu grypy bez zaświadczenia lekarskiego.

■ Szczególnie narażone na gripę są osoby powyżej 35. roku życia. Według RKI dane za rok 2017/2018 wskazują na ogromny, szacowany na 2 miliony przypadków wzrost zachorowań na gripę w porównaniu z poprzednimi szczytowymi latami 2012/2013 i 2014/2015! Zamieszczona tu grafika przedstawia statystykę Instytutu Roberta Kocha dotyczącą zwolnień lekarskich związanych z gripą w sezonie 2017/2018. Pokazuje ona wyraźny szczyt w chłodnej, suchej porze roku między grudniem a marcem (przeanalizowano tutaj 332 873 zgłoszone przypadki choroby).

Liczba ostrych zakażeń dróg oddechowych



Liczba przypadków grypy zgłoszonych do Instytutu Roberta Kocha w okresie od 40 TK/2017 r. do 20 TK/2018



6 Nowe badanie Uniwersytetu Yale dowodzi, że suche powietrze nasila objawy grypy

Grafiki na stronie 25 pokazują ważną korelację między przypadkami grypy a niską wilgotnością w miesiącach od grudnia do kwietnia. To, czy ten związek rzeczywiście istnieje, było również przedmiotem sporów w medycynie. W 2019 roku naukowcy z renomowanego amerykańskiego Uniwersytetu Yale po raz kolejny zdolali tego dowiedzieć w badaniu „Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection”.

Oto najważniejsze, zaprezentowane już na stronach 12 i 13 ustalenia:

- Związek między niską wilgotnością a żywotnością i rozprzestrzenianiem się wirusów grypy istnieje i został jednoznacznie dowiedziony.
 - Zbyt niska wilgotność powietrza upośledza mechanizm samooczyszczania się dróg oddechowych i tym samym prowadzi do obniżenia odporności na wirusy. Jeśli wirus przebieje warstwę śluzu narządów oddechowych (pierwszą barierę immunologiczną), uwalniany jest interferon, który aktywuje geny zwalczające i blokujące wirusy. Jeżeli wirusowi uda się przebić również przez ten drugi etap obrony, w trzecim etapie zostaje aktywowany układ odpornościowy, który wyzwala specyficzne dla wirusa reakcje obronne.
- W środowisku o zbyt małej wilgotności

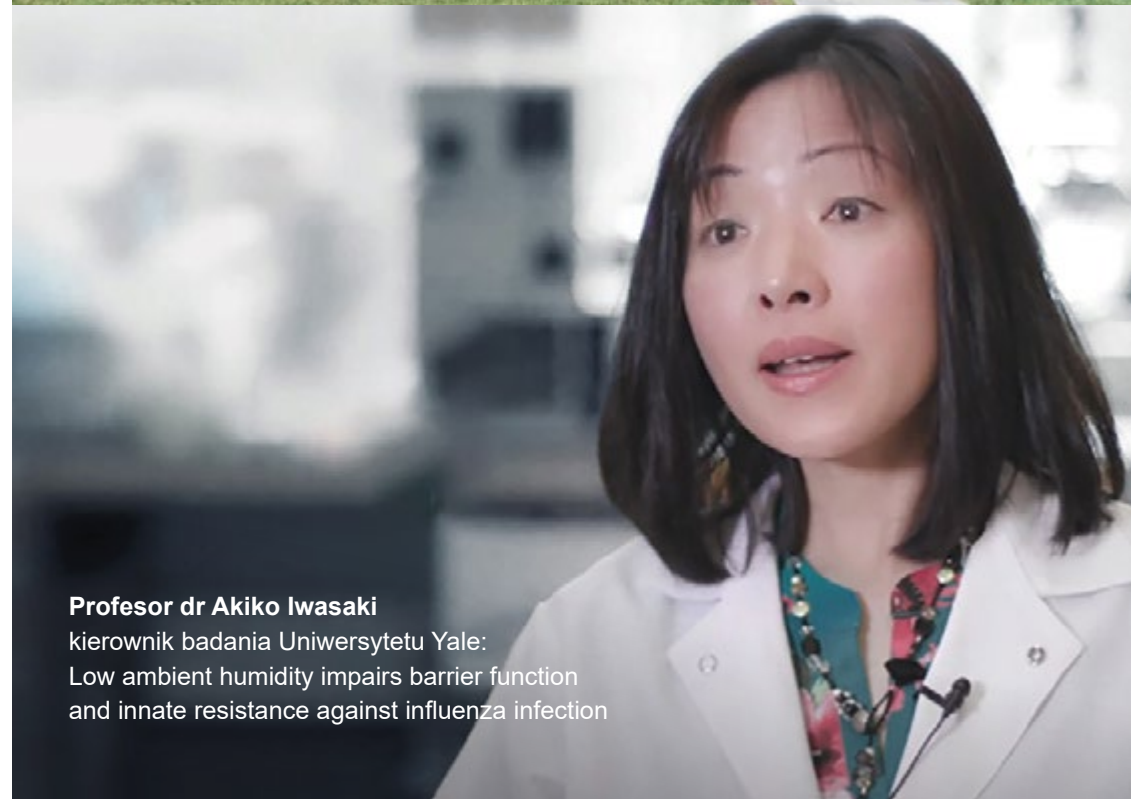
te trzy bariery tracą swoją skuteczność i prowadzą do grypy.

- Choroba nasila się przy niskiej wilgotności względnej, niezależnie od wirusów. Ponadto zbyt mała wilgotność hamuje zdolność komórek do regeneracji.

Kierownik badań, prof. dr Akiko Iwasaki, podsumowuje główne wyniki badań: Nasze nowe informacje na temat wilgotności powietrza oraz wynikające z tego aspekty i środki służące ograniczeniu występowania grypy mają ogromne znaczenie, ponieważ liczba sezonowych infekcji grypowych nadal rośnie i każdego roku powoduje co najmniej pół miliona zgonów na całym świecie. Udowodniono również, że wilgotność względna powietrza pomiędzy 40 a 60% minimalizuje infekcje wirusowe i utrudnia ich rozprzestrzenianie się. Nasze zalecenie jest zatem następujące: Niska wilgotność powietrza nie jest jedynym czynnikiem, który może prowadzić do rozprzestrzeniania się wirusów grypy i zachorowań na nią. Jednak zapewnienie wilgotności względnej powietrza na poziomie co najmniej 40%, szczególnie w chłodnej i suchej porze roku, pozwala znacznie ograniczyć rozprzestrzenianie się wirusów grypy i liczbę zachorowań.



Campus Yale, New Haven, USA



Profesor dr Akiko Iwasaki

kierownik badania Uniwersytetu Yale:
Low ambient humidity impairs barrier function
and innate resistance against influenza infection

7.1 Wilgotność powietrza w pomieszczeniu z ekonomicznego punktu widzenia

W Niemczech spośród łącznie 40 milionów zatrudnionych osób około 17 milionów pracuje w biurach. Ich zdrowie, samopoczucie i wydajność zależą w dużej mierze od dobrej jakości powietrza, komfortowych temperatur i odpowiedniej wilgotności w pomieszczeniach biurowych. Korzyści takich warunków są wyraźnie widoczne w rocznych statystykach „Ekonomiczne koszty niezdolności do pracy”, opracowywanych przez Federalny Instytut Bezpieczeństwa i Higieny Pracy (baua). Statystyki za rok 2017

wskazują na średnią niezdolność do pracy na poziomie 16,7 dnia na pracownika, co daje łącznie 669 mln dni niezdolności do pracy, czyli 1,8 mln straconych lat pracy. W statystykach tych uwzględnia się przy tym tylko „rzeczywiste” zwolnienia lekarskie – oprócz nich jest jeszcze kilka dni absencji chorobowej bez zwolnień lekarskich.

Na podstawie tych danych instytut baua oszacował całkowite koszty przestoju w 2017 roku ponoszone przez pracodawców na pułapie 76 mld euro (średnio

41 700 euro na pracownika rocznie) oraz koszty obniżenia wydajności w wysokości 136 mld euro (średnio 74 000 euro na pracownika rocznie). Pierwsze miejsce w tych statystykach zajmuje sektor finansowania, wynajmu i usług, który cechuje się najwyższą wartością dodaną brutto w wysokości 97 500 euro (2017) i niezdolnością do pracy w liczbie 14,6 dni na pracownika. Ważne dane baua za lata 2014 i 2017 podsumowuje sąsiednia tabela. Zgodnie z analizami baua choroby układu oddechowego stanowią 13,9% wszystkich zachorowań. Odpowiadają one około 93 mln dni nieobecności, czyli mniej więcej 250 000 lat nieobecności. Na podstawie tych liczb i kilku innych hipotez zilustrujemy za pomocą przykładu, jakie koszty ponosi pracodawca zatrudniający 100 pracowników biurowych, jeśli wilgotność powietrza w pomieszczeniach jest niedostateczna i niezdrowa. Przyjmijmy w tym celu, że na jednego pracownika biurowego przypada około 18 dni niezdolności do pracy wskutek choroby (w tym pojedyncze dni bez zaświadczenia od lekarza), z czego 15% = 2,7 dnia przypada na choroby układu oddechowego. Spośród nich

przyjmuje się, że 1,5 dnia nieobecności wynika z niedostatecznej wilgotności powietrza (przeziębienia, grypa, bóle głowy). Jeśli oprócz tego uwzględnimy jeszcze spadek koncentracji i wydajności (z powodu podrażnienia błon śluzowych nosa i gardła, suchych oczu i swędzenia skóry) pracowników biurowych, można ostrożnie przyjąć, że straty produkcji wynoszą co roku 2,5 dnia na osobę. Te 2,5 dnia nieobecności odpowiadają około 1,2% rocznego czasu pracy.

Oszacowana przez baua średnia wartość dodana brutto na 97 500 euro na jedno miejsce pracy w sektorze finansowym, wynajmu i usług oznacza dla pracodawców absencje chorobowe na poziomie 1,2% z 97 500 euro, co daje 1170 euro na osobę rocznie. W obszarze usług publicznych, w tym edukacji i służby zdrowia, wartość dodana brutto na osobę i rok wynosi 46 500 euro. Jeśli również tu przyjmijmy absencję na poziomie 1,2%, koszty na pracownika opiewają na 558 euro rocznie.

Straty gospodarcze spowodowane niezdolnością do pracy w latach 2014–2017 wśród 40 mln pracowników w Niemczech (źródło: baua)

	2014	2015	2016	2017
Dni niezdolności do pracy (łącznie)	543 mln	587 mln	675 mln	669 mln
Straty produkcyjne (koszty wynagrodzeń)	57 mld euro	64 mld euro	75 mld euro	76 mld euro
Wartość dodana brutto (wydajność)	90 mld euro	113 mld euro	133 mld euro	136 mld euro

Dni absencji spowodowanej chorobami układu oddechowego (łącznie)				
Dni	65,7 mln	83,2 mln	91,2 mln	92,2 mln

Dni absencji spowodowanej chorobami układu oddechowego (finanse, ubezpieczenia i usługi)				
Dni	10,6 mln	13,7 mln	16,4 mln	17,0 mln
Straty produkcyjne (koszty wynagrodzeń)	1,1 mld euro	1,5 mld euro	1,8 mld euro	1,9 mld euro
Wartość dodana brutto (wydajność)	2,8 mld euro	3,6 mld euro	4,4 mld euro	4,5 mld euro

Dni absencji spowodowanej chorobami układu oddechowego (podmioty świadczące usługi publiczne i inne, edukacja i służba zdrowia)				
Dni	20,4 mln	25,0 mln	35,1 mln	36,9 mln
Straty produkcyjne (koszty wynagrodzeń)	2,0 mld euro	2,5 mld euro	3,6 mld euro	3,9 mld euro
Wartość dodana brutto (wydajność)	2,5 mld euro	3,1 mld euro	4,4 mld euro	4,7 mld euro

Przykład obliczeń:

7.2 Jakie koszty muszą ponieść pracodawcy, aby wyeliminować absencję pracowników?

W celu zapewnienia dobrej jakości powietrza w pomieszczeniach nowy budynek biurowy w rejonie Monachium dla 100 pracowników zostaje wyposażony w system wentylacji o przepływie powietrza zewnętrznego $50 \text{ m}^3/\text{osobę} = 5000 \text{ m}^3/\text{godz}$. Jednocześnie dyrektor przedsiębiorstwa podejmuje decyzję o zainstalowaniu w systemie wentylacji kontrolowanego nawilżania powietrza, aby również w chłodniejszych porach roku zapewnić w pomieszczeniach o temperaturze pokojowej 22°C zdrową wilgotność powietrza na poziomie co najmniej 40%.

Jednorazowy koszt instalacji wybranego tutaj systemu nawilżania powietrza, opartego na zasilanym gazem nawilżaczem parowym Condair GS, wraz z niezbędnym uzdatnianiem wody nawilżającej, to mniej więcej 29 000 euro. Nie wnikając zbyt głęboko w szczegóły, roczne koszty eksploatacji systemu nawilżania związane ze zużyciem gazu, wody i energii elektrycznej, jak również koszty konserwacji wynoszą około 3600 euro.

Co to oznacza w analizowanym okresie 15 lat?

Jak wcześniej obliczono, przedsiębiorca traci na wydajności 1170 euro na osobę rocznie z powodu zbyt suchego powietrza biurowego. Przy 100 pracownikach odpowiada to wartości 117 000 euro rocznie, czyli sumie 1,755 mln euro w ciągu 15 lat. Wyeliminowanie tych strat kosztuje go 29 000 euro za instalację nawilżania powietrza, która jest inwestycją jednorazową, i 3600 euro rocznie za eksploatację, co na przestrzeni 15 lat daje 54 000 euro. Całkowity koszt zatem to około 83 000 euro na 15 lat.

Z porównania tych dwóch kalkulacji wynika dla przedsiębiorstwa „zysk” stanowiący różnicę między nakładami na dobrą i zdrową wilgotność powietrza a wyeliminowanymi stratami (niższa produktywność) 1,755 mln euro: 83 000 euro = 2,100% lub wyeliminowanymi stratami produktywności 1,755 mln euro – 83 000 euro, co prowadzi do zysku na poziomie 1,672 mln euro.

Kalkulacja w przypadku 100 pracowników dla okresu 15 lat w sektorze **Podmioty świadczące usługi publiczne i inne, edukacja i służba zdrowia**

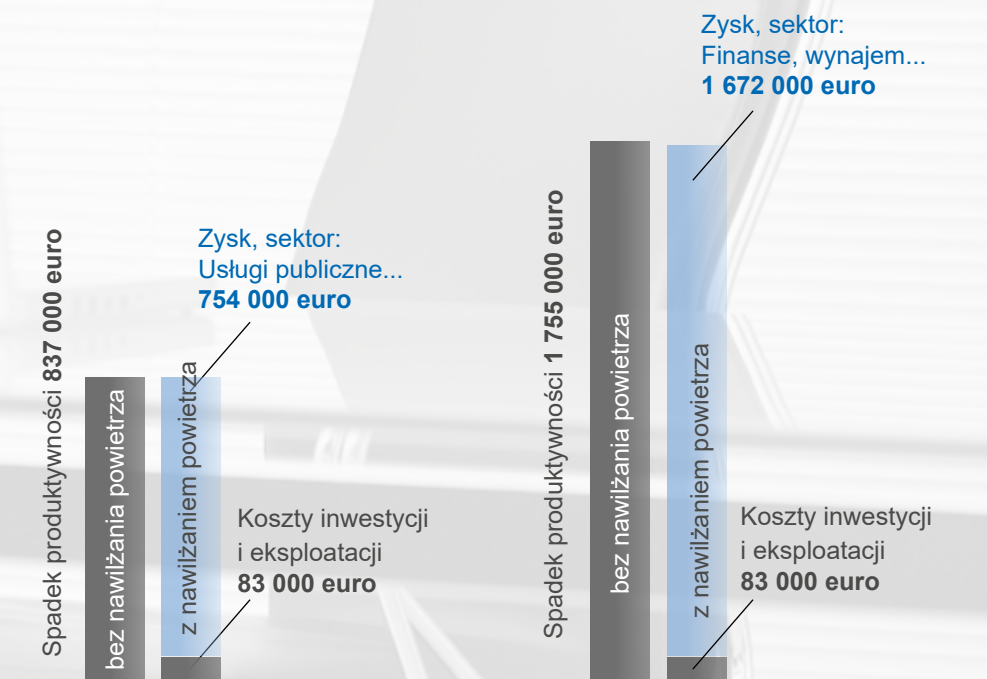
wartość dodana brutto miejsca pracy* × czas nieobecności** = spadek produktywności
 $46\,500,00 \text{ euro} \times 1,2\% = 585,00 \text{ euro}$ rocznie na osobę

liczba pracowników × straty produktywności na rok × okres działalności = straty produktywności
 $100 \times 585 \text{ euro} \times 15 \text{ lat} = 837\,000 \text{ euro}$

Kalkulacja w przypadku 100 pracowników dla okresu 15 lat w sektorze **Finanse, wynajem i usługi**

wartość dodana brutto miejsca pracy* × czas nieobecności** = spadek produktywności
 $97\,500,00 \text{ euro} \times 1,2\% = 1170,00 \text{ euro}$ rocznie na osobę

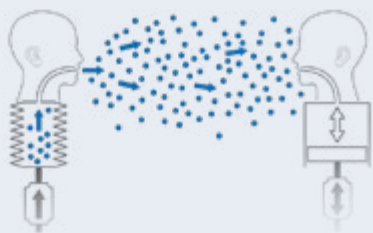
liczba pracowników × straty produktywności na rok × okres działalności = straty produktywności
 $100 \times 1170 \text{ euro} \times 15 \text{ lat} = 1\,755\,000 \text{ euro}$



* Federalny Instytut Bezpieczeństwa i Higieny Pracy (baua)

** szacunkowy całkowity czas absencji spowodowanej chorobami układu oddechowego

8 Przegląd wyników badań medycznych na temat znaczenia wilgotności powietrza dla zdrowia



Przenoszenie wirusów grypy przez powietrze

W badaniu zmierzono odsetek wykrztuszonych wirusów grypy w pomieszczeniu klimatyzowanym, które przy różnej wilgotności powietrza po godzinie nadal było zakaźne. Przy wilgotności powietrza poniżej 23% ponad 70% wykrztuszonych wirusów grypy było nadal zakaźnych po upływie godziny. Przy wilgotności powietrza na poziomie ponad 40% po godzinie zakaźnych było mniej niż 20% wirusów. Niska wilgotność powietrza zwiększa ryzyko zakażenia wydychanymi lub wykrztuszanymi wirusami grypy, a wilgotność powietrza na poziomie 40% ryzyko to zmniejsza.

Tytuł oryginału:

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

Autorzy:

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

Rok wydania:

2013



Żywotność wirusów w powietrzu

Naukowcy potwierdzili, że w powietrzu bardzo wilgotnym długa żywotność wirusów wynosi niemal 100%. Wirusy długo wykazują zakaźność również w powietrzu o wilgotności poniżej 50%.

Przy wilgotności powietrza powyżej 50% wirusy ulegają szybkiej inaktywacji. Uważa się, że inaktywacja ta następuje podczas parowania w spadającej wilgotności powietrza wskutek bardzo gwałtownego wzrostu stężenia soli w kropli. Przy wilgotności poniżej 50% sole krystalizują się, tracą swoje działanie inaktywujące i wydają się konserwować wirusy. Mechanizm ten wyjaśnia, dlaczego w zimowym okresie grzewczym regularnie występują epidemie grypy spowodowane bardzo niską wilgotnością ogrzewanego powietrza w pomieszczeniu.

Tytuł oryginału:

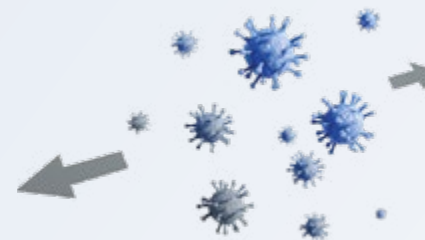
Relationship between humidity and influenza A viability in droplets and implications

Autorzy:

Wan Yang, Subbiah Elankumaran, Lindsey C. Marr

Rok wydania:

2012



Wpływ wilgotności powietrza i wentylacji na ryzyko zakażenia grypą

Do zbadania ryzyka zakażenia grypą przy różnych poziomach wilgotności powietrza w pomieszczeniach i intensywności wentylacji naukowcy wykorzystali obliczenia modelowe. Zwiększenie wentylacji zmniejsza ryzyko zakażenia poprzez przerzedzenie i usunięcie wirusów grypy z odprowadzanego powietrza. Jest to szczególnie skuteczne w przypadku małych, długich, zawieszonych kropelek zarazków w suchym powietrzu pomieszczenia. Od wilgotności powietrza w pomieszczeniu zależy parowanie kropelek z wirusami, a tym samym ich ostateczna wielkość (czas unoszenia się w powietrzu), a od stężenia soli – żywotność wirusów grypy. Wilgotność powietrza powyżej 40% zmniejsza ryzyko zakażenia poprzez szybką inaktywację wirusów i szybkie opadanie dużych kropelek. Suche powietrze w pomieszczeniu ma dokładnie odwrotny efekt i zwiększa ryzyko wystąpienia grypy.

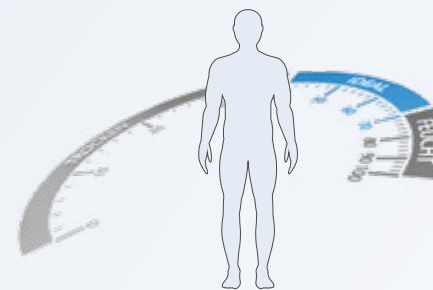
Tytuł oryginału:

Dynamics of airborne influenza A viruses indoors and dependence on humidity

Autorzy:

Wan Yang, Linsey C. Marr

Rok wydania: 2011



Średnia wilgotność jest idealna dla naszego zdrowia

Ta ważna analiza literatury przedmiotu z 99 odniesieniami do badań pokazuje, dlaczego średnia wilgotność na poziomie 40–60% stanowi idealny przedział zarówno pod względem skutków bezpośrednich, takich jak samopoczucie i zdrowie użytkowników budynków, jak i pod względem eliminacji problemów zdrowotnych spowodowanych infekcjami wirusowymi i bakteryjnymi, alergiami, patogenami grzybów, roztocami oraz zanieczyszczeniami powietrza w postaci pyłów i gazów. Średnia wilgotność powietrza chroni oraz pielęgnuje skórę i błony śluzowe, nos i drogi oddechowe. Optymalizuje dynamikę zawieszenia, rozprzestrzeniania się i sedymentacji zanieczyszczeń w powietrzu i tym samym ogranicza ekspozycję na nie.

Tytuł oryginału:

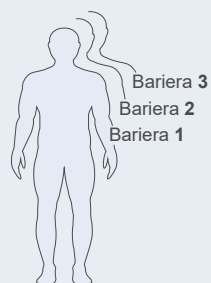
Criteria for human exposure to humidity in occupied buildings

Autorzy:

Sterling EM, Arundel A, Sterling TD

Rok wydania:

1985



Suche powietrze jest najlepszym sprzymierzeńcem wirusów grypy

Opublikowane w 2019 roku badanie Yale pokazuje, jak istotny wpływ ma niska wilgotność powietrza na zwalczanie infekcji dróg oddechowych w porównaniu ze stanem normalnym, czyli wilgotnością na poziomie 50%. Kilkudniowa ekspozycja na wilgotność powietrza na poziomie 10% ma następujące konsekwencje:

- 1) Rzęski, które powinny odprowadzać śluz i wirusy z dróg oddechowych, stają się nieskoordynowane i nieskuteczne.
- 2) Odpowiedzialna za bezpośrednie zwalczanie infekcji wrodzona odporność komórkowa i humoralna zostaje całkowicie zablokowana.
- 3) Wirusy grypy przenikają bez przeszkód, rozmnażają się i uszkadzają tkanki. Skutkiem są częstsze i poważniejsze zachorowania na grypę.

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

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

Rok wydania:
2019

Zakażenia szpitalne a niska wilgotność powietrza

W badaniu przeprowadzonym w szpitalu uniwersyteckim w 10 salach chorych zmierzono dziewięć parametrów (T, RF, Lux, CO₂, ciśnienie powietrza, udział świeżego powietrza, wymiana powietrza, ruch osób, higiena rąk). Wskutek dbania o częstą wymianę powietrza wilgotność powietrza wynosiła średnio 40% w okresie letnim i 30% w okresie zimowym. Wskaźnik zakażeń szpitalnych był znacznie wyższy w okresie zimowym niż w lecie. Ze wszystkich zmierzonych parametrów wzrost był najlepiej skorelowany z niższą wilgotnością powietrza. Powstaje pytanie: czy niska wilgotność powietrza w zimie jest przyczyną wzrostu zakażeń szpitalnych?

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

Autorzy:
Dr. Stephanie Taylor, Dr. med Walter Hugentobler

Rok wydania:
2016



Zimowe powietrze, ogrzewanie, wentylacja i człowiek jako nawilżacz powietrza

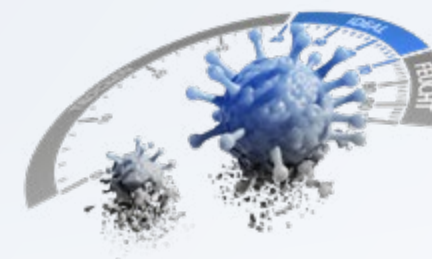
Badanie przeprowadzone w salach lekcyjnych dotyczyło zależności między powyższymi pojęciami a żywotnością wirusów grypy. Wilgotność powietrza w pomieszczeniu zależy od wilgotności bezwzględnej powietrza na zewnątrz (bardzo niskiej w przypadku zimnego powietrza zimowego), temperatury ogrzewania, intensywności wentylacji oraz obecności osób uwalniających wilgoć do powietrza w pomieszczeniu.

Bez aktywnego nawilżania powietrza wilgotność powietrza w pomieszczeniu zimą wynosi zazwyczaj około 30% i zmienia się w zależności od obecności ludzi i temperatury zewnętrznej. W klasie 70% wniesionych wirusów grypy przeżywa jedną godzinę. Dzięki nawilżaczom powietrza (wydajność ≈ 2 l/godz.) można szybko zwiększyć wilgotność w klasie do 40 lub 60%, co po godzinie zmniejsza przeżywalność wirusów grypy odpowiednio do 50% lub 35% i znacznie ogranicza ryzyko zakażenia.

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

Autorzy:
Koep T.H. et al.

Rok wydania:
2013



Zabójczy wpływ wilgotności względnej powietrza na aerozole bakteryjne

Pod tym tytułem już w roku 1947 ukazało się badanie, w którym wykazano, że trzy najczęstsze patogeny bakteryjne wywołujące infekcje dróg oddechowych (pneumokoki, paciorkowce i gronkowce) przy średniej wilgotności powietrza (40–60%) ulegają szybkiej inaktywacji pod wpływem słonej mgły. W niskiej i bardzo wysokiej wilgotności powietrza wszystkie trzy bakterie przeżywają bardzo długi czas.

Tytuł oryginału:
The lethal effect of relative humidity on air-borne bacteria

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

Rok wydania:
1947

Całość badań jest dostępna na stronie
www.condair.de/medizinische-studien
lub pod sąsiednim kodem QR.



9 Czy normy i wytyczne odzwierciedlają najnowszy stan wiedzy na temat wilgotności powietrza w pomieszczeniach?

Zapewnienie wilgotności powietrza w pomieszczeniach, która chroni i wspomaga dobrą kondycję i wydajność ludzi, uwzględniają również niektóre przepisy techniczne, takie jak normy i dyrektywy. Jednak przepisy te prawie we wszystkich przypadkach odnoszą się tylko do wysokiej wilgotności powietrza w pomieszczeniach (przekraczającej 65%), w temperaturze pokojowej powyżej 26°C, oraz do negatywnego wpływu, jaki tak parne środowisko pracy może wywierać na pracowników biurowych. W porównaniu z tym temat „minimalnej wilgotności powietrza w chłodniejszych i suchych porach roku” był do tej pory haniebnie zaniebawiany – istnieje w tej kwestii najwyżej kilka zaleceń bez konkretnych wytycznych, których należałoby przestrzegać. Powodem tego może być fakt, że liczne ustalenia dotyczące wielu pozytywnych skutków minimalnej wilgotności powietrza w pomieszczeniu na poziomie 40%, które szczegółowo opisano w niniejszej broszurze, nie trafiły jeszcze do ekspertów i wymagają najpierw ich zatwierdzenia, zanim zostaną uwzględnione w regulacjach technicznych. Jest to jednak tylko kwestią czasu.

Normą o kluczowym znaczeniu dla aspektów jakości, temperatury i wilgotności powietrza w pomieszczeniu jest DIN EN 15251 „Parametry wejściowe środowiska wewnętrznego” (w przyszłości DIN EN 16798, część 1). Znaleźć tam można następujące stwierdzenia na temat wilgotności powietrza:

„W budynkach niepodlegającym żadnym wymaganiom poza tymi, które odnoszą się do ludzi (np. w biurach, szkołach i budynkach mieszkalnych), nawilżanie lub osuszanie zazwyczaj nie jest konieczne. Wilgotność względna powietrza poniżej 30% może wywoływać niekorzystne skutki zdrowotne (np. suchość błon śluzowych) oraz zakłócające ładunki statyczne. W przypadku stosowania systemów nawilżania i/lub osuszania należy unikać nadmiernego nawilżania i osuszania. W pomieszczeniach z systemami nawilżania i osuszania użytkowanych przez ludzi należy przestrzegać podanych w tabeli zalecanych wartości projektowych wilgotności powietrza”.

Podane w tabeli minimalne wilgotności powietrza wewnętrznego na poziomie 30% (dla najlepszej kategorii

Typ budynku/pomieszczenia	Kategoria	Wartość projektowa wilgotności względnej powietrza	
		dla osuszania	dla nawilżania
Pomieszczenia, których kryteria wilgotności są określone na podstawie wykorzystania przez ludzi. Pomieszczenia specjalne (muzea, kościoły itp.) mogą wymagać innych ograniczeń.	I	50%	30%
	II	60%	25%
	III	70%	20%

przestrzennej I) do 20% (dla najgorszej kategorii przestrzennej III) są niższe od wartości minimalnej rzędu 40%, zalecanej w różnych badaniach i broszurach. W związku z tym nie zapewniają one zdrowego i komfortowego środowiska pracy ani nie zmniejszają ryzyka chorób. Podobne stwierdzenia można znaleźć również w normie DIN EN 16798 część 3 „Wentylacja budynków niemieszkalnych”. Zgodnie z nimi „nawilżanie lub osuszanie powietrza wewnętrznego za pomocą powietrza nawiewanego z reguły nie jest konieczne. Jednak w przypadku wykorzystania takich systemów muszą być one zaprojektowane z uwzględnieniem limitów dopuszczalnego zakresu wilgotności, minimalnej wartości dla nawilżania i maksymalnej wartości dla osuszania”. Tutaj regulacja odsyła do normy DIN EN 15251 i wartości w sąsiedniej tabeli. Niestety w tym samym złym kierunku – często z odniesieniem do normy DIN EN 15251 – idą również inne przepisy techniczne. Na przykład regulacja 3.6 „Wentylacja” dotycząca miejsca pracy zawiera następujące stwierdzenie: „W przypadku skarg na wilgotność powietrza wewnętrznego należy sprawdzić w ramach oceny ryzyka, czy i jeśli tak, to jakie środki należy podjąć”. Również „Zalecenie dotyczące instalacji wentylacji i klimatyzacji 2018” grupy roboczej ds. technologii maszyn i elektrotechniki administracji państwowej i komunalnej (AMEV), które odnosi się do budynków użyteczności publicznej, stwierdza, że „nawilżanie i osuszanie jest zazwyczaj niezbędne tylko w budynkach specjalnych, takich jak muzea i niektóre placówki służby zdrowia”.

Nadzieję w kwestii wilgotności powietrza zewnętrznego przynosi norma VDI 3804 „Instalacje wentylacji i klimatyzacji – budynki biurowe” z następującymi stwierdzeniami: „Zaleca się dążyć do kategorii 1 wg DIN EN 15251 z wilg. wzgl. 30% jako limitem dolnym. Do tego celu z reguły niezbędne jest urządzenie nawilżające. Wilgotność względna powietrza poniżej 30% może powodować podrażnienia oczu i dróg oddechowych, a tym samym sprzyjać chorobom zakaźnym. Ponadto mogą wystąpić problemy z nadmiernym gromadzeniem się ładunków statycznych. Przy niskich temperaturach zewnętrznych należy spodziewać się spadku wilgotności powietrza wewnętrznego poniżej 30%”.

Jaka jest w takim razie zalecana wilgotność powietrza?

Na ten moment nie obowiązuje określona wartość minimalna wilgotności powietrza w miejscu pracy. Stowarzyszenia branżowe i towarzystwa ubezpieczeniowe generalnie zakładają, że powietrze wewnętrzne nie musi być dodatkowo nawilżane. Regulacja techniczna dla miejsc pracy ASR A 3.6 „Wentylacja” określa tutaj tylko wartości maksymalne, których wilgotność względna powietrza nie może przekraczać przy różnych temperaturach pomieszczeń.

Ustawa o bezpieczeństwie i higienie pracy (§ 5 „Ocena ryzyka”) stanowi, że zagrożenie w miejscu pracy może wynikać również z czynników fizycznych. W przypadku wystąpienia dolegliwości zdrowotnych pracodawca musi sprawdzić, czy i jakie środki należy wdrożyć.

10 Szybka analiza klimatu w biurze z wykresem ryzyka dla wilgotności powietrza wewnętrznego

Jeżeli pracownicy biurowi skarżą się na nieodpowiednie temperatury lub wilgotność powietrza lub jeżeli często występują choroby układu oddechowego, poniższa procedura umożliwia szybką, łatwą i obiektywną wstępną analizę oraz ocenę klimatu wewnętrznego. Procedura ta opiera się na tak zwanym „wykresie ryzyka klimatu”, zalecanym przez niemiecki zakład ubezpieczeń (DGUV) w Informacji 215-510 „Ocena klimatu wewnętrznego”. Ponieważ jednak ten wykres ryzyka DGUV odnosi się tylko do skarg na wysokie temperatury i wysoką wilgotność powietrza w pomieszczeniu, firma Condair opracowała „wykres ryzyka wilgotności powietrza wewnętrznego” dla suchego klimatu pomieszczenia. Jak zastosować ten wykres ryzyka i jakie wyniki zapewnia?

Krok 1:

W biurach, w których pojawiają się skargi na suchy, niekomfortowy klimat wewnętrznego, mierzy się temperaturę i wilgotność powietrza.

Krok 2:

Zmierzone wartości zapisuje się w wykresie ryzyka wilgotności powietrza: temperaturę na osi x, wilgotność względną powietrza wzdłuż skośnych linii wilgotności powietrza wewnętrznego.

Krok 3:

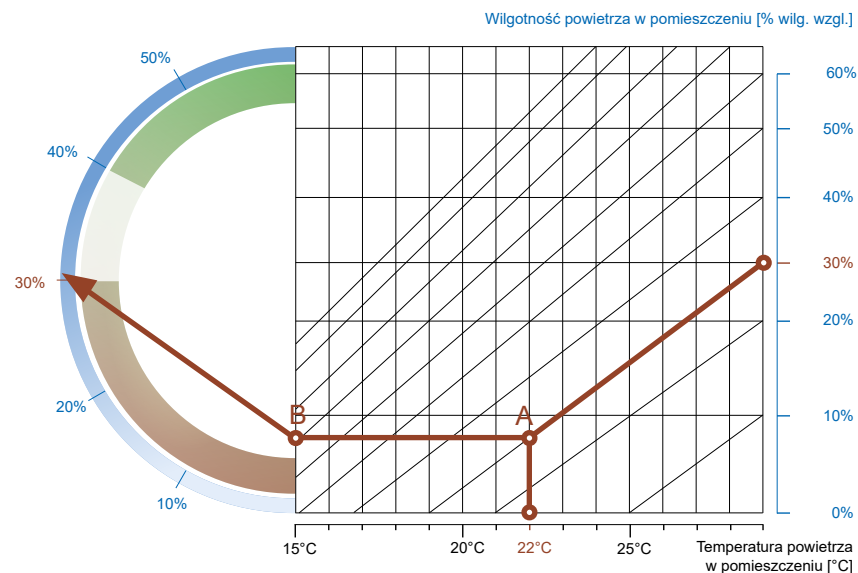
Dwa przykłady obok pokazują zastosowanie wykresów ryzyka wilgotności powietrza.

Przykład 1: Potrzeba działania

Odnosi się to na przykład do temperatury 22°C i wilgotności powietrza wewnętrznego na poziomie 30%. Z tych wartości wynika punkt przecięcia A na wykresie. Z tego punktu prowadzi się linię poziomą do krawędzi w lewo (oś y) do punktu B. Następnie punkt B łączy się ze skalą wilgotności powietrza wewnętrznego po lewej stronie obok wykresu, do zmierzonej wartości wilgotności powietrza wewnętrznego (w przykładzie 30%). Powstała w ten sposób czerwona linia przebiega przez czerwony obszar wykresu ryzyka. Obszar ten sygnalizuje niewystarczającą wilgotność powietrza wewnętrznego i związane z tym zagrożenie dla zdrowia. Jeśli prosta wynikowa przecina czerwony obszar wykresu ryzyka, medycznie wskazane jest zwiększenie wilgotności względnej w pomieszczeniu.

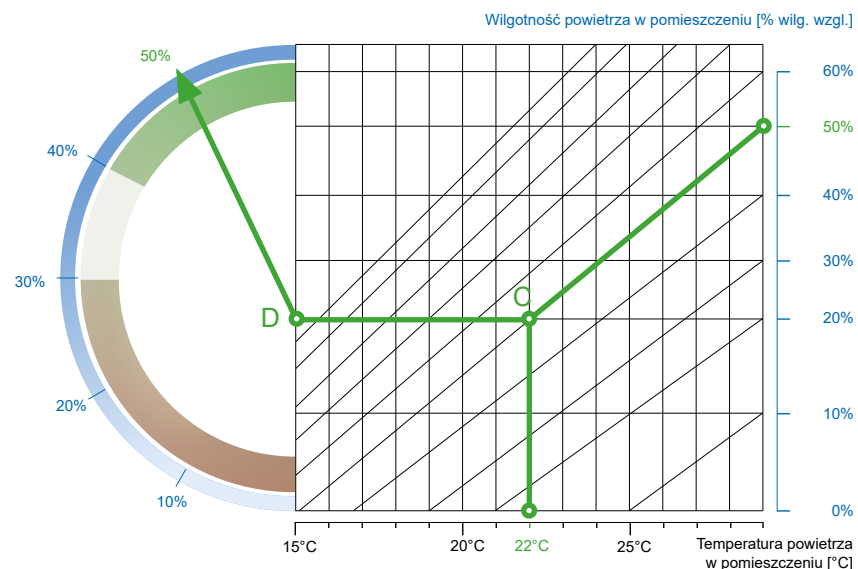
Przykład 2: Optymalna wilgotność powietrza w pomieszczeniu

Dla porównania ten przykład z zielonymi liniami prostymi na wykresie ryzyka obrazuje dobry klimat wewnętrzny z wystarczającą wilgotnością powietrza. Tutaj temperatura pokojowa wynosi 22°C, a wilgotność względna powietrza 50%. W ten sposób powstaje punkt przecięcia C, z którego ponownie rysuje się poziomą linię do krawędzi w lewo, do punktu D. Jeśli połączy się punkt D ze skalą wilgotności obok wykresu, na zmierzonej



Przykład 1: Potrzeba działania

Przy temperaturze pokojowej 22°C i wilgotności względnej powietrza 30%



Przykład 2: Optymalna wilgotność powietrza w pomieszczeniu

Przy temperaturze pokojowej 22°C i wilgotności względnej powietrza 50%

wartości wilgotności równej 50%, otrzymana prosta przechodzi przez zielony obszar. Obszar ten wskazuje na wystarczającą lub dobrą wilgotność powietrza wewnętrznego i wynikające z tego niskie ryzyko zagrożeń dla zdrowia lub niebezpieczeństw ze strony zbyt suchego powietrza.

Jeśli linia prosta przebiega na wykresie ryzyka wilgotności powietrza w strefie neutralnej pomiędzy czerwonym i zielonym obszarem, zaleca się również zwiększenie wilgotności powietrza w pomieszczeniu.

Egzemplarze z wykresem ryzyka wilgotności powietrza można nieodpłatnie pobrać z naszej strony.



Wykres ryzyka można uzyskać na stronie www.condair.de/Raumluftfeuchte lub za pomocą tego kodu QR.



Szablon: z wykresem ryzyka dla wilgotności powietrza wewnętrznego

