

Technologický audit a návrh úprav technologické linky pro rekonstrukci ÚV Horka

doc. Ing. Petr Dolejš, CSc.^{1,2)}, Ing. Klára Štrausová, Ph.D.¹⁾, Ing. Pavel Dobiáš¹⁾

¹⁾ W&ET Team, Box 27, 370 11 České Budějovice; ²⁾ FCh VUT, Brno
e-mail: petr.dolejs@wet-team.cz

ÚVOD

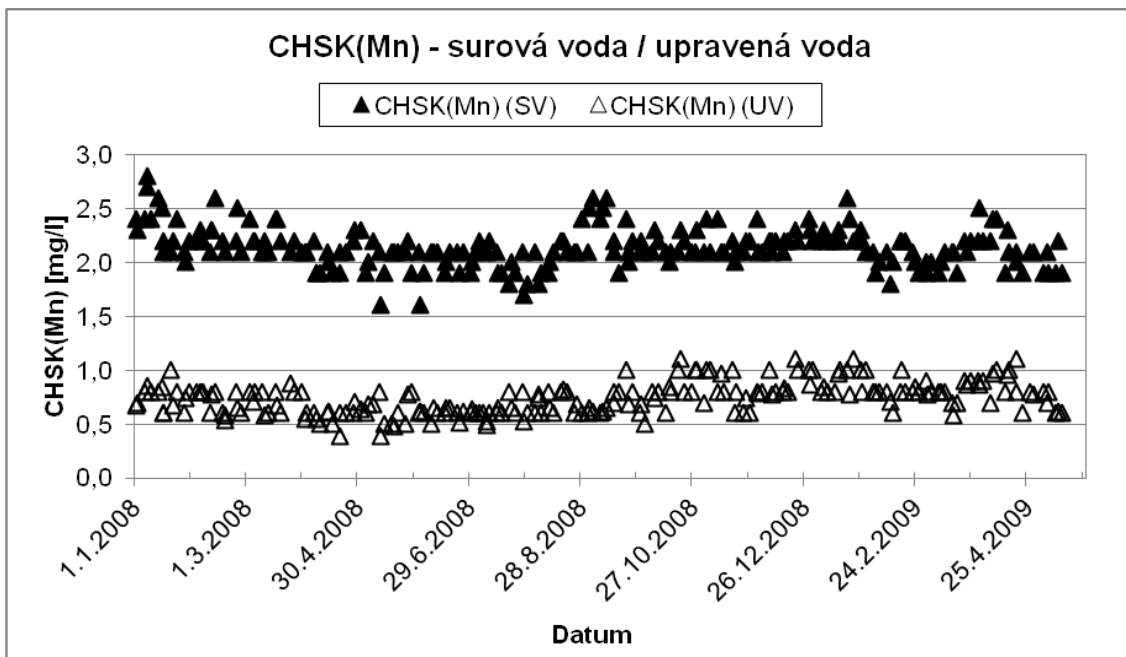
V roce 2009 jsme na ÚV Horka provedli zkrácený technologický audit, který dal základní podklady pro přípravu a projekt rekonstrukce úpravny. Výsledkem šetření na úpravně vody i analýzou historický dat kvalitativních parametrů surové i upravené vody byla navržena možná řešení rekonstrukce ÚV, která pak dále použila firma EKO-EKO s.r.o. v projektu rekonstrukce, která probíhá od loňského roku do současnosti.

TECHNOLOGICKÝ AUDIT

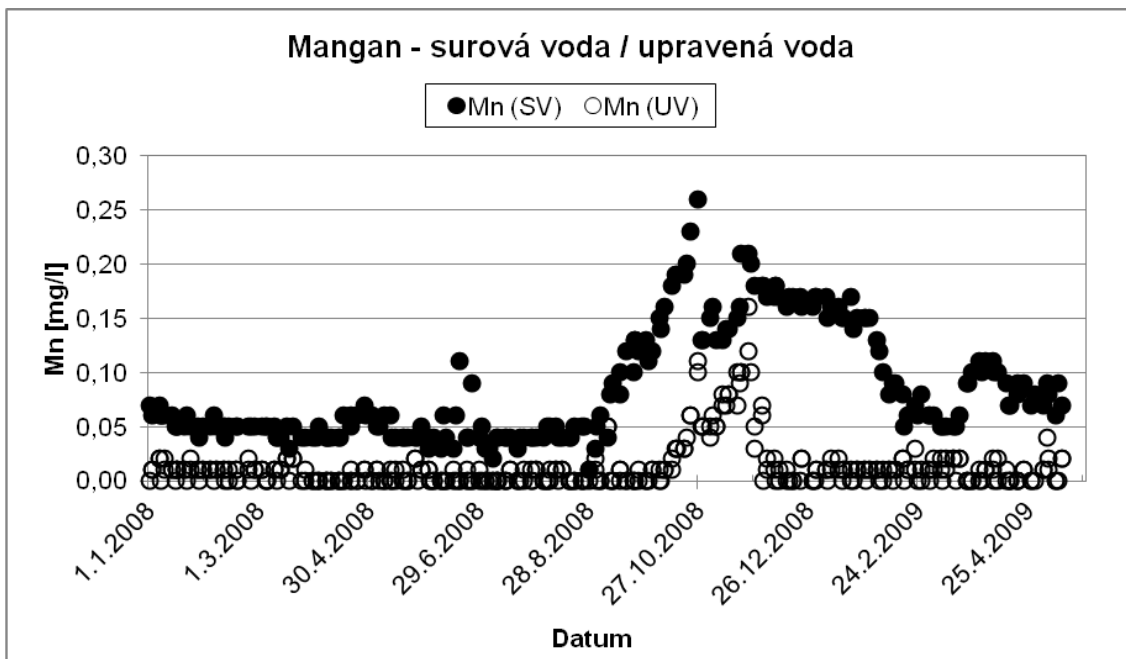
Na ÚV Horka nebylo možné z časových důvodů provést audit technologických procesů v plném rozsahu, proto majitel i provozovatel objednali zkrácený technologický audit, který zmapoval nejdůležitější části úpravny a poskytl nejnútnejší podklady pro projekt rekonstrukce. Z tohoto důvodu nebyla součástí auditu naše vlastní měření, která by více objasnila funkčnost jednotlivých separačních stupňů a jejich detailnější možnosti rekonstrukce. Studie vycházela jednak z vyhodnocení dostupných dat o kvalitě surové vody a také kvality vody podél technologické linky úpravny. Dále byl proveden osobní průzkum vlastní úpravny vody avšak zatím bez provádění samostatných laboratorních nebo technologických experimentů a měření. Podkladem technologického auditu byla data o kvalitě surové i upravené vody v roce 2008 a 2009. Z těchto dat je možné nejen sledovat kvalitu na vstupu do ÚV, ale tyto údaje jsou potřebné především pro stanovení separační účinnosti současné technologické linky.

Kvalita surové vody v ukazateli CHSK(Mn) (obr. 1) byla v průběhu roku 2008 a 2009 poměrně stabilní. Separační účinnost úpravny byla v tomto ukazateli 60-72 %. Oproti koncentracím CHSK(Mn) jsou koncentrace manganu v surové vodě nestabilní a jejich rozptyl v průběhu roku je velmi vysoký (obr. 2). Zcela nepochybně to souvisí s jarní a podzimní cirkulací v nádrži a není možné jakkoli očekávat, že by se v budoucnosti průběhy koncentrací výrazně lišily od těch současných. Proto bylo nezbytné se v technologické lince ÚV Horka zaměřit také na odstraňování manganu. Období zvýšené koncentrace manganu je dlouhé až několik měsíců v roce a proto musí být technologická opatření natolik propracovaná, aby nebyla ani provozně náročná ani nákladná.

Z porovnání koncentrací manganu podél technologické linky bylo zjištěno, že první separační stupeň mangan téměř neodstraňuje. Separace manganu je dosaženo až filtrací. Před filtrací je dávkováno vápenné mléko a až tím dojde ke vzniku nerozpustné formy manganu, který je separovatelný, v tomto případě filtrací. Účinnost odstranění manganu v současné technologické lince se pohybovala v rozmezí 53-91 % (tabulka 1).



Obr. 1. Průběh koncentrací CHSK(Mn) v surové a upravené vodě

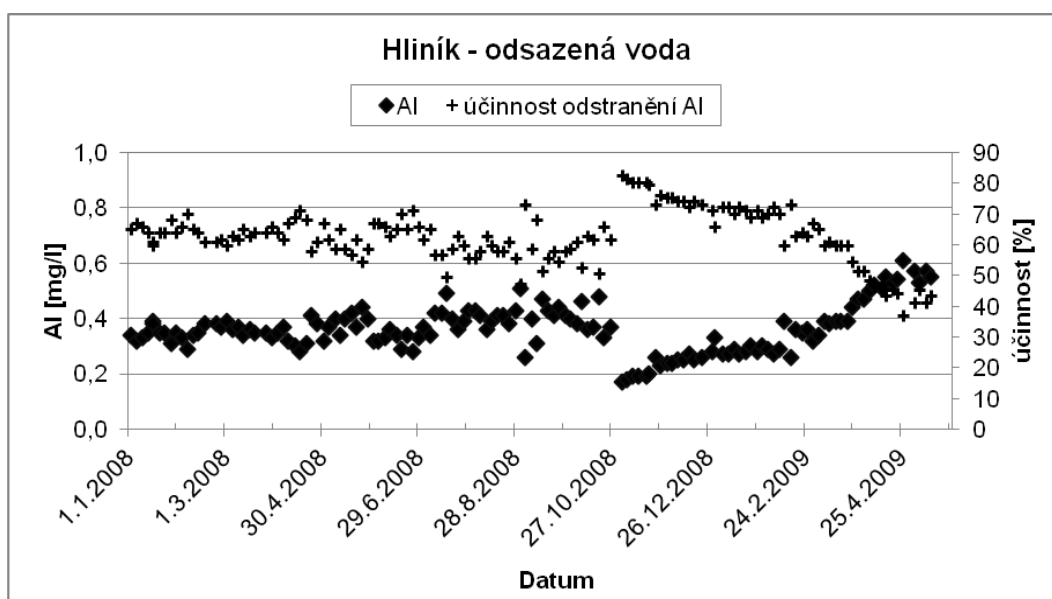


Obr. 2. Průběh koncentrací manganu v surové a upravené vodě

Tabulka 1. Separační účinnost úpravny v ukazateli mangan v průměrných hodnotách jednotlivých měsíců

měsíc/rok	surová voda [mg/l]	upravená voda [mg/l]	účinnost [%]
I.08	0,056	0,016	71,6
II.08	0,050	0,015	70,4
III.08	0,044	0,014	69,2
IV.08	0,050	0,009	82,9
V.08	0,047	0,016	66,1
VI.08	0,050	0,014	72,2
VII.08	0,037	0,008	79,0
VIII.08	0,043	0,010	76,5
IX.08	0,091	0,019	79,1
X.08	0,175	0,035	79,7
XI.08	0,163	0,078	52,6
XII.08	0,171	0,018	89,3
I.09	0,154	0,015	90,6
II.09	0,084	0,015	82,2
III.09	0,070	0,015	77,9
IV.09	0,088	0,011	87,5

Hodnoty pH podél celé technologické linky úpravny ukazují, že v současném uspořádání se hodnoty koagulačního pH mohou již nebezpečně přibližovat hodnotám 5,5, které jsou pro koagulaci síranem hlinitým mimo optimální oblast pH.



Obr. 3. Průběh koncentrací hliníku ve vodě po sedimentaci a separační účinnost sedimentace

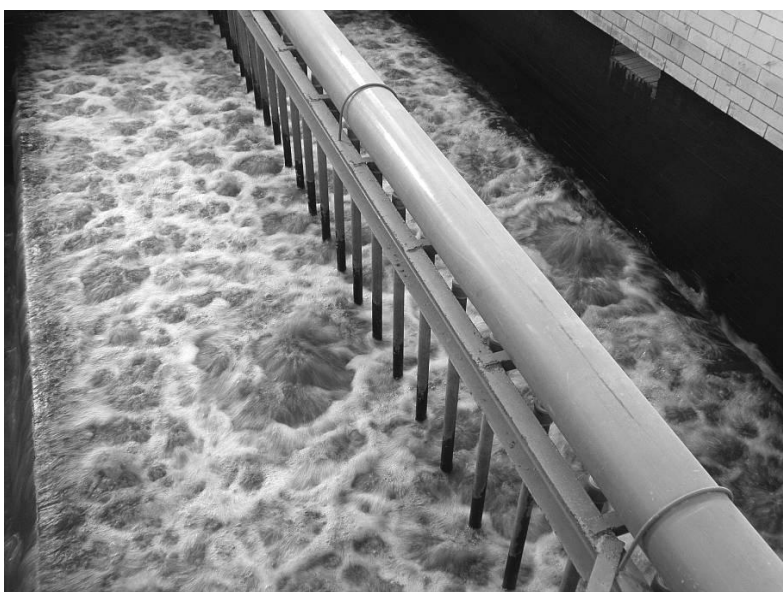
Obr. 3 ukazuje koncentrace hliníku po sedimentaci a účinnost sedimentace na odstranění hliníku. Je vidět, že účinnost se pohybuje kolem 60-ti %. Výpočet vychází z toho, že celoročně je používána dávka 12 mg/l síranu hlinitého. Při návrhových parametrech, jaké mají sedimentační nádrže na ÚV Horka, by bylo možné očekávat, že separační účinnost by bylo možné zvýšit lepší přípravou suspenze. To by prodloužilo

filtrační cykly a tím přineslo úsporu nákladů a pravděpodobně by také došlo ke zlepšení kvality upravené vody.

Na obr. 4 je zdokumentován stav při provozu jednoho z filtrů. Protože hladinová regulace snímá jen jednu polovinu filtru a vany filtrů jsou hydraulicky odděleny, objevoval se stav zachycený na fotografii, kdy jedna polovina filtru má hladinu extrémně zakleslou, zatímco druhá polovina filtru se blíží přepadu. Znamená to, že obě poloviny filtru nejsou stejnoměrně zatěžovány a to se může projevit jednak na kvalitě filtrátu, jednak také při praní filtrů. Levou polovinou filtru protéká také podstatně méně prací vody než polovinou pravou. Obr. 5 ještě doplňuje sledování pracovního cyklu o zdokumentování vadných trysek v drenážním systému, kde v několika místech byly nad nimi zaznamenány zřetelné vývary. Proto bylo třeba zvážit, zda drenážní systém opravit, anebo v rámci rekonstrukce nahradit nějakým vhodnějším a modernějším typem. Byla zvolena jeho náhrada systémem Leopold.



Obr. 4. *Nestejná výška hladin u filtru při filtraci (až 30 cm)*



Obr. 5. *Příklad vývarů nad vadnými tryskami drenážního systému při praní vzduchem*

PROJEKT REKONSTRUKCE ÚPRAVNY

Na projektu rekonstrukce ÚV se pracovalo od roku 2009. Podkladem byl již zmíněný technologický audit, který dal podněty po možná zlepšení a změnu uspořádání některých prvků úpravy.

Úpravna vody Horka byla postavena na přelomu 60.–70. let minulého století jako centrální zdroj pro zásobování pitnou vodou nejen města Sokolov, ale i celého území Sokolovské uhelné pánve. Projektovaná kapacita úpravy byla 480 l/s, avšak dlouhodobý průměrný výkon byl pouhých 120 l/s. Technologický audit poukázal, jako na hlavní problém současného provozu ÚV Horka a navazující vodárenské distribuční soustavy, zvýšený obsah manganu ve vyrobené pitné vodě, částečně rozkolísaná účinnost odstranění CHSK(Mn) a navíc zde byly zjištěny problémy se zpětnou kontaminací vyrobené vody při její dopravě potrubím.

Rekonstrukce měla za cíl především tato intenzifikační opatření:

- optimalizaci hydraulických podmínek ve flokulačním labyrintu, zlepšení procesu koagulace a tvorby suspenze, čímž dojde k vytvoření podmínek pro zvýšení separační účinnosti prvního stupně úpravy (usazování),
- zvážení možností použití alternativního koagulantu (např. na bázi železa), který může být vhodnější pro následné odstranění manganu
- úprava systému dávkování koagulantu, včetně vytvoření podmínek pro lepší průběh oxidace manganu již ve flokulačním labyrintu,
- zlepšení separační účinnosti druhého stupně úpravy (filtrace) jak v ukazateli manganu, tak v odstranění organického znečištění (CHSK(Mn)),
- optimalizace systému čerpání upravené vody do hlavních distribučních vodojemů Částkov a Markvarec,
- modernizace a optimalizace systému napájení elektrickou energií v souvislosti s výměnou stávajícího strojního zařízení (čerpadel upravené vody), zrušení stávající napěťové hladiny 6 kV s přechodem na 0,4 kV.

Jedním z nejdůležitějších prvků rekonstrukce byla úprava flokulační nádrže, kdy bylo nezbytné zlepšit její hydraulické charakteristiky. V původním uspořádání (s míchadly) v ní s velkou pravděpodobností působily zkratové proudy, které byly „narušovány“ jen při zapnutém míchání, avšak i tak byl průtok flokulací zřejmě dosti vzdálen od ideálu pístového toku. Aby byla bez velkých stavebních úprav výrazně zlepšena hydraulická charakteristika, bylo nezbytné vybavit ji nenastavitelnými děrovanými stěnami, které výrazně zlepší hydraulickou charakteristiku celé flokulace. Došlo také ke změně homogenizace a míst zaústění chemikálií tak, aby upravovaná voda měla lepší schopnost odstranění nežádoucích látek, především manganu, který se jeví jako jeden z nejzávažnějších problémů.

Změnou místa zaústění dávkování vápna, oxidačního činidla a koagulantu se vytvoří podmínky pro oxidaci rozpuštěných forem manganu na nerozpuštěné, které jsou částečně separovatelné již v prvním stupni úpravy. Uvedená úprava je společně se zavedením možnosti dávkování železitého koagulantu zásadním opatřením pro snížení koncentrace manganu v upravené vodě.

Zlepšení podmínek oxidace manganu, přípravy suspenze, včetně její následné účinnější separace v usazovacích nádržích i modernizovaných filtrech, umožní snížení obsahu manganu, zbytkového koagulantu a organických látek v upravené vodě. Snížení obsahu organických látek (CHSK(Mn)), zejména rozkolísanosti jejích hodnot během roku, znamená i snížení obsahu biologicky rozložitelného uhlíku v upravené vodě, který je hlavním činitelem pro druhotné bakteriologické oživení distribuované vody v systému s velkým zdržením.

Rekonstrukce filtrů byla naprosto nezbytná z důvodu zřejmých poruch v současném drenážním systému (vadné trysky), nevhodně konstruovanému řízení průtoku filtry a zřejmě i nerovnoměrném nátoku na obě poloviny filtrů. Velmi žádoucí bylo i dosažení propojení obou komor filtrů tak, aby hladinová regulace odrážela skutečný stav hladiny v obou komorách.

Instalace nového celoplošného drenážního systému u čtyř (z celkového počtu deseti) pískových filtrů umožní kromě odstranění současných provozních poruch též zvýšení filtračních rychlostí, zajištění dokonalejšího vyprání filtrů, prodloužení filtračních cyklů a v konečném důsledku dokonalejší separaci zbytkové suspenze, uniklé z prvního stupně úpravy vody.

Výkonová optimalizace čerpadel upravené vody přispěje k zrovnoměnění distribuce upravené vody do celé vodárenské soustavy a umožní okamžité zvýšení dodávek v případě aktuální rychlé potřeby. Lepší variabilita čerpaného množství umožní snížit provozní hladiny ve vodojemech a zkrátit tak dobu zdržení vody v celé soustavě. Ta je společně se zlepšenou kvalitou procesu úpravy rozhodující pro potlačení druhotné bakteriologické kontaminace vody.

ZÁVĚRY

Technologický audit odhalil kritická místa stávající technologické linky. Na základě výsledků auditu bylo vytipováno několik úzkých míst technologické linky, které byly v přípravě rekonstrukce klíčové. Jedním z nich byla flokulační nádrž, která musí umožnit vytvoření kvalitní suspenze pro následnou separaci. Změny v procesu filtrace spolu s výměnou drenážního systému na části filtrů odstraní současné provozní poruchy a zajistí dokonalejší vyprání filtrů a lepší kvalitu upravené vody.

Poděkování

Děkujeme provozovateli a vlastníkovi ÚV Horka za výbornou spolupráci při zpracování technologického auditu a za možnost publikovat vybrané poznatky.

LITERATURA

- [1] Dolejš P., Štrausová K.: ÚV Horka – zkrácený technologický audit. W&ET Team České Budějovice, 2009.
- [2] Projektová dokumentace – Úpravna vody Horka. EKO-EKO s.r.o., České Budějovice 2011.