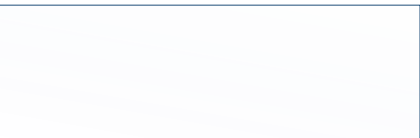


metodika vykonávania exkurzií na vodohospodárskych zariadeniach

PITNÁ VODA



Obsah

| | |
|--|----|
| Ako sa na exkurziu pripraviť? | 9 |
| 1.1.1 Príprava v škole môže byť vykonaná buď priamo vami (tento variant je samozrejme lepší, pretože môžete previazať prednášku s exkurziou), alebo pedagogickým pracovníkom; materiály (prezentácie, pracovné listy, fotografie...) sú pre oba prípady pripravené v rámci tohto projektu a môžete ich nájsť na jeho webových stránkach. | 15 |
| 1.1.2 Väčšinou máme v živote vždy niečo za niečo a ani tu tomu bohužiaľ nie je inak. Chlórovanie vody nám pomáha vodu zabezpečiť na dlhšiu dobu a na dlhšiu vzdialenosť, než voda dorazí k spotrebiteľovi. Okrem toho nie je kvalita tak závislá na vnútornom potrubí a jeho čistote, pretože voľný chlór zaisťuje dezinfekciu aj na trase. Ide o takú poisťku pre prevádzkovateľa a málokto by si vzal na krk takú zodpovednosť. Predsa len pokiaľ by nebola istota hygienického zabezpečenia, výskyt patogénov vo vode by mohol mať fatálne následky. Vrátili by sme sa do historických čias epidémií z vody. A áno, niektoré úpravnice (najmä v zahraničí) fungujú bez chlóru, ale na to je potrebné mať kvalitnú infraštruktúru. Odpovedzme si úprimne - myslíte si, že sú peniaze na to, všade po SR vymeniť rozvody za nové? Pravidelne potrubie kontrolovať a opravovať? A čo často u spotrebiteľa? Kontrolujete si pravidelne doma rozvody? A ako často si dezinfikujete doma perlátor na kohútiku? | 23 |
| 1.1.3 Tvorba ceny vody sa riadi príslušnými právnymi normami a pravidelne (každoročne) aktualizovaným cenovým výmerom Ministerstva financií (kde je oí uvedená maximálna cena vody na daný rok pre jednotlivé kraje SR, tzv. sociálne únosná cena, a maximálne perceto zisku prevádzkovej spoločnosti, tzv. primeraný zisk). Dôležitú úlohu pri tvorbe ceny potom hrá vlastník infraštruktúry, najčastejšie príslušná municipalita, ktorá schvaľuje prevádzkovateľom zostavenú cenovú kalkuláciu. Cenová kalkulácia potom obsahuje nákladové položky, ktoré vznikajú pri výrobe pitnej vody. Náklady začínajú už odberom surovej vody, za ktorú je potrebné odvádzať poplatok (poplatok má rôznu výšku a rôznu cieľovú organizáciu v prípade povrchovej a podzemnej vody). Odber vody je často čerpaný a je k nemu potrebná elektrická energia. Tá je napokon potrebná aj na poháňanie ďalších technológií. Elektrina sa tak stáva významnou položkou tzv. vodného. Ďalej je v úprave vody používané chemikálií. Okrem elektriny a chemikálií je potrebná laboratórna kontrola a obsluha technológií (všeobecne ľudské zdroje súvisiace s prevádzkou nielen techniky, ale aj spoločnosti ako takej). Často najvýznamnejšou položkou vodného sú náklady spojené s obnovou a údržbou vodohospodárskeho majetku. Každá stavba a technológia má obmedzenú životnosť a z každého vyrobeného m ³ je potrebné (zo zákona) generovať financie na ich obnovu. Súčasťou vodného sú potom aj ďalšie položky spojené so sprievodnými službami, údržbou analytických prístrojov, likvidáciou odpadov, náklady na odpočty, kalibrácia a výmenu vodomernov, administratívu celej prevádzky a prípadne aj náklady spojené s prípadnými pôžičkami a podobne. Cena vody potom musí byť dostatočne vysoká, aby bolo dosť financií na pokrytie všetkých výdavkov. Prevádzkovateľ vodovodu tiež obvykle vytvára aj zisk, čo je hlavná motivácia pre jeho činnosť. Výška zisku je silne regulovaná, kontrolovaná a nesmie prekročiť 7 %, čo je veľmi nízke číslo v porovnaní s inými odboarmi. | 24 |
| 1.2 Zaujímajte sa o vodnú stopu a aké sú dopady nášho správania | 28 |
| 1.3 Tu nemožno vopred povedať, aké budú tipy účastníkov exkurzie. Frekvencia vzorkovania je daná vyhláškou a pohybuje sa od jednej vzorky za rok pri malých úpravniach až po niekoľko vzoriek za mesiac pri väčších (početnosť vzoriek na vašom vodovodnom systéme si zistíte pred exkurziou a zapíšete do tabuľky v prílohe tejto metodiky). Okrem týchto zákonom dané rozborov (ktoré sa hlásia hygienickým staniciam) má ale väčšina prevádzok aj tzv. prevádzkové rozborov, ktoré sa robia pre konkrétne záujmové parametre (typicky chlór, pH, | |

- mangán alebo železo). Pokiaľ sa táto frekvencia bude zdať účastníkom nízka, skúste nadviazať doplňujúcou otázkou, ako často si robia doma rozbory z vlastnej studne.30
- 1.4 Na záver tohto stanoviska je vhodné poukázať na vzdialenosť zdroja od úpravne, materiál potrubného spojenia (dôvody poukázania na materiál sú v tejto metodike spomenuté v kapitole o rozvodnej vodovodnej sieti) a spôsob transportu (gravitačný / výtlačný rd).....31
- 1.5 Je, resp. bola to pravda. Počas druhej polovice 20. storočia sa do vody pridávali zlúčeniny fluóru (napríklad kryolit; tzv. fluoridácia vody) za účelom dodávky dostatočnej dávky fluóru spotrebiteľom – fluór je podstatnou súčasťou napríklad zubnej skloviny. V deväťdesiatych rokoch sa však od tejto praxe predovšetkým z ekonomických dôvodov upustilo. Dnes sa fluoridácia vody opäť zavádza napríklad vo Veľkej Británii.34
- 1.5.1 Zvedaví: Je veľmi ťažké, vzhľadom na neustále meniace sa ceny (a infláciu, s ktorou štát bojuje práve v čase písania tohto dokumentu), napísať porovnávaciu tabuľku ceny vody a ostatných služieb či pôžitkov. Na druhú stranu nie je nutné mať úplne presné provnanie, ale iba akési orientačné; nasledujúca tabuľka teda porovnáva jednotlivé mesačné výdavky pomocou násobkov, kedy 1 = mesačná platba za vodu (použitá priemerná spotreba v ČR 89,4 L/os./deň, teda 2,7 m³/os./mesiac s priemernou cenou v ČR 100 Kč/m³):.....35
- 1.6 Zvedaví: Na jednej západočeskej úpravni vody sa nachádza technologický stupeň „Lapač rýb“, kde sa môže zdať, že má rovnaký dôvod zaradenia ako česle. Pravdou ale je, že lapač rýb sa nachádza za sústavou čerpadiel a tie nakúskované zvyšky rýb by sa v preršovacej nádrži (ako znie správny názov) nemali za čo zachytiť.....38
- 1.7 Zvedaví: Účinnosť sedimentácie by sa mala pohybovať okolo 80 – 90 %, aby mohol byť vyhlásený sedimentačný separačný stupeň za funkčný. Na zlepšenie účinnosti môže byť použitých napríklad norných stien, ďalších prepážok (tzv. lamelová sedimentácia) alebo ridávanie vápenného mlieka (suspenzia hydroxidu vápenatého), ktorý ťahá nerozpustené častice dole.40
- 1.8 Namiesto rozpusteného kyslíka je možné pri tejto technológii použiť aj olej (historický spôsob, dnes už nevyužívaný), prípadne ozón (veľmi málo rozšírené, skôr teoretická možnosť).41
- Sorpcia46
- 1.9 Zvedaví: Všeobecne rozlišujeme dva typy adsorpcie – fyzikálnu a chemickú. Fyzikálnou adsorpciou môžu byť látky viazané na celom povrchu, sila väzby väčšinou býva slabá a o to ľahšie dochádza k desorpcii. Fyzikálna adsorpcia prebieha najčastejšie vďaka vander Waalsovým silám a môže pozorovať aj viacvrstvovú adsorpciu. Oproti tomu chemická adsorpcia funguje pomocou tzv. aktívnych miest a mnoho faktorov ovplyvňuje priebeh zachytenia látok. Mix látok vo vode tiež spôsobí, že vznikne kompetícia látok o aktívne miesta, pretože niektoré látky budú mať väčšiu afinitu, túžbu, sa na miesta adsorbentu nadviazať. Adsorbent má tiež obmedzené množstvo týchto miest a keď sa zaplní, nemôže ďalšia adsorpcia fungovať. Našťastie vyčerpaním sorpčnej kapacity nie je proces koniec, uhlie sa po vyčerpaní nemusí vyhodiť, ale je možné ho regenerovať (v prípade vratných procesov nadviazania). Inými slovami, je možné obnoviť sorpčné schopnosti aktívneho uhlia. Ako je adsorpcia (naviazanie látky na povrch), tak funguje aj opačný proces, teda odpútanie látky od povrchu sorbentu. Najčastejšie sa na to využíva termická desorpcia. Materiál sa zahreje na veľmi vysokú teplotu (až 1200 stupňov Celzia), kedy sa z uhlia odstráni naadsorbované látky. Avšak nemali by sme zabudnúť, že taktiež dochádza k oxidácii a oderom samotného uhlia, čo môže viesť až k 15% stratám materiálu.47
- 1.9.1 Zvedaví: Je možné rozprávať príbeh, ako bola objavená súvislosť medzi kvalitou vodu a šírením chorôb. John Snow vykonával v roku 1854 na Broad Street v Londýne, výskum súvislosti medzi infekčnými ochoreniami a zdrojom vody a prišiel na to, že ľudí, u ktorých prepukla choroba často spájali spoločný zdroj vody. Prípady ochorenia si zaznamenával do mapy a súvislosť so zdrojom vody bola úplne očividná. Zaujímavosťou potom bolo, že uprostred ohniska epidémie bol aj kláštor, v ktorom ale žiadne ochorenie

nebolo zaznamenané. Spýtajte sa, či niekto vie, prečo to tak bolo. Správnou odpoveďou je, že mnisi nepili vodu, ale pivo, ktoré prešlo tepelnou úpravou.48

1.10 Zvedaví: Prevádzka vodovodu bez dávkovania dezinfekčného činidla. Najmä v západnej Európe, ale aj na niektorých vodovodoch v SR sa začína objavovať prevádzka bez dezinfekčného činidla. Tento prístup je možný a zákazníkmi vyžadovaný. Vyžaduje však určitú menu prístupu. Úpravňa, vodovodná sieť a akumulácia vody musia byť v perfektnom technickom stave, vybavené filtráciou vzduchu a ďalšími opatreniami zabraňujúcimi kontaminácii vody. Súčasne je vhodné zvýšiť intenzitu kontroly prevádzky. Väčšina vodovodov v ČR bola vybudovaná pred viac ako tridsiatimi rokmi a ich technická úroveň zodpovedá tej dobe. To neznamená, že by voda bola akokoľvek závadná, ale pre „bezchlórovú“ prevádzku je nutná predsa len o niečo vyššia úroveň. Tu je potrebné si uvedomiť, že pitná voda nie je sterilné prostredie a pokiaľ mikroorganizmy nájdu vhodné podmienky na svoj rast, napríklad vhodný materiál potrubia, miesto, kde voda stagnuje, miesto sa sedimenty, začnú sa množiť a môžu kvalitu vody znížiť. Dezinfekcia tomu spoľahlivo zabráni. Druhou možnosťou je potom kompletná renovácia siete a jej adaptácia na súčasné štandardy.....52

2 Všeobecne používané riešenie na spracovanie kalu priamo na úpravniach sú kalové lagúny. Ide o nádrže s veľkou dobou zdržania, kde kal sedimentuje. Väčšina úpravní využíva dve také nádrže v odstavnom režime, tj jedna sa plní av druhej nerušene prebieha sedimentácia. Voda po sedimentácii v kalových lagúnach sa vypúšťa do vodoteča a kal sa ďalej spracováva. V dnešnej dobe je potreba chemikálií na úpravu podstatne vyššia a s tým sa spája aj väčšie množstvo vznikajúceho odpadu – kalu. Keďže veľká časť úpravní má dlhú históriu, nádrže často nie sú na túto zmenu dimenzované. Z tohto dôvodu sa muselo prísť na riešenie nová a kreatívnejšia. V súvislosti s ÚV Želivkou, našou najväčšou úpravňou v Českej republike, vznikol aj koncept tzv. skladovacích nádrží. A v prípadoch, keď nie je možné zvoliť jednoduchšie riešenie, sa pristupuje k strojnému odvodneniu.....57

Titulný list

Tento dokument bol vytvorený autorským kolektívom: Helena Bakešová, Jakub Sochor, Jitka Czakoiová, Martin Srb, Denisa Čadková, Lenka Procházková, Jindřich Procházka, Andrea Benáková, Eliška Maršálková, Jana Šmídková a Jiří Paul, v rámci riešenia projektu:



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 vodohospodářských společností, kteří provádějí exkurze.

Realizace projektu: únor 2024 – červenec 2025

Riešiteľom projektu je Asociácia pre vodu



Všeobecný úvod

Úpravne vody (a s tým súvisiace zdroje vody, vodojemy, čerpace stanice, tlakové stanice...) sú základnou stavebnou jednotkou vodohospodárskeho a vodárenského systému. Hoci v dnešnej dobe si je toho málokto plne vedomý, tieto systémy každý z nás nepriamo využíva, a to dokonca každý deň. Bez pitnej vody človek nevydrží viac ako 3 dni a jej výpadok si uvedomí prakticky okamžite. Napriek tomu, z vlastnej

študentskej skúsenosti, musíme smutne konštatovať, že pri vyučovacích hodinách sa venuje čas skôr menej esenciálnym témam (napr. výrobe piva či vyvolávaní analógových fotografií), čo s ohľadom na vodohospodárstvo ústi v absolútne chýbajúce elementárne znalosti. Príkladom je klasická a úplne bežná zámena funkcie čistiarne s úpravňou vôd. Ani nechcime počuť slovo „čistička“ v spojitosti s čistiarňou odpadových vôd. Nakoniec študenti ani starší obyvatelia nevedia, odkiaľ pochádza voda, ktorá im tečie z vlastného kohútika. S nízkou úrovňou informovanosti sa nemôžeme čudovať, že bežní ľudia väčšinou nemajú tušenie, čo všetko tento komplexný odbor obnáša, a pitnú vodu potom považujú za samozrejmosť. A presne to by sme radi touto metodikou, a predovšetkým pomocou vás, čitateľov a súčasných či budúcich sprievodcov na úpravniach vody i súvisiacej infraštruktúre, zmenili.

Pretože bežných interaktívnych vyučovacích hodín je v školách pomerne veľké množstvo a ponuka výrazne prevyšuje dopyt, rozhodli sme sa využiť ten najväčší benefit, ktorý nám charakter nášho odboru umožňuje – exkurzia na prevádzky s dôrazom na lokálne informácie tak, aby si každý žiak a študent dokázal predstaviť, akú cestu musí voda absolvovať predtým, než vytečie v jeho domácnosti.

Buď ku cti málo prevádzkovateľom vodárenských systémov, ktorí takéto osvetové exkurzie už realizujú. Väčšinou sa však jedná o veľké mestá; z nášho pohľadu je však dôležité nezabúdať ani na menšie mestá a dediny, kde školy nemajú možnosť ísť hodinu vlakom na exkurziu do väčšej prevádzky. Chceme teda týmto prispieť k tomu, aby sa tieto exkurzie začali odohrávať aj inde a zvýšila sa tak povedomie o fungovaní vodárenstva v Českej republike s jej regionálnymi špecifikami.

Metodikou, ktorú práve držíte v ruke, sme sa preto snažili koncipovať tak, aby bola využiteľná od malých úpravni s jednoduchou technológiou až po veľké úpravne krajských miest s najmodernejšími technologickými postupmi. Pretože tieto prevádzky sú (z pochopiteľných dôvodov) diametrálne odlišné, bola naša práca pomerne komplikovaná. Výsledkom je, že tento dokument sa skladá z mnohých jednotlivých modulov, ktoré sú na sebe prakticky nezávislé – na realizáciu exkurzie na tej danej úpravni si teda vyberiete iba tie moduly, ktoré sú pre Vás relevantné. Bližšie informácie o skladaní sú uvedené priamo pri daných technologických moduloch.

Rovnako tak je metodika koncipovaná pre základné a stredné školy, prípadne aj pre tých najzvedavejších účastníkov exkurzie (pre budúcich študentov technických vysokých škôl). Požadované úrovne (množstvo a odbornosť) informácií vhodné pre daný stupeň vzdelávania získate využitím iba tých častí modulov, ktoré sú pre daný stupeň relevantné. Veľmi však odporúčame aj v prípade exkurzie „iba“ pre základnú školu rýchlo preštudovať aj vyššie úrovne – človek by občas neveril, aké otázky sú schopné deti sformulovať a úplne tak sprievodca zaskočiť. Tým vás ale samozrejme nechceme strašiť.

Zároveň k tejto metodike prikladáme aj zošítok vodárenského minima, kde sú podrobnejšie popísané princípy jednotlivých technológií. Pokiaľ sa teda necítite ísť v tom, či v tejto nádrži prebieha koagulácia, flokulácia alebo flotácia, môžete túto sprievodnú literatúru použiť na osvieženie informácií zo školy a na uistenie, že budete dávať žiakom a študentom správne informácie.

V texte je na niektorých miestach využívané rozdelenie informácií pre jednotlivé stupne vzdelávania tak, aby bol výklad prispôsobený obsahu oznamovaných informácií. Časti, ktoré nie sú nijako sfarbené, je možné používať ľubovoľne a nie sú určené iba pre jednu cieľovú skupinu.

Základné školy – vzhľadom na výučbu chémie a ďalších predmetov sa počíta primárne so žiakmi na druhom stupni ZŠ (teda cca 11–15 rokov)

Stredné školy - cca 15-19 rokov z rôznych škôl (gymnázia, priemyselné školy, učňovské odbory...)

Pre zvedavé - použiteľné napríklad pre exkurzie výberových seminárov z chémie či životného prostredia v maturitných ročníkoch stredných škôl alebo pre technické kluby mládeže a ďalšie inštitúcie záujmového a neformálneho vzdelávania. Alebo jednoducho pre zvedavcov akéhokoľvek veku.

Avšak, prosíme vás, neberte túto metodiku ako nejaké dogma, ktoré by malo byť slepo nasledované. Čo vy, čo úpravňa, čo skupina, to individualita a treba na to stále myslieť. Sami si musíte otestovať, čo vám funguje a ako pracovať s rôznou skupinou ľudí. Vieme, nečaká vás vôbec ľahká úloha, ale máte náš obdiv, že do toho idete a snažíte sa mať exkurziu čo najkvalitnejšiu. Má to zmysel!

Nezabúdajme, že exkurzia je jedinečnou šancou, ako hovoriť k verejnosti. Zvýšiť povedomie o odbore, zaujať a niečo treba aj zmeniť. Skúste deti maximálne zapojiť, ukázať, čo sa dá, a treba sa stať boričom mýtov. Môžete deťom odovzdať bežné rady ako napríklad: prečo po dovolenke radšej určité množstvo vody z vnútorného vodovodu odpustiť, prečo doma pravidelne prehrievať bojler na vyššiu teplotu, prečo piť radšej kohútikovou vodu ako minerálnu, prečo ao koľko je drahšie piť balenú vodu, prečo nenaplniť bazén na záhrade. Ktovie, napríklad cez deti prispejete k zmene návykov v celej rodine. Nezabudnime, že hovoríme k budúcej generácii, ktorá raz pravdepodobne bude vychovávať generáciu ďalšiu. Odovzdávajme dobré návyky, kým môžeme.

Zároveň sa nebojte zdôrazniť, akým problémom prevádzkovatelia čelia. Môžete napríklad spomenúť letné mikrobiálne oživenie vody či riziko zamrznutia nádrží v zimných mesiacoch. V rámci exkurzie je potrebné venovať pozornosť aj prepojeniu vodného hospodárstva s celou spoločnosťou, zdôraznite potrebné profesie, finančné zdroje, veľkosť a komplexnosť potrebných stavieb a pod.

Na záver (av kombinácii s predchádzajúcim odsekom) by sme chceli osvetliť ďalší aspekt tejto metodiky – v maximálnej možnej miere sme sa snažili vymýšľať text štýlom otázok a odpovedí. Nielen kvôli tomu, že tieto otázky sa môžu pri exkurzii objaviť smerom od účastníkov, ale zároveň ich môžete použiť „proti“ účastníkom, aby ste ich zaktivizovali.

? **Otázka: Prečo po dovolenke radšej určité množstvo vody z vnútorného vodovodu odpustiť?**

💡 **Odpoveď:**

Počas našej neprítomnosti voda stojí v rade bez hnutia a po niekoľkých dňoch prestane byť hygienické zabezpečenie účinné. Tieto faktory poskytujú vhodné prostredie pre mikrobiálny rast vo vode, ktorý pre nás môže znamenať zdravotné riziko. Nechajte preto vodu z radu „vymeniť“ za novú (čerstvo upravenú).

? **Otázka: Prečo doma pravidelne prehrievať bojler na vyššiu teplotu?**

💡 **Odpoveď:**

Legionelám sa najlepšie darí vo vlažnej vode. Iba dosiahnutím vyššej teploty, často sa uvádza minimálne nad 60 °C (nad 55 °C sa baktérie už nemnožia a od 70 °C rapídne hynú), zamedzíme ich premnoženiu v bojleri, a tým znížime zdravotné riziko nákazy. Dôležitá je ako teplota samotná, tak doba zotrvania na jej hodnote.

? **Otázka:** Prečo radšej piť vodu kohútika než balenú? O koľko to vyjde dráže?

💡 **Odpoveď:**

Dôvodov je hneď niekoľko: nižšia cena, frekventovanejšia kontrola kvality pri výrobe, nižšia záťaž pre životné prostredie. Cena kohútikovej vody (tiež niekedy nazývaná ako vodovoda) sa samozrejme odvíja od oblasti (presnú môžete stanoviť sami pre váš kraj), ale väčšinou je viac ako 100x lacnejšia ako voda balená. A čo viac - často sa jedná o úplne tú istú vodu, len tá balená stála pár mesiacov niekde v sklade.

? **Otázka:** Prečo radšej piť kohútikovou vodu ako minerálnu?

💡 **Odpoveď:**

Človek by sa mohol mylne domnievať, že minerálnu vodu je dobré piť každý deň, ale nie je to tak. Každá minerálna voda má špecifické chemické zloženie a spravidla nespĺňa (a ani nemusí) legislatívu pre pitnú vodu. Vzhľadom na vysoký obsah a nevyváženosť iónov nie je odporúčané nadmerné a dlhodobé pitie.

? **Otázka:** Prečo nenapúšťať v lete bazén vodou z vodovodu?

💡 **Odpoveď:**

Vodovodný rad nie je prispôsobený na napúšťanie bazénov, najmä pokiaľ dostane tento nápad viac obyvateľov naraz. Vysoké rýchlosti prúdenia v potrubí môžu zapríčiniť zakalenie vody (uvoľnia sa do vody sedimenty z potrubia). Navyše s množstvom vody nebolo počítané, a preto voda môže neskôr chýbať vo vodojeme (akumulácii vody). Nemenej dôležité je spomenúť aj následný pokles pretlaku v sieti, ktorý nám zaisťuje ako dopravu vody k spotrebiteľom, tak ochranu pred vsakovaním pôdnej vody do vodovodného potrubia, tj kontamináciu. Týmto problémom sa dá ľahko predísť objednaním cisterny od vodárne.

Pre zvedavé - vodovodný rad. Mnoho ľudí používa termín vodovodný poriadok. To nie je správne. Správny výraz je vodovodný rad. Názov pochádza od slova rad

Ako sa na exkurziu pripraviť?

Aby exkurzie návštevníkov zaujala a zároveň si z nej odniesli vedomosti do ďalšieho života, je potrebné sa na ňu pripraviť a výklad prispôbiť publiku, jeho starobe, skúsenostiam a záujmom. Zároveň je dobré pojať exkurziu maximálne interaktívne (čím sa odlišíte od ostatných výkladových hodín, napr. prehliadok na hradoch a zámkoch).

Pamätajte, že exkurzie s dlhšou teoretickou časťou sú vhodné skôr pre žiakov stredných škôl. U mladších účastníkov býva úroveň sústredenia podstatne nižšia, a preto je nutné premýšľať maximálne prakticky, a to aj za cenu menšieho objemu odovzdaných informácií.

- **Najmä je dobré vedieť:**

Koľko návštevníkov príde

- Nielen s ohľadom na výklad, pretože so zvyšujúcim sa počtom účastníkov klesá pozornosť, ale aj s ohľadom na technické usporiadanie – teda zmestí sa celá exkurzia napríklad do manipulačnej komory vodojemu alebo na velín? V oboch prípadoch sa nebojte v prípade dostatku ľudských zdrojov skupinu rozdeliť na dve.

Ako sú starí a z akej školy sú

- Študentov priemyselnej školy zameranej na automatizáciu budú zaujímať iné informácie ako študentov humanitne zameraného gymnázia a tie zase iné ako budúce zdravotné sestry; inak bude vyzeráť exkurzia pre žiakov 6. tried ZŠ bez znalostí chémie.

Čo je cieľom exkurzie

- Či primárne odovzdať teoretické znalosti o vodárenských procesoch, alebo či už prebehla teoretická hodina v škole a cieľom exkurzie je otestovať nadobudnuté znalosti v praxi; či predstaviť pracovnú náplň zamestnancov (kariéra vo vodnom sektore)? Často môže byť cieľom len zvýšiť povedomie o tom, že pitná voda nie je samozrejmá a za jej výrobou je množstvo práce a súčasne na jej kvalitu má aj vplyv naše správanie voči životnému prostrediu.

Koľko máte na exkurzii času

Typickým časom sú dve vyučovacie hodiny, teda zhruba 1,5 hodiny; záleží však nielen na veku účastníkov, ale napríklad aj na vzdialenosti školy od budovy úpravne – tento aspekt prehliadky je vždy nutné vopred dohodnúť s pedagogickými pracovníkmi.

- Dopredu je dobré pripraviť si všeobecné informácie o úpravni vody; formulár, ktorý na to môžete použiť, je v Prílohe tohto dokumentu.

Lokálna história

- Pozri kapitolu „Vlastná exkurzia“

Koľko vody vyrobíte za sekundu, za deň a za rok

| | |
|--|--------------|
| Čo je pre lepšiu predstavu vhodné prepočítať na nejaké prístupnejšie jednotky, viď tabuľka nižšie. | Objem |
| Jednotka | |

| | |
|--------------------------------|------------------------------|
| | |
| olympijský bazén (hlbka 2,5 m) | 3 125 m ³ |
| návesný rybník | rádovo tisíce m ³ |
| železničná cisterna | 46 – 90 m ³ |
| cisterna na podvozku T815 | 9 m ³ |
| cisterna na podvozku V3S | 3,5 m ³ |
| vaňa | 100 – 200 l |
| vedierko | 12 l |
| záhradná kanva | 5 l |

Kam vodu dodávate, do ktorých miest, obcí, miestnych častí

- Či iba do bezprostredného okolia, alebo aj do vzdialenejších obcí, prípadne či je úpravňa napojená na skupinový vodovod. Pokojne si na pomoc vezmite mapu alebo letecký snímok oblasti.

Koľkým ľuďom dodávate vodu

- Samozrejme nie je potrebné presné číslo, skôr rádovo pre predstavu.

Aká dlhá je vodovodná sieť az akého je materiálu

- Opäť možné priblížiť, napr. vzdialenosť od miesta exkurzie, alebo z centra mesta/obce účastníkov do mesta XY; koľko je na nej vodojemov, čerpacích staníc a ďalších zaujímavých objektov. Môžete pritom využiť napríklad mapový výstup z GISu, kde si (v tlačenej verzii) deti môžu nájsť, kadiaľ sa voda dostane k nim domov. Vždy je lepšie mať na rozprávanie nejaký obrazový materiál, aby sa deti mohli lepšie orientovať. Zároveň budú asi deti prekvapené, aká dlhá a zložitá vodovodná sieť je.

Koľko na výrobu vody spotrebujete elektriny

- Môžete porovnať so spotrebou doma – priemerná spotreba elektriny v ČR v roku 2023 pre 1 domácnosť bola 3 500 kWh/rok, čo zodpovedá nepretržite rok zapnutej televízii (a to nie je úplne málo – môžete pripomenúť deťom, ako na nich rodičia apelujú, aby vypli tú televíziu, keď sa na ňu vypnú).

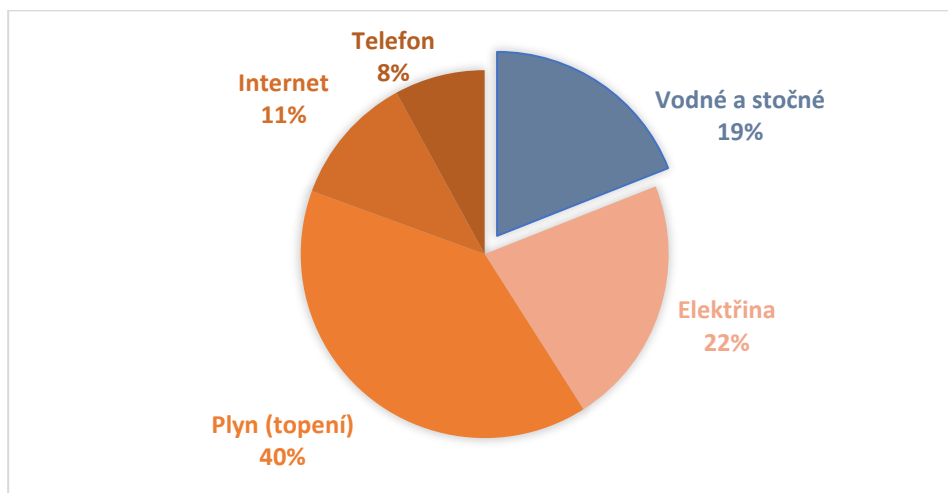
Cena vody v pomere k balenej vode

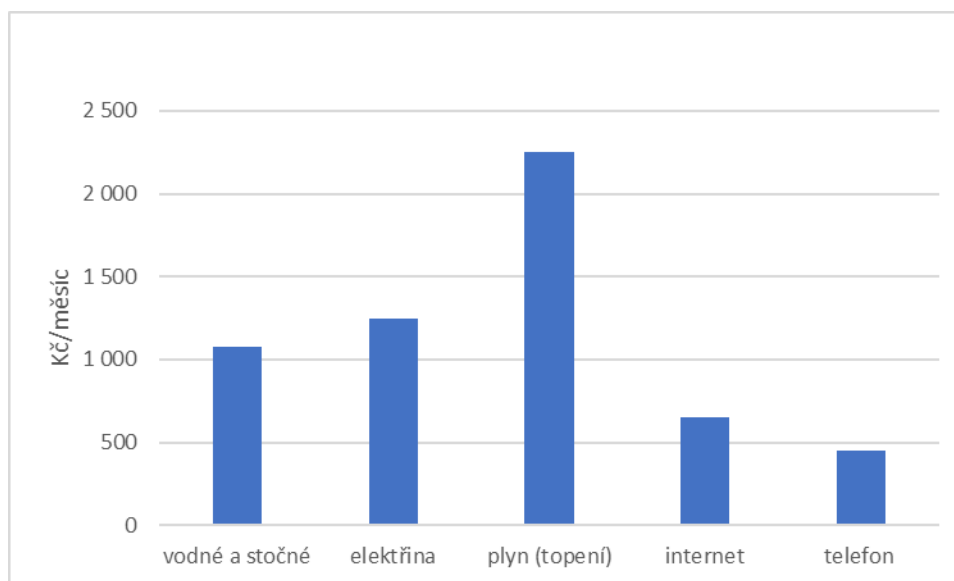
- Pre lepšiu názornosť vztiahnite na 1,5 litra, kedy cena balenej sa pohybuje najmenej na 8 Sk; to zhruba zodpovedá cene 1 m³ odobraného zo životného prostredia na úpravu na vodu pitnú (deti väčšinou netušia, že sa aj za túto vodu platí). Prípadne môžete porovnať aj s inými nápojmi typu kolesovej malinovky. Nemusíte deťom hneď cenu prezrádzať – spýtajte sa ich, čo často pijú a koľko peňazí za fľašu platí. Ak sa nikto neosmelí, začnite vy sami. Potom porovnajete s vyrobenou vodou na úpravni.

Cena vody v pomere k ostatným mesačným nákladom

Pripravte si graf, ktorý ukáže, koľko platí priemerná domácnosť vo Vašom regióne za vodu a koľko za ostatné energie a služby ako káblová televízia, internet a telefón. Budete prekvapení, aký nízky je podiel nákladov na základnú (možno dokonca najzásadnejšiu) ľudskú potrebu, vodu, oproti elektrine, plynu alebo pripojenie na internet.

| Príklad porovnania k typickým cenám roku 2024: Služba | Priemerné mesačné náklady | Percentuálny podiel |
|--|----------------------------------|----------------------------|
| Vodné a stočné | 1 080 Kč | 17,9 % |
| Elektrina | 1 250 Kč | 20,7 % |
| Plyn (kúrenie) | 89,00 € | 37,3 % |
| Internet | 25,00 € | 10,8 % |
| Telefón (mobilný) | 16,90 € | 7,5 % |
| Ostatné kúrenie | variabilný | - |
| Celkom | 229,00 € | 100 % |





Ktoré skupiny látok sa na úpravni vody odstraňujú a aké technológie sa na to používajú

Metódy odstraňovania a významy jednotlivých látok pre organizmus a životné prostredie sú podrobne rozvedené v ďalšej časti tejto metodiky. Zamyslite však, či sa technológia zameriava aj na odstraňovanie niečoho menej bežného. Napríklad niektoré podzemné vody môžu mať vyššiu hodnotu niklu alebo iných kovov. Inde zase môže byť voda bohatá na radón. Nezapudnite deťom zdôrazniť, že ide o niečo typické pre danú lokalitu.

- **Premyslite si:**

Kam návštevníkov vezmete

S ohľadom na ich bezpečnosť, bezpečnosť prevádzky, kapacitu priestorov (skúste si napríklad aj vyčleniť miesto, kam si môžu odložiť batohy – je lepšie, keď s nimi nechodia po celej úpravni), časovú dotáciu prehliadky a vzdialenosť jednotlivých miest.

Stále myslite na to, že deti majú výkladov v škole veľa, idú na exkurziu predovšetkým preto, aby niečo videli (hodinová prednáška v zasadačke a polhodiny v prevádzke nie je úplne to, čo by deti nadchlo). Overeným spôsobom trasy exkurzie je chodiť v smere toku vody na úpravni.

Pokiaľ viete, že mierite na hlučné miesto, snažte sa účastníkom vysvetliť, čo na mieste uvidí ešte pred vstupom do objektu. Je na Vás, či sa do detailnejšieho popisu pustíte pred alebo po vstupe na miesto.

- Vzhľadom na komplexnosť niektorých technológií je možné využiť aj grafické schémy a na tých proces popísať. Nezapúdajte, že deti nevydržia dlhý výklad na jednom mieste. Z tohto dôvodu sa ponúka pred vstupom vysvetliť, čo deti uvidia, dohodoriť sa, čo im av akom poradí ukážete (prvý nátok, druhý odtok, tretí...), necháte ich sa krátko pozrieť a potom objekt opustíte. Následne vezmete do ruky schému a vysvetlíte proces detailnejšie. Pred presunom na ďalšie stanovište sa detí spýtajte, či sa chcú znovu pozrieť dovnútra, aby technológiu videli s novo nadobudnutými znalosťami.

Aké hlavné informácie by si mali účastníci z exkurzie odniesť

- Tento bod by sa mohol zdať nepodstatný, ale nepreskakujte ho, prosím. Čo je to minimum, ktoré si každý účastník musí z Vašej exkurzie odnieť? Zamyslite sa, spíšte si pár bodov a podľa toho ďalej plánujte exkurziu. Papier si pokojne vezmite so sebou na exkurziu a priebežne kontrolujte, či ste niečo podstatné zo zoznamu nezabudli spomenúť. Opakovanie je matka múdrosti, takže nevádi, ak niečo spomeniete viackrát. Medzi presunom s deťmi pokojne opakujte – pýtajte sa ich na otázky, aby ste videli, či informácie z predošlého stanoviska pochopili.

Čo im kde zhruba budete hovoriť spolu s časovou dotáciou pre jednotlivé zastavenia

Človek je bytosť so zlým odhadom na to, ako dlho budú veci trvať. Myslite na to, že menej je niekedy viac. Pokiaľ zostane čas, môžete sa venovať viacerým otázkam od detí a opakovať s nimi. Rozhodne to pôsobí lepšie, ako keď vediete dlhý monológ a ste v časovej tiesni. Navyše sú si deti schopné odnieť viac informácií z exkurzie.

- Majte na pamäti, že vašou úlohou nie je natlačiť do detí všetky informácie počas krátkej exkurzie. Vaša hlavná úloha je účastníkmi pre odbor nadchnúť. Odovzdajte im trochu vášho nadšenia a motivácie. Predsa len veľa z nás je v obore, pretože voda je pre život esenciálna a naša práca má naozaj vyšší zmysel.
- **Čo im budete ukazovať a predvádzať, čo si môžu vo vašich podmienkach vyskúšať sami**

Na čo sa vás možno môžu opýtať

- V každej kapitole sme sa snažili uviesť aj pár typických otázok k danej téme a uviedli aj krátke odpovede. Konkrétne sme snažili odpovedať tromi vetami. Podobne sa pokúste zamyslieť aj vy – napadá vás ďalšie otázky? Ak áno, spíšte si ich a pripravte si krátke odpovede. Predsa len počas exkurzie väčšinou nebýva čas na rozsiahlejšie odpovede.

Čo ste v ich veku nechápali a chceli by ste chápať

- Zamyslite sa, čo je podľa vášho názoru dôležité. Čo by ste si radi uvedomili už za mlada? Teraz je vaša chvíľa to objasniť niekomu inému. Napríklad to nepochopí hneď, možno to nejaký čas potrvá, ale kto vie, možno na vás bude ešte dlho spomínať a bude za nadobudnuté znalosti rád.

Na čo sa ich spýtate vy

Otázky za účelom zinteraktívneho prehliadky a zároveň zistenie počiatočného stavu vedomostí účastníkov o danej problematike. Nemusíte však testovať iba počiatočné znalosti. Nebojte sa testovať aj nadobudnuté vedomosti v priebehu exkurzie. Ide o skvelý spôsob spätnej väzby pre vás – pochopili informácie z môjho výkladu a kde majú medzery? Navyše fázové opakovanie je jedna z najlepších metód učenia. Študenti majú možnosť aktívneho vybavovania informácií, ktoré im pomôže preniesť znalosti z krátkodobej do dlhodobej pamäte. Ale stále majte na mysli, že teraz učíme nie skúšame!

Predovšetkým sa pýtajte a uistite, že porozumeli veciam z vášho súpisu „Aké hlavné informácie by si mali účastníci z exkurzie odnieť“.

Na druhú stranu je potrebné povedať, že niektorí žiaci nemajú otázky, respektíve odpovede na ne úplne radi, pričom táto nechuť sa zvyšuje s pribúdajúcim vekom; nie je to teda vaša vina, pokiaľ vám nikto sám od seba nebude chcieť odpovedať. Didaktický význam má aj otázka „rečnická“, po ktorej nasleduje krátka prestávka, kedy sa poslucháči obvykle zamyslia, aj keď následne odpovie sprievodca, došlo aj u poslucháčov k snahe sformulovať odpoveď vlastnými slovami, čo má pozitívny efekt na porozumenie a zapamätanie látky.

Ak budete mať pocit, že ste narazili na naozaj ostýchavú skupinku, skúste začať veľmi ľahkými otázkami a za správnu odpoveď dajte účastníkovi odmenu (bonbón, pero, iný reklamný predmet), napríklad tým namotivujete k vyššej aktivite pre budúce otázky.

- **Zaistite a vopred si pripravte:**
- **Potrebné dokumenty, ktoré vyžaduje prevádzkovateľ zariadenia (typicky napríklad BOZP)**
- **Potrebné bezpečnostné pomôcky, ak sú potrebné (rukavice, helmy, výstražné vesty...)**
- **Pracovné listy pre návštevníkov (po dohovore s pedagógmi)**

Pomôcky k názorným ukázkam

- Napríklad:
- mobilné príručné testy (niekedy sa stretne s názvom kvapôčkové) - typicky na prevádzkové meranie chlóru, železa, mangánu alebo pH,
- náradie,
- vodomer (ideálne aj rozobraný),
- odberové zariadenie na odber vody v jednotlivých technologických stupňoch (+ automatický odberák),

ukážku filtračného materiálu v poháriku.

- Ďalej odporúčame pripraviť si zjednodušenú technologickú schému, a to buď rozdať účastníkom, prípadne druhý variant – na veľkom formáte pravidelne ukazovať aktuálnu polohu. Prikláňame sa skôr k druhému variantu, pretože účastníci si papiere pravdepodobne rovnako neuchovajú (vynaliezavejšie ich stratia už pri exkurzii a budete mať možnosť ich loviť napríklad z otvorených pieskových filtrov). Okrem toho na veľkom formáte deti lepšie uvidia, keď budete hromadne ukazovať a je nižšia pravdepodobnosť, že pridete o ich pozornosť. Až sa schéma po pár exkurziách osvedčí a pokiaľ budete mať možnosť, odporúčame papier pre jeho životnosť zalaminovať.

Drobné odmeny pre návštevníkov,

ak sú k dispozícii (napríklad firemné perá, cukríky...). Tento bod veľmi odporúčame. Nič však nedávajte zadarmo – za správnu odpoveď, dobrú otázku (veľmi zvedavú – „kúpite“ si tým aj chvíľu na premýšľanie, pokiaľ Vás otázka naozaj zaskočí).

Príprava pred exkurziou

Táto časť sa týka školskej prípravy – čo by sa mali dozvedieť v škole, s akými informáciami pracovať, príprava pracovných listov, úloh na exkurziu. Pamätajte ale na obmedzený časový rozsah, ktorý tomu venujú a na potrebu pripravených materiálov, ktoré budú môcť hneď použiť.

Vzhľadom na celkovú komplexnosť problematiky a z pedagogického hľadiska je vhodné, aby účastníci exkurzie absolvovali teoretickú prípravu ešte pred samotnou exkurziou – množstvo zapamätaných informácií sa tak zvýši a nemusíte potom priamo na úpravni preberať základné problematiky ako je kolobeh vody. Vieme však, že obzvlášť vo väčších mestách je to vzhľadom na napätosť miery mimoškolských aktivít v školách ťažké. Je teda nutné možnosti prebrať s konkrétnym pedagogickým pracovníkom, ktorý bude mať exkurziu zo strany školy na starosti. Dohovorte sa s pedagógom, nech viete, s čím môžete počítať.

1.1.1 Príprava v škole môže byť vykonaná buď priamo vami (tento variant je samozrejme lepší, pretože môžete previazať prednášku s exkurziou), alebo pedagogickým pracovníkom; materiály (prezentácie, pracovné listy, fotografie...) sú pre oba prípady pripravené v rámci tohto projektu a môžete ich nájsť na jeho webových stránkach.

Buďte rozprávačom

Definujme, čo chceme kde a komu hovoriť, aké príbehy do rozprávania premietnuť. Čo chceme, aby si účastníci odniesli.

Táto kapitola by sa dala považovať za nadstavbu, dúfame však, že v nej nájdete niečo zaujímavé a inšpirujete sa. Príbehy totiž prispievajú k oživeniu klasickej exkurzie. Premýšľali ste niekedy nad tým, aký dôležitý môže byť spôsob vyjadrovania? Pretože to, akým spôsobom odovzdávame informácie, je rovnako podstatné ako to, čo hovoríme – u detí často nie dôležitejšie. Špeciálne pokiaľ chcete účastníkov zaujať.

Rozprávanie príbehov bolo z historického hľadiska hlavným spôsobom odovzdávania informácií a skúseností medzi ľuďmi. Dodnes sa považuje za najefektívnejšiu metódu zaujatia ľudí. Na rozdiel od „suchých“ faktov majú totiž príbehy osobnú rovinu, špecifický dej a často v nás vyvolávajú emócie, ktoré nám informácie o to viac pomáhajú uchopiť a spracovať. Príbehy si navyše ľudia obvykle dlhšie a ľahšie zapamätajú. A keď sú obzvlášť dobre odrozprávané (vplyv je „silný“), môžu s nami zostať aj celý život. Asi každý si nejaký taký v sebe nesieme, nie je tomu tak? Niekedy nás dokonca inšpirujú.

Aby bol príbeh dobrý, je nutné si ho starostlivo premyslieť a pripraviť. Spoliehať sa na to, že vás niečo napadne na mieste, sa väčšinou nevypláca. Okrem toho si treba dávať pozor na to, aby nás nezhrozilo vlastné telo – uvádza sa, že viac ako 90 % komunikácie je nonverbálna. Venujte preto zvýšenú pozornosť aj gestám a mimike. Rozhodne však nie je žiaduce to preháňať, najmä ak na to nie ste zvyknutí - nechcete pôsobiť strojovo. Nebojte, všetko chce iba cvik. Uvidíte, že s každou ďalšou exkurziou sa budete zlepšovať. Pamätajte, že najúčinné príbehy sú tie z vlastných skúseností, tak sa nebojte exkurzii „okoreniť“ aj príbehmi z prevádzky.

V rámci tohto projektu sme sa pre vás nad možnými príbehmi zamysleli a dospeli sme k trom dôležitým príbehovým líniam, ktoré pomôžu ilustrovať jednotlivé prebiehajúce deje a procesy na úpravniach – jedná sa o príbeh vody, príbeh látok a energie, a nakoniec príbeh ľudí. Ktorý z príbehov budete viac propagovať by sa malo odvíjať predovšetkým od cieľa exkurzie.

Cieľ by ste si mali stanoviť počas spoločnej diskusie s pedagógom, dlhšiu dobu pred samotnou exkurziou. Pokiaľ na exkurziu dorazí skupina žiakov, ktorí odbor príliš nepoznajú, dáva zmysel sústrediť sa najmä na príbeh vody – ako sa zo surovej vody stane upravená, ktorá nám doma tečie z kohútika. Keď sa však bavíte so staršími

študentmi, ktorí už majú základné znalosti chémie, dáva zmysel zakomponovať diskusiu o energiách, cenách vody a chemických látkach, ktoré sú na úpravu nutné, či už použiť, alebo konkrétne odstrániť z vody. Pre študentov, ktorí prejavili priamy záujem pre odbor, či skúmajú možnosti budúceho zamestnania sa ponúka vykonať ich príbehom ľudí, ktorí na úpravniach vody pracujú. Jednotlivé príbehy rozoberáme v nasledujúcich podkapitolách. Môžete sa našimi príbehmi inšpirovať, kombinovať ich, alebo si jednoducho vymyslíte svoj vlastný. To vy ste rozprávač.

Vo väčšine nižšie popisovaných častí sú uvedené otázky, s ktorými sa pravdepodobne môžete stretnúť – buď sa môžete „iba“ pripraviť na ich zodpovedanie, alebo priamo tieto otázky zakomponovať do svojho výkladu.

Príbeh vody

Voda je prakticky všade okolo nás – a to nielen vo forme riek, rybníkov a jazier ale aj snehu, atmosférickej a pôdnej vlhkosti; dokonca aj my sme plní vody. Zhruba zo 60% našej podstaty som tvorený vodou – no nie je práve toto dobrý dôvod mať čo najlepšiu vodu k životu? Mohlo by sa zdať, že potom nie je problém s tým, aby mal každý k vode, ktorá je potrebná k životu, prístup. Opak je však pravdou – drvivá väčšina vody v prírode nie je určená na dlhodobú priamu konzumáciu bez negatívnych účinkov na ľudský organizmus a je nutné ju tak upravovať; a o tom je vlastne celý odbor vodárenstva. Pozrieme sa teda odkiaľ sa vezme voda z kohútika. Alebo čo všetko sa musí stať, kým si pitnú vodu natočíme doma do pohára, čo mnohí nielen z detí, ale aj dospelých berie ako úplnú samozrejmosť.

Ako príbeh vody je možné začať s popisom vodného cyklu, teda výparom vody z oceánov, jej transportom v podobe mrakov a následných zrážok k nám. Následne sa voda nejakým spôsobom dostáva do zdroja surovej vody pre úpravňu a do technológie. Tým však príbeh nekončí a použitá voda sa čistí a vracia do prírody, kde ju zase niekto ďalší môže využívať a to aj niekoľkokrát, kým voda dotečie späť do oceánu.

? Otázka: Koľko je vody na planéte a koľko z toho je voda vhodná na úpravu/pitie?

💡 Odpoveď:

Vodné plochy zaujímajú takmer 71% zemského povrchu. Z celkového objemu vody je prevažná väčšina vo svetových oceánoch a moriach (97,7 %), ľadovce a dlhodobá snehová pokrývka napríklad na pólach zachytáva 1,7 % svetových zásob vody. Iba 0,6 % je potom v pôde av pôdnom prostredí (nazývame ju vodou podzemnou) a 0,01 % je zadržovaných v sladkovodných jazerách, umelých vodných nádržiach a korytoch riek (voda povrchová), z oboch týchto zdrojov vodu upravujeme na spotrebu. Povedzme teda, že pracujeme so zhruba 0,61% celkovej vody na planéte - to nerobí ani jedno percento!

? Otázka: Z koľkých percent sme, my ľudia, voda?

💡 Odpoveď:

Zhruba zo 60% sme tvorení vodou.

? Otázka: Ako dlho vydrží človek bez vody?

💡 Odpoveď:

Priemerne vydržíme bez vody 3 dni.

Štúdia z roku 1944 uvádza, že človek vydrží bez vody niekoľko jednotiek dní. Je však nutné si uvedomiť, že nejakú časť vody majú aj potraviny, ktoré človek je, a veľký vplyv majú aj klimatické podmienky. Podľa BBC je rekordérom mladý rakúsky murár, ktorého v roku 1979 policajti zavreli v cele predbežného zadržania a neskôr naňho zabudli. Vydržal tak bez vody údajne 18 dní.

? **Otázka:** Aké formy vody poznáme?

💡 **Odpoveď:**

V prírode sa môžeme s vodou stretnúť rovno v troch rôznych formách (skupenstvách) – pevná, kvapalná a plynná, a to dokonca zároveň. Keď sa povie voda, najčastejšie myslíme na jej kvapalnú fázu, ktorá nám tečie riekami, prší z mrakov, a ktorú pijeme. Rovnako tak môže byť ale voda plynná - vodná para, ktorú zase vidíme vznášať sa nad čajom a ktorá sa vyparuje pri varení jedla. Poslednou formou je samozrejme voda pevná - ľad, na ktorom v zime korčuľujeme a ktorým si chceme schladiť limonádu v lete.

? **Otázka:** Odkiaľ sa u nás voda berie?

💡 **Odpoveď:**

Zrejme sa dozvieme, že naprší. To je správna odpoveď, ale spýtajme sa, či sa to týka aj podzemnej vody. A áno, aj tu je správnou odpoveďou, že podzemná voda bola tiež dažďovou vodou. Rozdiel podzemný a povrchový je len v dĺžke cyklu a dobe, počas ktorej sa u nás zdrží.

Všetka voda v ČR pochádza zo zrážok a všetka voda z ČR postupne odteká do mora. Sme teda úplne závislí na dažďovej vode.

SŠ: Viete, že plzenské pivo má takú výnimočnú chuť práve vďaka používanej podzemnej vode? Hoci by teda niekto varil podľa rovnakej receptúry, pivo by kvôli svojej odlišnej základnej surovine, vode, nechutilo ani zďaleka rovnako. Pivo má tiež skvelú výhodu, že pri jeho výrobe prechádza voda varom, čo pomáha zničiť prípadné škodlivé mikroorganizmy obsiahnuté vo vode. Historicky aj deti pili pivo, pretože bolo bezpečnejšie ako pitie vody. To dokazuje aj londýnska epidémia z vody, kedy sa iba zamestnanci pivovaru nenakazili (keďže pili hlavne pivo).

Zvedavý: Vedeli ste, že voda nemôže byť vytvorená sama? To znamená, že podzemná voda môže mať desiatky tisíc rokov a každú vodu pred nami už pilo obrovské množstvo ľudí a zvierat.

? **Otázka:** Aký je rozdiel medzi povrchovou a podzemnou vodou?

💡 **Odpoveď:**

Voda z riek, jazier a vodných nádrží, teda voda viditeľná na povrchu, je vodou povrchovou. Čokoľvek brané zo zeme (z podpovrchu) je už voda podzemná.

? **Otázka:** Koľko vody sa v SR ročne vyrobí?

💡 **Odpoveď:**

V roku 2022 bolo vyrobených v ČR celkom 576 miliónov metrov kubických pitnej vody, čo zodpovedá necelým dvom vodným nádržiam Lipno.

? **Otázka:** Aké priemysel upravenú vodu používajú?

💡 **Odpoveď:**

S istotou používa každý priemysel vo svojej výrobe vodu. Či už sa jedná o jednu zo surovín, alebo iba o chladiacu vodu. Uvedieme tu iba pár príkladov. Na prvom mieste rebríčka spotreby je bezpochyby poľnohospodárstvo. Možno to účastníkov prekvapí, ale 70 % svetovej sladkej vody (okolo 3 % vody na planéte vrátane zmrznutých zásob; menej ako 1 % pri bežných zdrojoch) sa spotrebuje v poľnohospodárstve. To sú takmer $\frac{3}{4}$ celkového množstva! Poľnohospodárstvo však nie je jediné. Obrovské množstvo vody spotrebuje aj odevný priemysel. Nehovoriac o tom, že veľká časť ušitého oblečenia sa ani nikdy nenosí. Ale to je asi smutný príbeh na inokedy. Ďalej používa vodu potravinársky priemysel - ten často pre svoju činnosť potrebuje pravidelne dokladať vyhovujúce rozbory vody. Iste deti počuli, že výroba elektroniky je náročná na vodu - všetky tie batérie sú veľká záťaž na prostredie. S dobou elektroáut je dopyt po vode o to väčší. Ešte keď pomyslíme, koľko vody je potrebné na to také horiace elektroauto uhasiť...

Pre zvedavé: *Najnáročnejšie pestované rastliny vzhľadom na spotrebu vody sú bavlna, cukrová trstina, pšenica, kukurica a ryža. Prekvapivo sem spadajú aj orechy, ktoré sú často pestované v oblastiach chudobných na vodu.*

? **Otázka:** Čo je to vodná stopa?

💡 **Odpoveď:**

Vodná stopa nám udáva, aké množstvo sladkej vody sa spotrebuje (priamo alebo nepriamo) na pestovanie plodín, či výrobu určitého produktu. Ide teda o určitý ukazovateľ, ktorý nám pomáha učiť záťaž na životné prostredie.

Rozlišujú sa aj určité druhy vodných stôp, ale tak ďaleko rozhodne nemá cenu na exkurziu zaobchádzať. Pokiaľ si ale deti odnesú informáciu, že vodná stopa existuje a je to dobrý spôsob, ako zhodnotiť naše správanie k vode, bude šťastí vyhrané.

Pre zvedavých: *Pre predstavu na kilo hovädzieho mäsa sa spotrebuje okolo 15,5 tisíc litrov vody. Vodná stopa je teda 15,5 tisíc l/kg mäsa. V porovnaní s tým napríklad ryža má okolo 1,6 tisíc l/kg. Teda pomaly desaťkrát menej ako hovädzie mäso.*

Príbeh látok a energie

Pokiaľ sú deti už dobre oboznámené s príbehom vody, či sa jedná o starších študentov s povedomím o chémii, je na mieste zakomponovať do exkurzie aj príbeh látok a energie. Voda sa predsa ani zďaleka neupravuje jednoducho a zadarmo. To je asi jedna z najmylnějších domnienok všeobecne. Každý má potom pocit, že vody je predsa všade okolo nás veľa a vodárenské spoločnosti z ľudí iba chcú ťahať peniaze. A on opak sa ukáže pravdou, keď sa začneme zaujímať o cenotvorbu vody. Asi málokto vie, že za odber surovej vody sa platí. Navyše surovú vodu musíme čerpať a tá energia tiež niečo stojí. A keď je reč o energiách, jednu zásadnú tu vynechávame – ľudskú energiu, bez ktorej by sa úpravňa rozhodne nezaobišla. Našťastie o tej sa hovorí v nasledujúcej kapitole.

Čo ešte stojí chemikálie, ktoré musíme do vody na jej úpravu dodávať? Na úpravniach oboch typov vôd sa používa celý rad chemikálií a bez nich by to nešlo, pretože by voda nespĺňala podmienky legislatívy a mohla by ohrozovať zdravie spotrebiteľov. Nejde však iba o látky, ktoré do vody pridávame, ale hlavne o tie, ktorých sa vo vode chceme zbaviť.

? **Otázka:** Čo všetko za látky sa nachádza vo vode?

💡 **Odpoveď:**

Všeobecne možno rozlíšiť chemické a biologické parametre, ktoré vo vode sledujeme. Podľa veľkosti by sme látky vo vode mohli rozlišovať na nerozpustené, koloidné a rozpustené látky. Tie najväčšie sa samozrejme najlepšie odstraňujú (tie nerozpustené). Látky môžu byť anorganického, ako aj organického charakteru. Všeobecne môžeme hovoriť o soliach, kovoch, plynách, mikropolutátoch, patogénoch, ale aj neškodných mikroorganizmoch a zdraví prospešných látok.

SŠ: Nasledujúca časť je určená predovšetkým pre študentov stredných škôl, ktorí už majú solídny základ v chémii, pretože iba vtedy budú všetky konsekvencie a súvislosti plne chápané. Na tomto mieste sú uvedené parametre vody, ktoré sú dôležité.

? **Otázka:** O akých koncentráciách sa budeme baviť?

💡 **Odpoveď:**

Môžete sa detí opýtať, aké si myslia, že sú koncentrácie jednotlivých látok vo vode. Asi budú prekvapené, že žiadna látka v bežnej vode nepresahuje hodnotu štvrt gramu na liter. Niektoré (železo alebo mangán) sú maximálne v jednotkách miligramov na liter, pri ťažkých kovoch alebo pesticídoch môžeme ísť až na desatiny mikrogramov na liter.

1 gram na liter je približne 1 diel látky na 999 g vody. Miligram potom zodpovedá zriedeniu 1:1 000 000 av prípade mikrogramov potom 1:1 000 000 000.

? **Otázka:** S akými látkami a znečistením sa bežne môžeme vo vodách stretnúť?

💡 **Odpoveď:**

železo a mangan – Oba tieto parametre sú spôsobené geologickým podložím a sú úplne bežnou súčasťou prakticky každej podzemnej vody. Železo navyše môže pochádzať zo starších vnútorných rozvodov priamo v domácnostiach (teda pokiaľ vám tečie doma hrdzavá voda, nemusí to byť problém na úpravni). Dobrou správou je, že v bežne vyskytujúcich sa množstvách (miligramy na liter), nie sú zdraviu škodlivé – problém však robia napríklad pri varení alebo praní, kedy môžu byť výsledkom hnedej škvrny na oblečení. Pri vysokých koncentráciách mangánu je však podozrenie na negatívny vplyv na nervovú sústavu.

dusičnany a dusitany – Dusíkaté zlúčeniny sa do vody dostávajú poľnohospodárskou činnosťou (hnojením) alebo priesakom organického materiálu do vody. Pre dospelých problémom nie sú, u detí je však potrebné tieto parametre strážiť (preto je dojčenská voda definovaná predovšetkým obsahom dusíkatých látok). Dusičnany sa v ľudskom tele premieňajú na dusitany a tie nezvratne reagujú s hemoglobínom na methemoglobín. Methemoglobín už nie je schopný prenášať kyslík, čo môže mať za dôsledok až udusenie dieťaťa (v „ľahších“ štádiách postupné modranie).

rádiologické parametre – Možno vás táto informácia prekvapí, ale prakticky každá voda je rádioaktívna, a to aj voda pitná. Nemusíte sa ale báť - limity sú nastavené veľmi prísne tak, že vám hrozí akútny radiačný syndróm (bolesti hlavy, zvracanie) až pri vypití 45 miliónov m³ vody naraz (cca šestina VN Slapy). Najčastejším zdrojom rádioaktivity vo vode je (rovnako ako v ovzduší) radón-222, ďalej draslík-40, urán-235 a urán-238. Všetko to sú prírodné rádionuklidy a kontaminácia napríklad z Černobyľu nie je problémom.

mikrobiologické parametre:

Toto možno tiež bude zaujímavé, pretože každá voda obsahuje určité množstvo mikroorganizmov. Vyhláška však limituje na nule všetky nepriaznivé a nebezpečné mikroorganizmy a vo vode povoľuje iba tie neškodné, prípadne mŕtve. V upravenej vode sa nachádzajú desiatky tisíc mikroorganizmov a iba veľmi malá časť je kultivovateľná. Všeobecne možno zo surovej vody kultivovať iba 0,27 %, v upravenej vode potom menej ako 0,01 %. Inými slovami, iba takto malé percento možno bežnými kultivačnými metódami izolovať a následne určiť.

Patogénov, ktoré sa môžu vyskytovať vo vode, je naozaj veľa a historicky boli vo svete najvýznamnejšie vodné epidémie cholery (nebezpečné hnačkové ochorenia) a brušného týfusu (náhle horúčky a život ohrozujúce dehydratácie).

Pri posudzovaní mikrobiologickej nezávadnosti nie sú pri rozbere hľadané konkrétne škodlivé mikroorganizmy (patogény). Hľadať jednotlivé organizmy by bolo nielen časovo, ale aj technicky náročné, a tak sa na konkrétny organizmus väčšinou zameriavame až pri epidemickom šetrení. Za bežných podmienok sa vykonávajú skupinové stanovenia tzv. indikátorového systému. To sa dá chápať tak, že vždy sledujeme nejakého zástupcu, ktorý nám indikuje, či sa nám darí určitá skupina mikroorganizmov z vody odstrániť. Všade vo svete sa využíva indikátorov fekálneho znečistenia, kedy sa hľadajú baktérie bežne sa vyskytujúce v črevách teplotkrych živočíchov. Medzi typické indikátory patria *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* (*E. coli*) a enterokoky.

Clostridium perfringens – indikuje úspešnosť eliminácie parazitných prvokov. Nález takých baktérií jednoznačne naznačuje, že voda prišla do kontaktu s fekáliami a môže predstavovať riziko pre zdravie.

E.Coli – jedná sa o bežne vyskytujúcu sa baktériu v našich črevách, existujú však aj patogénne kmene tejto baktérie. Následky nakazenia môžu byť od krvavých hnačiek až po zlyhanie obličiek (hlavne u malých detí).

Legionella - objavená bola roku 1976 vďaka záhadnej epidémii v USA. Na rozdiel od predchádzajúcich spomínaných baktérií je infekcia legionelou spôsobená jej vdýchnutím. Bežne sa vyskytuje vo všetkých vodách, avšak riziko predstavuje v teplej vode a klimatizovaných jednotkách, kde sa vo veľkom množstve rozmnoží. Tejto baktérii sa najlepšie darí medzi teplotou 25 až 45 stupňov Celzia. Globálne početnosť nakazenia rastie. So zdražovaním energií ľudia začali šetriť na zlom mieste a udržiavali v domácom bojleri nedostatočnú teplotu. To viedlo k tomu, že sa v ňom baktérie pomnožili až do života ohrozujúcich koncentrácií. Infekcia sa prejavuje horúčkovitým ochorením, ktoré vedie k ťažkému zápalu pľúc au slabších jedincov až k smrti. Vzhľadom na finančnú i časovú náročnosť monitorovania ich výskytu v domácnostiach je nutné dbať na prevenciu a dostatočne prehrievať boiler – na elimináciu baktérie je nutná teplota vody nad 60 stupňov Celzia. Poslednými zástupcami, o ktorých sa tu zmienime sú heterotrofné baktérie, prirodzené a neškodné baktérie vo vodnom prostredí. Heterotrofné baktérie sa stanovujú pri dvoch rôznych teplotách, a to 22 a 36 stupňov Celzia. Ide o jedno z historicky prvých vyšetovaných mikrobiologických ukazovateľov, avšak v dnešnej dobe už nie sú považované za zdravotne významné.

? **Otázka:** Ktoré látky, bežne vyskytujúce sa vo vode, sú pre zdravie priaznivé a ktoré naopak škodlivé?

💡 **Odpoveď:**

Ako kedysi múdry alchymista Paracelsus vyhlásil: "Všetko je jed, vo všetkom je jed. Záleží iba na dávke." aj vo vode tomu nie je inak. Áno, niektoré látky sú škodlivé už pri veľmi malom množstve a ich výskyt je nežiaduci. To môžu byť už spomínané patogény, pesticídy, farmaká a iné biologicky aktívne látky. Iné môžu byť škodlivé až z dlhodobého hľadiska a niektoré ako napríklad už spomínané minerály horčík a vápnik môžu byť pre naše zdravie až nevyhnutné.

? **Otázka:** Aké pridávame chemikálie do vody pri jej úprave?

💡 **Odpoveď:**

Do vody pridávame mnoho chemikálií v závislosti na technológii a tiež rôzne materiály potrebujeme (napr. filtračné materiály ako granulované aktívne uhlie, piesok, kremeň, mletý vápenec, expandovaný ílový granulát a mnoho ďalších). Uvedieme tu iba stručný výpis.

Často je potrebné vodu tzv. stvrdzovať, čo znamená do vody „umelo“ pridávať vápnik, aby nebola voda agresívna voči potrubiu (viac nájdete v technologických moduloch). Na úpravu pH a obsahu vápnika vo vode:

Sóda - poznáme ju z domácnosti, ale je neoddeliteľnou súčasťou (väčšinou menších) úpravní vody. Sóda sa dodáva v práškovej forme a na samotné dávkovanie sa priamo na úpravniach používa vodný roztok. Účelom použitia sódy je zvýšiť pH vody (znížiť jej kyslosť).

Hydroxid sodný – na malých úpravniach a využíva sa na úpravu (zvýšenie pH) prírodných mierne kyslých vôd. Rovnako ako sóda sa dávkuje jeho vodný roztok.

Odkysľovacie filtre - využívajú sa prírodné materiály ako polovypálený dolomit, mramor, či vápenec. Voda prechádza filtrom, filtračnú hmotu rozpúšťa, obohatí sa o minerály a zvyšuje sa jej pH.

Vápenný hydrát – možno to niekoho prekvapí, ale bežné vápno sa využíva na úpravniach. Nevyužíva sa na prípravu maltových zmesí, ale na zvýšenie pH vody. Dávkuje sa do vody vo forme vápenného mlieka alebo vápennej vody. Na väčších úpravniach sa často stretnete s vápenným hospodárstvom a vápenné mlieko sa pripravuje v tzv. vápenom sýtiči.

Surová voda (najmä podzemná) obsahuje zvýšené množstvo železa a mangánu. Hoci sa často uvádza, že nebývajú zdraviu škodlivé, pri mangáne to nie je tak isté. V niektorých zdrojoch sa hovorí o možnom vplyve na nervovú sústavu. Železo nás trápi najmä kvôli ovplyvneniu senzorických vlastností vody – môžete deťom ukázať vzorku poriadne železitej vody, nech všetci vieme, o čom je reč. Aj na odstránenie týchto látok je nutné používať chemikálie či určitý materiál:

Manganistan draselný – hoci to môže znieť naozaj zvláštno, na odstránenie mangánu sa využíva zlúčenina, ktorá ho obsahuje. Mangánistan je silné oxidačné činidlo, ktoré nám pomáha previesť mangán ale aj železo do odstrániteľnej formy (z rozpustenej do nerozpustenej) a po oxidácii nám stačí na ich odstránenie klasický pieskový filter.

Kyslík/ vzduch – využíva sa pri zvýšených koncentráciách železa. Kyslík obdobne ako manganistan pôsobí oxidačne a prevádza látky do nerozpustenej, dobre odstrániteľnej formy. Často sa s kyslíkom stretnete na veľkých úpravniach povrchovej vody. Môžete si všimnúť, že sa skladuje v tlakových fľašiach. Takéto úpravne nepoužívajú kyslík na bežnú oxidáciu železa, ale na generovanie ozónu na ozonizáciu vody. O tom ale až ďalej v dokumente.

Chlórnan sodný – na oxidáciu, a tým odstránenie železa, sa využíva chlórnan na menších úpravniach. O chlórnan ale skôr viac ako k dezinfekčnému činidlu. Asi každý používame a dobre poznáme SAVO, to je roztok chlórnanu sodného. Ide o jeden z možných prostriedkov na hygienické zabezpečenie pred mikroorganizmami. Na chlórnan narazíte na každej menšej úpravni v SR. Novinkou je, že aj niektoré väčšie úpravne si ho začínajú samy vyrábať a zavádzať do prevádzky.

? **Otázka:** Ako sa líši bežné SAVO od chlórnanu používaného na úpravniach?

💡 **Odpoveď:**

SAVO a bežný chlórnan sodný (NaClO) používaný na úpravniach vody majú rovnakú účinnú látku, čo je chlórnan sodný. Asi najväčšie rozdiely sú v koncentrácii a použití. SAVO, ktoré máme doma je väčšinou 5% roztok a je takto formulovaný najmä pre bezpečnosť a jednoduché použitie pre bežného spotrebiteľa. Doma ho využívame ako dezinfekčné činidlo na povrchy alebo ako bielicidlo. Za to na úpravniach sa koncentrácia líši v závislosti na potrebe jednotlivých úpravne. Očakáva sa tiež určitá čistota chlórnanu, ktorá zaisť vyššiu stabilitu produktu, a predovšetkým zamedzí nežiaducim vedľajším produktom vo vode pri jeho použití. Na úpravniach sa chlórnan používa na hygienické zabezpečenie vody proti patogénom, a tým sa zaisť bezpečnosť pre spotrebiteľov.

Pre viac znečistené zdroje vody, tým sú na mysli predovšetkým povrchové vody, sú potrebné ďalšie špecifické chemikálie ako sú koagulačné činidlá, pomocné flokulanty a pokročilé oxidačné procesy.

Koagulant na báze trojmocných iónov - na zrážanie naozaj malých (koloidných) nečistôt sa využíva tzv. koagulanty, ktoré pomáhajú nečistoty zhlukovať do väčších celkov, a tak ich jednoduchšie odstrániť (viac hľadajte v technologickom module).

Ozón – Ozonizácia je jednou z najúčinnějších foriem hygienického zabezpečenia vody a postačí malá doba kontaktu s vodou. Veľkou výhodou je, že nedochádza k tvorbe chlórovaných vedľajších produktov dezinfekcie. Vzhľadom na svoju nízku stabilitu v nižšej atmosfére, musí byť ozón generovaný priamo na úpravni vôd a vyrába sa zo vzduchu či čistého kyslíka vystavenému vysokému elektrickému výboju.

Granulované aktívne uhlie – o sorpcii na granulované aktívne uhlie sa viac hovorí v technologickej kartičke. Iba krátko uvedieme, že pomáha odstrániť mikropolutanty, pachotvorné a chuťotvorné látky z vody. Raz za čas sa však musí regenerovať, aby bola technológia stále rovnako účinná. Dnes bohužiaľ s početnosťou dochádza k znečisteniu podzemných zdrojov pesticídnymi látkami, a tak sa zavádza filtrácia cez granulované uhlie čím ďalej tým častejšie aj na podzemné zdroje.

Chlór – Pravdepodobne najznámejšou organoleptickou vlastnosťou dodávanej vody je pach, ktorý je najčastejšie chlórový (to je koniec koncov cítiť napríklad v bazénoch). Predtým bolo nutné mať v pitnej vode nenulový obsah chlóru tak, aby bola zaistená mikrobiologická nezávadnosť; to už niekoľko rokov nutné nie je. Ľudský čuch je ale na chlór veľmi citlivý a limitná hodnota 0,3 mg/liter je už tak cítiť, že bežný pach chlóru z vodovodu je hlboko pod limitom.

? **Otázka: Prečo sa musí voda chlórovať, keď má negatívny vplyv na organoleptické vlastnosti vody?**

💡 **Odpoveď:**

1.1.2 Väčšinou máme v živote vždy niečo za niečo a ani tu tomu bohužiaľ nie je inak. Chlórovanie vody nám pomáha vodu zabezpečiť na dlhšiu dobu a na dlhšiu vzdialenosť, než voda dorazí k spotrebiteľovi. Okrem toho nie je kvalita tak závislá na vnútornom potrubí a jeho čistote, pretože voľný chlór zaisťuje dezinfekciu aj na trase. Ide o takú poisťku pre prevádzkovateľa a málokto by si vzal na krk takú zodpovednosť. Predsa len pokiaľ by nebola istota hygienického zabezpečenia, výskyt patogénov vo vode by mohol mať fatálne následky. Vrátili by sme sa do historických čias epidémií z vody. A áno, niektoré úpravne (najmä v zahraničí) fungujú bez chlóru, ale na to je potrebné mať kvalitnú infraštruktúru. Odpovedzme si úprimne - myslíte si, že sú peniaze na to, všade po SR vymeniť rozvody za nové? Pravidelne potrubie kontrolovať a opravovať? A čo časť u spotrebiteľa? Kontrolujete si pravidelne doma rozvody? A ako často si dezinfikujete doma perlátor na kohútiku?

Príbeh peňazí


O peniaze ide až v prvom rade, a preto by sa časť výkladu exkurzie (alebo predchádzajúcej prednášky) mala venovať cenotvorbe vody, pretože laická verejnosť (medzi ktorou patria aj účastníci exkurzií) nemá predstavy o tom, z čoho sa skladá cena vody. Už sme sa stretli s názorom, že oných napríklad sto korún za meter kubický ide celý ako zisk firme, pretože voda je zadarmo z prírody, infraštruktúra je postavená z doby socializmu a nič iné nie je potrebné. Vám ako prevádzkovým pracovníkom asi nemusíme hovoriť, že takéto jednoduché to rozhodne nie je.

1.1.3 Tvorba ceny vody sa riadi príslušnými právnymi normami a pravidelne (každoročne) aktualizovaným cenovým výmerom Ministerstva financií (kde je oi uvedená maximálna cena vody na daný rok pre jednotlivé kraje SR, tzv. sociálne únosná cena, a maximálne percento zisku prevádzkovej spoločnosti, tzv. primeraný zisk). Dôležitú úlohu pri tvorbe ceny potom hrá vlastník infraštruktúry, najčastejšie príslušná municipalita, ktorá schvaľuje prevádzkovateľom zostavenú cenovú kalkuláciu. Cenová kalkulácia potom obsahuje nákladové položky, ktoré vznikajú pri výrobe pitnej vody. Náklady začínajú už odberom surovej vody, za ktorú je potrebné odvádzať poplatok (poplatok má rôznu výšku a rôznu cieľovú organizáciu v prípade povrchovej a podzemnej vody). Odber vody je často čerpaný a je k nemu potrebná elektrická energia. Tá je napokon potrebná aj na poháňanie ďalších technológií. Elektrina sa tak stáva významnou položkou tzv. vodného. Ďalej je v úprave vody používané chemikálií. Okrem elektriny a chemikálií je potrebná laboratórna kontrola a obsluha technológií (všeobecne ľudské zdroje súvisiace s prevádzkou nielen techniky, ale aj spoločnosti ako takej). Často najvýznamnejšou položkou vodného sú náklady spojené s obnovou a údržbou vodohospodárskeho majetku. Každá stavba a technológia má obmedzenú životnosť a z každého vyrobeného m³ je potrebné (zo zákona) generovať financie na ich obnovu. Súčasťou vodného sú potom aj ďalšie položky spojené so sprievodnými službami, údržbou analytických prístrojov, likvidáciou odpadov, náklady na odpočty, kalibrácia a výmenu vodomernov, administratívu celej prevádzky a prípadne aj náklady spojené s prípadnými pôžičkami a podobne. Cena vody potom musí byť dostatočne vysoká, aby bolo dosť financií na pokrytie všetkých výdavkov. Prevádzkovateľ vodovodu tiež obvykle vytvára aj zisk, čo je hlavná motivácia pre jeho činnosť. Výška zisku je silne regulovaná, kontrolovaná a nesmie prekročiť 7 %, čo je veľmi nízke číslo v porovnaní s inými odbormi.

Príbeh ľudí

Pokiaľ sa zmieni téma ľudí a profesií vo vodárenstve, pravdepodobne každého účastníka exkurzie napadnú prevádzkoví pracovníci kontrolujúci kanály (aj keď to vlastne nesúvisí s vodárenstvom ako takým). Tento stereotyp a zároveň znižujúci sa záujem o profesie súvisiace s vodou nás zaviedol na zaradenie aj tejto témy do prehliadky. Nie je nutné pre tieto príbehy vyhradiť jednu samostatnú zastávku, ale skôr tieto informácie odovzdávať postupne vo chvíľach, kedy sa to bude hodiť (pri predstavovaní seba samého, pri návšteve prevádzkového laboratória alebo velína). Môžete teda spomenúť vypísané povolanie a profesie. Zároveň treba povedať, že nie všade je profesia rovnako pomenovaná, či sa môže líšiť rozsah vykonávanej práce.

? **Otázka:** Bez akých pozícií (ľudí) by sa úpravňa nezaobišla a prečo?

-  **Odpoveď:**
- **Obsluha úpravne - človek, ktorý sa stará o bežný denný chod objektu. Jeho povinnosti sa líšia podľa konkrétneho objektu a miesta. Môže ísť len o doplňovanie chemikálií a údržbu, ale povinnosti môžu zahŕňať (predovšetkým u malých prevádzok) aj chemické analýzy, nastavovanie systému, vzorkovanie, drobné opravy a úpravy, kosenie pozemkov okolo budov a podobne.**
- **Dispečer - na väčších úpravniach strážia chod a nastavenie úpravne nonstop. Úzko spolupracujú s technológom.**
- **Majster úpravne – na väčších prevádzkach; koordinuje ľudí, zaisťuje objednávky a dodávky materiálu a úzko komunikuje najmä s obsluhou úpravne a technológom.**
- **Prevádzkoví montéri – zaisťujú funkčnosť siete a opravujú poruchy.**
- **Vzorkár – odoberá vzorky, ako na úpravni, tak aj na vodovodnej sieti a u zákazníkov.**

Laborant – spracováva vzorky, buď prevádzkové alebo akreditované.

- **Pre zvedavých: U akreditovaných laboratórií máte istotu, že používané metódy, štatistické spracovanie, chybovosť a kvalita používaných chemikálií je v súlade nielen s právnymi predpismi, ale aj so všeobecne uznávanou laboratórnou praxou; to je pravidelne a veľmi prísne kontrolované akreditačnou inštitúciou.**
- Elektrikár – zaisťuje údržbu a opravy elektrozariadení.
- Vodohospodár – zaisťuje administratívu spojenú s odbermi vody, komunikáciu s úradmi, vodohospodárske bilancie.
- Technológ - veľmi dôležitá profesia. Ide o človeka, ktorý je zodpovedný za kvalitu dodávanej vody. Medzi jeho kompetencie a úlohy patrí správne nastavenie technologickej linky, určenie správnych dávok chemikálií, plánovanie vzorkovania a vyhodnocovanie výsledkov rozboru. Technológ by mal byť vyštudovaný chemik (najlepšie priamo odbor „technológie vody“, hoci bohužiaľ je táto špecializácia ťažko nedostatková).
- Zákaznícke oddelenie – sprostredkováva komunikáciu so zákazníkmi, uzatváranie zmlúv, fakturáciu, sťažnosti, vyjadrovanie k sieťam a podobne.
- Prevencia – zvyčajne ide o vyhľadávanie porúch – tu môžete hovoriť o metódach vyhľadávania porúch vo vašej spoločnosti.
- Ďalšie profesie – vodohospodárske prevádzky môžu mať aj ďalších zamestnancov, ktorí zaisťujú napríklad GIS, plánovanie investícií, sklad, technickú podporu, vodiča.

Management – ako každá spoločnosť, tak aj tie prevádzkové vodárenské musia mať manažérov, vnútorných audítorov, personalistov a ďalšie súvisiace pozície.

? **Otázka:** Koľko ľudí tu pracuje?

💡 **Odpoveď:**

Pravdepodobne najčastejšia otázka, ktorú môžete v súvislosti s ľudskými zdrojmi od účastníkov exkurzie dostať. S odpoveďou vám však nepomôžeme a musíte sa opýtať sami seba (pri malých obciach, kde ste možno jediným pracovníkom na úseku vodárenstva) alebo vašich nadriadených pracovníkov (pri prevádzkových spoločnostiach).

? **Otázka:** Čo musím vyštudovať, aby som tu mohol pracovať?

💡 **Odpoveď:**

Pokiaľ túto otázku dostanete, budeme veľmi radi – splnil sa totiž jeden z vedľajších cieľov tohto dokumentu i celého projektu, a to prebudiť v účastníkoch exkurzií záujem o štúdium vodárenských odborov. Pokiaľ sa budeme baviť o technológiách pitných vôd, tak priamo tie je možné študovať na Fakulte technológie ochrany prostredia na Vysokej škole chemicko-technologickej v Prahe a na Vysokom učení technickom v Brne. Príbuzné odbory možno nájsť aj na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Karlovej v Prahe, na Českej poľnohospodárskej univerzite v Prahe a na Vysokej škole banskej - Technickej univerzite v Ostrave. Avšak je nutné povedať, že táto pozícia je otvorená pre všetkých prírodovedne a technicky vzdelaných záujemcov.

Čo sa týka ostatných povolání, záleží na konkrétnej pozícii – človek ťažko môže vykonávať pozíciu laboranta, keď má výučný list inštalatéra a naopak. Čo sa týka „kariérneho poradenstva“, odkazujeme na platformu Young Water Professionals Slovakia (www.ywp.cz), ktorá združuje vodárenských odborníkov do 35 rokov.

Vlastná exkurzia

Úvodné slová

Bolo by vhodné na začiatok s deťmi prebrať terminológiu – slová, ktoré budete často používať, aby ste sa uistili, že budú všetkému rozumieť. Skúste s nimi týmto spôsobom aj trochu rozprúdiť komunikáciu a zvýšiť ich interakciu. Pýtajte sa ich formou otázok – poznajú toto slovo a ako by ho popísali?

BOZP pri exkurzii

Krátke školenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci je prvou povinnou súčasťou každej exkurzie. Pre konkrétny obsah odkazujeme na vaše vnútro podnikové smernice, respektíve na separátne dokumenty z radu metodík, ktorý sa venuje práve školeniu BOZP. Nepodceňujte, prosím, túto časť, hoci sa môže zdať nadbytočná až zbytočná.

Príbehová línia

Dobrá exkurzia môže podporiť zaujímavý a dobre cieleň príbeh. Príbehová línia by mala byť pútavá a mala by účastníkov vykonať celou exkurziou. Po skoršom prediskutovaní cieľa exkurzie s pedagogickým sprievodom môžete zvoliť jednu z nami navrhnutých príbehových línií alebo si môžete vymyslieť vlastnú. Pokiaľ sa však rozhodnete použiť našu, radi vás týmto odkážeme na predchádzajúcu kapitolu a tiež doplnkový materiál: Vlastná exkurzia – prehľad (príloha 2). Mohol by vám uľahčiť prácu. Okrem príbehových línií, tu uvádzame aj návrhy na úlohy pre deti a kľúčovú otázku na každom stanovisku, na ktorú by ste si s deťmi mali odpovedať.

Lokálna história

Problematiku lokálnej histórie (z hľadiska zásobovania pitnou vodou) odporúčame zaradiť ako tematický úvod pre exkurziu, na ktorý budú prirodzene nadväzovať ďalšie oblasti výkladu. V prípade, že o tejto oblasti nemáte informácie, skúste sa obrátiť na zástupcu samosprávy, prípadne na služobne starších pracovníkov vašej organizácie. Pre základnú orientáciu uvedme, že prvé vodovody v menších obciach (kde predpokladáme pravdepodobnejší nedostatok informácií) sa začali stavať medzi rokmi 1910 až 1930 (v prípade pohraničných oblastí), prípadne v 60. až 70. rokoch v rámci tzv. Akcie Z. Oba stavebné štýly sú od seba jednoducho rozoznateľné, rovnako ako stavby, ako aj stavy. EÚ v posledných desaťročiach.

ZŠ: Z pedagogického hľadiska nie je vhodné zahŕňať účastníkov exkurzie dátáciami; úplne postačujúce je pojednanie o približnej dobe výstavby, prípadne zásadnejšie stavebné či technologické rekonštrukcie. Odporúčame používať namiesto letopočtov skôr formulácie „Pred XX rokmi...“ a vzťahovať to na generácie (napr. „Vodovod sa u nás začal stavať v čase, keď sa narodili vaši rodičia; starí rodičia teda vodovod ešte nemali a museli si brať všetku vodu zo studne“).

Históriu je lepšie „zabaliť“ do príbehu napr.: „...pretože mesto rástlo, museli naši predkovia riešiť nedostatok vody a rozhodli sa postaviť túto úpravňu...“

SŠ: Informácie obdobné ako u poslucháčov z radov žiakov základnej školy. Možno poukázať na historické, predovšetkým lokálne historické udalosti s podobnou

datáciou ako vodovod samotný, prípadne sprevádzať túto datáciu so stavom vodovodu (materiál distribučnej siete, prípadne technológie).

Zvedaví: *Pokiaľ by vás pre vaše ďalšie vzdelávanie alebo hlbší záujem problematika histórie vodovodu v danej lokalite zaujímala viac, odporúčame sa obrátiť na miestnu kroniku (v dnešnej dobe už bývajú digitalizované), prípadne na mieste príslušný štátny okresný archív, konkrétne na fondy konkrétnych obcí (do roku 1945) miestnych národných výborov (po roku 1945). Príslušné odkazy nájdete na konci tejto metodiky v kapitole s odkazmi a ďalšími vzdelávacími materiálmi. Základný prehľad o histórii vodárenstva vo väčšine regiónov potom obsahuje kniha Jaroslav Jásek: Vodárenstvo v Čechách, na Morave av Sliezsku.*

? **Otázka:** A čo to tu na tej čističke robíte /čistíte...?

💡 **Odpoveď:**

Bohužiaľ sa vo svojej praxi pravidelne stretávame s tým, že laická verejnosť nepozná rozdiel, prípadne nerozoznáva úpravne pitných vôd a čistiarne odpadových vôd. Pri takejto otázke je teda vhodné upozorniť na diametrálnom rozdiel týchto dvoch stavieb, a to nielen z hľadiska primárneho účelu, ale aj technológie.

● Hlavné otázky

- **Otázka:** Je pitná voda samozrejmosťou?
- **Otázka:** Čo môže vodu kontaminovať?
- **Otázka:** Akú úlohu zohráva poradie technológií a čo odstraňujú?
- **Otázka:** Aký by bol dopad pre spoločnosť, keby chýbal na sieti vodojem?
- **Otázka:** Zaobídete sa úprava vody bez priebežnej kontroly?
- **Otázka:** Čo sa deje, ak by voda neplnila limity?
- **Otázka:** Každá výroba má svoj špecifický odpad – aký je ten vodárenský?

Otázka: Ako šetriť vodou?

- Šetrenie vodou v domácnosti je skvelý spôsob, ako znížiť náklady a zároveň prispieť k ochrane životného prostredia. Niekoľko tipov pre účastníkov:
- Sprchovať miesto napúšťania plnej vane
- Uistiť sa, že máte doma dvojfázové splachovanie (dva rôzne objemy vody)
- Používajte doma umývačku namiesto umývania riadu (púšťajte ju plnú!)
- Kupujte úsporné spotrebiče (pri výbere zohľadnite spotrebu vody)
- Pravidelne kontrolujte a opravujte netesnosti na kohútikoch a toaletách
- Zbierajte dažďovú vodu a využívajte ju napríklad na zalievanie, či zaveďte domov na splachovanie toaliet
- Vypínajte vodu pri čistení zubov
- Pri umývaní riadu nenechávajte vodu na prázdno tiecť

1.2 Zaujímajte sa o vodnú stopu a aké sú dopady nášho správania

Kvalita vody

Celý proces technológie úpravy vody vlastne nie je nič iné ako odstránenie nežiaducich látok z vody. Ak je voda hrdzavá alebo s výrazným pachom chlóru, spotrebiteľ to ihneď spozná a klesá jeho dôvera voči kohútikovej vode; a už vôbec nespomínáme legislatívne aspekty – skrátka prevádzkovatelia si musia dávať na kvalitu dodávanej vody veľký pozor.

? **Otázka:** Aké základné charakteristiky má voda?

💡 **Odpoveď:**

pH – možno prvý parameter, ktorý účastníkov (stredoškolákov) napadne; de facto ide o kyslosť vody (správne sa jedná o záporný dekadický logaritmus aktivity oxóniových iónov). Pitná voda môže byť mierne kyslá až mierne zásaditá, pričom konkrétna hodnota sa odvíja od vlastností surovej vody a od nutných zmien počas technológie úpravy (každý technologický krok potrebuje iné podmienky).

tvrdosť – tento pojem je pravdepodobne mätúci – ako môže byť voda tvrdá? Však je to kvapalina. Tvrdosť vody nie je nič iné ako obsah vápnika a horčíka vo vode. Ide o široko diskutovanú tému medzi laickou verejnosťou a dostávajú sa do konfliktu dva záujmy. Tvrdšia voda (teda tá s vysokým obsahom vápnika a horčíka) je chutnejšia a dodáva telu dôležité prvky. Na druhú stranu taká voda zanáša rýchlovarné kanvice, práčky a bojlerov vodným kameňom a spôsobuje tak problémy v týchto spotrebičoch.

pach – pach znehodnocuje vodu, aj keď je treba inak vhodná na pitie; je to zároveň pravdepodobne to prvé, čo spotrebiteľ spozná. V praxi sa dá najčastejšie stretnúť s chlórovým zápachom (pri pH 7 je prahová hodnota 0,156 mg/l), ktorý je väčšinou spôsobený vyššími dávkami chlórnanu v prípade horšej kvality surovej vody alebo pri dezinfekcii potrubia po poruche. Každý spotrebiteľ pach vníma inak, rovnako ako chuť (pozri ďalej).

chuť – rovnako ako pach je aj chuť parametrom, ktorý každý spotrebiteľ berie ako smerodajnú hodnotu kvality vody, aj keď napríklad aj napriek horšej chuti voda vyhláske vyhovuje. V praxi sa dá stretnúť hlavne so železitou chuťou, ktorá však nemusí byť spôsobená nekvalitnou úpravou, ale nekvalitné rozvody v dome, s ktorými prevádzkovateľ úpravne nemôže nič robiť. Chuť vody je najviac ovplyvňovaná koncentráciou vápnika a horčíka (de facto teda tvrdosťou), prípadne aj pH.

zákal – vypovedá nám o množstve nerozpustených látok vo vode.

vodivosť – dáva nám informáciu o obsahu iónov vo vode (čím viac iónov, tým vyššia vodivosť). Sama o sebe však neudáva informáciu o tom, či je voda pitná. Vody s vysokým obsahom iónov (minerálne) nie sú vhodné na dlhodobé pitie.

? **Otázka:** Čo znamená, že je voda pitná?

💡 **Odpoveď:**

Pravdepodobne prvé, čo žiakov napadne, je, že voda je bezfarebná/priehľadná. Farba je však samostatný parameter a nič nám nehovorí o obsahu napríklad dusičnanov alebo pesticídnych látok, teda látok na prvý pohľad neviditeľných.

Európska legislatíva aktuálne pojem pitná voda nepozná – nahradila ho termínom „voda určená na ľudskú spotrebu“ a je definovaná ako „zdravotne nezávadná voda, ktorá ani pri trvalom požívaní nevyvolá ochorenie alebo poruchy zdravia prítomnosťou mikroorganizmov alebo látok ovplyvňujúcich akútnym, chronickým či neskorým

působením zdravia fyzických osôb a ich potomstva. a používanie pre hygienické potreby fyzických osôb“.

Pre zvedavé: Limity pre pitnú vodu sú definované vo vyhláške č. 252/2004 Zb. „Vyhláška, ktorou sa stanovujú hygienické požiadavky na pitnú a teplú vodu a početnosť a rozsah kontroly pitnej vody“, ktorá za svoju existenciu prešla (do roku 2026) ôsmimi novelizáciami (predovšetkým doplnením ďalších parametrov). Rádiologické parametre sú však definované vo vyhláške č. 422/2016 Zb. „Vyhláška o radiačnej ochrane a zabezpečení rádionuklidového zdroja“.

Táto legislatíva rozlišuje (oi) tri limity – tzv. DH, MH a NMH. Odporúčané hodnoty (DH) sú napríklad pri tvrdosti vody, pričom ich plnenie nie je záväzné. Medzné hodnoty (MH) označujú limity, ktorých prekročenie je nutné riešiť, ale nepredstavujú akútne zdravotné riziko (napríklad mangán alebo železo); tretím typom je najvyššia medzná hodnota (NMH), pri prekročení, ktoré je voda automaticky označená ako nevhodná na konzumáciu a musí sa okamžite riešiť prijatím nápravných opatrení.

Každý zákazník má právo poznať kvalitu vody, ktorú odoberá. Pokiaľ ju dodávateľ vody nezverejňuje na webe, môže sa naň zákazník obrátiť a dodávateľ má povinnosť poskytnúť informáciu. Rovnako má zákazník právo vidieť časť dokumentu tzv. Posúdenie a riadenie rizík, kde sú vidieť všetky riziká daného vodovodu (či čo sa týka kvality alebo kvantity dodávanej vody).

? **Otázka: Čo znamená, že je voda doječenská?**

💡 **Odpoveď:**

Z vlastnej skúsenosti musíme povedať, že veľmi častým argumentom obyvateľov nedôverčivých ku kohútikovej vode je, že ich voda zo studne je doječenská. Tento termín bol rozšírený predovšetkým marketingom firiem predávajúcich balenú vodu. Na tento typ vody sa skutočne vzťahujú iné limity, a to predovšetkým v parametroch dusičnany, dusitany, konduktivita (prakticky obsah rozpustených látok) a sodík, ale väčšinou voda zo studne naozaj týmto podmienkam nevyhovuje, aj keď si to ľudia myslia.

? **Otázka: Ako často sa musia robiť rozbory pitnej vody?**

💡 **Odpoveď:**

1.3 Tu nemožno vopred povedať, aké budú typy účastníkov exkurzie. Frekvencia vzorkovania je daná vyhláškou a pohybuje sa od jednej vzorky za rok pri malých úpravniach až po niekoľko vzoriek za mesiac pri väčších (početnosť vzoriek na vašom vodovodnom systéme si zistíte pred exkurziou a zapíšete do tabuľky v prílohe tejto metodiky). Okrem týchto zákonom dané rozbory (ktoré sa hlásia hygienickým staniciam) má ale väčšina prevádzok aj tzv. prevádzkové rozbory, ktoré sa robia pre konkrétne záujmové parametre (typicky chlór, pH, mangán alebo železo). Pokiaľ sa táto frekvencia bude zdať účastníkom nízka, skúste nadviazať doplnujúcou otázkou, ako často si robia doma rozbory z vlastnej studne.

Zdroj surovej vody

Základom zásobovania pitnou vodou je samozrejme zdroj vody surovej, pričom surovou vodou môže byť povrchová (vodoteč / nádrž) alebo podzemná voda (hlboká alebo plytkého obeh).

Na exkurziu si pripravte základné informácie o kvalite vody v porovnaní s vodou pitnou – teda že voda má napríklad nadlimitné množstvo železa, mangánu alebo niklu, alebo nevyhovujúcu kvalitu z hľadiska mikrobiologických parametrov. Odôvodníte tak vlastne existenciu celej úpravy vody a účastníci exkurzie si budú môcť lepšie predstavovať, prečo sú jednotlivé kroky v technológii zaradené.

Vieme, že v mnohých prípadoch je zdroj surovej vody v značnej vzdialenosti od úpravne vody a nie je v časových možnostiach zdroj v rámci exkurzie navštíviť. V tom prípade odporúčame vytlačiť niekoľko fotografií zdroja v dostatočnej kvalite a veľkosti tak, aby účastníci videli aj túto technologickú časť. Pokiaľ by to ale šlo, bolo by rozhodne lepšie ho s deťmi navštíviť.

SŠ: Môžete poukázať na architektonický rozmer zdroja (predovšetkým u podzemných zdrojov) - pri pohraničných oblastiach sa budete stretávať so zdrojmi zo začiatku minulého storočia z tehál, ktoré v sebe obsahujú integrované technologické zariadenia typu odvetrávacích kaskád, zatiaľ čo vo vnútrozemí budú pravdepodobnejšie betónové skruže zo 70. rokov mnohokrát bud.

Určite nezabudnite spomenúť, že je prísny zákaz vstupu osôb do blízkosti zdrojov vody, samozrejme zákaz znečisťovania odpadkami a neoprávnená manipulácia so samotnými zdrojmi. Týmto nedochádza iba k ohrozeniu zdravia samotného človeka, ale všetkých spotrebiteľov danej vodovodnej siete. K téme ochranného pásma vodného zdroja nájdete viac v sprievodných materiáloch projektu.

SŠ: Vyvýšený zdroj surovej vody uprostred poľa nie je správne miesto na večernú konzumáciu alkoholických nápojov s priateľmi, ako sme mohli byť svedkami pri jednej nemenovanej obci v Plzenskom kraji, a medzera v betónových skržiach potom rozhodne neslúži ako odpadkový kôš.

1.4 Na záver tohto stanoviska je vhodné poukázať na vzdialenosť zdroja od úpravne, materiál potrubného spojenia (dôvody poukázania na materiál sú v tejto metodike spomenuté v kapitole o rozvodnej vodovodnej sieti) a spôsob transportu (gravitačný / výtlačný rad).

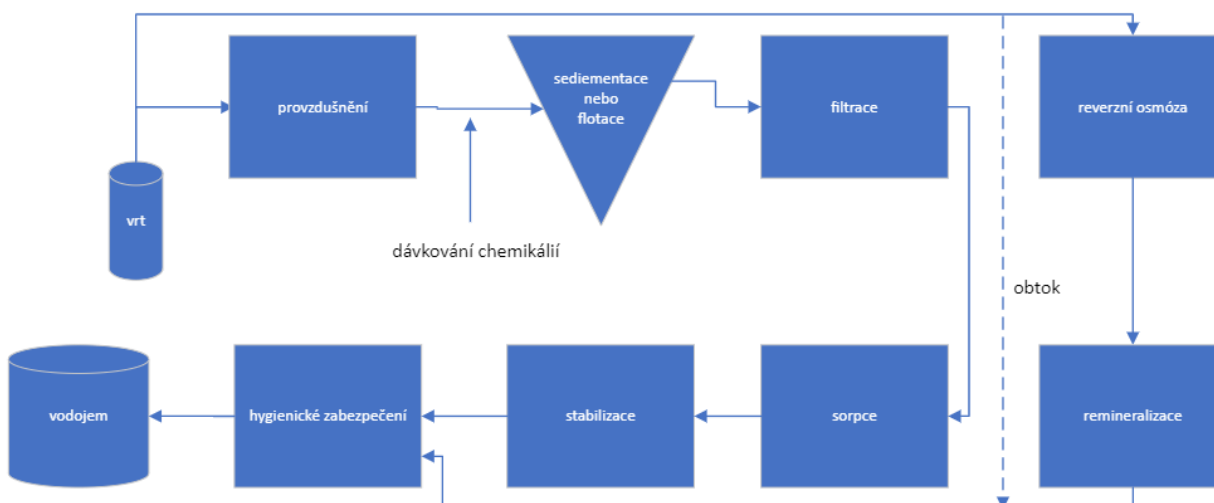
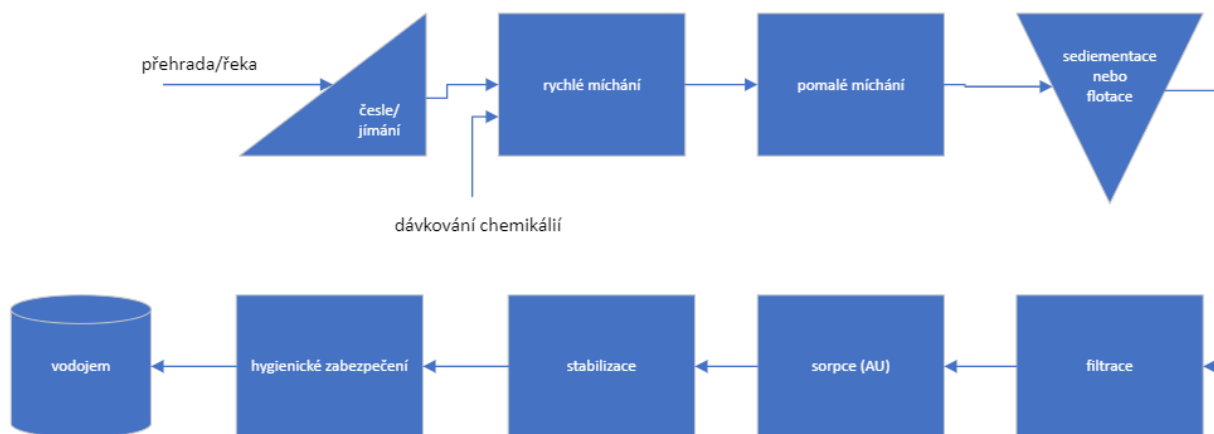
Popis technológie

Rovnako ako sa líši kvalita zdroja surovej vody, musí sa líšiť aj použitá technológia. Neexistuje jedna univerzálna schéma technológie, ktorú by sme tu mohli predstaviť, a preto sme sa rozhodli sústrediť sa skôr na typy technológií a vytvoriť z nich akési moduly, z ktorých si poskladáte informácie k vlastnej úpravni.

Všeobecne možno však povedať, že podzemná voda býva výrazne lepšej kvality ako zdroj povrchový a úprava väčšinou máva, pokiaľ vôbec, tak maximálne 2 separačné stupne. Okrem toho existujú určité charakteristiky pre podzemnú vodu. Podzemná voda je v pomere s povrchovým veľmi chemicky stabilný zdroj (obsahom látok aj fyzikálnymi vlastnosťami vody). Jedným z typických je obsah oxidu uhličitého, ktorého má podzemná voda výrazne vyššie množstvo ako povrchová. Ďalším plynom, ktorý býva rozpustený v podzemnej vode je radón, či sulfán. Plynov sa dá zbaviť technológiou zvanou prevzdušnenie. Z kovov býva bežný vyšší obsah železa a mangánu. Železo sa na rozdiel od mangánu ľahšie oxiduje, kedy časť sa oxiduje už pri samotnom prevzdušení. Zvyšná časť sa väčšinou odstráni na prvom separačnom stupni, čo bývajú otvorené či tlakové filtre a náplň filtrov sa môže naprieč úpravňami líšiť. Oxidačné činidlo je napríklad chlórnan sodný, a potom nasleduje druhý separačný proces, kedy je žiaduce zbaviť sa mangánu. Na ten sa používa silnejšie oxidačné činidlo manganistan draselný. Odstránenie môže pomôcť zaistiť aj impregnovaný piesok oxidom manganičitým

(burel). Nie je výnimkou, že sa stretneme napríklad aj so zvýšeným množstvom niklu, ten potrebuje na svoje odstránenie podstatne vyššie hodnoty pH. Pôdne prostredie a nízke pH vody spôsobia vylúhovanie hornín, ktoré má za následok aj vyšší obsah minerálov vo vode. Ten býva skôr pozitívny, avšak príliš mineralizovaná voda je tiež nežiaduca. Navyše sa môžu vylúhovať aj iné látky ako napríklad arzén. Všetko je ovplyvnené horninovým prostredím.

Ukázková technologická linka – schéma a ukážka možnej exkurzie (povrchová / podzemná)



Surová voda veľmi často obsahuje látky, ktoré sú zo zdravotného hľadiska škodlivé, sú nevhodné na dlhodobú konzumáciu, alebo škodia technickým zariadeniam (umývačky, práčky, potrubia...). Aj inak nezávadné látky, ktoré sa prejavujú sensoricky (farba, chuť, zápach), môžu byť pre konzumenta neprijateľné a je tiež potrebné

ich odstrániť. Tu sa môžete návštevníkov opýtať, či ich nejaké závadné látky napádajú, prípadne prečo sú nevhodné na konzumáciu – o konkrétnych látkach a ich negatívnom pôsobení nájdete informácie o niekoľko podkapitol ďalej.

- Na odstránenie látok, ktoré sú vo vode nežiaduce, môžeme využiť rôzne stratégie:
- **Usadzovanie (pre nerozpustené látky dobre sedimentujúce s vysokou hustotou – napríklad piesok)**
- **Filtrácia (pre nerozpustené látky, rozpustené látky prevádzame na látky nerozpustené, ktoré potom možno odstrániť filtráciou; filtračným materiálom je väčšinou kremičitý vodárenský piesok)**
- **Odvetrávanie (pre plyny – napríklad oxid uhličitý alebo radón)**
- Pokiaľ nemôžeme využiť premenu rozpustených látok na nerozpustené, môžeme využiť iónovú výmenu (iontomeniče) alebo sorpciu (napríklad aktívne uhlie).
- Dajú sa použiť aj biochemické premeny látok pomocou baktérií, to sa dnes používa len výnimočne, pretože sú k dispozícii spoľahlivejšie technológie. V minulosti to bol pomerne častý spôsob úpravy vody, tzv. pomalé filtre. V súčasnej dobe sa však v zahraničí opäť začína táto technológia rozvíjať, aj keď v úplne inom technologickom usporiadaní.

Hygienické zabezpečenie (pre mikroorganizmy; typicky použitie chlórnanu sodného, teda SAVA; alternatívne možno však použiť ozón, UV lampu, oxid chloričitý a pod.)



Môžete sa s deťmi pobaviť o tom, ktoré látky sa ľahko odstraňujú a ktoré nám naopak robia zo života peklo. Zahrňte ich do problematiky, s ktorou sa každý prevádzkovateľ úpravní stretáva. Čo si účastníci myslia – je technologicky jednoduchšie odstrániť rozpustenú alebo nerozpustenú látku z vody? Postažujúte sa, aké sú mikroorganizmy potvory a ako sa nám vo vode znova a znova rozmnožujú, keď im dáme na to priestor. Nezabudnite ale spomenúť, že veľa mikroorganizmov je úplne neškodných a prirodzene sa vyskytujúcich. Bohužiaľ sa medzi tými dobrými nachádzajú aj nám škodlivé patogény.

Ako už bolo spomenuté v úvode tejto metodiky, vzhľadom na veľkú množinu možných technologických riešení jednotlivých úpravní je tento stupeň riešený tzv. modulárne. V ďalšej kapitole nájdete popisy pre jednotlivé technologické stupne, ktoré si prosím nakombinujte tak, aby popisovali vašu úpravňu vody. Jednotlivé moduly sú na sebe vzájomne nezávislé. Počas exkurzie je dôležité zdôrazniť, čo sa v akej fáze deje, prečo av akej nadväznosti na seba kroky sú (napríklad tu sa dávkuje manganistan, aby došlo k oxidácii rozpustených látok, ktoré sú potom následne separované na filtri).

? **Otázka: Ako dlho trvá, kým sa voda upraví?**

💡 **Odpoveď:**

Tu sa ponúka podľa vzoru Standy Pekárka odpovedať na otázku protiotázkou - o akom množstve vody sa bavíme? Všeobecná odpoveď na túto otázku je veľmi individuálna v závislosti na Vašej technológii (napríklad či máte zaradené aj pomalšie celky typu sedimentácie), a tak si na takúto otázku individuálne pripravte odpoveď na základe vašej technológie.

? **Otázka: A čo mikroplasty?**

💡 **Odpoveď:**

Problematika mikroplastov nielen v životnom prostredí, ale aj v pitnej vode bola veľmi diskutovaná pred niekoľkými rokmi, pretože sa do vôd dostávajú prakticky úplne so všetkým – od balených vôd a šampónov

počnúc, až po pranie bünd a utieranie povrchov končiac. Bohužiaľ v súčasnosti nie sú ešte rozšírené technológie, ktoré by dokázali vnikaniu mikroplastov do pitnej vody plne zabrániť; súčasné technológie dokážu odstrániť iba zlomok.

? **Otázka: A čo hormóny / pesticídy / drogy / iné bioaktívne molekuly? vody?**

💡 **Odpoveď:**

Rovnako ako mikroplasty, tak aj bioaktívne molekuly sú prítomné vo vodách – pomocou analýzy odpadových vôd z miest možno získať napríklad informácie o množstve užívateľiek hormonálnej antikoncepcie, užívateľov tej či onej drogy, chorých na koronavírus a podobne. Vo väčšine prípadov sa tieto molekuly neodstránia na čistiarni odpadových vôd a pokračujú tak nielen do životného prostredia, ale práve aj do pitných vôd. V poslednej dobe sa ale na väčších úpravniach vody začínajú inštalovať doplnky technológie (typicky UV lampy spojené s metódami pokročilej oxidácie (tzv. AOP) s filtrami aktívneho uhlia), ktoré aj tieto nežiaduce látky z vody odstránia.

? **Otázka: Počul som, že sa do vody sype fluór. Je to pravda?**

💡 **Odpoveď:**

1.5 Je, resp. bola to pravda. Počas druhej polovice 20. storočia sa do vody pridávali zlúčeniny fluóru (napríklad kryolit; tzv. fluoridácia vody) za účelom dodávky dostatočnej dávky fluóru spotrebiteľom – fluór je podstatnou súčasťou napríklad zubnej skloviny. V deväťdesiatych rokoch sa však od tejto praxe predovšetkým z ekonomických dôvodov upustilo. Dnes sa fluoridácia vody opäť zavádza napríklad vo Veľkej Británii.

Vodovodná sieť

Samotné potrubie v malej obci môže dosahovať aj niekoľko kilometrov; celková dĺžka sietí v ČR bola v roku 2022 82 034 kilometrov (cca pätina vzdialenosti Zeme a Mesiaca).

SŠ: Tzv. rúrová sieť môže byť zapojená vetvene, okruhovo alebo kombinovane (posledné dva spôsoby majú výhodu v tom, že jedna porucha nevyradí zo zásobovania napríklad celú štvrt, pretože je možné ju zásobovať z iného smeru). Tiež môžeme rozlišovať vodovody podľa veľkosti zásobeneho územia na miestnej (zásobuje iba jednu obec), skupinový (viac obcí alebo napríklad mestskú aglomeráciu) a oblastnú (neobsahuje len vodovody, ale aj niekoľko úpravní vody, ktoré si môžu vzájomne vypomáhať napríklad v prípade odstávok alebo porúch).

Materiál vodovodnej siete má zásadný vplyv na spôsob prevádzkovania av krajnom prípade môže mať aj vplyv nielen na straty vody v sieti kvôli netesnostiam, ale aj na kvalitu. Podľa doby výstavby sa môžeme stretnúť s materiálmi: liatina, oceľ (vrátane nerez a pozinkovaných častí), plast (typicky PVC – polyvinylchlorid, PP – polypropylén, sklolaminát, HDPE – polyetylén), železobetón, meď, mosadz (primárne spojky a ďalšie menšie súčasti), sklo, az maximálnej nožnej miere nahrádzané vzhľadom k zdravotným či technickým rizikám).

SŠ: Prečo je azbest problémom nielen vo vodnom hospodárstve, ale aj napríklad v stavebníctve pri rekonštrukcii starších budov? Azbest sú vlákňité silikáty, ktoré

sa využívali oi kvôli svojmu nehorľavému charakteru. Pri porušení štruktúry (napríklad pri opravách a demoláciách) však dochádza k prenikaniu malých vlákien do pľúc, kde vedie k zjazveniu pľúcnych mechúrikov a možnému vzniku rakovinového bujnenia.

SŠ: *Ďalším zaujímavým materiálom, s ktorým sa dá (aj keď už veľmi výnimočne) stretnúť, je sklobetón. Tento materiál sa využíval po druhej svetovej vojne, kedy bol nedostatok železa pre vodárenský sektor; naopak skla, predovšetkým v pohraničí bol dostatok. Ide teda o sklenené rúrky, ktoré sú zaliate v betóne.*

Čas, ktorý voda strávi v potrubí, je rozhodne nezanedbateľný a môže dosahovať až k vyšším jednotkám dní (extrémy sú až 14 dní). Tomu je nutné venovať pozornosť pri nastavovaní dávky dezinfekčného činidla (najčastejšie chlóru); preto domy v blízkosti úpravne/vodojemu môžu cítiť oveľa viac chlóru, než tie najvzdialenejšie odberné miesta. Problematika dezinfekcie a všeobecne hygienického zabezpečenia vody v distribučnej sieti (typicky chlórnanom) je súčasťou kapitoly venujúcej sa jednotlivým technologickým celkom úpravárenského systému.

Aby voda tiekla po otvorení kohútika, je nutné v potrubí vytvoriť tlak (čo je koniec koncov vidieť napríklad vo filmoch, kedy pri prasknutí potrubia dôjde ku gejzíru vody, prípadne pri zapojení hadice na hydrant). To môže byť realizované buď automatickými tlakovými stanicami na sieti, alebo posadením vodojemu na vyvýšené miesto v okolí (prípadne na vežu) tak, aby bol tlak na všetkých miestach siete (tzv. tlakové pásmo) dostatočný. Rozmýšľali ste niekedy nad tým, ako sa vodou zásobujú mrakodrapy?

ZŠ: *Nemá zmysel vysvetľovať všetky položky. Je dôležité spomenúť, že aj za odber vody z prírody je potrebné platiť, čo si mnohokrát neuvedomujú. Ďalej spomenúť položky ako elektrická energia, mzdy zamestnancov, chemikálie a obnovu majetku.*

SŠ: *Tu už je možné diskutovať širšie, napríklad opýtať sa koľko stojí m³ vody (bud to môže byť úloha na doma, alebo tipovaním môžete zistiť mieru orientácie žiakov vo finančnej gramotnosti), aké sú mesačné náklady na vodu a porovnať ich s nákladmi na elektrinu, telefón, Netflix (pozri tabuľku nižšie, ktorú môžete, ale nemusí, ale nemusí; zároveň porovnať náklady na kohútikovú vodu a na balenú vodu (pozri prvú kapitolu tohto dokumentu).*

1.5.1 Zvedaví: *Je veľmi ťažké, vzhľadom na neustále meniace sa ceny (a infláciu, s ktorou štát bojuje práve v čase písania tohto dokumentu), napísať porovnávaciu tabuľku ceny vody a ostatných služieb či pôžitkov. Na druhú stranu nie je nutné mať úplne presné porovnanie, ale iba akési orientačné; nasledujúca tabuľka teda porovnáva jednotlivé mesačné výdavky pomocou násobkov, kedy 1 = mesačná platba za vodu (použitá priemerná spotreba v ČR 89,4 L/os./deň, teda 2,7 m³/os./mesiac s priemernou cenou v ČR 100 Kč/m³):*

Vodomery

Samozrejme esenciálnou vecou na vodovodných prípojkách sú vodomery. Hodnotíme ako veľmi prospešné, pokiaľ v rámci exkurzie vysvetlíte a názorne ukážete aj tak bežné zariadenie ako je vodoměr, prípadne sa aj zmienite o spôsoboch diaľkového odčítania.

Účastníci exkurzie ho pravdepodobne uvidia prvýkrát v živote. Tu sa ponúka spomenúť, ako by sa mal človek o vodomer doma starať (predovšetkým v zimných obdobiach).

SŠ: V súčasnej dobe sú v testovacích prevádzkach aj také vodomery, ktoré automaticky do systému prevádzkovej spoločnosti hlásia (napríklad) raz za hodinu hodnoty a možno tak lepšie organizovať výrobu (formou strojového učenia na digitálnom dvojčatu) alebo odhaľovať úniky a šetriť tak financie i prírodné zdroje.

Vec, ktorá nie je laickou verejnosťou príliš známa, sú straty vody pri doprave potrubím – v Českej republike sú tieto straty priemerne 15 % (teda že zo cca 6 litrov upravenej vody 1 liter tečie nevedno kam do zeme), pričom v niektorých extrémoch (v zahraničí) táto hodnota môže dosahovať až 80 %. Globálny priemer sa pohybuje okolo 40%. Novinkou, ktorá môže pomôcť detekovať straty vody, sú vodomery s meraním akustického šumu. Prasklina v potrubí totiž zapríčiní určitý šum, a tým je ľahšie ju nájsť.

Straty vody pod 5 % je možné považovať za extrémne nízke a ich ďalšie znižovanie je veľmi ťažké. Dostávame sa tu totiž do oblasti nepresnosti merania prietoku a množstva vody. Súčasne sa na stratách vody na úrovni nižších jednotiek percent podieľajú aj veľmi drobné netesnosti, či priesaky na spojoch potrubí a armatúr, ktoré je prakticky nemožné zmerať a lokalizovať.

Popis technológií

Základné informácie o technológiách – fakty a zaujímavosti, z ktorých bude skladaná vlastná exkurzia.

Ako už bolo niekoľkokrát napísané vyššie, nasledujúca časť metodiky je modulová a jednotlivé časti na seba nenadväzujú; vyberte si, prosím, pre vás relevantné technologické celky a zostavte si z nich svoj vlastný program exkurzie. Aj keď sme sa snažili postihnúť všetky v slovenských krajinách bežné technológie, je možné, že niektoré nám unikli. V tom prípade, prosím, požiadajte technológa / odborného zástupcu o vytvorenie obdobného popisu ako popisy tu.

SŠ: *Na čo v súčasnej dobe v Českej republike začína byť dôraz v súvislosti s technológiami a zabezpečením vodárenských procesov je kyberbezpečnosť. Už sa vyskytlo (v zahraničí) niekoľko teroristických činov, keď hackerským útokom boli napríklad zmenené dávky chemikálií či zastavené dodávky vody do siete. Hoci sa to zdá ako drobnosť, zvýšenie pH vody na 11 implikuje poleptanie tráviacej sústavy.*

Zvedaví: *Pre zvýšenie pozornosti si môžete prejsť stránku na Wikipédii s názvom Terorizmus zameraný na infraštruktúru zásobovania pitnou vodou, odkiaľ si môžete nejaké prípady vybrať (prípadne na anglickej verzii rovnakej stránky) a vo vhodnej chvíli ich vo svojom výklade spomenúť. Tzv. true-crime príbehy sú medzi dnešnou mládežou populárne a obľúbené a rozhodne vám prinesú plusové body.*

Česle**Význam**

Ochrana pred vniknutím nečistôt, mechanickým poškodením čerpacích zariadení a zanášanim potrubia

Princíp

Mechanická bariéra zachytávajúca na svojom povrchu materiál

Zachytený materiál

Hrubé a jemné nečistoty (v závislosti od vzdialenosti jednotlivých česlic) napr. vetvy, šišky, lístia, ryby, žaby

Súčasť zachytávacieho objektu pri povrchových vodách (pri podzemných vodách tento technologický krok nie je, pretože sa z podstaty zdroja nepredpokladá prítomnosť takých veľkých častí). Zariadenie musí byť prispôsobené ľahkému čisteniu. Na malých úpravniach toto čistenie prebieha ručne hrabami. Pri väčších prevádzkach disponujú česle kontinuálnym mechanickým stieraním.

ZŠ: Česle si deti môžu predstaviť ako mrežu či hrebeň. Rovnako ako hrebene môžu byť česle jemné, s vysokou hustotou zubov (česlice veľmi blízko pri sebe), stredné a hrubé, ktoré majú zuby ďaleko od seba. Dajte dohromady s deťmi, čo môžeme na česle priplávať (príklady sú v spomínanej v zachytenom materiáli vyššie). Deti budú bezpochyby kreatívne. Mechanické česle sa dajú priblížiť eskalátory, ktoré nečistoty vedú nahor, až nečistoty skončia v kontajneri. Vzhľadom na to, že surová voda nie je ani zďaleka taká špinavá, odpad z česlí sa väčšinou vyváža maximálne párkrát do roka.

Potom sa opýtajte, prečo si myslia, že sú česle na úpravni vôbec potrebné (ochrana pred upchatím, poškodením dôležitých zariadení)

SŠ: U stredoškóľakov môžete zísť aj do viacerých technických záležitostí, ako sú napríklad vzdialenosti česlic (a prielín medzi nimi) a pod.

1.6 Zvedaví: Na jednej západočeskej úpravni vody sa nachádza technologický stupeň „Lapač rýb“, kde sa môže zdať, že má rovnaký dôvod zaradenia ako česle. Pravdou ale je, že lapač rýb sa nachádza za sústavou čerpadiel a tie nakúskované zvyšky rýb by sa v prerušovacej nádrži (ako znie správny názov) nemali za čo zachytiť.

Prevzdušňovanie**Význam**

Odvetranie plynov (napr. radón, sulfán, voľný CO₂, ...) Mechanické odstraňovanie oxidov uhličitého – odkysľovanie vody, a tým zníženie korozívnych prejavov vody Obohatenie vody o kyslík – oxidačné reakcie (odstránenie železa)

Princíp

Miešanie vody so vzduchom. Zväčšenie plochy medzifázového rozhrania voda-vzduch zintenzívni výmenu plynov medzi vodou a vzduchom.

Ovplyvňovaný materiál

Plynné nežiaduce látky (prechádza do vzduchu a ďalej do ovzdušia), zoxidované látky (predovšetkým železo – v nerozpustenej forme je ďalej separované)

Predtým (historicky) boli používané kaskády, kedy je tvorená niekoľkými prepadmi. Energia získaná prepacom pomáha k miešaniu vody so vzduchom, a tým sa voda o kyslík obohacuje. Ďalšími technickými riešeniami sú prevzdušňovače Bubla a Fuka, čo sú horizontálne, resp. vertikálne kolóny, kde dochádza k vháňaniu vzduchu pomocou ventilátorov.

Predovšetkým podzemné vody sú bohaté na mangán a železo, obsahujú vyššie koncentrácie oxidu uhličitého a nižšiu koncentráciu rozpusteného kyslíka oproti vodám povrchových. V niektorých oblastiach SR sa vyskytujú aj vyššie koncentrácie radónu, a to v súvislosti s geologickým podložím. Z týchto dôvodov je proces prevzdušňovania významný najmä na úpravu podzemných vôd (aj keď sa s ním stretávame aj na niektorých úpravniach povrchových vôd, kde ale nie sú z dôvodu odstránenia radónu).

ZŠ: Rozhodne nie je potrebné zachádzať do veľkých technických detailov; úplne dostatočným popisom je, že vďaka vháňaniu vzduchu do vody dochádza k odvetraniu plynov, ktoré vo vode sú prítomné.

SŠ: Pokiaľ odvetrávame radón, môžeme ako zaujímavosť spomenúť jeho pomerne krátky polčas rozpadu, cca 3,6 dňa, a ako metódu odstránenia je možné použiť aj dlhú akumuláciu vody, kde sa radón prirodzene rozpadne. Tým sa však nezbavíme rádioaktivity ako takej, pretože radón sa ďalej rozpadá na nestabilné izotopy polónia a olova (tzv. urán-rádiový premenový rad).

Zvedaví: Môžeme spomenúť Henryho zákon (pozri rovnice nižšie) a povedať, že rôzne plyny sú rôzne ochotné prestupovať medzi vodou a vzduchom. Napríklad radón je veľmi dobre odvetrateľný. Pri oxide uhličitom potom záleží na celkovom zložení vody.

$$p_1 = K_1 \cdot x_1$$

Vo vyššie popísanej rovnici je p tlak pár rozpustenej látky nad roztokom, x je molárny zlomok tejto látky v roztoku a K je Henryho konštanta plniaca funkciu konštanty úmernosti.

Je zaujímavé, že vypúšťanie takto odvetraného radónu do ovzdušia nepodlieha žiadnym povolením štátnym úradom (v tomto prípade Štátnemu úradu pre jadrovú bezpečnosť), pretože je prirodzene sa vyskytujúce.

Sedimentácia

| | |
|---------------------------|---|
| Význam | odstránenie usaditeľných nečistôt |
| Princíp | ťažšie nerozpustené látky vplyvom gravitácie klesajú smerom ku dnu nádrže |
| Zachytený materiál | odstránenie podstatného podielu nerozpustných látok |

Princípom asi väčšiny spôsobov odstraňovania bežných polutantov z vody je ich prevedenie na nerozpustenú formu a jej následná separácia. Týmto separačným krokom je obvykle filtrácia. Filtrácia je ale náročná na plochu zariadenia, filter treba prať a monitorovať. Preradenie sedimentácie pred filtráciu môže významne znížiť náklady na filtráciu, alebo aj veľkosť filtra; na druhú stranu výrazne predlžuje dobu nutnú pre priechod vody technológiou úpravy.

V prevádzke úpravni sedimentácii predchádza koagulácia, vzniknuté vločky následne sedimentujú. Keďže vznikajú vločky s rôznou veľkosťou, rozdielne rýchlo sa na dno usadzujú. Technológia často nezaistí čas či dĺžku nádoby na usadenie všetkých usaditeľných látok, a preto po sedimentácii vždy nasleduje filtrácia, vďaka ktorej môže dôjsť k odstráneniu aj menších vločiek.

Sedimentácia sa časti využíva aj na usadenie nerozpustených látok v odpadovej vode z procesu úpravy vody v tzv. kalovom hospodárstve (viď jedna z ďalších podkapitol v tomto dokumente), prípadne v procese čistenia odpadových vôd (pozri ďalšie dokumenty vzniknuté v rámci tohto projektu).

ZŠ: Surová voda obsahuje množstvo nerozpustených látok, ktoré sme schopní odstrániť či už s alebo bez predchádzajúceho použitia chemikálií, a to iba za pomoci času a pokoja. Gravitácia funguje spoľahlivo a zadarmo. Častice nečistôt padajú pomaly smerom ku dnu, kde sa usadzujú. Voda zbavená nečistôt potom prepadá z vrchu nádrže a pokračuje na ďalší stupeň úpravy, väčšinou filtráciu.

SŠ: Pôsobením silového poľa, dôsledkom rozdielných hustôt a veľkosti častíc klesajú častice ku dnu. Väčšie častice klesajú ku dnu rýchlejšie. Veľmi dôležitým faktorom je vodu pred nátokom do nádrže čo najviac upokojiť.

1.7 Zvedaví: Účinnosť sedimentácie by sa mala pohybovať okolo 80 – 90 %, aby mohol byť vyhlásený sedimentačný separačný stupeň za funkčný. Na zlepšenie účinnosti môže byť použitých napríklad norných stien, ďalších prepážok (tzv. lamelová sedimentácia) alebo pridávanie vápenného mlieka (suspenzia hydroxidu vápenatého), ktorý ťahá nerozpustené častice dole.

Flotácia

| | |
|----------------|---|
| Význam | separácia suspendovaných častíc a biologického oživenia |
| Princíp | bublanky rozpusteného vzduchu vynáša znečistenie na hladinu |

Zachytený materiál

hydrobiologické znečistenie, sekundárne aj ďalšie látky

Flotácia je ďalším separačným krokom pri úprave vody, ktorý je v drvivej väčšine prípadov predradený filtrácii, a ktorý slúži na oddeľovanie suspendovaných alebo vločkovitých častíc či organizmov od kvapaliny (teda upravovanej pitnej vody) pomocou vzduchových bublín. Podľa spôsobu vytvorenia bublín môžeme rozdeliť flotáciu na elektrolytickú, mechanickú alebo tlakovú, pričom v českej kotline sa stretávame len s posledným variantom.

Princípom metódy je, že častice (napríklad vzniknuté koaguláciou) sa spájajú s vháňanými bublinkami vzduchu, ktoré sú vo výsledku ľahšie ako voda a stúpajú nahor. Na hladine tak vzniká vrstva kalu, ktorá je stieraná do odpadu a od dna nádrže je odvádzaná voda pre ďalšie technologické kroky (väčšinou filtráciu) – teda opačne ako v prípade sedimentácie.

Dôležité je podotknúť, že flotácia samotná funguje len na nerozpustené látky, ale nie na látky rozpustené – v tom prípade musí byť predradená koagulácia, kedy dochádza k vzniku vločiek, ktoré sú potom vynášané a odstraňované. Preto je prakticky vždy pred flotáciou predradená koagulácia.

Flotácia ako taká nie je v Českej republike príliš rozšírenou technológiou a je umiestňovaná predovšetkým na veľké úpravne, kde je predpoklad, že vám s chemickým a technickým popisom pomôže technolog; na tejto stránke sú teda uvedené iba zjednodušené základné informácie.

ZŠ: *Vzniknuté vločky s naviazanými nečistotami, prípadne sinice, riasy a ďalšie biologické súčasti vody sú pomocou mnohých miliónov vzduchových bublín vynášané na hladinu, kde sú zbierané do odpadu. Voda pre ďalšiu úpravu je potom zbieraná na dne. Veľa bubliniek vyzerá z dialky ako mliečne zafarbenie vody.*

SŠ: *Tlakový vzduch sa vo vode rozpúšťa podľa Henryho zákona (pozri technologický list o prevzdušňovaní). Pri nasýtení vody v uzavretom objeme vznikne mnoho mikrobubliniek s veľkosťou 30 a 100 mikrometrov, ktoré sa potom vypustia do flotačného priestoru, ktorá potom vynáša nerozpustené látky na hladinu.*

Flotácia ako taká sa nevyužíva len pri úprave pitnej vody, ale napríklad aj pri čistení odpadových vôd alebo pri úprave rúd, kde funguje na rovnakom princípe.

Zvedaví: *V literatúre sa dá stretávať so skratkou DAF, ktorá pochádza z anglického dissolved air flotation, ktorá označuje tlakovú flotáciu. V slovenských pomeroch k úprave pitnej vody sa začala využívať až na začiatku 21. storočia (v roku 2005).*

1.8 *Namiesto rozpusteného kyslíka je možné pri tejto technológii použiť aj olej (historický spôsob, dnes už nevyužívaný), prípadne ozón (veľmi málo rozšírené, skôr teoretická možnosť).*

Čírenie / koagulácia / flokulácia

| | |
|---------------------------|---|
| Význam | urýchlenie odstránenia jemných suspendovaných a koloidných látok (bežne zle usaditeľné) |
| Princíp | jemné častice sú prevádzané do väčších zhlukov tvorené väčšie častice rýchlejšie sedimentujú spojovacia látka – koagulant a flokulant |
| Zachytený materiál | koloidné látky, mikroorganizmy |

Ide o významný technologický proces využívaný na úpravu predovšetkým povrchových vôd, kedy spolu s následnou filtráciou dochádza k odstráneniu rozpustených (typicky vysokomolekulárne organické látky, ako napríklad humínové látky) a koloidných látok, ktoré nemôžu byť samy o sebe odstránené sedimentáciou alebo flotáciou. Čírenie je náročný proces pre riadenie aj navrhovanie, pretože je ovplyvnený mnohými parametrami ako upravovanej vody (pH, teplota), tak technologickými parametrami (rýchlosť miešania, tvar miešadiel, dávka koagulačného činidla). S využitím kladne nabitých častíc kovov železa, či hliníka (typicky sírany alebo chloridy v podobe hydrátov) sú tvorené väčšie zhluky tzv. vločky, ktoré je potom možné odstrániť sedimentáciou, flotáciou alebo filtráciou. Pozitívne častice potom priťahujú nečistoty ako magnet.

ZŠ: Do vody pridávame činidlo, ktoré spôsobí, že látky, ktoré vo vode nechceme, sa začnú zrážať a hromadiť do podoby vločiek. Vzniknuté vločky, ktoré sú podstatne väčšie ako nečistoty samotné, je potom možné ľahko odstrániť filtráciou a sedimentáciou. Tip na ukážku: Môžeme si ukázať tieto vločky a porovnať vodu pred koaguláciou a po nej.

SŠ: Koagulácia, čiže čírenie je významný proces, ktorý dokáže rozpustené látky vo vode previesť na nerozpustené. Pridanie činidla spôsobí, že inak stabilne rozpustené látky, ako sú napríklad humíny, sa začnú zhlukovať tvoriť s koagulačným činidlom zrazeninu. Proces vyžaduje využitie vhodného činidla, nastavenie správnej dávky činidla a správne podmienky, ako je najmä pH. Tieto veci sa nedajú spoľahlivo navrhnuť „od stola“ a pred každou väčšou zmenou musia byť vykonané tzv. pohárové koagulačné testy v laboratóriu.

Zvedaví: Koloidné látky sú vo vode stabilizované pomocou elektrického náboja na ich povrchu. Pridanie činidla zmení náboj a tým ich destabilizuje a umožní ich zhlukovanie (ako magnety).

Humínové látky – koaguláciou sú často odstraňované humínové látky, alebo iné látky prírodného pôvodu. Tie samy o sebe nie sú pre človeka zdravotne závadné, ale spôsobujú senzorické problémy, predovšetkým hnedé zafarbenie. Ďalším dôvodom na ich odstránenie je zaistenie dlhodobej stability vody, kedy by tieto látky mohli slúžiť ako substrát pre rast baktérií. Ďalším dôvodom potom je aj ich možná reakcia s chlórrom využívaným na hygienické zabezpečenie vody. Mohli by vzniknúť potenciálne nebezpečné chlоровané látky (tzv. vedľajšie produkty dezinfekcie, napríklad chloroform).

V praxi sa možno stretnúť s termínmi flokulácie, koagulácie a čírenia, ktoré termíny sa často (nesprávne) zamieňajú. Koagulácia je vytváranie zhlukov častíc (tiež by sa dalo popísať ako destabilizácia), flokulácia (tiež agregácia) je potom vytváranie okom viditeľných vločiek z týchto zhlukov; čírenie je potom všeobecne miešanie bez ďalšej nadväznosti na vytváranie vločiek. Koagulácia na rozdiel od flokulácie nie je vratná.

Filtrácia

| | |
|---------------------------|---|
| Význam | klúčový stupeň odstránenia nerozpustených látok vo vode |
| Princíp | zachytenie veľkých častíc (zoxidovaných, zvlčkovovaných) na čiastočkách piesku |
| Zachytený materiál | zoxidované rozpustené látky, skoagulované častice (napríklad koloidné látky, mikroorganizmy, hydratované oxidy železa a mangánu, ílové častice) |

Filter je asi najtradičnejšia technológia využívaná v úprave vody a nájdete ho pravdepodobne na každej úpravni v Českej republike. Filtrov je viacero druhov podľa náplne. Rôzne tkaninové alebo plachetkové filtre, ktoré zachytávajú materiál na svojom povrchu (ako môžu stredoškólači poznať napríklad z chemických laboratórnych cvičení), nie sú vo vodárenstve príliš využívané a majú svoje uplatnenie skôr v iných odboroch, alebo napríklad v domácich bazénoch. Vo vodárenstve je rozšírená filtrácia cez vrstvu zrnitého materiálu, kedy je materiál zachytávaný do objemu filtračnej náplne; typicky sa jedná o piesok, prípadne chemicky upravený piesok majúci na sebe rôzne modifikované vrstvy.

Na prvý pohľad je tiež vidieť rozdiel medzi tlakovým a otvoreným filtrom. Vhodný typ sa volí hlavne s ohľadom na zostávajúcu technológiu a priestorovú náročnosť – tlakové sú podstatne menšie ako otvorené, ale zase spotrebúvajú elektrickú energiu čerpadiel.

Principiálne ide o tú istú filtráciu, ktorú si deti pravdepodobne predstavia: častice sú vedené vrstvou zrnitého materiálu, v ktorom sú zachytávané. Ako je filter postupne upchávaný, narastá tlaková strata a prepúšťa menej vody, alebo je potrebné zvyšovať tlak na zachovanie prietoku (za cenu väčšej energetickej spotreby a zároveň väčšieho namáhania technológie). Keď je tlaková strata príliš vysoká alebo začne zachytávaná suspenzia prenikať filtrom, je potrebné ho tzv. vyprať. Na pranie sa využíva obrátenie prietoku vody filtrom a zvýšenie prietoku, aby došlo k expanzii náplne (náplň je „našuchorená“). Často je pranie intenzifikované aj tlakovým vzduchom, ktorý uľahčí uvoľnenie zachyteného materiálu z filtra.

Filtračným materiálom môže byť piesok so zrnitosťou cca 0,6 až 1,8 mm (sú rôzne zrnitosti s rozličnými rozsahmi). Prípadne ďalšie materiály, ako antracit, alebo priemyselne vyrábané filtračné materiály so špeciálnymi vlastnosťami. Špeciálnou formou filtra je tzv. odkysľovací filter. Jeho účelom ale nie je filtrácia, ale úprava uhličitanovej rovnováhy, a preto bude popísaný v inej kapitole.

Tip pre sprievodcu: Pripravte si do kadičky alebo inej nádoby filtračnú náplň a pošlite ju deťom, nech si na ňu môžu siahnuť (niektoré firmy dodávajúce technológie tieto ukázkové sady vyložené ponúkajú ako svoje propagačné predmety). Taká názorná ukážka obnoví pozornosť účastníkov exkurzie.

Iónomeniče

| | |
|---------------------------|--|
| Význam | Odstránenie nežiaducich katiónov či aniónov z vôd |
| Princíp | vysokomolekulárne látky (ionexy) obsahujúce funkčné skupiny schopné zachytiť ión s opačným nábojom |
| Zachytený materiál | rozpustené látky v ionizovanom stave (kladný alebo záporný náboj) |

Úprava vody iónovou výmenou je veľmi účinná. Ionexy, či iontomeniče, celiu primárne na anorganické znečistenie vody, pokiaľ však nesú organické látky náboj, je možné zachytiť aj tie. S ionexmi sa väčšinou stretne v podobe malých guľičiek. Všeobecne sa jedná o vysokomolekulárne látky nesúce vo svojej štruktúre funkčné skupiny. Tieto skupiny majú určitý náboj, ten určuje akú skupinu látok bude priťahovať. Rozlišujeme dva typy ionexu, a to záporný a kladný. Často sa ľuďom pletie ich pomenovanie, ale ionexy sú podobne ako elektródy vždy pomenované podľa typu náboja, ktorý priťahujú - katex vymieňa katióny a anex anióny. Celý rad prírodných aj syntetických látok má schopnosť vymieňať ióny. K najznámejším iónomeničom prírodného pôvodu patria zeolity. V dnešnej dobe sa však najčastejšie využívajú látky syntetického pôvodu prevažne na báze polymérov.

Analogicky ako u sorpcie na granulované uhlie, funkčných skupín je na ionexe iba obmedzené množstvo. Teda pokiaľ sa všetky miesta zaplnia, je nutná regenerácia. Najväčšou prekážkou pri prevádzkovaní iónomeničov je práve likvidácia regeneračných roztokov. Likvidácia odpadov býva väčšinou limitujúcim faktorom pri rozhodovaní, či vôbec bude tento typ technológie na úpravu zavedený. Vzhľadom na množstvo a charakter odpadu (značný obsah solí) býva technológia používaná skôr pre malé úpravne.

SŠ: Ukážte deťom vzorku, ako taký ionex vyzerá. Nechajte ho kolovať a až sa vám vráti, spýtajte sa detí, ako vyzerá – ako by ho popísali? Zdôraznite, že princípom technológie je iónová výmena. Vie deti, čo je to ión? Až si pojem ujasníte, ako by teda mohla fungovať iónová výmena? Vyplýva z toho, že guľičky (ionex), ktoré videli, ponosú nejaký náboj. Čo robia rovnaké náboje, odpudzujú sa alebo priťahujú? Môžete im to predviesť na magnetoch. Keď dôjdete k tomu, že opačné sa priťahuje, vysvetlite prečo sa volajú katexy a anexy tak ako sa volajú. Na záver zhrňte, že ionexy nám teda pomáhajú vychytávať určitý typ iónov podľa toho, aký náboj samy nesú. Raz za čas treba ionex prepláchnuť, aby sa zbavil všetkého, čo predtým polapil a mohol nám zase prácu ďalej vykonávať.

Zvedaví: Od vlastností použitého ionexu aj iónu samotného sa odvíja aj miera schopnosti látku zadržať. Niektoré typy látok sa môžu tiež nevratne na ionex viazať a tým ho vyradia z prevádzky. Taký ionex už nie je možné regenerovať a nakladá sa s ním ako s odpadom.

Sorpcia

| | |
|---------------------------|---|
| Význam | efektívny spôsob zachytenia mikropolutantov pozitívny vplyv na chuť vody ochrana po aplikácii ozónu |
| Princíp | zachytenie látok na veľkom povrchu (adsorpcia) granúl |
| Zachytený materiál | chuťo a pachotvorné organické látky organické aj anorganické mikropolutanty (pesticídy a liečivá) |

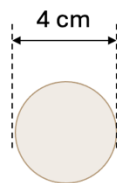
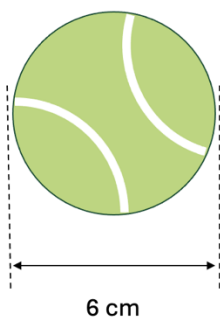
Aktívne uhlie sa vyrába z uhlia, dreva či rašeliny a má pórovitú štruktúru s veľkým vnútorným povrchom. Špecifický povrch aktívneho uhlia sa väčšinou pohybuje okolo 1000 m² na gram, ale môže dosahovať až hodnotu 3500 m² na gram. Pre predstavu taký pražský futbalový štadión Eden má okolo 7000 m², čo zodpovedá 7 gramom aktívneho uhlia. Môžete si nájsť koľko má futbalové ihrisko vo vašom okolí, či ešte lepšie ihrisko v meste/obci, odkiaľ návštevníci prišli a porovnať k tomu množstvo aktívneho uhlia. Množstvo môžete navážiť a uchovať na exkurzie v nádobke - detividia, ako aktívne uhlie vyzerá a lepšie si predstaví množstvo, o ktorom hovoríte.

Sorpcia na aktívne uhlie je najčastejšie využívaným prostriedkom na odstránenie organických látok vo vodách, predovšetkým mikropolutantov ako sú napríklad pesticídne látky. U pesticídov sa všeobecne účinnosť odstránenia pohybuje od 50 až 95 %, v závislosti od typu aktívneho uhlia a typu adsorbovanej látky. Aktívne uhlie sa využíva najmä pre svoju vysokú účinnosť a jednoduchú aplikáciu. Vo vodárenstve sa najčastejšie stretávame s jeho granulovanou formou, avšak často sa využíva aj práškové aktívne uhlie. Väčšie úpravné si práškové aktívne uhlie nechávajú v zálohe, keby nastali problémy s funkčnosťou filtrov s granulovaným aktívnym uhlím, alebo sa ďalej zhoršila kvalita vody. Všeobecne sa dá povedať, že práškové aktívne uhlie sa používa predovšetkým pri sezónnom zhoršení kvality vody (chuť, zápach, splachy z polí) a aplikácia sa spravidla zaraďuje pred filtráciu. Nevýhodou práškovej formy je jeho vyplavenie po aplikácii, teda je táto forma nákladnejšia a menej využívaná na bežnú prevádzku. Pri pretrvávajúcej zhoršenej kvalite surovej vody sa na úpravniach využíva filtrácia cez granulované aktívne uhlie. Dôležité je spomenúť, že s časom sa adsorpčná schopnosť uhlia znižuje a po čase je nutná jeho regenerácia, tj obnovenie jeho účinnosti.

ZŠ: *Na povrch, nielen ten vonkajší, sa zachytávajú škodlivé látky. Snaha je preto, aby bol tento povrch čo najväčší. Zdanie môže klásť, pretože povrch, ktorý dá dohromady vnútro materiálu pri aktívnom uhlí je mnohonásobne väčší ako ten vonkajší, ktorý väčšinou zaznamenáme. Spýtajte sa detí, či s rodičmi niekedy čítali Ferdu mravce, alebo videli mravenisko za sklom – množstvo čističiek, rôzne dlhých a zakrútených. Asi takto nejako by to mohlo vyzeráť v granule aktívneho uhlia. Látky potom prenikávajú hlboko do vnútra zrna a vo všetkých týchto čističkách potom dochádza k ich zachytávaniu.*

SŠ: *Trúfame si tvrdiť, že koncept špecifického (merného) povrchu nie je úplne ľahký na predstavenie. Z tohto dôvodu je dôležité, aby bolo jeho vysvetleniu venovaná väčšia pozornosť. Ide o plochu povrchu*

pevnej látky vzťahnutú na jednotku hmotnosti. Inými slovami, akú plochu povrchu v metroch štvorcových má jeden gram látky. Prečo nás to vôbec zaujíma, čím je pre nás práve povrch taký dôležitý a dávame si tú prácu s tým ho určiť? Jednoducho, jedná sa o jeden z najdôležitejších parametrov adsorpcie, pretože adsorpcia je proces hromadenia látky na povrchu. Zjednodušene povedané, čím väčší povrch, tým viac priestoru na zachytenie látok. Aha! Ale ako získam väčší špecifický povrch? Schválne nechajte deti chvíľu premýšľať. Môžete im ukázať napríklad tenisovú loptičku a predviesť, čo je jej povrch. Ako ale zväčším pomer povrchu k hmotnosti? Neintuitívne by človek povedal, že použiť väčšie častice, pretože potom je povrch väčší. Povrch častice áno, ale nie špecifický, pretože tým narastá aj hmotnosť častice. Jedna z možností je mať naopak menšie častice (ping-pongová loptička). Pokiaľ vám to neverí, môžete im ukázať ľahký výpočet:



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

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

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

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

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

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

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

Druhou zásadnejšou zmenou je pórovitosť častice. Vie deti, čo sú to póry? Nech si predstavia kocku syra, čo majú radi, napríklad eidamu. A teraz vedľa toho kocku poriadne deravého ementálu. Ktorý z nich má väčší špecifický povrch? Póry môžeme zväčšiť špecifický povrch. Aktívne uhlie je skvelým adsorbentom práve vďaka jeho vysokej pórovitosti, ktorá vzniká jeho výrobou.

- 1.9 Zvedaví: Všeobecne rozlišujeme dva typy adsorpcie – fyzikálnu a chemickú. Fyzikálnou adsorpciou môžu byť látky viazané na celom povrchu, sila väzby väčšinou býva slabá a o to ľahšie dochádza k desorpcii. Fyzikálna adsorpcia prebieha najčastejšie vďaka van der Waalovým silám a môže pozorovať aj viacvrstvovú adsorpciu. Oproti tomu chemická adsorpcia funguje pomocou tzv. aktívnych miest a mnoho faktorov ovplyvňuje priebeh zachytenia látok. Mix látok vo vode tiež spôsobí, že vznikne kompetícia látok o aktívne miesta, pretože niektoré látky budú mať väčšiu afinitu, túžbu, sa na miesta adsorbentu nadviazať. Adsorbent má tiež obmedzené množstvo týchto miest a keď sa zaplní, nemôže ďalšia adsorpcia fungovať. Našťastie vyčerpaním sorpčnej kapacity nie je procesu koniec, uhlie sa po vyčerpaní nemusí vyhodiť, ale je možné ho regenerovať (v prípade vratných procesov nadviazania). Inými slovami, je možné obnoviť sorpčné schopnosti aktívneho uhlia. Ako je adsorpcia (naviazanie látky na povrch), tak funguje aj opačný proces, teda odpútanie látky od povrchu sorbentu. Najčastejšie sa na to využíva termická desorpcia. Materiál sa zahreje na veľmi vysokú teplotu (až 1200 stupňov Celzia), kedy sa z uhlia odstráni naadsorbované látky. Avšak nemali by sme zabudnúť, že taktiež dochádza k oxidácii a oderom samotného uhlia, čo môže viesť až k 15% stratám materiálu.**

Hygienické zabezpečenie vody

| | |
|-----------------------------|---|
| Význam | hygienické zabezpečenie vody z hľadiska mikroorganizmov |
| Princíp | oxidačné a chloračné účinky obmedzujúce či znemožňujúce dôležité procesy mikrobiálnych buniek, ktoré v dôsledku toho zničia |
| „Zachytený“ materiál | mikroorganizmy |

Hygienické zabezpečenie vody je často kontroverzná téma, ale je potrebné si uvedomiť, že nájdenie súvislosti medzi niektorými chorobami a kvalitou vody a následne zabezpečenie mikrobiologickej kvality vody významne predĺžilo priemerný vek populácie.

ZŠ: Prírodné vody obsahujú baktérie. Ani upravená voda nie je úplne baktériou prostá. Väčšina baktérií nie je pre človeka nebezpečná a ľudské telo si s nimi poradí. Dôležité je ale držať ich počty nízke a najmä zaistiť, aby vo vode neboli prítomné baktérie nebezpečné. Najlepšia technológia úpravy nedokáže zaistiť absolútnu elimináciu baktérií, ale hlavne nedokáže zaistiť, že sa baktérie nebudú množiť vo vodovodnej sieti. Z tohto dôvodu sú do vody pridávané dezinfekčné činidlá. Tých je pridávané minimálne množstvo, hlavne z dôvodu ich ceny a obmedzenia vplyvu na zápach a chuť vody. Z hľadiska spotrebiteľa vody je oveľa lepšie, keď voda obsahuje určité minimálne množstvo dezinfekčného činidla, než aby obsahovala nebezpečné mikroorganizmy.

1.9.1 Zvedaví: Je možné rozprávať príbeh, ako bola objavená súvislosť medzi kvalitou vodu a šírením chorôb. John Snow vykonával v roku 1854 na Broad Street v Londýne, výskum súvislosti medzi infekčnými ochoreniami a zdrojom vody a prišiel na to, že ľudí, u ktorých prepukla choroba často spájal spoločný zdroj vody. Prípady ochorenia si zaznamenával do mapy a súvislosť so zdrojom vody bola úplne očividná. Zaujímavosťou potom bolo, že uprostred ohniska epidémie bol aj kláštor, v ktorom ale žiadne ochorenie nebolo zaznamenané. Spýtajte sa, či niekto vie, prečo to tak bolo. Správnou odpoveďou je, že mnísi nepili vodu, ale pivo, ktoré prešlo tepelnou úpravou.

Chlórácia

Chlórácia vody je proces, pri ktorom sa na hygienické zabezpečenie vody používa elementárny chlór, či jeho zlúčeniny. Využíva sa niekoľko typov dezinfekčných činidiel na báze chlóru. Najčastejšie sa však využíva dávkovanie plynného chlóru, chlórnanu sodného, či oxidu chloričitého. Chlórácia je jedným z najrozšírenejších spôsobov dezinfekcie vo vodárenstve.

Tip na výklad: Chlórácia nie je z chemického hľadiska správny termín. Chlórácia znamená, že je chlór chemicky niekam viazaný. Pretože nie je cieľom chlór na vodu nadviazať, je oveľa správnejším termínom dezinfekcia vody. Navyše nie všetky činidlá na báze chlóru majú chloračný efekt na látky prítomné vo vode. Napríklad oxid chloričitý pôsobí iba oxidačne.

Chlórácia pomáha predovšetkým s mikrobiálnou aktivitou vo vode. Najväčšou výhodou chlorácie je tzv. sekundárna dezinfekcia. To znamená, že chráni kvalitu vody aj počas jej distribúcie sietí až ku konečnému spotrebiteľovi. Okrem toho sa jedná o jednoduchý spôsob zaistenia dezinfekcie aj na vodojemoch, a tým dlhodobjšiemu udržaniu kvality vody. Veľkou nevýhodou sú vedľajšie produkty chlorácie a negatívny vplyv na senzorické vlastnosti vody. To sú dôvody prečo mnoho štátov nakoniec od chlorácie ustúpilo. Na väčších úpravniach sa využíva plynný chlór, ktorý je privádzaný do vody. Na malých sa najčastejšie využíva chlórnan sodný.

Vo vode sa rozlišujú tri základné formy – celkový chlór, voľný a viazaný aktívny chlór. Pri sčítaní viazaného a voľného získame koncentráciu celkového chlóru. Viazaný, či tiež kombinovaný, je chlór zreagovaný s amoniakom za vzniku chloramínov. Chloramín je významný predovšetkým pre sekundárnu dezinfekciu, pretože má dlhý polčas rozkladu a chráni tak kvalitu vody pred kontamináciou vniknutím mikroorganizmov do potrubnej siete. Voľný chlór sa meria na každej úpravni, či už veľkej alebo malej. Chráni vodu pred kontamináciou a je skvelým indikátorom, či je voda stále hygienicky zabezpečená. Pri diskusii o voľnom chlóre je vhodné jeho stanovenie deťom demonštrovať. Ponúka sa tiež mať pripravené vzorky s rôznymi hodnotami voľného chlóru, aby videli deti, ako súvisí sýtosť farby s koncentráciou chlóru.

ZŠ: Spýtajte sa detí, čo vie o chlóre. Poznajú jeho skupenstvo a farbu? Pravdepodobne ho budú poznať ako bojový plyn, alebo si spomenú na bazén. Pokiaľ si spomenú na bazén, môžete im povedať, nech si skúsia vybaviť jeho zápach.

Tento plyn a niektoré jeho chemické zlúčeniny majú významné dezinfekčné účinky. Po zmiešaní s vodou tieto látky účinne ničia mikroorganizmy, ktoré nás vo vode ohrozujú. Chlórnan sodný budú určite deti poznať pod pojmom SAVO.

SŠ: Chlór vo vode spotrebujú aj zvyškové organické látky, preto je nutné chlórovať čo najčistejšiu vodu. Rovnako ako pri ostatných dezinfekčných metódach aj tu je vhodné chlórovať až v poslednej fáze úpravy vody. Dôvodom častého využívania chlóru je jeho veľká baktericídna účinnosť, ktorú si zachováva aj v malých koncentráciách. Veľkosť dávky chemikálií závisí vždy na kvalite vstupnej vody a na dezinfekčných limitoch. Účinnosť chlorácie je mimoriadne závislá na pH vody. Na úpravniach sa snažíme stále udržiavať určitú hladinu voľného chlóru vo vode.

Zvedaví: Dezinfekčné činidlá na báze chlóru sa tiež dobre uplatňujú pri odstraňovaní železa, mangánu, sírovodíka i niektorých organických látok, najmä pachových a chuťových, a to vďaka ich oxidačným účinkom.

UV žiarenie

Význam

Hygienické zabezpečenie vody

Princíp

vychádza z prírodného biocídneho pôsobenia slnečného žiarenia ortuťové výbojky vyžarujú UV žiarenie o škodlivých

„Zachytený“ materiál

vlnových délkách, vyvolávající změnu struktury s následným zničením mikrobiálních buněk

Mikroorganismy (bakterie, viry) aj ich

Ide o fyzikálny spôsob zabezpečenia vody pre spotrebiteľov. Výhodou využitia UV lúčov je zamedzenie tvorby vedľajších produktov a zároveň ide o veľmi efektívny spôsob dezinfekcie. Okrem toho sa jedná o šetrný spôsob k životnému prostrediu. Ďalšou výhodou je jednoduchá obsluha a údržba v porovnaní s ostatnými technológiami. Naopak nevýhodou je energetická náročnosť lúčov, ich náchylnosť na prehrievanie, ale hlavne vplyv kvality vody na účinnosť dezinfekcie. Účinnosť žiarenia je značne ovplyvnená zákalom vody, pretože spôsobuje zhoršenú priepustnosť žiarenia v objeme vody. Voda by teda mala byť úplne priehľadná, a navyše musí byť prežarovaná vrstva vody tenká. Najväčšou nevýhodou oproti chlorácii je však, že voda nezostane hygienicky zabezpečená vo vodovodnej sieti. Inými slovami, UV žiarenie pôsobí iba v mieste ožiarenia. Rovnako nie je možné priame meranie dávky UV žiarenia.

UV lampy sa na dezinfekciu pitnej vody využívajú najmä pre väčšie spotrebiče. Stále viac sa využíva aj na decentralizovanú úpravu vody. Napr. v penziónoch, súkromných domoch. UV žiarenie je však tiež používané v niektorých krajinách na dezinfekciu vody vo vlakoch a na lodiach.

ZŠ: *Spýtajte sa detí, čo si predstavia, keď sa povedia vlny. Pravdepodobne pomyslí na more. Navedte ich, že existujú aj iné vlny, a to konkrétne svetelné vlnenie. Slnko vyžaruje vlnenie o rôznych dĺžkach – krátke vlnové dĺžky ultrafialového žiarenia, vlny viditeľného svetla (farby) a dlhé vlnové dĺžky infračerveného žiarenia. Práve tie spomínané krátke dĺžky síce nemôžeme vidieť, ale tie sú tie najsilnejšie v boji s mikroorganizmami. Určite deti videli starí rodičia či rodičia vešať vyprané prádlo vonku. Slnčné žiarenie totiž bielizeň nielen vysuší, ale tiež ho zbaví baktérií a pachu (organických látok). UV lampy vyžarujú presne také žiarenie a pomáhajú nám zaistiť, že voda bude biologicky nezávadná. Vždy však samozrejme závisí aj od intenzity žiarenia a dĺžky pôsobenia. Deti určite poznajú pocit na koži, keď slniečko silne hreje - to sa viaže k intenzite žiarenia. A keď bude to slniečko takto silne hriať a budú behať dlho vonku, inými slovami sa jeho pôsobenie vystaví dlho, pekne sa spáli. Keď budú mikroorganizmy vo vode vystavené žiareniu so silnou intenzitou a po dlhú dobu, neprežijú to.*

No, a pretože UV žiarenie nie je nebezpečné len pre mikroorganizmy vo vode, ale aj pre človeka (hoci nie sme tak malí a dávku žiarenia znesieme podstatne vyššiu) rodičia často apelujú na tom, aby sme sa poctivo mazali opaľovacími krémami.

SŠ: *UV žiarenie je prirodzenou zložkou svetla, konkrétne sa jedná o krátke vlnové dĺžky. Prirodzeným zdrojom UV žiarenia je teda Slnko. Tu sú jeho zdrojom ortuťové kremenné lampy, v ktorých sú (vysokotlakové alebo nízkotlakové) ortuťové výbojky. Keď si počujeme výbojky, tak si asi predstavíme, že potrebujú väčšiu dávku energie a zároveň sa budú pri tom rýchlo zahrievať. Voda ich preto musí stále obtekať, aby ich chladila. Pri údržbe sa s lampami tiež musí opatrne zaobchádzať, pretože obsahujú ortuť, a tá je pre zdravie nebezpečná.*

Čo sa týka účinkov proti mikroorganizmom, UV žiarenie vykazuje najvyššie germicídne účinky pri vlnovej dĺžke 200 – 300 nm, najúčinnnejšie je pri vlnovej dĺžke 254 nm. UV preniká do ich buniek, mení ich štruktúru, a tým ich ničí. Medzi ďalšie látky silne absorbujúce UV žiarenie patria organické látky. Preto, aby bola dezinfekcia čo najúčinnnejšia, sa žiarenie aplikuje ako posledný krok úpravy, kedy ich voda obsahuje najmenej a plnú dávku tak schytali mikroorganizmy, ktorých sa snažíme vo vode zbaviť.

Zvedaví: História – Germicídne vlastnosti slnečného žiarenia objavili Downes a Blunt v roku 1887. Hoci v prvej polovici minulého storočia došlo k zásadnému pokroku, nízke náklady na chlór a prevádzkové problémy s ranými UV dezinfekčnými systémami obmedzili využitie UV žiarenia na dezinfekciu pitnej vody. Najprv bolo žiarenie použité na dezinfekciu vo francúzskom meste Marseille, avšak k prvej spoľahlivej aplikácii na dezinfekciu mestskej pitnej vody došlo až roku 1955 vo Švajčiarsku a Rakúsku. S objavením chlórovaných dezinfekčných vedľajších produktov sa UV dezinfekcia stala populárnou predovšetkým v Nórsku a Holandsku.

Technické – UV žiarenie s vlnovou dĺžkou 200 až 300 nm ničí nielen baktérie, ale aj ich spóry, ktoré sú bežne veľmi odolné formy baktérií. Najúčinnnejšia je UV žiarenia o vlnovej dĺžke 254 nm pri minimálnej účinnej dávke 400 J na m². Spomínaná vlnová dĺžka súvisí s absorpčným maximom nukleónových kyselín, ktoré UV žiarenie rozkladá. Bežné sklo absorbuje UV žiarenie, a preto je nutné aplikovať čisté kremičité sklo. Vysokotlakové výbojky vyžarujú účinnejšie UV žiarenie, sú ale aj energeticky náročnejšie. UV lampy sú najčastejšie orientované kolmo k toku vody, to vykazuje výhodu oveľa rovnomernejšieho rozloženia intenzity UV žiarenia vo vnútri zariadenia.

Ozonizácia

Význam

hygienické zabezpečenie vody, oxidácia organických látok

Princíp

ozón = „aktívny kyslík“ silné oxidačné činidlo

„Zachytený“ materiál

látky negatívne ovplyvňujúce zápach a chuť vody
mikroorganizmy

Ozonizácia je jednou z najúčinnnejších foriem hygienického zabezpečenia vody a postačí malá doba kontaktu s vodou. Veľkou výhodou je, že nedochádza k tvorbe halogénovaných vedľajších produktov dezinfekcie (s výnimkou brómu). Ďalšou výhodou je jeho schopnosť štiepiť inak problémové látky ako sú liečivá a pesticídy vo vodách. Na rozdiel od chlóru tiež nemení chuť vody. Ozón, vzhľadom na svoju nízku stabilitu v nižšej atmosfére, musí byť generovaný priamo na úpravni vôd a vyrába sa zo vzduchu či čistého kyslíka vystavenému vysokému elektrickému výboju. Nevýhodou je jeho energeticky náročná výroba, distribúcia do vody, nízka stabilita vzniknutého plynu a jeho korozívne agresívne účinky. Okrem toho nie je vhodným dezinfekčným prostriedkom pre vody s vysokým obsahom bromidových aniónov (vznik karcinogénnych bromičnanov).

1.10 Zvedaví: Prevádzka vodovodu bez dávkovania dezinfekčného činidla. Najmä v západnej Európe, ale aj na niektorých vodovodoch v SR sa začína objavovať prevádzka bez dezinfekčného činidla. Tento prístup je možný a zákazníkmi vyžadovaný. Vyžaduje však určitú zmenu prístupu. Úpravňa, vodovodná sieť a akumulácia vody musia byť v perfektnom technickom stave, vybavené filtráciou vzduchu a ďalšími opatreniami zabráňujúcimi kontaminácii vody. Súčasne je vhodné zvýšiť intenzitu kontroly prevádzky. Väčšina vodovodov v ČR bola vybudovaná pred viac ako tridsiatimi rokmi a ich technická úroveň zodpovedá tej dobe. To neznamena, že by voda bola akokoľvek závadná, ale pre „bezchlórovú“ prevádzku je nutná predsa len o niečo vyššia úroveň. Tu je potrebné si uvedomiť, že pitná voda nie je sterilné prostredie a pokiaľ mikroorganizmy nájdu vhodné podmienky na svoj rast, napríklad vhodný materiál potrubia, miesto, kde voda stagnuje, miesto sa sedimenty, začnú sa množiť a môžu kvalitu vody znížiť. Dezinfekcia tomu spoľahlivo zabráni. Druhou možnosťou je potom kompletná renovácia siete a jej adaptácia na súčasné štandardy.

Stabilizácia (vápenato-uhličitanová rovnováha)

| | |
|-------------------------------|---|
| Význam | stabilizácia vody v potrubí |
| Princíp | dávkovanie vápnika za účelom dosiahnutia vápenato-uhličitanovej rovnováhy |
| Ovplyvňovaný parameter | vápnik, tvrdosť, KNK |

Táto časť úpravy je väčšinou súčasťou iba veľkých úpravní vody a nie je príliš známa medzi laickou verejnosťou, aj keď sa jedná o jednu z najzásadnejších krokov z hľadiska technického. Vápenato-uhličitanová rovnováha totiž určuje, ako voda bude agresívna voči potrubiu (môže vznikáť sekundárna kontaminácia vody železom z rozpusteného materiálu potrubia), alebo naopak ako bude v potrubí inkrustovať CaCO_3 (uhličitan vápenatý, vápenec). Ide o finálne doladovanie kvality vody, a preto sa s týmto krokom stretne až na úplnom konci technologickej linky.

Samotný výpočet tejto rovnováhy je trochu náročný, pretože sa skladá zo 6 na sebe nezávislých rovníc, a technológovia väčšinou používajú počítačové programy. Ak je rovnováha dosiahnutá, hovorí sa o vode, že je stabilná.

Na tomto mieste pri exkurzii môžete zároveň povedať informácie o tvrdosti vody a jej vplyve napríklad na chuť a zanášanie v technologických zariadeniach tak, ako je uvedené v kapitolách vyššie.

ZŠ: Vo vode je vápnik, oxid uhličitý a jeho formy, ktoré musia byť spolu v rovnováhe – pokiaľ je rovnováha porušená, buď voda rozpúšťa potrubie, alebo naopak sa vyzráža vápenec na stenách potrubia, čo má za následok technické problémy v potrubí.

SŠ: Na úpravniach vody sa dá stretnúť s dvoma spôsobmi dávkovania vápna – vápenné mlieko a vápenná voda. Oboje je roztok hydroxidu vápenatého Ca(OH)_2 ,

avšak prvá je vo forme suspenzie (nejedná sa o pravý roztok, ale o nerozpustené koloidné častice hydroxidu vo vode, vápenná voda je už naozaj roztok (vzniká v tzv. sýtičoch). Rozdiel medzi týmito dvoma termínmi môžete použiť ako otázku pre účastníkov exkurzie. soľou, alebo aj hydroxidu sodného.

Zvedaví: Vápenné mlieko sa môže dávkovať aj na začiatok technológie, pretože môže pomáhať pri sedimentácii (vdďaka ťažkým koloidným časticiam dôjde k zaťaženiu iných nerozpustných častíc a tie potom sedimentujú rýchlejšie a efektívnejšie).

Membránové technológie

Význam

Moderná vysoko účinná separačná metóda
V závislosti od veľkosti pórov membrány – odstránenie širokého spektra látok (koloidy, ióny, mikroorganizmy)

Princíp

Mechanická filtrácia, kedy polopriepustná membrána slúži ako fyzická bariéra
Rozdiel tlakov na membráne (nad a pod) je hnacou silou separácie

Ovplyvňovaný parameter

Filtračný koláč obsahujúci nečistoty, ktoré neprešli póry membrány.

Membránové procesy sa môžu deliť do mnohých kategórií, na úpravu vody na vodu pitnú sú však významné predovšetkým tlakové membránové procesy. Spravidla sa jedná o štyri typy technológií: mikrofiltrácia (MF), ultrafiltrácia (UF), nanofiltrácia (NF) a reverzná osmóza (RO). Princíp je u všetkých technológií rovnaký, čím sa líši veľkosť pórov, s ktorou sa spája aj veľkosť aplikovaného tlaku. Menšia veľkosť pórov znamená vyššiu kvalitu vody. Avšak čím menšie póry sú, tým je nutné aplikovať vyššiu silu (tlak) a hlavne tým sa membrána rýchlejšie zanáša (väčšia časť nečistôt je zadržovaná). So zanášaním membrány dochádza aj k nutnosti spätného preplachovania. Frekvencia premývania je ovplyvnená niekoľkými faktormi, najmä sa jedná o kvalitu vstupnej vody a vek membrány. Membránovým separáciám často predchádza iné mechanické predčistenie, ktoré pomáhajú zlepšiť kvalitu vody pred vstupom na membránu, a zároveň ako ochrana pred mechanickým poškodením.

ZŠ: Čo si deti predstavujú pod slovom membrána? Kde všade tento pojem počuli? Ako funguje naša koža? Skúste dať dohromady definíciu membrány (materiál, ktorý tvorí rozhranie medzi prostrediami, a tým ich oddeľuje - fyzická bariéra). Zamyslite sa ďalej nad kožou, počuli deti o póroch? Čo to vlastne sú póry? Aj tu používaná membrána má póry, vďaka ktorým prepustia niektoré látky. Konkrétne látky, ktoré sú menšie, než sú póry. Čím menšie póry sú, tým dlhšie by trvalo, kým voda membránou pretečie. My ale používame tlakovú silu, ktorá nám pomáha vodu rýchlejšie pretlačiť. Membrána funguje ako sito a čo neprejde, to sa na nej hromadí. Aby membrána správne fungovala je potrebné často premývať, aby sa spláchli zachytené látky.

SŠ: Čo si deti predstavujú pod slovom membrána? Čo vie deti o bunkovej membráne? A čo naša koža? Analogicky k tomu, čo sa učia v biológii, aj tu membrána prepúšťa iba niektoré látky. Skúste dať dohromady definíciu membrány (materiál, ktorý tvorí rozhranie medzi prostrediami, a tým ich oddeľuje - fyzická bariéra). Zamyslite sa ďalej nad kožou, počuli deti o póroch? Čo to vlastne sú póry? Zabavte sa o tom, aké látky membránové póry prepustia.

Zvedaví: Membrány môžu byť anorganické (keramické), či organické (syntetické). Najčastejšie sa používajú organické, a nie všetky membrány sú porézne. Ponúka sa tiež zdôrazniť dôležitosť membránových technológií na príklade odsolovania morskej vody reverznou osmózou. Jednou z krajín závislých na spomínanej technológii je Izrael. Izrael získava okolo 3/4 svojej pitnej vody práve z mora.

Kalové hospodárstvo

Význam

Zahustenie kalu (nečistôt) z procesu úpravy vody
Likvidácia kalu

Princíp

Gravitačné (usadzovanie) či mechanické (strojné) odstránenie vody z kalu.

Ovplyvňovaný parameter

Zahustený vodárenský kal

Problematike spracovania kalu nie je potrebné v rámci exkurzie venovať veľké množstvo času, pretože sa jedná skôr o takúto Popolušku vodárenských procesov. Bolo by však na mieste zdôrazniť, že ani úprava vody nie je bez odpadov, s ktorými je nutné následne aj riadne nakladať. Okrem toho je dobré zdôrazniť, že charakter kalu je podstatne odlišný od toho čistiarenskeho, ktorý možno môžu poznať z inej exkurzie. Nie je teda kal ako kal.

Vo vodárenskom kale totiž prevažujú anorganické zložky. Okrem toho vodárenské kaly obsahujú až 99 % vody, a preto je snaha pred ďalším nakladaním s kalom, aspoň pomernú časť vody odstrániť. Kal sa buď spracováva priamo na úpravni vody, alebo je kal spoločne s odpadovou vodou odvádzaný kanalizáciou. V prípade využitia kanalizácie dochádza k jeho likvidácii až na najbližšej čistiarni odpadových vôd.

- 2 Všeobecne používané riešenie na spracovanie kalu priamo na úpravniach sú kalové lagúny. Ide o nádrže s veľkou dobou zdržania, kde kal sedimentuje. Väčšina úpravní využíva dve také nádrže v odstavnom režime, tj jedna sa plní av druhej nerušene prebieha sedimentácia. Voda po sedimentácii v kalových lagúnach sa vypúšťa do vodoteča a kal sa ďalej spracováva. V dnešnej dobe je potreba chemikálií na úpravu podstatne vyššia a s tým sa spája aj väčšie množstvo vznikajúceho odpadu – kalu. Keďže veľká časť úpravní má dlhú históriu, nádrže často nie sú na túto zmenu dimenzované. Z tohto dôvodu sa muselo prísť na riešenie nová a kreatívnejšia. V súvislosti s ÚV Želivkou, našou najväčšou úpravňou v Českej republike, vznikol aj koncept tzv. skladovacích nádrží. A v prípadoch, keď nie je možné zvoliť jednoduchšie riešenie, sa pristupuje k strojnému odvodneniu.

Po exkurzii

Ako pracovať s informáciami z exkurzie. Vyhodnotenie úloh, zopakovanie niektorých znalostí a oživenie poznatkov, zasadenie exkurzie a informácií do širšieho kontextu.

Realizácia ďalších školských aktivít po exkurzii je veľmi náročná – študijné plány škôl a ďalšie mimoškolské aktivity sú natoľko zaplnené, že nejaký nadväzný program je prakticky neuskutočniteľný. Aj napriek tomu v niektorých školách je súčasťou exkurzie následný „Zápis z exkurzie“, kde študenti spisujú základné informácie. U stredných škôl je potom možné nadväzovať ponukou seminárnych a maturitných prác v oblasti vodárenstva (odporúčame sa opýtať priamo pedagogického pracovníka – zmysluplných tém zvlášť v mimopražských regiónoch je veľmi málo), v prípade odborných škôl možnosť praxe alebo stáže (v mnohých prípadoch povinná).

Sumarizácia základných informácií, ktoré by si žiaci mali odniesť z exkurzie, je vhodné vykonať už na záver exkurzie samotnej, pokiaľ sú účastníci zorientovaní a majú možnosť pýtať sa na otázky. To platí však nielen pre učiteľov. Čím môžu poskytovatelia exkurzie prispieť k upevneniu nových informácií je krátke opakovanie na koniec. Ponúka sa tu využitie schémy úpravy a zopakovať príbeh vody a čo sa v akej fáze odstraňuje a prečo je nutné sa týchto látok zbavovať. Pri opakovaní môžu vyvstať od účastníkov ďalšie otázky a nejasnosti. Je tiež dobré účastníkom klásť kontrolné otázky, aby ste sa uistili, že to hlavné si odnáša.

V prípade, že súčasťou exkurzie bolo vyplňovanie pracovných listov, je samozrejme nutné tieto listy vyhodnotiť – táto časť je však skôr na pedagogických pracovníkoch v škole, ktorým dodáte správne odpovede pre Vašu konkrétnu prevádzku.

Nemalo by sa však tiež zabúdať na vašu reflexiu samotnej exkurzie a jej ďalšie možné zlepšenie. Prvú spätnú väzbu dostanete hneď na mieste - dávajú účastníci pozor? Baví ich nejaká časť viac ako iná? Chceli by sa pozrieť na zdroj vody, aj keď je pomerne ďaleko a vy ste tam pôvodne ísť nechceli? Je nutné si uvedomiť, že program je realizovaný práve hlavne pre účastníkov, a aj keď napríklad neodovzdáte toľko informácií, koľko by ste si priali, ale ich to bude viac baviť, je potrebné program upraviť. Každá skupinka je rozmanitá a je dobré s ňou pracovať, vnímať ju a reagovať adekvátne. Občas sa improvizácii nevyhneme.

Určitou možnosťou je samozrejme aj použitie klasického dotazníka spätnej väzby, aj keď jeho použitie na tento účel môže byť diskutabilné. Lepšia je otázka smerovať priamo na pedagogického pracovníka, ktorý bude na exkurzii prítomný, pretože ten pozná túto cieľovú skupinu najlepšie. Je nutné si uvedomiť a prípadne zmeniť, čo žiaci vedeli, čo nevedeli, čo ich prekvapilo a čo ich najviac zaujímalo – či napríklad vtipné historky z praxe zaberali, alebo nie.

Zároveň odporúčame spoluprácu s PR oddelením Vašej firmy, pokiaľ existuje – článok na webových stránkach a sociálnych sieťach o exkurzii nielenže vylepší mienku o spoločnosti, ale tiež môže inšpirovať ostatné školy z okolia, aby sa o možnosť exkurzie začali zaujímať.

Odkazy a doplňujúce informácie

Aj keď sme sa snažili tento materiál napísať v takej obsiahlosti, aby nebolo nutné dohľadávať všeobecné informácie ďalej, je možné, že sme vzhľadom na škálu možných technológií nejakú nie celkom dopodrobna vysvetlili, prípadne sa chcete o nejakej časti dozvedieť ešte niečo ďalšie. Na tejto stránke Vám tak chceme poskytnúť rúzcestník ďalších informačných zdrojov.

- **Všeobecné zdroje**
- Vodohospodársky slovník (napríklad <https://www.pmo.cz/cz/o-podniku/vodohospodarsky-slovník/> alebo inde na internete)

Hygienické minimum pre pracovníkov vo vodárenstve (aktuálna verzia na stránkach Štátneho zdravotného ústavu)

- **Zdroje odborných informácií o technológiách a látkach vo vode**
- Hydrochémia, autor: Pavel Pitter (v mnohých vydaniach), k dispozícii na Digitálnej knižnici

Metodické odporúčania a stanoviská Štátneho zdravotného ústavu (Národné referenčné centrum pre pitnú vodu)

Zdroje informácií o konkrétnych systémoch

- Z vlastnej skúsenosti vieme, že v mnohých prípadoch nie je dostatok informácií o zdrojoch vody, úpravniach či vodojemoch a vodovodoch, a sprievodcovia tak nemôžu účastníkov informovať o konkrétnych špecifických miestach. Z pochopiteľných dôvodov Vám nemôžeme poskytnúť zoznam zdrojov pre každú obec v SR, ale nižšie uvádzame dokumenty, ktoré môžete prejsť a z nich čerpať:
- prevádzkový poriadok vodovodu (zákonom povinný dokument pre každý systém)
- prevádzkový poriadok úpravne vody
- informácie v rámci systémov PRVaK, PRVAK a PRVK (Plán rozvoja vodovodov a kanalizácií), ktoré spracováva každý samosprávny kraj a je dostupný voľne na internete
- informácie na geoportáli miestne príslušného kraja (pre ochranné pásma vodných zdrojov), alternatívne je možné využiť mapové služby VÚV TGM, v. v. i. alebo Portál farmára
- dokumenty v miestne príslušnom štátnom okresnom archíve (väčšinou fond Vodné hospodárstvo)

miestne príslušné kroniky (pozor na zlučovanie a rozdeľovanie obcí počas histórie, predovšetkým v 70. a 80. rokoch minulého storočia!), ktoré sú v mnohých prípadoch prístupné na internete

Príloha: Formulár na zisťovanie informácií o úpravni vody

| | | | | |
|--|--------------------------------|---|---------------------------|-------------------------------------|
| Tento formulár vám môže pomôcť s prípravou informácií pre exkurziu a obsahuje kolónky pre všetky informácie, ktoré by buď mali pri exkurzii zaznieť, alebo budú veľmi pravdepodobne v otázkach účastníkov. | | | | |
| názov úpravne vody | | | | |
| rok výstavby / rekonštrukcia ÚV | výroba vody za sekundu | výroba vody za deň | výroba vody za ro | percento strát vody v sieti |
| počet zásobovaných obyvateľov | | zásobované obce | | |
| počet zamestnancov na ÚV | počet zamestnancov spoločnosti | spotreba elektriny na 1 m ³ | spotreba elektriny za deň | spotreba elektriny za rok |
| cena vody za 1m ³ | | dĺžka vodovodnej siete a materiál | | |
| problémové parametre surovej vody a technologické stupne na ich riešenie | | | | |
| | | popis zdrojov (pri vrtoch hĺbka, typ, vyhlásené ochranné pásma) | | |
| | | zoznam a koncentrácia dávkovaných chemikálií | | |
| štýl riešenia kalového hospodárstva (lagúny, kanalizácia, recipient...) | | | | počet odberov a vzoriek vody za rok |
| informácie o majiteľovi a prevádzkovateľovi úpravne vody a vodovodnej siete, v prípade spoločností krajiny pôvodu spoločnosti | | | | |

Na druhú stranu listu si pripravte technologickú schému úpravne vody a schému celého vodovodného systému (vrátane veľkosti vodojemov), prípadne aj náčrt trasy, kadiaľ exkurziu povediete, vrátane časového rámca a prípadných dôležitých informácií.

