

Отпадне воде

Утицај човека на квалитет вода

У претходним предавањима, истакнуто је да је укупна маса воде на планети Земљи непромењена већ милионима година. Из хидролошког циклуса узимамо одређене количине воде за своје најразличитије потребе, а затим их у приближно истим количинама и враћамо у природу. Проблем је што је та, употребљена вода, углавном измењеног квалитета. Узимање, коришћење и загађивање вода препознаје се као механизам директног негативног утицаја човека на квалитет воде са којом је дошао у контакт, било да је то загађење последица коришћења воде или је оно настало директним испуштањем токсичних материја у водна тела.



Слика 1. Приказ уобичајеног канализационг испуста

Постоји и посредан утицај човека на квалитет вода у природном окружењу. То практично значи да човек не мора доћи у директан контакт са водом да би је загадио, већ то врши индиректно, преко неких својих активности. Примерима се то најлакше илуструје.

Промена намене одређених природних површина (слива), као и загађење ваздуха посредно ће утицати и на квалитет кишног отицаја. Са урбанизованог слива, све наталожене нечистоће, киша спира са асфалта и оне доспевају у водотоке, језера и мора. Честице аеросола, прашине, као и молекуле различитих гасова и испарења који доспевају у ваздух, кишна кап апсорбује и на тај начин се деградира њен квалитет. Тада срећемо познат појам, *киселе кише*. На нивоу површине терена, квалитет кишнице се углавном додатно погоршава. Она угрожава водотоке у које доспева, а инфилтрацијом доспева и до подземних вода.

У наведеним реченицама, неколико пута је поменут појам - квалитет воде. Иако се лако може претпоставити његово значење, није бескорисно дати одређенију дефиницију. Вода у себи може садржати растворене и нерастворене (суспендоване) материје. Квалитет воде је одређен концентрацијама појединих субституената, или неким другим показатељима који су углавном зависни од наведених концентрација. У параметре квалитета воде убраја се и температура, као значајан фактор за одвијање бројних физичко-хемијских и микробиолошких процеса. Вода лошег квалитета је она

код које неки од параметара, или сви, имају вредности веће или мање од дозвољених. Такође треба схватити и да је појам загађења релативан, што значи да вода неког квалитета може бити неприхватљива за потребе водоснабдевања, али та иста вода може бити прикладна за потребе наводњавања или употребу у некој индустрији.

Позната је чињеница да водна тела и земљиште поседују одређен потенцијал самопречишћавања уколико им је претходно нарушен квалитет. Ова особина је последица одвијања комплексних процеса физичке, хемијске и биолошке природе. Међутим, потенцијали самопречишћавања у животној средини су углавном недовољни да неутралишу све негативне утицаје и ова диспропорција је основа механизма који доводи до акумулирања загађења у природи.

Загађивањем вода повећавају се шансе да све наредне количине водних ресурса које будемо захватили и користили у будућности имају слабији квалитет. Нарушавањем квалитета водних тела угрожава се и живи свет у водним телима и њиховом приобаљу.

Отпадне воде

Све воде којима је антропогеним дејством нарушен квалитет, називају се отпадне воде. То су заправо све загађене течности које би пре испуштања у реципијенте требало пречистити. Порекло отпадних вода може бити разнолико, а у најопштијој подели оне се деле на:

- **Комуналне отпадне воде** - употребљене воде из домаћинства, установа, болница, угоститељских објеката
- **Индустријске отпадне воде** - настају у најразличитијим технолошко-производним процесима. Поред различитих токсичних материја, ове воде могу имати веома високе температуре. Температура утиче на одвијање већине физичко-хемијских и биолошких процеса у воденој средини, и њене екстремне вредности се сматрају загађењем.
- **Атмосферске отпадне воде** - падавине које са површине терена спирају и односе различите материје. Већ је поменуто да квалитет падавина може бити нарушен још у атмосфери, дакле изнад површине терена.

Поред различитих нечистоћа свакодневнице, комуналне отпадне воде са собом носе фекални садржај чије се присуство огледа постојањем бројних микроорганизама од којих је већина патогена.

Квалитет атмосферских вода се не нарушава само на површини урбанизованих сливова. Са руралних сливова, који су подложни плувијалној ерозији вода спира честице тла, које доспевају у водотоке и повећавају им мутноћу и мењају боју. Обрадиво земљиште које се претерано ђубри, а узгајане културе непрописно прскају пестицидима и другим хемикалијама такође може бити извор значајног загађења. Кишница спира та хемикалије и оне доспевају у водотоке и подземне воде. Ове воде, иако нарушеног квалитета, не сматрамо отпадним јер се на њихово настајање мора одговорити превентивним деловањем. Спровode се различите мере за смањивање ерозије на сливу, а на пољопривредним површинама спроводе се одговарајуће агротехничке мере које неће угрозити квалитет локалних водних ресурса.

Атмосферске падавине, које падају и оцеђују се кроз тела депонија чврстог комуналног отпада стварају тзв. депонијски филтрат. Носе са собом велике количине најразличитијих органских и неорганских токсичних материја и сврставају се међу отпадне воде највећег степена загађења.

Квалитет и садржај отпадних вода

Иако порекло загађујућих материја у отпадној води може бити разноврсне природе, ипак се све оне могу класификовати у неколико основних категорија. У наставку ће се навести неколико основних особина и садржаја у отпадној води.

Органске материје

Органске материје у отпадној води могу бити у суспензији или у правом раствору. То су нестабилне, реактивне материје подложне биоразградњи, односно биолошкој оксидацији. У овом процесу троши се растворени кисеоник, долази до смањења његове концентрације па водопријемних може доћи у безкисеонично, анаеробно стање. Након тога долази до анаеробне разградње (труљења) остатака органске материје и развоја штетних гасова. То су прилике под којим долази до помора акватичног света, а таква вода постаје неодговарајућа за било какву употребу.

Укупан број и концентрације појединих органских материја у отпадној води је тешко дефинисати па се њихово присуство дефинише посредно, преко биолошке потрошње кисеоника на пет дана BPK_5 . Узорку отпадне воде, чуваном под тачно прописаним условима, прати се пад концентрације кисеоника након пет дана. Један становник у току дана у просеку продукује органску материју којој одговара 60 g(BPK_5).

Нутријенти

У ширем смислу то је група елемената и једињења неопходних за развој и раст свих живих организама. Под нутријенте у отпадним водама убрајамо азот, фосфор и калијум као и њихова једињења, која стварају услове за развој акватичне флоре у водопријемницима. Уз добру осунчаност и одговарајућу температуру развој планктона, алги и виших биљака може бити интензиван са негативним последицама по квалитет воде водопријемника. Овај процес се зове еутрофикација и прати га смањење концентрације раствореног кисеоника у водотоку.

Токсичне материје

Отпадне воде, а посебно оне индустријске могу садржати готово незамислив спектар отровних једињења. Издвајају се феноли, пестициди и цијаниди који могу изазвати помор риба и осталих организама у водопријемницима.

Тешки метали

Отпадне воде, а посебно индустријске могу садржати тешке метале као: никал, манган, олово, хром, цинк, кадмијум, бакар, живу или гвожђе. Њихово присуство треба схватити веома озбиљно јер се они не разграђују па се таложе у седименту и приобаљу. Њихове повећане концентрације могу се идентификовати у месо ихтиофагних рибљих врста(грабљивице попут штуче, смуђа...)

Патогени организми

Патогени организми су врста микроорганизама који као паразити у телу домаћина изазивају болести или неке друге поремећаје. У комуналној отпадној води налази се велики број живих организама од којих многи могу бити патогени.Отпадна вода је

посредник у преношењу паразита као што су нематоде црви, салмонела и пантљичара. Преносе и болести: дизентерију, лепру, туберкулозу, тифус, колеру...



На слици, приказана бактерија, ешерихија коли, налази се у цревном и уринарном тракту људи и животиња. Неопходна је за процесе варења и синтезу неких материја, али је и један од најчешћих узročника бактеријских инфекција. Може изазвати менингитис, сепсу или бактеријску упалу плућа.

Слика 2. Ешерихија коли (снимак микроскопског увећања 25 000 пута)

Мирис

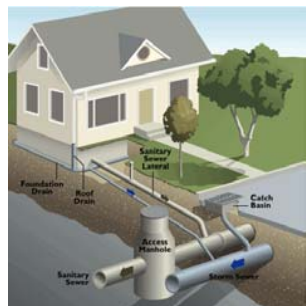
Отпадна вода садржи у себи велики број једињења која јој дају непријатан мирис. Ове материје настављају да шире непријатне мирисе и после испуштања отпадних вода у водопријемнике.

Посао грађевинских инжењера састоји се у пројектовању и изградњи каналске мреже и објеката за прикупљање транспорт и пречишћавање отпадних вода. Подобласт грађевинске хидротехнике која се бави каналисањем и пречишћавањем отпадних вода зове се санитарна (комунална) хидротехника. Развој поступака за третман отпадних вода представља један од највећих инжењерских изазова данашњице. У решавању ове мултидисциплинарне проблематике учествују и биолози, технолози, хемичари, инжењери машинства и др.

Канализациона мрежа

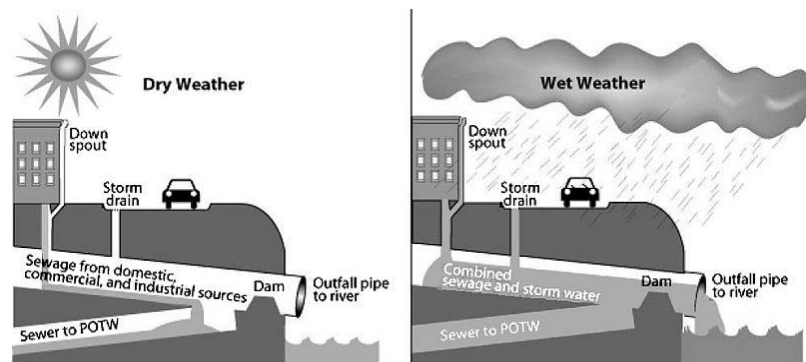
Свако савремено уређено насеље поседује сопствену канализациону мрежу која отпадне воде спроводи до постројења за пречишћавање пре него се та вода испусти у водопријемнике. Ова мрежа је изграђена од система укопаних цеви и колектора који отпадну воду спроводу од кућне канализационе инсталације и кишног сливника до реципијента. Атмосферске и комуналне отпадне воде се могу прикупљати заједничком каналском мрежом и такав систем се зове мешовити канализациони систем. Уколико су цеви које транспортују отпадне воде атмосферског порекла одвојене од каналске мреже за транспорт комуналних отпадних вода, говоримо о сепарационом канализационим систему. Пожељно је индустријске отпадне воде транспортовати засебном цевном мрежом услед специфичности њихових садржаја који може бити агресиван за стандардне цевне материјале који се користе за транспорт комуналних и атмوسف. отпадних вода, али и због немогућности примене јединственог процеса пречишћавања. Поред цеви и колектора, канализациони систем поседује и неке друге значајне објекте. То су шахтови, каскаде, кишни преливи, ретензије и црпне станице. Шахтови или ревизиони отвори се постављају на тачно утврђеним растојањима, али и на спојевима

цеви различитог пречника. Имају улогу у редовном надгледању и инспекцији цеви и других објеката, али се кроз њих врше и интервенције на канализационој мрежи када је неку деоницу неопходно поправити или одгушити.



На слици је приказан канализациони систем по сепарационом систему. Јасно се уочава да у једну цев улази атмосферска вода (улични сливник, кровни олук и темељна дренажа). Друга цев служи за одвођење употребљених и фекалних вода из домаћинства.

Слика 3. Канализациони систем по сепарационом систему



Слика 4. Општи канализациони систем. Иста цевна мрежа прикупља и транспортује и атмосферске и комуналне отпадне воде.

Слика 4 приказује функционисање система у безкишном и кишном периоду. У сувом периоду комуналне отпадне воде иду према постројењу за третман отпадних вода. У време падавина помешане комуналне и атмосферске воде иду према постројењу за третман, а вишак ове мешавине се испушта у водопријемнике преко растеретних (кишних) прелива.

За разлику од тока под притиском у водоводној мрежи, у канализацији се одвија гравитационо течење са слободном површином. Спречавање процуривања на спојевима и дефектима цеви, који би могли изазвати загађивање подземних вода и земљишта, (када би отпадна вода била под притиском) главни је разлог примењивања ове логике у пројектовању. Пречници цеви и колектора се димензионишу тако да у највећем делу

времена буде обезбеђена половична испуњеност попречног пресека цеви чиме се обезбеђује несметан пролаз крупнијим предметима који се могу наћи у току отпадне воде. Поред трасирања мреже и одређивања места кишних сливника, највећи део пројектовања се односи на одређивање димензија попречног пресека цеви и колектора и дефинисања њихових одговарајућих нагиба. Од ових параметара зависи брзина тока у каналској мрежи, а настоји се да пројектне брзине буду довољно велике да не би дошло до исталоживања суспендованих материја у цевима (што би изазвало постепено загушење цеви), али ни превише велике да хемијски инертан материјал попут песка и шљунка не изазове абразију (механичко оштећење) цевне облоге.

Пречишћавање

Здрав разум, али и законодавство, налажу да се све отпадне воде пре испуштања у водопријемнике подвргну одговарајућем процесу пречишћавања. Пречишћена отпадна вода се зове ефлуент. У наставку ће се објаснити основе најчешће примењиваних поступака у третману отпадних вода.

Степен пречишћавања

Пречишћавање отпадних вода је поступак у коме се смањују концентрације материја чије повећано присуство препознајемо као загађење.

$$SP = \left(1 - \frac{C_{izl}}{C_{ul}} \right) \cdot 100\%,$$

При чему су:

C_{ul} концентрација неке материје у непречишћеној отпадној води

C_{izl} концентрација те материје која у процесу пречишћавања није уклоњена (концентрација у ефлуенту)

Он дакле представља степен уклањања концентрације неке материје у процентима. Поред свог техничког значаја, степен пречишћавања је уједно и веома битна економска категорија. У највећем броју случајева, мала повећања потребног или захтеваног степена пречишћавања изискују примену компликованијих и скупљих технолошких поступака. Величина степена пречишћавања се обично прописује административним мерама.

Поступци у пречишћавању отпадних вода су механички, биолошки и хемијски (неутрализација)

Механичко пречишћавање

Отпадна вода се најпре пропушта кроз систем решетке и сита, како би се уклонио крупан лебдећи и пливајући отпад. Након тога, вода се упушта у примарне таложнике, где се у веома спором току омогућава исталоживање песка, шљунка, делића асфалта исл. У овим објектима се врши и уклањање масти и уља која испливавају на површину. Све ове материје се одлажу на одговарајуће депоније отпада.

Биолошки третман

У процесу биолошког пречишћавања уклањају се разградљиве и неразградљиве органске материје. Биолошко пречишћавање се заснива на чињеници да хетеротрофни организми који нису у стању сами да синтетизују органску материју, користе растворену (разградљиву) органску материју из отпадне воде и уграђују је у своју биомасу. На тај начин они расту и образују честице муља заједно са неразградљивом органском материјом. Потребну енергију за раст добијају из органске материје коју оксидују и враћају у раствор отпадне воде у облику минерала. На овај начин се од растворене органске материје ствара стабилан муљ. Честице муља имају велико апсорбиционо дејство па могу за себе везати и неке јако токсичне материје.

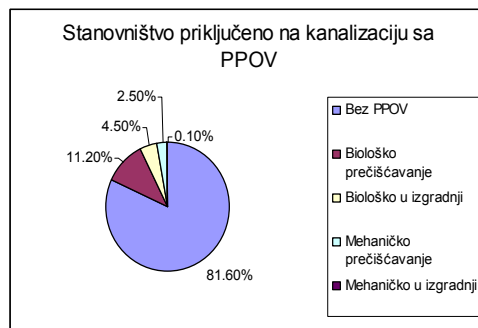
Након механичког пречишћавања отпадна вода одлази у базене за аерацију да би се обогатила кисеоником који је неопходан микроорганизмима за процес оксидације. Аерисана отпадна вода са раствореном органском материјом се упушта у таложнике (велике бетонске базене), да би се помоћу микроорганизма образовао таложљив муљ. Највећи део тог муља се издваја из отпадне воде, док један део остаје због одржавања популације микроорганизма.

Хемијско (неутрализација)

Неке материје из отпадне воде је немогуће уклонити у претходна два ступња пречишћавања. Због тога се, када је потребно, примењују поступци терцијарног пречишћавања. За водопријемнике осетљиве на еутрофикацију, потребно је из ефлуента уклонити и једињења азота, фосфора и калијума (нутријенти).

Пречишћавање отпадне воде на територији Србије

У Србији постоји само неколико постројења за третман комуналних отпадних вода. Отпадне воде од више од 80 % становништва Србије се испуштају у водопријемнике без претходног пречишћавања.



Слика 5. Дијаграм приказује проценте становништва у Србији који су (не)прикључени на постројења за третман отпадних вода.