



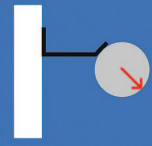
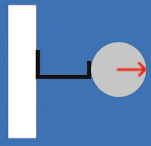
Germicidní zářiče





90°

135°



Germicidní zářiče v režimu přímého a nepřímého ozařování

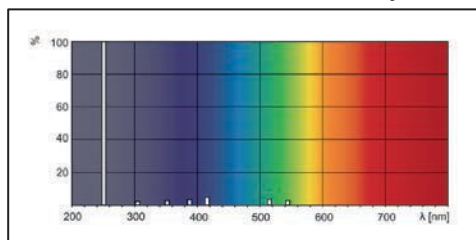
Ultrafialové záření

Ultrafialovým zářením se rozumí optické, elektromagnetické záření s vlnovou délkou od 100 nm do 1 mm. Ultrafialové záření s vlnovou délkou od 100 nm do 400 nm se rozděluje na:

UVA 315 nm až 400 nm

UVB 280 nm až 315 nm

UVC 100 nm až 280 nm - **253,7 nm**



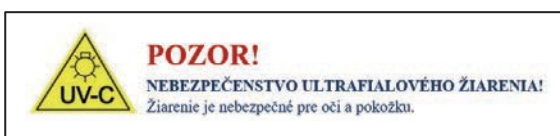
Germicidní záření - UVC záření o vlnové délce 253,7 nm je neviditelné. Právě toto záření ve spektru UVC způsobem hynutí mikroorganismů a to tak, že dojde k narušení jejich DNA a tudíž k jejich destrukci. Modré světlo, které produkují germicidní zářiče je pouze vedlejší produktem. Tato část spektra není dezinfekční. Germicidní záření neprochází matnými nepříhlednými materiály, plasty, plastovými fóliemi, ale ani obyčejným sklem. Tvoří pro něj spolehlivou překážku. Toto záření prochází pouze čirým křemenným sklem a speciálními teflonovými fóliemi.

Germicidní zářiče jsou zařízení sloužící pro dezinfekci s použitím ultrafialového záření o vlnové délce 253,7 nm. Germicidní zářiče jsou zkoušeny a ověřovány akreditovanou zkušebnou na EMC a LVD testy. Jsou ověřeny klinickými zkouškami a klinickými hodnoceními. LCH použití a účinnost jsou ověřeny dlouholetými zkušenostmi přímo z praxe. Při jejich správném použití nemůže dojít k nežádoucí expozici UVC zářením. Nekolik zásad je však nutné dodržovat:

1. Konstrukcí zařízení a jeho umístěním musí být bezpodmínečně zajištěno, aby v žádném případě nedošlo k přímé expozici pacientů nebo obsluhujícího personálu nebezpečnému UVC záření. Právě vzhledem k tomu, že toto záření je schopné velmi účinně ničit choroboplodné zárodky ve velmi širokém rozsahu, vytváří zdravé prostředí a chrání tak člověka před chorobami a možnými infekcemi. LDE o doplňkovou ale při správném používání velmi účinnou dezinfekci. Dopadající záření je homogenní a tak zlikviduje zárodky i tam, kde se dezinfekční prostředky neaplikovali (mimo stínu vytvořeného překážkami). Záření projíždějící prostor může likvidovat i mikroby volně se pohybující vzduchem na částicích prachu a tak čistit i samotný vzduch. Zdroje samotného záření, v tomto případě jde o germicidní trubice PHILIPS TUV 30W LL případně ekvivalent OSRAM HNS OFR 30W LL, mají garantovanou životnost 8000 hodin při poklesu intenzity UVC záření na úroveň 80% původní hodnoty. Po této době je třeba je vyměnit. Na životnost má vliv také počet zapnutí a vypnutí a zda jsou použity elektronické předřadníky s měkkým startem. U typů jsou všechny tyto podmínky splněny a životnost zdrojů UVC záření je prodloužena až na 18000 hodin.
2. Germicidní zářiče mohou obsluhovat pouze osoby náležitě poučené o provozu a případných rizicích, přičemž tento fakt musí být zaznačen písemnou formou. Použití zářičů za přítomnosti člověka je možné pouze v provozech s kontrolovaným režimem (personál byl vyškolen, poučen, bezpečnost je zajištěna doplňkovými technickými prostředky). LDE o provozu se známým pravidelným režimem vylučujícím vznik náhodných a nepředvídaných situací. Montáž mohou provádět pouze osoby způsobilé, vyškoleny s příslušným oprávněním a na základě projektu autorizovaného projektanta. Pro spuštění řádného provozu je nutné aplikovat provozní řád určený pro konkrétní pracoviště vypracovaný ve smyslu platné legislativy ověřený a schválený příslušným úřadem veřejného zdravotnictví.

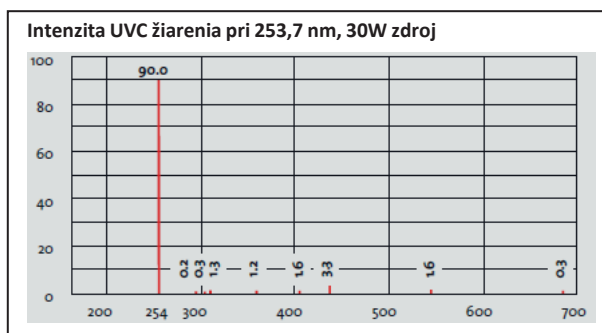
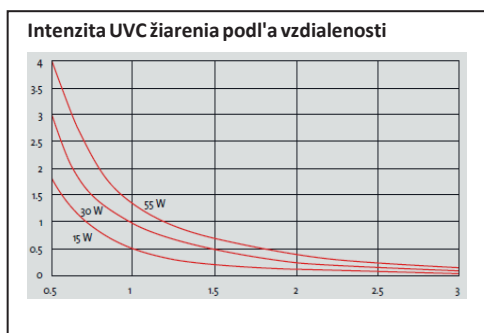
3. Je třeba zajistit pravidelné (jednou ročně) přezkoušení funkce zářičů, kontrolu provozních spínačů a dalších doplňkových technických prostředků - pokud byly nějaké použity.

4. Označení zářičů výstražnými štítky o nebezpečnosti UVC záření. Vstupní dveře na odděleních je třeba vyznačit 'dobře viditelným výstražným upozorněním o přítomnosti UVC záření. Pro zvýšení bezpečnosti při použití přímo vyzařujících zářičů lze použít invertovaný snímač pohybu. Ten při jakémkoli pohybu osob v nebezpečném prostoru automaticky přeruší činnost zářiče na předem nastavený časový interval. Po jeho uplynutí se automaticky obnoví jeho činnost. Germicidní zářiče mají standardně takový snímač zabudovaný. Pro zcela zamezení možnosti zásahu nežádoucím zářením v místnosti během provozu zářiče lze použít dveřní spínač. Při otevření dveří dojde k jeho automatickému odstavení z provozu. Ke spuštění zářiče dojde až po zavření dveří. Pro zajištění úplné ochrany před zářením v exponovaném prostoru je třeba tyto dvě metody použít současně. Může dojít k zavření dveří personálem z vnitřní strany a tak k opětovnému spuštění. Tato opatření je nutné použít všude tam kde dochází k většímu pohybu člověka v těchto prostorách a navzdory důkladnému poučení a zaškolení personálu může při rutinní práci dojít k omylu. Jedná se o prostory kde je třeba zajistit vysokou čistotu prostředí, i za cenu vyšších investic na technické zajištění ochrany před nežádoucím UVC zářením.



Expozice dávek UVC záření

Vzhledem k použití zdrojů s horkou katodou (relativně velkému výkon UVC záření do 0,5 m vzdálenosti od zdroje), nejsou pro hubení mikroorganismů nutné dlouhé expoziční časy. Při intenzivním proudění vzduchu napříč aktivní zónou UVC záření dochází k velmi účinné dezinfekci samotného vzduchu i povrchu v ozařování prostoru. Podle přiložené tabulky na jejich deaktivaci stačí několik sekund. Je však třeba zajistit několikanásobnou expozici záření v rozsahu 24 hodin. časový spínač SPH01,02 umožňuje opakované zapnutí ve čtyřech předem stanovených časech. Účinnost UVC záření klesá ze čtvercem vzdálenosti. Při použití přímo vyzařujících germicidálních zářičů třeba počítat s tím, že při určité teplotě a vlhkosti vzduchu může být dezinfekce v místnosti od určité vzdálenosti málo účinná. Citelný pokles nastává přibližně od tří metrů od zdroje UVC záření při použití 30W germicidálním trubice. Při 55W zdroji UVC záření tento pokles spatřováno přibližně od pěti metrů vzdálenosti.



Při dezinfekci ultrafialovým zářením UVC je nutné, dbát na to zda jde o dezinfekci zářiči bez přítomnosti člověka - přímo vyzařující nebo za přítomnosti člověka - nepřímo vyzařující. Přímo vyzařující zářiče se využívají pouze mimo provoz např. v noci nebo během pracovních přestávek. U nepřímo vyzařujících nedochází k přímému působení UVC záření v prostoru. Záření o velmi vysokých dávkách je uzavřeno uvnitř zářiče, kde dochází jen k dezinfekci vzduchu. Tyto zářiče proto třeba používat za přítomnosti člověka na delší časové intervaly. V provozech ARO, JLS, nebo při dlouhodobě ležících pacientů tak pracují nepřetržitě. V tomto případě je také třeba zajistit, aby nedocházelo ke zbytečné cirkulaci vzduchu mezi dezinfikovaným prostorem, a ostatními prostory, například chodbou. V uzavřené místnosti postupně všechn vzduch projde germicidálním zářičem a proběhne tedy proces dezinfekce vzduchu v přesně definovaném uzavřeném prostoru.

Tabulka: Dávky záření nutné k 90% deaktivaci mikroorganismů ze vzdálenosti 1m od zdroje UVC (dávka v $\mu\text{W} / \text{sek} / \text{cm}^2$)

Mikroorganizmy	Expozice [s]	Dávka [μW]	Mikroorganizmy	Expozice [s]	Dávka [μW]	Mikroorganizmy	Expozice [s]	Dávka [μW]
Bacterium			Salmonella			Paramyxovirus		
Bacillus (vegetative)			Salmonella typhimurium	89	8000	Sindbis virus	61	5500
Bacillus anthracis	50	4500	Salmonella enteritidis	44	4000	Newcastle Disease	17	1500
Bacillus Megatherium	14	1300	Salmonella typhi	23	2100	Orthomyxovirus	39	3500
Bacillus paratyphosus	36	3200	Serratia marcescens	36	3200	Influenza	39	3500
Bacillus subtilis 58	64	5800	Shigella paradysenteriae	19	1700	HIV (Lentiv)		
Bacillus (spore)			Staphylococcus			HIV (HTLVIII)	667	60000
Bacillus Megatherium	30	2700	Staphylococcus albus	20	1800	HIV (Sup T1)	1611	145000
Bacillus subtilis	133	12000	Staphylococcus aureus	29	2600	HIV (H9)	2667	240000
Bacillus anthracis	50	4500	Staphylococcus epidermis	122	11000	HIV (PHA-stim. PBL)	1444	130000
Bacillus subtilis (ATCC6633)	406	36500	Streptococcus			Phages		
Bacillus subtilis	12	1100	Streptococcus haemolyticus	24	2200	Bacteriophage		
Bac. subt. spore ATCC6633	169	15200	Streptococcus lactis	69	6200	Bacteriophage subt. phage SP02c12	167	15000
Campylobacter jejuni	32	2900	Streptococcus viridans	22	2000	Bacteriophage subt. phage SPP1	217	19500
Clostridium tetani	144	13000	Streptococcus faecalis ATCC29212	72	6500	Bacteriophage subt. phage Ø 29	78	7000
Coryneb. diphtheria	38	3400	Streptococcus faecalis	61	5500	Bacteriophage F specific	324	29200
Citrob. freundii (ATCC8090)	47	4200	Streptococcus pyogenes	24	2200	Coliphage f2	344	31000
Enterob. cloaca (ATCC13047)	71	6400	Streptococcus salivarius	22	2000	Staph. phage A994	72	6500
Escherichia coli:			Streptococcus albus 18	20	1800	Yeasts		
Escherichia coli	33	3000	Vibrio	27	2400	Oospora lactis	56	5000
Escherichia coli (in air)	8	700	Yersinia enterocolitica	17	1500	Saccharomyces cerevisiae	73	6600
Escherichia coli (in water)	60	5400	DNA-Viruses			Saccharomyces ellipsoideus	67	6000
Escherichia coli ATCC 11229	28	2500	Parvovirus			Saccharomyces sp.	89	8000

Mikroorganizmy	Expozice [s]	Dávka [μW]	Mikroorganizmy	Expozice [s]	Dávka [μW]	Mikroorganizmy	Expozice [s]	Dávka [μW]
Bacterium			DNA-Viruses			Fungi		
Escherichia coli K 12 AB 1157	64	5800	Bov. parvovirus	44	4000	Aspergillus glaucus	489	44000
Escherichia coli B/ r ATCC 12407	59	5300	Kilham rat virus	33	3000	Aspergillus flavus	667	60000
Klebsi. pneumon. ATCC4352	47	4200	HCC (Dog hepat. Adenov)	294	26500	Aspergillus niger	1467	132000
Legionella			Herpes virus			Aspergillus niger (pasta)	1667	150000
Legionella dumoffi	27	2400	Pseudorabies virus	78	7000	Aspergillus amstelodami (meat)	778	70000
Legionella gormanii	29	2600	Herpes simplex MP str.	74	6700	Candida parapsilosis	244	22000
Legionella micdadei	17	1500	Herpes simplex MP str.	17	1500	Cladospor. herbarum (cold stores)	556	50000
Legionella longbeachae 1	13	1200	Herpes simplex, type 1	183	16500	Mucor racemosus	189	17000
Legionella longbeachae 2	11	1000	Vaccinia	20	1800	Mucor mucedo (meat, bread, fat)	667	60000
Legionella oakridgensis	24	2200	RNA-Viruses			Oospora lactis	56	5000
Legionella micdadei	20	1800	Picornavirus			Penicillium chrysogenum (fruit)	556	50000
Legionella Jordanis	12	1100	Poliovirus	122	11000	Penicillium roquefortii	144	13000
Legionella wadsworthii	4	400	Poliovirus type 1 Mahoney	74	6700	Penicillium expansum	144	13000
Legionella pneumophila	28	2500	Poliovirus	148	13300	Penicillium digitatum	489	44000
Legionella bozemanii	22	2000	Poliovirus type 1	40	3600	Rhizopus nigricans	1222	110000
Leptospira			Poliovirus Mahoney 45	50	4500	Rhizopus nigricans (cheese)	1222	110000
Leptospira biflexa	26	2300	ECBO	89	8000	Scopulariopsis brevicaulis (cheese)	889	80000
Leptospira illini	9	800	Coxsackiev	207	18600	Protozoa	889	80000
Leptospira interrogans	31	2800	Reovirus			Algae	5000	450000
Micrococcus			Reovirus type 1	53	4800	Green algae, blue algae, diatoms		
Micrococcus candidus	68	6100	Reovirus type 1 (Lang str)	181	16300			
Micrococcus sphaeroides	111	10000	Rotav	177	15900			

Limitní hodnoty expozice pro nekoherentní optické záření

Vlnová délka [nm]	Limitné hodnoty expozície	Jednotka	Časť tela	Riziko
180 - 400 nm (UVA, UVB, UVC)	Heff = 30	[J.m ²]	- Očná rohovka - Očná spojivka - Očná šošovka - Koža	- Photokeratiti - Conjuktivitis - Cataractogenesis - Erythema - Elastosis - Rakovina kože

Správné použití doby expozice a zajištění jejího správného opakování v určeném časovém intervalu - přímo a nepřímo vyzařující germicidní zářiče

Jako zdroje UVC záření jsou použity zářiče s horkou katodou což při 30W zdroji představuje 90 mikrowatů za sekundu z jednoho metru vzdálenosti na centimetr čtvereční. Expoziční časy na tuto vzdálenost vycházejí velmi krátké na to aby dezinfekce v aktivní zóně proběhla dostatečně účinně. Proto je důležité, aby provoz probíhal opakovaně v krátkých časových intervalech s co největšími dávkami UVC záření. Vzhledem k proudění a výměnu vzduchu v prostoru, dochází k účinné dezinfekci většího objemu vzduchu (bez použití vzduchotechniky přibližně každých 6 hodin dochází k úplné výměně nebo přemístění vzduchu ve sledovaném prostoru).

Uvedené skutečnosti platí pouze při použití přímo vyzařujících zářičů - bez přítomnosti člověka. Při jejich provozu je třeba zajistit přísné dodržování bezpečnostních předpisů a doporučení podle nařízení vlády 410/2007 České republiky o minimálních zdravotních a bezpečnostních požadavcích na ochranu zaměstnanců před riziky s expozicí optickému záření.

Bezpečnost nepřímo vyzařujících zářičů dezinfikovaný vzduch prochází v uzavřeném prostoru zářiče ve velmi malé vzdálenosti od zdrojů UVC záření. Tím dochází k velmi účinné a efektivní dezinfekci procházejícího vzduchu, ale jeho objem je limitován výkonem použitých ventilátorů. Ten je dán velikostí samotného germicidního zářiče, ale i faktem že při větších objemech přečerpávání vzduchu dochází ke zvýšenému akustickému hluku. Při jejich provozu není třeba zajistit přísné dodržování bezpečnostních předpisů a doporučení,

protože při správném použití nedojde v žádném případě k styku s nebezpečným UVC zářením. Úroveň UVC záření je na vstupních a výstupních mřížkách nulová. Platí zásada, že pro zajištění efektivní dezinfekce těmito zářiči je třeba co nejvíce prodloužit jejich provozní čas, hlavně během možnosti kontaminace vzduchu pohybujícími se osobami v prostoru. Pro co nejvyšší možnou dezinfekci lze je použít v nepřetržitém režimu. Pro ekonomický provoz je doporučeno použít programovatelné spínací hodiny SH01 nebo SPH01A které jsou součástí zářiče.

Dodržení pravidelné a přesné expozice UVC zářením v aktivní zóně

Pro správnou funkci dezinfekce použitím UVC záření je nutno zajistit pravidelné a přesné doby expozice UVC záření. Je bezpodmínečně nutné vyloučit lidský faktor jako zdroj možných chyb a nepřesností. Pro takovou provoz je třeba použít programovatelný spínač s počítadlem provozních hodin protože životnost UVC zdrojů je limitována. Provoz takového spínače je třeba kontrolovat v čtvrtletních časových intervalech. Také je potřeba provést kontrolní přepočet provozních hodin vzhledem k naprogramované hodnoty expozice. Jen tak je možné zajistit, že nedojde ke zvýšené a nežádoucí expozici. O všech těchto skutečnostech je třeba vést písemnou dokumentaci, aby případné problémy bylo možné vysledovat a odstranit.

Riziko z expozice optickému záření

Při provozu a použití germicidálním zářičů Může dojít k expozici osob optickému záření a to z následujících důvodů:

- **Nesprávné použití expozičního času a nesprávné umístění zářiče v prostoru (je třeba se řídit doporučenými expozičními časy z dodržení limitní hodnoty expozice optickým zářením na jedné straně a dosažení účinnosti při dezinfekci na straně druhé). Je důležité dodržet správné umístění zářičů v daném prostoru a zajistit směřování paprsků mimo dosah možné nežádoucí expozice.**
- **Nesprávná manipulace personálu při provozu a údržbě (personál musí být zaškolený a poučen o principu desinfekce UVC zářením jakož i možných rizicích při neoprávněné a nesprávné manipulaci ze zdroji záření).**
- **Nepředvídané poruchy (personál musí být vyškolen a vycvičený při zvládnání a řešení nepředvídaných poruch a událostí jako např. Uvolnění namontovaného zářiče - změna vyzařovacího diagramu, nemožnost vypnutí, nesprávně nasměrování do prostoru, rozbití trubice - zdroje UVC, kontaminace okolí rtuť při rozbití).**

Opatření při možném zásahu umělým optickým zářením (případ havárie a jiných nepředvídaných situací)

Při provozu germicidálním zářičů typu nesmí v žádném případě dojít ke styku UVC záření s osobami pohybujícími se v okolí těchto zářičů a tudíž musí být vyloučeno ozáření člověka UVC zářením produkovaným těmito zářiči. Přes dodržení všech bezpečnostních opatření při použití těchto zářičů v případě některých havarijních a nepředvídaných situací dojít k zásahu určitou nežádoucím dávkou záření UVC nepřesahující maximální povolenou hodnotu 30 J.m².

Vzhledem k charakteru UV záření (žádné viditelné projevy - barva, zápach, termické působení), je zasažení jeho expozicí v daném okamžiku bez jakýchkoli doprovodných jevů. Ty se projeví až z delším časovým odstupem - několik hodin v závislosti na velikosti expozice. U lehčích projevech - silné pálení v očích a zarudnutí pokožky, při větších a dlouhodobých dávkách - poškození zraku, popálení pokožky, rakovina kůže. Už při podezření na možnou expozici UVC zářením a projevech expozice UV zářením je třeba vyhledat lékařskou pomoc a ze strany provozovatele je nutné zajistit okamžité odstranění příčiny, analyzovat příčinu vzniklého stavu, přijmout účinná opatření a nadále sledovat bezpečnost provozu.

Jiná možná rizika

Zdroje - trubice produkující UVC záření jsou v podstatě lineární výbojky obsahující rtuťové páry bez vnitřní vrstvy luminoforu. Při jejich rozbití kromě možného poranění skleněnými střípinami dochází ke kontaminaci prostředí rtuť, pro lidský organismus toxickou látkou. Při manipulaci je nutné zajistit, aby v žádném případě nedošlo k jejich poškození. LCH likvidace při poškození a po jejich životnosti odpovídá režimu likvidace toxického odpadu a to buď u výrobce nebo u autorizovaných firem na likvidaci takového odpadu. Zamezení úniku rtuťových par do prostředí a ochranu před střípinami je možné dosáhnout použitím trubic s ochranným teflonovým povlakem - obalem díky kterému i po rozbití trubice zůstane nepoškozena a zabrání se tak úniku střepek a rtuťových par do prostředí. Takové netříštivé trubice - zdroje UVC záření je nezbytné použít v mobilních germicidálních zářičích, protože u těchto hrozí zvýšené riziko poškození, neustálým pohybem a přesunů v případě potřeby.



Otázky a odpovědi

1. Jaká je životnost germicidního zářiče?

Životnost zářičů je typicky sedm let při pravidelné roční údržbě. V závislosti na kvalitě prostředí (čisté - špinavé I suché - vlhké) může být tento čas proměnlivý.

2. Expozicí UVC zářením provádíme dezinfekci nebo sterilizaci?

Jedná se jen o dezinfekci.

3. Je postačující samostatná desinfekce UVC zářením - germicidními zářiči?

Ne, jde o velmi účinnou, ale vždy jen doplňkovou dezinfekci.

4. Produkují germicidní zářiče ozón?

Ne, zářiče neprodukují žádný ozón.

5. Jak dlouho je možné zářit s germicidními zářiči?

Dávka, nebo doba záření, je dána výkonem zdroje záření. Při 55W zdrojích je efektivní vzdálenost přibližně 6 m a potřebný čas na přiměřenou dezinfekci je přibližně jedna hodina. Je doporučeno provést dvě expozice UVC zářením - dezinfekce. První po ukončení práce na pracovišti a druhou před zahájením práce na pracovišti. V tomto režimu desinfekce jsou hodnoty patogenních mikroorganismů na úrovni blízké se k sterilnímu prostředí. V prostorech kde je třeba zajistit vysokou účinnost dezinfekce, je třeba použít 55 W zdroje UVC záření. V tomto případě, je možné zkrátit dobu expozice UVC zářením. V provozech jako jsou operační sály, nebo prostory s vysokými požadavky na čistotu je vhodné dodržet expozici v trvání jedné hodiny po ukončení práce a jedné hodiny před zahájením práce v prostorách určených k dezinfekci. Dezinfekci ultrafialovým zářením třeba považovat za vysoce účinnou a efektivní, avšak stále jen doplňkovou.

6. Je možné vstoupit do místnosti ihned po vypnutí germicidálním zářičů?

Ano, protože dezinfekce probíhá vždy jen během působení UVC záření.

7. Jak likvidovat nefunkční zdroje UVC záření - trubice?

Likvidace spadá pod legislativu o likvidaci nebezpečného odpadu k tomu určenými organizacemi, nebo přímo u výrobce.

8. Jak čistit povrch zářičů?

Vlhkou utěrkou, neagresivním čisticím prostředkem.

9. Jak čistit zdroje UVC záření?

Vlhkou utěrkou, nikoli roztokem který po zaschnutí zanechává povlak na povrchu trubice. Doporučuje se líh pro lékařské účely.

10. Jak čistit vnitřek uzavřených zářičů ?

Tuto činnost mohou provádět poučené osoby s příslušným elektrotechnickým vzděláním nebo osoby vyškolené a osvědčené výrobcem. Je zde riziko expozice UVC zářením.

11. Může germicidní záření způsobit rakovinu kůže?

Ano, pokud by obsluhující personál byl vystavován tomuto záření. Provozovatel germicidních zářičů je však povinen zajistit aby v žádném případě nedošlo k jakémukoli kontaktu osob s takovým zářením a to ani v případě poruchy nebo nepředvídatelných událostí.

Použití germicidálním zářičů v dětském koutku

