

KOMUNIKAT nr 3**Zmniejszenie zagrożenia COVID-19 przez zastosowanie promieniowania nadfioletowego**

Zgodnie z doniesieniami naukowymi [1-7] oraz oświadczeniem Narodowej Komisji Zdrowia w Chinach [8], koronawirus SARS-CoV-2 jest wrażliwy na promieniowanie nadfioletowe, zwłaszcza z zakresu UVC (200 - 280 nm). Zatem, podobnie jak inne bakterie i wirusy, może on być efektywnie eliminowany poprzez zastosowanie lamp bakteriobójczych.

Należy jednak pamiętać, że promieniowanie lamp bakteriobójczych (UVC) jest szkodliwe dla zdrowia człowieka, szczególnie narażona jest skóra i oczy. W związku z tym, ustanowione są wartości graniczne ekspozycji tzw. maksymalne dopuszczalne ekspozycje (MDE) na promieniowanie UV (zawarte w Rozporządzeniu Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy). W ciągu zmiany roboczej (bez względu na czas jej trwania) skuteczne aktywnie napromienienie promieniowaniem UV (dawka aktywna) nie może przekraczać wartości 30 J/m².

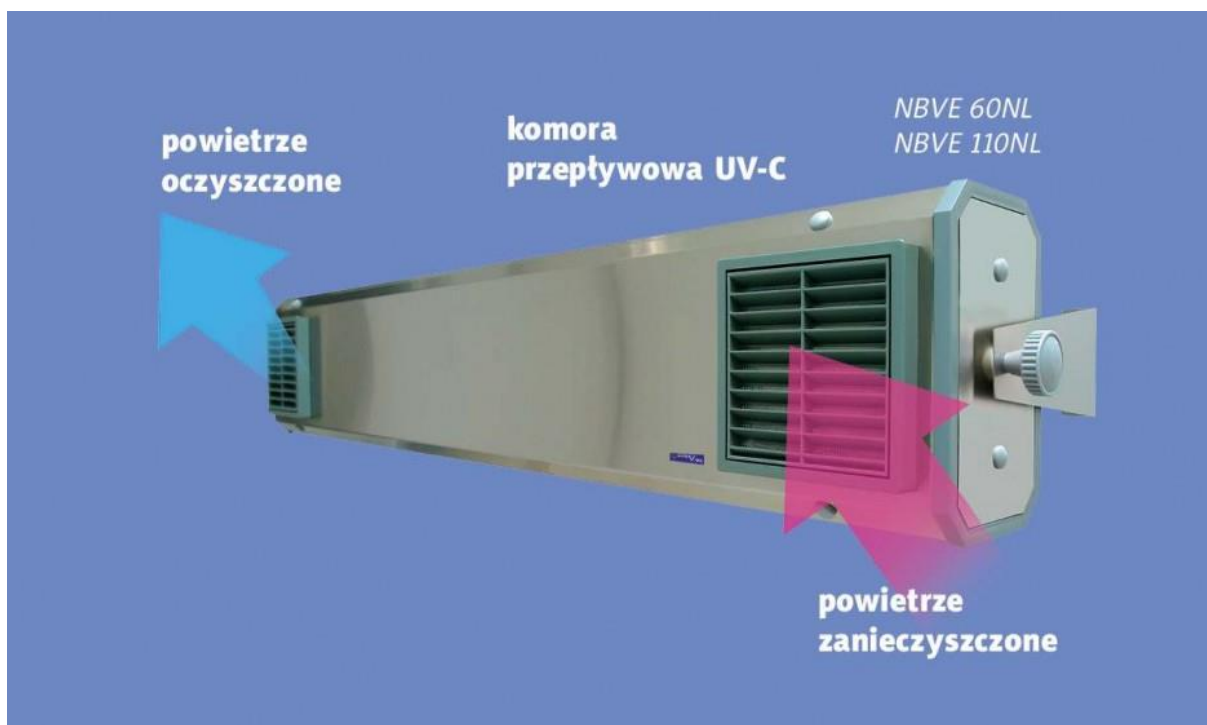
W jaki sposób dezynfekować pomieszczenia promieniowaniem UVC?

Zgodnie z najnowszymi doniesieniami skuteczna dezynfekcja powierzchni i pomieszczeń może być osiągnięta poprzez zastosowanie naświetlania bezpośrednim promieniowaniem nadfioletowym z zakresu UVC lub poprzez przepływową dezynfekcję promieniowaniem UVC.

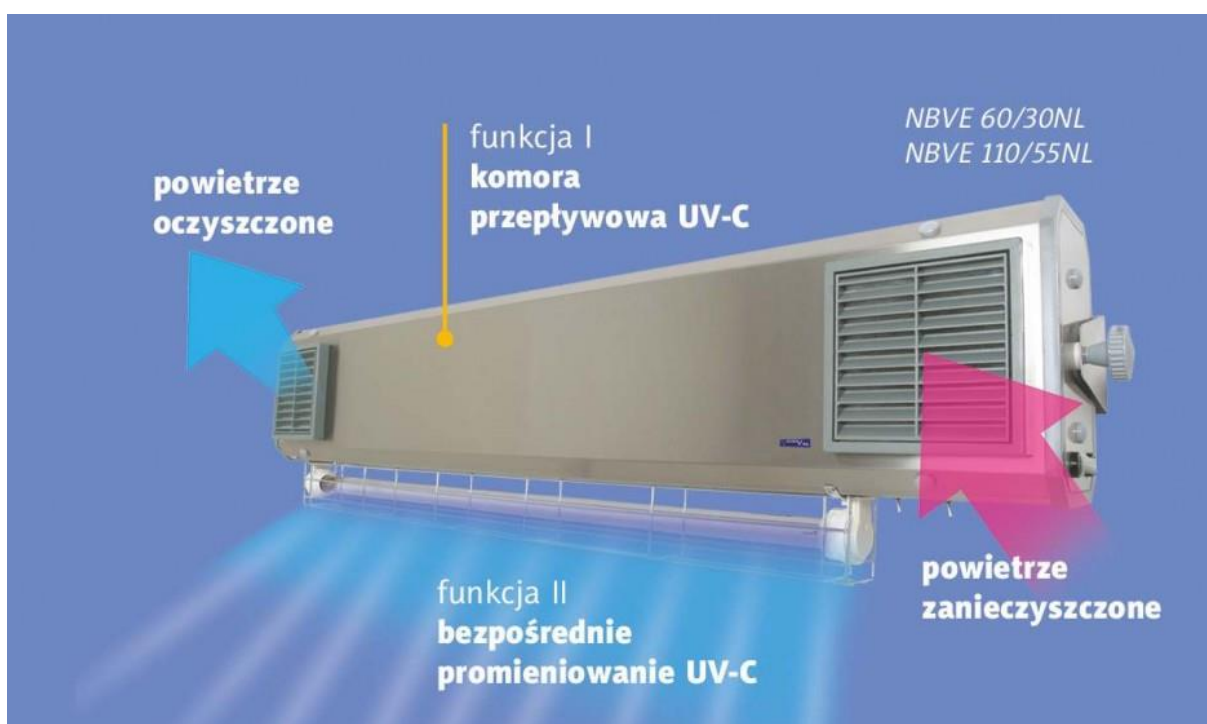
Rozwiązaniem bezpieczniejszym dla ludzi jest zastosowanie opraw bakteriobójczych z funkcją wymuszonego przepływu powietrza. W tych oprawach dezynfekcja powietrza odbywa się w zamkniętej obudowie znacznie ograniczającej przenikanie promieniowania UVC na zewnątrz oprawy, dzięki czemu podczas procesu dezynfekcji osoby przebywające w pomieszczeniu nie są narażone na oddziaływanie promieniowania UVC.

Tego typu oprawy bakteriobójcze występują w dwóch podstawowych wariantach: jednofunkcyjnym: tylko przepływowa dezynfekcja powietrza (rys. 1a) lub

dwufunkcyjnym z dodatkową funkcją dezynfekcji bezpośredniej tzn. z dodatkowymi promiennikami UVC zamontowanymi na zewnątrz oprawy (rys. 1b).



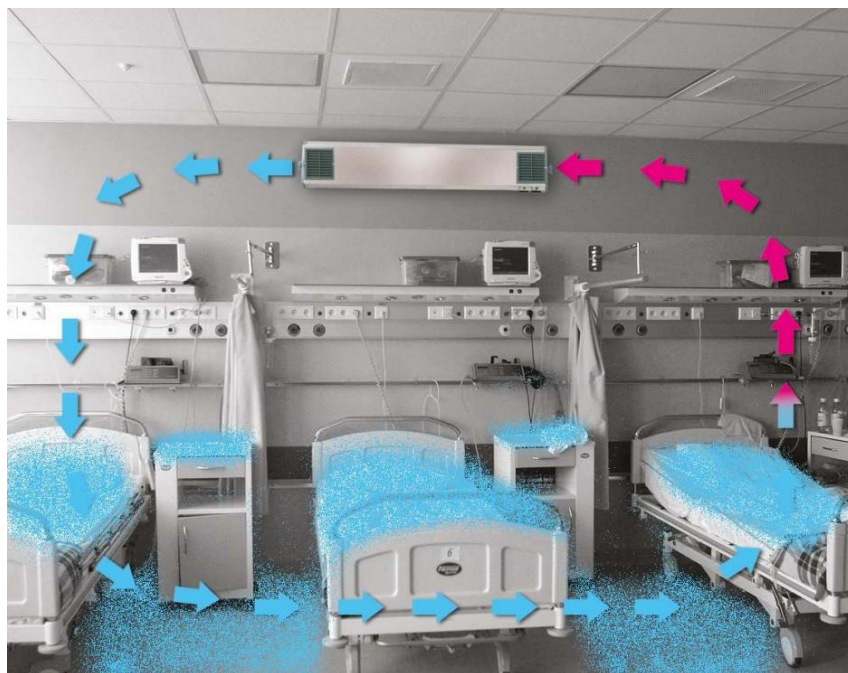
a)



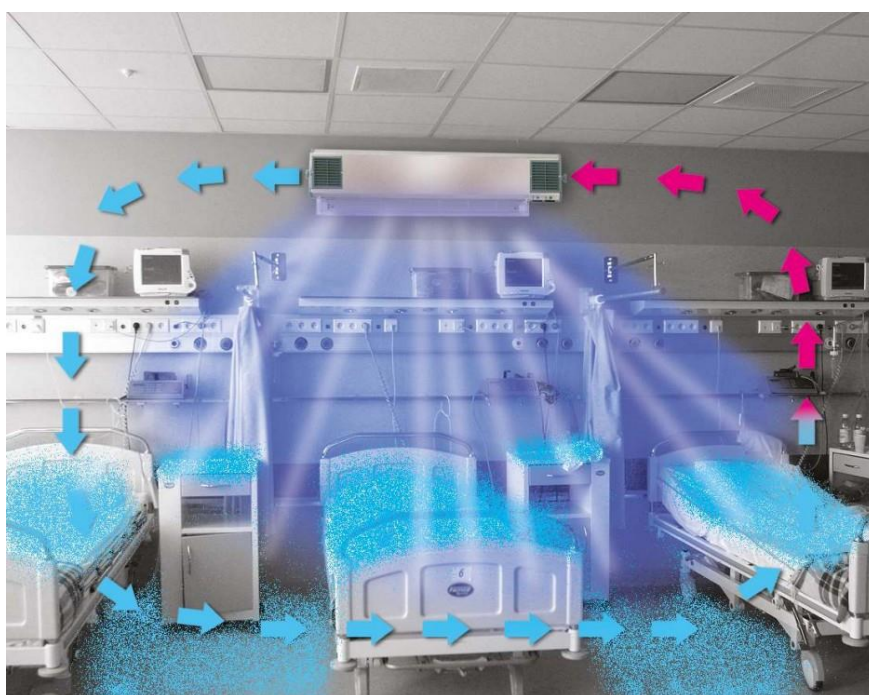
b)

Rys. 1. Oprawa bakteriobójcza a) wersja jednofunkcyjna, b) wersja dwufunkcyjna [12]

Zasada działania takiej oprawy przedstawiona jest na rys. 2 a i 2 b.



a)



b

Rys. 2. Zasada działania oprawy bakteriobójczej a) wersja jednofunkcyjna, b) wersja dwufunkcyjna [12]

W obecnej sytuacji zagrożenia koronawirusem wydaje się najlepszym rozwiązaniem stosowanie opraw bakteriobójczych w wariantcie jednofunkcyjnym (tzn. z wymuszonym

przepływem powietrza). Oprawy takie mogą być umieszczone na suficie, ścianie lub mocowane na ruchomym (mobilnym) statywie (rys. 3). Z tego względu możliwe jest ich stosowanie zarówno w pomieszczeniach pracy, w poczekalniach, korytarzach itp. Należy jednak pamiętać, że wydajność jednej oprawy (w zależności od jej mocy) wynosi od ok.100 do 200 m³/h.

Należy jednak pamiętać, że oprawy bakteriobójcze zaleca się stosować tylko w środowisku pracy czy w obiektach użyteczności publicznej i pod ścisłą kontrolą osób odpowiedzialnych za ich nadzór. Konieczne jest po ich zastosowaniu odpowiednie wietrzenie pomieszczeń, ze względu na wytwarzany w powietrzu ozon, który jest szkodliwy dla zdrowia.

Nie należy stosować opraw bakteriobójczych w domach.



Rys. 3. Przykładowa oprawa bakteriobójcza w wersji mobilnej [12]

Więcej informacji o sposobach dezynfekcji powierzchni i powietrza promieniowaniem UVC można znaleźć w publikacjach [6, 7].

Jakie dawki promieniowania UVC stosować do dezynfekcji powierzchni i powietrza?

Nie ma aktualnie zgodności, co do stosowanych dawek promieniowania skutecznych w dezaktywacji wirusa SARS-CoV-2. Poniżej przedstawiono aktualnie dostępne dane.

Narodowa Komisja Zdrowia w Chinach, jako jedna z pierwszych instytucji, opracowała zalecenia dotyczące naświetlania promieniowaniem UVC w celu dezaktywacji wirusa SARS-CoV-2. Zalecenia te opublikowano 4 marca 2020 r. w magazynie China Daily [9]. Zgodnie z nimi, na powierzchni oddalonej o 1 m od źródła promieniowania UVC powinno występować natężenie napromienienia o wartości powyżej $1,5 \text{ W/m}^2$, a czas naświetlania powinien wynosić, co najmniej 30 minut. W ten sposób obiekty znajdujące się w obszarze do 1 m od źródła powinny być skutecznie zdezynfekowane. Oznacza to, że niezbędna dawka do eliminacji tych patogenów wynosi, co najmniej $2\,700 \text{ J/m}^2$. Jeśli jest to dezynfekcja promieniowaniem UVC o długości fali 254 nm (czyli występującym w powszechnie stosowanych świetłówkach bakteriobójczych), to wartość skutecznego aktywnie napromienienia promieniowaniem UV (wyznaczanego do celu oceny zagrożenia zdrowia człowieka) wynosi wówczas $1\,350 \text{ J/m}^2$ co jest równoznaczne z 45-krotnym przekroczeniem wartości MDE wynoszącej 30 J/m^2 .

Natomiast w publikacji Międzynarodowego Stowarzyszenia ds. Promieniowania Nadfioletowego (IUVA) [3] zaleca się znacznie większe dawki do 99,9% dezaktywacji tego wirusa w warunkach rzeczywistego środowiska życia i pracy, i są one rzędu $10\,000 - 30\,000 \text{ J/m}^2$. W tym przypadku przekroczenie wartości MDE wynosi od 167 do 500 krotności wartości 30 J/m^2 (przy stosowaniu świetłówkowych lamp bakteriobójczych).

W związku z tym człowiek nie może przebywać w pomieszczeniu dezynfekowanym bezpośrednim promieniowaniem UVC.

Dlaczego zalecane dawki promieniowania UVC są tak wysokie skoro w literaturze [3, 10] podawane są też dużo niższe dawki ($20 \text{ J/m}^2 - 200 \text{ J/m}^2$)?

Niższe dawki promieniowania UVC odnoszą się do działania bakteriobójczego wykazanego w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Natomiast skuteczność promieniowania UVC w warunkach rzeczywistego środowiska jest znacznie mniejsza i zależy, oprócz czasu ekspozycji, od możliwości dotarcia tego promieniowania do wirusów znajdujących się w różnych odległościach od źródła zarówno w powietrzu jak i na powierzchniach. Ponadto utrudnione jest dotarcie tego promieniowania np. do szczelin czy zagłębień w powierzchniach oraz do powierzchni przesłanianych przez inne obiekty. Stąd zalecane dawki UVC są nawet 150-krotnie wyższe od tych stosowanych w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych.

Jakie dawki UVC należy stosować do sterylizacji masek ochronnych?

Do sterylizacji masek chirurgicznych w odniesieniu do dezaktywacji wirusa SARS-CoV-2, zaleca się dawkę UVC wynoszącą, co najmniej $10\,000 \text{ J/m}^2$, co powinno gwarantować 99,9% dezaktywacji wirusa [5]. Wartość tę można aktualnie przyjąć do sterylizacji masek ochronnych wielokrotnego użytku. Należy zwrócić uwagę, że naświetlanie w tym przypadku jest w dużo mniejszej odległości od źródła UVC i stosuje się znacznie

mniejsze natężenia napromienienia, rzędu 0,641 W/m², przy czasie naświetlania znacznie dłuższym, bo 4,3 godziny.

Należy wziąć pod uwagę fakt, że w zależności od materiału dezynfekowanego mogą być skuteczne dezaktywacja wirusa SARS-CoV-2 może wymagać różnych dawek UVC. Istotne są również stosowane wartości natężenia napromienienia. Stosując zbyt wysokie wartości natężenia napromienienia można doprowadzić np. do szybkiej degeneracji czy uszkodzenia naświetlanego materiału.

Więcej informacji na temat dezynfekcji środków ochrony indywidualnej można znaleźć w publikacjach [4, 5].

Bibliografia:

1. Kowalski W. J., Walsh T.J., Paetrakis V. *2020 COVID-19 Coronavirus Ultraviolet Susceptibility*. (March 2020). Technical report. Report number: COVID-19_UV_V20200312, DOI: 10.13140/RG.2.2.22803.22566
2. International Ultraviolet Association (IUVA) *UV disinfection for COVID-19*. <http://iuva.org/iuva-covid-19-faq> [21.05.2020]
3. *Ultraviolet devices (UVDI). Effectiveness of UVC Light to Mitigate Coronavirus (COVID-19)* https://www.uvdi.com/wp-content/uploads/2020/03/News-Release-Mar2020_MKTFM-453-Rev-A-1.pdf [21.05.2020]
4. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), *Decontamination and Reuse of Filtering Facepiece Respirators*, April 29, 2020. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/ppe-strategy/decontamination-reuse-respirators.html> [21.05.2020]
5. Card KJ, Croizer D., Dhawan A., Dinh M., Dolson E., Farrokhian N., i. in. *UV Sterilization of Personal Protective Equipment with Idle Laboratory Biosafety Cabinets During the Covid-19 Pandemic*. medRxiv - preprint server for Health Sciences : April 15, 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.03.25.20043489>
6. Kowalski W. *Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook. UVGI for air and surface disinfection*. Springer, Berlin, 2009. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-01999-9> [21.05.2020]
7. Rozenberg Y. Lowenthal A. *Can We Use Adenovirus Validated Ultraviolet Systems for Inactivation of SARS-CoV-2, The Virus That Causes COVID-19?* https://atlantium.com/uploads/1/2/8/7/128775896/adenovirus_validated_ultraviolet_systems_for_inactivation_of_sars-cov-2_032020.pdf [21.05.2020]
8. *Protocol on Prevention and Control of Novel Coronavirus Pneumonia*, Edition 6, March 7, 2020, National Health Commission,

- <https://www.chinadaily.com.cn/pdf/2020/2.COVID-19.Prevention.and.Control.Protocol.V6.pdf> [21.05.2020]
9. Shiyue Z. *Can ultraviolet light kill the novel coronavirus?* ChinaDaily.com.cn
<https://www.chinadaily.com.cn/a/202003/04/WS5e5ee878a31012821727c0f4.html?fbclid=IwAR0HSVznpi6Y3xb96gVytUfIx4Vr6rLw2pQOJP3CdW6IXg3LIX8cYR1AYTw> [21.05.2020]
10. International Commission on Illumination *CIE Position Statement on Ultraviolet (UV) radiation to manage the Risk of COVID-19*
Transmission http://cie.co.at/files/CIE%20Position%20Statement%20-%20UV%20radiation%20%282020%29.pdf?utm_source=CIE+Newsletter&utm_campaign=ea16590831-CIE+2018%2C+ABSTRACT+SUBMISSION+DEADLINE+2017-11-17_&utm_medium=email&utm_term=0_e7eabc7f5b-ea16590831-18660170
[21.05.2020]
11. 2019 ASHRAE Handbook—HVAC Applications (SI), CHAPTER 62. *Ultraviolet air and surface treatment*,
https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/si_a19_ch62uvairandsurfacetreatment.pdf [21.05.2020]
12. UltraViol, Lampy Bakteriobójcze NBVE I NBV.
<https://ultraviol.pl/produkty/lampy-bakteriobojcze-nbve-i-nbv/> [21.05.2020]

Modyfikacja materiału: 21.05.2020 r.

Opracowali:

dr hab. inż. Agnieszka Wolska

mgr inż. Mariusz Wiśniewski

mgr inż. Andrzej Pawlak