

KONVENCIONALNE METODE PREČIŠĆAVANJA VODA ZA PIĆE

Hasija BUSULADŽIĆ, dipl.ing.građ.
KJKP "Vodovod i Kanalizacija" d.o.o. Sarajevo

REZIME

Veći dio površinskih voda i znatan dio podzemnih voda već je zagađen i u globalnim razmjerama zagađuje se i dalje, uprkos zaštitnim mjerama, propisima i dogovorima. Zbog kružnog toka u prirodi voda se rijetko nalazi u potpuno čistom stanju, što u većini slučajeva zahtjeva njenu obradu, kako bi zadovoljila kvalitet vode koja služi za vodosnabdijevanje. U radu su prezentirani konvencionalni tehnološki procesi koji se koriste pri obradi voda za piće.

Ključne riječi: vodosnabdijevanje, kvalitet vode, prečišćavanje

1. UVOD

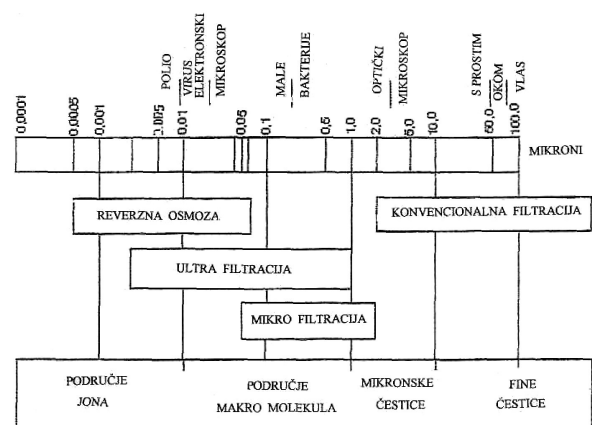
Zahtjevi u kvalitetu prirodnih voda koje će se koristiti za potrebe vodosnabdijevanja su zakonski definisani i propisani. Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće definisani su vrsta, obim i standardni postupci analize uzoraka vode za piće, učestalost i način uzorkovanje vode za piće, te kvalitet vode u izvanrednim uslovima, sa određenim maksimalno dozvoljenim koncentracijama-MDK (bojnih otrova, radiološka svojstva vode,...). Voda za piće mora da ima fizičke, hemijske, bakteriološke i radiološke karakteristike koje ni pod kakvim okolnostima neće uticati na zdravlje ljudi.[5]

2. KRATAK OPIS NAJČEŠĆE KORIŠTENIH PROCESA

Metode za pripremu vode za piće, posljednjih godina, razvojem nauke i tehnike i pojavom različitih zagađivača, obuhvaćaju niz glavnih i dopunskih procesa i operacija koji se kombiniraju u sklopu tehnološkog procesa, čija šema može biti veoma jednostavna (samo dezinfekcija) ali i veoma kompleksna. Karakter i obim procesa prečišćavanja voda je uglavnom rezultat

upoređivanja kvaliteta vode izvorišta i zahtjeva potrošača. Poznavanje hemije i biologije vode je od presudnog značaja, jer se upravo na tim saznanjima baziraju metode i tehnika prečišćavanja.[2] Sirova voda u sebi sadrži različite materije, u rastvorenom ili suspendovanom stanju, kao posljedica sredine kroz koju je prošla. Generalno, ovisno od veličine i osobina čestica zagađenja, razlikuju se i postupci prečišćavanja, kako je to prikazano na slici 2.1.

U praksi, u postupku prečišćavanja pitkih voda, na većini postrojenja u svijetu se koriste uobičajene metode: koagulacija i flokulacija, taloženje, filtriranje i dezinfekcija. Od raspoloživih resursa vode (prirodni izvori, podzemne i površinske vode) i njihovih karakteristika, razlikuju se i varijante prečišćavanja. U zavisnosti od koncentracije i karakteristika suspendovanih čestica, kod pitkih voda se najčešće susreću dva Tipa taloženja: Tip I – slobodno ili diskretno taloženje (pri kome se suspendovane materije talože kao individualne čestice) i Tip II – potpomognuto taloženje.[4]



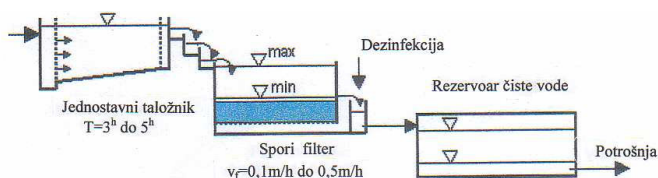
Slika 2.1. Veličine čestica u mikronima i područja djelovanja postrojenja za prečišćavanje pitke vode [7]

Operacijom slobodnog taloženja (Tip I) iz vode nije moguće ukloniti boju i koloidne organske materije pa se rijetko koristi kao samostalni postupak prečišćavanja vode za piće, osim u slučaju slabo opterećenih sirovih voda i uz primjenu filtracije na sporim pješčanim filtrima.

U savremenim uređajima za prečišćavanje pitke vode sve je češća primjena tzv. potpomognutog taloženja, tj. taloženja uz dodatak koagulanta (Tip II). Ovaj vid taloženja se primjenjuje za opterećenije sirove vode i uz filtriranje na brzim filtrima.[4]

2.1. POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE SA SPORIM – BIOLOŠKIM FILTRIMA

Spori filtri se koriste za bistrenje vode koja nije bila podvrgnuta hemijskim procesima obrade. Oni su kopija prirodnog, samodjelujućeg, procesa taloženja suspendovanih čestica zagađenja te fizikalnih i hemijskih procesa procjeđivanja i mineralizacije (oksidacije) organskog zagađenja, sa uništenjem patogenih klica, u gornjim slojevima filtra i pješčano šljunčanim slojevima podloge. Šema prečišćavanja sporim filtrom (taložnik, spori filter, dezinfekcija i rezervoar čiste vode) je prikazana na slici 2.2.[7]

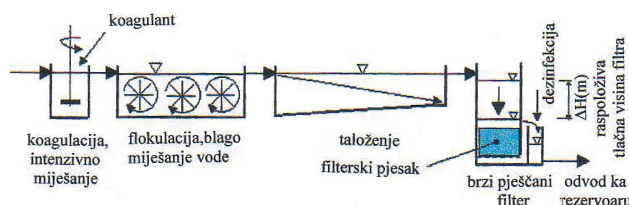


Slika 2.2. Šema prečišćavanja pitke vode sporim filtrom [7]

Proces prečišćavanja, putem sporih filtera, obezbjeđuje kvalitetno odstranjivanje suspendovanih čestica i bakteriološkog zagađenja, a i dio organskih zagađenja. Veoma je važno da na spore filtre dotiče voda koja je dobro prozračena i zasićena kisikom. Mane ovog postupka su, zbog malog opterećenja kojeg primaju, zahtjev za većom površinom i angažman većeg broja radnika za vrijeme čišćenja. Čišćenje filtra se vrši povremeno (nakon 1-2 mjeseca rada), skidanjem gornjeg sloja 2–3 cm. U ovom procesu, dezinfekcija nakon filtracije ima preventivan značaj.

2.2. POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE VODE SA BRZIM FILTRIMA

Korištenje brzih filtera, u prečišćavanju pitkih voda, uslovljeno je zahtjevom za manjim prostorom. Razlikuju se od sporih filtera, zato što su biološki procesi nadomješteni sa hemijsko–fizikalnim procesima koagulacije i flokulacije. Šema prečišćavanja pitke vode brzim filtrima prikazana je na slici 2.3. Uvođenjem brze filtracije, primjena koagulanta postaje jedna od standardnih metoda obrade vode za piće.

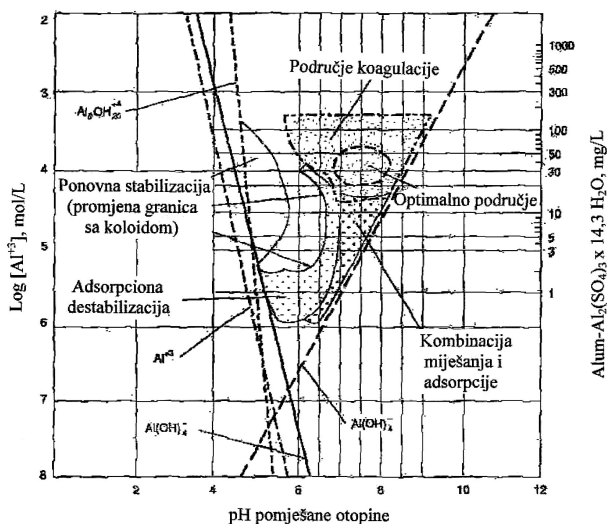


Slika 2.3. Šema prečišćavanja pitke vode brzim filtrima [7]

Primjena koagulanta je u stalnom porastu zbog: sve izražajnijih potreba korištenja površinskih voda za piće, koje su zagađenije od podzemnih voda, te strožijih zahtjeva za kvalitet pitke vode. Najčešće se koriste kao koagulanti aluminijum sulfat (za pH od 4-7) i željezni hlorid (za pH od 8,5 i više). Doze koagulanta se određuju "džar" testom. Dosljedna upotreba koagulanta je uslov za kvalitetno djelovanje brzih filtera. Na slici 2.4. je prikazan tipični operativni opseg koagulacije sa aluminijum sulfatom.[9] Flokulanti (mineralnog i organskog porijekla, prirodni ili sintetički) se koriste kao pomoćna sredstva, u cilju poboljšanja dejstva koagulacije. Danas, su u većoj primjeni sintetički flokulanti jer su jeftiniji i imaju bolje flokulišuće osobine i to su: polietilen, poliamidi, poliamini i poliakrili. Optimalni uslovi flokulacije postižu se dozama hemikalija koje obezbjeđuju pokrivanje dostupnih dijelova površine čestica. Ovisno od koncentracije suspendovanih materija u sirovoj vodi, moguće je izostaviti objekat za obavljanje flokulacije, jer se predhodna vrši u samom filtru, a što se u praksi naziva "direktna filtracija".

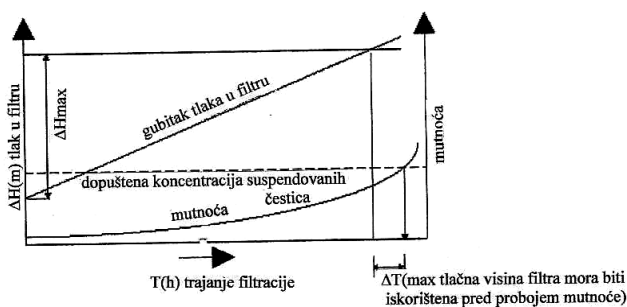
Kod brzih filtera zbog grublje granulacije, zagađenje prolazi dublje, pa se ovaj proces naziva dubinska filtracija, kod koje je važna neravnomjernost zrna filterske ispune. Koeficijent neravnomjernosti filterskih zrna je $d_{60\%}/d_{10\%} = 1,6-1,7$. Brzina filtracije se kreće u

granicama 4 m/h–12 m/h. Kako se radi o brzini 40 puta većoj od brzine filtriranja u sporim filtrima, to su potrebne i manje filterske površine.



Slika 2.4. Tipični operativni opseg koagulacije sa aluminijum sulfatom [9]

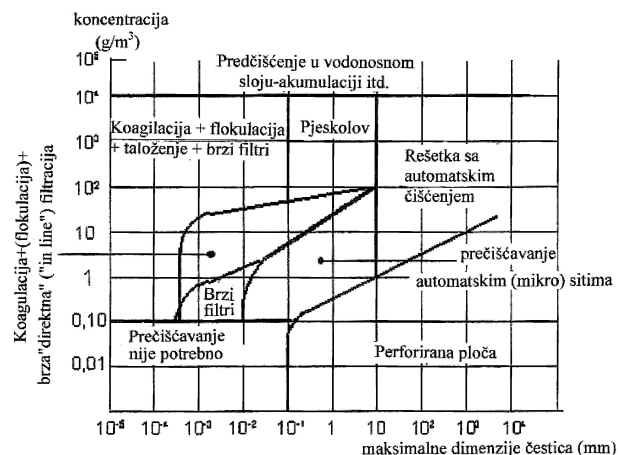
Za racionalan rad brzih filtera treba osigurati da su istovremeno iskorišteni: visina filtra i sposobnost filtra za akumulaciju nečistoća. Radi sigurnosti mora biti maksimalna potisna visina filtra ΔH_{max} iskorištena nešto prije nego dođe do pojave “probijanja” filtra. Takvo optimalno djelovanje filtra je prikazano na slici 2.5.[9] Na slici 2.6. je dat orijentaciono pregled potrebnih postupaka prečišćavanja u ovisnosti od veličine suspendovanih tvari u sirovoj vodi.



Slika 2.5. Gubici pritiska u filteru moraju nastupiti pred “probijem” mutnoće [9]

Neosporno je da je brza filtracija trenutno najzastupljenija u tehnologiji prečišćavanja voda za piće. Međutim, posljednjih godina, postupci membranske filtracije nalaze značajnu primjenu kod

prečišćavanja pitkih voda. Membranska tehnologija je u prednosti jer nije vezana za hemikalije ili vrlo malo. Međutim ova metoda kao način pripreme vode za piće je zastupljenija u razvijenim zemljama, jer je dosta skuplja od konvencionalne tehnologije pripreme vode za piće.



Slika 2.6. Orijentacijski pregled potrebnih postupaka za odstranjivanje nepoželjnih supstanci iz vode (dezinfekcija nije uzeta u obzir) [7]

2.3. NEKI POSEBNI PROCESI

Metode obrade koje su navedene, uglavnom se odnose na prečišćavanje podzemnih i nezagađenih površinskih voda. Međutim, kako su moguća zagađenja voda prouzrokovana specifičnim jedinjenjima iz industrijskih otpadnih voda i sa poljoprivrednih površina, zahtjeva se primjena i drugih procesa (poboljšavanje kvaliteta vode i otklanjanje i onih jedinjenja za koja su uobičajeni postupci bili neefikasni). U posebne metode, u procesu prečišćavanja pitkih voda, spadaju: oksidacija, adsorpcija i dr.

2.3.1. Oksidacione metode

Oksidacione metode imaju za cilj da, korištenjem hemikalija velikog oksidacionog potencijala, organska i neorganska jedinjenja prevedu u prostije forme, koje u odnosu na početne imaju bolje organoleptičke, toksikološke i biorazgradljive karakteristike. Ovim metodama nije moguće postići potpunu mineralizaciju složenih organskih jedinjenja. Naime, novonastali spojevi imaju jednostavniju hemijsku strukturu i lakše se odstranjuju uobičajenim postupcima prečišćavanja. Mogući su i suprotni efekti oksidacije: npr. pri djelomičnoj oksidaciji fosfororganskih pesticida mogu se

dobiti toksičniji produkti razgradnje od početnog jedinjenja ili pri hlorisanju vode koja, sadrži fenole ili ugljikovodike, dobijaju se hlorfenoli koji imaju jak i neprijatan miris, a pri tome spadaju u toksična kancerogena jedinjenja. Iz gore navedenog proizilazi da oksidacioni postupci imaju uspjeha samo kod ograničenog broja organskih jedinjenja. Nedostatak oksidacione metode je složenost eksploatacije, koja zahtjeva tačno doziranje oksidansa za reakciju, bez preostataka u prečišćenoj vodi, što zahtjeva stručnu laboratorijsku kontrolu i savremenu mjerno regulacionu tehniku. U tabeli 2.1. su date preporučene doze oksidansa za dati stepen zagađenja organskom materijom, čime se postiže smanjenje mogućnosti stvaranja nepoželjnih jedinjenja.

Tabela 2.1. Preporučene doze oksidansa [4]

Oksidans	Doze oksidansa (g/m^3) pri permanganatnoj oksidativnosti vode (gO_2/m^3)		
	8–10	10–15	15–20
Ozon	1–3	3–5	5–8
Hlor	4–8	8–12	12–14
KMnO_4	2–4	4–6	6–10

Ozon je vrlo jak oksidans. Njegov oksidacioni potencijal je najveći od svih jedinjenja koja se koriste u obradi vode za piće. Dobre osobine ozona se ogledaju u slijedećem:

- razgrađuje složene organske molekule, stvarajući jednostavnija jedinjenja koja nisu štetna i biološki su razgradljiva;
- poboljšava organoleptičke osobine vode;
- omogućenje kratko kontaktno vrijeme (nekoliko minuta).

Doza ozona ovisi o cilju: kao dezinfekcija za podzemne vode iznosi $0,75\text{--}1,0 \text{ g/m}^3$, za površinske vode $1\text{--}3 \text{ g/m}^3$; kao oksidaciono sredstvo iznosi 4 g/m^3 , uz kontaktno vrijeme od $5\text{--}10$ minuta. Ozon se najčešće primjenjuje prije filtriranja, za razgradnju složenih organskih materija, i na kraju procesa, kao dezinfekciono sredstvo. Ozon je nestabilan gas koji se mora proizvoditi na mjestu upotrebe. Proizvodnja ozona je praćena komplikovanom tehnologijom. Nije ga moguće koristiti za rezidualnu dezinfekciju, jer njegov višak brzo prelazi u vodi u kisik. Za slučaj da se koristi kao dezinfekciono sredstvo, neophodno je nakon ozonizacije vršiti hlorisanje, u cilju sprečavanja sekundarnih zagađenja u mreži. Ozon se slabo rastvara u vodi pa je potrebno dobro miješanje.

Hlor se najčešće koristi pri obradi pitke vode, iako je najslabiji reagens. Pri obradi vode koja sadrži visoke koncentracije organskih i neorganskih materija, veliki broj mikroorganizama ili su vode jako obojene, primjenjuje se dvostruko hlorisanje. Predhlorisanje se vrši pred bazenima za stvaranje flokula ili pred taložnikom i poslije filtracije kao dezinfekcija. Efekat predhlorisanja se ogleda u smanjenju doze koagulanta i poboljšanju kvaliteta prečišćene vode. Doza hlora u ovom procesu je veća i iznosi preko 10 g/m^3 , što nekada uzrokuje veliku vrijednost rezidualnog hlora, pa se javlja potreba dehlorinacije vode. Ukoliko voda sadrži fenole, hlor se koristi tek nakon uklanjanja fenola adsorpcijom na aktivnom uglju. Zbog mogućnosti nastanka nepoželjnih spojeva, pri korištenju hlora, kao oksidansa, neophodno je određivanje vrste i koncentracije zagađivača i ispitivanje produkta reakcije pri oksidaciji.

Kalijum–permanganat je oksidans čiji se oksidacioni potencijal nalazi između ozona i hlora. U reakcijama ne nastaju štetna i toksična jedinjenja. Skup je i zahtjeva kontrolu reakcija oksidacije, da ne bi bila prekoračena dozvoljena doza mangana u vodi od $0,02 \text{ g/m}^3$.

2.3.2. Adsorpcija sa aktivnim ugljem

Adsorpcija se veoma rijetko koristi kao osnovni proces, ali, kao dopuna procesa prečišćavanja, može biti efikasna u popravljanju organoleptičkih osobina vode: ukus, miris, boja. Zatim, mogu se odstraniti i toksične materije iz vode: pesticidi, hlor – organska jedinjenja, organski rastvarači, metali itd. Kao sorbent najveću primjenu je našao aktivni uglj, i predstavlja u mnogim slučajevima nezamjenjivo sredstvo u postupku prečišćavanja voda.[2] Adsorpcioni metod se razlikuje od oksidacionog, jer se jedinjenja ne transformišu već se izdvajaju na adsorbentu. Aktivni uglj u postupku prečišćavanja se javlja u obliku: granulata (koristi se u slučajevima trajnog pogoršanja kvaliteta voda) i u prahu (u slučaju kraćih pogoršanja kvaliteta i u incidentnim situacijama).

Aktivni uglj u granulama se uglavnom koristiti poslije koagulacije, flokulacije i taloženja vode te poslije filtriranja kroz normalne pješčane filtre. Teškoće kod primjene ovog metoda iskazane su u činjenici da je adsorpcioni kapacitet uglja različit za različite materijale, te da je podložan i promjenama.

Pri primjeni filtera od granuliranog aktivnog uglja, isti se izvode u dva sloja. U gornjem sloju je normalna

pješčana ispunjena, a u nižem sloju je sloj aktivnog uglja u granulama. Ovakva varijanta filtra predstavlja biološki filter. Uz smanjenje brzine filtracije omogućuje se intenzivan razvoj mikroorganizama koji se hrane biološki razgradljivim organskim materijama, koncentrisanim uslijed adsorpcije na zrnima aktivnog uglja. Postoje i kombinacije: ozonizacija–filtracija na granulisanom aktivnom uglju, koja utiče na produženje vijeka aktivnosti granulisanog aktivnog uglja, između dvije regeneracije, za 2–4 puta. Visina ispune granulisanog aktivnog uglja za slučaj dehalorinacije vode je 0,5 m uz brzinu filtracije od 15 m/h, za uklanjanje ukusa i mirisa 1 m uz brzinu filtracije 10 m/h; za smanjenje sadržaja organskih materija 1–2 m uz brzinu filtracije 7–12 m/h.

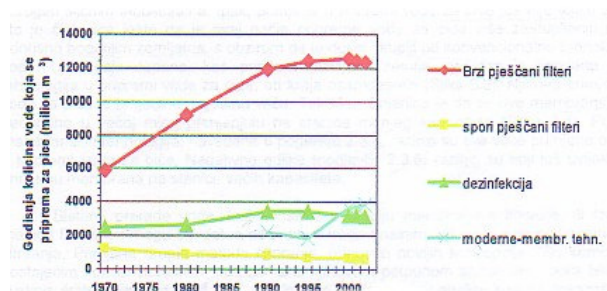
Uz ostvarenje kontakta uglja sa vodom najmanje od 10–20 minuta prije filtriranja, jedno od zadovoljavajućih mjesta dodavanja aktivnog uglja u prahu je na samom ulazu sirove vode i utvrđeno je da je efikasnost adsorpcije mnogo veća ukoliko je voda bistrija. Povoljnije mjesto dodavanja aktivnog uglja u prahu bi bilo neposredno prije filtriranja, uz obezbjeđenje neophodnog vremena kontakta uz nedostatak što se u tom slučaju filteri opterećuju većom koncentracijom suspendovane materije, što dovodi do skraćivanja ciklusa filtriranja i eventualnog proboja aktivnog praha u filtrat. Njegova primjena u akcidentnim situacijama je vrlo uspješna jer se povećanjem doze može povećati uklanjanje većih koncentracija zagađivača. Koristi se u obliku 3–5 % vodene suspenzije, a uklanja se iz procesa prečišćavanja preko mulja iz taložnika i preko vode od pranja filtera.

2.4. OSVRT NA PRIMJENU KONVENCIONALNIH METODA I NEKA ISKUSTVA

Konvencionalni postupci obrade voda za piće imaju veliku primjenu širom svijeta. Zastupljenost prikazanih postupaka je u funkciji, kriterija svake zemlje ponaosob, po pitanju kvalitativnih karakteristika raspoloživih vodnih resursa a i finansijske moći. Na slici 2.7. je prikazana zastupljenost različitih metoda prerade vode u Japanu, što može poslužiti kao primjer za razvijene zemlje.[3] Posmatrani period karakteriše visoka zastupljenost brzih filtera, dok spori filteri u kontinuitetu bilježe pad. Primjena dezinfekcije je limitirana visokim kvalitetom vode, a moderne tehnologije, uključujući i membransku, posljednju deceniju, bilježe značajan rast.

Upotreba sporih filtera može biti dvojaka. U prvom slučaju radi se o upotrebi sporih filtera u sklopu stanice

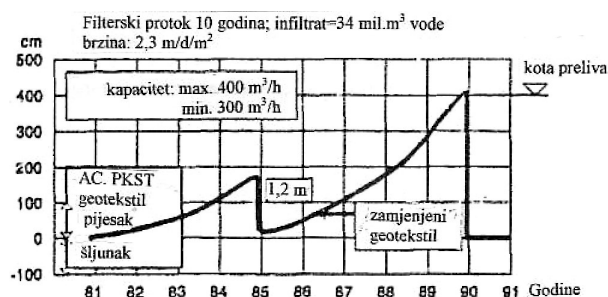
za obradu voda dosta dobrog kvalitete za mala naselja (izvorske vode manje mutnoće i sl.). U drugom slučaju spori filteri se koriste za preradu vode namjenjenu infiltraciji u podzemlje, u sklopu velikih sistema za vodosnabdijevanje. Dok je prva upotreba sporih filtera dosta ograničena, druga upotreba je zastupljenija i još uvijek se razvija kao pogodan proces za pripremu voda za infiltraciju u podzemlje (kao jedini proces ili jedan u nizu procesa obogaćivanja podzemne izdani).



Slika 2.7. Zastupljenost različitih metoda pripreme za piće-Japan [3]

Sredinom prošlog vijeka, za prečišćavanje površinskih voda, u Švajcarskoj, bili su korišteni spori pješčani filteri sa jednoslojnom i dvoslojnom ispunom. Ekperimenti su vršeni na pokrivenim sporim filtrima (sloj šljunka 20-30 cm, veličine zrna 5-25 mm, te sloja jezerskog pijeska debljine 90 cm, granulacije 0,2-2,0 mm) u više navrata.[8] Efekti su bili jednako dobri, bilo da se radi sa brzinom filtracije od 7,5 m/dan ili 15 m/dan, dok su veće brzine filtracije imale nešto manje zadovoljavajući rezultat. Jednogodišnji gubitak pritiska kod sporih filtera sa dvoslojnom ispunom je iznosio 60 cm pri brzini filtriranja 15 m/dan. Pri ukupnom gubitku pritiska od 2,0 m, filtriranje bi moglo da se odvija tri godine. Međutim, filteri sa brzinom filtracije od samo 5 m/dan, umjesto 15 m/dan, imali bi obezbjeđenu filtraciju devet godina. Ovo saznanje je bilo od velike važnosti kod projektovanja sporih filtera za prihranjivanje izvorišta podzemne vode Hardhof koje služi za vodosnabdijevanje Züricha. Spori pješčani filteri u bazenima za prihranjivanje podzemne vode Hardhof su dvoslojni. Na sloj šljunka od 100 cm, postavljen je sloj specijalnog jezerskog pijeska granulacije 0,2–2 mm, debljine 100 cm, dok je sloj pijeska prekriven slojem aktivnog uglja (PKST 0,5–2,5 mm), debljine 10 cm. Sloj aktivnog uglja je izabran iz dva razloga: 1. dobijanje dužeg radnog vijeka, 2. eliminisanje produkata predkloriranja (mješavina ugljika i ugljen dioksida). Cijeli filter je prekriven geotekstilom debljine 1,2 mm (Type R70/30 150B), napravljenim od

polupropilena i akrila.[8] Pri upotrebi nepotopljenog filtra (1981. godine), testovima je pokazano da je oksidirajuća mješavina potpuno razložena, kaskadnim provjetravanjem. Također je dokazano da se i kod potopljenog filtra oksidirajuća mješavina potpuno razlaže biomasom, na geotekstilu. Prema tome zaključeno je da sloj aktivnog uglja nije nužan za eliminisanje oksidirajuće mješavine. Umjesto aktivnog uglja, prvobitno, korišten je sloj krupnozrnog pijeska granulacije 1–3 mm, a kasnije zgnječeni šljunak grublje granulacije 3–6 mm, jer je eksperiment potvrdio iste rezultate kao i za prvobitno zahtijevanu granulaciju.[8] Testovi gubitka pritiska između novog i istrošenog (PKST) aktivnog uglja, pokazali su da je nakon deset godina gubitak pritiska bio uvećan sedam puta.[8] Tada je odlučeno da se filtri očiste, što je učinjeno skidanjem 10 cm aktivnog uglja i 10 cm pijeska. Čišćenje bazena za prihranjivanje se vrši naizmjenično i to svake dvije godine i uglavnom se planira u proljeće. Na slici 2.8. može se vidjeti filterski protok, gubitak pritiska u bazenu br.3 za prihranjivanje podzemne vode u izvorištu Hardhof i veličina punjenja filterskog sloja.

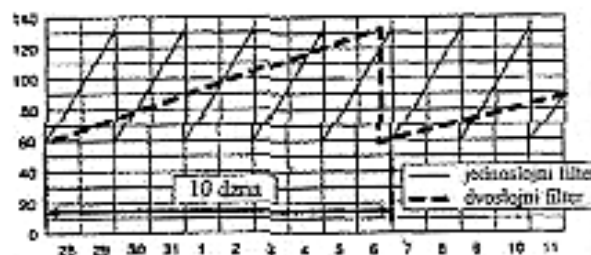


Slika 2.8. Kriva gubitka pritiska za bazenu br.3 u izvorištu Hardhof [8]

Pozitivna iskustva u primjeni sporih filtera ima i vodovod Dortmund. Spora filtracija je sastavni dio postrojenja za vještačko prihranjivanje podzemne vode, vodom rijeke Ruhr, radi obezbjeđenja potrebnih količina pijaće vode na ostrvu Hengsen. Iako je voda rijeke Ruhr u prosjeku dobrog kvaliteta predhode im predfiltri čime je omogućeno da se dio biološke aktivnosti odvija i na predfiltru. Filtri (H1 i H2) su površine 250x20m. Ispuna filtra je od pijeska granulacije 0,2-2mm, debljine 0,5-0,7m, sa brzinom infiltracije 0,1m/h. Ovi filtri su u naizmjeničnom radu. Nakon rada neophodna je faza sušenja (Schule-Ebbert i dr. 1991.).[1]

U Švajcarskoj eksperimentalni testovi koji su vršeni u periodu 1965.–1967., vezano za efekte brze filtracije,

kroz jednoslojnu (sloj kvarcnog pijeska, granulacije 0,4–1,0 mm i debljine 90 cm) i dvoslojnu (70 cm kvarcnog pijeska i 20 cm aktivnog uglja) filtersku ispunu, pokazali su da, uz istu efikasnost, filteri sa dvoslojnom ispunom daju pet puta duže vrijeme filtracije, u odnosu na jednoslojne filtre. Kompanija za snabdijevanje Züricha vodom (Water Supply Authority Zürich) je 1970. godine izvela sličan eksperiment. Rezultati provedenih eksperimenata su usloveli da se filteri, postrojenja Moos i Lengg, koji prečišćavaju vode rijeke Limmat, projektuju kao dvoslojni (50 cm kvarcnog pijeska granulacije 0,4–1,0 mm, + aktivni ugalj granulacije PKST 0,5–2,5mm, debljine 100–150 cm). Kako postrojenja za preradu jezerske vode rade na bazi mikroflokulacije, i sa dodatkom 2 mg aluminijum sulfata, pokazalo se da filteri sa dvoslojnom ispunom daju pet puta duže vrijeme filtracije u odnosu na jednoslojne filtere (slika 2.9). Stopa filtracije i gubitak pritiska su bili isti sa i bez mikroflokulacije.[8]



Slika 2.9. Gubitak pritiska za jednoslojne i dvoslojne filterske ispune uz primjenu mikroflokulacije [8]

Brza filtracija je zbog izvjesnih prednosti, na neki način, posljednjih decenija, potisnula upotrebu sporih filtera. Međutim zbog sve strožije zakonske regulative za prečišćavanje voda za piće, spori filtri ponovo postaju zanimljiv medij u tehnološkim procesima za prečišćavanje pitkih voda.

3. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Iako novija saznanja, iz oblasti prečišćavanja pitke vode, omogućuju upotrebu novih postupaka, koji većinom nisu ekonomski opravdani u odnosu na uobičajene metode, interes opskrbe pitkom vodom i cijele čovjekove okoline je da se zagađenje spriječi, preventivnim djelovanjem na mjestu zagađenja. Ako to nije moguće, potrebno je pod datim uslovima, izabrati najbolji način prečišćavanja. I pored toga što danas imamo na raspolaganju odgovarajuće tehnologije prečišćavanja, koje su u stanju u alternativi obezbjeđiti

potrebnu količinu vode zadovoljavajućeg kvaliteta, jasno je da primjena visoke tehnologije u zaštiti voda nije uvijek pravo rješenje. Iz tih razloga, za održivost izvorišta, od vitalnog značaja je zoniranje njegove zaštite.[6] Neophodno je prevashodno pri izboru izvora pitke vode voditi računa o: *kvalitetu vode izvora, njegovoj izdašnosti i sigurnosti od zagađenja.*

LITERATURA

- [1] Hofman (T.).– Kolloidale und suspendierte Partikel, Herkunft, Transport und Relevanz von mobilen Festphasen im Hinblick auf die künstliche Grundwasseranreicherung, Dortmundener Energie- und Wasserversorgung GmbH Nr. 56, Dortmund, 1998. str. 19–29; 127–134; 176–184.
- [2] Jahić (M.).–Kondicioniranje voda, Priprema vode za piće i prečišćavanje zagađenih voda, Sarajevo, 1990.
- [3] Jusić (S).– "Metode brzog filtriranja i njihova primjena", Magistarski rad, Građevinski fakultet u Sarajevu, Sarajevo, 2006.
- [4] Popović (Mirko).– Predavanja iz kondicioniranja pitkih i otpadnih voda, Građevinski fakultet, Sarajevo, 1990.
- [5] Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće, Službeni list SFRJ br. 33, 1987, str. 865–874.
- [6] Pravilnik o uslovima za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta voda koja se koriste ili planiraju koristiti za piće, Službene novine federacije BiH, br. 51, 2002, str. 2297–2302.
- [7] Rismal (M.).– Aktualni problemi zaštite in čišćenja pitnih voda v Sloveniji, Posvetovanje "Ogrožanje vodnih virov in nevarne snovi v pitni vodi" Ljubljana, 29 in 30 sept. 1999.
- [8] Schalekamp (M.).– Slow sand Filter fer Ground–Water Recharg (Ten times longer Filter Run that was usual). IWWA Journal, 1992, str. 1–10.
- [9] Tchobanoglous (G.) i Burton (L. F.).– Wastewater Engineering, Tretman, Disposal and Reuse, Me Graw–Hill, Inc, Third Edition, New York, 1991.

CONVENTIONAL METHODS FOR THE PURIFICATION OF DRINKING WATER

by

Hasija BUSULADŽIĆ, dipl.ing. građ.
Public Company "Water Plant and Sewage" Sarajevo

Summary

The majority of surface water and most of the groundwater are already contaminated and continue to get contaminated at global scale, in spite of ongoing measures of water quality protection, existing regulations and arrangements. Owing to its circular flow, water in nature is rarely clean. In most cases

there is a need for water treatment to get the required quality for water supply. The paper presents in short the conventional and most frequently used technological processes of drinking water treatment.

Key words: water supply, quality of water, purification

Redigovano 28.08.2009.