



URZĄDZENIA UV DO DEZYNFEKCJI WODY BASENOWEJ

Porównanie urządzeń niskociśnieniowych i średnociśnieniowych

Spis treści:

ZASTOSOWANIE PROMIENI UV DO DEZYNFEKCJI WODY BASENOWEJ.....	2
SKUTECZNOŚĆ ROZKŁADU CHLORAMIN.....	3
PORÓWNANIE SKUTECZNOŚCI DEZYNFEKCJI UV POMIĘDZY PROMIENNIKAMI AMALGAMATOWYMI TMA, A ŚREDNOCIŚNIENIOWYMI.....	5
ZESTAWIENIE ZUŻYCIA PRĄDU PRZEZ PROMIENNIKI TMA AMALGAMATOWE I ŚREDNOCIŚNIENIOWE INNYCH FIRM. 6	
PORÓWNANIE PROMIENNIKÓW TMA AMALGAMATOWYCH I ŚREDNOCIŚNIENIOWYCH.....	7
DODATEK 1 – ROZKŁAD CHLORAMIN, A DŁUGOŚĆ FAL PROMIENIOWANIA	9
DODATEK 2 – POWSTAWANIE OSADU NA RURACH KWARCOWYCH.....	10



ZASTOSOWANIE PROMIENI UV DO DEZYNFEKCJI WODY BASENOWEJ.

Dezynfekcję wody basenowej ultrafioletem można podzielić na dwa rodzaje:

- a) baseny publiczne
- b) baseny prywatne

Zgodnie z wymaganiami SANEPIDU woda w niecce basenowej musi zawierać chlor.

Wymóg ten jest konieczny bez względu na stosowaną dezynfekcję ultrafioletem lub ozonem.

W przypadku ozonowania wymagana jest obecność dodatkowej instalacji usuwającej ozon z wody przed jej dostaniem się do niecki basenowej. Jest to konieczne, ponieważ obecność ozonu w wodzie jest szkodliwa dla oczu i skóry (utleniona miedzy innymi powoduje powstanie wody utlenionej).

W przypadku chlorowania SANEPID wymaga, aby zawartość wolnego czynnego chloru mieściła się w przedziale 0,3 – 0,6 mg/l (wartość ta stanowi maksymalną ilość wolnego chloru w wodzie) Stężenie stałego chloru w wodzie powinno się mieścić w przedziale 0,2-0,3 mg/l.

Utrzymywanie takiego poziomu chloru wiąże się z wytwarzaniem w wodzie chloramin.

Chloraminy powstają wyniku reakcji chloru z azotem amonowym pochodzącym od kąpiących się ludzi. W zakresie PH wody basenowej mogą wytworzyć się mono i dwu-chloraminy.

Skuteczność dezynfekcji chloramin w wodzie wynosi około 60% w porównaniu do dezynfekcji wolnego chloru.

Dodany do wody chlor ulega prawie natychmiast dysproporcjonowaniu. W efekcie powstaje kwas podchlorawy HOCl, który może dysocjować na $OCl^- + H^+$. Stopień dysocjacji zależy od pH wody.

Woda zgodnie z normą musi posiadać pH zawierające się pomiędzy 6,5-7,6. W efekcie około 60% - 90% wody pozostaje pod postacią HOCl (kwasu podchlorawego). Oznacza to że od 10% do 40% występuje jako anion OCl^- , który jest 80 razy słabszym dezynfektantem niż HOCl.

Chloraminy są w większości odpowiedzialne za nieprzyjemny zapach wody oraz większości podrażnień, w tym szczególnie oczu. Chloraminy są również uważane za czynnik rakotwórczy.

Przyjmuje się że zawartość chloru na poziomie 0,5 g/m³ po 2 godzinach kontaktu niszczy większość wirusów. Bardziej odporne wirusy np. Polio są niszczone dopiero po **5 godzinach** i przy dawce chloru 1 g/m³.

Wynika z tych faktów, że woda basenowa odpowiadająca normie pod względem pH i ilości chloru może niestety zawierać bakterie i wirusy. W efekcie drobnoustroje przeniesione od kąpiących się ludzi zostają rozprowadzone przez system pomp na całą objętość niecki basenowej.

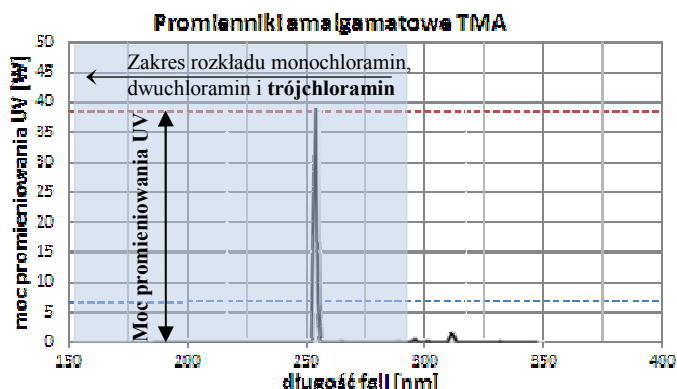
Aby uchronić się przed taką ewentualnością zalecane jest stosowanie dezynfekcji ultrafioletem w celu poprawy stanu bakteriologicznego oraz warunków kąpielni. Dezynfekcja ultrafioletem umożliwia likwidację wszystkich bakterii i wirusów w wodzie pompowanej po filtrach do niecki basenowej. Aby zapewnić najlepszą sprawność działania urządzenia do dezynfekcji powinny być zainstalowane jak najbliżej wylotu wody.

SKUTECZNOŚĆ ROZKŁADU CHLORAMIN.

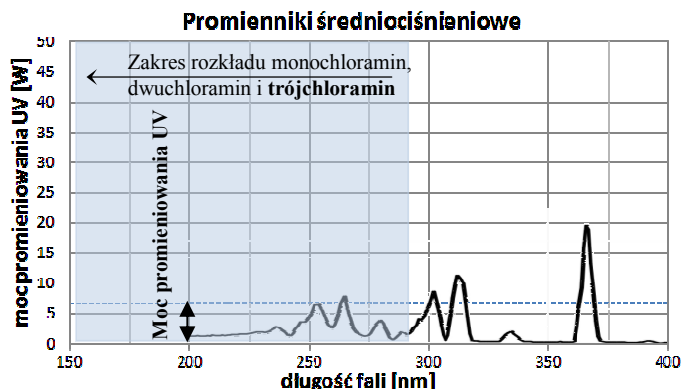
Do chloramin zalicza się monochloraminy, dwuchloraminy i **trójchloraminy**.

Stosowanie ultrafioletu pozwala zniszczyć bakterie do poziomu stawianego wodzie pitnej oraz skutecznie zredukować chloraminy. Długość fali emitowanej przez promienniki niskociśnieniowe wynosi 254 nm. Jest to długość najbardziej zbliżona do wartości w której występuje zjawisko największej skuteczności dezynfekcyjnej (zjawisko to występuje przy długości 260 nm).

Poniższe wykresy przedstawiają spektrum mocy promieniowania UV promienników TMA amalgamatowych i średniociśnieniowych przy **IDENCYCZNYM POBORZE MOCY.**

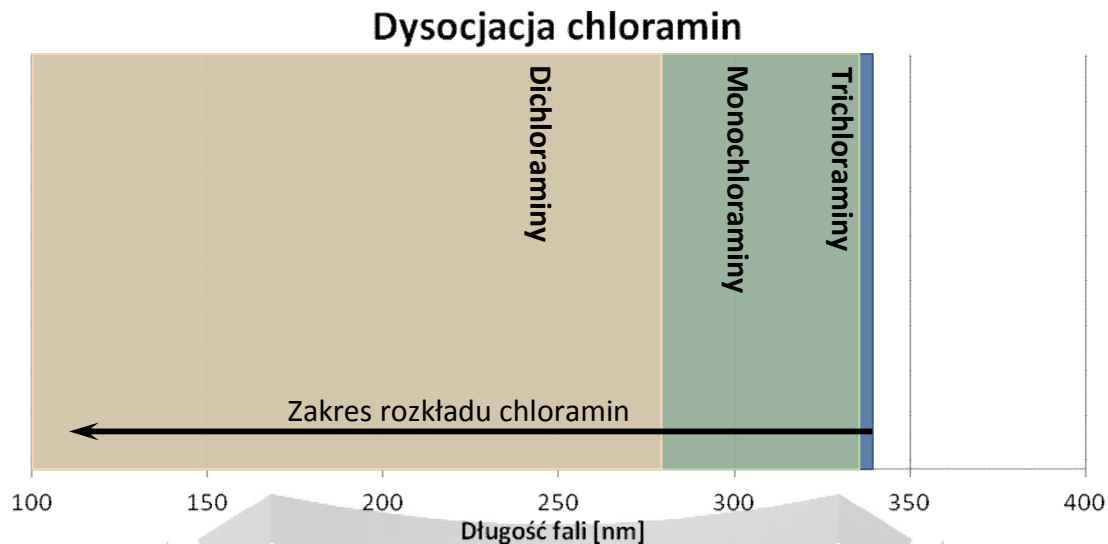


Wykres 1 – Energia promieniowania promienników TMA amalgamatowych



Wykres 2 – Energia promieniowania promienników średniociśnieniowych

Zjawiskiem niezwykle korzystnym podczas dezynfekcji ultrafioletem jest rozkład chloramin. Maksymalna długość fali (czyli minimalna energia) przy której zachodzi dysocjacja monochloramin wynosi 336,4 nm, dwuchloramin 280,3 nm, natomiast trójchloramin 340 nm (wartości te są przedstawione na wykresie).



Wykres 3 – Maksymalne długości fali do dysocjacji chloramin

Jak widać na wykresie wartością progową, przy której następuje rozkład wszystkich chloramin jest długość 280 nm. Poniżej tej wartości (dla fal o mniejszej długości) dysocjacji ulegają **wszystkie chloraminy - mono-, dwu- i trójchloraminy**. Im mniejsza długość fali tym lepsza skuteczność rozkładu chloramin.

Fale o większych długościach nie rozkładają chloramin, gdyż **nie posiadają wystarczającej energii**.

Promienniki amalgamatowe wykorzystywane przez firmę TMA dzięki wykorzystywaniu promieniowania o długości 254 nanometrów umożliwiają usuwanie **WSZYSTKICH CHLORAMIN, w tym monochloramin, dwuchloramin i trójchloramin** ze znacznie większą skutecznością niż promienniki średniociśnieniowe.

Zmniejszenie zawartości chloramin podwyższa komfort kąpieli i znacznie zmniejsza nieprzyjemny zapach. Jednocześnie kilkukrotnie zmniejsza występowanie zjawiska podrażnienia śluzówki oka u osób kąpiących. Redukcja chloramin sprzyja również zwiększeniu ilości wolnego chloru czego skutkiem jest zwiększenie skuteczności dezynfekcji.

W efekcie otrzymujemy krystalicznie czystą wodę.

Przyjemność kąpieli w basenach z zastosowaną dezynfekcją ultrafioletem jest znacznie większa. Atmosfera panująca w otoczeniu basenu charakteryzuje się znacznie przyjemniejszym zapachem. Odczuwalne jest to przez ludzi, którzy częściej wybierają baseny z dodatkową dezynfekcją UV jako bardziej sympatyczne, nie zdając sobie często sprawy że jest to spowodowane mniejszą ilością chloramin w powietrzu i w samej wodzie.

PORÓWNANIE SKUTECZNOŚCI DEZYNFEKCJI UV POMIĘDZY PROMIENNIKAMI AMALGAMATOWYMI TMA, A ŚREDNIOCIŚNIENIOWYMI.

Firma TMA stosuje do dezynfekcji wody basenowej promienniki niskociśnieniowe amalgamatowe o trwałości eksploatacyjnej 12 000 godzin. Zaletą promienników amalgamatowych jest natychmiastowy zapłon po wyłączeniu lub zaniku napięcia. Kolejną zaletą tych promienników jest ich niska temperatura pracy. Fakt ten wraz ze specjalnie dobraną średnicą rury kwarcowej zabezpiecza ją przed *osadzaniem się depozytu wapniowo magnezowego tzw. kamienia*.

Poniższa tabela przedstawia porównanie skuteczności promienników amalgamatowych i średniociśnieniowych przy poborze mocy 1000 W.

Typ promieniowania		Promienniki	
		Amalgamatowe TMA	Średniociśnieniowe
Moc efektywna [W]	Promieniowanie UV-C ¹	396,0 W	162,5 W
	Promieniowanie 254 nm	384,6 W	67,0 W

Tabela 1 – Porównanie mocy efektywnej promienników amalgamatowych i średniociśnieniowych przy poborze mocy 1000 W.

Na podstawie powyższej tabeli wyraźnie widać bardzo niską sprawność energetyczną urządzeń średniociśnieniowych. Promienniki firmy TMA zużywają ok. 2,5 razy mniej prądu do uzyskania takiej samej mocy promieniowania UV. Promienniki amalgamatowe mają trwałość eksploatacyjną 2,4 razy większą niż promienniki średniociśnieniowe.

¹ Jest to promieniowanie nadfioletowe mieszczące się w zakresie długości fali od 100 do 280 nm

ZESTAWIENIE ZUŻYCIA PRĄDU PRZEZ PROMIENNIKI TMA AMALGAMATOWE I ŚREDNIOCIŚNIENIOWE INNYCH FIRM.

Moc niezbędna do dezynfekcji wody 1 m³ wody basenowej w urządzeniach firmy TMA wynosi od 7,6 W w modelu AM1 do 4,1 W dla modelu AM15 przy dawce 400 J/m².

Dawka 400 J/m² stanowi minimalną zalecą wartość do dezynfekcji wody. Zwiększanie dawki powyżej 400 J/m² sprzyja zwiększeniu redukcji chloramin i tym samym poprawie warunków kąpielowych. Znacznie lepsze rezultaty są osiągnięte przy dawce 600 J/m² i powyżej.

Przyjmujemy, że urządzenia wykorzystują do dezynfekcji wody identyczną moc promieniowania UVC wynoszącą 1000 Wat.

	TMA amalgamatowe	Urządzenia średniociśnieniowe
Moc UV [W] (dezynfekująca)	1 000 W	1 000 W
Moc pobierana [W]	2 600 W	6 160 W
Zużycie energii na rok [kWh]	22 776 kWh	53 962 kWh
Koszt energii	[1kWh = 0,1 EUR]	<u>5 396,2 EUR</u>
	[1kWh = 0,5 PLN]	<u>26 981,0 PLN</u>
Wymiana promienników po 12 000h	1 raz	2,4 razy

Tabela 2 – Porównanie energetyczne promienników amalgamatowych firmy TMA do promienników średniociśnieniowych

PORÓWNANIE PROMIENNIKÓW TMA AMALGAMATOWYCH I ŚREDNOCIŚNIENIOWYCH

Porównanie odnosi się przy założeniu że oba sterylizatory posiadają identyczną moc promieniowania ultrafioletowego typ UV-C (100- 280 nanometrów) o wysokości 1000 Wat.

	PROMIENNIKI	
	AMALGAMATOWE	ŚREDNOCIŚNIENIOWE
Moc dezynfekcji UV-C	1000 W	1000 W
Pobór mocy	2600 W	6160 W
Trwałość promiennika	12 000 godz.	5000 godz.
Zużycie energii (rok)	22 776 kWh.	53 961 kWh.
Sprawność energetyczna max	40%	16,2%
Restart po wyłączeniu	1-2 sek.	300-900 sek.
Praca bez przepływu wody	tak	nie
Osad kamienia na osłonach kwarcowych	nie	tak
Zabezpieczenie przed przegrzaniem	tak	tak
Pasmo UV	254 nm	od 200 do 400 nm
Usuwanie mono chloramin	tak	tak
Usuwanie dwu chloramin	tak	tak
Usuwanie trój chloramin	tak	tak
Skuteczność usuwania chloramin	100%	33,6%
Skuteczność dezynfekcyjna	100%	29,4%

Tabela 3 – Porównanie promienników amalgamatowych firmy TMA i średnociśnieniowych.



Jak widzimy nowa seria urządzeń posiada rewelacyjne parametry oraz skuteczność nieosiągalną w żadnych innych modelach.

Każdy typ sterylizatora (zarówno niskociśnieniowe jak i średniociśnieniowe) umożliwia osiągnięcie tego samego celu – tej samej skuteczności dezynfekcji. **Jednak modele firmy TMA czynią to taniej, przy znacznie mniejszych kosztach eksploatacji i mniejszym zużyciu energii.**

Bardzo korzystna cena nowej serii TMA modele AM, opartej na promiennikach amalgamatowych, czyni je bezkonkurencyjnymi w technice basenowej.



mgr inż. Tomasz Adamowicz
producent i projektant urządzeń UV od 1998 r.

DODATEK 1 – ROZKŁAD CHLORAMIN, A DŁUGOŚĆ FAL PROMIENIOWANIA

Promienniki amalgamatowe praktycznie całą moc wysyłają o częstotliwości 254 nm.

Średnia częstotliwość promieniowania w urządzeniach średniociśnieniowych przypada na fale 257 nm. Moc występująca przy tej długości fali stanowi 70% całkowitej mocy promieniowania tych promienników. Reszta mocy promieniowania (30%) przypada przy średniej długości fali 225,6 nm.

Skuteczność rozkładu chloramin zależy bezpośrednio od energii niesionej przez fale świetlną.

Energję promieniowania opisują poniższe wzory.

$$E = h \cdot \nu$$

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

Gdzie:

E – energia fotonu

h – stała Plancka = $6,626\ 0693\ (11) \times 10^{-34}$ J·s

ν – częstotliwość fali elektromagnetycznej

c – prędkość światła = 299 792 458 m/s

λ – długość fali elektromagnetycznej

Na podstawie tych wzorów można obliczyć energję promieniowania UV dla poszczególnych długości fali świetlnej. Uzyskane wyniki są przedstawione w poniższej tabeli.

$\lambda_1=225,6$	$E_1 = h \cdot \frac{c}{\lambda_1} = 0,88052 \times 10^{-18}$ J
$\lambda_2=254,0$	$E_2 = h \cdot \frac{c}{\lambda_2} = 0,78206 \times 10^{-18}$ J
$\lambda_3=257,0$	$E_3 = h \cdot \frac{c}{\lambda_3} = 0,77294 \times 10^{-18}$ J

Tabela 4 – Energia promieniowania UV uzyskana dla poszczególnych długości fal

W efekcie możliwe jest obliczenie skutecznej mocy promieniowania dla promienników amalgamatowych i średniociśnieniowych przy wyżej zamieszczonych założeniach. Moc skuteczna promieniowania jest obliczona przy mocy promienników wynoszącej 100W.

- Promiennik amalgamatowy AM:

$$E_{AM} = 100\% \cdot 39,60W \cdot E_2 = 30,97 \cdot 10^{-18} J$$

- Promiennik średniociśnieniowy:

$$E_{sr} = 70\% \cdot 16,25W \cdot E_3 + 30\% \cdot 16,25W \cdot E_1 = (8,79 + 4,29) \cdot 10^{-18} J = 13,08 \cdot 10^{-18} J$$

	TMA amalgamatowe	Urządzenia średniociśnieniowe
Moc pobierana [W]	100 W	100 W
Energia promieniowania UV [$\times 10^{-18}$ J]	30,97	13,08
Sprawność [%]	31%	13%

Tabela 5 – porównanie sprawności promienników TMA amalgamatowych i średniociśnieniowych.

Na tej podstawie widzimy jak mało sprawne są promienniki średniociśnieniowe oraz o ile lepsze są nowe promienniki amalgamatowe w modelach TMA .

DODATEK 2 – POWSTAWANIE OSADU NA RURACH KWARCOWYCH

Promienniki średniociśnieniowe podczas pracy muszą mieć temperaturę bańki szklanej pomiędzy 700-900°C. Oznacza to bardzo wysoką temperaturę na powierzchni rury osłonowej i błyskawiczne powstawanie depozytu wapniowo-magnezowego. Z tej przyczyny urządzenia te muszą być wyposażone w dodatkowy układ czyszczenia rur osłonowych. Bez czyszczenia mechanicznego rury zostaną pokryte kamieniem w ciągu kilku godzin.

Promienniki amalgamatowe do osiągnięcia 100% wydajności potrzebują temperatury 65°C na bańce szklanej. W praktyce powierzchnia rury osłonowej ma temperaturę poniżej 40°C, co zabezpiecza przed osadem wapiennym (osad powstaje na powierzchniach o temperaturze powyżej 55°C).