

**Napromienienie (gęstość powierzchniowa dawki) promieniowania bakteriobójczego UV-C [J/m<sup>2</sup>] niezbędne dla 90% destrukcji różnych organizmów:**

(dane zamieszczone w publikacji „Disinfection by UV-radiation” firmy PHILIPS)

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

Wartości napromienienia dla różnych poziomów pewności destrukcji mikroorganizmów podano poniżej na przykładzie bakterii *Escherichia coli*.

Zniszczone organizmy [%]	Dawka [J/m <sup>2</sup> ]	Zniszczone organizmy [%]	Dawka [J/m <sup>2</sup> ]
10	1,3	95	39
18	2,6	88	51
33	5,2	99	60
50	9,1	99,5	69
63	13,1	99,8	81
80	20,9	99,9	90
86	26,1	99,99	120
90	30,0		

**Przykładowe parametry promienników UV-C (bez odbłyśnika) produkcji Philips:**

Typ lampy	Natężenie napromienienia linii 253,7 nm (odległość 1 m od lampy)	Całkowity strumień energetyczny linii 253,7 nm	Trwałość promiennika	
			czas pracy	zużycie
	[W/m <sup>2</sup> ]		[h]	[%]
TUV 6 W-E	0,0085	0,085	2500	25
HUV 5		0,1	2500	
TUV 4W	0,065	0,6	3000	30
TUV 6W	0,143	1,3	6000	10
TUV 8W	0,212	2,0	6000	10
TUV 15W	0,42	4,0	8000	15
TUV 30W	0,92	10,0	8000	15
TUV 36W	1,05	14	8000	15
TUV 55W-HO	1,5	16	>8000	15
TUV 75W-HO	2,2	25	>8000	15
TUV 115W-VHO	3,0	34	>5000	15
TUV 115W-R VHO	4,8		>5000	20
TUV PL-S 9W		2,4	8000	10
TUV PL-S 11W		3,6	8000	10
TUV PL-L 18W		5,5	8000	10
TUV PL-L 36W		12	8000	10

**Wyznaczanie czasu ekspozycji.**

Gęstość dawki promieniowania (napromienienie wyrażone w J/m<sup>2</sup>) jest to iloczyn natężenia napromienienia na płaszczyźnie badanej (wyrażone w W/m<sup>2</sup>) przez czas ekspozycji (wyrażony w sekundach).

Aby obliczyć minimalny czas dezynfekcji płaszczyzny, w której dokonujemy pomiaru natężenia napromienienia bakteriobójczego, należy wymagane napromienienie wyrażone w dżulach na metr kwadratowy (patrz tabela) 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<sup>2</sup> (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<sup>2</sup>), czas ekspozycji wynosi:

$$t = \frac{400 \left[ \frac{J}{m^2} \right]}{150 \left[ \frac{mW}{m^2} \right]} = \frac{400 \left[ \frac{J}{m^2} \right]}{0,15 \left[ \frac{W}{m^2} \right]} = \frac{400 \left[ \frac{W \cdot s}{m^2} \right]}{0,15 \left[ \frac{W}{m^2} \right]} = 2667s \approx 45 \text{ min}$$

Minimalny czas ekspozycji promieniowaniem ultrafioletowym o natężeniu napromienienia bakteriobójczego 150 mW/m<sup>2</sup> 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.

**UWAGA ! 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).**

**Dopuszczalne napromienienie dla 8-godzinnego dnia pracy bez stosowania ochrony wynosi  $30 \text{ J/m}^2$  w przypadku narażenia nie powtarzającego się w następnym dniu, a  $18 \text{ J/m}^2$ , w przypadku ekspozycji powtarzających się w kolejnych dniach.**