

Chlorečnany v bazénové vodě – nový problémový ukazatel?

Hana Jeligová¹, František Kožíšek¹, Pavla Wildová²

1) Státní zdravotní ústav Praha; 2) MZ ČR

Konzultační den CZŽP, 21. května 2025, SZÚ Praha

Novela vyhlášky č. 238/2011 Sb.

- **Rok 2024 – novelizace vyhlášky č. 238/2011 Sb. (tj. vyhláška č. 259/2024 Sb.) o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hyg. limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch**
- **Příloha č. 8, součtový ukazatel chloritany a chlorečnany, vysvětlivka č. 20 – nové znění: „Měří se pouze v případě, že je k dezinfekci bazénové vody používán oxid chloričitý, chlornan sodný nebo vápenatý a přípravky s jejich obsahem“.**
- **Významné rozšíření okruhu bazénů, kterých se sledování týká**
- **Četnost sledování – chybné „letité“ ustanovení z přílohy č. 9 (hodinu před zahájením provozu a každou čtvrtou hodinu) – nemá smysl – koncentrace chloritanů a chlorečnanů se při normálním provozu mění v čase pomalu**

Stanovisko MZ

- **MZ – dočasné ošetření situace – „Stanovisko MZ k otázce stanovování chloritanů a chlorečnanů v umělých koupalištích podle vyhlášky č. 238/2011 Sb.“ (31. 10. 2024):**
 - **sledování 1x/měsíc u akreditované laboratoře**
 - **kritéria, za jakých lze v případě více bazénů s jednou ÚV včetně dezinfekce omezit sledování na 1 reprezentativní bazén (pokud ukazatel chloritany, chlorečnany vykazoval ve 4 po sobě následujících měřeních, tedy po 4 M, podobné hodnoty ve všech bazénech napojených na společnou úpravnu bazénové vody)**
 - **kritéria pro přiřazení vyššího či nižšího limitu pro ukazatel chloritany, chlorečnany ke konkrétnímu bazénu**

Přiřazení limitu pro ukazatel chloritany, chlorečnany ke konkrétnímu bazénu (1)

Přísnější limit 20 mg/l – bazény:

- **závodní výcvik plavců (jedna osoba navštíví dané zařízení několikrát v týdnu)**
- **u dalších sportovních a výukových aktivit, které se konají více než 2 x v týdnu**



Přiřazení limitu pro ukazatel chloritany, chlorečnany ke konkrétnímu bazénu (2)

Mírnější limit 30 mg/l – ostatní bazény:

- vířivky
- masážní bazény
- ochlazovací bazény v saunách vybavené recirkulační úpravnou vody
- se sportovními a výukovými aktivitami, které se konají max. 2 x v týdnu
- aj.



Historie ukazatele chlorečnanů a chloritanů

- **Ve vyhlášce č. 238/2011 Sb. – od r. 2014**
- **Důvod zařazení – předpoklad dezinfekce bazénové vody oxidem chloričitým**
- **V té době – plynný chlor (velké bazény; vytváří chloritany a chlorečnanů jen v omezené míře), chlornan (malé bazény s častou obměnou vody)**
- **V současné době**
 - **změna technologie – plynný chlor nahrazován chlornanem (vyšší bezpečnost, lepší manipulovatelnost) → což znamená zvýšený výskyt chlorečnanů v bazénové vodě – technologové by měli upozornit provozovatele**
 - **zavádění recyklace prací vody z filtrů → monitorování širšího spektra vedlejších produktů dezinfekce (VPD) v bazénové vodě → zjištěna vyšší koncentrace chlorečnanů = problém → doplnění vyhlášky o sledování tohoto ukazatele i v bazénech dezinfikovaných chlornanem**

Zdravotní rizika chlorečnanů

- Chlorečnany – nejsou těkavé, nevstřebávají se kůží
- Cesta vstupu – **orální**
- Rychlé vstřebávání a transport do organismu, vylučování močí (formou chloridů)
- Studie na zvířatech - cílové orgány toxicity po opakované expozici
 - **štítná žláza** – histopatologické změny (hypertrofie a hyperplazie folikulárních buněk)
 - změny hladin hormonů (pokles trijodtyroninu a tyroxinu, zvýšení TSH
 - tyreotropního hormonu); zřejmě negenotoxický způsob účinku – nevylučuje i možné účinky na vývoj nervové soustavy, protože stav hormonů štítné žlázy je důležitý pro normální vývoj mozku.
 - **hematologický systém** – snížený počet erytrocytů, hematokrit a koncentrace Hb
 - snížená váha tělesných orgánů

Výpočet limitní koncentrace pro sumu chloritanů a chlorečnanů v bazénové vodě (r. 2014)

- **Souběžná expozice a riziko toxických účinků těchto látek z bazénové vody a z požívání pitné vody (VPD při dezinfekci PV chlornanem nebo oxidem chloričitým)**
- **ČR – koncentrace chloritanů a chlorečnanů v pitné vodě nízké (data z IS PiVo) → 30% alokace na pitnou vodu a 70% alokace na vodu z bazénů → koeficient nebezpečnosti (HQ) = 0,7**
- **ADI pro chronický příjem chloritanů a chlorečnanů (dle doporučení WHO platných v r. 2014) = 0,03 mg/kg těl. hm./den**
- **Výpočet limitní koncentrace – použít konzervativní přístup, tj. spíše vědomé mírné nadhodnocení (cílem není odhad rizika jen pro rekreačního plavce, nýbrž i pro reálné případy nejvíce ohrožených osob, v tomto případě závodních plavců)**

Stanovení limitní hodnoty pro sumu chloritanů a chlorečnanů v bazénové vodě (r. 2014)

- **Různé expoziční scénáře – různé limitní koncentrace pro sumu chloritanů a chlorečnanů v bazénové vodě.**
- **Limitní hodnota – stanovena na základě výsledků hodnocení zdravotních rizik a s ohledem na přijaté limity v jiných zemích, především v Německu (LH nastaveny podle přísných, ale objektivních kritérií)**
- **Limitní hodnota pro sumu chloritanů a chlorečnanů v bazénové vodě stanovena**
 - ve výši **20 mg/l** – bazény, ve kterých bude probíhat **závodní výcvik plavců**
 - ve výši **30 mg/l** – ostatní bazény

Aktuální výpočet limitní koncentrace pro sumu chloritanů a chlorečnanů v bazénové vodě

- WHO – zpřísnění **ADI** pro chlorečnany na **0,01 mg/kg těl.hm./den**
- ADI pro chloritany – stejná (0,03 mg/kg těl. hm./den)
- **Aktuální výpočet** – u dětských rekreačních plavců místo 30 mg/l třetina, tj. 10 mg/l, čili hodnota, jakou mají ve Švýcarsku nebo Maďarsku
- Vzhledem k současnému přehodnocování toxikologických vlastností lze časem očekávat zpřísnění současného přípustného limitu i v ČR
- **Nový ukazatel – chloristany ?**

Hygienické limity chloritanů a chlorečnanů v dalších zemích EU (1)

- **EU** – pro **bazény** neexistuje žádný společný předpis – **každá země má vlastní legislativu**
- **Rakousko – chloritany** – přísná LH 0,1 mg/l pouze pro bazény dezinfikované oxidem chloričitým, údajně se v současné době nikde k dezinfekci bazénů nepoužívá), příslušný předpis právě prochází revizí
- **Německo (2012) – součtový ukazatel chloritany a chlorečnany** – LH 30 mg/l (norma DIN 19643-1, poslední verze z června 2023), původně navržena hodnota 10 mg/l;

Poznámky – ve venkovních bazénech je povolena vyšší hodnota (neuvedena) z důvodu zvýšené chlorace k udržení mikrobiologické čistoty

– vzhledem k současnému přehodnocování toxikologických vlastností se očekává významné snížení přípustného limitu pro bromičnany, chloritany a chlorečnany

Hygienické limity chloritanů a chlorečnanů v dalších zemích (2)

- **Švýcarsko – chlorečnany LH 10 mg/l (použita TDI 0,003 mg/kg těl. hm./den – EFSA); již od r. 2016; dodržení – zpočátku problematické, r. 2023 překročení cca v 1/3 případů (studie Asociace kantonálních chemiků, 92 provozů ve Švýcarsku a Lichtenštejnsku)**
 - bromičnany – 0,2 mg/l
- **Maďarsko (2023) – chlorečnany LH 10 mg/l – ve všech bazénech dezinfikovaných Cl_2**
 - chloritany – LH 5 mg/l – pouze bazény dezinfikované oxidem chloričitým
- **Slovensko a Polsko – tyto ukazatele ve své legislativě na bazény nemají**

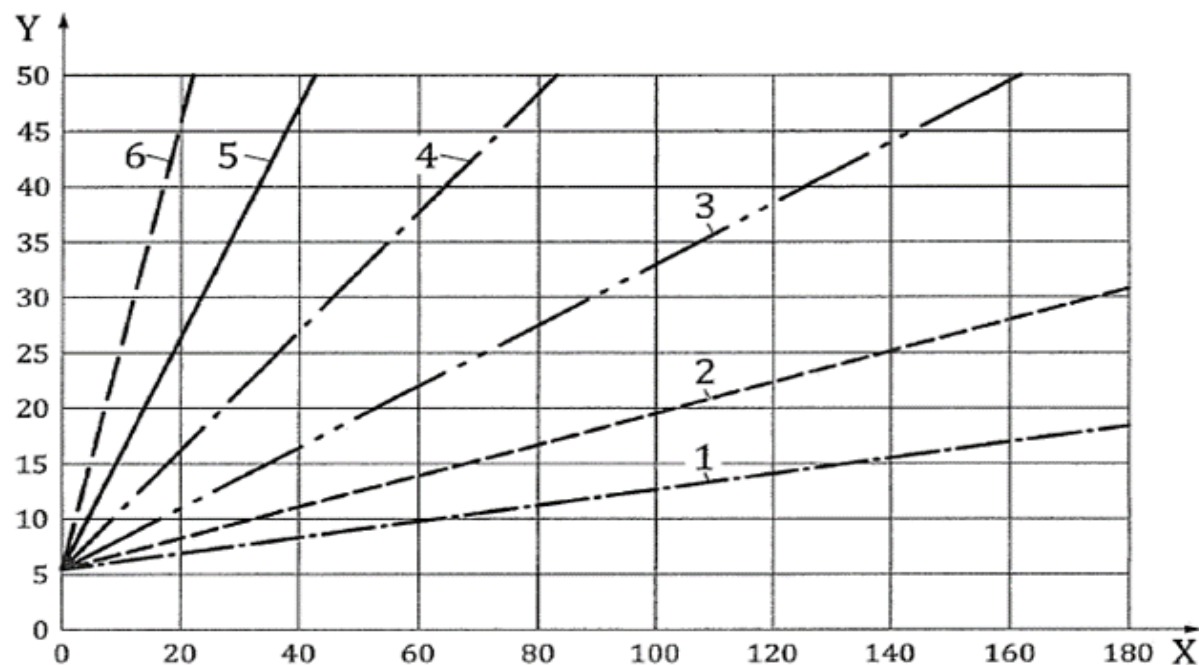
Zdroj chlorečnanů v bazénové vodě

➤ **Chlorečnany (ClO_3) do bazénové vody - několik způsobů:**

- 1) Plnicí voda z VV, je-li dezinfikována chlornanem (průměrné hodnoty chloritanů a chlorečnanů v PV v ČR 0,05 mg/l → okrajový zdroj)**
- 2) Aplikace roztoku chlornanu k dezinfekci – obsah ClO_3 kolísá v závislosti na**
 - Způsobu výroby**
 - Délce skladování (proces stárnutí spojený s rozkladem chlornanu za vzniku chlorečnanů (asi z 90 %) a v menší míře také chloristanů a chloritanů)**
 - Způsobu skladování (teplota, světlo)**
- 3) Vznik při provozu rozkladem chlornanu v bazénové vodě**

Tvorba ClO_3 v roztoku chlornanu v závislosti na teplotě

DIN 19643-1:2023-06



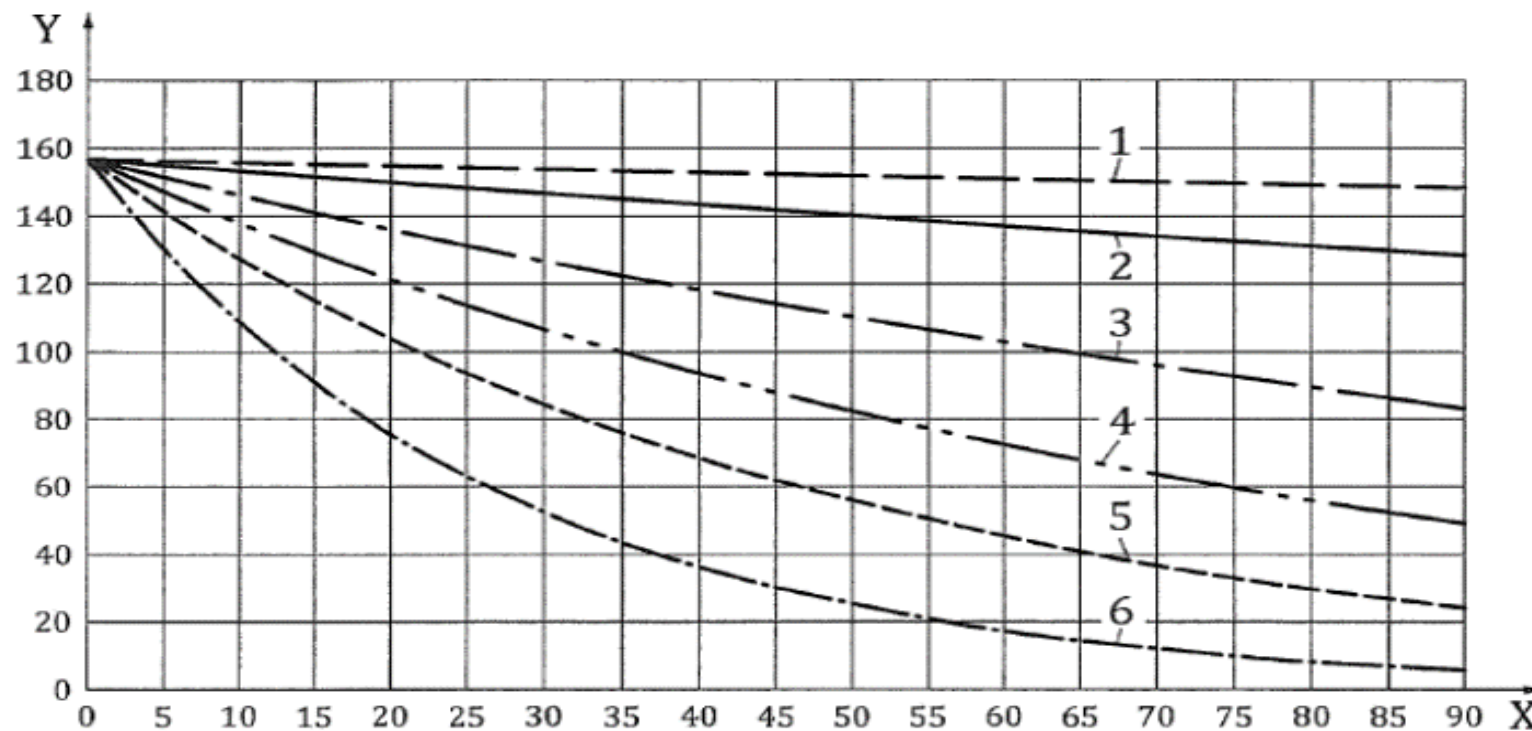
Key

X	storage time in days	Y	sodium chlorate mass fraction in %
1	$T = 10\text{ °C}$	2	$T = 15\text{ °C}$
3	$T = 20\text{ °C}$	4	$T = 25\text{ °C}$
5	$T = 30\text{ °C}$	6	$T = 35\text{ °C}$

Figure 2 — Typical chlorate formation in sodium hypochlorite solution as a function of temperature

Pokles Cl_2 v roztoku chlornanu v závislosti na teplotě

(DIN 19643-1:2023-06)



Key

X	storage time in days	Y	chlorine concentration in g/l
1	NaClO decay (10 °C)	2	NaClO decay (15 °C)
3	NaClO decay (20 °C)	4	NaClO decay (25 °C)
5	NaClO decay (30 °C)	6	NaClO decay (35 °C)

Nevhodný způsob skladování chlornanu - důsledek

- **Nevhodně skladovaný chlornan –**
 - **nižší obsah aktivního Cl_2**
 - **vysoký obsah chlorečnanů (**zásadní zdroj** vstupu ClO_3 do bazénové vody)**

- **Dávkování do bazénu → potřeba vyšší dávka pro dosažení minimálního požadovaného obsahu volného chloru → vyšší vnos ClO_3**

Tvorba ClO_3 v bazénové vodě

- **Použití chlornanu – chlornanové ionty rozklad dvoustupňovou reakcí**
 - 1. fáze – vznik chloritanů ClO_2
 - 2. fáze – chloritany v přítomnosti chlornanu okamžitě reagují = přeměna na chlorečnany ClO_3

- **Rozklad chlornanu na ClO_2 a ClO_3 podporují různé faktory**
 - vysoké koncentrace chlornanu
 - teplota
 - UV záření
 - pH nižší než 10,5
 - ionty těžkých kovů (Ni, Co, Cu – katalyzátory)

Tvorba ClO_3 v bazénové vodě (2)

- **Použití plynného chloru**
 - **ve vodě mj. vznik HCl → mírné okyselení vody, což nepodporuje vznik chlorečnanů**
 - **Tvorba ClO_3 – nižší než při použití chlornanu**
- **Tvorba ClO_3 za provozu v bazénové vodě – sekundární zdroj v porovnání s jejich vnosem se samotným chlornanem**
- **Voda se z větší části stále recykluje, běžná ÚV nedokáže ClO_3 odstranit → s časem nárůst jejich koncentrace ve vodě**

Přijatá opatření

- **Krátkodobá (nápravná) – okamžitá opatření při překročení LH**
 - **Zvýšení objemu ředící vody** (někdy podstatně)!
 - **Kontrola stáří a kvality chlornanu + vyhodnocení podmínek jeho skladování**
 - **Případné obstarání čerstvého chlornanu**

- **Dlouhodobá (preventivní) – vedou k minimalizaci obsahu ClO_3 v užívaném chlornanu (dle ČSN – obsah ClO_3 v době dodání přepočtený na % aktivního chloru max. 5,4 %)**

Přijatá opatření - dlouhodobá

- **U výrobce** - označení datem výroby a expirace, doložení výsledku rozboru chlorečnanů z konkrétní šarže, podmínky skladování – ochrana před světlem – neprůhledné obaly, chlad (pod 15 °C), plastové kontejnery (kovové s plastovou výstelkou)
 - **V distribučním řetězci** – rychlost dodání, podmínky skladování – teplota pod 15 °C, ověřování obsahu ClO_3 v chlornanu
 - **U provozovatele** – vyžadovat od dodavatele info o stáří a skladování výrobku, kontrola údajů na výrobku, nekupovat do zásoby, dodržet podmínky skladování, nedolévat nový roztok do starého, pozor na výskyt kovových prvků či sedimentu v bazénu, vyladění případné výroby chlornanu na místě (nízký obsah chlorečnanů + čerstvost), dostatečné ředění vody v bazénu (nejméně 30 l/osobu)
- ÚV** – standardní bez efektu; potřeba nový stupeň – nanofiltrace nebo iontová výměna

Postup 00VZ

➤ 00VZ

- **pečlivý monitoring a vyhodnocení situace s ohledem na přijatá opatření, konkrétní výsledky a další důležité skutečnosti v daném provozu**
- **překračování limitní hodnoty – provozovatelé musí přijmout účinná nápravná i preventivní opatření, jinak možnost sankcí (včetně okamžitého uzavření provozu do dosažení nápravy) ze strany 00VZ**

Závěr

- **Problematika chlorečnanů v bazénové vodě dosud opomíjena**
- **Úprava legislativy – aby návštěvníci bazénu nebyli vystaveni zvýšeným zdravotním rizikům plynoucím z přítomnosti chlorečnanů v bazénové vodě**
- **V případě chlorečnanů – jednoduchá a účinná technická opatření (krátkodobá i dlouhodobá) vedoucí k dodržení hygienických požadavků**
- **Pitná voda – ukazatel chlorečnany od r. 2018 – podobné problémy (cca 2-3 trvalo, ne provozovatelé začali situaci řešit) – počet nedodržení LH se postupně snižuje, podobný trend se očekává i u bazénů a koupališť**
- **V budoucnu – předpokládané zpřísnění současné přípustné LH pro ukazatel chloritany, chlorečnany**

Děkuji za pozornost

