

# Dezynfekcja gabinetu i pracowni w czasie epidemii koronawirusa

Dipl.-Henrik Krisch

## Streszczenie

W artykule przedstawiono różne rodzaje lamp bakteriobójczych/ wirusobójczych i ich skuteczność w procesie działania na bakterie, wirusy, grzyby, pierwotniaki i roztocza. Szczególnie zwrócono uwagę na lampy próżniowe wytwarzające ozon UV-V, który dociera do wszystkich ukrytych zakątków niedostępnych dla promieniowania bezpośredniego niszcząc drobnoustroje. Drugim ważnym rodzajem omawianych lamp bakteriobójczych są lampy bezozonowe UV-C, które pozwalają zmniejszyć czas procesu dezynfekcji. Wszystkie przedstawione w artykule zagadnienia związane z wykorzystaniem tych lamp UV są oparte na wynikach badań laboratoryjnych w różnych krajach (Niemcy, USA, Chiny, Korea Południowa, Dania) przeprowadzonych na koronawirusach SARS-CoV-2

## Słowa kluczowe:

Lampy, promieniowanie, UV, UV-V, UV-C, UV-B, UV-A, wirus, bakterie, DNA, RNA, koronawirus, coronavirus, H1N1, COVID-19, aerozol, dezynfekcja, dekontaminacja, odkażanie, ultrafiolet, epidemia.

## Wstęp

Światło ultrafioletowe od wielu lat było znane ze swoich właściwości bakteriobójczych. W ostatnich latach okazało się również skuteczne w zwalczaniu wirusów grypy oraz bakterii odpornych na antybiotyki.

W czasie zmagania z epidemią koronawirusa poszukujemy skutecznej alternatywy w miejsce stosowania ogromnej ilości rozpylanych roztworów środków dezynfekcyjnych, używanych nieustannie do spryskiwania powierzchni. Szukamy rozwiązań, które zapewnią skuteczną dezynfekcję wszystkich niedostępnych dla przecierania miejsc w gabinetach, a także dekontaminację maseczek i ubrań ochronnych (fot.1). Takim rozwiązaniem jest zastosowanie nowoczesnych lamp bakterio- i wirusobójczych, które emitują promieniowanie ultrafioletowe UV-C/UV-V.

W dalszej części artykułu zostaną przedstawione szczegółowo różne aspekty promieniowania ultrafioletowego, jego znaczenie dla zwalczania szkodliwego aerozolu powstającego w gabinecie, a także zaproponowane efektywne przenośne lampy oferowane przez firmę [uv.alfapolmed.com](http://uv.alfapolmed.com).

Sterylizacja za pomocą promieni ultrafioletowych należy do najskuteczniejszych i najprostszych metod zapewniających efektywną dekontaminację zabiegowych fartuchów, przyłbic i maseczek.

Lampy UV są nie tylko nieocenioną pomocą w codziennej pracy gabinetów w czasie epidemii koronawirusa SARS-CoV-2, ale ponadto sprawdzają się w zwalczaniu wszelkiego rodzaju drobnoustrojów, wirusów grypy, SARS, MERS, bakterii (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Shigella*, i innych, będących przyczyną sepsy), grzybów (*Candida albicans*), roztoczy (ryc.2) (ryc. 3).

Wnioski te opierają się na wynikach badań przeprowadzonych w laboratoriach w różnych krajach, m.in. Korei Południowej, Chinach, Niemczech, Danii, USA (patrz Piśmiennictwo).

## Jak działa promieniowanie UV?

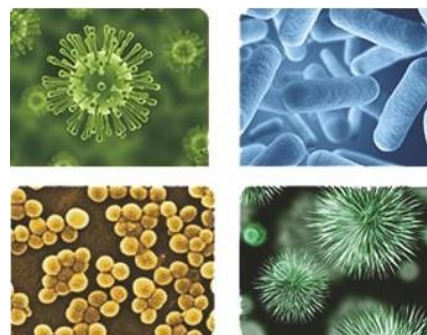
Na fotografii 4 przedstawiono charakterystykę fal elektromagnetycznych z przyporządkowaniem długości fal.



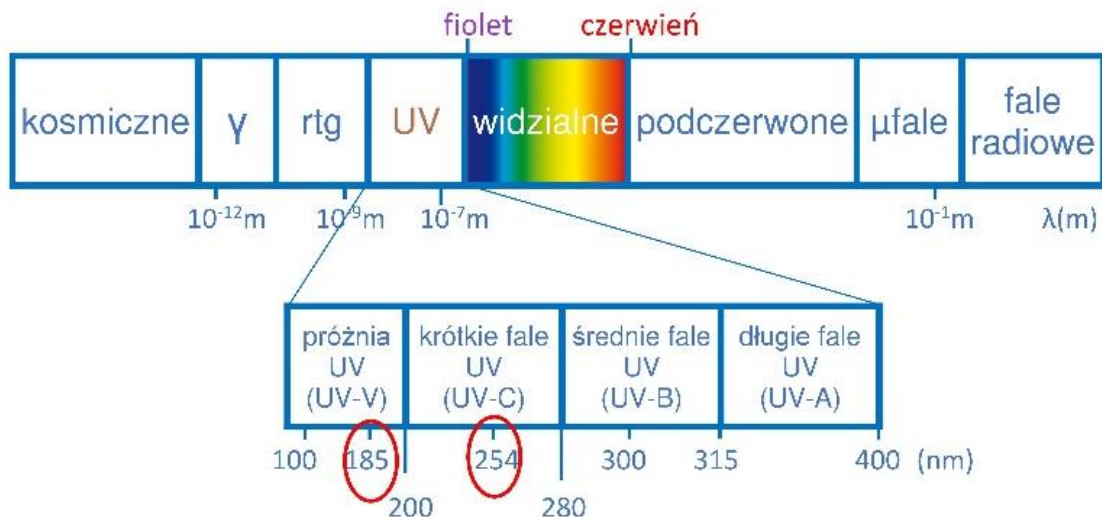
fot.1. Maseczka ochronna



fot.2. Lampy UV mają uniwersalne zastosowanie



fot.3. Promieniowanie UV działa na różne drobnoustroje



fot.4. Rodzaje promieniowania elektromagnetycznego

Rozróżniamy następujące rodzaje promieniowania UV:

- promieniowanie UV-A i UV-B - dociera na ziemię z promieniami słońca, co staje się odczuwalne po dniu spędzonym na plaży,
- promieniowanie UV-A - zawiera się pomiędzy 315nm i 400nm, uszkodza włókna kolagenowe i zwiększa ryzyko wystąpienia zaćmy,
- promieniowanie UV-B - zawarte pomiędzy 280-315nm ma znaczenie terapeutyczne i jest niezbędne dla prawidłowego rozwoju organizmu ludzkiego. Bierze udział w syntezie witaminy D, Jest również przyczyną poparzeń słonecznych, powoduje rumień, alergię skórne i zmiany nowotworowe, m.in. czerniaka skóry,
- promieniowanie UV-C – zawarte pomiędzy 200-280nm, charakteryzuje się silnym efektem bakteriobójczym i inaktywuje bakterie, wirusy, roztocza, grzyby, pleśnie. Może być przyczyną poparzenia skóry i zapalenia spojówek. Powoduje uszkodzenie kwasów nukleinowych, DNA i RNA,
- promieniowanie UV-V (Vacuum) - generuje ozon, powstaje w próżni i zawiera fale o długości 100-200nm; ma tę właściwość, że promienie o małej długości, padając bezpośrednio na odsłoniętą powierzchnię, powodują jej dezynfekcję, natomiast ozon wytworzony w wyniku działania tych fal przenosi fotony do miejsc zasłoniętych, które nie są poddane bezpośredniej ekspozycji.

W dalszej części zajmiemy się jedynie promieniowaniem UV-C/UV-V, istotnym z punktu widzenia wykorzystania dla celów dezynfekcji gabinetu i pracowni podczas epidemii koronawirusa SARS-CoV-2. Światło UV w odniesieniu celów dezynfekcji nazywane jest w literaturze anglojęzycznej UVGI (ultraviolet germicidal irradiation)

Działanie biobójcze promieniowania UV-C/UV-V zachodzi w wyniku absorpcji energii fali elektromagnetycznej przez naświetlany obiekt. Prowadzi to do wzbudzenia atomów i jonizacji jego cząsteczek. W wyniku działania zaabsorbowanej energii zniszczeniu ulegają wiązania chemiczne w obrębie kwasów nukleinowych **DNA i RNA**. Promienie ultrafioletowe UV-C/UV-V działają zarówno na jądro komórkowe, jak i na ścianę komórkową. W efekcie rozbicia tych wiązań do pojedynczych aminokwasów, dochodzi do nieodwracalnego uszkodzenia białek i tym samym do inaktywacji wirusów, bakterii, grzybów i roztoczy.

### Działanie promieniowania UV-C/UV-V

Promieniowanie UV-C/UV-V znajduje zastosowanie w medycynie i w codziennym życiu do dezynfekcji gazów (powietrza), przez inaktywację aerozolu wytwarzanego podczas pracy w gabinecie stomatologicznym lub w laboratorium protetycznym. Dezynfekuje się w ten sposób również m.in. przewody klimatyzacyjne, ogrzewanie i systemy wentylacyjne oraz żywność.



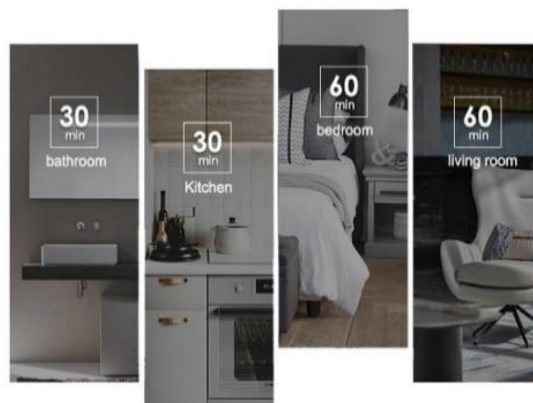
fot.5. Dezynfekcja toalety lampą przenośną



fot.6. Dezynfekcja przedmiotów osobistych

Lampy UV znajdują szerokie zastosowanie do dezynfekcji pomieszczeń i przedmiotów, takich jak:

- szpitale, gabinety lekarskie i dentystyczne, pracownie protetyczne, gabinety zabiegowe, rehabilitacyjne,
- salony kosmetyczne, poczekalnie i apteki,
- szkoły i przedszkola,
- sale i przebieralnie w klubach fitness,
- baseny,
- toalety, łazienki i brudowniki (fot.5),
- powierzchnie- unity, stoły laboratoryjne, blaty robocze, szafy, meble,
- przedmioty w mieszkaniu i miejscu pracy
- zabawki pluszowe, bielizna, torby (fot.6),
- narzędzia i ubrania ochronne,
- mieszkania, dywany, pościel (fot.7, 8),
- samoloty, pociągi i inne środki komunikacji.



fot.7. Zastosowanie lampy do dezynfekcji mieszkania



fot.8. Zastosowanie lampy do dezynfekcji dywanów i pościeli

Mało znany jest fakt, że dzięki zastosowaniu lamp UV-C/UV-V w szybki i skuteczny sposób można usunąć nieprzyjemne zapachy (tot.9), co przydaje się w mieszkaniach, po zakupie nowych mebli po remoncie, gdy w powietrzu pozostaje intensywna won m.in. formaldehydu (fot.10)

Podobny mechanizm działa w przypadku zawilgocenia domów i piwnic, jak również konieczności usunięcia zapachu spalenizny.



fot.9. Neutralizacja nieprzyjemnych zapachów z odpływów



fot.10. Ozon neutralizuje formaldehyd

## Rodzaje lamp UV-C/UV-V

Ze względu na sposób działania lampy dzielimy na:

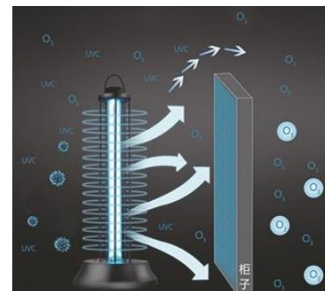
- przepływowe - sterylizują powietrze, które przechodzi przez filtr i jest zatrzymywane w komorze i poddane działaniu promieni UV-C. Personel wprawdzie może przebywać w pomieszczeniu w czasie pracy lampy, jednakże lampami tymi nie można sterylizować powierzchni i przedmiotów. Nie posiadają możliwości wzmożonej dezynfekcji ozonem (jak lampy UV-V), a ich cena jest kilkakrotnie wyższa. Stosowane są często w salach operacyjnych i oddziałach intensywnej opieki medycznej.
- działające bezpośrednio - są najbardziej uniwersalne w zastosowaniu

Podział ze względu na długość fali świetlnej wytwarzanej przez promiennik uwzględnia:

- lampy 185nm, wytwarzające ozon,
- lampy 254nm, niewytwarzające ozonu.

Ze względu na sposób montowania lampy bezpośredniego działania dzielimy na:

- montowane na ścianie,
- na suficie,
- stojące, przenośne - są wygodne, gdyż można je ustawiać w różnych miejscach w gabinecie, tak aby promieniowanie dotarło wszędzie, gdzie jest potrzebne (fot.11).



fot.11. Ozon z lampy UV-V dociera w niedostępne miejsca

Nowoczesne lampy są wyposażone w **czujniki ruchu** (fot.12). Lampa wyłącza się automatycznie, kiedy człowiek lub zwierzę zbliży się do niej na odległość 5 metrów. Wtedy również automatycznie uaktywnia się sygnał dźwiękowy.



fot.12. Lampa z czujnikiem ruchu

W pomieszczeniu, w którym włączona jest lampa UV-C/UV-V, nie mogą przebywać ludzie ani zwierzęta (fot.13).



fot.13. Ludzie i zwierzęta nie mogą przebywać tam, gdzie generowany jest ozon

Istnieją również lampy włączane i wyłączane przy pomocy **pilota** (fot.14), które umożliwiają nastawienie czasu ekspozycji na 15, 30 i 60 minut.



fot.14. Lampy z pilotem

Większość obecnie dostępnych na rynku lamp bakteriobójczych jest produkowana z domieszkowanego szkła kwarcowego (fot.15). Ten rodzaj szkła blokuje transmisję fali świetlnej o długości 185nm, a przepuszcza fale o długości 254nm. W lampach generujących fale o długości 185nm stosuje się innego rodzaju szkło kwarcowe.



fot.15. Specjalne szkło kwarcowe do lamp

## Czym jest ozon?

Ozon jest wytwarzany przez lampy próżniowe UV-V. Jest on cząsteczką gazu, zawierającą 3 atomy tlenu i ma symbol  $O_3$ . Ma zdolność uwalniania pojedynczych atomów tlenu (wolnych rodników) z powietrza atmosferycznego. Lampy UV-V o długości fali 185nm wytwarzają ozon w wyniku rozrywania cząsteczek tlenu  $O_2$  na pojedyncze atomy  $O$ , które następnie przyłączają się do innych cząsteczek tlenu  $O_2$  tworząc cząsteczki ozonu  $O_3$ . Zaletą ozonu jest to, że inaktywuje bakterie, uszkodzając ich ściany komórkowe, błony, enzymy i kwasy nukleinowe przez reaktywne formy tlenu. **Inaktywacja wirusów** w promieniowaniu UV-V jest spowodowana uszkodzeniem białek wirusa i jego genomu.

## Przebieg procesu dezynfekcji gabinetu

W codziennej praktyce okazuje się, że właściwości dezynfekujące ozonu są związane z koniecznością przewietrzenia pomieszczenia, w którym pracowała lampa. Aby skrócić czas wietrzenia pomocne okazuje się światło UV-C o długości fali 254nm. Charakteryzuje się ono zdolnością do degradowania ozonu, czyli rozbijania trzyatomowej cząsteczki ozonu i tym samym konwersji do  $O_2$ , czyli tlenu.

Dlatego wyposażenie gabinetu w obydwa rodzaje lamp może się okazać praktycznym rozwiązaniem umożliwiającym zarówno dezynfekcję pomieszczenia np. w ciągu przerwy nocnej lampą UV-V z ozonem, jak i sprawne przygotowanie i dekontaminację gabinetu lampą UV-C ze skróceniem czasu wietrzenia rano przed rozpoczęciem pracy. Podobną procedurę można zastosować pomiędzy przyjęciami pacjentów, stosując uprzednio lampę UV-V, dekontaminując miejsca zanieczyszczone i **zasłonięte**, a następnie wietrząc, włączyć lampę UV-C, degradującą ozon.

## Dobór lampy w zależności od wielkości pomieszczenia

Dawka promieniowania ultrafioletowego jest obliczana podobnie jak dla promieniowania rentgenowskiego (tab.1).

Powierzchnia pokoju	Moc lampy	Zalecany czas dezynfekcji	Czas wentylacji bez ozonu	Czas wentylacji z ozonem
~ 10m <sup>2</sup>	38 W	15 minut	20 minut	30 minut
~ 10m <sup>2</sup>	60 W	15 minut	20 minut	30 minut
~ 20m <sup>2</sup>	38 W	30 minut	20 minut	30 minut
~ 20m <sup>2</sup>	60 W	15 minut	20 minut	30 minut
~ 40m <sup>2</sup>	38 W	60 minut	30 minut	40 minut
~ 40m <sup>2</sup>	60 W	30 minut	30 minut	40 minut
~ 60m <sup>2</sup>	60 W	60 minut	30 minut	40 minut

Tabela.1. Czas dezynfekcji w zależności od wielkości pomieszczenia i mocy lampy

Dawka (energia) UV-C/UV-V = moc lampy x czas naświetlania.

Dawka promieniowania decyduje o skuteczności inaktywacji mikroorganizmów

## Skuteczność biobójcza lamp UV-V/UV-C

Lampy UV-C/UV-V wykazują się dużą skutecznością działania, inaktywując bioaerazol do 99,9%. Pamiętajmy, że **wirusy** powodują większość infekcji górnych dróg oddechowych (do 90 %), włączając w to obecnie najgroźniejszego przeciwnika, jakim jest koronawirus wywołujący COVID-19

W 2004 roku na Uniwersytecie w Marburgu badano wpływ promieniowania UV-C oraz UV-V na zakaźność koronawirusa SARS-CoV-2 (ryc.19). Wyniki badania potwierdziły, że efekt działania UV-C/UV-V jest znaczący i szybki. Już po jednej minucie naświetlania laboratoryjne próbki wirusa nie wykazywały zdolności do namnażania. Objęściowa ilość cząsteczek SARS-CoV-2 w próbkach zastosowanych w tym eksperymencie badawczym była znacznie większa niż statystycznie pojawia się w pomieszczeniach, w których przebywają zakażeni wirusem pacjenci.

Rosnące obawy dotyczące epidemii wirusów przenoszonych drogą kropelkową, takich jak wirus grypy **H1N1** i **koronawirus** powodujący zespół ostrej niewydolności oddechowej (SARS-CoV-2), skupiły uwagę całego świata na sposobach dezynfekcji powietrza w pomieszczeniach i zachęciły do opracowania technik oczyszczania powietrza w celu pozbycia się wirusów i bakterii unoszących się w powietrzu (fot.16, 17).

Badania naukowe potwierdzają, że w wyniku reakcji dysocjacji ozonu pod wpływem UV-C 254nm powstają **reaktywne utleniacze**. Dlatego jednoczesne zastosowanie lamp o wyższym natężeniu energii fotonów UV-V i UV-C może być stosowane do oczyszczania powietrza skracając tym samym czas dekontaminacji.



fot.16. Dezynfekcja powietrza w mieszkaniu



fot.17. Dezynfekcja garderoby

Znane są przykłady zastosowania robotów z promiennikami UV, które zyskały na znaczeniu w czasie zwalczania epidemii w Wuhan.

Lampy UV działają w zastępstwie personelu, który nie musi się narażać na kontakt z wirusem. Zmniejsza się jednocześnie ilość środków dezynfekcyjnych, ponieważ ich działanie zostaje zastąpione działaniem fal elektromagnetycznych.

## Podsumowanie

Lampy UV-C i UV-V znajdują zastosowanie wszędzie tam, gdzie wymagana jest sterylność i czystość mikrobiologiczna. Mają wpływ na jakość wykonywanej pracy we wszystkich placówkach usługowych. Dzięki temu możemy pracować w biologicznie czystym pomieszczeniu, skutecznie zapobiegać zakażeniom, zapewnić bezpieczeństwo pacjentom oraz personelowi.

Promieniowanie lamp UV-V dociera do miejsc zasłoniętych, które nie są poddane bezpośredniej ekspozycji. Lampy są wyposażone w udogodnienia do obsługi takie jak pilot do zdalnego włączania, czujnik ruchu i czasowy wyłącznik. Należy przestrzegać zaleceń zawartych w instrukcji dostawcy lamp ([uv.alfapolmed.com](http://uv.alfapolmed.com)).

## KLINIKUM DER PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG

Anstalt des öffentlichen Rechts, Sitz Marburg

### Institut für Virologie

HD. Dr. Stephan Becker

Institut für Virologie • Postfach 2360 • 35011 Marburg

Herr Dr. Völker  
BioClimatic GmbH  
Im Niedernfeld 4

31542 Bad Nenndorf



Hausanschrift: Robert-Koch-Str. 17, 35037 Marburg  
Postanschrift: Postfach 2360, 35011 Marburg

Telefon: 06421-28-63061

Telefax: 06421-28-63482

E-mail: [becker@staff.uni-marburg.de](mailto:becker@staff.uni-marburg.de)

WWW: [http://www.med.uni-marburg.de/  
wwwmzh/viro.htm](http://www.med.uni-marburg.de/wwwmzh/viro.htm)

Datum: 01. November 2004

### Gutachten

#### Zur Beurteilung der inhibierenden Wirkung von UVC-Strahlen auf die Infektiosität von SARS-Coronavirus

erstellt von

PD Dr. rer.nat. Stephan Becker

Klinikum der Philipps-Universität Marburg

Institut für Virologie

Robert-Koch-Str. 17

35037 Marburg

#### 1. Untersuchungsgegenstand:

Untersucht wurde der Einfluss von UVC-Strahlen auf die Infektiosität des SARS-Coronavirus (SARS-CoV).

*fot.18. Expertenzyta*

## Literatura:

- [1] PD Dr.rer.nat. Stephan Becker, Gutachten zur Beurteilung der inhibierenden Wirkung von UV-C Strahlen auf die Infektiosität von SARS.-Coronaviren, Klinikum der Philips-Universität Marburg, Institut für Virologie, Nov. 2007, [https://www.bioclimatic.nl/wp-content/uploads/2010/11/Gutachten%20Viroxx%20SARS\\_DE.pdf](https://www.bioclimatic.nl/wp-content/uploads/2010/11/Gutachten%20Viroxx%20SARS_DE.pdf)
- [2] Henrik Krisch, Desinfektion in der Praxis und im Labor während der Coronavirus-Epidemie, <https://uv.alfapolmed.com>, in Vorbereitung, 2020
- [3] Pawel Wargocki, The ASHRAE Position Document on Filtration and Air Cleaning was developed by the Society's Filtration and Air Cleaning Position Document Committee formed on January 6, 2012
- [4] Kim Jeonghyun, Jang Jaesung, Inactivation of airborne viruses using vacuum ultraviolet photocatalysis for a flow-through indoor air purifier with short irradiation time, Journal Aerosol Science and Technology, Volume 52, 2018 - Issue 5, Pages 557-566, 13 Feb 2018
- [5] Wladyslaw Kowalski: Ultraviolet Germicidal Irradiation, Handbook-UVGI for Air and Surface Disinfection, Springer-Verlag Berlin, 2009
- [6] Elizabeth M. Allen I inni: The effectiveness of germicidal wipes and ultraviolet irradiation; ~~The Journal of Hospital Infection~~, April 2020

inne pozycje piśmiennictwa są dostępne u Wydawcy

Kontakt do autora:

Henrik Krisch

Tel.: +49 173 269 185 0

E-mail: [HK@uv.alfapolmed.com](mailto:HK@uv.alfapolmed.com)

Artykuł powstał we współpracy ze sklepem [uv.alfapolmed.com](http://uv.alfapolmed.com)