

CHLOREČNANY – NOVÝ PROBLÉMOVÝ UKAZATEL V BAZÉNOVÉ VODĚ

CHLORATE – A NEW PROBLEM INDICATOR IN SWIMMING POOL WATER

FRANTIŠEK KOŽÍŠEK¹, HANA JELIGOVÁ¹, PAVLA WILDOVÁ²

¹Státní zdravotní ústav, Centrum zdraví a životního prostředí, Oddělení hygieny vody, Praha, Česká republika

²Ministerstvo zdravotnictví České republiky, Praha, Česká republika

SOUHRN

V roce 2024 byl v České republice novelizován právní předpis, který se zabývá hygienickými požadavky na bazény. Jedna z úprav se týkala limitu chlorečnanů ve veřejných bazénech a vířivkách a povinnosti jejich sledování. Důvodem bylo, že stále více provozovatelů bazénů používá k dezinfekci chlornan sodný a kontrola zjistila, že koncentrace jeho vedlejších produktů – chlorečnanů – dosahují ve vodě v bazénu v některých případech zdravotně rizikových hodnot. Článek seznamuje s podmínkami nové regulace, zdravotními riziky chlorečnanů a způsobem odvození limitní hodnoty, s požadavky na chlorečnany v bazénech v sousedních zemích a s možnými opatřeními, jak udržet obsah chlorečnanů na zdravotně přijatelných hodnotách.

Klíčová slova: bazény, dezinfekce – vedlejší produkty, chlorečnany, hygienické limity, rizika zdravotní

SUMMARY

In 2024, the Czech Republic amended the legislation that deals with hygiene requirements for swimming pools. One of the amendments concerned the limit of chlorate in public swimming pools and hot tubs and the obligation to monitor it. It was because more and more pool operators use sodium hypochlorite for disinfection and it was found during inspections that the concentration of its by-product – chlorate – in the pool water in some cases reaches health hazardous levels. The article introduces the conditions of the new regulation, the health risks of chlorate and the method of deriving the limit value, the requirements for chlorate in swimming pools in neighbouring countries and possible measures to keep the chlorate content at health-acceptable levels.

Key words: swimming pools, disinfection byproducts, chlorate, hygienic standards, health risks

<https://doi.org/10.21101/hygiena.a1879>

Úvod

Loňská novela vyhlášky č. 238/2011 Sb. (1), tedy vyhláška č. 259/2024 Sb. (2), způsobila mezi provozovateli umělých koupališť určité pozdvižení. Ani ne tak kvůli tomu, co z ní bylo vypuštěno, to se ostatně jen přesunulo do jiné vyhlášky (3), ale kvůli tomu, co do ní přibýlo. Konkrétně jedna na první pohled nenápadná, ale z pohledu ochrany zdraví koupajících se osob velmi významná vsuvka v příloze č. 8: do vysvětlivky č. 20 se k ukazateli chloritany a chlorečnany za slova „oxid chloričitý“ vložila slova „chlornan sodný nebo vápenatý a přípravky s jejich obsahem“.

Poznámka podstatně rozšiřuje okruh bazénů, na které se součtový ukazatel chloritany a chlorečnany a jejich limit vztahuje, a je tedy potřeba ho ve vodě sledovat. Tím se zároveň „aktivovalo“ ustanovení z přílohy č. 9, že ukazatel je třeba kontrolovat hodinu před zahájením provozu a každou čtvrtou hodinu, které bylo ve vyhlášce již od roku 2014, ale dosud si jeho „neproveditelnost“ nikdo nevšiml, protože (zřejmě) nikdo donedávna nepoužíval k dezinfekci vody v bazénu oxid chloričitý.

Proto nebyla do loňského roku povinnost tento ukazatel sledovat.

Stanovená četnost sledování chloritanů a chlorečnanů je zjevný omyl, protože pokud nedojde k nějakému extra šokovému ošetření bazénu chlornanem, jejich koncentrace se v čase mění relativně pomalu. Omyl, o kterém ani tvůrci vyhlášky nyní netuší, jak se do vyhlášky před 11 lety dostal, a který bude muset být při nejbližší novele vyhlášky napraven. Ministerstvo zdravotnictví se provozovatelům za omyl s četností omluvilo a situaci dočasně ošetřilo stanoviskem ze dne 31. 10. 2024 (4). V něm zmírňuje podmínky na sledování tak, že se stanovení provede u akreditované laboratoře jen 1× měsíčně, a pokud je do bazénů rozváděna voda z jedné úpravny vody včetně dezinfekce, lze po 4 výsledcích, které ukáží v různých bazénech podobné hodnoty, omezit se souhlasem místně příslušné krajské hygienické stanice sledování jen na jeden bazén. Stanovisko (4) dále upřesňuje kritéria, jak rozlišit, na které bazény se vztahuje přísnější limit 20 mg/l (podle vyhlášky limit „platí pro bazény, kde se provádí závodní výcvik plavců, a u dalších sportovních a výukových aktivit, které se konají více než 2 dny

v týdnu“) a na které mírnější limit 30 mg/l (ostatní bazény).

Ukazatel chloritany a chlorečnanů s daným limitem je ve vyhlášce již od června 2014, tedy více než deset let. Důvodem k jeho zařazení byl úmysl jednoho provozovatele bazénu zavést dezinfekci oxidem chloričitým, ale protože záměr nebyl realizován, ustanovení vyhlášky nebudilo žádnou pozornost. Už tehdy se však vědělo, že chloritany jsou dominantním vedlejším produktem dezinfekce oxidem chloričitým a chlorečnanů zase dominantním vedlejším produktem dezinfekce chlornanem. Nicméně tvůrci vyhlášky se domnívali – a převážně to asi tehdy byla pravda – že ve velkých bazénech je k dezinfekci používán především plynný chlor, který vytváří chloritany a chlorečnanů jen v omezené míře, a v malých bazénech chlornan, ale protože v malých bazénech se voda obměňuje denně nebo relativně často, nepovažovali kumulaci chlorečnanů v bazénové vodě za příliš pravděpodobnou a rizikovou.

Mezitím se ale situace změnila a plynný chlor byl – především z bezpečnostních důvodů a kvůli jednodušší manipulovatelnosti – nahrazen chlornanem sodným i v některých velkých bazénech. A díky monitorování širšího spektra vedlejších produktů dezinfekce v bazénech, kde se začala používat recyklace prací vody z filtrů (5), se potvrdilo, že chlorečnanů jsou problémem i v bazénech, kde se oxid chloričitý nepoužívá. Proto byla v roce 2024 do vyhlášky doplněna ona vsuvka, že se ukazatel chloritany a chlorečnanů vztahuje také na bazény ošetřené chlornanem.

Můžeme sice diskutovat o tom, zda pro splnění nového ukazatele a jeho limitu měla, či neměla být stanovena nějaká přechodná doba, nicméně je jasné, že se mu budou muset provozovatelé v blízké době přizpůsobit. Ze zdravotního hlediska je totiž jedno, jakým způsobem se škodlivá látka do vody v bazénu dostává, ať z té či oné chemikálie používané k úpravě vody, rozhodující je její přítomnost a koncentrace ve vodě.

Rozšíření okruhu bazénů, v nichž je nutno sledovat chloritany a chlorečnanů, bylo logickým krokem, který mohl být mezi provozovateli bazénů očekáván, protože – jak již bylo uvedeno – vztah mezi chlornanem a chlorečnanů je již dlouho obecně znám. Technologové doporučující při rekonstrukcích bazénů nebo změně technologie úpravy přechod z plynného chloru na chlornan by měli provozovatele bazénu upozornit, že ve vodě se budou ve zvýšené míře vyskytovat chlorečnanů a že by měl správně podle § 6f odst. 2 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů, toto oznámit krajské hygienické stanici:

„Zjistí-li provozovatel ve vodě ke koupání, sprchování nebo ochlazování výskyt látky neuvedené v prováděcím právním předpise, která může ovlivnit veřejné zdraví, je povinen neprodleně podat žádost o povolení a stanovení podmínek jejího výskytu, nebo provoz umělého koupaliště nebo sauny nebo jejich části zastavit. V žádosti uvede látku a její množství nebo koncentraci ve vodě, návrh hygienického limitu, hodnocení zdravotních rizik výskytu této látky a jejího limitu a způsob, rozsah a četnost kontroly dodržení navrženého hygienického limitu. Příslušný orgán ochrany veřejného zdraví výskyt látky rozhodnutím povolí, pokud navržená koncentrace nebo množství neobtěžuje veřejné zdraví. Nebude-li žadateli povolení vydáno, je povinen provozování umělého koupaliště nebo sauny zastavit.“ (6)

Zdravotní rizika chlorečnanů a způsob odvození limitní hodnoty

Přítomnost chlorečnanů ve vodě bazénu s sebou přináší i určitá zdravotní rizika v důsledku požití této vody při koupání. Chlorečnanů totiž nepatří mezi látky těkavé, prakticky se nevstřebávají kůží a k expozici dochází pouze cestou orální. Jsou rychle vstřebávány a transportovány do tkání, vylučují se především močí ve formě chloridů.

Jak vyplývá ze studií na zvířatech, primárními cílovými orgány toxicity chlorečnanů po opakované orální expozici je štítná žláza a hematologický systém. Byly zaznamenány histopatologické změny štítné žlázy, např. hypertrofie (zvětšení objemu) a hyperplazie (zvýšení počtu) folikulárních buněk a změny hladin hormonů štítné žlázy (pokles trijodtyroninu a tyroxinu, zvýšení TSH – tyreotropního hormonu). Jedná se zřejmě o negenotoxický způsob účinku, který nevylučuje i možné účinky na vývoj nervové soustavy, protože stav hormonů štítné žlázy je zásadní pro normální vývoj mozku. Dále byly prokázány změny hematologické (především snížení počtu erytrocytů, snížený hematokrit, snížení koncentrace hemoglobinu), snížení váhy tělesných orgánů aj.

Při výpočtu limitní koncentrace pro sumu chloritanů a chlorečnanů v bazénové vodě při novele vyhlášky v roce 2014 se vycházelo z předpokladu, že koeficient nebezpečnosti (hazard quotient – HQ) nesmí překročit hodnotu 0,7, ačkoliv riziko toxických účinků se neočekává až do hodnoty HQ menší než 1. Musí se totiž počítat i se souběžnou expozicí a rizikem toxických účinků těchto látek plynoucím z požívání pitné vody, kde vznikají jako vedlejší produkty dezinfekce při použití oxidu chloričitého nebo chlornanu sodného (vápenatého) jako dezinfekčního přípravku. Vzhledem k tomu, že v ČR dle dat získaných z Informačního systému PiVo jsou koncentrace chloritanů a chlorečnanů v pitné vodě nízké, uvažovala se 30% alokace na pitnou vodu a 70% alokace na vodu z bazénů.

Míru rizika toxického účinku chloritanů a chlorečnanů (nekarinogenní riziko) získáme výpočtem hodnoty koeficientu nebezpečnosti HQ, a to vydělením vypočtené denní průměrné dávky ještě bezpečnou dávkou, která pravděpodobně ani při celoživotním příjmu nevyvolá nepříznivé zdravotní účinky. Světová zdravotnická organizace (World Health Organization – WHO) tuto dávku nazývá přijatelným denním přírůstkem (acceptable daily intake – ADI) nebo tolerovatelným denním příjmem (tolerable daily intake – TDI). Agentura pro ochranu životního prostředí (US EPA) považuje tuto dávku za referenční dávku pro orální příjem (oral reference doses – RfDo).

Vzorec pro výpočet koeficientu nebezpečnosti:

$$HQ = \frac{ADD_0}{TDI(ADI)}$$

Vzhledem k tomu, že hodnotu HQ jsme si stanovili výše (0,7), je potřeba vypočítat hodnotu ADD_0 (průměrné denní dávky, tj. expozice). K výpočtu byla použita hodnota ADI pro chronický příjem chloritanů a chlorečnanů, která v roce 2014 podle platných doporučení WHO činila 0,03 mg/kg/den (7).

Odvozený vzorec pro výpočet průměrné denní dávky:

$$ADD_0 = HQ \times TDI$$

Pro výpočet limitní koncentrace chlorečnanů je použit konzervativní přístup, tedy spíše vědomé mírné nadhodnocení, protože cílem není odhad rizika jen pro rekreační plavce, nýbrž i pro reálné případy nejvíce ohrožených osob, v tomto případě závodní plavce. Uvažujeme pouze orální příjem. Jako průměrné množství vody polknuté při plavání nebo koupání bylo u dětí uvažováno 100 ml (dle údajů WHO) (8), ač některé studie uvádějí průměrné hodnoty nižší – nicméně hodnota 100 ml odpovídá přibližně hodnotě 95. percentilu, u dospělých pak 50 ml. Průměrná tělesná hmotnost u dětí byla stanovena z výsledků 6. Celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže v ČR v roce 2001, byl použit aritmetický průměr zjištěných hodnot za dané věkové období a byly zprůměrovány hodnoty pro chlapce a dívky (9). Frekvence expozice se lišila podle typu aktivity (rekreační a závodní plavání) a věku (dětí, dospělí).

Vzorec pro výpočet průměrné denní dávky z vody orálním příjmem:

$$ADD_0 = \frac{CW \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

Odvozený vzorec pro výpočet koncentrace chlorečnanů v bazénové vodě:

$$CW = \frac{ADD_0 \times BW \times AT}{IR \times EF \times ED}$$

CW – koncentrace chlorečnanů ve vodě; ADD_0 – průměrná denní dávka; BW – tělesná hmotnost; IR – množství požitých vody; EF – frekvence expozice; ED – trvání expozice; AT – průměrná doba expozice

Na základě různých expozičních scénářů byly vypočteny různé limitní koncentrace pro sumu chloritanů a chlorečnanů v bazénové vodě. Limitní hodnota byla stanovena nejen na základě výsledků hodnocení zdravotních rizik, ale také s ohledem na přijaté limity v jiných zemích, především v Německu, kde bývají limitní hodnoty nastaveny podle přísných, ale objektivních kritérií. Limitní hodnota pro sumu chloritanů a chlorečnanů v bazénové vodě byla v ČR stanovena ve výši 30 mg/l s výjimkou bazénů, ve kterých bude probíhat závodní výcvik plavců. Zde byla navržena limitní hodnota nižší – ve výši 20 mg/l.

Již několik let se mezi regulátory pitné i bazénové vody diskutuje, zda by k chloritanům a chlorečnanům neměly být přiřazeny ještě chloristany, které se při dezinfekci vody chlorem rovněž vyskytují a které jsou podle Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (European Food Safety Authority – EFSA) více toxické než chloritany a chlorečnany. Nicméně zatím k tomu nikde přistoupeno nebylo. Nejbližší (v pitné vodě) k tomu mají zatím v USA, kde se vydání limitu očekává na podzim 2025 s platností od roku 2027 (10). Podle studie uskutečněné Asociací kantonálních chemiků (určitá období hygienických stanic) v roce 2023, v rámci které bylo odebráno ve Švýcarsku a Lichtenštejnsku 275 vzorků z 92 bazénových provozů a voda byla analyzována na obsah chlorečnanů, bromičnanů, chloristanů a trichloracetátu, se chloristany prakticky

nevyskytovaly: průměrná hodnota byla méně než 0,01 mg/l s maximem 0,082 mg/l (11).

V roce 2016 došlo ze strany WHO ke zpřísnění ADI pro chlorečnany na 0,01 mg/kg/den (12), zatímco hodnota ADI pro chloritany zůstala stejná. Kdybychom tedy aktuálně použili k výpočtu limitu chlorečnanů současnou hodnotu, dostaneme se u dětských rekreačních plavců místo 30 mg/l na třetinu, tj. 10 mg/l, čili na hodnotu, jakou mají ve Švýcarsku nebo Maďarsku. Vzhledem k současnému přehodnocování toxikologických vlastností lze tedy očekávat, že časem dojde ke zpřísnění současného přípustného limitu i v České republice.

Hygienické limity chloritanů a chlorečnanů v některých dalších zemích

Na rozdíl od pitné vody, kde společná směrnice (2020/2184) (13) definuje minimální kvalitativní požadavky závazné pro všechny členské země EU, pro bazény žádný společný EU předpis neexistuje. Každá země má svou vlastní legislativu. Jaká je v případě chloritanů a chlorečnanů situace v okolních zemích? Slovensko a Polsko tyto ukazatele ve své legislativě na bazény nemají, Rakousko má pouze limit chloritanů (přísný limit 0,1 mg/l platí pouze pro bazény dezinfikované oxidem chloričitým, který se tam prý ale v současné době nikde k dezinfekci bazénů nepoužívá), příslušný předpis (14) ale právě prochází revizí.

V Německu jsou požadavky na kvalitu vody v bazénech definovány v normě DIN 19643-1, její poslední verze je z června 2023 (15). Ukazatele chlorečnanů, chloritanů a bromičnanů jsou v normě obsaženy od roku 2012. Ukazatel chloritanů a chlorečnanů je součtový, pro sumu obou látek platí limitní hodnota 30 mg/l (v pracovním návrhu normy byla původně navržena hodnota 10 mg/l, která by dostatečně chránila také osoby s geneticky podmíněným nedostatkem G6PDH), a jsou u ní uvedeny dvě poznámky: 1. Ve venkovních bazénech je povolena vyšší hodnota (v normě však není uvedena jaká), protože jsou zde potřeba vyšší dávky chloru k udržení mikrobiologické čistoty. 2. Vzhledem k současnému přehodnocování toxikologických vlastností se očekává významné snížení přípustného limitu pro bromičnany, chloritany a chlorečnany.

Ve Švýcarsku sice existuje norma na bazény (16) podobná té německé, ale jí nadřazená je vyhláška, která závazně definuje požadavky na kvalitu vody ve veřejných bazénech (17). Mezi jinými ukazateli obsahuje i bromičnany (s limitem 0,2 mg/l) a chlorečnany (s limitem 10 mg/l), chloritany neobsahuje. Limit pro chlorečnany byl odvozen z hodnoty tolerovatelného denního příjmu 3 µg na kilogram tělesné hmotnosti na den (podle EFSA) (18) a na základě expozičního scénáře definovaného Dufourem a kol. (19). Závazný limit pro chlorečnany platí od roku 2016, ale již dříve existoval ve formě doporučení. Jeho dodržení znamenalo přirozeně výzvu i pro provozovatele švýcarských bazénů a zpočátku bylo překračování limitu poměrně časté. Proto vydalo v roce 2019 příslušné ministerstvo informační dopis č. 2019/5, ve kterém o problematice informovalo a poskytlo návrhy opatření ke snížení koncentrace chlorečnanů. I v současné době ještě dochází k překračování limitu, ale již méně často a ne tak výrazně. Podle výše zmíněné

studie, v rámci které bylo v roce 2023 kontrolováno 92 bazénových provozů, se chlorečnany vyskytovaly v průměrné hodnotě 6,8 mg/l a k překročení limitu 10 mg/l došlo u 34 % vzorků s maximem 65,9 mg/l (11).

V Maďarsku byly ukazatele chlorečnany a chloritany zařazeny do příslušného nařízení při poslední novele v roce 2023 (20). Chlorečnany mají limit 10 mg/l a musí být sledovány ve všech bazénech, které jsou chlorovány. Chloritany mají limit 5 mg/l a musí být sledovány jen v bazénech, kde se používá k dezinfekci vody oxid chloričitý.

Jak se chlorečnany do bazénové vody dostávají

Chlorečnany se v bazénové vodě mohou objevit, resp. zde vzniknout, několika způsoby. Mohou se tam dostat už s plnicí vodou z veřejného vodovodu, pokud je dezinfikována (chlornanem sodným), ale to je ve všech případech jen okrajový zdroj, protože v pitné vodě platí limitní hodnota pro sumu chloritanů a chlorečnanů 0,25 mg/l a průměrné hodnoty se pohybují do 0,05 mg/l (21).

Mnohem výraznějším zdrojem je dávkovaný roztok chlornanu sodného, kde obsah chlorečnanů může významně kolísat v závislosti na způsobu výroby, ale hlavně na délce a způsobu skladování (vystavení světlu a teplotě) chlornanu před použitím. Ve zmíněné německé normě (15) je velmi ilustrativní graf, kde je ukázáno, jak se během skladování při různých teplotách snižuje v chlornanu sodném obsah aktivního chloru a jak se v něm naopak zvyšuje obsah chlorečnanů. Zatímco při teplotě skladování 10 °C se za 90 dní sníží obsah aktivního chloru z výchozích cca 155 g/l jen o necelých 10 g/l, během skladování při teplotě 35 °C klesne obsah aktivního chloru téměř na nulu. Zároveň se přitom v chlornanu tvoří chlorečnany, kdy se při rozkladu 1 g chloru vytvoří přibližně 0,5 g chlorečnanů. Takže např. při teplotě skladování 35 °C budou již za 20 dní polovinu hmotnosti chlornanu představovat chlorečnany! Když pak takto nevhodně skladovaný chlornan dávkuje provozovatel do bazénu, musí pro dosažení minimálního požadovaného obsahu volného chloru použít mnohem vyšší dávku (protože má méně aktivního chloru než by měl mít), čímž ale zároveň do bazénu vnáší více chlorečnanů a dostává se tak do začarovaného kruhu.

Chlor přidávaný do bazénové vody za účelem dezinfekce se hydrolýzou mění na kyselinu chlornou a chlornanové ionty. Ve vodě se chlornanové ionty rozkládají dvoustupňovou reakcí za vzniku chlorečnanů. V první fázi vznikají chloritany, které v přítomnosti chlornanu okamžitě dále reagují za vzniku chlorečnanů. Proto se chloritany prakticky nevyskytují v bazénové vodě, která obsahuje dostatečné množství chloru. Rozklad chlornanu na chloritany a chlorečnany podporují vysoké koncentrace chlornanu, teplo, UV záření, hodnoty pH nižší než 10,5 a ionty těžkých kovů, které působí jako katalyzátory (22). Při použití plynného chloru, kdy ve vodě vzniká mj. i kyselina chlorovodíková, se může voda mírně okyselit, což není pro tvorbu chlorečnanů příznivé. Proto se v samotné bazénové vodě při použití plynného chloru vytváří obvykle o něco méně chlorečnanů než při použití chlornanu, nicméně tento zdroj se zdá být – oproti vnosu chlorečnanů již se samotným chlornanem – sekundární.

Takže chlorečnany se do vody dostávají již při dávkování chlornanu (jejich množství může být i velmi vysoké v závislosti na podmínkách uvedených výše), částečně vznikají v určitém množství i při provozu rozkladem chlornanu ve vodě. A protože se voda díky recirkulačnímu systému z větší části stále recykluje (a běžně používaná úprava, ať už písková filtrace nebo filtrace přes aktivní uhlí, nemá na jejich obsah žádný vliv), v bazénové vodě se postupně kumulují a jejich koncentrace s časem stále narůstá.

Jaká opatření může provozovatel bazénů přijmout

Opatření lze rozdělit na krátkodobá (nápravná) a dlouhodobá (preventivní). Krátkodobá, resp. okamžitá opatření je nutné přijmout, když je limit chlorečnanů a chloritanů překročen. Zde je na prvním místě nutné zvýšit objem ředící vody, protože jinak než ředěním nelze obsah chlorečnanů snížit (pomíjíme nyní možnost speciální úpravy – viz dále – jejíž instalace vyžaduje určitý čas, i kdyby na ni měl provozovatel aktuálně dost finančních prostředků), někdy může být nutné obměnit i podstatnou část vody v bazénu. Ruku v ruce s tímto opatřením musí jít i kontrola stáří a kvality chlornanu spolu s vyhodnocením podmínek jeho skladování v bazénu, popř. obstarání si nové čerstvé šarže, aby dále nedocházelo ke zbytečnému nadměrnému vnosu chlorečnanů již při dávkování dezinfekčního přípravku.

Těžiště dlouhodobých preventivních opatření musí směřovat k minimalizaci obsahu chlorečnanů v používaném chlornanu, přičemž se musí jednat o opatření u výrobce, v distribučním řetězci i u provozovatele bazénu. Komerčně vyráběný chlornan sodný se dodává jako roztok o koncentraci cca 15 % aktivního chloru (norma připouští rozmezí 12–18 %), vedle chlornanu obsahuje i malé množství záměrně přidaného hydroxidu sodného, který zvyšuje pH a roztok stabilizuje. Nezáměrně ale obsahuje i určité množství chlorečnanů, které při výrobě vznikají, čemuž se nelze úplně technicky vyhnout. Výrobce by se však měl snažit o minimalizaci obsahu při výrobě, přičemž obsah chlorečnanu sodného v době dodání odběrateli či distributorovi nesmí podle normy překročit 5,4 % (hmotnostní zlomek) aktivního chloru (23). Výrobce by měl chlornan opatřit mimo jiné datem výroby i spotřeby (expirace) a podmínkami skladování; ideálně by měl odběratelům k dané výrobní šarži dodat také výsledek rozboru chlorečnanů z této šarže. Podle uvedené ČSN musí být chlornan chráněn před světlem, zejména před přímým slunečním zářením (neprůhledné obaly), a skladován v chladných prostorách v plastových kontejnerech nebo kovových kontejnerech s vnitřní plastovou výstelkou.

Pokud výrobce nedodává chlornan přímo koncovému uživateli (což je ideální stav, protože výrobek by měl být co nejčerstvější), ale do distribučního řetězce, musí se firmy v tomto řetězci snažit, aby se výrobek dostal ke koncovému odběrateli co nejrychleji, a zajistit výše uvedené podmínky skladování, přičemž za optimální skladovací teplotu je nutné považovat teplotu nižší než 15 °C. Distribuční firmy by měly délkou a podmínkami skladování zajistit, popř. též občasnou kontrolou ověřit, aby obsah chlorečnanů v chlornanu nepřesáhl výše uvedených 5,4 % (hmotnostní zlomek) aktivního chloru.

Koncový uživatel, tedy provozovatel bazénu, by měl od dodavatelů chlornanu požadovat vyjádření, že se jedná o výrobek co nejčerstvější, který byl skladován v temnu a chladu. Výrobek by měl mít na sobě uvedeno datum výroby i expirace, včetně uvedení obsahu chlorečnanů v dodané šarži. Provozovatel bazénu by neměl chlornan nakupovat zbytečně do zásoby, aby nebyl dlouho skladován. Chlornan by měl být opět skladován v temnu (neprůhledné nádobě) a chladu (ideálně opět do 15 °C) – v zahraničí jsme se setkali s tím, že jak zásobní chlornan, tak barel, ze kterého se již dávkuje roztok chlornanu do potrubí, byly uchovávány ve zvláštních chlazených boxech. Pokud roztok v dávkovacím barelu dochází a je potřeba jej doplnit, neměl by se do starého zbytku dolévat roztok nový. Starý zbytek by měl být přelit do jiné nádoby a je možné ho využít třeba k dezinfekci podlah či jiných povrchů. V bazénu a recirkulačním okruhu by se neměly vyskytovat korodující kovové prvky, které katalyzou podporují rozklad chlornanu, podobně působí také sediment na dně bazénu, byť jiným mechanismem.

Pokud si provozovatel bazénu vyrábí chlornan sodný na místě pomocí elektrolýzy, měl by požádat dodavatele zařízení, aby proces výroby vyladil tak, aby v chlornanu byl co nejnižší obsah chlorečnanů. Chlornan, který zde není nijak stabilizován co do hodnoty pH, by neměl být vyráběn do zásoby, ale každý den čerstvý. Jinak pro jeho další použití platí stejné zásady, jaké jsou uvedeny výše. Jinou možností výroby chlornanu na místě (a tím zkrácení doby skladování) je příprava jeho roztoku z granulovaného chlornanu vápenatého. V zahraničí se tento systém místy používá, ale v ČR s tímto řešením zatím chybí větší praktické zkušenosti.

Ale ať už provozovatel bazénu preferuje ten či onen způsob výroby a použití chlornanu, v každém případě musí stále dbát na dostatečné ředění vody v bazénu přidáním nové ředící vody v množství minimálně 30 l/návštěvníka/den (v závislosti na typu bazénu).

Standardně používaná úprava vody v běžných veřejně přístupných bazénech nemá na obsah chlorečnanů podstatný vliv. V zahraničí se ale pro účely snížení obsahu chlorečnanů již někde zařazuje do technologické sestavy úpravny vody nový stupeň – buď na bázi nanofiltrace, nebo iontové výměny. Podobnou reakci můžeme očekávat v nejbližší době i v České republice.

Jak budou postupovat orgány ochrany veřejného zdraví

Ačkoliv je limit pro sumu chloritanů a chlorečnanů v příslušné vyhlášce již od roku 2014, teprve nyní se rozšířil okruh provozovatelů bazénů, kteří musí tento ukazatel rutinně sledovat a limitní hodnotu dodržovat. Vzhledem k tomu, že se jedná o významný zdravotní parametr, budou orgány ochrany veřejného zdraví situaci pečlivě monitorovat a vyhodnocovat vždy v souvislosti s přijímanými opatřeními, konkrétními výsledky a dalšími skutečnostmi v daném provozu. Provozovatelé bazénů by tedy měli k tomuto požadavku přistoupit zodpovědně a v případě překračování limitní hodnoty bezprostředně přijmout účinná nápravná a samozřejmě i dlouhodobá preventivní opatření, jinak se vystavují jak riziku možné sankce, tak nařízení okamžitého uzavření provozu bazénu do dosažení nápravy.

Problematika chlorečnanů není žádnou novinkou (24), pouze byla v bazénové vodě poněkud opomíjena. Poté, co byl problém potvrzen reálnými výsledky, bylo nutné se k situaci postavit čelem a upravit legislativu tak, aby bylo zajištěno, že návštěvníci bazénů nebudou vystaveni zvýšeným zdravotním rizikům. V případě chlorečnanů však naštěstí existují poměrně jednoduchá a účinná opatření, jejichž zavedení přispěje k ochraně zdraví koupajících se osob. Rovněž v případě pitné vody, kde byl tento ukazatel v roce 2018 zaveden, trvalo nejméně 2–3 roky, než si provozovatelé vodovodu uvědomili problém a začali přijímat nápravná opatření, takže z počtu nedodržení limitní hodnoty v roce 2019 (256 případů čili 4,3 %) jsme se postupně dostali na hodnoty 215 případů překročení limitu čili 3,3 % v roce 2023 (21). Vidíme tedy, že jak v pitné, tak v bazénové vodě představují chlorečnany stále zdravotní riziko, a proto je v obou oblastech stále co zlepšovat. Ovšem zatímco u pitné vody lze přejít na dezinfekci UV zářením, čímž problematika vedlejších produktů dezinfekce odpadá, u veřejných bazénů to možné není, protože ve vodě musí existovat stálá dezinfekční bariéra snižující pravděpodobnost přenosu infekce mezi koupajícími se osobami.

Poděkování:

Podpořeno MZ ČR – RVO (SZÚ 75010330).

Střet zájmů: žádný.

ORCID

František Kožíšek <https://orcid.org/0000-0002-0107-6969>

Hana Jelíková <https://orcid.org/0000-0001-5488-5084>

LITERATURA

1. Vyhláška č. 238 ze dne 10. srpna 2011 o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. Sbírka zákonů ČR. 2011;částka 87:2938-78.
2. Vyhláška č. 259 ze dne 23. srpna 2024, kterou se mění vyhláška č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch, ve znění pozdějších předpisů. Sbírka zákonů a mezinárodních smluv ČR. 2024;Akt č. 259:1-6.
3. Vyhláška č. 146 ze dne 31. května 2024, o požadavcích na výstavbu. Sbírka zákonů a mezinárodních smluv ČR. 2024;Akt č. 146:1-85.
4. Stanovisko Ministerstva zdravotnictví k otázce stanovování chloritanů a chlorečnanů v umělých koupalištích podle vyhlášky č. 238/2011 Sb. [online] Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR; 31. října 2024 [cit. 2025-03-21]. Dostupné z: <https://mzd.gov.cz/stanovisko-mz-chloritany-chlorecnany-v-umelych-koupalisticich/>.
5. Metodika k pokynu hlavní hygieničky „Kontrola kvality vody ke koupání ve vybraných umělých koupalištích s technologií na recyklaci pracích vod z filtrů“. Č. j. MZDR 24483/2022-9/OVZ. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR; 2. 6. 2024.
6. Zákon č. 258 ze dne 14. července 2000 o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Sbírka zákonů ČR. 2000;částka 74:3622-62.
7. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. 4th ed. Geneva: WHO; 2011.

8. World Health Organization. Guidelines for safe recreational water environments. Vol. 2. Swimming pools and similar environments. Geneva: WHO; 2006.
9. Vignerová J, Riedlová J, Bláha P, Kobzová J, Krejčovský L, Brabec M a kol. 6. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001. Česká republika. Souhrnné výsledky. Praha: PpF UK, SZÚ; 2006
10. Perchlorate in Drinking Water [Internet]. Washington, D.C.: US EPA; 2025 [cited 2025 Mar 21]. Available from: <https://www.epa.gov/sdwa/perchlorate-drinking-water>.
11. Bericht – Kampagne "Nebenprodukte aus der Desinfektion von Badewasser". Verband der Kantonschemiker der Schweiz; 2024.
12. Chlorine Dioxide, Chlorite and Chlorate in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva: WHO; 2016.
13. Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/2184 ze dne 16. prosince 2020 o jakosti vody určené k lidské spotřebě (přpracované znění). Úřední věstník EU. 2020;63(L435):1-61.
14. Verordnung des Bundesministers für Gesundheit über Hygiene in Bädern, Warmsprudelwannen (Whirlwannen), Saunaaanlagen, Warmluft- und Dampfbädern und Kleinbadeteichen (Bäderhygieneverordnung 2012 – BHygV 2012). Wien: Bundeskanzleramt der Republik Österreich; 2025. Ve znění pozdějších předpisů.
15. DIN 19643-1:2023-06. Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser. Berlin: DIN Media; 2023.
16. SIA 385/9:2023-08. Wasser und Wasseraufbereitungsanlagen in öffentlich zugänglichen Schwimmbädern und ähnlichen Einrichtungen – Anforderungen und ergänzende Bestimmungen für Bau und Betrieb. Zurich: SIA; 2023.
17. 817.022.11. Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV) vom 16. Dezember 2016. Bern: Fedlex; 2016.
18. Risks for public health related to the presence of chlorate in food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). European Food Safety Authority (EFSA). EFSA J. 2015 Jun;13(6):4135. doi: 10.2903/j.efsa.2015.4135.
19. Dufour AP, Behymer TD, Cantú R, Magnuson M, Wymer LJ. Ingestion of swimming pool water by recreational swimmers. J Water Health. 2017 Jun;15(3):429-37.
20. 510/2023. (XI. 20.) [Nařízení vlády o zřizování a provozování veřejných lázní]. Korm. rendelet a közhasználatú fürdőök létesítéséről és üzemeltetéséről. Wolters Kluwer; 2024. (In Hungarian)
21. Gari DW, Kožíšek F, Jelíková H. Zpráva o kvalitě pitné vody v ČR za rok 2023. Praha: SZÚ; 2024.
22. Wasserqualität der Schwimm- und Badebecken. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt; 2013.
23. ČSN EN 601 (75 5835) Chemické výrobky používané pro úpravu vody určené k lidské spotřebě – Chlornan sodný. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; 2013.
24. Kožíšek F. Chlorečnany v pitné vodě: přehlížené riziko. Hygiena. 2015;60(3):122-3.

Došlo do redakce: 4. 3. 2025

Přijato k tisku: 21. 3. 2025

MUDr. František Kožíšek, CSc.

Státní zdravotní ústav

Centrum zdraví a životního prostředí

Oddělení hygieny vody

Šrobárova 48/49

100 00 Praha 10

Česká republika

E-mail: voda@szu.cz