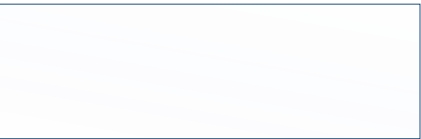


методологија извођења екскурзија на водопривредним објектима

ВОДА ЗА ПИЋЕ



Садржај

| | |
|---|----|
| Насловни лист..... | 4 |
| 1 Општи увод | 5 |
| 1.1 Како се припремити за екскурзију? | 9 |
| 1.2 Припрема пред екскурзију | 15 |
| 1.2.1 Будите приповедач | 15 |
| 1.2.2 Прича о води | 16 |
| 1.2.3 Прича о материји и енергији | 20 |
| 1.2.4 Прича о новцу | 25 |
| 1.2.5 Прича о народу | 26 |
| 2 Сопствена екскурзија | 28 |
| 2.1 Кључна питања | 29 |
| 2.2 Квалитет воде | 30 |
| 2.3 Извор сирове воде | 32 |
| 2.4 Опис технологије | 33 |
| 2.5 Водоводна мрежа | 36 |
| 2.5.1 Водомери | 37 |
| 3 Опис технологија | 39 |
| 3.1 Длијето | 40 |
| 3.2 Аерација | 41 |
| 3.3 Седиментација..... | 43 |
| 3.4 Флотација | 44 |
| 3.5 Појашњење / коагулација / флокулација | 46 |
| 3.6 Филтрација | 48 |
| 3.7 Јонски измењивачи | 49 |
| 3.8 Сорпција | 50 |
| 3.9 Хигијенско обезбеђење воде | 53 |
| 3.9.1 Хлорисање..... | 53 |
| 3.9.2 УВ зрачење..... | 55 |
| 3.10 Стабилизација (равнотежа калцијум-карбоната) | 58 |
| 3.11 Мембранска технологија | 59 |
| 3.12 Управљање муљем | 61 |
| 4 После екскурзије | 62 |
| 5 Линкови и додатне информације | 63 |

| | | |
|---|---|----|
| 6 | Прилог: Образац за информације о постројењу за пречишћавање воде..... | 64 |
|---|---|----|

Насловни лист

Овај документ је креирао колектив аутора: Хелена Бакешова, Јакуб Соцхор, Јитка Цзакојова, Мартин Срб, Дениса Чадкова, Ленка Процхазкова, Јиндрицх Процхазка, Андреа Бенакова, Елишка Маршалкова, Јана Шмидкова и Јири Паул као дио пројектног рјешења,



Od kohoutku do záchodu

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

Projekt cílí na zlepšování kvality odborných exkurzí a odborných přednášek či demonstrací v oblasti vody. Primárně se zaměřuje na poskytnutí podpory a materiálů pro učitele, odborníky a pracovníky vodo hospodářských společností, kteří provádějí exkurze.

Realizace projektu: únor 2024 – červenec 2025

Руководилац пројекта је Удружење за воде



1 Општи увод

Постројења за пречишћавање воде (и припадајући извори воде, резервоари, пумпне станице, потисне станице...) су основна грађевинска јединица водопривредног и водоводног система. Иако је мало људи тога у потпуности свесно ових дана, свако од нас индиректно користи ове системе, чак и сваки дан. Човек не може да издржи више од 3 дана без воде за пиће, а њен губитак схвати практично одмах. Ипак, из сопственог студентског искуства, са жаљењем морамо констатовати да се током наставе време посвећује прилично мање битним темама (нпр. кување пива или развијање аналогних фотографија), што у погледу управљања водама доводи до потпуног недостатка елементарног знања. Пример је класична и сасвим уобичајена забуна функције пречистача са постројењем за пречишћавање воде. Не желимо ни да чујемо реч „постројење за пречишћавање” у вези са постројењем за пречишћавање отпадних вода. Уосталом, студенти и старији становници не знају одакле им вода која тече из сопствене славине. Са ниским нивоом информисаности, не можемо се изненадити што обични људи обично немају појма шта ово комплексно поље подразумева, а онда воду за пиће узимају здраво за готово. И управо то бисмо желели да променимо овом методологијом, а пре свега уз помоћ вас, читалаца и садашњих или будућих водича за постројења за пречишћавање воде и пратећу инфраструктуру.

Пошто у школама постоји релативно велики број редовних интерактивних часова и понуда значајно превазилази потражњу, одлучили смо да искористимо највећу погодност коју нам природа нашег терена омогућава – излете са акцентом на локалне информације како би сваки ученик и студент могао да замисли пут којим вода мора да прође пре него што исцури из чесме у његовом дому.

Свака част малобројним оператерима водовода који већ спроводе овакве едукативне екскурзије. Међутим, то су углавном велики градови; међутим, са наше тачке гледишта, важно је не заборавити мање градове и села, где школе немају могућност да путују возом сат времена на екскурзију у већи саобраћај. Стога желимо да допринесемо томе да се ови излети почну одвијати негде другде и на тај начин повећају свест о функционисању индустрије воде у Чешкој са њеним регионалним специфичностима.

Зато смо се потрудили да методологију коју држите у својим рукама осмислимо тако да се може користити од малих прерађивача са једноставном технологијом до великих прерађивача у регионалним градовима са најсавременијим технолошким поступцима. Пошто су ове операције (из разумљивих разлога) дијаметрално супротне, наш рад је био прилично компликован. Резултат тога је да се овај документ састоји од више појединачних модула који су практично независни један од другог - за реализацију екскурзије у датом прерађивачком погону бираћете само оне модуле који су вама релевантни. Детаљније информације о преклапању дате су директно уз дате технолошке модуле.

На исти начин, методологија је осмишљена за основне и средње школе, па чак и за најрадозналије учеснике екскурзије (за будуће студенте техничких универзитета). Можете добити потребан ниво (количина и стручност) информација одговарајућих за дати ниво образовања користећи само оне делове модула који су релевантни за дати ниво. Ипак, топло препоручујемо да чак и у случају екскурзије „само“ за основну школу брзо проучите и више нивое – понекад не бисте веровали која су питања деца у стању да формулишу и потпуно изненадите водича. Наравно, не желимо да вас уплашимо тиме.

Истовремено, уз ову методологију прилажемо и књижицу о минимуму комуналних услуга, у којој су детаљније описани принципи појединих технологија. Дакле, ако нисте сигурни да ли је овај резервоар

коагулација, флокулација или флотација, можете користити ову пратећу литературу да освежите своје школске информације и обезбедите да ученицима и студентима дајете тачне информације.

Понегде се у тексту користи подела информација за поједине нивое образовања тако да је тумачење прилагођено саопштених информација. Делови који нису ни на који начин обојени могу се користити по жељи и нису намењени само једној циљној групи.

Основне школе – због наставе хемије и других предмета првенствено се рачунају ученици другог разреда основне школе (тј. око 11–15 година).

Средње школе – цца. 15-19 година из разних школа (гимназија, индустријске школе, шегртовање...)

За радознале - употребљиве, на пример, за излете на изборне семинаре из хемије или животне средине у матурским годинама или за техничке омладинске клубове и друге институције од интереса и неформалног образовања. Или једноставно за радознале било којег узраста.

Међутим, немојте ову методологију схватити као неку догму коју треба слепо следити. Шта је са вама, шта је са собом за монтажу, шта је са групом, то је индивидуалност и о томе треба да размишљате. Морате сами да тестирате шта ради за вас и како да радите са различитим групама људи. Знамо да пред вама није лак задатак, али имамо наше дивљење што идете напред и покушавате да имате најбољи могући излет. Има смисла!

Не заборавимо да је екскурзија јединствена прилика да се обратимо јавности. Подићи свест о терену, привући пажњу и можда чак нешто променити. Покушајте да укључите децу што је више могуће, покажите шта је могуће и можда постанете разбијач митова. Деци можете дати уобичајене савете, као што су: зашто је после празника боље одустати од одређене количине воде из унутрашњег водовода, зашто редовно грејати котао на вишу температуру код куће, зашто пити воду са чесме, а не минералну, зашто је и колико је скупље пити флаширану воду, зашто не напунити базен у башти водом са линије (одговор можете пронаћи на крају линије). Ко зна, можда преко деце допринесете промени навика целе породице. Не заборавимо да говоримо будућој генерацији која ће вероватно једног дана одгајати следећу генерацију. Преносимо добре навике док можемо.

У исто време, немојте се плашити да нагласите са каквим проблемима се суочавају оператери. На пример, можете поменути микробно оживљавање воде током лета или ризик од замрзавања резервоара у зимским месецима. У оквиру екскурзије треба обратити пажњу и на повезаност водопривреде са целим друштвом, истаћи потребне струке, финансијска средства, величину и сложеност потребних објеката итд.

У закључку (иу комбинацији са претходним пасусом), желели бисмо да осветлимо још један аспект ове методологије – колико год је то било могуће, трудили смо се да текст осмислимо у стилу питања и одговора. Не само зато што се ова питања могу појавити далеко од учесника током излета, већ их можете користити и „против“ учесника да бисте их активирали.

? Питање: Зашто би требало да се одрекнете одређене количине воде из унутрашњег водовода након одмора?

💡 Одговор:

За време нашег одсуства вода стоји у реду без кретања, а после неколико дана хигијенска заштита престаје да делује. Ови фактори обезбеђују погодно окружење за раст микроба у води, што може представљати здравствени ризик за нас. Зато воду из линије „замените“ новом (свеже пречишћеном) водом.

? Питање: Зашто редовно грејати котлао на вишу температуру код куће?**💡 Одговор:**

Легионела најбоље успева у млакој води. Само достизањем веће температуре, за коју се често наводи да је најмање изнад 60 °Ц (изнад 55 °Ц, бактерије се више не размножавају, а од 70 °Ц брзо умиру), спречићемо њихово прекомерно размножавање у котлу, чиме ћемо смањити здравствени ризик од инфекције. Важни су и сама температура и време које остаје на својој вредности.

? Питање: Зашто да пијем воду из чесме уместо флаширану? Колико ће то бити скупље?**💡 Одговор:**

Разлога је више: нижа цена, чешћа контрола квалитета током производње, мање оптерећење животне средине. Цена воде из славине (која се понекад назива и вода из чесме) наравно зависи од области (можете одредити тачну за ваш регион), али је обично више од 100 пута јефтинија од флаширане воде. И шта више – често је потпуно иста вода, само она флаширана је у магацину већ неколико месеци.

? Питање: Зашто је боље пити воду из чесме него минералну?**💡 Одговор:**

Можда неко погрешно помисли да је добро пити минералну воду сваки дан, али то није тако. Свака минерална вода има специфичан хемијски састав и обично није (и не мора) у складу са законима о води за пиће. Због високог садржаја и неравнотеже јона, не препоручује се прекомерно и дуготрајно пијење.

? Питање: Зашто не напунити базен водом из чесме лети?**💡 Одговор:**

Водовод није прилагођен за пуњење базена, посебно ако више становника добије идеју истовремено. Велике брзине протока у цевоводу могу довести до замућења воде (талози из цевовода се испуштају у воду). Осим тога, количина воде није израчуната, па стога вода може касније да недостаје из резервоара (акумулација воде). Подједнако је важно поменути и накнадни пад вишка притиска у мрежи, који обезбеђује како транспорт воде до потрошача, тако и заштиту од продирања земљишне воде у водовод, односно контаминације. Ови проблеми се лако могу избећи наручивањем резервоара од водоводне компаније.

За радознале - водоинсталатерска серија. Многи људи користе термин водоводне регулативе. Ово није тачно. Тачан термин је водена линија. Назив потиче од речи серија

1.1 Како се припремити за екскурзију?

Да би екскурзија заинтересовала посетиоце и уједно одузела знање за наредни живот, потребно је за њу припремити и интерпретацију прилагодити публици, њеном узрасту, искуствима и интересовањима. У исто време, добра је идеја да екскурзију учините што је могуће интерактивнијом (што вас чини другачијим од других курсева објашњења, на пример обилазака двораца и двораца).

Запамтите да су екскурзије са дужим теоријским делом погодније за средњошколце. Млађи учесници имају тенденцију да имају знатно нижи ниво концентрације, због чега је потребно размишљати што практичније, чак и по цену мањег обима пренетих информација.

Посебно је добро знати:

- **Колико ће посетилаца доћи**

Не само у погледу интерпретације, пошто се пажња смањује како се број учесника повећава, већ и у погледу техничког распореда – да ли ће цела екскурзија стати, на пример, у комору за руковање резервоаром или у контролну собу? У оба случаја, немојте се плашити да поделите групу на двоје ако има довољно људских ресурса.

- **Колико имају година и из које су школе?**

Ученици индустријске школе фокусиране на аутоматизацију биће заинтересовани за другачије информације од ученика гимназије усмерене на хуманистичке науке, а они ће заузврат бити заинтересовани за другачије информације од будућих медицинских сестара; екскурзија ће изгледати другачије за ученике 6. разреда основне школе без знања хемије.

- **Која је сврха екскурзије?**

Да ли првенствено пренети теоријска знања о водотехничким процесима, или је теоријски час већ одржан у школи и циљ екскурзије је да се стечено знање провери у пракси; или увести опис посла запослених (каријера у сектору вода)? Често циљ може бити само подизање свести да вода за пиће није нешто што се подразумева и да иза њене производње стоји много посла, а да истовремено на њен квалитет утиче и наше понашање према животној средини.

- **Колико времена имате за екскурзију?**

Типично време је два наставна часа, тј. отприлике 1,5 сат; међутим, то зависи не само од узраста учесника, већ и од удаљености између школе и зграде пречистача – овај аспект обиласка се увек мора унапред договорити са наставним особљем.

Добра је идеја унапред припремити опште информације о постројењу за пречишћавање воде; образац који можете користити да то урадите налази се у Додатку овог документа.

- **Локална историја**

Погледајте поглавље "Ваш сопствени излет"

- **Колико воде производите у секунди, дневно и годишње**

За бољу идеју, препоручљиво је претворити у неке приступачније јединице, погледајте табелу испод.

| Јединица | Волуме |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Олимпијски базен (дубина 2,5 м) | 3.125 м ³ |
| сеоска бара | реда величине хиљада м ³ |
| железничка цистерна | 46 – 90 м ³ |
| тенк на шасији Т815 | 9 м ³ |
| тенк на В3С шасији | 3,5 м ³ |
| купка | 100 – 200 л |
| канта | стар 12 година |
| канта за заливање баште | 5 л |

- **Где снабдевате водом, које градове, општине, месне средине**

Да ли само у ближу околину, било у удаљеније општине, било да је пречистач прикључен на групни водовод. Слободно узмите мапу или фотографију из ваздуха да бисте помогли.

- **Колико људи снабдевате водом?**

Наравно, није вам потребан тачан број, већ ред величине за идеју.

- **Колико је дуга водоводна мрежа и од ког материјала је направљена?**

Опет је могуће зумирати, нпр. удаљеност од места екскурзије, односно од центра града/села учесника до града КСИ; колико на њему има резервоара, бензинских пумпи и других занимљивих објеката. Можете користити, на пример, излаз карте из ГИС-а, где (у штампаној верзији) деца могу да пронађу где вода стиже до њиховог дома. Увек је боље имати неки визуелни материјал за разговор како би се деца боље оријентисала. Истовремено, деца ће се вероватно изненадити колико је водоводна мрежа дуга и сложена.

- **Колико електричне енергије користите за производњу воде?**

Можете да упоредите са потрошњом код куће – просечна потрошња електричне енергије у Чешкој 2023. године за 1 домаћинство била је 3.500 кВх/год, што одговара једном телевизору који је непрекидно укључен годину дана (а то није мало – можете подсетити децу како родитељи апелују на њих да искључе телевизор када га не гледају).

- **Цена воде у односу на флаширану воду**

За бољу илустрацију, погледајте 1,5 литара, када је цена паковања најмање 8 ЦЗК; ово отприлике одговара цени 1 м³ узетог из околине за пречишћавање у воду за пиће (деца обично немају појма да и ову воду плаћају). Алтернативно, можете упоредити са другим пићима као што је кола лимунада. Не морате деци одмах да откривате цену – питајте их шта често пију и колико плаћају флашу. Ако се нико не усуђује, почните сами. Затим упоредите са произведеном водом на постројењу за пречишћавање.

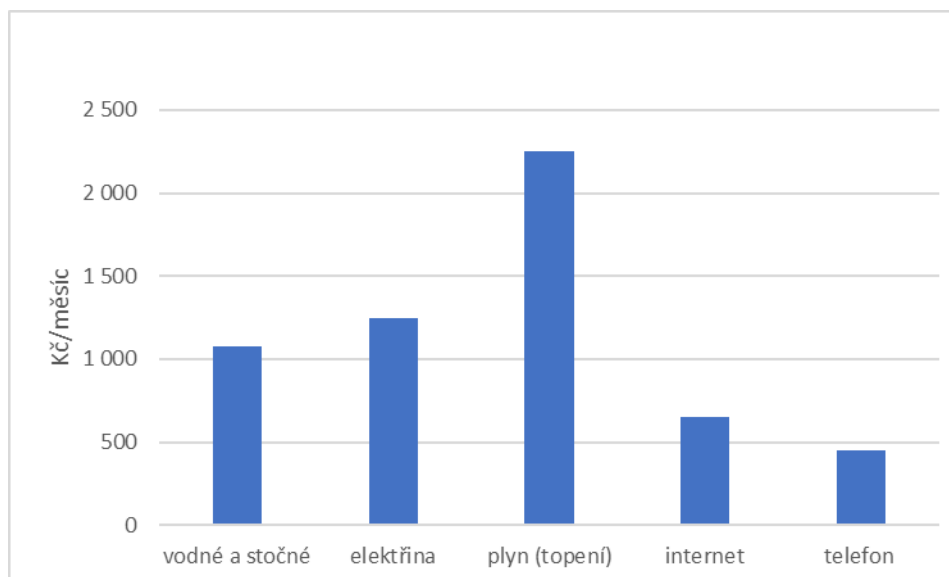
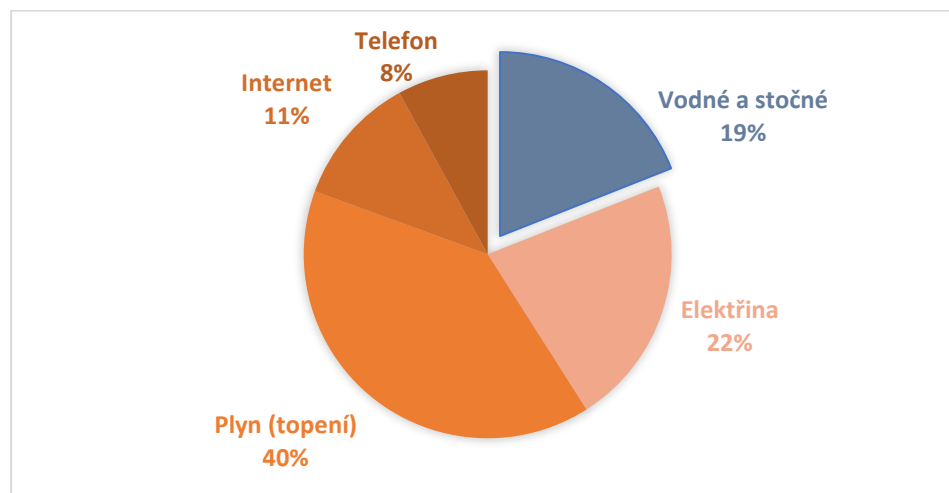
- **Цена воде у односу на остале месечне трошкове**

Припремите графикон који показује колико просечно домаћинство у вашем региону плаћа за воду, а колико за друге комуналије и услуге као што су кабловска телевизија, интернет и телефон. Бићете

изненађени колико је ниска цена основне (можда чак и најосновније) људске потребе, воде, у поређењу са струјом, гасом или интернет везом.

Пример поређења са типичним ценама у 2024:

| Услуга | Просечна месечна цена | Процентуално учешће |
|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Вода и канализација | 1080 ЦЗК | 17,9 % |
| Електрична енергија | 1,250 ЦЗК | 20,7 % |
| гас (грејање) | 2,250 ЦЗК | 37,3 % |
| Интернет | 650 ЦЗК | 10,8 % |
| телефон (мобилни) | 450 ЦЗК | 7,5 % |
| Остало грејање | променљива | - |
| Укупно | 6.030 ЦЗК | 100 % |



- **Које групе супстанци се уклањају у постројењу за пречишћавање воде и које технологије се за то користе**

Методe уклањања и значај појединих супстанци за организам и животну средину детаљно су описани у наредном делу ове методологије. Међутим, размислите да ли се технологија такође фокусира на уклањање нечег мање уобичајеног. На пример, неке подземне воде могу имати већи ниво никла или других метала. На другим местима, вода може бити богата радоном. Не заборавите да нагласите деци да је то нешто типично за овај локалитет.

Размислите о:

- **Где водите посетиоце?**

Што се тиче њихове безбедности, безбедности саобраћаја, капацитета простора (на пример, покушајте да одвојите место где могу да оставе ранчеве – боље је да са њима не обиђу цео погон за прераду), временског ограничења обиласка и удаљености између појединих места.

Имајте на уму да деца у школи имају много објашњења, на екскурзију иду пре свега да би нешто видели (сатно предавање у сали за састанке и пола сата у саобраћају није баш оно што би одушевило децу). Доказана метода излетничке руте је ходање у правцу тока воде на пречистачу.

Ако знате да идете на бучно место, покушајте да објасните учесницима шта ће тамо видети пре него што уђу у зграду. На вама је да ли ћете започети детаљнији опис пре или после уласка у место.

Због сложености неких технологија, за описивање процеса могу се користити и графички дијаграми. Не заборавите да деца не могу да издрже дуга објашњења на једном месту. Због тога је препоручљиво да им објасните шта ће деца видети пре уласка, договорити се шта ћете им показати и којим редоследом (први улаз, други излаз, трећи...), пустити их да кратко погледају и потом напустити зграду. Затим ћете узети дијаграм у руке и детаљније објаснити процес. Пре него што пређете на следећу станицу, питајте децу да ли желе да поново погледају унутра како би видели технологију са својим новостеченим знањем.

- **Које главне информације учесници треба да понесу са екскурзије?**

Ова тачка може изгледати тривијално, али немојте је прескочити, молим вас. Који је минимум који сваки учесник мора да понесе са ваше екскурзије? Размислите о томе, запишите неколико тачака и планирајте своју екскурзију у складу са тим. Слободно понесите папир са собом на екскурзију и наставите да проверавате да ли сте заборавили да поменете нешто важно са листе. Понављање је мајка мудрости, па је у реду споменути нешто више пута. Слободно понављајте са децом између покрета – постављајте им питања да бисте видели да ли су разумели информације са претходне станице.

- **Како ћете их и где звати заједно са временом за поједина стајалишта**

Човек је створење са лошом проценом колико ће ствари трајати. Запамтите да је понекад мање више. Ако остане времена, можете се посветити још питања деце и поновити са њима. Дефинитивно је бољи осећај него да дајете дуг монолог и немате времена. Осим тога, деца су у могућности да понесу више информација са екскурзије.

Имајте на уму да није ваш посао да укуцавате све информације деци током кратког излета. Ваш главни задатак је да узбудите учеснике на терену. Дајте им мало свог ентузијазма и мотивације. На крају крајева, многи од нас су на терену јер је вода неопходна за живот и наш рад заиста има већи смисао.

- **Шта ћете им показати и демонстрирати, шта могу сами да покушају у вашим условима**
- **Шта би вас могли питати?**

У свако поглавље смо покушали да укључимо неколико типичних питања на дату тему и дали смо кратке одговоре. Конкретно, покушали смо да одговоримо у три реченице. Покушајте да размишљате на исти начин - имате ли још питања? Ако јесте, запишите их и припремите кратке одговоре. Уосталом, током екскурзије обично нема времена за опширније одговоре.

- **Оно што нисте разумели у њиховим годинама и желели бисте да разумете**

Размислите о томе шта мислите да је важно. Шта бисте волели да остварите у младости? Сада је ваше време да то објасните неком другом. Можда неће одмах схватити, можда ће потрајати, али ко зна, можда ће те дуго памтити и бити срећан због стеченог знања.

- **Шта ћеш их питати?**

Питања како би обилазак био интерактивнији и уједно да би се сазнало почетно стање знања учесника о датом питању. Међутим, не морате да тестирате само почетно знање. Немојте се плашити да тестирате стечено знање током екскурзије. Ово је одличан облик повратне информације за вас – да ли су разумели информације из моје презентације и где имају празнине? Штавише, фазно понављање је једна од најбољих метода учења. Ученици имају прилику да се активно присећају информација, што ће им помоћи да пренесу знање из краткорочног у дуготрајно памћење. Али имајте на уму да ми сада учимо, а не тестирамо!

Изнад свега, постављајте питања и уверите се да разумеју ствари са ваше листе „Које су главне ствари које учесници треба да понесу са излета”.

С друге стране, мора се рећи да неки ученици не воле питања, нити одговоре на њих уопште, а та несклоност расте са годинама; па ниси ти крив ако нико неће сам да ти одговори. Од дидактичког значаја је и „говорно“ питање, након чега следи краћа пауза, када слушаоци обично размишљају, чак и ако водич тада одговори, слушаоци су се трудили и да одговор формулишу својим речима, што позитивно утиче на разумевање и памћење градива.

Ако осећате да сте наишли на заиста стидљиву групу, покушајте да почнете са врло лаким питањима и дајте учеснику награду за тачан одговор (слаткиш, оловку, други рекламни предмет), можда да бисте их мотивисали да буду активнији за будућа питања.

Уверите се и припремите унапред:

- **Потребни документи које захтева оператер објекта (обично на пример здравље и безбедност)**
- **Неопходна заштитна опрема, по потреби (рукавице, шлемови, заштитни прслуци...)**
- **Радни листови за посетиоце (по договору са наставницима)**
- **Помагала за илустративне примере**
на пример:

- мобилни ручни тестови (понекад се називају тестови капљицама) - обично за оперативна мерења хлора, гвожђа, мангана или пХ,
- алат,
- водомјер (идеално и растављен),
- опрема за узорковање воде у појединачним технолошким фазама (+ аутоматски узоркивач),
- узорак филтерског материјала у чаши.

Такође препоручујемо припрему поједностављеног технолошког дијаграма, било да га поделимо учесницима, или другу опцију – да редовно приказујемо тренутну локацију на великом формату. Преферирамо другу опцију, јер учесници вероватно неће задржати папире ионако (они сналажљивији ће их изгубити већ током екскурзије и имаћете прилику да их ловите, на пример, из отворених пешчаних филтера). Поред тога, на великом формату, деца могу боље да виде када их приказујете на велико и мање је вероватно да ћете изгубити њихову пажњу. Након неколико екскурзија, шема се доказала и ако имате прилику, препоручујемо вам да ламинирате папир за живот.

- **Мале награде за посетиоце,**

ако су доступни (на пример оловке за компаније, бомбоне...). Топло препоручујемо ову тачку. Међутим, не поклањајте ништа бесплатно - за тачан одговор, добро питање (веома радознано - ово ће вам "купити" мало времена да размислите да ли вас питање заиста изненади).

1.2 Припрема пред екскурзију

Овај део се односи на припрему за школу – шта треба да науче у школи, са којим информацијама да раде, припрема радних листова, задатака за излет. Али сетимо се ограниченог временског периода који томе посвећују и потребе за припремљеним материјалима које ће моћи да користе одмах.

Због укупне сложености питања и са педагошке тачке гледишта, препоручљиво је да учесници екскурзије заврше теоријску припрему пре саме екскурзије – количина меморисаних информација ће се повећати и нећете морати да разговарате о основним питањима као што је циклус воде директно на постројењу за пречишћавање. Међутим, знамо да је то, посебно у већим градовима, тешко због густог нивоа ваннаставних активности у школама. Стога је потребно разговарати о могућностима са конкретним педагошким радником који ће у име школе бити задужен за екскурзију. Разговарајте са својим учитељем како бисте знали шта да очекујете.

Припрему у школи можете да обавите или ви директно (ова опција је, наравно, боља, јер предавање можете комбиновати са екскурзијом), или педагошки радник; Материјали (презентације, радни листови, фотографије...) припремљени су за оба случаја у оквиру овог пројекта и можете их пронаћи на његовом сајту.

1.2.1 Будите приповедач

Хајде да дефинишемо шта желимо да кажемо, где и коме, које приче да пројектујемо у наратив. Оно што желимо да учесници однесу.

Ово поглавље би се могло сматрати продужетком, али надамо се да ћете у њему пронаћи нешто занимљиво и инспиративно. Приче доприносе оживљавању класичне екскурзије. Да ли сте икада размишљали о томе колико може бити важан начин на који се изражавате? Зато што је начин на који преносимо информације једнако важан као и оно што говоримо – често ако не и више код деце. Нарочито ако желите да ангажујете учеснике.

Историјски гледано, приповедање је било главни начин преношења информација и искустава између људи. И даље се сматра најефикаснијим методом привлачења људи. За разлику од „сувих“ чињеница, приче имају лични ниво, специфичан заплет и често у нама изазивају емоције које нам помажу да све више схватимо и обрадимо информације. Осим тога, људи обично дуже и лакше памте приче. А када им се посебно добро каже (утицај је „снажан“), могу да остану са нама цео живот. Вероватно сви носимо нешто од тога у себи, зар не? Понекад нас чак и инспиришу.

Да би прича била добра, мора бити пажљиво осмишљена и припремљена. Ослањање на нешто што долази на лицу места обично се не исплати. Осим тога, треба да пазимо да не издамо сопствено тело – каже се да је више од 90% комуникације невербално. Стога, обратите посебну пажњу на гестове и изразе лица. Ипак, свакако није пожељно претеривати, поготово ако нисте навикли на то - не желите да испаднете измишљено. Не брините, за све је потребна само вежба. Видећете да ћете се усавршавати са сваком следећом екскурзијом. Запамтите да су најефикасније приче из сопствених искустава, па се немојте плашити да „зачините“ екскурзију причама са терена.

У оквиру овог пројекта размишљали смо о могућим причама за вас и осмислили три важне линије приче које ће помоћи да се илуструју појединачни текући догађаји и процеси на постројењима за пречишћавање – ово је прича о води, прича о супстанцама и енергији и на крају прича о људима. Коју од прича више промовишете треба да зависи пре свега од сврхе екскурзије.

Циљ би требало да поставите током заједничке дискусије са наставником, много пре саме екскурзије. Ако на екскурзију стигне група ученика који не познају ову област, има смисла посебно се фокусирати на причу о води – како сирова вода постаје пречишћена вода која тече из чесме код куће. Међутим, када разговарате са старијим ученицима који већ имају основна знања из хемије, има смисла укључити дискусију о енергији, ценама воде и хемикалијама које су неопходне за третман, било да се користе или посебно уклањају из воде. За студенте који су показали директно интересовање за ову област, или истражују могућности будућег запошљавања, нуди се вођење кроз причу о људима који раде на постројењима за пречишћавање воде. Анализирамо појединачне приче у следећим пододељцима. Можете бити инспирисани нашим причама, комбиновати их или једноставно измислити своје. Ви сте наратор.

У већини одељака описаних у наставку, постоје питања са којима ћете се вероватно сусрести – можете се или „само“ припремити да одговорите на њих, или директно укључите ова питања у своју презентацију.

1.2.2 Прича о води

Вода је практично свуда око нас – не само у облику река, бара и језера, већ и у снегу, атмосферској и земљишној влази; чак смо и ми пуни воде. Око 60% нашег бића се састоји од воде – зар то није добар разлог да имамо најбољу могућу воду за живот? Можда се чини да тада нема проблема да сви имају приступ води која је неопходна за живот. Међутим, тачно је супротно – велика већина воде у природи није намењена за дуготрајну директну потрошњу без негативних ефеката на људски организам и потребно је према њој поступати; а то је заправо оно о чему се ради читава област водотехнике. Па да видимо одакле долази вода из чесме. Другим речима, шта мора да се деси пре него што код куће сипамо воду за пиће у чашу, што многа не само деца већ и одрасли узимају здраво за готово.

Као причу о води, могуће је почети са описом воденог циклуса, односно испаравања воде из океана, њеног транспорта у облику облака и накнадних падавина до нас. Након тога, вода некако доспева у извор сирове воде за постројење за пречишћавање и у технологију. Међутим, ту се прича не завршава и искоришћена вода се чисти и враћа у природу, где неко други може да је употреби неколико пута пре него што вода поново отиче у океан.

? **Питање: Колико воде има на планети и колико је воде за пиће?**

💡 **Одговор:**

Водена тијела заузимају скоро 71% површине земље. Од укупне запремине воде, велика већина је у светским океанима и морима (97,7%), глечери и дуготрајни снежни покривач, на пример, на половима захватају 1,7% светских резерви воде. Само 0,6% се налази у земљишту и земљишној средини (ми то зовемо подземне воде), а 0,01% се задржава у слатководним језерима, вештачким акумулацијама и коритима река (површинске воде), из оба ова извора пречишћавамо воду за потрошњу. Дакле, рецимо да радимо са отприлике 0,61% укупне воде на планети - то није ни један проценат!

? **Питање: Колики проценат нас, људи, чини вода?**

💡 **Одговор:**

Око 60% нас је вода.

? **Питање:** Колико дуго особа може издржати без воде?

💡 **Одговор:**

У просеку можемо издржати 3 дана без воде.

Студија из 1944. године наводи да човек може да преживи без воде у редоследу јединица дана. Међутим, потребно је схватити да се део воде налази и у храни коју једемо, а велики утицај имају и климатски услови. Како преноси Би-Би-Си, рекордер је млади аустријски масон којег је полиција 1979. затворила у ћелију за истражни затвор, а потом заборавила. Без воде је наводно издржао 18 дана.

? **Питање:** Које облике воде познајемо?

💡 **Одговор:**

У природи можемо срести воду у три различита облика (групе) – чврсти, течни и гасовити, па чак и у исто време. Када кажемо вода, најчешће мислимо на њену течну фазу, која до нас тече рекама, кише из облака и коју пијемо. Међутим, вода може бити и гасовита – водена пара, коју видимо како лебди изнад чаја и која испарава приликом кувања хране. Последњи облик је, наравно, чврста вода – лед на коме зими клизамо и којим лети желимо да расхладимо лимунаду.

? **Питање:** Одакле долази наша вода?

💡 **Одговор:**

Вероватно ћемо сазнати да ће падати киша. То је тачан одговор, али хајде да питамо да ли се то односи и на подземне воде. И да, и овде је тачан одговор да су подземне воде биле и кишнице. Разлика између подземног и површинског је само у дужини циклуса и времену боравка овде.

Сва вода у Чешкој потиче од падавина, а сва вода из Чешке постепено отиче у море. Дакле, потпуно зависимо од кишнице.

СШ: Да ли знате да Пилснер пиво има тако изузетан укус управо због подземних вода које се користе? Дакле, чак и да неко кува по истом рецепту, пиво не би имало ни приближно исти укус због различитог основног састојка, воде. Пиво има и велику предност што се вода током производње прокува, што помаже у уништавању свих штетних микроорганизама који се налазе у води. Историјски гледано, чак су и деца пила пиво јер је било сигурније од воде за пиће. То доказује и лондонска епидемија воде, када се само запослени у пивари нису заразили (пошто су углавном пили пиво).

Радознали: Да ли сте знали да вода не може да се створи сама? То значи да подземне воде могу бити старе десетине хиљада година, а сваку воду пре нас већ је пио огроман број људи и животиња.

? **Питање:** Која је разлика између површинских и подземних вода?

💡 **Одговор:**

Вода из река, језера и акумулација, односно вода видљива на површини, је површинска вода. Све узето из земље (из подземне површине) је већ подземна вода.

? **Питање:** Колико се воде годишње произведе у Чешкој?

💡 **Одговор:**

У 2022. години у Чешкој је произведено укупно 576 милиона кубних метара воде за пиће, што одговара мање од два резервоара Липно.

? **П:** Које индустрије користе пречишћену воду?

💡 **Одговор:**

Свакако, свака индустрија користи воду у својој производњи. Било да је то једна од сировина или само вода за хлађење. Овде ћемо дати само неколико примера. Пољопривреда је несумњиво на врху лествице потрошње. То може изненадити учеснике, али 70% светске слатке воде (око 3% воде на планети укључујући замрзнуте залихе; мање од 1% за конвенционалне изворе) се користи у пољопривреди. То је скоро $\frac{3}{4}$ од укупног броја! Међутим, пољопривреда није једина. Индустрија одеће такође троши огромну количину воде. Да не спомињем да се већина одеће која се прави никада не носи. Али то је вероватно тужна прича за други пут. Поред тога, воду користи и прехранбена индустрија – она често треба да редовно документује задовољавајуће анализе воде за своје активности. Сигурно су деца чула да је производња електронике захтевна за воду – све те батерије су велики терет за животну средину. Са годинама електричних аутомобила, потражња за водом је још већа. Чак и ако помислимо колико је воде потребно да се угаси тако запаљени електрични аутомобил...

За радознале: Најзахтевније гајене биљке у погледу потрошње воде су памук, шећерна трска, пшеница, кукуруз и пиринач. Изненађујуће, ово укључује и орашасте плодове, који се често узгајају у подручјима сиромашним водом.

? **Питање:** Шта је водени жиг?

💡 **Одговор:**

Водени отисак нам говори колико се свеже воде користи (директно или индиректно) за узгој усева или производњу одређеног производа. Дакле, то је одређени показатељ који нам помаже да научимо оптерећење животне средине.

Постоје и одређене врсте водених трагова, али свакако не вреди ићи тако далеко на екскурзију. Али ако деца одузму информацију да водени отисак постоји и да је то добар начин да проценимо наше понашање према води, то ће бити делимично добијено.

За радознале: Да дам идеју, на килограм говеђег меса се троши око 15,5 хиљада литара воде. Водени отисак је дакле 15,5 хиљада л/кг меса. За поређење, на пример, пиринач има око 1,6 хиљада л/кг. Тако полако десет пута мање од говедине.

1.2.3 Прича о материји и енергији

Ако су деца већ добро упозната са причом о води, или су старији ученици са свешћу о хемији, прикладно је да се у екскурзију укључи и прича о супстанцама и енергији. На крају крајева, третман воде је далеко од једноставног и бесплатног. Ово је вероватно једна од најпогрешнијих претпоставки уопште. Сви тада имају осећај да воде има доста свуда око нас, а водоводна предузећа само желе да извуку новац од људи. А супротно се испоставља да је тачно када почнемо да се интересујемо за цене воде. Мало људи вероватно зна да се наплаћује унос сирове воде. Осим тога, морамо да пумпамо сирову воду и та енергија такође нешто кошта. А када говоримо о енергијама, ту изостављамо једну суштинску – људску енергију, без које фабрика за прераду дефинитивно не би прошла. На срећу, о томе ће бити речи у следећем поглављу.

Колико коштају хемикалије које морамо да додамо води да бисмо је третирали? На постројењима за пречишћавање обе врсте вода користи се широк спектар хемикалија и без њих не би било могуће, јер вода не би испуњавала услове законске регулативе и могла би угрозити здравље потрошача. Међутим, не ради се само о супстанцама које додајемо у воду, већ углавном о онима којих желимо да се ослободимо у води.

? **Питање:** Које супстанце се налазе у води?

💡 **Одговор:**

Генерално, можемо разликовати хемијске и биолошке параметре које пратимо у води. На основу величине, супстанце у води се могу поделити на нерастворене, колоидне и растворене. Наравно, најбоље је уклонити највеће (нерастворене). Супстанце могу бити неорганске или органске природе. Генерално, може се говорити о солима, металима, гасовима, микрозагађивачима, патогенима, али и безопасним микроорганизмима и супстанцама корисним за здравље.

Средња школа: Следећи део намењен је пре свега средњошколцима који већ имају чврсте основе из хемије, јер ће тек тада све последице и везе бити у потпуности схваћене. Ево параметара воде који су важни.

? **Питање:** О којим концентрацијама ћемо говорити?

💡 **Одговор:**

Можете питати децу шта мисле о концентрацији појединих супстанци у води. Вероватно ће се изненадити да ниједна супстанца у обичној води не прелази вредност од четврт грама по литру. Неки (гвожђе или манган) су највише у јединицама милиграма по литру, за тешке метале или пестициде можемо ићи и до десетина микрограма по литру.

1 грам по литру је отприлике 1 део супстанце на 999 г воде. Милиграм тада одговара разблажењу од 1:1,000,000, а у случају микрограма, онда 1:1,000,000,000.

? **Питање:** Које супстанце и загађења обично можемо да сретнемо у водама?

 **Одговор:**

гвожђе и манган – Оба ова параметра су узрокована геолошким супстратом и потпуно су нормалан део практично сваке подземне воде. Поред тога, гвожђе може доћи из старијих интерних дистрибутивних система директно у домове (тако да ако код куће тече зарђала вода, то можда неће бити проблем у постројењу за пречишћавање). Добра вест је да у уобичајеним количинама (милиграми по литру) нису штетни по здравље – међутим, представљају проблем при кувању или прању, на пример, где могу да доведу до смеђих мрља на одећи. Међутим, сумња се да високе концентрације мангана негативно утичу на нервни систем.

нитрати и нитрити – Азотна једињења улазе у воду пољопривредним активностима (ђубрењем) или продирањем органског материјала у воду. Они нису проблем за одрасле, али за децу је неопходно пратити ове параметре (због тога је вода за бебе дефинисана углавном садржајем азотних материја). Нитрати се у људском телу претварају у нитрите, који неповратно реагују са хемоглобином и формирају метхемоглобин. Метхемоглобин више није у стању да преноси кисеоник, што може довести до гушења детета (у „светлијим“ фазама постепено плавити).

радиолошки параметри - Можда ће вас ова информација изненадити, али практично сва вода је радиоактивна, чак и вода за пиће. Али не морате да бринете – границе су врло стриктно постављене тако да сте у опасности од акутног радијационог синдрома (главобоља, повраћање) ако попијете 45 милиона м3 воде одједном (око шестине ВН Слапи). Најчешћи извор радиоактивности у води је (као и у ваздуху) радон-222, затим калијум-40, уранијум-235 и уранијум-238. Све су то природни радионуклиди и контаминација из, на пример, Чернобила није проблем.

микробиолошки параметри:

Ово би такође могло бити занимљиво јер свака вода садржи одређену количину микроорганизама. Међутим, уредба све неповољне и опасне микроорганизме ограничава на нулу и дозвољава само безопасне или мртве микроорганизме у води. Постоје десетине хиљада микроорганизама у третираној води и само мали део се може култивисати. Генерално, само 0,27% се може узгајати из сирове воде, мање од 0,01% у третираној води. Другим речима, само тако мали проценат се може изоловати и накнадно одредити конвенционалним методама културе.

Постоји много патогена који се могу наћи у води, а историјски гледано, најважније епидемије воде у свету биле су колера (опасна дијареја) и тифус (изненадна грозница и дехидрација опасна по живот).

Приликом процене микробиолошке безбедности, анализом се не траже специфични штетни микроорганизми (патогени). Потрага за појединачним организмима не би била само дуготрајна, већ и технички захтевна, тако да се обично фокусирамо само на одређени организам током истраге о епидемији. У нормалним условима спроводе се групна одређивања такозваног индикаторског система. То се може разумети на начин да увек пратимо представника који указује на то да ли успевамо да уклонимо одређену групу микроорганизама из воде. Индикатори фекалног загађења се користе широм света за тражење бактерија које се обично налазе у цревима топлокрвних животиња. Типични индикатори укључују Цлостридиум перфрингенс, Есцхериџија цоли (Е. цоли) и ентерококе.

Цлостридиум перфрингенс – указује на успешну елиминацију паразитских протозоа. Налаз таквих бактерија јасно указује да је вода дошла у контакт са фекалијама и да може представљати опасност по здравље.

Е.Цоли – ово је уобичајена бактерија у нашим цревима, али постоје и патогени сојеви ове бактерије. Последице инфекције могу се кретати од крвавог пролива до отказивања бубрега (нарочито код мале деце).

Легионела - откривена је 1976. године захваљујући мистериозној епидемији у САД. За разлику од претходно наведених бактерија, инфекција легионелом настаје удисањем. Обично се налази у свим водама, али представља ризик у топлој води и климатизованим јединицама где се размножава у великом броју. Ова бактерија најбоље успева између 25 и 45 степени Целзијуса. Глобално, стопа инфекције расте. Са порастом цена енергије, људи су почели да штеде на погрешном месту и држали кућни котао на недовољној температури. То је довело до тога да су се бактерије у њему умножиле до концентрација опасних по живот. Инфекција се манифестује као фебрилна болест која доводи до тешке упале плућа, а код слабијих особа до смрти. Због финансијске и дуготрајне природе праћења њихове појаве у домаћинствима, потребно је обратити пажњу на превенцију и довољно загрејати котао – за елиминисање бактерија неопходна је температура воде изнад 60 степени Целзијуса. Последњи представници које ћемо овде поменути су хетеротрофне бактерије, природне и безопасне бактерије у воденој средини. Хетеротрофне бактерије се одређују на две различите температуре, односно 22 и 36 степени Целзијуса. Ово је један од првих историјски истражених микробиолошких индикатора, али се данас више не сматрају медицински значајним.

? Питање: Које супстанце које се обично налазе у води су корисне за здравље, а које су, напротив, штетне?

💡 Одговор:

Као што је мудри алхемичар Парацелзус једном рекао: "Све је отров, све је отров. Битна је само доза." није другачије у води. Да, неке супстанце су штетне и у веома малим количинама и њихова појава је непожељна. То могу бити већ поменути патогени, пестициди, лекови и друге биолошки активне супстанце. Други могу дугорочно бити штетни, а неки, као што су већ поменути минерали магнезијум и калцијум, чак могу бити неопходни за наше здравље.

? Питање: Које хемикалије додајемо води када је третирамо?

💡 Одговор:

У воду додајемо многе хемикалије у зависности од технологије, а потребни су нам и различити материјали (нпр. филтер материјали као што су гранулирани активни угаљ, песак, кварц, млевени кречњак, гранулат експандиране глине и многи други). Овде ћемо дати само кратак резиме.

Често је потребно стврдњавање воде, што подразумева "вештачко" додавање калцијума у воду како вода не би била агресивна према цевима (више можете пронаћи у технолошким модулима). Да бисте подесили pH и садржај калцијума у води:

Сода – знамо је из домаћинства, али је саставни део (углавном мањих) постројења за пречишћавање воде. Сода се испоручује у облику праха, а водени раствор се користи директно на постројењима за дозирање. Сврха употребе соде бикарбоне је повећање pH воде (смањење њене киселости).

Натријум хидроксид - на малим постројењима за пречишћавање и користи се за пречишћавање (повећање pH) природних слабо киселих вода. Баш као и сода, њен водени раствор се дозира.

Филтери за одкисељавање – користе се природни материјали као што су полусагорели доломит, мермер или кречњак. Вода пролази кроз филтер, раствара материјал филтера, постаје обогаћена минералима и повећава њен пХ.

Хидрат креча – можда ће неке изненадити, али обичан креч се користи у постројењима за пречишћавање. Не користи се за припрему малтерних смеша, већ за повећање пХ воде. Додаје се води у облику кречног млека или кречне воде. У већим прерађивачима често се сусрећете са управљањем кречом, а кречно млеко се припрема у такозваном кречном чоку.

Сирова вода (посебно подземна) садржи повећане количине гвожђа и мангана. Иако се често наводи да нису штетни по здравље, за манган то није тако сигурно. Неки извори говоре о могућем утицају на нервни систем. Посебно смо забринути за гвожђе јер утиче на сензорна својства воде – можете деци показати узорак воде заиста богате гвожђем како бисмо сви знали о чему причамо. Такође је неопходно користити хемикалије или одређени материјал за уклањање ових супстанци:

Калијум перманганат - иако може звучати заиста чудно, једињење које садржи манган се користи за уклањање мангана. Перманганат је јако оксидационо средство које нам помаже да манган и гвожђе претворимо у облик који се може уклонити (из раствореног у нерастворен), а након оксидације довољан је класични пешчани филтер да их уклони.

Кисеоник/ваздух – користи се при повишеним концентрацијама гвожђа. Слично перманганату, кисеоник има оксидационо дејство и претвара супстанце у нерастворен облик који се лако уклања. Често се сусрећете са кисеоником у великим постројењима за пречишћавање површинских вода. Можда ћете приметити да се чува у боцама под притиском. Оваква постројења за пречишћавање не користе кисеоник за нормалну оксидацију гвожђа, већ за стварање озона за озонизацију воде. Али више о томе касније у документу.

Натријум хипохлорит – хипохлорит се користи у мањим постројењима за пречишћавање за оксидацију и тако уклањање гвожђа. Али више о хипохлориту као дезинфекционом средству. Скоро сви користе и добро познају САВО, то је раствор натријум хипохлорита. Ово је једно од могућих средстава хигијенске заштите од микроорганизама. Најћи ћете на хипохлорит у свакој малој прерађивачкој фабрици у Чешкој. Оно што је ново је да и неке веће прерађивачке фабрике почињу да га саме производе и пуштају у рад.

? Питање: Како се обични САВО разликује од хипохлорита који се користи у постројењима за третман?

💡 Одговор:

САВО и обични натријум хипохлорит (НаЦлО) који се користе у постројењима за пречишћавање воде имају исти активни састојак, а то је натријум хипохлорит. Вероватно највеће разлике су у концентрацији и употреби. САВО који имамо код куће је обично раствор од 5% и формулисан је на овај начин посебно за безбедност и лакоћу употребе за просечног потрошача. Код куће га користимо као дезинфекционо средство за површине или као избељивач. Међутим, на постројењима за пречишћавање концентрација варира у зависности од потреба појединачног постројења за пречишћавање. Очекује се и одређена чистоћа хипохлорита, што ће обезбедити већу стабилност производа и пре свега спречити нежељене нуспроизводе у води током његове употребе. У постројењима за пречишћавање хипохлорит се користи за дезинфекцију воде од патогена, чиме се обезбеђује безбедност за потрошаче.

За загађеније изворе воде, што значи углавном површинске воде, потребне су и друге специфичне хемикалије као што су коагуланси, помоћни флокуланти и напредни процеси оксидације.

Коагулант на бази тровалентних јона – такозвани коагуланти се користе за таложење заиста малих (колоидних) нечистоћа, које помажу да се нечистоће агрегирају у веће јединице, тако да се могу лакше уклонити (погледајте технолошки модул за више информација).

Озон – Озонизација је један од најефикаснијих облика хигијенске сигурности воде и довољно је кратко време контакта са водом. Велика предност је што нема формирања хлорисаних нуспроизвода дезинфекције. Због своје ниске стабилности у нижим слојевима атмосфере, озон се мора производити директно у постројењу за пречишћавање воде и производи се из ваздуха или чистог кисеоника изложеног високом електричном пражњењу.

Гранулирани активни угаљ - сорпција на гранулираном активном угљу се више разматра у технолошкој картици. Навешћемо само укратко да помаже у уклањању микрозагађивача, материја које изазивају мирис и укус из воде. Међутим, мора се с времена на време регенерисати да би технологија била што ефикаснија. Данас, нажалост, загађење подземних извора пестицидним материјама долази све чешће, па се филтрација кроз гранулирани угаљ све чешће уводи и за подземне изворе.

Хлор – Вероватно најпознатија органолептичка карактеристика испоручене воде је мирис, који је најчешће хлор (уосталом, можете га осетити у базенима, на пример). Раније је било неопходно да се у води за пиће има садржај хлора различит од нуле да би се обезбедила микробиолошка сигурност; ово није било потребно већ неколико година. Међутим, људско чуло мириса је веома осетљиво на хлор, а гранична вредност од 0,3 мг/литар је већ толико уочљива да је обичан мирис хлора из водовода далеко испод границе.

? **Питање:** Зашто се вода мора хлорисати ако има негативан утицај на органолептичка својства воде?

💡 **Одговор:**

Углавном увек имамо нешто за нешто у животу, а нажалост ни овде није другачије. Хлорисање воде нам помаже да обезбедимо воду на дужи временски период и на већој удаљености пре него што вода стигне до потрошача. Поред тога, квалитет не зависи толико од унутрашњег цевовода и његове чистоће, јер слободни хлор обезбеђује дезинфекцију чак и на траси. Ово је таква полиса осигурања за оператера и мало ко би преузео такву одговорност на свој врат. Уосталом, да не постоји гаранција хигијенске сигурности, појава патогена у води могла би имати фаталне последице. Вратили бисмо се у историјска времена епидемија из воде. И да, неки пречистачи (посебно у иностранству) раде без хлора, али за то је потребна квалитетна инфраструктура. Одговоримо искрено – да ли мислите да свуда у Чешкој има новца да се дистрибутивни водови замене новим? Да ли редовно проверавате и поправљате цеви? Шта је са делом код потрошача? Да ли редовно проверавате ожичење код куће? И колико често дезинфикујете свој аератор за славину код куће?

1.2.4 Прича о новцу

Реч је пре свега о новцу, па зато део објашњења екскурзије (или претходног предавања) треба посветити цени воде, јер лаичка јавност (у коју спадају и учесници екскурзија) нема појма од чега се састоји цена воде. Већ смо наишли на мишљење да тих сто круна по кубном метру, на пример, све иде као профит предузећу, јер је вода слободна од природе, инфраструктура је изграђена из времена социјализма и ништа друго не треба. Вероватно не морамо да вам као оперативним радницима кажемо да то дефинитивно није тако једноставно.

Формирање цене воде регулисано је релевантним законским стандардима и редовно (годишње) ажурираном проценом цена Министарства финансија (која између осталог укључује максималну цену воде за дату годину за поједине регионе Чешке Републике, тзв. друштвено прихватљиву цену и максимални проценат профита оперативног предузећа, тзв. разумну добит). Власник инфраструктуре, најчешће надлежна општина, која одобрава калкулацију цена коју саставља оператер, игра важну улогу у креирању цене. У калкулацију цене тада се укључују ставке трошкова које настају током производње воде за пиће. Трошкови почињу већ са повлачењем сирове воде, за шта је потребно платити накнаду (накнада има другачији износ и другачију циљну организацију у случају површинских и подземних вода). Сакупљање воде се често пумпа и захтева струју. На крају крајева, потребно је и за напајање других технологија. Струја тако постаје важна ставка такозваног водоснабдевања. Штавише, хемикалије се користе у третману воде. Поред електричне енергије и хемикалија, постоји потреба за лабораторијском контролом и радом технологије (уопштено, људски ресурси који се односе на рад не само технологије, већ и предузећа као таквог). Често су најзначајнија ставка воде трошкови везани за обнову и одржавање водних добара. Свака зграда и технологија имају ограничен век трајања и од сваког произведеног м³ потребно је (по закону) обезбедити финансијска средства за њихову обнову. Накнада за воду обухвата и друге ставке које се односе на пратеће услуге, одржавање аналитичких уређаја, одлагање отпада, трошкове читавања, баждарење и замену водомера, администрацију целокупног рада и по потреби трошкове везане за евентуалне кредите и слично. Цена воде тада мора бити довољно висока да има довољно средстава за покривање свих трошкова. Оператер водовода такође обично остварује профит, што је главна мотивација за његову делатност. Висина добити је строго регулисана, контролисана и не може да пређе 7%, што је веома ниска цифра у односу на друге области.

1.2.5 Прича о народу

Ако се покрене тема људи и професија у индустрији воде, сваки учесник обиласка ће вероватно помислити на оперативно особље које проверава канале (чак и ако то заправо није повезано са индустријом воде као таквом). Овај стереотип и истовремено све мање интересовања за занимања везана за воду навели су нас да ову тему укључимо у обилазак. За ове приче није потребно резервисати једну засебну станицу, већ ову информацију преносити постепено у тренуцима када ће то бити од користи (приликом представљања, приликом посете оперативној лабораторији или контролној соби). Дакле, можете поменути наведена занимања и професије. Истовремено, мора се рећи да није свуда професија исто име, или се обим обављеног посла може разликовати.

? **Питање:** Без којих позиција (људи) постројење за пречишћавање не би могло и зашто?

💡 **Одговор:**

- Оператер постројења за пречишћавање – особа која води рачуна о нормалном свакодневном раду објекта. Његове дужности се разликују у зависности од објекта и локације. Можда се ради само о допуни хемикалија и одржавању, али дужности могу такође укључивати (посебно за мале операције) хемијске анализе, подешавање система, узорковање, мање поправке и подешавања, кошење терена око зграда и слично.
- Диспечер – у већим прерађивачким погонима нон-стоп прати рад и подешавања погона за прераду. Они блиско сарађују са технологом.
- Предрадник постројења за пречишћавање – код већих операција; координира људе, обезбеђује наруџбине и снабдевање материјалом и блиско комуницира посебно са оператером постројења за третман и технологом.
- Оперативни монтери – обезбеђују функционалност мреже и поправљају кварове.
- Узорковач - узима узорке и на постројењу за пречишћавање и на водоводној мрежи и код купаца.
- Лабораторијски техничар - обрађује узорке, оперативне или акредитоване.

За радознале: Са акредитованим лабораторијама можете бити сигурни да су коришћене методе, статистичка обрада, стопе грешака и квалитет употребљених хемикалија у складу не само са законским прописима, већ и са општеприхваћеном лабораторијском праксом; ово се редовно и веома строго контролише од стране акредитационе институције.

- Електричар - обезбеђује одржавање и поправке електричне опреме.
- Водоводитељ – обезбеђује администрацију у вези са захватањем воде, комуникацију са властима, водoprивредне билансе.
- Технолог - веома важна професија. То је особа која је одговорна за квалитет испоручене воде. Међу његовим надлежностима и задацима су правилно постављање технолошке линије, одређивање тачних доза хемикалија, планирање узорковања и евалуација резултата анализе. Технолог би требало да буде школован хемичар (по могућности директно у области „технологије воде“, иако ова специјализација, нажалост, јако недостаје).

- Одељење за кориснике – посредује у комуникацији са купцима, склапању уговора, фактурисању, рекламацији, коментарисању на мрежама и сл.
- Превенција – обично решавање проблема – овде можете говорити о методама решавања проблема ваше компаније.
- Друге професије – водопривредни послови могу имати и друге запослене који обезбеђују, на пример, ГИС, планирање инвестиција, складиштење, техничку подршку, возаче.
- Менаџмент – као и свака компанија, оперативна водоводна предузећа морају имати менаџере, интерне ревизоре, кадрове и друге сродне позиције.

? Питање: Колико људи ради овде?

💡 Одговор:

Вероватно најчешће питање о људским ресурсима које можете добити од учесника излета. Међутим, ми не можемо да вам помогнемо са одговором и морате да се запитате (за мале општине, где сте можда једини радник у одељењу за воду) или своје претпостављене (за оперативна предузећа).

? Питање: Шта морам да учим да бих радио овде?

💡 Одговор:

Ако добијете ово питање, бићемо веома срећни – јер је један од секундарних циљева овог документа и целог пројекта испуњен, а то је да се код учесника екскурзије побуди интересовање за проучавање водотехничких области. Ако говоримо о технолозима воде за пиће, онда се они могу директно студирати на Факултету за технологију заштите животне средине на Универзитету за хемију и технологију у Прагу и на Технолошком универзитету у Брну. Сродне области се такође могу наћи на Факултету наука Карловог универзитета у Прагу, на Чешком универзитету природних наука у Прагу и на Универзитету рударства и технологије у Острави. Међутим, мора се рећи да је ова позиција отворена за све научно и технички образоване кандидате.

Што се тиче осталих професија, то зависи од конкретне позиције – човек тешко може да обавља радно место лабораторијског техничара ако има сертификат о школовању за водоинсталатера и обрнуто. Што се тиче „савета за каријеру“, мислимо на платформу Иоунг Ватер Професионалс Цзецх Републиц (ввв.ивп.цз), која окупља професионалце за воду млађе од 35 година. <http://www.ywp.cz/>

2 Сопствена екскурзија

Уводне речи

Било би добро да почнете тако што ћете са децом разговарати о терминологији – речима које ћете често користити да бисте били сигурни да разумеју све. Покушајте да започнете малу комуникацију са њима на овај начин и повећате њихову интеракцију. Поставите их у облику питања – да ли знају ову реч и како би је описали?

Здравље и безбедност током екскурзије

Кратка обука о безбедности и здрављу на раду је први обавезни део сваке екскурзије. За одређени садржај, позивамо се на интерне смернице ваше компаније или на посебан документ из серије методологија, који је посебно посвећен обуци о БЗР. Молимо вас да не потцењујете овај део, иако вам може изгледати сувишно или непотребно.

Стори лине

Добар излет може бити поткријепљен занимљивом и добро циљаном причом. Линија приче треба да буде занимљива и треба да води учеснике кроз читаву екскурзију. Након претходног разговора о сврси екскурзије уз педагошку подршку, можете изабрати једну од прича које смо ми предложили или можете измислити своју. Међутим, ако се одлучите за наш, упућујемо вас на претходно поглавље као и на додатни материјал: Самостални излет – преглед (Прилог 2). Могао би ти олакшати посао. Поред прича, овде представљамо и предлоге задатака за децу и кључно питање на свакој станици на које треба да одговорите са својом децом.

Локална историја

Препоручујемо укључивање питања локалне историје (са становишта водоснабдевања пијаћом водом) као тематског увода за екскурзију, који ће, наравно, бити праћен другим областима тумачења. Ако немате информације о овој области, покушајте да контактирате представнике локалне самоуправе или старије запослене у вашој организацији. За основну оријентацију, наведимо да су први водоводи у мањим општинама (где претпостављамо да је вероватнији недостатак информација) почели да се граде између 1910. и 1930. године (у случају пограничних подручја), или 1960-их и 1970-их као део такозване Акције 3. ЕУ последњих деценија.

Основна школа: Са педагошке тачке гледишта, није прикладно укључити учеснике у екскурзију података; сасвим је довољна расправа о приближном времену изградње, односно фундаменталнијој конструкцији или технолошкој реконструкцији. Уместо датума, препоручујемо коришћење речи „пре КСКС година...“ и повезивање са генерацијама (нпр. „Водовод је код нас почео да се гради у време када су рођени ваши родитељи; дакле, ваши деда и бака још нису имали водовод и морали су сву воду да узимају из бунара“).

Боље је „умотати“ историју у причу, на пример: „...како је град растао, наши преци су морали да се изборе са недостатком воде и одлучили су да направе овај пречистач...“

Средња школа: Подаци слични онима код ученика основних школа. Могуће је указати на историјске, посебно локалне историјске догађаје са сличним датовањем самог водовода, ако је могуће повезати ово датовање са стањем водовода (материјал дистрибутивне мреже, евентуално технологија).

Радознали: Уколико би вас због даљег школовања или дубљег интересовања више занимало питање историје водовода на неком локалитету, препоручујемо да се обратите локалној хроници (данас се често дигитализује), или локалној државној окружној архиви, тачније фондovima појединих општина (пре 1945. године)⁹⁴ месног одбора¹⁵). Релевантне везе могу се наћи на крају ове методологије у поглављу о везама и другим образовним материјалима. Основни преглед историје водоснабдевања у већини региона садржан је у књизи Јарослав Јасек: Водоснабдевање у Чешкој, Моравској и Шлезији.

? **Питање:** А шта радиш/чистиш овде у чистачи...?

💡 **Одговор:**

Нажалост, у нашој пракси се редовно сусрећемо са чињеницом да лаичка јавност не познаје разлику, односно не препознаје постројења за пречишћавање пијаће воде и постројења за пречишћавање отпадних вода. Оваквим питањем стога је умесно скренути пажњу на дијаметралну разлику између ова два објекта, не само у погледу примарне намене, већ и технологије.

2.1 Кључна питања

- **Питање:** Да ли је вода за пиће нешто што се подразумева?
- **П:** Шта може да контаминира воду?
- **П:** Какву улогу игра поредак технологија и шта оне уклањају?
- **Питање:** Какав би био утицај на друштво да не постоји резервоар на мрежи?
- **Питање:** Да ли се третман воде може обавити без сталне контроле?
- **П:** Шта се дешава ако вода не испуњава границе?
- **Питање:** Свака производња има свој специфичан отпад - шта је отпад из водоснабдевања?
- **Питање:** Како уштедети воду?

Штедња воде код куће је одличан начин да се смање трошкови уз истовремено очување животне средине. Неколико савета за учеснике:

- Туширајте се уместо пуне купке
- Уверите се да имате двофазно испирање код куће (две различите количине воде)
- Користите машину за прање судова код куће уместо да перете судове (напуните је!)
- Купите уређаје који штеде енергију (узмите у обзир потрошњу воде приликом избора)
- Редовно проверавајте и поправљајте славине и тоалете због цурења

- Сакупите кишницу и користите је, на пример, за заливање, или је донесите кући за испирање тоалета
- Искључите воду док перете зубе
- Не дозволите да вода тече празна када перете судове
- Сазнајте више о воденом отиску и утицају нашег понашања

2.2 Квалитет воде

Цео процес технологије третмана воде заправо није ништа друго до уклањање нежељених супстанци из воде. Ако је вода зарђала или има јак мирис хлора, потрошач ће то одмах препознати и његово поверење у воду из чесме ће се смањити; а не помињемо ни законодавне аспекте – укратко, оператери морају да воде рачуна о квалитету воде која се испоручује.

? Питање: Које су основне карактеристике воде?

💡 Одговор:

пХ – можда први параметар који учесницима (средњошколци) падне на памет; де фацто то је киселост воде (тачно је негативан логаритам активности оксонидум јона). Вода за пиће може бити благо кисела до благо алкална, док специфична вредност зависи од својстава сирове воде и од неопходних промена у току технологије третмана (за сваки технолошки корак су потребни различити услови).

тврдоћа - овај термин је вероватно збуњујући - колико вода може бити тврда? Ипак је течност. Тврдоћа воде није ништа друго до садржај калцијума и магнезијума у води. Ово је тема о којој се широко расправља у лаичкој јавности и два интереса долазе у сукоб. Тврђа вода (односно она са високим садржајем калцијума и магнезијума) је укуснија и снабдева организам важним елементима. С друге стране, такве наслаге воде се камене у котлићима, машинама за прање веша и бојлерима и тако стварају проблеме у овим апаратима.

мирис - мирис деградира воду, чак и ако је иначе погодна за пиће; то је такође вероватно прва ствар коју ће потрошач препознати. У пракси се најчешће може срести са мирисом хлора (при пХ 7 гранична вредност је 0,156 мг/л), који је најчешће узрокован већим дозама хипохлорита у случају лошијег квалитета сирове воде или приликом дезинфекције цеви након квара. Сваки потрошач другачије перципира мирис, као и укус (види доле).

укус – као и мирис, укус је параметар који сваки потрошач узима као референтну вредност за квалитет воде, чак и ако је, на пример, вода у складу са прописом упркос лошијем укусу. У пракси се углавном може сусрести са укусом гвожђа, који, међутим, можда није узрокован некавалитетним третманом, већ некавалитетним ожичењем у кући, чему оператер пречистача не може ништа. На укус воде највише утиче концентрација калцијума и магнезијума (де фацто, тј. тврдоћа), могуће и пХ.

замућеност – говори нам о количини нерастворених материја у води.

проводљивост – даје нам информацију о садржају јона у води (што више јона, то је већа проводљивост). Сам по себи, међутим, не даје информације о томе да ли је вода за пиће. Вода са високим садржајем јона (минерална) није погодна за дуготрајно пиће.

? Питање: Шта значи да је вода за пиће?

💡 Одговор:

Вероватно прва ствар која пада на памет ученицима је да је вода безбојна/провидна. Међутим, боја је посебан параметар и не говори нам ништа о садржају, на пример, нитрата или пестицидних материја, односно супстанци невидљивих на први поглед.

Европско законодавство тренутно не познаје појам воде за пиће – замењен је појмом „вода намењена за људску исхрану“ и дефинише се као „вода која је нешкодљива по здравље, која не изазива обољење или здравствене поремећаје чак ни када се трајно конзумира услед присуства микроорганизама или супстанци које акутним, хроничним или касним деловањем утичу на здравље физичких лица и њихових потомака, а чије потребе не спречавају сензорне или касне последице њене употребе и употребе за потребе употребе за потребе сензорних својстава и квалитета. физичка лица“.

За радознале: Ограничења за воду за пиће су дефинисана Уредбом бр. 252/2004 Зб. „Уредба о утврђивању хигијенских услова за воду за пиће и топлу воду и учесталости и обима контроле воде за пиће“, која је током свог постојања (до 2026. године) претрпела осам измена (пре свега додавање осталих параметара). Међутим, радиолошки параметри су дефинисани Уредбом бр. 422/2016 Зб. „Уредба о заштити од зрачења и безбедности извора радионуклида“.

Ово законодавство разликује (између осталог) три границе - тзв. ДХ, МХ и НМХ. Препоручене вредности (ДХ) су, на пример, за тврдоћу воде, док њихово испуњавање није обавезно. Граничне вредности (МХ) означавају границе чије прекорачење се мора решити, али не представљају акутни здравствени ризик (на пример, манган или гвожђе); трећи тип је највиша гранична вредност (НМХ), када се прекорачи, вода се аутоматски означава као непогодна за потрошњу и мора се одмах решити предузимањем корективних мера.

Сваки купац има право да зна какав је квалитет воде коју троши. Уколико снабдевач водом то не објави на сајту, купац може да га контактира и снабдевач је дужан да достави податке. На исти начин, купац има право на увид у део тзв. документа о процени ризика и управљању, где се могу видети сви ризици датог водоснабдевања (без обзира на квалитет или количину испоручене воде).

? Питање: Шта значи да је вода за бебе?**💡 Одговор:**

Из сопственог искуства, морамо рећи да је врло чест аргумент становника неповерљивих према води из чесме да им је вода из бунара инфантилна. Овај термин се углавном ширио маркетингом компанија које продају флаширану воду. За ову врсту воде важе и друга ограничења, углавном у параметрима нитрата, нитрита, проводљивости (практично садржаја растворених супстанци) и натријума, али углавном бунарска вода заиста не испуњава ове услове, чак и ако људи тако мисле.

? Питање: Колико често се мора анализирати вода за пиће?

💡 Одговор:

Овде је немогуће унапред рећи шта ће бити савети учесника екскурзије. Учесталост узорковања је одређена уредбом и креће се од једног узорка годишње за мале пречистаче до неколико узорака месечно за већа (учесталост узорковања на свом водоводу сазнајте пре екскурзије и унесите је у табелу у прилогу ове методологије). Поред ових законских анализа (које се пријављују хигијенским станицама), већина операција има и такозване оперативне анализе које се спроводе за специфичне параметре од интереса (обично хлор, пХ, манган или гвожђе). Ако се учесницима чини да је ова учесталост ниска, покушајте да поставите додатно питање о томе колико често раде анализе из сопственог бунара код куће.

2.3 Извор сирове воде

Основа снабдевања водом за пиће је, наравно, извор сирове воде, док сирова вода може бити површинска (водоток/акумулација) или подземна вода (дубока или плитка циркулација).

За екскурзију припремите основне податке о квалитету воде у односу на воду за пиће – односно да вода има, на пример, превелике количине гвожђа, мангана или никла, или је незадовољавајући квалитет у погледу микробиолошких параметара. На тај начин ћете заправо оправдати постојање целокупног третмана воде, а учесници екскурзије моћи ће боље да замисле зашто су поједини кораци укључени у технологију.

Знамо да је у многим случајевима извор сирове воде на знатној удаљености од постројења за пречишћавање воде и да нема времена за обилазак извора у оквиру екскурзије. У том случају препоручујемо штампање неколико фотографија ресурса довољног квалитета и величине како би учесници могли да виде и овај технолошки део. Али да је могуће, свакако би било боље да га посетите са децом.

СШ: Можете указати на архитектонску димензију извора (првенствено у случају подземних извора) – у пограничним подручјима наићи ћете на изворе с почетка прошлог века од цигле, који садрже интегрисане технолошке уређаје попут вентилационих каскада, док ће унутрашњи бетонски прстенови из 1970-их, често грађени као део Акције 3, бити вероватније.

Не заборавите да поменете да постоји строга забрана уласка људи у близини извора воде, наравно забрана бацања смећа и неовлашћеног руковања самим изворима. Тиме се не угрожава само здравље самог човека, већ и свих потрошача дате водоводне мреже. Више о теми зоне заштите водног добра можете пронаћи у пратећим материјалима пројекта.

СШ: Повишен извор сирове воде усред њиве није право место за вечерњу конзумацију алкохолних пића са пријатељима, као што смо могли да сведочимо у једном неименованом селу у региону Плзена, а процеп у бетонским прстеновима свакако не служи као канта за отпатке.

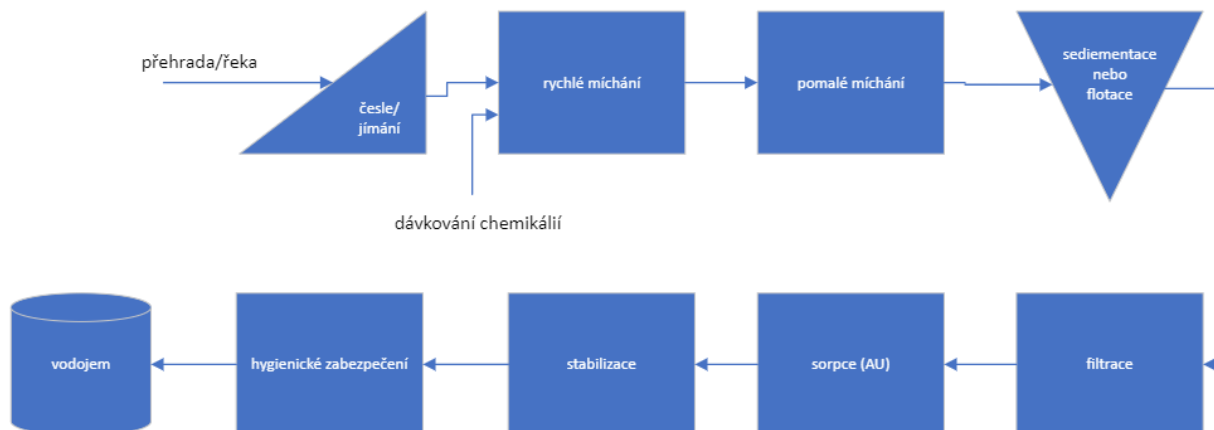
На крају овог поста умесно је истаћи удаљеност изворишта од пречистача, материјал цевног прикључка (разлози истицања материјала наведени су у овој методологији у поглављу о дистрибутивној водоводној мрежи) и начин транспорта (гравитациони / потисни вод).

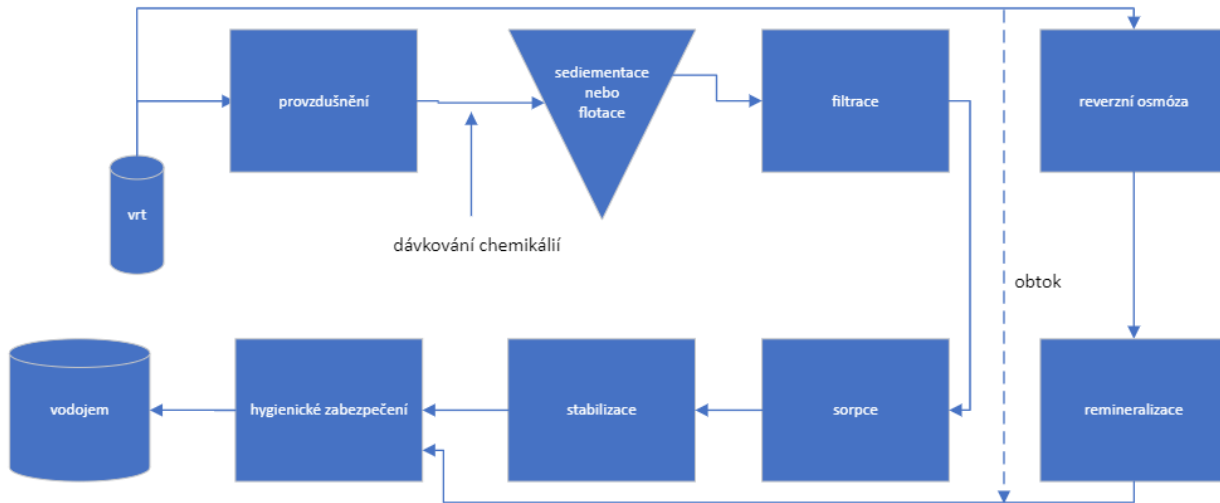
2.4 Опис технологије

Као што квалитет извора сирове воде варира, мора се разликовати и технологија која се користи. Не постоји једна универзална шема технологије коју бисмо могли да представимо овде, и зато смо одлучили да се више фокусирамо на типове технологије и од њих креирамо неку врсту модула из којих можете саставити информације за своју сопствену радњу модификација.

Генерално, међутим, може се рећи да је подземна вода знатно бољег квалитета од површинског извора и да третман обично има, ако уопште има, највише 2 степена сепарације. Поред тога, постоје одређене карактеристике за подземне воде. У поређењу са површинским водама, подземне воде су веома хемијски стабилан извор (у погледу садржаја материје и физичких својстава воде). Један од типичних је садржај угљен-диоксида, чије подземне воде имају знатно већу количину од површинских. Други гас који се обично раствара у подземним водама је радон или сулфан. Гасови се могу уклонити помоћу технологије која се зове аерација. Од метала уобичајен је већи садржај гвожђа и мангана. За разлику од мангана, гвожђе се лакше оксидира, када је део већ оксидован при самом аерацији. Преостали део се обично уклања у првој фази сепарације, која је обично отворена или филтери под притиском, а пуњење филтера може да варира у зависности од постројења за пречишћавање. Оксидационо средство је, на пример, натријум хипохлорит, а затим следи други процес одвајања где је пожељно да се ослободи мангана. За то се користи јачи оксидант калијум перманганат. Песак импрегниран манган оксидом (бурел) такође може помоћи у уклањању. Није неуобичајено наићи на, на пример, повећану количину никла, којој су за уклањање потребне знатно веће pH вредности. Околина тла и низак pH воде ће изазвати испирање стена, што такође резултира већим садржајем минерала у води. Ово има тенденцију да буде позитивно, али превише минерализована вода је такође непожељна. Поред тога, друге супстанце као што је арсен могу се излужити. Све је под утицајем стенске средине.

а) Пример технолошке линије – дијаграм и пример могуће екскурзије (површински/подземни)





Сирова вода врло често садржи материје које су штетне са становишта здравља, које су непогодне за дуготрајну употребу, или су штетне за техничку опрему (машине за прање судова, машине за прање веша, цеви и сл.). Чак и иначе безопасне супстанце које се чулно манифестују (боја, укус, мирис) могу бити неприхватљиве за потрошача и такође морају бити уклоњене. Овде можете питати посетиоце да ли их нападају неке непожељне супстанце или зашто су неприкладне за конзумирање - информације о одређеним супстанцама и њиховим негативним ефектима могу се наћи неколико пододељака ниже.

Можемо користити различите стратегије за уклањање супстанци које су непожељне у води:

- **Седиментација** (за чврсте материје које се добро таложу са великом густином - нпр. песак)
- **Филтрација** (за нерастворене супстанце претварамо растворене супстанце у нерастворене супстанце, које се затим могу уклонити филтрацијом; материјал за филтер је углавном силицијумски водопривредни песак)
- **Одзрачивање** (за гасове - на пример угљен-диоксид или радон)
- Ако не можемо да користимо претварање растворених супстанци у нерастворене супстанце, можемо користити јонску измену (јонски измењивачи) или сорпцију (на пример, активни угаљ).
- Могу се користити и биохемијске трансформације супстанци уз помоћ бактерија, што се данас ретко користи, јер су доступне поузданије технологије. У прошлости је ово био релативно уобичајен метод пречишћавања воде, такозвани спори филтери. Тренутно, међутим, ова технологија поново почиње да се развија у иностранству, али у потпуно другачијем технолошком аранжману.
- **Хигијенска заштита** (за микроорганизме; обично употреба натријум хипохлорита, тј. САВА; алтернативно, међутим, могу се користити озон, УВ лампа, хлор диоксид итд.)



Можете се забавити са децом о томе које супстанце се лако уклањају, а које нам, с друге стране, праве пакао. Укључите их у проблеме са којима се суочава сваки оператер постројења за пречишћавање. Шта мисле учесници – да ли је технолошки лакше уклонити растворену или нерастворену супстанцу из воде? Жалите се на то каква су чудовишта микроорганизми и како се умножавају у нашој води изнова и изнова када им дамо простор за то. Али не заборавите да поменете да су многи микроорганизми потпуно безопасни и природни. Нажалост, међу добрима има и штетних патогена.

Као што је већ поменуто у уводу ове методологије, због великог броја могућих технолошких решења појединачних пречистача, ова фаза се решава на такозвани модуларни начин. У следећем поглављу ћете наћи описе за појединачне технолошке фазе, које комбинујете да опишете ваше постројење за пречишћавање воде. Појединачни модули су међусобно независни. Током екскурзије важно је нагласити шта се дешава у којој фази, зашто и којим редоследом су кораци (на пример, перманганат се овде дозира да оксидише растворене супстанце које се затим одвајају на филтеру).

? Питање: Колико времена је потребно да се вода пречисти?

💡 Одговор:

Овде, по угледу на Станда Пекарка, нудимо да на питање одговоримо контрапитањем – о којој количини воде је реч? Општи одговор на ово питање је веома индивидуалан у зависности од ваше технологије (на пример, да ли сте укључили спорије јединице типа седиментације), па припремите одговор на такво питање појединачно на основу ваше технологије.

? Питање: Шта је са микропластиком?

💡 Одговор:

О питању микропластике не само у животној средини, већ и у води за пиће се много говорило пре неколико година, јер она у воду доспева практично са свиме – од флаширане воде и шампона, до прања јакни и брисања површина. Нажалост, технологије које би могле у потпуности да спрече улазак микропластике у воду за пиће још увек нису широко распрострањене; тренутна технологија може уклонити само делић.

? Питање: Шта је са хормонима / пестицидима / лековима / другим биоактивним молекулима? вода?

💡 Одговор:

Као и микропластика, у води су присутни и биоактивни молекули – уз помоћ анализе отпадних вода из градова могу се добити информације, на пример, о броју корисника хормонске контрацепције, о броју корисника овог или оног лека, оболелих од корона вируса и сл. У већини случајева, ови молекули се не уклањају у постројењу за пречишћавање отпадних вода и тако настављају не само у животну средину, већ и у воду за пиће. У последње време, међутим, технолошки додаци (обично УВ лампе у комбинацији са напредним методама оксидације (тзв. АОП) са филтерима са активним угљем) почињу да се инсталирају на већим постројењима за пречишћавање воде, који такође уклањају ове нежељене супстанце из воде.

? Питање: Чуо сам да се флуор сипа у воду. Да ли је то истина?

💡 Одговор:

Је, или је била истина. Током друге половине 20. века у воду су додавана једињења флуора (на пример, криолит; тзв. флуоризација воде) како би се потрошачи снабдевали довољном дозом флуора – флуор је суштински део, на пример, зубне глеђи. Деведесетих година, међутим, ова пракса је напуштена углавном из економских разлога. Данас се поново уводи флуоризација воде, на пример, у Великој Британији.

2.5 Водоводна мрежа

Сам цевовод у малом селу може да достигне неколико километара; укупна дужина мрежа у Чешкој је 2022. године била 82.034 километра (отприлике петина удаљености између Земље и Месеца).

Средња школа: Такозвана цевна мрежа може се прикључити на крак, струјни или комбиновани начин (последња два начина имају предност у томе што се једним кваром не искључује, на пример, цео округ из снабдевања, јер га је могуће снабдевати из другог правца). Такође можемо разликовати системе водоснабдевања према величини снабдеване територије на локалне (снабдева само једну општину), групне (неколико општина или можда урбана агломерација) и регионалне (садржи не само системе за водоснабдевање, већ и неколико постројења за пречишћавање воде, која могу помоћи једни другима, на пример, у случају искључења или квара).

Материјал водоводне мреже има суштински утицај на начин њеног рада иу екстремним случајевима може утицати не само на губитке воде у мрежи услед цурења, већ и на квалитет. У зависности од времена изградње, можемо наићи на следеће материјале: ливено гвожђе, челик (укључујући делове од нерђајућег челика и поцинковане), пластику (обично ПВХ - поливинил хлорид, ПП - полипропилен, фиберглас, ХДПЕ - полиетилен), армирани бетон, бакар, месинг (првенствено остале ситне спојнице, бетон и стакло), олово и стакло. три материјала се замењују што је више могуће због здравствених или техничких ризика).

СШ: Зашто је азбест проблем не само у водопривреди, већ и, на пример, у грађевинарству приликом реконструкције старијих објеката? Азбест су влакнасти силикати који су коришћени, између осталог, због своје незапаљиве природе. Међутим, када се структура поквари (на пример током поправки и рушења), мала влакна продиру у плућа, где доводе до ожиљака алвеола и могућег развоја канцера.

СШ: Још један занимљив материјал који се може срести (мада веома ретко) је стаклобетон. Овај материјал је коришћен после Другог светског рата, када је дошло до несташице гвожђа за сектор вода; напротив, стакла је било доста, нарочито у пограничним областима. То су стаклене цеви које су уграђене у бетон.

Време које вода проведе у цевима свакако није занемарљиво и може достићи и до више јединица дана (екстреми су до 14 дана). На ово је потребно обратити пажњу приликом постављања дозе дезинфекционог средства (најчешће хлора); стога, домови у близини постројења за пречишћавање/судопера могу осетити много више хлора од најудаљенијих сабирних места. Питање дезинфекције и опште хигијенске заштите воде у дистрибутивној мрежи (најчешће хипохлоритом) је део поглавља посвећеног појединим технолошким целинама система пречистача.

Да би вода текла након отварања славине, потребно је створити притисак у цеви (што се, уосталом, може видети, на пример, у филмовима, када настане гејзир воде када пукне цев, или када се цево споји на хидрант). Ово се може реализовати или аутоматским потисним станицама на мрежи, или постављањем

резервоара на високо место у близини (или на торњу) тако да притисак буде довољан на свим тачкама мреже (тзв. зона притиска). Да ли сте се икада запитали како се небодери снабдевају водом?

ЗШ: *Нема смисла објашњавати све ставке. Важно је напоменути да је потребно платити и узимање воде из природе, што они често не схватају. Такође наведите ставке као што су струја, плате запослених, хемикалије и поправка имовине.*

Средња школа: *Овде се може ширити дискусија, на пример питање колико кошта м³ воде (или то може бити домаћи задатак, или нагађањем можете сазнати степен оријентисаности ученика на финансијску писменост), колики су месечни трошкови воде и упоредити их са трошковима струје, телефона, Нетфлик-а, које можете погледати у табели или не користите (можете погледати табелу испод); истовремено упоредити трошкове воде из чесме и флаширане воде (види прво поглавље овог документа).*

Радознали: *Веома је тешко, због сталних промена цена (и инфлације са којом се земља бори у време писања овог документа), написати упоредну табелу цена воде и других услуга или бенефиција. С друге стране, није неопходно имати апсолутно тачно поређење, већ само неку врсту водича; следећа табела стога упоређује појединачне месечне трошкове коришћењем вишеструких, где је 1 = месечно плаћање воде (коришћена просечна потрошња у Чешкој од 89,4 Л/особа/дан, тј. 2,7 м³/особа/месечно са просечном ценом у Чешкој од 100 ЦЗК/м³):*

2.5.1 Водомери

Наравно, водомери су неопходни за прикључке на воду. Оцењујемо да је веома корисно ако у оквиру екскурзије објасните и илуструјете чак и тако уобичајен уређај као што је водомер, или чак поменете методе даљинског читавања. Учесници екскурзије вероватно ће га видети први пут у животу. Овде се предлаже да се напомене како треба водити рачуна о водомеру код куће (нарочито зими).

СШ: *Тренутно у пробним операцијама постоје водомери који аутоматски пријављују вредности систему оперативне компаније (на пример) једном на сат, па је тако могуће боље организовати производњу (увиду машинског учења на дигиталном близанцу) или детектовати цурење и тако уштедети новац и природне ресурсе.*

Нешто што лаичкој јавности није добро познато је губитак воде током цевоводног транспорта – у Чешкој ови губици су у просеку 15% (односно 1 литар од око 6 литара пречишћене воде отиче у земљу непознато), док у неким екстремима (у иностранству) ова вредност може достићи и до 80%. Светски просек је око 40%. Новина која може помоћи у откривању губитака воде су водомери са акустичним мерењем буке. Пукотина у цеви ће изазвати одређену буку, што олакшава проналажење.

Губици воде испод 5% могу се сматрати изузетно малим и њихово даље смањење је веома тешко. Овде улазимо у област непрецизности у мерењу

протока и количине воде. Истовремено, губицима воде на нивоу нижих процентуалних јединица доприносе и врло мала цурења или цурења на спојевима цеви и фитинга, која је практично немогуће измерити и лоцирати.

3 Опис технологија

Основне информације о технологијама – чињенице и занимљивости које ће сачињавати ваш сопствени излет.

Као што је већ неколико пута горе написано, следећи део методологије је модуларан и појединачни делови се не прате један за другим; молимо вас да изаберете технолошке целине које су вам релевантне и од њих саставите сопствени програм екскурзије. Иако смо покушали да укључимо све уобичајене технологије у чешким земљама, могуће је да смо неке пропустили. У том случају, замолите технолога/професионалног представника да направи опис сличан описима овде.

СШ: Оно што се у Чешкој тренутно почиње потенцирати у вези са технологијама и безбедношћу процеса водоснабдевања јесте сајбер безбедност. Већ је било неколико терористичких аката (у иностранству) где су, на пример, промењене дозе хемикалија или је обустављено снабдевање водом мреже због хакерског напада. Иако се чини као мала ствар, повећање pH воде на 11 имплицира каустична оштећења дигестивног система.

Радознали: Да бисте повећали пажњу, можете проћи кроз страницу Википедије под насловом Тероризам усмерен на инфраструктуру за снабдевање пијаћом водом, са које можете изабрати неке случајеве (или на енглеској верзији исте странице) и поменути их у одговарајућем тренутку у свом тумачењу. Такозване истините злочиначке приче су популарне и популарне међу данашњом омладином и сигурно ће вам донети плус поене.

3.1 Длијето

Важност

Заштита од уласка прљавштине, механичких оштећења пумпне опреме и зачепљења цевовода

Принцип

Механичка баријера која хвата материјал на својој површини

Ухваћени материјал

Груба и фина прљавштина (у зависности од удаљености између појединачних чешљева) нпр. гране, шишарке, лишће, рибе, жабе

Део пријемног објекта за површинске воде (овај технолошки корак није потребан за подземне воде, јер природа извора не претпоставља присуство тако великих делова). Опрема мора бити прилагођена за лако чишћење. У малим прерађивачким погонима ово чишћење се врши ручно крпом. У већим операцијама, чешљеви имају континуирано механичко брисање.

ЗШ: Деца могу да замисле чешаљ као решетку или чешаљ. Као и чешљеви, чешљеви могу бити фини, са великом густином зубаца (чешљеви врло близу један другом), средњи и груби, који имају зупце далеко један од другог. Саставите са децом оно што можемо да плутамо на чешљу (примери су наведени у снимљеном материјалу изнад). Деца ће без сумње бити креативна. Механички чешљеви се могу приближити покретним степеницама, које одводе прљавштину нагоре док прљавштина не заврши у контејнеру. Пошто сирова вода није ни приближно тако прљава, отпад из саћа се обично извози само неколико пута годишње.

Затим питајте зашто мисле да су чешљеви уопште потребни у постројењу за пречишћавање (заштита од зачепљења, оштећења важне опреме)

Средња школа: За средњошколце, можете се бавити техничким питањима, као што је растојање између чешљева (и размака између њих) итд.

Радознало: У једном постројењу за пречишћавање воде у Западној Чешкој постоји технолошка фаза „Фисх Цатцхер“, где се може чинити да има исти разлог за укључивање као и чешљеви. Али истина је да се хватач рибе налази иза пумпног система, а исецкани остацци рибе не би имали шта да ухвате у резервоару за ломљење (како звучи исправно име).

3.2 Аерација

| | |
|----------------------------|--|
| Важност | Одзрачивање гасова (нпр. радон, сулфан, слободни ЦО ₂ ,...) Механичко уклањање угљен-диоксида - декисељавање воде, чиме се смањује корозивно дејство воде Обогаћивање воде кисеоником - реакција оксидације (уклањање гвожђа) |
| Принцип | Мешање воде са ваздухом. Повећање површине интерфејса вода-ваздух ће интензивирати размену гаса између воде и ваздуха. |
| Захваћени материјал | Гасовите нежељене материје (пролази у ваздух и даље у атмосферу), оксидоване материје (углавном гвожђе – даље се одваја у нераствореном облику) |

Раније су (историјски) коришћене каскаде, када се формира од неколико прелива. Енергија добијена преливањем помаже мешању воде са ваздухом, чиме се вода обогаћује кисеоником. Друга техничка решења су аератори Бубла и Фука, који су хоризонтални или вертикални стубови у које се ваздух удубава помоћу вентилатора.

Пре свега, подземне воде су богате манганом и гвожђем, садрже веће концентрације угљен-диоксида и ниже концентрације раствореног кисеоника у односу на површинске воде. У неким областима Чешке постоје и веће концентрације радона, у вези са геолошким подземљем. Из ових разлога, процес аерације је посебно важан за пречишћавање подземних вода (иако се среће и у неким постројењима за пречишћавање површинских вода, где се не користи због уклањања радона).

ЗШ: Дефинитивно нема потребе да улазимо у велике техничке детаље; сасвим довољан опис је да се, захваљујући удубавању ваздуха у воду, гасови који се налазе у води испуштају.

СШ: Ако радон вентилирамо, као занимљиву тачку можемо навести његово релативно кратко време полураспада, око 3,6 дана, а као метод уклањања може се користити и дуга акумулација воде, где радон природно пропада. Међутим, тиме се не ослобађа радиоактивности као такве, јер се радон даље распада на нестабилне изотопе полонијума и олова (тзв. серија трансформације уранијум-радијум).

Занимљиво: Можемо се позвати на Хенријев закон (погледати једначину испод) и рећи да различити гасови имају различиту спремност да се преносе између воде и ваздуха. На пример, радон је веома добро проветрен. У случају угљен-диоксида, то зависи од укупног састава воде.

$$p_1 = K_1 \cdot x_1$$

У горе описаној једначини, p је притисак паре растворене супстанце изнад раствора, x је молски удео растворене супстанце у раствору, а K је Хенријева константа која обавља функцију константе пропорционалности.

Занимљиво је да испуштање тако испуштеног радона у атмосферу не подлеже никаквим дозволама државних органа (у овом случају Државног завода за нуклеарну безбедност), јер се то природно дешава.

3.3 Седиментација

| | |
|---------------------------|---|
| Важност | уклањање нечистоћа које се таложу |
| Принцип | теже суспендоване материје падају на дно резервоара услед гравитације |
| Ухваћени материјал | уклањање значајног удела нерастворљивих материја |

Принцип већине метода уклањања уобичајених загађивача из воде је њихово претварање у нерастворени облик и његово накнадно одвајање. Овај корак раздвајања је обично филтрација. Међутим, филтрација је захтевна за површину уређаја, филтер треба прати и пратити. Давање приоритета седиментацији пре филтрације може значајно смањити трошкове филтрације, па чак и величину филтера; са друге стране, значајно повећава време потребно да вода прође кроз технологију третмана.

У раду постројења за пречишћавање седиментацији претходи коагулација, формиране пахуљице се потом таложу. Како се формирају пахуљице различитих величина, оне се таложу на дно различитом брзином. Технологија често не обезбеђује време или дужину посуде за таложење свих таложних супстанци, па је седиментација увек праћена филтрацијом, захваљујући којој се могу уклонити и мање пахуљице.

Седиментација се делимично користи и за таложење нерастворених материја у отпадним водама из процеса пречишћавања воде у тзв. управљању муљем (погледајте једно од других потпоглавља у овом документу), или у процесу пречишћавања отпадних вода (погледајте остале документе креиране у оквиру овог пројекта).

ЗШ: Сiroва вода садржи доста нерастворених материја, које смо у стању да уклонимо са или без претходне употребе хемикалија, а само уз помоћ времена и смирености. Гравитација ради поуздано и бесплатно. Честице прљавштине полако падају према дну, где се таложу. Вода ослобођена нечистоћа тада се прелива са врха резервоара и наставља на следећи ниво третмана, обично филтрацију.

СШ: Услед дејства поља сила, као резултат различите густине и величине честица, честице тону на дно. Веће честице брже тону на дно. Веома важан фактор је да се вода што више смири пре него што уђе у резервоар.

Занимљиво: Ефикасност седиментације треба да буде око 80-90% да би се фаза одвајања седиментације прогласила функционалном. На пример, зидови бушотина, додатне преграде (тзв. ламелна седиментација) или додаток кречног млека (суспензија калцијум хидроксида) могу се користити за побољшање ефикасности, што повлачи нерастворене честице надолу.

3.4 Флотација

| | |
|---------------------------|---|
| Важност | одвајање суспендованих честица и биолошки опоравак |
| Принцип | мехурићи раствореног ваздуха преносе загађење на површину |
| Ухваћени материјал | хидробиолошко загађење, секундарно и друге материје |

Флотација је још један корак одвајања у третману воде, који у великој већини случајева претходи филтрацији и који служи за одвајање суспендованих или флокулантних честица или организама из течности (тј. третиране воде за пиће) коришћењем ваздушних мехурића. Према начину стварања мехурића флотацију можемо поделити на електролитичку, механичку или потисну, док се у чешком басену сусрећемо само са последњом варијантом.

Принцип методе је да се честице (на пример, настале коагулацијом) комбинују са издуваним мехурићима ваздуха, који су као резултат лакши од воде и подижу се нагоре. Тиме се на површини ствара слој муља који се убацује у отпад, а вода се одводи са дна резервоара за даље технолошке кораке (углавном филтрацију) – односно супротно од таложења.

Важно је напоменути да сама флотација ради само на нераствореним супстанцама, али не и на раствореним супстанцама - у том случају мора претходити коагулација, када се формирају љуспице, које се затим изводе и уклањају. Дакле, коагулацији практично увек претходи флотација.

Флотација као таква није веома распрострањена технологија у Чешкој и углавном се користи у великим прерађивачким погонима, где се претпоставља да ће вам технолог помоћи око хемијског и техничког описа; стога су на овој страници дате само поједностављене основне информације.

ЗШ: *Формиране пахуљице са закаченим нечистоћама, евентуално цијанобактеријама, алгама и другим биолошким компонентама воде, уз помоћ много милиона ваздушних мехурића износе се на површину, где се сакупљају као отпад. Вода за даљи третман се затим сакупља на дну. Многи мехурићи воде из даљине изгледају као млечне боје.*

СШ: *Компримовани ваздух се раствара у води према Хенријевом закону (погледајте технолошки лист о аерацији). Када је вода засићена у затвореној запремини, формирају се многи микромехурићи величине 30 и 100 микрометара, који се затим испуштају у флотациони простор, који затим износи нерастворене супстанце на површину.*

Флотација као таква се не користи само у третману воде за пиће, већ и, на пример, у третману отпадних вода или у третману руда, где ради на истом принципу.

Радознали: *У литератури можете наићи на скраћеницу ДАФ, која долази од енглеског раствореног ваздуха флотација, што означава флотацију под притиском. У чешким условима коришћен је за третман воде за пиће тек почетком 21. века (2005. године).*

Уместо раствореног кисеоника, ова технологија такође може да користи нафту (историјски метод, данас се више не користи) или озон (веома мало распрострањен, пре теоретска могућност).

3.5 Појашњење / коагулација / флокулација

| | |
|---------------------------|---|
| Важност | убрзање уклањања финих суспендованих и колоидних супстанци (обично тешко таложених) |
| Принцип | фине честице се претварају у веће кластере формиране веће честице брже се таложу везивно средство - коагулант и флокулант |
| Ухваћени материјал | колоидне супстанце, микроорганизми |

Ово је важан технолошки процес који се првенствено користи за пречишћавање површинских вода, где се, уз накнадну филтрацију, уклањају растворене (обично високомолекуларне органске супстанце, као што су хумусне) и колоидне материје, које се не могу саме уклонити таложењем или флотацијом. Рашчишћавање је захтеван процес за управљање и пројектовање, јер на њега утичу многи параметри како третиране воде (pH, температура) тако и технолошких параметара (брзина мешања, облик мешалице, доза средства за коагулацију).

Коришћењем позитивно наелектрисаних честица метала гвожђа или алуминијума (обично сулфата или хлорида у облику хидрата), формирају се веће групе такозваних пахуљица које се потом могу уклонити таложењем, флотацијом или филтрацијом. Позитивне честице тада привлаче нечистоће попут магнета.

ЗШ: У воду додајемо реагенс који узрокује да супстанце које не желимо у води почну да се таложу и акумулирају у облику пахуљица. Добијене пахуљице, које су знатно веће од самих нечистоћа, могу се затим лако уклонити филтрирањем и таложењем. Савет за демонстрацију: Можемо показати ове пахуљице и упоредити воду пре и после коагулације.

СС: Коагулација, или бистрење, је важан процес који може претворити растворене супстанце у води у нерастворене. Додатак агенса узрокује да иначе стабилне растворене супстанце, као што су хумини, почну да се згрудавају и формирају талог са коагулантом. Процес захтева употребу одговарајућег реагенса, подешавање тачне дозе реагенса и исправне услове, као што је pH посебно. Ове ствари се не могу поуздано осмислити „са стола” и пре било какве веће промене морају се у лабораторији урадити такозвана испитивања коагулације стакла.

Занимљиво: Колоидне супстанце се стабилизују у води електричним набојем на њиховој површини. Додавање реагенса мења наелектрисање и на тај начин их дестабилизује и омогућава им да се згрудавају (као магнети).

Хуминске супстанце - хуминске супстанце или друге супстанце природног порекла се често уклањају коагулацијом. Они сами по себи нису штетни по људско здравље, али изазивају сензорне проблеме, посебно смеђу боју. Други разлог за њихово уклањање је обезбеђивање дугорочне стабилности воде, када би ове супстанце могле да послуже као супстрат за раст

бактерија. Други разлог је њихова могућа реакција са хлором који се користи за обезбеђивање хигијенске воде. Могу се произвести потенцијално опасне хлорисане супстанце (тзв. нуспроизводи дезинфекције, на пример хлороформ).

У пракси се могу срести појмови флокулација, коагулација и бистрење, који се појмови често (нетачно) мешају. Коагулација је формирање кластера честица (могла би се описати и као дестабилизација), флокулација (такође агрегација) је формирање видљивих пахуљица из ових кластера; бистрење је онда генерално мешање без даљег праћења формирања пахуљица. Коагулација, за разлику од флокулације, није реверзибилна.

3.6 Филтрација

Важност**Принцип****Ухваћени материјал**

кључни корак у уклањању суспендованих чврстих материја у води
хватање великих честица (оксидованих, флокулисаних) на честицама
песка
оксидоване растворене супстанце, коагулиране честице
(на пример, колоидне супстанце, микроорганизми, хидратисани оксиди
гвожђа и мангана, честице глине)

Филтер је вероватно најтрадиционалнија технологија која се користи у третману воде и вероватно га можете пронаћи у сваком постројењу за пречишћавање у Чешкој Републици. Постоји неколико врста филтера у зависности од пуњења. Разни филтери од тканине или једра који хватају материјал на својој површини (као што средњошколци могу знати из, на пример, хемијских лабораторијских вежби), не користе се много у индустрији воде и већа је вероватноћа да ће се користити у другим областима, или у кућним базенима, на пример. У индустрији воде је широко распрострањена филтрација кроз слој зрнастог материјала, када се материјал ухвати у запремини пуњења филтера; обично је то песак или хемијски модификован песак који има различите модификоване слојеве на себи.

На први поглед такође можете видети разлику између филтера под притиском и отвореног филтера. Одговарајући тип се бира углавном с обзиром на преосталу технологију и захтеве простора - потисне пумпе су знатно мање од отворених, али троше и електричну енергију пумпи.

У принципу, то је иста филтрација коју деца вероватно замишљају: честице су вођене слојем зрнастог материјала у који су заробљене. Како се филтер постепено зачепљује, пад притиска се повећава и мање воде пролази кроз њега, или је потребно повећати притисак да би се одржао проток (по цену веће потрошње енергије и истовремено већег оптерећења технологије). Када је губитак притиска превисок или суспендована суспензија почне да продире у филтер, потребно га је опрати. Прање користи обрнути проток воде кроз филтер и повећање протока да изазове проширење кертриџа (картриџ је „напухан“). Прање се често појачава компримованим ваздухом, што олакшава ослобађање заробљеног материјала из филтера.

Материјал за филтер може бити песак са величином зрна од цца. 0,6 до 1,8 мм (постоје различите величине зрна са различитим распонима). Или други материјали, као што је антрацит, или индустријски произведени филтерски материјали са посебним својствима. Посебан облик филтера је такозвани филтер за одкисељавање. Међутим, његова сврха није филтрација, већ подешавање равнотеже карбоната, па ће стога бити описана у другом поглављу.

Савет водича: Припремите филтер уложак у чаши или другом контејнеру и пошаљите га деци на додир (неке технолошке компаније директно нуде ове комплете узорака као промотивне артикле). Оваква илустративна демонстрација ће обновити пажњу учесника екскурзије.

3.7 Јонски измењивачи

Важност**Принцип****Ухваћени материјал**

Уклањање нежељених катјона или ањона из воде високомолекуларне супстанце (јонекс) које садрже функционалне групе способне да захвате јон са супротним наелектрисањем растворене супстанце у јонизованом стању (позитивно или негативно наелектрисање)

Третман воде са јонском изменом је веома ефикасан. Јонекси, или јонски измењивачи, првенствено циљају на неорганско загађење воде, али ако органске супстанце носе набој, оне такође могу бити заробљене. Јонекси се обично налазе у облику малих куглица. Генерално, то су високомолекуларне супстанце које носе функционалне групе у својој структури. Ове групе имају одређени набој, који одређује коју групу супстанци ће привући. Разликујемо два типа јонекса, негативни и позитивни. Људима се често збуне имена, али као и електроде, ионекс се увек назива према врсти наелектрисања које привлаче – катекс размењује катјоне, а анекс ањоне. Читав низ природних и синтетичких супстанци има способност размене јона. Зеолити спадају у најпознатије јоноизмењиваче природног порекла. Данас се, међутим, најчешће користе супстанце синтетичког порекла, углавном на бази полимера.

Аналогно сорпцији на гранулираном угљу, на јонексу постоји само ограничена количина функционалних група. Дакле, ако су сва места попуњена, неопходна је регенерација. Највећа препрека у раду јоноизмењивача је одлагање раствора за регенерацију. Одлагање отпада је обично ограничавајући фактор у одлуци да ли ће се ова врста технологије третмана уопште увести. Због количине и природе отпада (значајан садржај соли), технологија се више користи за мале пречистаче.

Основна школа: Покажите деци узорак како изгледа такав јонекс. Пустите га да обиђе и када вам се врати, питајте децу како је изгледао – како би га они описали? Нагласите да је принцип технологије јонска размена. Да ли деца знају шта је јон? Сада када разумете концепт, како би јонска размена могла да функционише? Из тога следи да ће куглице (јонекс) које су видели носити неку врсту набоја. Шта исти набоји раде, одбијају или привлаче? Можете им то демонстрирати на магнетима. Када дођете до чињенице да се супротности привлаче, објасните зашто се катексе и анекси тако називају. У закључку, резимирамо да нам ионек помаже да покупимо одређену врсту јона у складу са наелектрисањем које носе. С времена на време, ионек треба испрати како би се ослободио свега што је претходно ухватио и могао поново да настави да ради наш посао.

Радознали: Степен способности задржавања супстанце зависи од својстава коришћеног јонекса и самог јона. Одређене врсте супстанци такође могу неповратно да се вежу за јонекс и тако га онемогуће да ради. Такав јонекс се више не може регенерисати и третира се као отпад.

3.8 Сорпција

Важност

ефикасан метод хватања микрозагађивача, позитиван ефекат на укус воде, заштита након примене озона

Принцип

Ухваћени материјал

хватање супстанци на великој површини (адсорпција) гранула органске супстанце које изазивају укус и мирис органске и неорганске микрозагађиваче (пестициди и лекови)

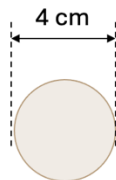
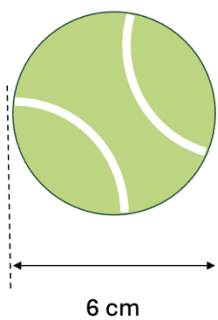
Активни угаљ је направљен од угља, дрвета или тресета и има порозну структуру са великом унутрашњом површином. Специфична површина активног угља је обично око 1000 м² по граму, али може достићи и до 3500 м² по граму. Да вам дам идеју, фудбалски стадион Еден у Прагу има око 7.000 м², што одговара 7 грама активног угља. Можете сазнати колико има фудбалско игралиште у вашем крају, или још боље, терен у граду/месту одакле су посетиоци дошли и упоредите количину активног угља. Количину можете измерити и чувати за излете у контејнеру - деца ће видети како изгледа активни угаљ и боље замислити о којој количини говорите.

Сорпција на активном угљу је најчешће коришћено средство за уклањање органских материја из воде, посебно микрозагађивача као што су пестициди. За пестициде, ефикасност уклањања се углавном креће од 50 до 95%, у зависности од врсте активног угља и врсте адсорбоване супстанце. Активни угаљ се углавном користи због своје високе ефикасности и једноставне примене. У индустрији воде најчешће се сусрећемо са њеним зрнастим обликом, али се често користи и активни угаљ у праху. Већа постројења за пречишћавање држе активни угаљ у праху у резерви у случају да дође до проблема са функционисањем филтера са гранулираним активним угљем, или ако се квалитет воде нагло погорша. Генерално, може се рећи да се активни угаљ у праху углавном користи за сезонско погоршање квалитета воде (укус, мирис, отицање са њива) и примена се обично класификује пре филтрације. Недостатак прашкастог облика је што се испире након доношења, па је овај облик скупљи и мање се користи за нормалан рад. Ако се квалитет сирове воде и даље погоршава, постројења за пречишћавање користе филтрацију гранулисаног активног угља. Важно је напоменути да временом адсорпциони капацитет угља опада и да га је после времена потребно регенерисати, односно вратити му ефикасност.

ЗШ: Штетне материје се хватају на површини, не само на спољашњој. Напор је да ова површина буде што већа. Изглед може да завара, јер је површина која спаја унутрашњост материјала у активном угљу вишеструко већа од спољашње, што обично примећујемо. Питајте децу да ли су икада са родитељима читали мрва Ферду, или су видели мравињак иза стакла – много стаза, различитих дужина и заокрета. Овако би вероватно могло да изгледа у гранулама активног угља. Супстанце

тада продиру дубоко у унутрашњост зрна и затим се хватају на свим овим путевима.

СШ: Усуђујемо се да кажемо да појам специфичне (мерене) површине није сасвим лако увести. Из тог разлога је важно да се више пажње посвети његовом објашњењу. То је површина чврсте супстанце по јединици масе. Другим речима, колику површину у квадратним метрима има један грам супстанце. Зашто нас ово уопште занима, шта нам чини површину толико важном и зашто се мучимо да је одредимо? Једноставно речено, ово је један од најважнијих параметара адсорпције, јер је адсорпција процес акумулације супстанце на површини. Једноставно речено, што је већа површина, то је више простора за хватање супстанци. Видим! Али како да добијем већу специфичну површину? Дозволите деци да мало размисле. На пример, можете им показати тениску лоптицу и показати каква је њена површина. Али како да повећам однос површине и тежине? Контраинтуитивно, рекло би се да се користе веће честице, јер је тада површина већа. Површина честице је да, али није специфична, јер се тиме повећава и маса честице. Једна опција је да имате мање честице (лоптица за пинг-понг). Ако вам не верују, можете им показати једноставну рачуницу:



$$\rho = \text{konst.} = 1 \text{ g/cm}^3$$

Tenisový míček

$$d = 6 \text{ cm} \Rightarrow r = 3 \text{ cm}$$

$$S = 4\pi r^2 = 113 \text{ cm}^2$$

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = 113 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho V = 113 \text{ g}$$

$$a_M = \frac{S}{m} = 1 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

Ping-pongový míček

$$d = 4 \text{ cm} \Rightarrow r = 2 \text{ cm}$$

$$S = 4\pi r^2 = 50 \text{ cm}^2$$

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = 33 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho V = 33 \text{ g}$$

$$a_M = \frac{S}{m} = 1,5 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

Друга фундаменталнија промена је порозност честице. Да ли деца знају шта су поре? Нека замисле коцку сира коју воле, на пример едамаме. А сада поред оне коцке стварно цуривог Ементала. Који од њих има већу специфичну површину? Поре могу повећати специфичну површину. Активни угаљ је одличан адсорбент управо због своје велике порозности која настаје његовом производњом.

Занимљиво: Генерално, разликујемо две врсте адсорпције – физичку и хемијску. Супстанце се могу везати на целој површини физичком адсорпцијом, чврстоћа везе је обично слаба и десорпција се одвија све лакше. Физичка адсорпција се најчешће одвија због ван дер Валсових сила, а може се уочити и вишеслојна адсорпција. Насупрот томе, хемијска

адсорпција функционише уз помоћ такозваних активних места, а многи фактори утичу на ток хватања супстанце. Мешавина супстанци у води ће такође изазвати конкуренцију супстанци за активна места, јер ће неке супстанце имати већи афинитет, жељу, да се вежу за места адсорбента. Адсорбент такође има ограничену количину ових места и када су попуњена, даља адсорпција не може да функционише. На срећу, процес се не завршава исцрпљивањем сорпционог капацитета, угљ се након исцрпљивања не мора бацити, али га је могуће регенерисати (у случају реверзибилних процеса везивања). Другим речима, могуће је вратити сорпциони капацитет активног угља. Као и код адсорпције (везивања супстанце за површину), функционише и супротан процес, односно одвајање супстанце од површине сорбента. За ово се најчешће користи термичка десорпција. Материјал се загрева до веома високе температуре (до 1200 степени Целзијуса), када се адсорбоване супстанце уклоне из угља. Међутим, не треба заборавити да постоји и оксидација и хабање самог угља, што може довести до губитка материјала и до 15%.

3.9 Хигијенско обезбеђење воде

**Важност
Принцип****„Ухваћени”
материјал**

хигијенско обезбеђење воде у погледу микроорганизама ефекти оксидације и хлорисања који ограничавају или онемогућавају важне процесе микробних ћелија, које они уништавају као резултат микроорганизми

Хигијенско обезбеђење воде је често контроверзна тема, али је неопходно схватити да је проналажење везе између неких болести и квалитета воде и накнадно обезбеђење микробиолошког квалитета воде значајно продужило просечну старост становништва.

ЗШ: Природне воде садрже бактерије. Чак ни третирана вода није потпуно без бактерија. Већина бактерија није опасна за људе и људско тело може да се носи са њима. Међутим, важно је да њихов број буде низак, а посебно да се осигура да бактерије присутне у води нису опасне. Најбоља технологија третмана не може осигурати апсолутну елиминацију бактерија, али што је најважније, не може осигурати да се бактерије неће размножавати у водоводној мрежи. Из тог разлога у воду се додају дезинфекциона средства. Додаје се у минималној количини, углавном због њихове цене и ограничавања утицаја на мирис и укус воде. Са становишта потрошача воде, далеко је боље да вода садржи одређену минималну количину дезинфекционог средства него да садржи опасне микроорганизме.

Радознало: Могуће је испричати причу о томе како је откривена веза између квалитета воде и ширења болести. Џон Сноу је спроводио истраживање о повезаности заразних болести и извора воде 1854. године у Брод Стреету у Лондону и открио да су људи који су имали епидемију често били повезани заједничким извором воде. На карти је бележио случајеве болести, а веза са извором воде била је сасвим очигледна. Занимљива је чињеница да је у жаришту епидемије био и манастир, али у њему није забележена болест. Питајте да ли неко зна зашто је то било. Тачан одговор је да монаси нису пили воду, већ пиво које је прошло термичку обраду.

3.9.1 Хлорисање

Хлорисање воде је процес у коме се елементарни хлор или његова једињења користе да би се обезбедила хигијена воде. Користи се неколико врста дезинфекционих средстава на бази хлора. Међутим, најчешће се користи дозирање гасовитог хлора, натријум хипохлорита или хлор диоксида. Хлорисање је једна од најраспрострањенијих метода дезинфекције у индустрији воде.



Савет за тумачење: хлорисање није тачан термин са хемијске тачке гледишта. Хлоровање значи да је хлор негде хемијски везан. Пошто циљ није везивање хлора за воду, много

тачнији термин је дезинфекција воде. Поред тога, немају сви агенси на бази хлора хлоришући ефекат на супстанце присутне у води. На пример, хлор диоксид само оксидира.

Хлорисање првенствено помаже у микробној активности у води. Највећа предност хлорисања је такозвана секундарна дезинфекција. То значи да штити квалитет воде и током њеног дистрибуције кроз мреже до крајњег потрошача. Поред тога, то је једноставан начин да се обезбеди дезинфекција чак и на резервоарима воде, чиме се одржава квалитет воде на дужи рок. Велики недостатак су нуспроизводи хлорисања и негативан утицај на сензорна својства воде. Ово су разлози зашто су многе државе на крају одустале од хлорисања. Већа постројења за пречишћавање користе гасни хлор, који се доводи у воду. Натријум хипохлорит се најчешће користи на малим.

У води се разликују три основна облика – укупни хлор, слободни и везани активни хлор. Сабирањем везаног и слободног добијамо концентрацију укупног хлора. Везан, или комбинован, хлор реагује са амонијаком да би се формирали хлорамини. Хлорамин је посебно важан за секундарну дезинфекцију јер има дуг полу-живот и на тај начин штити квалитет воде од контаминације микроорганизмима који улазе у цевну мрежу. Слободни хлор се мери у сваком постројењу за пречишћавање, било великом или малом. Штити воду од контаминације и одличан је показатељ да ли је вода још увек хигијенски безбедна. Када говоримо о слободном хлору, прикладно је показати деци његову одлучност. Такође се предлаже да се припреме узорци са различитим вредностима слободног хлора како би деца могла да виде како је засићеност боје повезана са концентрацијом хлора.

Основно: Питајте децу шта знају о хлору. Да ли знају њено стање и боју? Вероватно ће то знати као борбени гас, или ће се сетити базена. Ако се сећају базена, можете им рећи да покушају да се сете његовог мириса.

Овај гас и нека од његових хемијских једињења имају значајне дезинфекционе ефекте. Након мешања са водом, ове супстанце ефикасно уништавају микроорганизме који нам прете у води. Деца ће сигурно познавати натријум хипохлорит под именом САО.

СШ: Хлор у води троше и заостале органске материје, па је потребно воду што чистију хлорисати. Као и код других метода дезинфекције, препоручљиво је хлорисати само у последњој фази третмана воде. Разлог честе употребе хлора је његова велика бактерицидна ефикасност, коју задржава и у малим концентрацијама. Величина дозе хемикалија увек зависи од квалитета улазне воде и граница дезинфекције. Ефикасност хлорисања изузетно зависи од рХ воде. У постројењима за пречишћавање увек се трудимо да одржимо одређени ниво слободног хлора у води.

Радознали: Средства за дезинфекцију на бази хлора су такође погодна за уклањање гвожђа, мангана, водоник сулфида и неких органских супстанци, посебно мирисних и укуских, захваљујући њиховом оксидационом деловању.

3.9.2 УВ зрачење

**Важност
Принцип**

хигијенско обезбеђење воде заснива се на природном биоцидном дејству сунчеве светлости, живине лампе емитују УВ зрачење штетних таласних дужина, изазивајући промену структуре са накнадним уништавањем микробних ћелија

„Ухваћени” материјал

Микроорганизми (бактерије, вируси) и њихови

Ово је физички начин обезбеђења воде за потрошаче. Предност употребе УВ лампе је спречавање стварања нуспроизвода и истовремено је веома ефикасан метод дезинфекције. Поред тога, то је еколошки прихватљив метод. Још једна предност је једноставност рада и одржавања у поређењу са другим технологијама. Напротив, недостатак је енергетски захтев сијалица, њихова подложност прегревању, али углавном утицај квалитета воде на ефикасност дезинфекције. На ефикасност зрачења у великој мери утиче замућеност воде, јер изазива смањену пропустљивост зрачења у запремини воде. Вода стога треба да буде потпуно провидна, а поред тога, танак слој воде мора бити провидан. Међутим, највећи недостатак у односу на хлорисање је то што вода неће остати хигијенски обезбеђена у водоводној мрежи. Другим речима, УВ зрачење делује само на месту излагања. Директно мерење дозе УВ зрачења такође није могуће.

УВ лампе се углавном користе за дезинфекцију воде за пиће у већим подручјима потрошње. Такође се све више користи за децентрализован третман воде. Нпр. у пансионима, приватним кућама. Међутим, УВ зрачење се такође користи у неким земљама за дезинфекцију воде у возовима и бродовима.

Основно: Питајте децу на шта мисле када кажу таласи. Вероватно ће мислити на море. Укажите им да постоје и други таласи, односно светлосни таласи. Сунце емитује таласе различитих таласних дужина – кратке таласне дужине ултраљубичастог зрачења, таласе видљиве светлости (боје) и дуге таласне дужине инфрацрвеног зрачења. Поменуте кратке дужине не видимо, али су најјаче у борби против микроорганизама. Сигурно су деца видела своје баке и деке или родитеље како вешају опрану одећу напољу. Сунчева светлост не само да суши одећу, већ је и ослобађа од бактерија и мириса (органичних супстанци). УВ лампе емитују управо такво зрачење и помажу нам да обезбедимо да је вода биолошки безбедна. Међутим, увек зависи од интензитета зрачења и трајања излагања. Деца сигурно познају осећај на кожи када сунце јако врело - то је повезано са интензитетом зрачења. А ако сунце овако јако загреје и дуго јуре напољу, другим речима, биће дуго изложени његовом дејству, лепо ће горети. Када су микроорганизми у води изложени зрачењу великог интензитета и дуго времена, неће преживети.

Па, и зато што УВ зрачење није опасно само за микроорганизме у води, већ и за човека (иако нисмо тако мали и можемо да толеришемо знатно већу дозу зрачења), родитељи често апелују да поштено наносимо креме за заштиту од сунца.

СШ: УВ зрачење је природна компонента светлости, односно кратких таласних дужина. Природни извор УВ зрачења је стога Сунце. Овде су његов извор живине кварцне лампе, у којима се налазе (високог или ниског притиска) живине сијалице са пражњењем. Када чујемо лампе на пражњење, вероватно замишљамо да им је потребна већа доза енергије, а да ће се у исто време брзо загрејати. Због тога вода мора стално да тече око њих да би их охладила. Лампама се такође мора пажљиво руковати током одржавања јер садрже живу, која је опасна по здравље.

Што се тиче дејства против микроорганизама, УВ зрачење показује највеће гермицидно дејство на таласној дужини од 200-300 нм, најефикасније је на таласној дужини од 254 нм. УВ продире у њихове ћелије, мења њихову структуру и тако их уништава. Друге супстанце које снажно апсорбују УВ зрачење укључују органске супстанце. Због тога, да би дезинфекција била што ефикаснија, зрачење се примењује као последњи корак третмана, када их вода садржи најмање и пуну дозу захватају микроорганизми којих покушавамо да се ослободимо у води.

Занимљиво: Историја – гермицидна својства сунчеве светлости открили су Даунс и Блант 1887. Иако је у првој половини прошлог века направљен велики напредак, ниска цена хлора и оперативни проблеми са раним УВ дезинфекционим системима ограничили су употребу УВ зрачења за дезинфекцију воде за пиће. Радијација је први пут коришћена за дезинфекцију у француском граду Марсеју, али се прва поуздана примена за дезинфекцију градске воде за пиће појавила тек 1955. године у Швајцарској и Аустрији. Са открићем хлорисаних нуспроизвода дезинфекције, УВ дезинфекција је постала популарна посебно у Норвешкој и Холандији.

Технички – УВ зрачење таласне дужине од 200 до 300 нм уништава не само бактерије, већ и њихове споре, које су иначе веома отпорни облици бактерија. Најефикасније је УВ зрачење таласне дужине 254 нм при минималној ефективној дози од 400 Ј по м². Поменуто таласна дужина је везана за максимум апсорпције нуклеонских киселина, које УВ зрачење разлаже. Обично стакло апсорбује УВ зрачење, па је неопходно нанети чисто силиконско стакло. Лампе високог притиска емитују ефикасније УВ зрачење, али су и енергетски интензивније. УВ лампе су најчешће оријентисане окомито на ток воде, што има предност у много равномернијој расподели интензитета УВ зрачења унутар уређаја.

3.9.2.1 Озонирање

Важност

хигијенско обезбеђење воде, оксидација органских материја

Принцип

озон = "активни кисеоник" јако оксидационо средство

„Ухваћени” материјал

супстанце које негативно утичу на мирис и укус водених микроорганизама

Озонирање је један од најефикаснијих облика хигијенске сигурности воде и довољно је кратко време контакта са водом. Велика предност је што нема формирања халогенизованих нуспроизвода дезинфекције (са изузетком брома). Још једна предност је његова способност да разгради иначе проблематичне супстанце као што су лекови и пестициди у води. За разлику од хлора, он такође не мења укус воде. Због своје ниске стабилности у нижим слојевима атмосфере, озон се мора производити директно у постројењу за пречишћавање воде и производи се из ваздуха или чистог кисеоника изложеног високом електричном пражњењу. Недостатак је енергетски интензивна производња, дистрибуција у воду, ниска стабилност насталог гаса и његово корозивно агресивно дејство. Осим тога, није погодно дезинфекционо средство за воде са високим садржајем бромидних ањона (формирање канцерогених бромата).

Занимљиво: Рад система водоснабдевања без дозирања дезинфекционог средства. Нарочито у западној Европи, али и на неким водоводима у Чешкој, почиње да се појављује рад без дезинфекционог средства. Овај приступ је могућ и захтеван од стране купаца. Међутим, то захтева извесну промену приступа. Постављање за пречишћавање, водоводна мрежа и складиште воде морају бити у беспрекорном техничком стању, опремљени филтрацијом ваздуха и другим мерама за спречавање контаминације воде. Истовремено, препоручљиво је повећати интензитет контроле саобраћаја. Већина водовода у Чешкој изграђена је пре више од тридесет година и њихов технички ниво одговара том времену. То не значи да је вода на било који начин непожељна, али је за рад „без хлора“ неопходан нешто већи ниво. Овде је потребно схватити да вода за пиће није стерилна средина и ако микроорганизми нађу одговарајуће услове за свој раст, на пример, одговарајући материјал за цеви, место где вода стагнира, место са седиментима, они ће почети да се размножавају и могу да смање квалитет воде. Дезинфекција ће то поуздано спречити. Друга опција је комплетна обнова мреже и њено прилагођавање актуелним стандардима.

3.10 Стабилизација (равнотежа калцијум-карбоната)

| | |
|-----------------------------|--|
| Важност | стабилизација воде у цевоводима |
| Принцип | дозирање калцијума у циљу постизања равнотеже калцијум-карбоната |
| Параметар који утиче | калцијум, тврдоћа, КНК |

Овај део третмана је обично само део великих постројења за пречишћавање воде и није познат у лаичкој јавности, иако је са техничке тачке гледишта један од најосновнијих корака. Калцијум-карбонатни баланс одређује колико ће вода бити агресивна према цевоводу (може доћи до секундарне контаминације воде гвожђем из раствореног материјала цевовода) или, напротив, како ће ЦаЦО₃ (калцијум карбонат, кречњак) инкрустирати у цевоводу. Ово је коначно фино подешавање квалитета воде, због чега се овај корак сусрећемо тек на самом крају технолошке линије.

Сам прорачун овог биланса је прилично захтеван, јер се састоји од 6 независних једначина, а технолози углавном користе компјутерске програме. Ако се постигне равнотежа, вода се каже да је стабилна.

У овом тренутку током екскурзије можете такође да дате информације о тврдоћи воде и њеном утицају, на пример, на укус и прљавштину у технолошким уређајима, као што је поменуто у горњим поглављима.

ЗШ: У води има калцијума, угљен-диоксида и његових облика, који морају бити у равнотежи – ако је равнотежа нарушена, или вода раствара цеви или се, обрнуто, кречњак таложи на зидовима цеви, што резултира техничким проблемима у цевима.

СС: На постројењима за пречишћавање воде могу се срести два начина дозирања креча – кречно млеко и кречна вода. Оба су раствори калцијум хидроксида Ца(ОХ)₂, али први је у облику суспензије (није прави раствор, већ нерастворене колоидне честице хидроксида у води, кречна вода је заиста раствор (настаје у тзв. чоковима). Разлику између ова два појма можете користити као питање, тако да учесници излета могу да подесе и pH вредност, или чак натријум хидроксида.

Радознали: Кречно млеко се може дозирати и на почетку технологије, јер може помоћи у таложењу (захваљујући тешким колоидним честицама, остале нерастворљиве честице постају теже и тада се таложе брже и ефикасније).

3.11 Мембранска технологија

Важност

Модерна високоефикасна метода раздвајања

Принцип

У зависности од величине поре на мембрани – уклањање широког спектра супстанци (колоиди, јони, микроорганизми)
Механичка филтрација, где полупропусна мембрана служи као физичка баријера

Параметар који утиче

Разлика у притиску преко мембране (изнад и испод) је покретачка сила иза раздвајања

Филтерски колач који садржи нечистоће које нису прошле кроз поре мембране.

Мембрански процеси се могу поделити у многе категорије, али поступци мембране под притиском су посебно важни за третман воде за пиће. По правилу, постоје четири врсте технологија: микрофилтрација (МФ), ултрафилтрација (УФ), нанофилтрација (НФ) и реверзна осмоза (РО). Принцип је исти за све технологије, оно што се разликује је величина пора, што је такође повезано са величином примењеног притиска. Мања величина пора значи већи квалитет воде. Међутим, што су поре мање, то се мора применити већа сила (притисак) и, пре свега, мембрана се брже зачепљује (већи део прљавштине се задржава). Када се мембрана задрља, повратно испирање постаје неопходно. На учесталост прања утиче више фактора, углавном квалитет улазне воде и старост мембране. Одвајању мембране често претходе други механички предтретмани који помажу у побољшању квалитета воде пре уласка у мембрану, као и у заштити од механичких оштећења.

ЗШ: Шта деца замишљају под речју опна? Где су чули овај израз? Како функционише наша кожа? Покушајте да саставите дефиницију мембране (материјала који формира интерфејс између окружења и на тај начин их раздваја – физичка баријера). Размислите даље о кожи, да ли су деца чула за поре? Шта су тачно поре? Мембрана која се овде користи такође има поре, захваљујући којима одређене супстанце могу да прођу. Конкретно, супстанце које су мање од пора. Што су поре мање, то ће дуже бити потребно да вода тече кроз мембрану. Али користимо силу притиска која нам помаже да брже прогурамо воду. Мембрана ради као сито и на њој се накопља оно што не прође. Да би мембрана правилно функционисала, потребно је често да се пере да би се испрале приањајуће материје.

СШ: Шта деца замишљају под речју опна? Шта деца знају о ћелијској мембрани? Шта је са нашом кожом? Аналогно ономе што се учи у биологији, и овде мембрана пропушта само одређене супстанце. Покушајте да саставите дефиницију мембране (материјала који формира интерфејс између окружења и на тај начин их раздваја – физичка баријера). Размислите даље о кожи, да ли су деца чула за поре? Шта су тачно поре? Забавите се размишљајући о томе које супстанце пропуштају поре мембране.

Занимљиво: Мембране могу бити неорганске (керамичке) или органске (синтетичке). Најчешће се користе органске мембране, а нису све

мембране порозне. Такође се нуди да се на примеру десалинизације морске воде реверзном осмозом истакне значај мембранских технологија. Једна од земаља зависних од поменуте технологије је Израел. Израел добија око 3/4 воде за пиће из мора.

3.12 Управљање муљем

| | |
|-----------------------------|--|
| Важност | Згушњавање муља (нечистоће) из процеса прераде воде Одлагање муља |
| Принцип | Гравитационо (таложeње) или механичко (машинско) уклањање воде из муља. |
| Параметар који утиче | Згуснути водени муљ |

Нема потребе да се у оквиру екскурзије посвети много времена питању прераде муља, јер је то више пепељуга водоводних процеса. Међутим, ваљало би нагласити да ни пречишћавање воде није без отпада, који се онда мора правилно збринуту. Поред тога, добро је нагласити да се карактер муља значајно разликује од карактера постројења за пречишћавање отпадних вода, што им је можда познато из неког другог излета. Дакле, то није муљ као муљ.

У воденом муљу преовлађују неорганске компоненте. Поред тога, водени муљ садржи и до 99% воде, па се стога труди да се уклони бар пропорционални део воде пре даљег руковања муљем. Муљ се или прерађује директно у постројењу за пречишћавање воде, или се муљ испушта заједно са отпадним водама кроз канализациони систем. Ако се користи канализација, она се одлаже у најближем постројењу за пречишћавање отпадних вода.

Лагуне муља су опште коришћено решење за прераду муља директно на постројењима за третман. То су резервоари са дугим временом задржавања, где се таложи муљ. Већина постројења за пречишћавање користи два таква резервоара у режиму приправности, односно један је напуњен, а у другом се таложење одвија неометано. Вода након таложења у лагунама муља се испушта у водоток и муљ се даље обрађује. Данас је потреба за хемикалијама за третман знатно већа, а са тим долази и већа количина генерисаног отпада – муља. Како велики део постројења за пречишћавање има дугу историју, резервоари често нису димензионисани за ову промену. Из тог разлога су морала да се пронађу нова и креативнија решења. У вези са УВ Желивка, нашим највећим погоном за прераду у Чешкој, креиран је концепт такозваних резервоара за складиштење. А у случајевима када није могуће изабрати једноставније решење, користи се механичка дренажа.

4 После екскурзије

Како радити са информацијама са екскурзије. Евалуација задатака, понављање неких знања и ревитализација налаза, стављање екскурзије и информација у шири контекст.

Реализација осталих школских активности након екскурзије је веома захтевна - школски планови и друге ваннаставне активности су толико испуњени да је било какав пратећи програм практично немогућ. И поред тога, у неким школама део екскурзије укључује накнадни „Екскурзија“, где ученици записују основне информације. У средњим школама могуће је наставити нуђењем семинарских и дипломских радова из области водопривреде (препоручујемо да директно питате наставно особље – веома је мало значајних тема, посебно у регионима ван Прага), у случају стручних школа, могућност праксе или праксе (обавезна у многим случајевима).

Сумирање основних информација које ученици треба да понесу са екскурзије треба урадити на крају саме екскурзије, док су учесници оријентисани и имају прилику да постављају питања. Међутим, ово се не односи само на наставнике. Оно што организатори екскурзија могу допринети консолидовању нових информација је кратко понављање на крају. Овде се нуди употреба шеме третмана да би се поновила прича о води и томе шта се уклања у којој фази и зашто је потребно да се отарасите ових супстанци. Даља питања и нејасноће могу се појавити од учесника током понављања. Такође је добра идеја да учесницима поставите додатна питања како бисте били сигурни да схватају поенту.

Ако је попуњавање наставних листова било део екскурзије, наравно, потребно је проценити ове радне листове – међутим, овај део је више на наставном особљу у школи, коме ћете дати тачне одговоре за вашу конкретну операцију.

Ипак, не треба заборавити ваше размишљање о самој екскурзији и њеном даљем могућем унапређењу. Прву повратну информацију добићете на лицу места - да ли су учесници обраћају пажњу? Да ли уживају у неком делу више од других? Да ли би хтели да погледају извор воде, чак и ако је прилично удаљен, а ви уопште нисте желели да идете тамо? Неопходно је схватити да се програм спроводи углавном за учеснике, па чак и ако не преносите онолико информација колико бисте желели, али ће њима бити забавније, потребно је модификовати програм. Свака група је разнолика и добро је са њом радити, сагледати и адекватно реаговати. Понекад не можемо да избегнемо импровизацију.

Наравно, извесна је могућност и коришћење класичних упитника за повратне информације, иако би његова употреба у ове сврхе могла бити дискутабилна. Питање је боље упутити директно педагошком раднику који ће бити присутан на екскурзији, јер он или она најбоље познаје ову циљну групу. Неопходно је схватити и евентуално променити оно што су ученици знали, а шта нису знали, шта их је изненадило и шта их је највише занимало – да ли су смешне приче из праксе биле занимљиве или не.

Истовремено, препоручујемо сарадњу са ПР одељењем ваше компаније, уколико постоји – чланак на сајту и друштвеним мрежама о екскурзији не само да ће побољшати мишљење о компанији, већ може да инспирише и друге школе у окружењу да се заинтересују за могућност екскурзије.

5 Линкови и додатне информације

Иако смо се потрудили да овај материјал напишемо на тако свеобухватан начин да није потребно даље тражити опште информације, могуће је да због низа могућих технологија неке нисмо детаљно објаснили, или бисте можда желели да сазнате нешто више о неком делу. На овој страници желимо да вам пружимо водич за друге изворе информација.

Општи ресурси

- Водопривредни речник (на пример <https://www.pmo.cz/cz/o-podniku/vodohospodarsky-slovník/> или негде другде на Интернету)
- Хигијенски минимум за раднике у водопривреди (тренутна верзија на сајту Државног завода за здравље)

Извори стручних информација о технологијама и материјама у води

- Хидрохемија, аутор: Павел Питер (у многим издањима), доступно у Дигиталној библиотеци
- Методолошке препоруке и мишљења Државног института за здравље (Национални референтни центар за воду за пиће)

Извори информација о конкретним системима

Из сопственог искуства знамо да у многим случајевима нема довољно информација о изворима воде, постројењима за пречишћавање или резервоарима и водоводним цевима, а водичи не могу да информишу учеснике о специфичностима датог места. Из разумљивих разлога, не можемо да вам пружимо списак ресурса за сваку општину у Чешкој Републици, али у наставку представљамо документе кроз које можете да прођете и из којих можете да извучете:

- правилник о раду водоводног система (обавезни документ за сваки систем)
- правилник о раду постројења за пречишћавање воде
- информације у оквиру система ПРВаК, ПРВАК и ПРВК (План развоја водовода и канализације), које обрађује сваки самоуправни регион и слободно су доступне на интернету
- информације о геопорталу локално релевантног региона (за зоне заштите водних ресурса), алтернативно можете користити услуге мапе ВУВ ТГМ, в. в. и. или Фармер'с Портал
- документи у локално релевантној државној окружној архиви (углавном Водопривредни фонд)
- локално релевантне хронике (обратите пажњу на спајање и поделу општина током историје, посебно 70-их и 80-их година прошлог века!), које су у великом броју случајева доступне на интернету

6 Прилог: Образац за информације о постројењу за пречишћавање воде

Овај образац вам може помоћи да припремите информације за екскурзију и садржи поља за све информације које би требало да се чују током екскурзије или ће се врло вероватно наћи у питањима учесника.

| | | | | |
|--|-----------------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|
| назив постројења за пречишћавање воде | | | | |
| године изградње/реконструкције ЦК | производња воде у секунди | производња воде по дану | производња воде годишње | процент губитака воде у мрежи |
| број снабдеваних становника | | снабдевене општине | | |
| број запослених у Центри | број запослених у компанији | потрошња електричне енергије по 1 м3 | потрошња електричне енергије по дану | потрошња електричне енергије годишње |
| цена воде по 1м3 | | дужине водоводне мреже и материјала | | |
| параметрима проблема сирове воде и технолошким корацима за њихово решавање | | | | |
| | | опис ресурса (за бунаре, дубину, врсту, проглашене заштитне зоне) | | |
| | | списак и концентрација издатих хемикалија | | |
| стил решења за управљање муљем (лагуне, канализација, реципијент...) | | | | број претплата а узорака воде годишње |
| податке о власнику и оператеру постројења за пречишћавање воде и водоводне мреже, у случају предузећа, земљу порекла предузећа | | | | |

На другој страни листа припремите технолошки дијаграм постројења за пречишћавање воде и шему целокупног система водоснабдевања (укључујући и величину резервоара), евентуално и скицу руте којом ћете водити екскурзију, укључујући временски оквир и све важне информације.