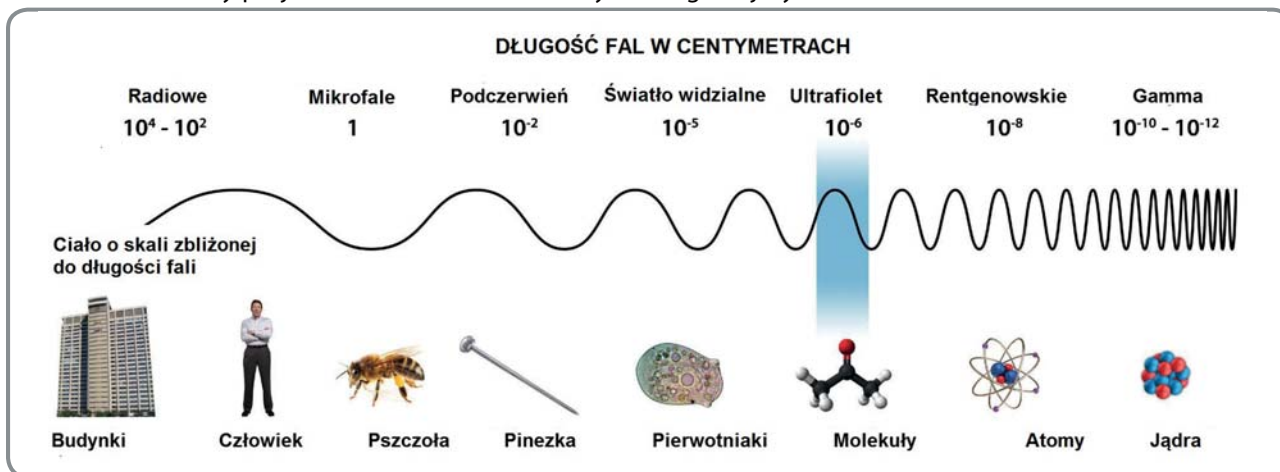


SERIA KOMERCYJNA

Fresh-Aire UV® UVGI Instrukcja

CEL

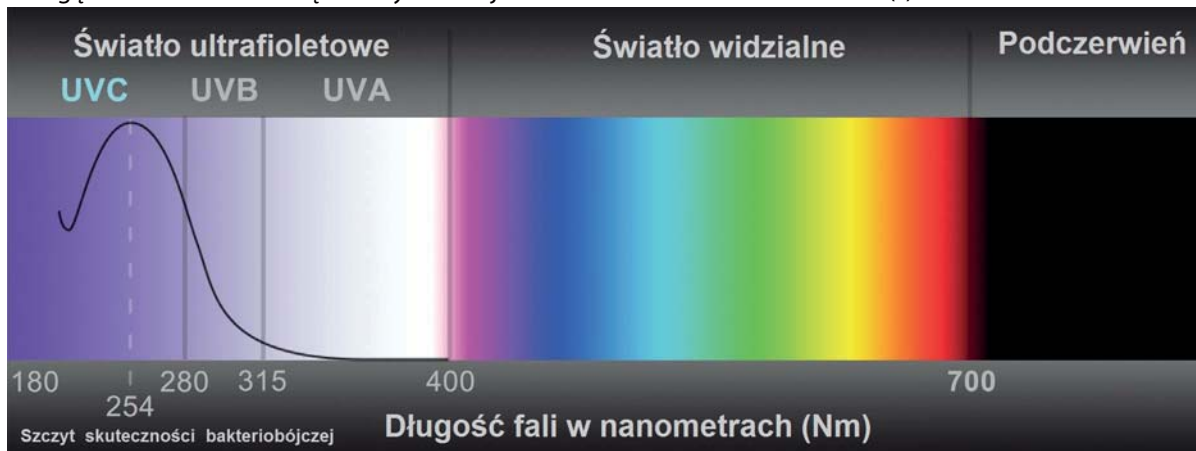
Niniejszy dokument ma na celu pomoc inżynierom, instalatorom i przedstawicielom handlowym odpowiedzialnym za projektowanie, instalowanie oraz wdrażanie Systemów Ultravioletowych bakteriobójczych (UVGI) w mechanicznych instalacjach wentylacyjno klimatyzacyjnych dla dezynfekcji powierzchni chłodnicy oraz kanałów powietrznych. Zawiera ona podstawowe informacje o bakteriobójczym promieniowaniu UV, zanieczyszczenia mikrobiologicznego, lotnych związków organicznych (LZO), a także projektowania systemów UVGI na celu usunięcia zanieczyszczeń. Przeczytaj przed użyciem. Blue-Calc™ to zastrzeżony projekt fresh-Aire UV do analizy i konfiguracji systemu UVGI.



Podstawowe informacje o promieniowaniu ultrafioletowym

Promieniowanie UV jest światłem o wysokiej częstotliwości elektromagnetycznej z zakresu 100 – 400 nm niewidzialnym dla ludzkiego oka. Dodatkowo jest ono określane w trzech zakresach: UVA (320-400nm) – emitowane np. w solarium, UVB (280-320nm) – mogą powodować poparzenie słoneczne, UVC (200-280nm). Zakres UVA nie wykazuje właściwości bakteriobójczych, które natomiast wykazują zakresy UVB i UVC. Długość fali promieniowania w zakresie 185nm tworzy ozon, który jest toksyczny i silnie reaktywny.

Najbardziej efektywną długością fal do dezynfekcji jest UVC – pomiędzy 200 – 300nm, długość 254nm jest najbardziej powszechna. Natężenie promieniowania UV lub jego intensywność jest wyrażona w jednostkach W / m² lub uW / cm². Dawkę UV lub gęstość strumienia cząstek wyrażona jest w J / m² lub uW-S / cm². Dżul (J) to 1 wat * 1sek.



System Fresh-Aire UV® UVGI

Podstawowe informacje o mikrobach, patogenach i alergenach.

Mikroby są mikroorganizmami powodującymi choroby, składają się na nie bakterie, wirusy i grzyby. Bakteria przyjmuje formę wegetatywną (komórka), bądź jest zarodnikiem (nasiono). Grzyby z kolei mogą występować w formie wegetatywnej, mogą również być zarodnikami lub drożdżami. Patogen to mikroorganizm, który powoduje choroby wśród zwierząt i ludzi. Alergeny wywołują reakcje alergiczne u niektórych osobników. Do alergenów zaliczają się bakterie, grzyby, produkty biologiczne (np. łupież zwierzęcy) oraz lotne związki organiczne (LZO). Wirusy nie zaliczają się do alergenów.



Wg. badań naukowych, światło UV zabija 90% zanieczyszczeń, wytworzonych przez drobnoustroje po 10 minutach ekspozycji na jego działanie i 99% po jednej godzinie.

Dezynfekcja nastąpi kiedy populacja mikroorganizmów zostanie zredukowana na skutek ekspozycji na działanie światła UV. Zakres światła UVC zmienia DNA drobnoustrojów – powoduje mutacje, śmierć komórki lub niszczy ich zdolność do reprodukcji. W ten sposób stają się one nieaktywne i nieszkodliwe. Nie należy mylić dezynfekcji UVC ze sterylizacją. Dezynfekcja zredukuje populację mikroorganizmów o 99% (cel UVGI), podczas gdy sterylizacja równa się zabicciu wszystkich mikroorganizmów. Generalnie bakterie są bardziej podatne na działanie światła UV niż wirusy, podczas gdy grzyby są najmniej podatne (zdarzają się jednak mikroby, w przypadku których nie jest to zasadą)

Wegetatywne formy bakterii i grzybów są bardziej podatne na działanie światła UV niż ich formy zarodnikowe, które są odporne na niekorzystne warunki, włączając w to ekspozycję na światło UV. Insekty, takie jak roztocza, nie są podatne na działanie światła UV gdy znajdują się na powierzchni węzownicy są chronione przez cień - szczeliny oraz lamele chłodnicy.

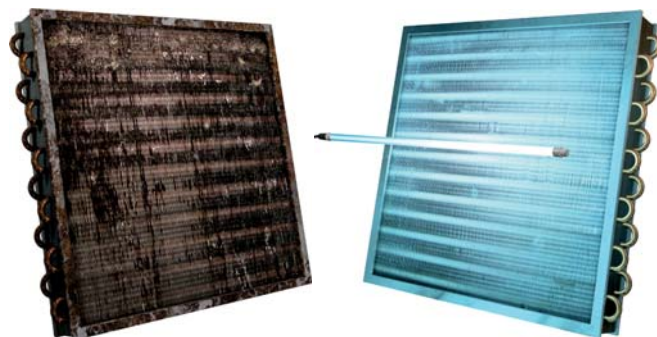
Drobnoustroje są bardziej wrażliwe na działanie UV kiedy znajdują się w powietrzu, ponieważ kiedy znajdują się na powierzchni węzownicy są chronione przez cień - szczeliny oraz lamele chłodnicy. Oczyszczanie powietrza składa się zarówno z dezynfekcji (pozbycia się mikroorganizmów), jak i z usunięcia gazowych i stałych zanieczyszczeń przy użyciu UVGI wraz z filtracją.

Zalety UVGI

Ultrafioletowe Bakteriobójcze Naświetlanie (UVGI) jest technologią dezynfekcyjną odpowiednią zarówno do dezynfekcji powierzchni jak i powietrza w systemach HVAC.

Warunki środowiska, kanału klimatyzacyjno - wentylacyjnego, sprzyjają rozwojowi biologicznych czynników zanieczyszczających (pleśń) na wilgotnych powierzchniach, takich jak chłodnice, wentylatory, tacki ociekowe, ściany kanału oraz innych częściach składających się na system wentylacyjny. Ostatecznie zanieczyszczenia rozprzestrzeniają się wzdłuż sieci przewodów i dostają się do pomieszczeń mieszkalnych.

Chłodnica z pleśnią



Chłodnica po naświetlaniu światłem UV-C

Dbanie o to, by chłodnice systemów klimatyzacji oraz wewnętrzne powierzchnie centrali wentylacyjnej były wolne od natężenia mikroorganizmów, polepszy wydajność urządzenia oraz jakość powietrza w pomieszczeniach. Obniżona wydajność systemu spowodowana jest zawężonym przepływem powietrza oraz ograniczoną wymianą ciepła spowodowaną zablokowanymi żeberkami i filtrami powietrza. Jak wykazały badania, biofilm o grubości 0,002 cala na powierzchni chłodnicy może zmniejszyć wolną przestrzeń oraz zwiększyć prędkość przepływu powietrza do 9%. Dzięki odświeżeniu chłodnic oraz utrzymaniu większego przepływu ciepła, możemy uzyskać 30% wzrost zdolności chłodzenia w porównaniu z posiadaniem brudnego systemu.

Ręczne metody mycia chłodnicy przy użyciu chemikaliów i środków myjących, są drogie, ciężkie do wykonania oraz muszą być wykonywane regularnie. Ponadto, ekspozycja na działanie chemikaliów i drobnoustrojów może być niebezpieczna zarówno dla pracowników jak i użytkowników. Inwestycja w dezynfekcję chłodnicy zwraca się po 1-2 lat ze względu na oszczędności energii oraz redukcję kosztów utrzymania. Ciągła ekspozycja na działanie UVC utrzymuje chłodnice w stanie nowości dopóki system UVGI pracuje tak jak został do tego przeznaczony. Wysoce zanieczyszczone chłodnice mogą być przywrócone do swojego pierwotnego stanu kilku tygodni lub miesięcy.

Wytyczne projektu

Konfiguracja systemu

Najbardziej efektywne rozwiązania systemowe UVGI dla dużych, handlowych budynków składają się zarówno z oczyszczania strumienia powietrza jak i dezynfekcji powierzchni. Zazwyczaj 1sek jest wystarczającym czasem ekspozycji na odpowiednią dawkę UV, której poddana musi być sieć przewodów. Kiedy czas ekspozycji jest ograniczony ze względu na prędkość strumienia powietrza, użytych może być więcej niż jedno urządzenie emitujące światło UV w celu uzyskania odpowiedniego czasu ekspozycji. Podczas gdy dawka UV dostarczana przez lampy indukcyjne odpowiedniej wielkości pionowe lub osiowe może być odpowiednia do dezaktywacji bakterii, przepływ powietrza na poziomie 250-500 FPM nie będzie skutkowało wystarczającym czasem światła UV zdążyło wyeliminować grzyby (pleśń). Jednakże lampy dezynfekujące powierzchnię umiejscowione blisko chłodnicy będą nieprzerwanie wystawiać powierzchnię chłodnicy i dostarczać odpowiedniej dawki do dezaktywowania jakiegokolwiek pleśni która się tam pojawi.

UVGI w połączeniu z filtrem powietrza jest najbardziej efektywną i ekonomiczną metodą oczyszczania powietrza. Konfiguracje UVGI, które dodają tradycyjny nośnik węglowy w postaci gazowej są w stanie usunąć gazowe zanieczyszczenia oraz nieprzyjemne zapachy. Węgiel zmienia zanieczyszczenia z postaci gazowej na stałą. Konfiguracja UVGI z tlenkiem tytanu spowoduje infuzję nośnika węgla powodującą fotokatalityczne utlenianie (PCO) – to proces chemiczny, który nie tylko oczyszcza powietrze, ale również

regeneruje w stanie gazowym nośniki węglowe, a zatem wyeliminuje się okresową kosztowną wymianę nośników. Dzięki rozwiązaniom PCO, mniejsza ilość powietrza z zewnątrz potrzebuje być wentylowana, filtrowana, ogrzewana/chłodzona, oraz czasami osuszana, co skutkuje dodatkowymi oszczędnościami. Połączenie UVGI z filtracją nadaje się do różnego rodzaju zanieczyszczeń.

Poniższa tabela przyporządkowuje najlepszą technologię do konkretnych zanieczyszczeń.

Zanieczyszczenia	Optymalna Technologia
Bakterie, Wirusy, Grzyby	UVC Lampy, Instalacje kanałowe
Pleśń i zarodniki	UVC Lampy, Chłodnice
Cząsteczki kurzu duże mikroby i alergen	Filtracja powietrza, MERV 8 - 11
LZO i zapachy	Filtracja powietrza, UV/PCO

Projektant systemu musi dokonać kompromisów ekonomicznych w zakresie UV, konfiguracji kanałów, technologii filtrujących. Zmienne pierwotne ważne do konfiguracji projektowania systemu UVGI należą: wymiary przewodu powietrza (szer x wys x dł); Przepływ powietrza; Specyfikacja lamp UV (UV mianowicie długość łuku, promień światła.); ilość i lokalizacje lamp; odbicia w kanale; i filtrację.

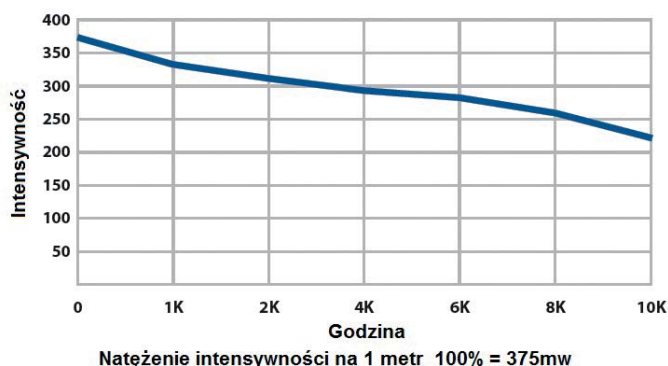
Dobór Lamp i wymiarowanie

W przypadku dezynfekcji powierzchni, bezpośrednie wystawienie na działanie UVGI może wysterylizować każdą powierzchnię w odpowiednim czasie. Energia promieniowania (dawka) dostarczona na powierzchnię chłodnicy, zależy od intensywności UV, czasu ekspozycji, oraz odległości lampy od chłodnicy. Lampy UV powinny być odpowiedni dopasowane rozmiarowo. Lampy o wyższej intensywności mogą powodować uszkodzenie wewnętrznych części AHU oraz materiałów, z których wykonany jest kanał, lampy te również nie są tak trwałe jak lampy o mniejszej intensywności. Preferowaną metodą na maksymalne wykorzystanie żywotności lamp jest używanie ich na optymalnych dla danego rodzaju intensywnościach. Średnie napromieniowanie dla typowego zastosowania na powierzchni chłodnicy powinno oscylować wokół 100-1,000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, w zależności od rodzaju drobnoustrojów, które mają być dezaktywowane oraz czynników takich jak temperatura, prędkość powietrza oraz wilgotność.

System Fresh-Aire UV® UVGI

Klasyfikacja żywotności lampy została ustalona gdy jej intensywność spadła do 70% jej wyjściowej intensywności. Większość lamp posiada żywotność jednego roku lub 10,000 godzin ciągłej pracy. Klasyfikacja lamp ustalana jest przy pomocy odczytów z fotosensora, pomiary te pobrane są w odległości dokładnie jednego metra od środkowego punktu lampy.

TUVCL-100HO Amortyzacja lamp



Umiejscowienie Lamp

W przypadku dezynfekcji powietrza, ułożenie lamp UV jest kwestią kluczową. Lampy powinny zostać ustawione na obszarze systemu uzdatniania powietrza, który umożliwi drożne naświetlanie UV, tak że działanie UV wejdzie w kontakt z całym powietrzem.

Dla chłodnicy idealnym miejscem na umieszczenie lampy jest dolna część chłodnicy, przed wentylatorem. Lokalizacja ta jest preferowana ponieważ ta część systemu zazwyczaj jest najwilgotniejsza i ma więcej miejsca na ułożenie lamp. Ponadto, ta lokalizacja zapobiega degradacji materiałów takich jak filtry powietrza pod wpływem działania światła UV. Jako dodatkowy bonus można uznać to, że lampy UV mogą pomóc w utrzymaniu przewodów i zwojów wolnymi od narośli takich jak pleśń, glony czy osady, które lubią pojawiać się w tych obszarach. Należy pamiętać, że źródło światła musi być niezależne od źródła energii, a lampa UV oraz przewody zasilające muszą być wodoodporne, aby zapobiec ewentualnemu zwarceniu.

Lampy umiejscowione ukośnie do strumienia powietrza zazwyczaj przynoszą lepsze rezultaty niż lampy umiejscowione równolegle do strumienia. Lampy z przepływem krzyżowym mogą być ukierunkowane pionowo, poziomo, bądź skośnie w każdym przypadku przyniosą takie same rezultaty. Ważnym również jest, aby umieścić lampy w takiej konfiguracji, która wyeliminuje lub zminimalizuje stratę promieniowania UV. Preferowaną metodą montażu lamp UV jest wsparcie ich przy pomocy wsporników montowanych na samym końcu, co pozwoli na pełną

(360 stopni) dystrybucję światła. Lampy oraz stojaki do lamp zazwyczaj montowane są symetrycznie wewnątrz kanału wentylacyjnego. Jeśli to możliwe, umiejscowienie grupy lamp powinno być zgodne z poniższymi wytycznymi:

- Maksymalne przesunięcie środka do środka - 30 cali
- Maksymalny rozstaw od końca do końca - 12 cali
- Maksymalna odległość od kanału lub krawędzi powierzchni- 18 cali
- Odległość do ściany chłodnicy- 12 cali
- Dłuższe lampy mogą częściowo się pokrywać ze sobą lub pochyłać się na ukos aby dopasować się do wymiarów kanału

Szkło w lampach UV

Szkło używane do produkcji bakteriobójczych lamp UV możemy podzielić na dwie kategorie: miękki i twardy kwarc. Kwarc miękki jest produkowany metodą podobną do tworzenia lamp fluorescencyjnych oraz innych typów zwykłego, powszechnego szkła. Używa się do tego również podobnych materiałów. Miękki kwarc jest powszechnie używany w bakteriobójczych lampach UV, jednakże jest to materiał nietrwały, należy pamiętać o tym by nie dotykać powierzchni szkła, ponieważ może to prowadzić do przedwczesnego popsucia się lampy. Kwarc twardy jest używany do produkcji lamp bakteriobójczych wyższej jakości. Jest wytwarzany w znacznie większej temperaturze, jest bardziej wytrzymały i czystszy niż wersja miękka.

Zasilanie

Źródło zasilania jest istotnym komponentem do optymalnego i poprawnego działania systemu światła UV. Statecznik zapewnia wysokie napięcie początkowe aby wytworzyć początkowy łuk elektryczny, a następnie ograniczać i kontrolować aktualny przepływ przez lampę UV. Stateczniki mogą być zarówno magnetyczne jak i elektroniczne.

System Fresh-Aire UV® UVGI

Stateczniki magnetyczne tworzą indukcyjne „kopnięcie” z napięciem wystarczającym do załączenia lampy. Pomijając fakt bycia dużymi, ciężkimi i głośnymi, stateczniki magnetyczne dodatkowo drastycznie zmniejszą żywotność nawet najlepszej jakościowo lampy UV.

Statecznik elektroniczny jest półprzewodnikowym źródłem zasilania o wysokiej częstotliwości zmian, który zwiększa wydajność lamp o niskim napięciu o 20 %. Ponadto, może on pracować jednocześnie z kilkoma lampami. Źródło zasilania może być wyposażone w automatyczne wykrywanie napięcia o mocy 120-277 VAC, 50/60Hz czy też czujnik wykrycia końca ochrony lampy.

Takie źródła zasilania mogą posiadać dwa różne typy progów mocy wyjściowej: standardowe wyjście (425mA) lub wysokie wyjście (dwa zakresy-850mA i 1200 mA). Optymalnym i zalecanym zasilaniem jest to o wyjściu wysokim- 1200 mA.

Okładzina Kanału Powietrza

Wzrost odbijalności światła UV wewnątrz kanału wentylacyjnego usprawni działanie UVGI poprzez odbicie promieniowania UVC z powrotem do kanału. Okładzina ścian kanału wentylacyjnego z materiałem odbijającym na powierzchni lamp może zwiększyć dawkę UVC dwu lub nawet trzykrotnie dzięki lustrzanym odbiciom na każdej z lamp.

Ponieważ nowe przewody rurowe ocynkowane przyczyniają się dodatkowo do 57% energii odbitej, przewidywane średnie natężenie promieniowania byłoby 1,57 razy większe niż obliczone bezpośrednio napromieniowanie. Naturalnie, brudne ściany kanałów zmniejszą wkład odzwierciedlenia UVC. Odbijalne światło UV może być rozproszone, jak w przypadku galwanizowanej stali (do 5x), pół-rozproszone jak w przypadku folii aluminiowej (do 2x) lub lustrzane jak w przypadku powierzchni typu lustro (do 3x).

Materiał Kanału	UV Odbijalność
Aluminium	80%
Tlenek magnezu	77%
Aluminium błyszczące	75%
Aluminiowa folia	73%
Aluminiowa farba	65%
Gips	58%
Kanał ocynkowany na gładko	57%
Kanał ocynkowany na surowo	53%
Aluminium nieoczyszczone	50%
Stal chromowana	39%
Stal nierdzewna	28%
Biały papier	25%
Biała emalia	9%
Biała olejna	8%

Filtracja

Filtracja powietrza zwiększa wskaźnik pozbycia się większych drobnoustrojów, takich jak Zarodniki. Będzie także chronić lampy przed zbieraniem się kurzu i śmieci. Skala MERV używana jest do oceny wydajności filtra, czyli tego jak dobrze wyłapuje i zatrzymuje on brud i kurz. Rekomendowanym filtrem do systemu UVGI jest MERV 8-11.

Celem filtra cząstek HEPA są alergeny i patogeny. Filtry HEPA są urządzeniami oczyszczającymi powietrze o skuteczności 99,97% w przypadku cząstek których średnica wynosi mniej lub równo 0.3 mikrona. Filtry powietrza MERV o mniejszej wydajności są tańsze i pozwalają na większy przepływ powietrza, ponieważ wykazują mniejszy opór na strumień powietrza.

Obsługa

Systemy UVGI znacznie ułatwiają utrzymanie urządzeń wentylacyjnych, zwłaszcza chłodziw w czystości. Jednakże pył i wiek światła łączą się natężenie promieniowania UV zmniejsza się o 20% lub więcej. Z tego powodu ważne jest, aby wykonywać czynności konserwacyjne.



Okresowa kontrola wzrokowa układu UVGI powinna być zaplanowana. Po instalacji i okresowo monitorować wyjście UV lamp za pomocą kalibrowanego radiometru laboratoryjnego.

Ścisłe reżimy wymiany filtra należy przestrzegać. Filtry mogą się zatkać, powodując uszkodzenie systemu lub pozostawiając zanieczyszczenia w wilgotnych elementach przestrzeni urządzenia, gdzie mogą rozwijać bakterie.

Lampy UVC powinna zostać zastąpiona pod koniec okresu eksploatacji - 1 lub 2 lata w zależności od modelu.

Ważne jest, aby przewód w sąsiedztwie światła był czysty, jak to możliwe, w ścianie kanału ponieważ zanieczyszczenia zmniejszają odbicia UV średniego natężenia promieniowania w kanale.

Oczyść wszystkie urządzenia w otoczeniu wymiany lampy w oparciu o harmonogram.

Bezpieczeństwo

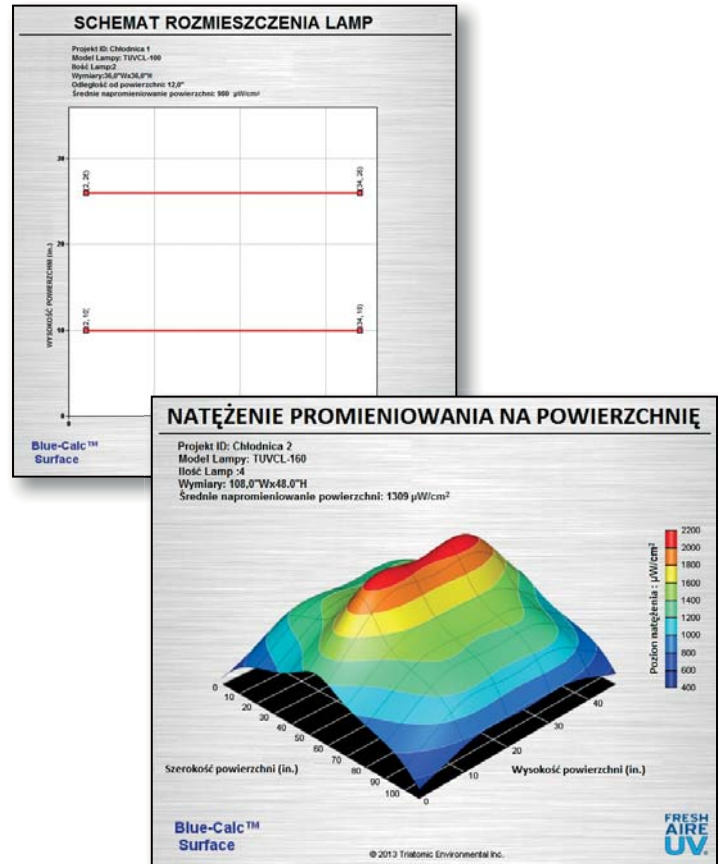
Narażenie człowieka światłem UVC może spowodować uszkodzenie oka (rogówki), uszkodzenia skóry (oparzenie słoneczne). Podczas gdy te skutki są głównie tymczasowe, wciąż mogą być bardzo bolesne. Większość materiałów, w tym szkło, plastik, tłumią promieniowanie UVC. Personel techniczny należy aby nosił odzież ochronną, Okulary i rękawice gdy ma do czynienia z zadaniami lamp UVC.

Dodatkowe względy bezpieczeństwa UVC :

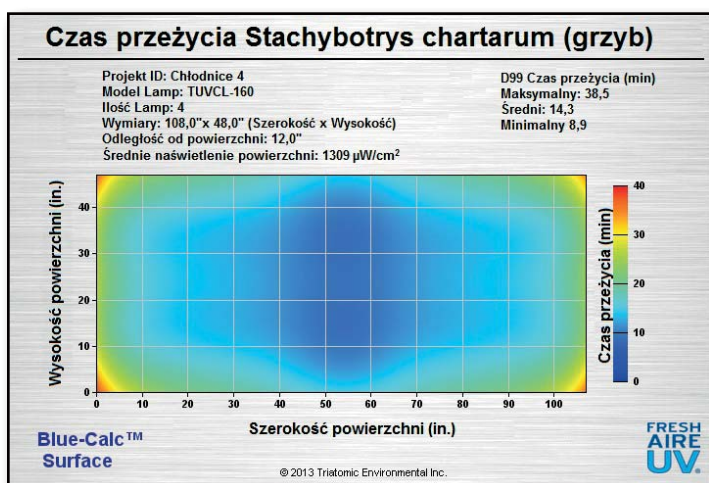
- Zużyta lampę, utylizować zgodnie z przepisami dotyczącymi zawartości rtęci.
- Kanały wentylacyjne powinny być całkowicie zamknięte, aby zapobiec wydostawaniu się promieni UV.
- Wszystkie drzwi wejściowe i panele powinny mieć etykiety ostrzegawcze umieszczone na zewnątrz w widocznym miejscu.
- Powinny być zainstalowane blokady tak, że otwarcie dowolnych drzwi do komory lampy UV wyłączy lampy.
- Komora lampy UV powinna mieć wystarczająco dużą rzutnię dla obsługi UV aby można kontrolować z pewnej odległości na zewnątrz komory.
- Wykonywać edukację pracowników instalacji i konserwacji urządzeń oraz o zagrożeniach bezpiecznych praktyk.

Blue-Calc™ program doboru i analizy

Fresh-Aire UV® oferuje Blue-Calc system do projektowania światła UVC. Oprogramowanie dla inżynierów HVAC i instalatorów. Unikalny serwis internetowy Blue-Calc wykonuje obliczenia dla powietrza i chłodziw. Generuje szczegółowy schemat i wykres graficzny do tworzenia prezentacji dla właściciela instalacji.



Dostępny na www.freshaireuv.eu, formularz online Blue-Calc skłania inżynierów i wykonawców, aby wprowadzić parametry konstrukcyjne każdego projektu rozmiaru systemu HVAC. Program zapewnia użytkownikom dobór, konfigurację montażową, typ i rozmieszczenie lamp. Projektowanie i analiza wyników dostarczy inżynierom HVAC informacji na zoptymalizowanie i dostosowanie do ich systemu UV. Na wczesnym etapie procesu projektowania. Blue-Calc zapewnia konfigurację światła UV które będzie skuteczne dla optymalnej dezynfekcji drobnoustrojów.



czasochłonne i kosztowne przedsięwzięcie. Na szczęście, systemy UVGI matematycznie modelować otrzymując dość dokładne wyniki. Na podstawie parametrów konfiguracyjnych systemu i lampy, modele oprogramowanie UV pola promieniowania i określa mikrobów stawki i czasy inaktywacji.

Natężenie oświetlenia w $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ w dowolnym punkcie w kanale jest matematycznie określone za pomocą współczynnika konfiguracji, gdy lampa jest cylindryczna. Ten model jest używany przez oprogramowanie Blue-Calc i opisywany w podręcznikach i książkach przez Władysława Kowalskiego i innych (patrz Literatura)

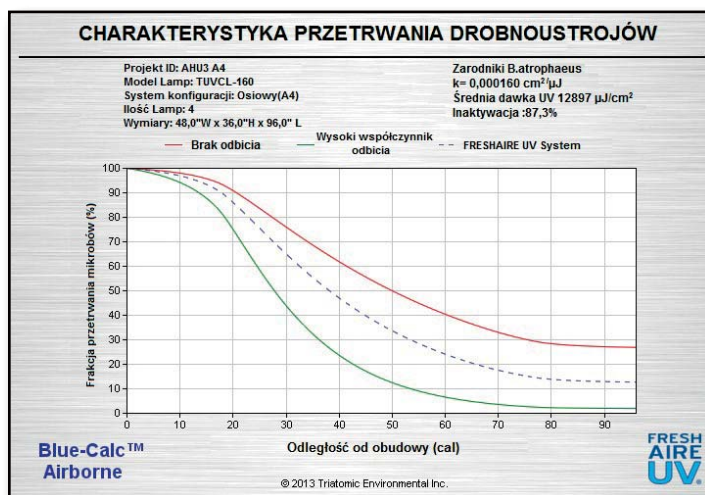
Wykonanie

Istnieją dwa narzędzia programowe, z których korzystają inżynierowie Fresh-Aire UV® UVGI. Do zastosowań wentylacyjnych, program Blue-Calc Airborne przeanalizuje dezynfekcję kanałów wentylacyjnych, zaś program Surface Blue-Calc przeanalizuje dezynfekcję chłodnicy. Parametry pracy są wprowadzane za pomocą formularza on-line, a wyniki są odsyłane w formie streszczenia otrzymanych wyników, wykresów i diagramów.

Program Blue-Calc Airborne automatycznie ustawi określone lampy w kanale wentylacyjnym, a program Surface Blue-Calc automatycznie określi liczbę lamp potrzebnych do pokrycia powierzchni chłodnic i ich lokalizację.

Modelowane programowanie dezynfekcji

SoftOprogramowanie jest oparte na modelowaniu matematycznym procesu dezynfekcji promieniowaniem UV zapoczątkowanym przez naukowców z branży takich jak Władysław Kowalski i organizacji branżowych takich jak Amerykańskie Towarzystwo Ogrzewania, Chłodzenia i Inżynierów Klimatyzacji (ASHRAE - American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers) oraz Instytutu Klimatyzacji i technologii chłodnictwa (ARTI - Air Conditioning and Refrigeration Technology Institute). Podczas gdy rzeczywiste testowanie konfiguracji UVGI i drobnoustrojów jest wysoce pożądane, w rzeczywistości jest to bardzo trudne,



Populacja mikrobiologiczna ulegnie rozpadowi w trakcie ekspozycji na promienie UVC. Poziomy w których zanik populacji jest gatunkowo zależny i charakteryzowany matematycznie przez stały poziom UV lub współczynnik k (nachylenie krzywej rozpadu). Wysokie wartości k, oznaczają poziom szybkiej dezynfekcji. Niskie wartości, oznaczają większą odporność na UVC. Podatność drobnoustrojów na promieniowanie UV waha się w szerokich granicach; wartości k różnią się o kilka rzędów wielkości dla różnych gatunków. Przez wiele lat doświadczeń naukowych stałe poziomy UV zostały zmierzone dla wielu bakterii, wirusów i grzybów. Dane zostały podsumowane w formie tabelarycznej i opublikowane w książkach i literaturze przez Władysława Kowalskiego i innych.

System Fresh-Aire UV® UVGI

Skuteczność eliminacji drobnoustrojów zależy od dawkowania UV jaki organizm odbiera. Dawkowanie zależy od intensywności i czasu ekspozycji na promieniowanie UV. Dawka, która wytwarza 90% dezynfekcji (10% przeżycia) opisana jest skrótem D90. Podobnie, dawka, która powoduje 99% dezynfekcji (1% przeżycia) jest opisana jako D99.

Niektóre gatunki drobnoustrojów podczas ekspozycji na UVC wyglądają jakby były dwoma oddzielnymi populacjami: w jednej, większość populacji zanika szybko, a w drugiej niewielka część wykazuje odporność na rozpad. Jest to tzw dwustopniowa krzywa rozpadu, która jest matematycznie modelowana przy użyciu dwóch różnych stałych szybkości.

Inne drobnoustroje mogą wykazywać opóźnioną reakcję na początkową niską dawkę UV. Jest to tzw „shoulder effect”..

Dla bakterii i wirusów, „shoulder effect” jest znikomy w modelowaniu poziomów dezaktywacji w D90 lub wyższych dawkach.

Współczynnik odbicia w otocze przewodu zastosowanego w kanale wentylacyjnym jest zmienną braną pod uwagę w modelu jako coś co podniesie średnią wartość promieniowania w obszarze o 2-3 razy.

Wpływ wilgotności, temperatury powietrza, fotoreaktywności, mieszanie powietrza i skutki chłodzenia lamp nie są uwzględnione w modelu. Procesy te w chwili obecnej nie mogą być całkowicie i dokładnie modelowane. Są to zmienne drugiego rzędu, które mogą być pomijane dla większości warunków pracy. Lampy powinny być rozbudowane w celu uwzględnienia tych wpływów, gdy wilgotność względna przekracza 65% w systemie UVGI lub inne warunki pracy wychodzą poza granice projektowania.

Skutki wielokrotnej ekspozycji w systemy recyrkulacji powietrza są kumulatywne. Oprogramowanie Blue-Calc nie wylicza tych skutków, a co za tym idzie wyniki analizy są przestarzałe do takich zastosowań.

Słownik skrótów

AHU	Centrala Wentylacyjna.
Alergen	Substancje powodujące reakcje alergiczne np.pyłki.
Bakteria	Małutkie, jednokomórkowe formy życia powodujące wiele chorób i infekcji.
Biofilm	Bardzo cienka warstwa organizmów mikroskopijnych pokrywająca powierzchnie jakiegoś przedmiotu.
Dezynfekcja	Redukcja liczby drobnoustrojów, w przeciwieństwie do sterylizacji, która jest całkowitym wyeliminowaniem populacji.
Dawka UV	Wartość oznaczająca ilość promieniowania UV, jaką obiekt otrzymuje. Jest to funkcja natężenia promieniowania pomnożona przez czas ekspozycji wyrażona w jednostkach J/m ² .
D90, D99	Dawka promieniowania UVC która powoduje 90% (99%) dezynfekcję.
Blue-Calc Airborne	Oprogramowanie służące do projektowania i analizy rozwiązań sposobu dezynfekcji powietrza kanałach wentylacji.
Blue-Calc Surface	Oprogramowanie służące do projektowania i analizy rozwiązań sposobu dezynfekcji powierzchni dostosowane.
Gęstość strumienia cząstek	Inny termin oznaczający dawkę promieniowania UV wyrażona w jednostkach J/m ² .
Oczyszczanie w stanie gazowym	Strumień powietrza jest kierowany przez węgiel aktywowany, który jest porowatym materiałem o zdolności do absorbowania lotnych związków organicznych.
HEPA	High Efficiency Particulate Arrestor – Wysokiej wydajności filtr cząstek, zdolny do wylapywania i zatrzymywania co najmniej 99,97% cząstek większych niż 0,3 mikrona, które znajdują się w powietrzu.
IAQ	Jakość powietrza wewnątrz pomieszczeń.
IAQP	Procedura dot. Jakości powietrza w pomieszczeniach (Indoor Air Quality Procedure) – procedura projektowa ma na celu zneutralizowanie zapachów oraz czynników drażniących w przestrzeni wewnątrz pomieszczeń, wymaga ona obliczeń prędkości przepływów powietrza na zewnątrz w oparciu o analizę źródeł zanieczyszczeń, celów koncentracyjnych oraz postrzeganych celów w zakresie jakości powietrza.
MERV	Minimalna wartość odnotowanej efektywności, wydajność filtra ASHRAE oscyluje w granicach 0.3-10.0 mikrona.
Mikroby	Mikroorganizmy tj. bakterie, wirusy czy grzyby wywołujące chorobę.
Pleśń	Każdy rodzaj grzybów których grzybnia rozwija się na powierzchni substancji organicznych.

Patogen	Rodzaj mikrobu powodujący infekcje u ludzi i zwierząt.
PCO	Utlenianie fotokatalityczne – chemiczna reakcja rozpoczynająca się wtedy gdy światło UV świeci na filtr węglowy pokryty tlenkiem tytanu, który skutecznie utlenia (lub spala) pochłonięte drobnoustroje i zanieczyszczenia (LZO) rozbijając je na nieszkodliwy dwutlenek węgla i cząsteczki wody.
Foto-reaktywacja	Naturalny proces naprawy uszkodzonego DNA bakterii pod wpływem światła UV z użyciem enzymu, który wymaga światła widzialnego. Proces ten nie występuje w wirusach i zarodnikach.
Oczyszczanie	Proces poprawy jakości powietrza poprzez zmniejszenie stężenia bakterii i zanieczyszczeń
Zarodniki	Uśpione formy, które przyjmują niektóre bakterie, umożliwiające im przetrwanie w wysokich temperaturach, suszy i w sytuacjach braku pożywienia przez długie okresy czasu.
UVGI	Ultraviolet Germicidal Irradiation – Ultrafioletowe Bakteriobójcze Napromieniowanie – metoda dezynfekcji wykorzystująca promieniowanie UV o długości fal wystarczająco krótkich do zabicia mikroorganizmów.
Stała przeżywalność UV	Wartość k – prędkość z jaką populacja mikrobiologiczna zanika pod działaniem UV.
Wegetacja mikroorganizmów	Okres wzrostu i rozwoju mikroorganizmów gdzie składniki odżywcze są dostępne. Gdy składniki odżywcze zostaną wyczerpane, zarodniki się uwalniają.
Wirus	Drobiazgowy pasożytniczy mikroorganizm znacznie mniejszy od bakterii.
Metoda współczynnika konfiguracji	Wyrażenia algebraiczne, które obliczają ilość promieniowania rozproszonego transmitowanego z jednej powierzchni na drugą. W zastosowaniu UVGI wyrażenie oblicza działanie promieniowania UV (w uW / cm ²), które opuszcza budowę cylindryczną i dociera na określonym obszarze w określonej odległości od lampy
VOC--Lotne zanieczyszczenia organiczne	Volatile Organic Contaminants – Lotne zanieczyszczenia organiczne organiczne związki chemiczne, których skład umożliwia nich odparować w pomieszczeniach w normalnych warunkach atmosferycznych takich jak temperaturze i ciśnieniu. Przykładami są aceton, benzen, glikol etylenowy, formaldehyd i inne. Są one powszechnie stosowane w produkcji materiałów budowlanych, przemysłowych chemikaliów, mebli, sprzętu biurowego i gdzie indziej.
VRP	Ventilation Rate Procedure – Procedura Oceny Wentylacji – procedura projektowania przeznaczona do pochłaniania zapachów z przestrzeni wewnętrznej.
Drożdże	Pojedyncza komórka grzyba. Drożdże rozmnażają się przez podział. Zdolne są do fermentacji węglowodanów.

Literatura

Tłumaczenie - 2016 Piotr Wójcik Freshaire UV Poland

ARTI, 2002, Określenie skuteczności lamp UV zainstalowanych w przewodach obiegu powietrza - raport końcowy

ASHRAE, 2011, Leczenie powietrza i powierzchni Ultrafioletem

Construction Canada, Chris Willette, 2012, Oszczędność energii poprzez filtrację powietrza

Kowalski, Władysław, 2009, Podręcznik Bakteriobójcze Promieniowanie Ultrafiolet – UVGI do dezynfekcji powierzchni i powietrza

Kowalski, Władysław, 2011, UVGI do Dezynfekcji chłodziń, Powietrza oraz Infekcji Szpitalnych

Kowalski, W.J., Bahnfleth W.P., i Mistrick, R.G. , 2005, Wzór odbicia dla UGVI System Dezynfekcja powietrza

Koninklijke Philips Electronics N.V., 2006, Informacje o zastosowaniu Światła Ultrafioletowego do Oczyszczania

Dzisiejsza klimatyzacja, 2012, Chris Willette, UV Światło: Utrzymuj swoją centralę wentylacyjną w czystości & Twoja Zielona Linia

