

# DESINFEKCE PITNÉ VODY CHLORDIOXIDEM NA ÚPRAVNĚ VODY V NÝRSKU

**Ing. Martin Gubric**

Vodospol s.r.o., Ostravská 169, 339 01, Klatovy, [gubric@ljsv.cz](mailto:gubric@ljsv.cz)

## Úvod

Úpravna vody Nýrsko vyrábí pitnou vodu pro města Klatovy, Domažlice a ostatní města a obce na trase skupinového vodovodu. Celkem se jedná cca o 60 tis. zásobených obyvatel. Úpravna vody byla vybudována v 80. letech minulého století. V roce 2005 proběhla rekonstrukce a modernizace procesu výroby pitné vody na úpravně vody.

Jednou z výrazných změn v rámci rekonstrukce byla i změna technologie hygienického zabezpečení vody z plynného chloru na oxid chloričitý (chlordioxid).

## Charakteristika úpravny vody

Zdrojem surové vody je přehrada Nýrsko na řece Úhlavě. Surová voda dosahuje velmi dobré kvality. Surová voda je čerpána na úpravnu vody výtlačným řadem DN 600 v délce cca 1,1 km. Výtlačný řad je zaústěn do lapače ryb, do kterého je následně dávkován PAX 18. Dále voda prochází rychlomísením a následnou filtrací na pískových filtrech. Za filtrací je dávkována vápená voda, oxid uhličitý a chlordioxid. Upravená voda je akumulovaná v akumulaci a následně čerpána skupinovým vodovodem směr Domažlice do vodojemu Hluboká odkud gravitačně pokračuje do Domažlic. Do Klatov voda pokračuje gravitačně v celé délce skupinového vodovodu.

**Tabulka 1. Kvalita surové vody z nádrže Nýrsko**

Ukazatel	Jednotky	Průměr 2007
pH		6,7
Barva	mg/l Pt	10*
Dusičnany	mg/l	3,2
Železo celk.	mg/l	0,07
Mangan	mg/l	0,05
CHSK <sub>Mn</sub>	mg/l	1,78
Huminové látky	mg/l	1,99**

\* max: 23,3 (Srpen), min: 5,0 ( Únor )

\*\* max: 6,4 (květen), min: 0,5 ( Zářít )

## Charakteristika skupinového vodovodu

Skupinový vodovod se skládá z: 1) Vodovodního řadu (materiál ocel o profilu DN 600) o délce cca 19,2 km směrem na Klatovy a 2) Vodovodního řadu (materiál ocel DN 500) o délce cca 31 km směrem na Domažlice. Při výstavbě úpravní vody resp. skupinového vodovodu bylo kalkulováno s několika násobně vyšší výrobou pitné vody, než se ve skutečnosti vyrábí. Původní kapacita úpravní vody byla 440 l/s. Této hodnoty nebylo nikdy dosaženo a současná výroba pitné vody se v průměru pohybuje kolem 110 l/s.

Naddimenzováním skupinového vodovodu dochází k poměrně dlouhé době dotoku vody k cílovým vodojemům měst Klatov a Domažlic.

## Chlorace vody

Chlor, který se na úpravně vody používal před rekonstrukcí, pro svoji nestálost ve vodě dostatečně neplnil svoji funkci zajištění mikrobiologické nezávadnosti vody po celé trase skupinového vodovodu. Muselo docházet k vyšším dávkám chloru („přechlorování“) na úpravně vody a to tak, aby desinfekční účinnost chloru byla zajištěna po celé délce skupinového vodovodu.

Tato opatření s sebou přinášela negativní ohlasy odběratelů z lokalit, které jsou v blízkosti úpravní (např. město Nýrsko s cca 5 tis. obyvatel) na kvalitu vody. Voda měla zhoršenou kvalitu organoleptických vlastností (pach, chuť). Někteří obyvatelé města si stěžovali na problémy s pokožkou při kontaktu s vodou. U vzdálenějších spotřebišť musel být chlor ještě dodatečně dávkován ve vodojemech, aby voda splňovala kvalitu pitné vody.

Dalším negativem chloru při chloraci vody je jeho reakce s organickými látkami za vzniku THM resp. chloroformu.

Humínové látky obsažené ve vodě jsou prekurzorem tvorby trihalomethanů (THM). U našich vod přibližně 90-95% z THM tvoří chloroform.[1] V kombinaci s dlouhou dobou zdržení vody ve skupinovém vodovodu se THM ve vodě vyskytovaly.

Produkce chloroformu je přímo úměrná koncentraci reziduálních organických látek v upravené vodě, množství zbytkového chloru a narůstající reakční době. [2] Změna dezinfekčního činidla pitné vody z chloru na oxid chloričitý vede až k 85% redukci tvorby trihalomethanů v dotčeném distribučním systému. [3]

Na základě výše zmíněných negativních vlastností chlorace bylo v rámci připravované rekonstrukce úpravní vody přistoupeno i k nahrazení stávajícího dávkování  $\text{Cl}_2$  za  $\text{ClO}_2$ .

## Výroba chlordioxidu

Pro výrobu a dávkování chlordioxidu byly osazeny dvě dávkovací jednotky, tak aby jedna byla provozní a druhá tvořila rezervu. Dávkovací potrubí obou jednotek jsou vzájemně propojena, aby v případě potřeby mohla být vzájemně nahrazena. Výroba chlordioxidu je prováděna z koncentrovaných zdrojových chemikálií – kyseliny chlorovodíkové (31 %) a chloritanu sodného (24 %).



Z důvodu zamezení smíchání zdrojových chemikálií pro výrobu  $\text{ClO}_2$  (vznik jedovatého plynu) jsou koncovky potrubí zásobníků pro dopravu chemikálií do zásobníků opatřeny různými přechodkami. Potrubí zásobníku  $\text{NaClO}_2$  přechodkou s vnějším závitem 5/4 " a potrubí  $\text{HCl}$  s vnitřním závitem 6/4 ". Chlordioxid není možné skladovat, protože stlačený pod tlakem je výbušný. Z tohoto důvodu je nutné chlordioxid vyrábět přímo na místě aplikace do vody.

### **Zkušební provoz dávkování chlordioxidu**

Před zahájením zkušebního provozu dávkování chlordioxidu do vody, se mezi jednotlivými provozovateli lokalit zásobených vodou z Úpravny vody Milence hojně diskutovala otázka působení chlordioxidu na stávající inkrusty a biofilm ve skupinovém vodovodu. V závislosti na zvyšující se dávce  $\text{ClO}_2$  do vody se předpokládalo postupné rozpouštění inkrustů a následné zhoršení kvality dodávané vody v ukazateli barva popř. zákal. V rozvodném systému oxid chloričitý odstraňuje biologické nánosy, proto se většinou při přechodu na desinfekci oxidem chloričitým se chlor nahrazuje postupně, aby nedocházelo k přílišnému zhoršení kvality pitné vody u spotřebitele.[6] Na změny kvality vody tohoto charakteru jsou koncoví odběratelé velice vnímaví.

Další otázkou byla koncentrace konečné dávky  $\text{ClO}_2$  ve vazbě k chloritanům. Provozovatel vodovodu v Domažlicích již  $\text{ClO}_2$  do vody aplikoval a v případě vyšší dávky na úpravně mohlo dojít k limitaci dávky chlordioxidu v Domažlicích ve vztahu k limitujícím chloritanům. [4] Hodnoty  $\text{ClO}_2^-$  po aplikaci  $\text{ClO}_2$  se pohybují mezi 30 až 70 % nadávkovaného  $\text{ClO}_2$ . [5]

Na základě těchto pochybností a v rámci kontroly a celkové operativnosti při zkušebním provozu dávkování  $\text{ClO}_2$  do vody, byla stanovena pracovní skupina, ve které byli zástupci jednotlivých provozovatelů plus jeden nezávislý pracovník. Činnost pracovní skupiny byla nastavena tak, aby v případě vzniklých problémů s kvalitou vody bylo rychle nalezeno adekvátní řešení vzniklé problémové situace.

Harmonogram postupného dávkování  $\text{ClO}_2$  do vody se předpokládal v časovém období cca 6ti měsíců, tak aby byly eliminovány vedlejší efekty přechodu z chlorace na chlordioxid. Postupné zvyšování koncentrace  $\text{ClO}_2$  za současného snižování koncentrace  $\text{Cl}_2$ , z důvodu vyloučení mikrobiální kontaminace upravené vody. Před zahájením dávkování chlordioxidu bylo provedeno mimořádné odkalení skupinového vodovodu.

Dávkování bylo zahájeno 4. září 2006 s dávkou 0,02 mg/l  $\text{ClO}_2$ . Se zahájením dávky se intenzivně sledovala kvalita v ukazatelích: barva, zákal, železo, mangan a mikrobiální ukazatelé kvality vody. Ve 14ti denních intervalech se postupně zvyšovala dávka  $\text{ClO}_2$  o 0,02 mg/l  $\text{ClO}_2$  za současného snižování dávky  $\text{Cl}_2$  (viz obr. 2). Do dávky 0,10 mg/l  $\text{ClO}_2$ , která byla aplikována 30. 10. 2006 (cca 2 měsíce po zahájení dávkování) nedošlo k výrazné změně ve sledovaných ukazatelích.

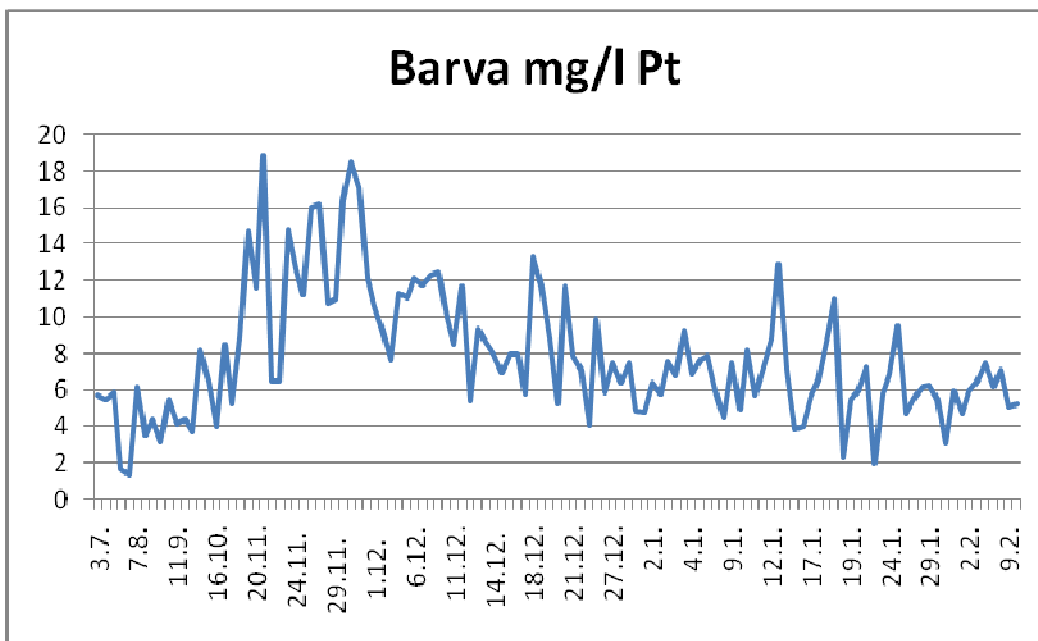
Periodické navýšení dávky 13. 11. 2007 na dávku 0,12 mg/l  $\text{ClO}_2$ , s sebou přineslo zvýšení hodnot v ukazateli barva. Ke zvýšení hodnoty v ukazateli barva došlo po týdenní aplikaci dávky 0,12 mg/l  $\text{ClO}_2$ . Přesto že hodnota v ukazateli barva nepřekročila limit, který je stanovený vyhláškou, bylo rozhodnuto o snížení dávky  $\text{ClO}_2$  na dávku 0,10 mg/l  $\text{ClO}_2$ .

Po stabilizaci ukazatele barva došlo k opětovnému zvýšení dávky na původních 0,12 mg/l ClO<sub>2</sub>. Následujících 14 dní byla hodnota ukazatele barva mírně zvýšena oproti průměrným hodnotám před zahájením dávkování chlordioxidu v tomto ukazateli.

K dalšímu zvýšení dávky došlo 16. 12. 2007 na dávku 0,14 mg/l ClO<sub>2</sub>, tento krok s sebou nepřinesl výrazný nárůst v ukazateli barva, a proto další zvyšování dávek ClO<sub>2</sub>, již probíhalo bez výraznějších problémů s kvalitou vody.

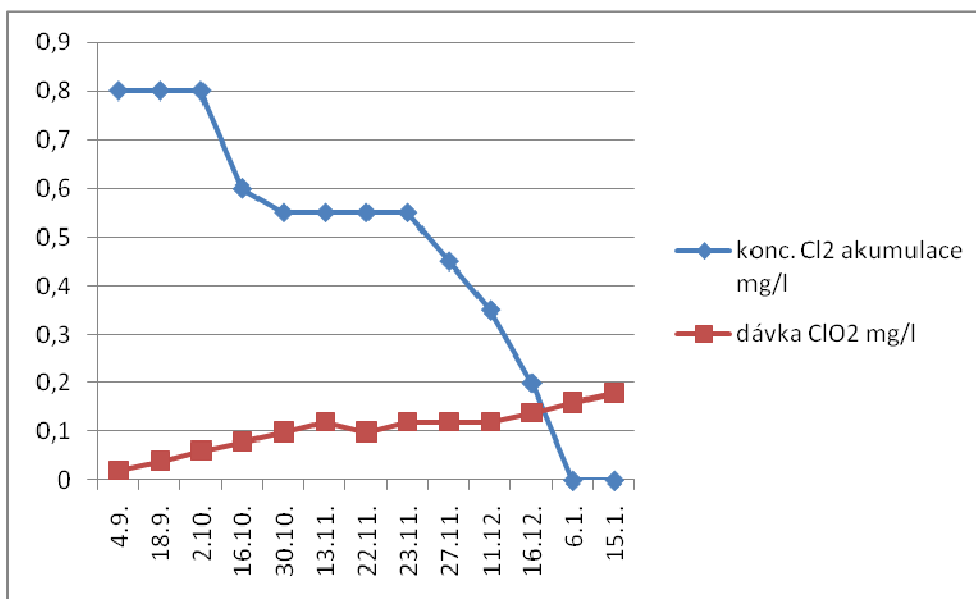
Zvyšování dávky chlordioxidu bylo ukončeno 15. 1. 2007 na hodnotě 0,18 mg/l ClO<sub>2</sub>. Dávkování chloru byla ukončena při dávce 0,16 mg/l ClO<sub>2</sub>. Hodnota ukazatele barva se stabilizovala a klesla zpět do úrovně hodnot stejných jako před zahájením dávkování chlordioxidu.

Vývoj hodnot ukazatele barva vyjadřuje obr.1. U ostatních hodnot jako je zákal, železo a mangan nedošlo k výrazným změnám.



**Obr. 1. Vývoj ukazatele barva v závislosti na dávkování ClO<sub>2</sub>**

K další výraznější změně v dávkování chlordioxidu došlo až v červenci 2007. Na základě výsledků rozborů vody ve skupinovém vodovodu bylo zjištěno mírné zhoršení mikrobiálních hodnot kvality vody. Dávka 0,18 mg/l ClO<sub>2</sub> byla zvýšena na 0,2 mg/l ClO<sub>2</sub>. Tato dávka ovšem nebyla konečná a na základě výsledků dalších rozborů se přistoupilo k opětovnému navýšení dávky ClO<sub>2</sub> na hodnotu 0,25 mg/l ClO<sub>2</sub>. Toto opatření nemělo negativní dopad na zhoršení kvality vody v ukazateli barva.



**Obr. 2. Vývoj koncentrace Cl<sub>2</sub> v akumulaci v závislosti na dávce ClO<sub>2</sub>**

### Závěr a diskuze

Desinfekcí pitné vody chlordioxidem na úpravně vody v Nýrsku došlo ke zlepšení kvality vody ve skupinovém vodovodu a v lokalitách, které jsou napojeny přímo na trase skupinového vodovodu. Voda nevykazuje charakteristický zápach po chloru. Dochlorovací stanice těchto lokalit jsou odstaveny. Došlo k redukci THM ve vodě. Voda v těchto lokalitách je zabezpečena chlordioxidem dávkovaným na úpravně vody v Nýrsku.

Voda dodávaná do Domažlic (provozovatel CHVaK) je sekundárně ošetřena chlordioxidem ve vodojemu v Domažlicích. Dle informace provozovatele je aplikována dávka 0,1 mg/l ClO<sub>2</sub>. V případě výrazného zhoršení kvality surové vody z přehrady Nýrsko a následné potřeby razantního zvýšení dávky ClO<sub>2</sub> na úpravně vody v Nýrsku by mohla nastat situace, kdy chloritany ve vodě by mohly být limitujícím faktorem dávky ClO<sub>2</sub> v Domažlicích. Při dávce 0,18 mg/l ClO<sub>2</sub> na úpravně vody v Nýrsku byly hodnoty množství chloritanů pod mezí detekce stanovení. Vzhledem k vysoké kvalitě vody v přehradě Nýrsko je tato situace nepravděpodobná.

Voda dodávaná do Klatov (provozovatel ŠVaK) je ve vodojemu pro Klatovy chlorovaná. Kvalita vody v distribuční síti města Klatov je zajištěna chlorem, tak aby vyhovovala vyhlášce [4]. Vzhledem ke stávající chloraci ve vodojemu pro Klatovy je dávkování ClO<sub>2</sub> na úpravně vody přínosné v absenci THM v dodávané vodě. Otázka možného zajištění kvality vody chlordioxidem ve vodovodní síti města Klatov je nad rámec tohoto příspěvku.

Z výsledků zjištěných během zkušebního provozu se dá předpokládat sezonnost ve změnách dávky ClO<sub>2</sub> v průběhu roku. Tato skutečnost se odráží na kvalitě surové vody z přehrady. Přesto i v méně příznivých obdobích během roku ve vztahu ke kvalitě vody (letní měsíce), se dávka bude pravděpodobně pohybovat na hodnotách kolem 0,25 mg/l ClO<sub>2</sub>.

Působením chlordioxidu na inkrusty a biofilmy v potrubí došlo k jeho „vyčištění“. Můžeme téměř vyloučit sekundární kontaminaci mikroorganismů, které přežívaly v inkrustech (mechanická ochrana mikroorganismů) a teoreticky počítat s možností snížení dávky chlordioxidu do upravené vody.

Po celou dobu zavádění desinfekce vody chlordioxidem na úpravě vody v Nýrsku nedošlo k překročení limitních hodnot stanovených vyhláškou. I když voda v jednom momentu dávkování chlordioxidu vykazovala zhoršení kvality v ukazateli barva, které bylo patrné i pouhým okem.

Pokusit se snížit v co možná největší míře doby dotoku do Klatov a Domažlic. V závislosti na praktických zkušenostech s odběry vody těchto měst se pokusit o zajištění kontinuálních a rovnoměrných odběrů vody ze skupinového vodovodu do vodojemů obou měst. Tímto krokem se pokusit eliminovat zdržení vody ve skupinovém vodovodu s ohledem na jeho dimenzi a množství stávajících odběrů. K dosažení tohoto kroku je nutná úzká spolupráce jednotlivých provozovatelů.

Před zahájením dávkování chlordioxidu je důležité, důkladně informovat spotřebitele, rámcově vysvětlit problematiku přechodu desinfekce vody na chlordioxid tak, aby v konečném důsledku spotřebitel nebyl zaskočen přechodným zhoršením kvality pitné vody v organoleptických vlastnostech vody.

## **Literatura**

- [1] Michalová J.: Snížení koncentrace chloroformů ve skupinových vodovodech zásobených ze zdrojů povrchových vod. Sborník konference Pitná Voda 2006, s 79. České Budějovice 2006.
- [2] Sochor J.: Studie pro modernizaci Úpravny vody Nýrsko, Leden 2004.
- [3] Volk C.J., Hofman R., Chauret C., Rangers G.A. et. al.: Implementation of chlorine dioxide disinfection, Sci. 5, 2002, p. 323 – 330.
- [4] Vyhláška 252/2004 Sb. ve znění pozdějších předpisů.
- [5] Gates D., The Chlorine Dioxide Handbook, Denver, Co, USA.
- [6] Rousová D., JandaV., Závislost složení roztoku oxidu chloričitého na pH. Sborník konference Pitná Voda 2004, s. 391, České Budějovice 2004.