



**KONTROLA LAMP BAKTERIOBÓJCZYCH
PRZY UŻYCIU
MIERNIKA SKUTKU BAKTERIOBÓJCZEGO
UVC-2GRM**

PPUH SONOPAN Sp. z o.o.
ul. Ciołkowskiego 2/2
15-950 Białystok, Poland
tel.: +48 85 742 36 62
<https://www.sonopan.com.pl>

maj 2020

1. Wartość mierzona

Wynikiem pomiaru dokonanego miernikiem skutku bakteriobójczego jest gęstość powierzchniowa strumienia energetycznego promieniowania oszacowanego według biologicznej skuteczności niszczenia drobnoustrojów (PN 79/T 06588). Zmierzona wartość określa natężenie napromienienia destrukcyjnie wpływającego na drobnoustroje, niezależnie od rozkładu widmowego użytego promiennika UV.

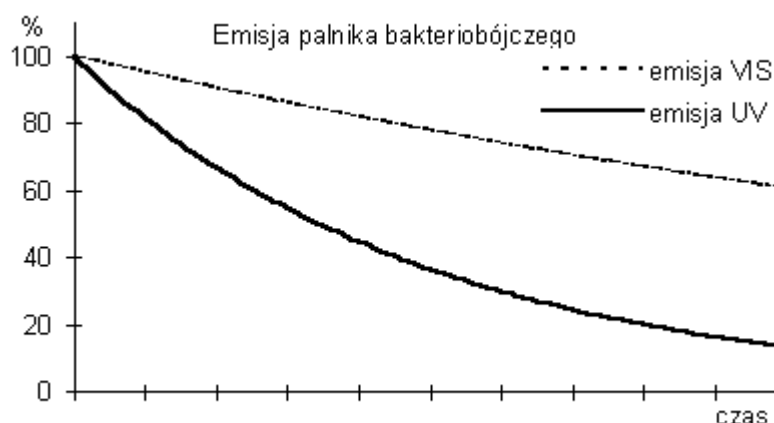
UWAGA! Promieniowanie UV jest niebezpieczne dla zdrowia. Pracownicy dokonujący pomiarów natężenia napromienienia bakteriobójczego oraz inni ludzie przebywający w pomieszczeniach z włączonymi promiennikami UV-C powinni chronić skórę i oczy przed napromienianiem (odzież z długimi rękawami, rękawice, okulary, nakrycie głowy ocieniające twarz).

2. Właściwości lamp bakteriobójczych

Bardzo istotnym zagadnieniem jest zużywanie się promiennika UV w czasie pracy, tzn. spadek jego emisji. Ponieważ promieniowanie UV jest niewidoczne, nie można metodą wzrokową ocenić poprawności działania lampy bakteriobójczej. Zmniejszenie emisji promieniowania dotyczy również zakresu widzialnego (światła). Jednak procesy te nie zachodzą proporcjonalnie i lampa wyglądająca na sprawną przy ocenie wzrokowej mogła już utracić zdolność emisji w zakresie UV. Zależność gęstości mocy promieniowania lampy bakteriobójczej od czasu jej eksploatacji przedstawia Rys. 1.

Z drugiej strony, posiłkując się średnim czasem zużycia określanym przez producenta lamp można pozbyć się całkiem sprawnego urządzenia.

Jedynie bezpośredni pomiar natężenie napromienienia bakteriobójczego pozwala na świadome użytkowanie promiennika.



Rys. 1. Zależność gęstości mocy promieniowania lampy bakteriobójczej od czasu jej eksploatacji.

Producenci lamp bakteriobójczych podają całkowity strumień energetyczny linii o długości fali 253,7nm (maksimum emisji) dla nowego egzemplarza. W praktyce jednak trudno jest zmierzyć tę wielkość bezpośrednio.

Innym parametrem określającym promiennik jest natężenie promieniowania, definiowane jako stosunek strumienia energetycznego, wysyłanego przez źródło w danym kącie przestrzennym, obejmującym dany kierunek, do wartości tego kąta przestrzennego. Natężenie napromienienia natomiast jest równe co do wartości stosunkowi natężenia promieniowania do kwadratu odległości pomiędzy źródłem a płaszczyzną pomiarową prostopadłą do kierunku rozchodzenia się strumienia.

Oba wymienione parametry charakteryzujące źródło, bez podania funkcji rozsyłu przestrzennego, nie pozwalają obliczyć otrzymywanego natężenia napromienienia.

Na charakterystykę kierunkową (rozsył przestrzenny) promieniowania lampy zdecydowanie największy wpływ ma oczywiście odbłyśnik, dlatego też zmierzone natężenie napromienienia w odległości 1 m od lampy będzie znacznie większe (nawet kilkakrotnie) niż to podawane przez producenta dla samego promiennika.

Najlepszym rozwiązaniem byłoby, gdyby producenci lamp bakterioobójczych (przeważnie nie będący producentami samych promienników) określali natężenie promieniowania w osi oprawy. Wówczas zmierzona wartość natężenia napromienienia w tej osi pomnożona przez kwadrat odległości dałaby wartość natężenia promieniowania lampy (z pominięciem błędów powstających przy odległościach pomiarowych mniejszych od tzw. odległości granicznej związanej z wymiarami lampy i rozkładem kierunkowym luminancji energetycznej).

Jedynym więc sposobem na określenie stopnia zużycia lampy bakterioobójczej jest jej okresowe monitorowanie poprzez pomiar natężenia napromienienia w stałych warunkach. Pod pojęciem stałe warunki należy tu rozumieć: to samo pomieszczenie, tę samą odległość pomiędzy lampą a głowicą pomiarową oraz to samo usytuowanie głowicy pomiarowej względem geometrii oprawy lampy (powinna to być płaszczyzna prostopadła do osi oprawy, oś głowicy pokrywająca się z osią oprawy).

Procentowy spadek odczytywanych wartości w trakcie użytkowania lampy jest dokładnie taki sam jak spadek emisji energetycznej (oczywiście wpływ ma również utrzymanie czystości promiennika i odbłyśnika, ponieważ kurz w dużym stopniu pochłania i rozprasza promieniowanie UV). W trakcie zużywania się promiennika bakterioobójczego można proporcjonalnie wydłużać czas ekspozycji w celu utrzymania tej samej wypromieniowywanej dawki skuteczności bakterioobójczej.

3. Określenie czasu ekspozycji

Gęstość dawki promieniowania (napromienienie wyrażone w J/m^2) jest to iloczyn natężenia napromienienia na płaszczyźnie badanej (wyrażonego w W/m^2) oraz czasu ekspozycji (wyrażonego w sekundach).

Aby obliczyć minimalny czas dezynfekcji płaszczyzny, w której dokonujemy pomiaru natężenia napromienienia bakterioobójczego, należy wymagane napromienienie wyrażone w dżulach na metr kwadratowy (patrz tabela na końcu) podzielić przez zmierzoną wartość natężenia napromienienia wyrażoną w watach na metr kwadratowy. Wynik otrzymamy w sekundach.

Przykład: Załóżmy, że zmierzona wartość natężenia napromienienia w płaszczyźnie pomiarowej wynosi 150 mW/m^2 (np. emisja promiennika TUV 30W bez odbłyśnika, mierzona z odległości ok. 2,5 m). Dla 90% pewności degradacji np. jaj nicieni (wymagane napromienienie 400 J/m^2), czas ekspozycji wynosi:

$$t = \frac{400J / m^2}{150mW / m^2} = 2667s$$

Tak więc minimalny czas ekspozycji promieniowaniem ultrafioletowym o natężeniu napromienienia bakteriobójczego 150 mW/m² dla 90% pewności destrukcji jaj nicieni wynosi 45 minut.

W przypadku występowania (lub podejrzenia o występowanie) wielu kolonii bakterii oraz (lub) nierównomiernego rozkładu natężenia napromienienia na badanej powierzchni, należy podstawić do wzoru maksymalną dawkę z tabeli dla występujących bakterii i minimalną wartość zmierzonej wielkości natężenia napromienienia.

W celu bardziej równomiernego rozkładu gęstości strumienia promieniowania UV na płaszczyźnie dezynfekowanej, należy stosować kilka źródeł bakteriobójczych.

Powyższy przykład dotyczy jedynie wyznaczania czasu ekspozycji dla uzyskania odpowiedniego napromienienia na płaszczyźnie pomiarowej. W rzeczywistości, drobnoustroje znajdują się również w powietrzu i wraz z nim są w nieustannym ruchu. Skuteczny czas pracy promiennika bakteriobójczego zależy więc od jego budowy i usytuowania w pomieszczeniu, kubatury pomieszczenia, czasu wymiany powietrza oraz jego obiegu.

Tabela 1: Wartości napromienienia dla różnych poziomów pewności destrukcji mikroorganizmów na przykładzie bakterii *Escherichia coli*.

Zniszczone organizmy [%]	Dawka [J/m ²]
10	1,3
18	2,6
33	5,2
50	9,1
63	13,1
80	20,9
86	26,1
90	30
95	39
98	51
99	60
99,5	69
99,8	81
99,9	90
99,99	120

Tabela 2: Napromienienie (gęstość powierzchniową dawki promieniowania bakteriobójczego) UV-C [J/m²] niezbędne dla destrukcji 90% danych organizmów (dane zamieszczone w publikacji „Disinfection by UV-radiation” firmy PHILIPS).

Bakterie:		Bakterie cd.:	
Bacillus anthracis	45	Mycobacterium tuberculi	100
B. megatherium	11	Vibrio coma - cholera	34
B. megatherium (zarodniki)	27		
B. paraphyphosus	32	Drożdże:	
B. subtilis	70	Powszechne drożdże do ciast	60
B. subtilis (zarodniki)	120	Saccharomyces ellipsoideus	60
Clostridium tetani	130	Saccharomyces cerevisiae	60
Corynebact diptherias	34	Torula sphaerica	23
Eberthella typhosa	21		
Escherichia coli	30	Algi:	
Leptospira Spp.	32	Algi zielone i niebieskie	3600-6000
Micrococcus candidus	61		
Micrococcus piltonencis	81	Pierwotniaki:	
Micrococcus sphaeroides	100	Pantofelek	640-1000
Mycobacterium tuberculosis	62		
Neisseria catarrhalis	44	Robaki:	
Phytomonas tumefaciens	44	Jaja nicieni	400
Proteus vulgaris	26		
Pseudomonas aeruginosa	55	Zarodniki drożdży:	
Pseudomonas fluorescens	35	Aspergillus amstelodami	667
Salmonella enteritis	40	Aspergillus flavus	600
S. typhosa - gorączka tyfoidalna	22	Aspergillus glaucus	440
S. paratyphi - dur brzuszny	32	Aspergillus niger	1320
S. typhimurium	80	Clodosporium herbarum	600
Sarcina lutea	197	Mucor mucedo	650
Serratia marcescens	24	Mucor racemosus	170
Shigella dysenteriae	22	Oospora lactis	50
Shigella flexneri	17	Penicillium digittum	440
Shigella paradysenteriae	17	Penicillium expansum	130
Spirillum rubrum	44	Penicillium chrysogenum	500
Staphylococcus albus	18	Penicillium rogueforti	130
Staphylococcus aureus	26	Rhizopus nigricans	1110
Streptococcus hemolyticus	22	Scopulriopsis brevicaulis	800
Streptococcus lactis	62		
Streptococcus viridans	20		