

PREGLED NAJČEŠĆE KORIŠTENIH POSTUPAKA PREČIŠĆAVANJA PIJAĆE VODE U KANADI

Mr Jugoslav BAJKIN, dipl.ing.
Greater Vancouver Regional District, Vancouver, Canada
Dr Mirjana VOJINOVIĆ-MILORADOV, Red. Prof.
Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Srbija

REZIME

U članku je dat kratak prikaz najčešće korištenih postupaka prečišćavanja pijaće vode u Kanadi. Uz kratak opis specifičnosti korištenih postupaka, dat je poseban osvrt na najnovije trendove i njihovu zastupljenost u izvedenih rešenjima u Kanadi.

Ključne reči: postupci prečišćavanja vode, Kanada

1. UVOD

Kada se pomene ime Kanade, najčešće se pomisli na veliko prostranstvo ispunjeno mnoštvom jezera i reka. Ova prva asocijacija zaista i jeste jedna od osnovnih geografskih karakteristika Kanade. Pa ipak sa aspekta vodosnabdevanja nebi se ipak moglo reći da je Kanada eldorado u kome nema potrebe za intervencijama. Iako skoro polovina od 31 milion stanovnika Kanade živi u osam velikih gradova, u južnom delu zemlje, svojom aktivnosti ljudi su uspeli da zagade mnoge vodotokove, čak i u relativno zabačenim i nenaseljenim oblastima, udaljenim hiljadama kilometara od velikih gradova. Ovo se pre svega odnosi na hemijsko zagađenje vode.

Biološko zagađenje, koje nije uvek direktno izazvano ljudskim aktivnostima u nekoj oblasti, već se ponekad pojavljuje sasvim spontano – zahvaljujući prirodnim procesima bez uticaja čoveka, takođe je prisutno u mnogim izvorštima pijaće vode. Usled hemijske i biološke zagađenosti vode, odnosno zbog saznanja o njihovom potencijalno štetnom uticaju na čovekovo zdravlje, gotovo da nema mesta u Kanadi gde ne postoji barem elementarni oblik dezinfekcije ili prečišćavanja vode u sistemima vodosnabdevanja.

Pa ipak uopšte uzevši, kvalitet velike većine izvora pijaće vode je sasvim solidan. Nažalost kod većine

izvora prisutan je trend pogoršanja kvaliteta, i samim tim prisustvo sve veće potrebe prečišćavanja vode. Indikator Kvaliteta Vode (IKV), jedan od pokazatelja koji je opšte prihvaćen u zvaničnim izveštajima o stanju životne sredine, a na osnovu ispitivanja sprovedenim u nekoliko poslednjih godina, potvrdio je da je u svim ispitivanim izvorštima pronadjen barem jedan parametar kvaliteta koji je prekoračio dozvoljenu vrednost.



Slika 1. Nacionalni park Banf – jedan od tipičnih pejzaža u planinskom delu Kanade

Ako se posmatra deset najvećih gradova u Kanadi, može se videti da skoro svi imaju već izgrađenu fabriku za prečišćavanje pijaće vode ili je trenutno u fazi gradnje. U daljem tekstu opisani su najčešće susretani postupci u tim fabrikama, a grupisani su u četiri grupe: postupci u predtretmanu, glavnom tretmanu, opisani su rezervoari sa specifičnostima koje ih karakterišu i dat je kratak pregled pomoćnih postupaka.

2. PREDTRETMAN

Predtretman kao inicijalni deo postupka u kome se najčešće odstranjuju grube nečistoće ili pak nečistoće koje mogu da zakomplikuju ili poskupe dalji postupak prečišćavanja vode susreće se u gotovo svim postojećim fabrikama za prečišćavanje vode u Kanadi.

2.1. Aeracija

Jedan od postupaka koji se često mogu sresti u delu predtretmana u fabrikama za prečišćavanje vode jeste aeracija. Ona se koristi da bi se redukovala koncentracija supstanci koje vodi daju miris i ukus, da bi se uklonile organske materije, amonijak, vodonik-sulfid ili metan, uklonile supstance koje mogu povećati troškove daljeg postupka prečišćavanja (na primer ugljen-dioskida), a takodje i kako bi se dodao kiseonik ili hlor radi primarne oksidacije odnosno dezinfekcije.

U osnovi postupka aeracije je stvaranje veće kontaktne površine vode i vazduha, kako bi došlo do pojačanog rastvaranja kiseonika u vodi. Od više različitih tehničkih rešenja aeracije, polazeći od takozvanih kaskadnih aeratora, preko difuzionih, mehaničkih i aeratora pod pritiskom, ovdašnja praksa je da se najčešće koriste najjeftinija i tehnički najjednostavnija rešenja. Prednosti korištenja jednostavnih rešenja osim u nižim kapitalnim ulaganjima ogledaju se takodje i u nižim troškovima eksploatacije i jednostavnijem održavanju.

Važno je istaći da se postupak aeracije, osim u bloku za predtretman, veoma često koristi i pri rezervoarima prečišćene vode, kako bi joj se održao kvalitet, sprečio razvoj mikroorganizama i omogućila cirkulacija odnosno sprečilo dugo stajanje vode u nekim manje pristupačnim slojevima ili delovima rezervoara.

2.2. Mešanje, koagulacija i flokulacija

Iako je, kako im i sam naziv sugeriše, reč o tri različita postupka, oni se najčešće posmatraju kao jedna celina. Delimično i zbog toga, što većina izvedenih tehničkih rešenja fizički grupiše ove postupke u jednu celinu.

Na početku većine usisnih cevi nalaze se rešetke, to jest veoma grubi filteri koji sprečavaju najkrupnije nečistoće da dospeju u cevi odnosno u dalja postrojenja za prečišćavanje.

Nakon toga, voda može prolaziti kroz aeratore, ukoliko je to potrebno i zatim nastavlja ka delu gde se vrši dalje

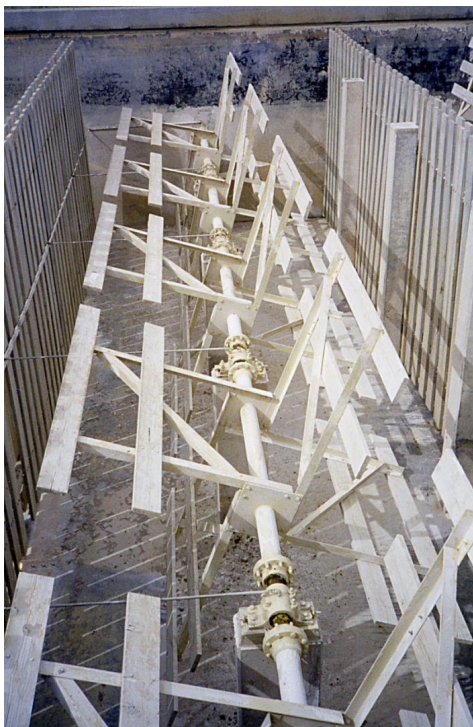
uklanjanje nečistoća. Da bi nečistoće bilo moguće izdvojiti iz vode, vrši se njihovo ukрупnjavanje. U tu svrhu vodi se dodaju koagulanti: aluminijum - sulfat, gvožđe - hlorid, gvožđe - sulfat, kalcijum - oksid, i razni organski polimeri. Nakon dodatka ovih supstanci koje dovode do destabilizacije čestica nečistoća, a što kasnije omogućava njihovo ukрупnjavanje, voda se uvodi u blok za brzo mešanje, kako bi se obezbedila ravnomerna rasprostranjenost koagulanta po celoj zapremini. U zavisnosti od preferenci projekatana, susreću se mehaničke mešalice, ali i hidrauličke odnosno statičke koje prisilnom promenom putanje vode u otvorenim kanalima ili zatvorenim cevima dovode do turbulentnog strujanja i procesa intenzivnog mešanja.



Slika 2. Primer statičke mešalice

Odmah potom, voda prelazi u blok za flokulaciju, gde dolazi do fizičkog ukрупnjavanja čestica nečistoće, to jest flokulacije. Ovo je postupak koji traje nešto duže, i za vreme trajanja flokulacije potrebno je izvršiti blago mešanje koje mora biti dovoljno blago da ne razbije već ukрупnjene čestice nečistoća, ali i dovoljno jako da izvrši mešanje kako bi se obezbedilo da i neke zaostale čestice nečistoća dođu u dodir sa koagulantom. Blokovi za flokulaciju moraju biti dovoljno veliki kako bi mogli da prime količinu vode koja će tu provesti dovoljno vremena da bi se postupak završio. Flokulatori, iako u suštini mešalice, su bitno drugačije konstrukcije od mešalice za brzo mešanje.

U većini izgrađenih fabrika za prečišćavanje pijaće vode u Kanadi blokovi za predtretman upravo sadrže delove za mešanje, koagulaciju i flokulaciju.



Slika 3. Primer horizontalnog flokulatora

3. GLAVNI TRETMAN

Pri prečišćavanja voda, kao glavni tretman najčešće se posmatraju postupci u kojima dolazi do uklanjanja nečistoća iz vode. Tu je najpre takozvani postupak grubog prečišćavanja tj. klarifikacije, a potom i postupak filtriranja odnosno finijeg ili finalnog prečišćavanja.

3.1. Postupci grubog prečišćavanja

U postupke grubog prečišćavanja ubraja se sedimentacija odnosno taloženje, zatim takozvano brza sedimentacija i postupak DAF (Dissolved Air Flotation) koji nasuprot taloženju nečistoća bazira na uklanjanju nečistoća putem mehurića rastvorenog vazduha u vodi.

Sedimentacija se odvija u sedimentacionim bazenima, uz veoma lagani protok vode. Veličina ovih bazena obično je definisana vremenom koje tretirana voda mora da provede u njima. Tačna brzina taloženja zavisi od mnogo faktora i nemoguće ju je u potpunosti tačno predvideti. Zbog ove karakteristike, i veoma velikih betonskih struktura, sedimentacija je danas sve ređe primenjivani postupak u fabrikama vode u Kanadi, jer se

sve više koriste naprednije, odnosno brže tehnologije poput brze sedimentacije i DAF postupka.

Brza sedimentacija je proces koji za razliku od obične u sedimentacionim bazenima ima dodatno ugrađene kose cevne profile. Voda se provodi kroz cevi kvadratnog profila malih dimenzija najčešće svega 5 puta 5 centimetara. Čestice nečistoća, obzirom na plitak profil i zakošenost od najčešće 60 stepeni, relativno brzo dolaze u dodir sa dnom profila i počinju da klize naniže, dok prečišćena voda nastavlja sporo strujanje naviše u blokove za dalje prečišćavanje. Zahvaljujući ovim kosim profilima, protok vode je u ovom postupku znatno povećano, pa otuda i potiče naziv brza sedimentacija. Ovaj postupak je široko rasprostranjen u fabrikama za prečišćavanje pijaće vode u Kanadi, obzirom da je u primeni već duže vreme i da je veoma ekonomičan.



Slika 4. Primer sedimentacionog bazena

DAF postupak je postupak novijeg datuma, i može se reći da je tek u zamahu. No obzirom na kompaktnost blokova za DAF postupak i efikasnost procesa, može se reći da nalazi sve širu primenu. Jedan od najnovijih primera je i fabrika vode u Vinipegu. Osnova postupka leži u ubrizgavanju vode pod pritiskom od nekih 500 kPa, koja je bogata rastvorenim vazduhom, a koji počinje da se oslobađa usled pada pritiska na atmosferski nivo, formirajući fine mehuriće veličine 10-100 mikrometara, koji okružuju čestice nečistoće i smanjujući im specifičnu gustinu iznose ih na površinu. Potom se ovako skoncentrisana pena sa površine vode skida mehaničkim sistemom. Prečišćena voda sakuplja se sa dna, pomoću rešetkastih cevi, koje imaju otvore

dovoljno male da spreče eventualni ulazak nečistoća u tok prečišćene vode.

3.2. Postupci finog prečišćavanja

U spektar finijeg prečišćavanja spadaju različiti postupci filtriranja. Najšire korišteni su postupci klasičnog filtriranja, koji koriste silikatni pesak kao filterski medijum. Poslednjih godina međutim, ovaj klasični postupak je sve više potisnut upotrebom dvostrukih, odnosno višestrukih filterskih medijuma. Kombinacije mogu biti veoma različite i zavise od nečistoća u vodi koje se žele ukloniti. Posmatrajući novije izvedbe filtera u fabrikama vode u Kanadi može se reći da ne postoji univerzalan par ili kombinacija medijuma koji bi mogli biti primenjeni za svaki tip vode, već se svaki slučaj ponaosob mora razmatrati i nakon preliminarnih hemijskih analiza i testiranja pilot postrojenjem može se utvrditi najbolja kombinacija.

Osim klasičnog filtriranja poslednjih nekoliko godina u sve široj upotrebi u Kanadi su i takozvani membranski filteri. Ovo je zasigurno jedna od oblasti u tehnologiji prečišćavanja vode koja se najdinamičnije razvija, pa se tako događa da nova tehnička rešenja prosto pretiču jedna drugo. Klasifikacija membranskih procesa filtriranja može se izvršiti prema pogonskim silama koje navode vodu da protiče kroz membranu, a to su: pritisak, eltrični napon, razlika koncentracija ili neka od kombinacija prethodno nabrojanih. Najšire se koriste postupci koji kao pogon koriste pritisak i tu spadaju: mikrofiltracija, ultrafiltracija, nanofiltracija i reverzna osmoza.



Slika 5. Primer postrojenja reverzne osmoze u fabrici za prečišćavanje vode

Ono što razlikuje ove postupke jeste minimalna veličina čestica nečistoće koje se njima mogu odstraniti. U tom smislu najgrublja je mikrofiltracija, a najfinija reverzna osmoza. Ono što je interesantno za ove postupke jeste da oni najbolje rezultate, u većini slučajeva, daju u kombinaciji sa klasičnim filterima. Naime u nekoliko gradova u Kanadi, su gradske vlasti, u želji da dobiju što bolji kvalitet pijaće vode, a ograničeni materijalnim sredstvima pribegli izgradnji fabrika koje su se oslanjale samo na mikrofiltraciju ili ultrafiltraciju, ali se ispostavilo da su ovi postupci neefikasni, jer se veliki deo vremena morao trošiti na ispiranje ovih, usled čestog zagušenja membrana krupnijim česticama nečistoća, koje nisu bile uklonjene jer nije bilo klasičnog filtriranja.

4. DEZINFEKCIJA

Kada se govori o dezinfekciji vode, gotovo bilo gde u svetu, prva asocijacija je upotreba hlora u te svrhe. I zaista i dan danas iako se koristi već duže od jednog stoleća, hlor je kao dezinfekciono sredstvo u prečišćavanju vode najviše prisutan. Tako široku upotrebu hlor duguje svom jakom oksidacionom dejstvu. Međutim u gotovo svim novijim fabrikama za prečišćavanje vode u Kanadi, postoje neka druga alternativna rešenja. Gasni hlor se sve više izbacuje iz upotrebe, čak i u postojećim fabrikama, najviše zbog sigurnosnih razloga (veoma je otrovan) i zbog pojave da prilikom dezinfekcije hlor sa nekim organskim i neorganskim materijama koje su ostale u vodi formira nusprodukte koji su najčešće kancerogeni.



Slika 6. Tipično postrojenje za dezinfekciju ultraljubičastim zracima

Kao alternativa gasnom hlora može se koristiti natrijum-hipohlorit, koji se elektrolitičkim putem dobija iz rastvora kuhinjske soli i to na mestu upotrebe, pa se time eliminišu rizici prilikom transporta i manipulacije gasnog hlora. No, ukoliko se želi u potpunosti izbeći hlor, alternative su upotreba ozona ili dezinfekcija ultraljubičastim zracima. Medjutim, za razliku od hlora koji ostaje u vodi, i oslobađa se i kasnije u vodovodnoj mreži, vršeći tako naknadnu dezinfekciju, ozon ima puno kraće vreme dejstva, pa se ne smatra dovoljno dobrim sredstvom u smislu odloženog delovanja, a ultraljubičasti zraci kao fizička pojava dejstvuju samo u uređajima gde se oslobađaju pa nemaju nikakvo naknadno dejstvo. Upravo ovaj nedostatak je glavni razlog što je hlor i dalje u dosta širokoj upotrebi, čak se može reći da je hlor (u raznim oblicima) još uvek najviše upotrebljavano dezinfekciono sredstvo u Kanadi. Kao najnoviji trend izdvaja se kombinovana upotreba ozona i hlora ili ultraljubičastog zračenja i hlora. Pri tome se hlor koristi samo kao sekundarni dezinfektant, znači nakon završenog prečišćavanja vode, jer se time umanjuje mogućnost stvaranja štetnih nusprodukata dezinfekcije, a sa druge strane se koristi karakteristika hlora da naknadno reaguje u vodovodu, obezbeđujući biološki ispravnu vodu. Ovaj pomenuti koncept primenjen je u dvema fabrikama koje su trenutno u izgradnji u Vankuveru i Vinipegu.

5. REZERVOARI

Najčešće izvedene konstrukcije rezervoara u fabrikama za prečišćavanje pijaće vode u Kanadi su betonski bazeni. Iz njih se voda gravitacijom ili pomoću pumpnih stanica šalje u vodovodnu mrežu. Usled velikih oscilacija u potrošnji na dnevnom, ali i mesečnom nivou, rezervoari se dimenzionišu tako da u svakom trenutku u njima ima dovoljno rezerve da se zadovolje potrebe i u trenutcima najveće potrošnje. Ovo za rezultat ima velike dimenzije većine rezervoara, a to opet dovodi do situacije da pri smanjenoj potrošnji vode, dolazi do dužeg stajanja vode u rezervoarima. Ustanovljeno je da u nekim slučajevima smanjene potrošnje u nekim rezervoarima dolazi do veoma dugog stajanja vode i ponekad čak do razvoja biološkog zagađenja, i pored primarne dezinfekcije izvršene nakon filtriranja. Ovo se uglavnom dešavalo usled lošijeg tehničkog rešenja ulaza i izlaza iz rezervoara, koji su bili raspoređeni u blizini jedan drugog, tako da voda u rezervoaru pri smanjenoj potrošnji nije cirkulisala i samim tim dolazilo je do neželjenih posledica. Zato je pri projektovanju novih rezervoara ustanovljen kriterijum o rasporedu ulaznih i

izlaznih priključaka iz rezervoara na način da se obezbedi dobro mešanje vode, ili se pak primenjuju aeroatori, što je već ranije pomenuto.

6. POMOĆNI SISTEMI

Od pomoćnih sistema koji se nalaze u fabrikama za prečišćavanje vode izdvajaju se sistemi za doziranje hemikalija i sistemi za izdvajanje i odlaganje nečistoća izdvojenih iz tretirane vode.

Obzirom da se većina sistema za doziranje hemikalija pretežno svodi na dozirne pumpe i rezervoare u kojima se ove hemikalije čuvaju, u smislu izvedenih tehničkih rešenja ovi sistemi se međusobno ne razlikuju puno.

Sa druge strane, kod sistema za uklanjanje nečistoća izdvojenih iz tretirane vode, od najvećeg interesa su sistemi za manipulaciju otpadne vode dobijene ispiranjem filtera i polučvrstog taloga dobijenog izdvajanjem iz sedimentacionih bazena. Ove nečistoće su se dugo vremena samo odlagale u takozvane lagune, gde se voda pod uticajem sunčeve toplote ili ceđenjem uklanjala, a čvrsti ostatak se potom uklanjao iz laguna i otpremao na deponije. U novije vreme, postoji tendencija da se poboljša efikasnost uklanjanja vode iz ovih taloga i nečistoća, ali i da se postupak ubrza, pa se tako sve više koriste centrifuge, kao i razne vrste presa. Osim toga sve više se stavlja akcenat na recikliranje materija (na primer koagulanata dodatih u predtretmanu) iz ovih otpadnih voda i taloga. Nažalost ovi postupci recikliranja još uvek nisu dovoljno razvijeni i zasada još uvek nisu u nekoj široj upotrebi u izvedenim fabrikama za prečišćavanje vode u Kanadi.

7. ZAKLJUČAK

Poređenjem izvedenih rešenja u kanadskim fabrikama za prečišćavanje vode sa svetskim trendovima, može se zaključiti da se oni prate, pogotovo kada je reč o tehnološkim rešenjima koja se proizvode u Severnoj Americi. U svim većim gradovima u Kanadi ili već postoje (Toronto, Montreal, Otava, Kalgari, Edmonton) ili su u postupku izgradnje (Vankuver i Vinipeg) fabrike za prečišćavanje pijaće vode, sa kompletnim postupkom prečišćavanja. U nekim gradovima, postojeći kapaciteti su u postupku dogradnje, usled rasta potrošnje, i najčešće se u tim slučajevima pronalaze novija tehnička rešenja. Neretko se pri tom i već izgrađena, postojeća rešenja osavremenjuju i zamenjuju novijim.

LITERATURA

- [1] Handbook of Public Water Systems, John Wiley & Sons Inc., HDR Engineering Inc., Omaha, Nebraska, USA, 2001.
- [2] Edward Baruth (Technical Editor): Water Treatment Plant Design, Fourth Edition, American Waterworks Association & American Society of Civil Engineers, McGraw-Hill, New York, USA, 2005.
- [3] Susumu Kawamura: Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities, Second Edition, John Wiley & Sons Inc., New York, USA, 2000.
- [4] American Water Works Associations: Journals, izdanja za maj 2003., avgust 2004., novembar 2004., februar 2005., oktobar 2005., mart 2006., februar 2007., jun 2007.
- [5] Water Environment & Technology, izdanja za oktobar 2005., maj 2006., januar 2007., mart 2007.
- [6] Podaci iz arhiva Distrikta grada Vankuvera, Vinipega, Toronta, Kalgarija, Otave, Edmontona i Montreala.

REVIEW OF COMMONLY USED DRINKING WATER TREATMENT PROCESSES IN CANADA

by

Jugoslav BAJKIN, M.Sc., P.Eng.
Greater Vancouver Regional District, Vancouver, Canada
Mirjana VOJINOVIĆ-MILORADOV, PhD, University Professor
Faculty of Technical Sciences, Novi Sad

Summary

This article briefly describes the most often used drinking water treatment processes in Canadian water treatment plants. Along with brief process descriptions, new trends and technologies in water treatment are

presented, as well as their application in Canadian water treatment plants.

Key words: Water Treatment, Canada

Redigovano 12.08.2009.