

Použití vysokorychlostního čiření na odstraňování pesticidů

Ing. Petr Horecký

VWS MEMSEP s.r.o., petr.horecky@veoliawater.com

1. Úvod

Přítomnost přírodních organických látek, pesticidů a mikroorganismů má významný vliv na způsob úpravy pitné vody, její kvalitu a chování během distribuce. Tyto sloučeniny, které jsou přítomny v povrchových nebo podzemních vodních zdrojích jsou dnes trvalým předmětem diskuzí na všech úrovních a nutnost jejich odstraňování je stále více zřejmá a to celém světě. Na trhu jsou k dispozici různé technologie. GAC filtrace, membránová (nanofiltrace, reverzní osmoza), které poskytují částečnou nebo dokonce úplnou účinnost na odstranění s různými dalšími pozitivními nebo negativními doprovodnými jevy.

Obecně organické látky obsažené ve zdrojích pitné vody mohou pocházet z různých zdrojů. Zdrojem organické hmoty mohou být produkty rozpadu organismů včetně bakterií, řas a cévnatých rostlin. Externí organická hmota vstupuje do řek splachem povrchu země relevantního povodí, a pochází z degradace půdy a vegetace. Mimo těchto výše zmíněných látek přírodního původu se do povrchových vod dostává stále větší množství produktů lidské činnosti. Jsou to zejména pesticidy, které se hojně využívají v zemědělství, ale také další látky pocházející zejména z oblasti farmacie, které nejsou degradovatelné na běžných biologických čistírnách odpadních vod.

Tento dokument představuje jednu z možných cest pomocí využití nové kombinace známých procesů, jak výše uvedené látky odstraňovat a tedy zajistit spolehlivou výrobu pitné vody. Kombinace technologií, které byly testovány a dnes jsou aplikovány na desítkách úpravěn po celém světě je vysokozátěžová sedimentace a adsorpce na práškovém aktivním uhlí .

2. Definice organických látek - polutantů

Přírodní organické látky ve vodách představují směs hydrofobních a hydrofilních organických sloučenin s širokým spektrem molekulárních hmotností jako například humínové látky, amino kyseliny, sacharidy, jiné alifatické a aromatické kyseliny. Tyto přírodní látky lze z hlediska možnosti úpravy vody dělit na humínové a nehumínové. Nehumínové látky představují hlavně uhlovodíky, některé typy lipidů a aminokyselin. Nehumínové látky jsou biologicky rozložitelné, humínové jsou pak obtížně rozložitelné jakoukoliv metodou. Parametr, který nejlépe charakterizuje obsah všech organických látek je TOC – celkový organický uhlík. Obecně je složen z DOC – rozpuštěný organický uhlík, a nerozpuštěného organického uhlíku, kde hranice dělení je definována filtrem o porozitě 0,45 um. DOC reprezentuje výše uvedené zejména makromolekulární látky také pesticidy a jiné produkty lidské činnosti, nerozpuštěná frakce TOC pak větší částice typu řas, bakterií, částiček rozpadající se organické hmoty a vloček organické hmoty. Uvedené rozpuštěné organické látky působí problémy při úpravě vody zejména tím, že jejich spektrum je široké a vyskytují se v nízkých koncentracích. Není tudíž úplně snadným úkolem navrhnout technologii, která by s dostatečnou účinností cílila na velké množství odlišných látek.

2.1. Proč je třeba organické látky odstraňovat

Organické látky výše uvedených typů jsou dnes hlavním problémem řešeným při navrhování technologií pro úpravu vody a to jak při výstavbě nových úprav, tak při rekonstrukcích stávajících. Negativních efektů, které tyto sloučeniny způsobují je celá řada:

- Negativní ovlivnění organoleptických vlastností vody
- Snižují specifickou účinnost dezinfekce vody
- Jsou zdrojem pro toxické vedlejší produkty dezinfekce
- Negativně ovlivňují účinnost odstranění anorganických látek
- Zvyšují spotřebu koagulantu
- Ovlivňují sekundární biologické znečištění distribuční sítě

Tyto fakty jsou pak postupně reflektovány zpřísněním norem, které definují požadavky na kvalitu pitné vody po celém světě.

2.2. Koagulace organických látek a jiné možnosti odstranění

Jak již bylo uvedeno výše široké spektrum konkrétní látek, které charakterizuje parametr TOC (DOC) v surových vodách znamená také velký rozsah vlastností a podmínek pro efektivní koagulaci. Poměrně snadno koagulují hydrofobní látky s vysokou molekulovou hmotností, zatímco hydrofilní látky s nízkou molekulovou hmotností koagulují poměrně špatně. Navíc různé typy látek vyžadují v optimu různé dávky různých typů koagulantu.

Dle Edzwalda a Tobiasona je možné podle hodnot naměřené absorpance usuzovat na schopnost dané vody koagulovat a tedy s následnou separací dosahovat účinnost odstranění DOC. Nicméně obecně je jasné, že zejména rozpuštěné frakce pesticidních látek koagulují velmi obtížně s huminovými látkami a tak jsou klasické úpravárenské technologie založené na koagulaci, flokulaci a separaci vloček velmi málo účinné na odstranění pesticidů.

Jednoznačně velmi účinné jsou membránové separace s porozitou menší než rozměr cílených molekul. Zde tedy spolehlivě funguje reverzní osmoza. Její nevýhoda a tudíž velmi omezená možnost aplikace na úpravu pitné vody vyplývá s doprovodného efektu odstranění dalších látek – anorganických iontů. Tento efekt snižuje nežádoucím způsobem celkovou mineralizaci vody a mění tím podstatně její vlastnosti tak.

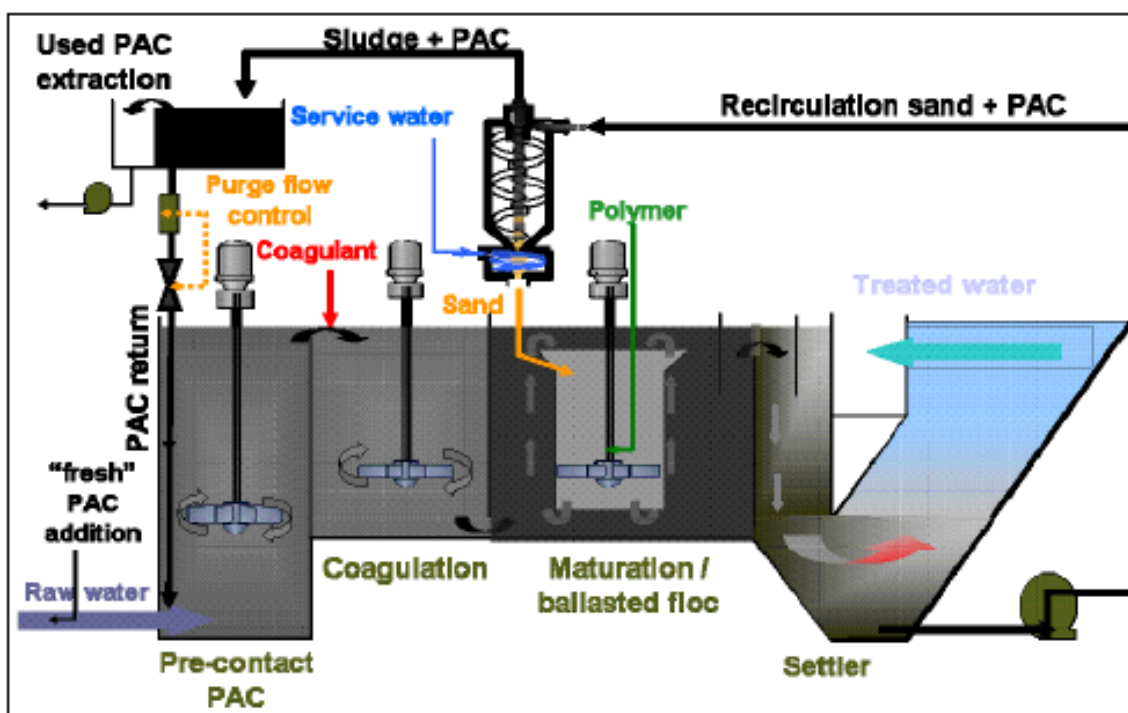
Je tedy třeba hledat stále nové technologie pro optimální řešení problému s odstraňováním pesticidů a podobných látek z pitných vod.

3. Vysokorychlostní čiření s dávkováním aktivního uhlí

Vysokorychlostní čiření - technologie ACTIFLO pracuje na principu zatěžkávání sedimentace a lamelové separace. Vločky jsou zatěžkávány mikropískem s vysokou specifickou hmotností. Z tohoto důvodu je potom jejich sedimentační rychlost vysoká. Proces je tedy velmi účinný a technologie kompaktní. Světově je prověřena více než 500 referencemi z nichž podstatný podíl je při aplikaci na povrchové zdroje pitné vody.

Actiflo Carb je kombinací výhod vysokorychlostního čiření a adsorpce organických látek na práškovém aktivovaném uhlí (PAU).

Voda, která nejdříve projde prvním stupněm koagulace, flokulace a separace (sedimentace nebo flotace) je v reakční nádrži smíchána s PAU. Je zde udržována poměrně vysoká koncentrace PAU 2 – 10 g/l s dostatečnou donou zdržení (3.- 10 minut), vše v závislosti na požadované účinnosti. Směs dále natéká do koagulační nádrže, kde je dávkován koagulant (0,5 – 2 mg/l Fe nebo Al). Dále je pak zatěžkání mikropískem flokulace a separace vloček z upravované vody sedimentací. Mikropísek je recyklován pomocí hydrocyklonů a PAU je recyklováno zaváděním zpět do reakční nádrže. Vyčerpané PAU jak pak odtahováno ze systému a kontinuálně nahrazováno novým v dávce cca 5 až 30 mg/l.



Obrázek 1: Schéma procesu

Toto uspořádání nabízí následující výhody:

- Možnost jednoduché optimalizace dávky PAU
- Recirkulace PAU zlepšuje kinetiku absorpce pesticidů
- Díky vysoko zatěžovým procesům jde o velmi kompaktní technologii s nízkými nároky na stavební část, tudíž vhodnou pro rekonstrukce - doplnění stávajících technologií

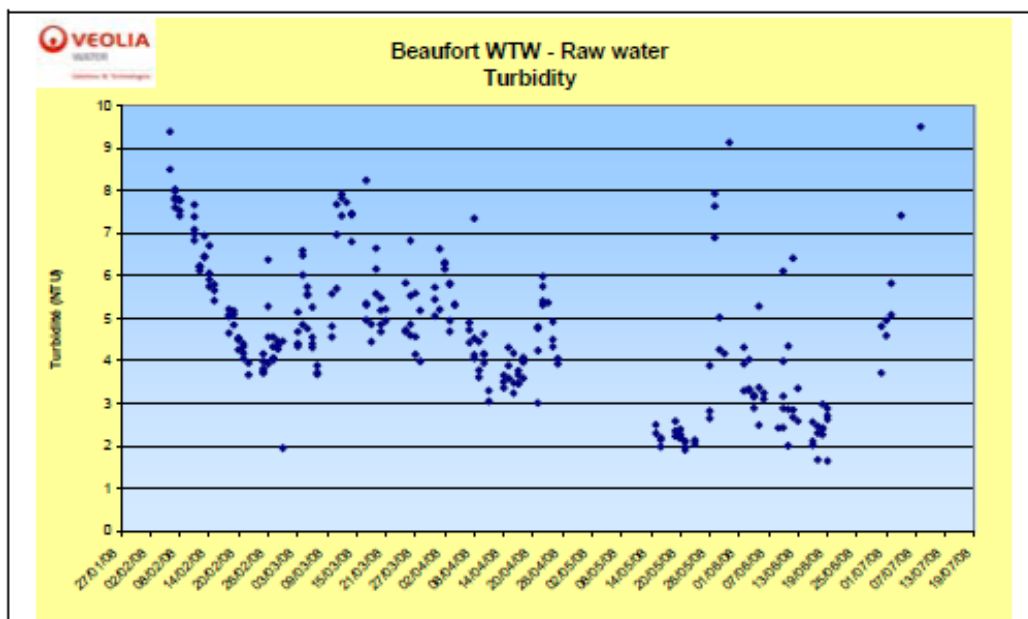
3.1. První testy

Z důvodů ověření účinnosti a dalších vlastností tohoto procesu byly uskutečněny poloprovozní testy. Pilotní zařízení bylo postaveno s kapacitou 50 – 100 m³/h a testováno na 2 zdrojích surové vody z řeky a z nádrže s vysokým obsahem DOC (až 18 mg/l). Obě testování potvrdili účinnost procesu a snížili koncentrace DOC pod 2 mg/l.

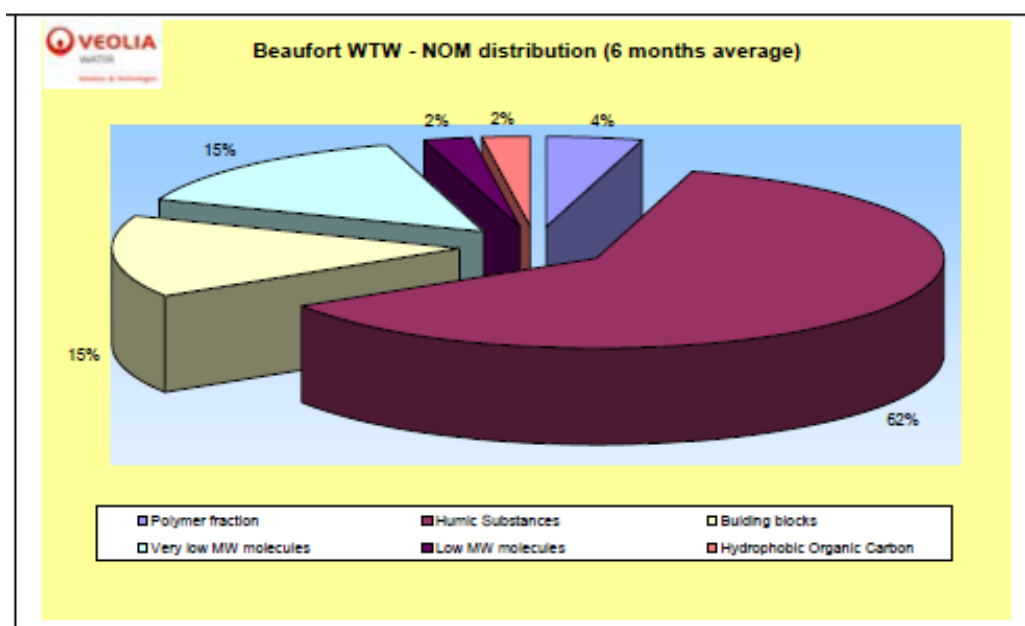
3.2. Porovnání s klasickou technologií odstranění pesticidů

Pro reálné porovnání výhod/nevýhod této technologie bylo zvoleno testování na UV Beaufort v západní Francii. Tato UV má kapacitu 935 m³/h produkované pitné vody. Technologická linka je složena z kogulace, flokulace, separace vloček flotací, pískové filtrace, ozonizace, GAU filtrace, úpravou pH a hygienického zabezpečení chlorem.

Organické látky a pesticidy jsou zásadním problémem UV Beaufort. DOC koncentrace se pohybují pravidelně nad 10 mg/l. V průběhu testování byly tyto hodnoty okolo 9 mg/l (7,3 až 10,4). DOC je složeno hlavně z huminových látek, nicméně na níže uvedeném grafu jsou znázorněny i další látky jejich zastoupení včetně pesticidů. Zákal se pohyboval mezi 2 – 9 NTU.

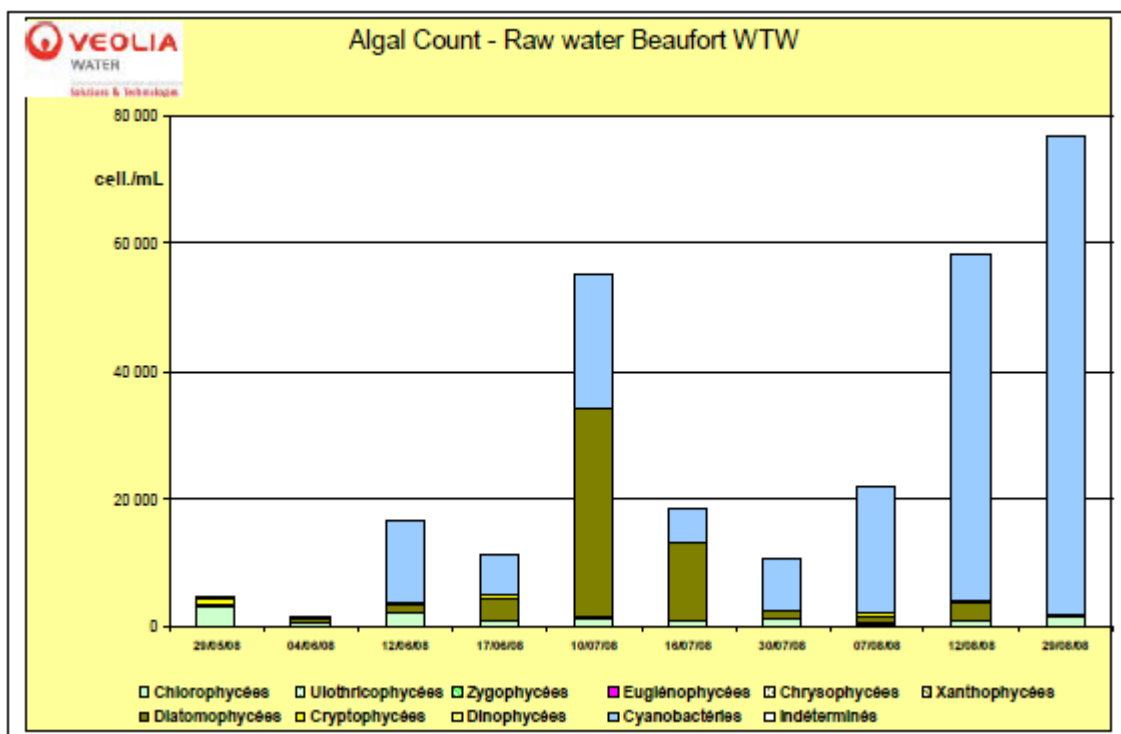


Obrázek 2: Zákal v surové vodě



Obrázek 3: Rozložení DOC na jednotlivé frakce v surové vodě

Dalším zásadním problémem surové vody je biologické oživení v letních měsících, kdy podstatně klesá objem vody v nádrži. Významný je rozvoj řas, zejména typu Cyanobacter, kdy nejvyšší pozorované koncentrace dosahují až 80.000 jedinců/ml. To je zcela zásadní pro kvalitu vstupní jednak přítomností řas samotných, ale i druhotný vznik cyanotoxinů, které je nutné z vody odstranit.



Obrázek 4: Rozložení jednotlivých druhů řas v surové vodě

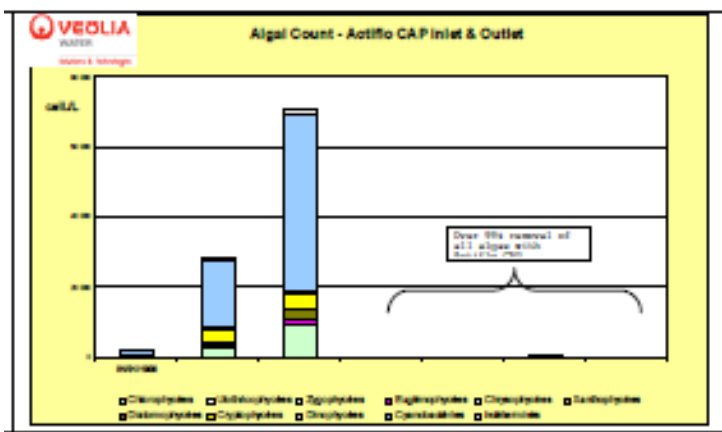
Pilotní zařízení bylo zařazeno do linky za první stupeň úpravy, kterou je flotace a dále porovnávána účinnost této technologie se stávající technologií ozonizace a GAU filtrace.

Stávající flotace funguje poměrně spolehlivě a dosahuje kolem 60% účinnosti odstranění DOC a u řas se pak účinnost blíží 99%, což je ovšem při vstupních koncentracích nedostatečné a je nutné odstranění jak organických látek, tak zbytkové koncentrace řas v následujících stupních úpravy vody.

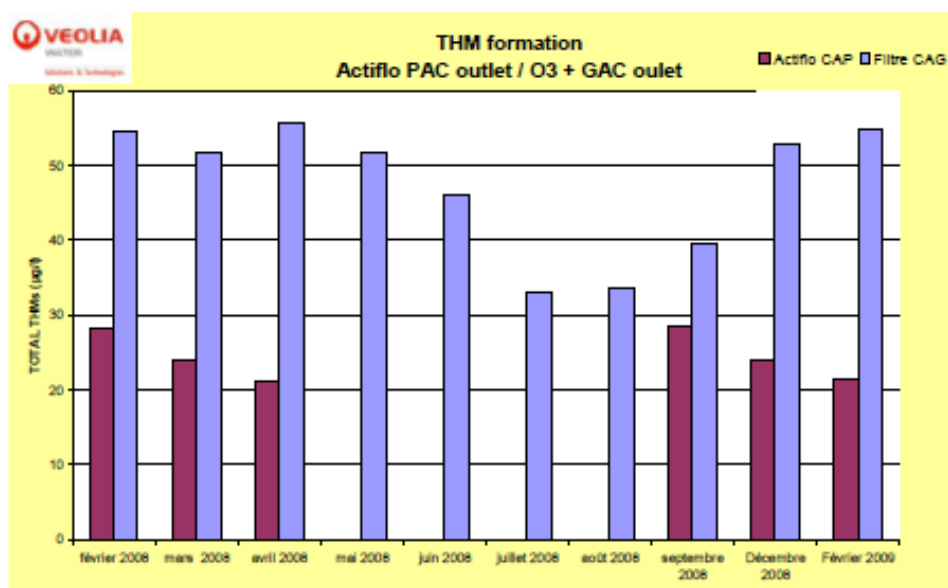
Stávající ozonizace a filtrace přes GAC odstraní dalších 10 – 20% DOC což představuje výslednou koncentraci 2,5 – 3 mg/l DOC. To není dostatečné, protože francouzská norma předepisuje 2 mg/l DOC jako limitní koncentraci. Navíc se ve vodě vytvoří vlivem chlorace jako formy hygienického zabezpečení koncentrace THM okolo 80 um/l.

3.3. Výsledky testů

Po aplikaci technologie ACTIFLO CARB byla snížena koncentrace řas o dalších 99 %, koncentrace DOC pod 2 mg/l, bylo dosaženo 80% účinnosti odstranění pesticidů a snížení koncentrace THM v upravené vodě jako důsledek výše uvedeného. Následující grafy pak dokumentují tato naměřená data.



Obrázek 5: Účinnost odstranění řas



Obrázek 6: Porovnání koncentrace THM na výstupu ze srovnávaných technologií

4. Závěr

Technologie ACTFILO CARB je vhodná pro snižování obsahu DOC v pitné vodě a tedy i pesticidů. Toto bylo prokázáno několika testy a výše popsaným 12 měsíčním testem na uV Beaufort. A následně více než desítkou instalací.

Vzhledem k velmi podobným problémům s kvalitou vody v ČR je vhodné při projektování rekonstrukcí úpraven vod zvažovat i tuto technologii.

5. Seznam použité literatury

- Gaid, K., Sauvignet, P., Chesneau, M. and Capron, R. B. (Únor 2008) Process Progress: Removing Natural Organic Matter, Pesticides and Endocrine Disruptors, WATER21, London, United Kingdom.
- Gaid, K., Sauvignet, P., Tazi-Pain, Houssais (2008) Multiflo/Actiflo PAC Reactors: An additional method for removing pesticides and organic material, Veolia Water, Paris, France.
- Gaid, K., Sauvignet, P., Marlin P. (2008) Use of PAC combined with ACTIFLO and UF for enhanced NOM removal from a high DOC water, Veolia Water, London, UK.