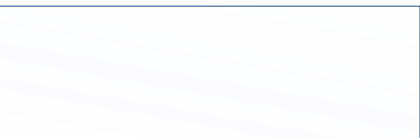


a vízgazdálkodási létesítményeken történő kirándulások lebonyolításának módszertana

# IVÓVÍZ



# Tartalom

Borítólap.....	4
1 Általános bevezetés .....	5
1.1 Hogyan készüljünk a kirándulásra? .....	9
1.2 Felkészülés a kirándulás előtt .....	15
1.2.1 Légy a mesemondó .....	15
1.2.2 A víz története.....	16
1.2.3 Az anyag és az energia története .....	19
1.2.4 A pénz története .....	23
1.2.5 Az emberek története .....	25
2 Saját kirándulás .....	27
2.1 Kulcskérdések.....	28
2.2 Vízhálózat.....	29
2.3 Nyersvíz forrás.....	31
2.4 A technológia leírása .....	31
2.5 Vízhálózat .....	34
2.5.1 Vízmérők .....	36
3 Technológiák leírása.....	37
3.1 Véső.....	38
3.2 Levegőztetés .....	39
3.3 Ülepedés .....	41
3.4 Flotáció.....	42
3.5 Tisztítás / koaguláció / flokkuláció .....	44
3.6 Szűrés .....	46
3.7 Ioncserélők.....	47
3.8 Szorpció.....	48
3.9 Higiénikus vízellátás .....	51
3.9.1 Klórozás.....	51
3.9.2 UV sugárzás.....	52
3.10 Stabilizálás (kalcium-karbonát egyensúly) .....	56
3.11 Membrán technológia.....	57
3.12 Iszapkezelés.....	59
4 A kirándulás után .....	60
5 Linkek és további információk .....	61

6 Melléklet: Űrlap a víztisztító telepre vonatkozó információk megszerzéséhez.....62

## Borítólap

Ezt a dokumentumot a szerzők kollektívája készítette: Helena Bakešová, Jakub Sochor, Jitka Czakoiová, Martin Srb, Denisa Čadková, Lenka Procházková, Jindřich Procházka, Andrea Benáková, Eliška Maršálová, Jana Šmídková és Jiří Paul, a projekt megoldásának részeként:



# Od kohoutku do záchodu

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

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

Realizace projektu: únor 2024 – červenec 2025

A projekt menedzsere a Vízügyi Egyesület



# 1 Általános bevezetés

**A vízkezelő telepek (és a kapcsolódó vízforrások, tározók, szivattyútelepek, nyomótelepek...) a vízgazdálkodási és vízellátó rendszer alapvető épületegységei. Bár manapság kevesen vannak ezzel teljesen tisztában, mindannyian közvetve használjuk ezeket a rendszereket, akár minden nap. Az ember nem bírja ki 3 napnál tovább ivóvíz nélkül, és gyakorlatilag azonnal észreveszi annak elvesztését. Mindazonáltal saját tanulói tapasztalatainkból szomorúan kell megállapítanunk, hogy az órákon a kevésbé lényeges témákra (pl. sörfőzés vagy analóg fotók előállítás) jut idő, ami a vízgazdálkodást illetően az elemi ismeretek teljes hiányához vezet. Példa erre a tisztítómű és a víztisztító telep funkciójának klasszikus és teljesen általános összetévesztése. Egy szennyvíztisztítóval kapcsolatban hallani sem akarjuk a "tisztítómű" szót. Hiszen a diákok és az idős lakosok nem tudják, honnan származik a saját csapjukból kifolyó víz. Alacsony tájékozottság mellett nem csodálkozhatunk azon, hogy az átlagemberek általában fogalmuk sincs, mit is takar ez a bonyolult terület, és akkor természetesnek veszik az ivóvizet. És pontosan ezen szeretnénk változtatni ezzel a módszertannal, és mindenekelőtt Önök, olvasók és a víztisztító telepek és a kapcsolódó infrastruktúra jelenlegi vagy jövőbeni útmutatói segítségével.**

Mivel az iskolákban viszonylag sok rendszeres interaktív óra van, és a kínálat jelentősen meghaladja a keresletet, úgy döntöttünk, hogy kihasználjuk a szakterületünk adottságaiból adódó legnagyobb előnyt, a helyi tájékozódást hangsúlyozó kirándulásokat, hogy minden tanuló és diák el tudja képzelni, milyen utat kell bejárnia a víznek, mielőtt kifolyna a csapból otthonában.

A vízellátó rendszerek azon néhány üzemeltetőjének dicsőségére, akik már szerveznek ilyen oktatási kirándulásokat. Ezek azonban többnyire nagyvárosok; azonban a mi szempontunkból fontos, hogy ne feledkezzünk meg a kisebb városokról, falvakról, ahol az iskoláknak nincs lehetőségük egy órát vonattal utazni egy nagyobb forgalmú kirándulásra. Szeretnénk tehát hozzájárulni ahhoz, hogy ezek a kirándulások máshol is megtörténjenek, és ezzel felhívjuk a figyelmet a csehországi vízipar működésére és annak regionális sajátosságaira.

Ezért igyekeztünk az Önök kezében tartott módszertant úgy kialakítani, hogy az egyszerű technológiájú kis feldolgozó üzemektől a régiós városok nagy feldolgozó üzemeiig, a legmodernebb technológiai eljárásokkal legyen használható. Mivel ezek a műveletek (érthető okokból) merőben ellentétesek, munkánk meglehetősen bonyolult volt. Az eredmény az, hogy ez a dokumentum sok különálló modulból áll, amelyek gyakorlatilag függetlenek egymástól - az adott feldolgozó üzemből való kirándulás megvalósításához ezért csak azokat a modulokat fogja kiválasztani, amelyek relevánsak az Ön számára. A hajtogatással kapcsolatos részletesebb információkat közvetlenül az adott technológiai modulokhoz adunk.

Ugyanígy a módszertan az általános és középiskolásoknak, vagy akár a kirándulás legkíváncsibb résztvevőinek (a műszaki egyetemeken leendő hallgatóinak) szól. Az adott képzési szinthez megfelelő szintű (mennyiségű és szaktudású) információhoz csak a modulok adott szintre vonatkozó részeinek felhasználásával juthat hozzá. Nagyon javasoljuk azonban, hogy egy „csak” általános iskolás kirándulás esetén is gyorsan tanulja meg a felsőbb szinteket is – néha el sem hinné, hogy a gyerekek milyen kérdéseket képesek megfogalmazni és teljesen meglepni az idegenvezetőt. Ezzel persze nem akarunk megijeszteni.

Egyúttal ehhez a módszertanhoz egy víziközmű-minimum füzetet is mellékelünk, ahol az egyes technológiák alapelveit részletesebben ismertetjük. Tehát ha nem biztos abban, hogy ez a tartály koagulációs, flokkulációs vagy flotációs tartály, akkor a kísérő irodalmat felhasználhatja iskolai információinak frissítésére, és gondoskodhat arról, hogy a tanulók és a hallgatók a megfelelő információkat adják meg.

A szöveg helyenként az egyes oktatási szintekre vonatkozó információk felosztását alkalmazza, így az értelmezés a közölt információ tartalmához igazodik. A semmilyen módon nem színezett részek tetszés szerint használhatók, és nem csak egy célcsoportnak készültek.

**Általános iskolák – a kémia és egyéb tantárgyak oktatása miatt elsősorban az általános iskola második osztályába járó (azaz kb. 11-15 éves) tanulók számítanak**

**Középiskolák - kb. 15-19 éves korig különböző iskolákból (gimnázium, ipariskola, szakmunkástanuló...)**

**Érdeklődőknek – használható például szabadon választott kémia vagy környezeti szemináriumokra való kirándulásokhoz a középiskolai érettségi éveiben vagy műszaki ifjúsági klubok és egyéb érdek- és informális oktatási intézmények számára. Vagy egyszerűen bármilyen korú érdeklődő számára.**

Azonban kérem, ne tekintse ezt a módszert vakon követendő dogmának. Mi van veled, mi van a szerkesztőszobával, mi a helyzet a csoporttal, ez egyéniség, és folyamatosan gondolnod kell rá. Ki kell próbálnod magad, mi működik az Ön számára, és hogyan dolgozhat együtt különböző embercsoportokkal. Tudjuk, hogy nem áll Ön előtt könnyű feladat, de csodálattal tölt el, amiért előre megy, és megpróbálja a lehető legjobb kirándulást megtenni. Van értelme!

Ne felejtjük el, hogy a kirándulás egyedülálló alkalom a közönség megszólítására. Növelje a terület tudatosságát, vonzza magára a figyelmet, és talán még változtat valamit. Próbáld meg minél jobban bevonni a gyerekeket, mutasd meg, mit lehet, és talán mítoszrombolóvá válhatsz. Közös tanácsokat adhat a gyerekeknek, mint például: miért érdemes a nyaralás után lemondani bizonyos mennyiségű vízről a beltéri vízellátásból, miért érdemes otthon rendszeresen magasabb hőmérsékletre melegíteni a bojler, miért érdemes csapvizet inni ásványvíz helyett, miért és mennyivel drágább a palackozott víz, miért ne töltsük fel a kertben lévő medencét a sorból származó vízzel (a válaszokat a bevezető végén találja). Ki tudja, talán a gyerekeken keresztül hozzájárul az egész család szokásainak megváltoztatásához. Ne felejtjük el, hogy a jövő nemzedékéhez beszélünk, amely valószínűleg egy napon felneveli a következő generációt. Addig adjuk tovább a jó szokásokat, amíg lehet.

Ugyanakkor ne féljen hangsúlyozni, hogy az üzemeltetők milyen problémákkal szembesülnek. Például megemlítheti a víz mikrobák újjáéledését nyáron, vagy a tározók befagyásának veszélyét a téli hónapokban. A kirándulás keretében figyelmet kell fordítani a vízgazdálkodásnak a társadalom egészével való összekapcsolására is, hangsúlyozni a szükséges szakmákat, anyagi forrásokat, a szükséges épületek méretét, összetettségét stb.

Befejezésül (és az előző bekezdéssel kombinálva) ennek a módszertannak egy másik aspektusára szeretnénk rávilágítani – amennyire lehetett, igyekeztünk kérdések és válaszok stílusában megfogalmazni a szöveget. Nemcsak azért, mert ezek a kérdések a terepbejárás során a résztvevők előtt távol is megjelenhetnek, hanem a résztvevőkkel szemben is fel lehet őket használni az aktiválásra.

? **Kérdés: Miért érdemes lemondani egy bizonyos mennyiségű vízről a beltéri vízellátásból nyaralás után?**

💡 **Válasz:**

Távollétünk alatt a víz mozgás nélkül áll a sorban, néhány nap múlva megszűnik a higiéniai védelem. Ezek a tényezők megfelelő környezetet biztosítanak a vízben a mikrobiális növekedéshez, ami egészségügyi kockázatot jelenthet számunkra. Ezért a vezetékéből származó vizet "cserélje ki" új (frissen kezelt) vízzel.

? **Kérdés: Miért kell otthon rendszeresen magasabb hőmérsékletre fűteni a kazánt?**

💡 **Válasz:**

**A legionella a legjobban langyos vízben fejlődik. Csak magasabb, gyakran legalább 60 °C feletti hőmérséklet elérésével (55 °C felett a baktériumok már nem szaporodnak, és 70 °C-tól gyorsan elpusztulnak) akadályozzuk meg túlszaporodását a kazánban, ezzel csökkentve a fertőzések egészségügyi kockázatát. Mind a hőmérséklet, mind az értéken maradási idő fontos.**

? **Kérdés: Miért igyunk csapvizet palackozott víz helyett? Mennyivel lesz drágább?**

💡 **Válasz:**

Ennek több oka van: alacsonyabb ár, gyakoribb minőségellenőrzés a gyártás során, kisebb környezetterhelés. A csapvíz (néha csapvíznek is nevezik) ára természetesen a területtől függ (pontosan meghatározható az Ön régiójában), de általában több mint 100-szor olcsóbb, mint a palackozott víz. És mi több – sokszor pontosan ugyanaz a víz, csak a palackozott van néhány hónapja raktárban.

? **Kérdés: Miért jobb csapvizet inni, mint ásványvizet?**

💡 **Válasz:**

Tévesen azt gondolhatnánk, hogy jó minden nap ásványvizet inni, de ez nem így van. Minden ásványvíznek meghatározott kémiai összetétele van, és általában nem (és nem is kell) megfelelnie az ivóvízre vonatkozó jogszabályoknak. A magas iontartalom és kiegyensúlyozatlanság miatt a túlzott és hosszan tartó ivás nem javasolt.

? **Kérdés: Miért nem tölti fel a medencét csapvízzel nyáron?**

💡 **Válasz:**

**A vízvezeték nem alkalmas úszómedencék feltöltésére, különösen, ha egyszerre több lakó kapja meg az ötletet. A nagy áramlási sebesség a csővezetékben zavarossá teheti a vizet (a csővezeték üledékei a vízbe kerülnek). Ráadásul a víz mennyiségét nem számolták ki, ezért előfordulhat, hogy később víz hiányzik a tározóból (vízfelhalmozódás). Ugyanilyen fontos megemlíteni az ezt követő túlnyomásesést a hálózatban, amely biztosítja mind a fogyasztókhoz való vízzel szállítást, mind a talajvíz vízvezetékbe szivárgó, azaz szennyeződés elleni védelmét. Ezek a problémák könnyen elkerülhetők, ha a vízszolgáltatótól rendelnek tartályt.**

***Az érdeklődő - vízvezeték sorozathoz. Sokan használják a vízvezeték-szabályozás kifejezést. Ez nem helyes. A helyes kifejezés a vízvonal. A név a sorozat szóból származik***

## 1.1 Hogyan készülünk a kirándulásra?

Ahhoz, hogy a kirándulás felkeltse a látogatók érdeklődését, és egyben tudást is elvonjon belőle a következő életre, fel kell készülni rá, és az értelmezést a közönséghez, életkorához, tapasztalataihoz, érdeklődési köréhez kell igazítani. Ugyanakkor célszerű a kirándulást minél interaktívabbá tenni (ami különbözteti meg a többi magyarázó osztálytól, pl. kastély- és kastélytúrák).

Ne feledje, hogy a hosszabb elméleti részt tartalmazó kirándulások jobban megfelelnek a középiskolásoknak. A fiatalabb résztvevők koncentrációs szintje lényegesen alacsonyabb, ezért a lehető legpraktikusabb gondolkodásra van szükség, még kisebb mennyiségű továbbított információ árán is.

### Különösen jó tudni:

- **Hány látogató fog jönni**

Nemcsak a tolmácsolást illetően, hiszen a figyelem csökken a résztvevők számának növekedésével, hanem a technikai elrendezést illetően is - vajon a teljes kirándulás elfér-e például a tározó kezelőkamrájában vagy a vezérlőteremben? Mindkét esetben ne féljen kettéosztani a csoportot, ha van elegendő emberi erőforrás.

- **Hány évesek és melyik iskolából származnak?**

Az automatizálásra koncentrázó ipari iskola diákjait más információk fogják érdekelni, mint a bölcsész szakos gimnáziumok diákjait, a leendő ápolónőkéttől eltérő információk; a kirándulás másképp fog kinézni a kémia tudás nélküli 6. osztályos általános iskolások számára.

- **Mi a kirándulás célja?**

Hogy elsősorban elméleti ismereteket adjunk át a vízmérnöki folyamatokról, vagy az iskolában már zajlott-e elméleti óra, és a kirándulás célja a megszerzett ismeretek gyakorlati kipróbálása; vagy bevezetni a dolgozók munkaköri leírását (vízügyi pályafutás)? Sokszor csak az lehet a cél, hogy felhívjuk a figyelmet arra, hogy az ivóvíz nem magától értetődő, termelése mögött rengeteg munka áll, ugyanakkor minőségét a környezettel szembeni magatartásunk is befolyásolja.

- **Mennyi idő van a kirándulásra?**

Tipikus idő két tanítási óra, azaz nagyjából 1,5 óra; ez azonban nemcsak a résztvevők életkorától függ, hanem az iskola és a tisztítótelep épületének távolságától is - a túra ezen aspektusát minden esetben előzetesen egyeztetni kell a tantestülettel.

Célszerű előre elkészíteni az általános információkat a víztisztító telepről; az ehhez használható úrlap a jelen dokumentum függelékében található.

- **Helytörténet**

Lásd a "Saját kirándulás" fejezetet

- **Mennyi vizet termel másodpercenként, naponta és évente**

A jobb ötlet érdekében célszerű átváltani néhány elérhetőbb egységre, lásd az alábbi táblázatot.

Egység	Kötet
Olimpiai medence (mélysége 2,5 m)	3.125 m <sup>3</sup>

vidéki tavacska	ezer m <sup>3</sup> nagyságrendben
vasúti tartálykocsi	46 – 90 m <sup>3</sup>
tartály a T815 alvázon	9 m <sup>3</sup>
tank a V3S alvázon	3,5 m <sup>3</sup>
fürdőkáád	100 – 200 l
vödör	12 éves
kerti öntözőkanna	5 l

- **Hol látja el a vizet, mely városokat, településeket, helyi területeket**

Akár csak a közvetlen környékre, akár távolabbi településekre, akár csoportos vízellátásra csatlakozik a tisztító. Nyugodtan készítsen térképet vagy légifotót a környékről, hogy segítsen.

- **Hány embert lát el vízzel?**

Persze nem kell pontos szám, inkább egy nagyságrend egy ötlethez.

- **Milyen hosszú a vízellátó hálózat és milyen anyagból készült?**

Ismét lehetséges a nagyítás, pl. a kirándulás helyszínétől, illetve a résztvevők városának/falujának központjától XY városig terjedő távolság; hány tározó, benzinkút és egyéb érdekes objektum van rajta. Használhat például egy térképkimenetet a GIS-ből, ahol (nyomtatott változatban) a gyerekek megtalálják, hol éri el a víz az otthonukat. Mindig jobb, ha van valamilyen vizuális anyag, amiről beszélhetünk, hogy a gyerekek jobban tájékozódjanak. Ugyanakkor a gyerekeket valószínűleg meg fogja lepni, hogy milyen hosszú és bonyolult a vízellátó hálózat.

- **Mennyi áramot használ sz víz előállítására?**

Összehasonlíthatod az otthoni fogyasztással - a Cseh Köztársaságban 2023-ban 1 háztartás átlagos áramfogyasztása 3500 kWh/év volt, ami egy évig folyamatosan bekapcsolt TV-nek felel meg (és ez nem kevés - emlékeztetheted a gyerekeket, hogyan szólítják fel szülei, hogy kapcsolják ki a tévét, amikor éppen nem nézik).

- **A víz ára a palackozott vízhez viszonyítva**

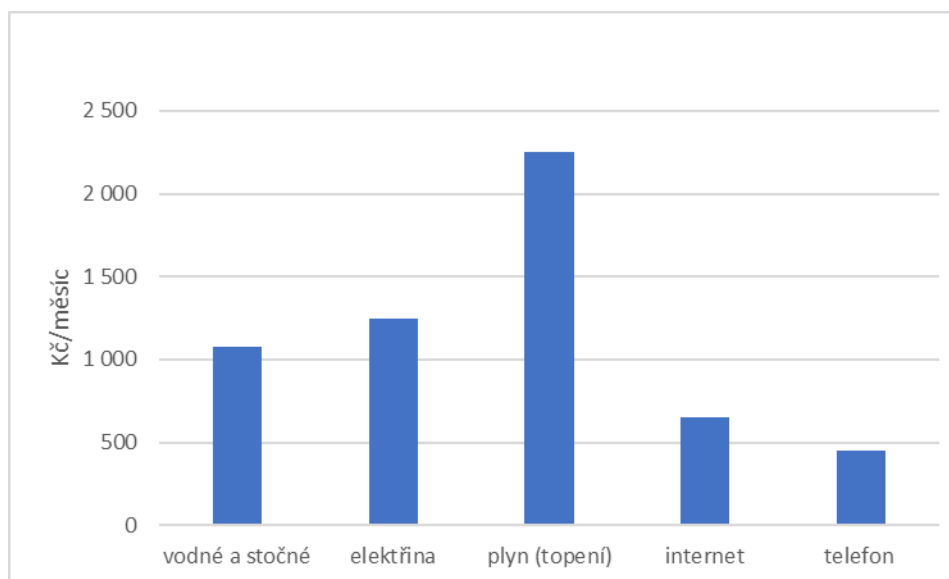
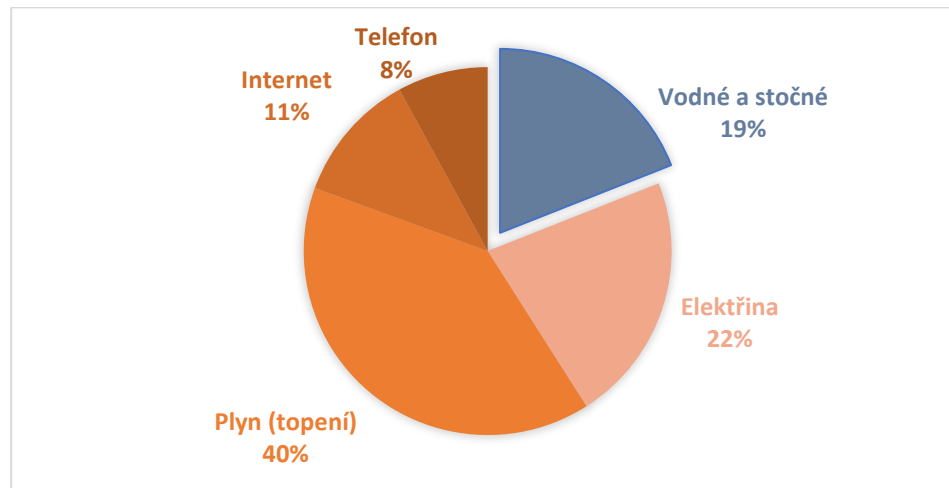
A jobb szemléltetés érdekében lásd a 1,5 litert, amikor egy csomag ára legalább 8 CZK; ez nagyjából megfelel a környezetből ivóvízbe való kezelésre kivett 1 m<sup>3</sup> árának (a gyerekek általában nem is sejtik, hogy ők is fizetnek ezért a vízért). Alternatív megoldásként összehasonlíthatja más italokkal, például kóla limonádéval. Nem kell azonnal elárulnia a gyerekeknek az árát – kérdezze meg tőlük, mit isznak gyakran, és mennyit fizetnek egy üvegért. Ha senki nem meri, kezdje el saját maga. Ezután hasonlítsa össze a tisztítótelepen termelt vízzel.

- **A víz ára az egyéb havi költségekhez viszonyítva**

Készítsen egy grafikont, amely megmutatja, hogy az Ön régiójában egy átlagos háztartás mennyit fizet a vízért, és mennyit más közművekért és szolgáltatásokért, mint például a kábeltévé, internet és telefon. Meg fog lepődni, hogy egy alapvető (talán a legalapvetőbb) emberi szükséglet, a víz költséghányada milyen alacsony az áramhoz, gázhoz vagy internethez képest.

Példa a 2024-es átlagos árak összehasonlítására:

Szolgáltatás	Átlagos havi költség	Százalékos részesedés
Víz és szennyvíz	<b>1080 CZK</b>	<b>17,9 %</b>
Villany	<b>1250 CZK</b>	<b>20,7 %</b>
Gáz (fűtés)	<b>2250 CZK</b>	<b>37,3 %</b>
Internet	<b>650 CZK</b>	<b>10,8 %</b>
Telefon (mobil)	<b>450 CZK</b>	<b>7,5 %</b>
Egyéb fűtés	<b>változó</b>	<b>-</b>
<b>Összességében</b>	<b>6030 CZK</b>	<b>100 %</b>



- Milyen anyagcsoportokat távolítanak el a víztisztító telepen, és ehhez milyen technológiákat alkalmaznak

Az eltávolítási módszereket és az egyes anyagok szervezetre és környezetre gyakorolt jelentőségét a módszertan következő része részletezi. Azonban fontolja meg, hogy a technológia a kevésbé gyakori dolgok eltávolítására is összpontosít-e. Például egyes talajvízben magasabb lehet a nikkell vagy más fémek szintje. Másutt a víz radonban gazdag lehet. Ne felejtse el hangsúlyozni a gyerekeknek, hogy ez a településre jellemző.

### **Gondolj a következőkre:**

- **Hova viszed a látogatókat?**

Biztonságukat, közlekedésbiztonságukat, helykapacitásukat (például igyekezzenek olyan helyet elkülöníteni, ahol a hátizsákjukat el tudják hagyni – jobb, ha nem járják be velük az egész feldolgozóüzemet), a túra időráfordítását és az egyes helyek közötti távolságot.

Ne feledje, hogy a gyerekeknek sok a magyarázata az iskolában, elsősorban azért mennek kirándulni, hogy lássanak valamit (egy órás előadás egy tárgyalóban és fél óra forgalomban nem éppen az, ami izgatná a gyerekeket). A kirándulási útvonal bevált módszere a tisztítótelepen a vízfolyás irányába történő gyaloglás.

Ha tudja, hogy zajos helyre mész, próbálja meg elmagyarázni a résztvevőknek, hogy mit fognak látni ott, mielőtt belépnek az épületbe. Rajtad múlik, hogy a hely megadása előtt vagy után kezdesz-e részletesebb leírást.

Egyes technológiák bonyolultsága miatt grafikus diagramok is használhatók a folyamat leírására. Ne felejtse el, hogy a gyerekek nem bírják egy helyen a hosszú magyarázatot. Emiatt ajánlott belépés előtt elmagyarázni, mit fognak látni a gyerekek, egyeztetni, hogy mit és milyen sorrendben (első bemenet, második kivezetés, harmadik...) mutass meg nekik, hagyd, hogy egy rövid pillantást vethessenek rájuk, majd hagyd el az épületet. Ezután a kezébe veszi a diagramot, és részletesebben elmagyarázza a folyamatot. Mielőtt továbbmenne a következő állomásra, kérdezze meg a gyerekeket, hogy szeretnének-e még egyszer belenézni, hogy újonnan megszerzett tudásukkal lássák a technológiát.

- **Milyen fontos tudnivalókat vigyenek magukkal a résztvevők a kirándulásról?**

Ez a pont triviálisnak tűnhet, de kérem, ne hagyja ki. Mi az a minimum, amit minden résztvevőnek el kell vinnie a kirándulásra? Gondold át, írd le néhány pontot, és ennek megfelelően tervezd meg a kirándulásodat. Nyugodtan vigye magával a papírt a kirándulásra, és folyamatosan ellenőrizze, nem felejtett-e el valami fontosat megemlíteni a listáról. Az ismétlés a bölcsesség anyja, ezért nem árt, ha többször is megemlítünk valamit. Nyugodtan ismétlje meg a gyerekekkel a mozdulatok között – tegyen fel nekik kérdéseket, hogy megértsék-e az előző állomás információit.

- **Mit és hova hívja őket az egyes megállók időkeretével együtt**

Az ember olyan lény, aki rosszul becsüli meg, hogy a dolgok meddig fognak tartani. Ne feledje, hogy a kevesebb néha több. Ha marad idő, felveheted a gyerekek több kérdését, és megismételheted velük. Határozottan jobb érzés, mint egy hosszú monológot tartani, és nagyon szorít az idő. Emellett a gyerekek több információt is elvihetnek a kirándulásból.

Ne feledje, hogy nem az Ön feladata, hogy egy rövid kirándulás során minden információt a gyerekekbe kalapáljon. Az Ön fő feladata, hogy a résztvevőket felkeltse a pálya iránt. Adj nekik némi lelkesedést és motivációt. Hiszen sokan vagyunk terepen, mert a víz nélkülözhetetlen az élethez, és munkánknak valóban magasabb értelme van.

- **Mit mutatsz meg és demonstrálsz nekik, mit próbálhatnak ki maguk az Ön körülményei között**
- **Mit kérdezhetnek?**

Minden fejezetben igyekeztünk néhány tipikus kérdést beilleszteni az adott témára, és rövid válaszokat is adtunk. Konkrétan három mondatban próbáltunk válaszolni. Próbáld meg ugyanígy gondolkodni – van még kérdésed? Ha igen, írja le őket, és készítsen rövid válaszokat. Hiszen a kirándulás során általában nem jut idő bővebb válaszokra.

- **Amit az ő korokban nem értettél és szeretnél megérteni**

Gondold át, mit tartasz fontosnak. Mit szeretnél fiatalon megvalósítani? Itt az ideje, hogy elmagyarázza valaki másnak. Lehet, hogy nem fogja azonnal megérteni, lehet, hogy beletelik egy kis időbe, de ki tudja, talán még sokáig emlékezni fog rád, és örülni fog a megszerzett tudásnak.

- **Mit kérdezel tőlük?**

Kérdések a túra interaktívabbá tétele és egyben a résztvevők ismereteinek kezdeti állapotának megismerése érdekében az adott témában. Azonban nem csak a kezdeti tudást kell tesztelnie. Ne féljen a megszerzett tudást próbára tenni a kirándulás során. Ez egy nagyszerű visszajelzési forma az Ön számára – megértették-e az előadásomból származó információkat, és hol vannak hiányosságai? Ráadásul a szakaszos ismétlés az egyik legjobb tanulási módszer. A tanulóknak lehetőségük van az információk aktív felidezésére, ami segít átvinni tudásukat a rövid távú emlékezetből a hosszú távú memóriába. De ne feledje, hogy most tanítunk, nem tesztelünk!

Mindenekelőtt tegyél fel kérdéseket, és győződj meg arról, hogy megértik a „Mi a legfontosabb dolog, amit a résztvevőknek el kell vinniük a kirándulásról” című listában szereplő dolgokat.

Másrészt meg kell mondani, hogy a tanulók egy része egyáltalán nem szereti a kérdéseket, vagy a rájuk adott válaszokat, és ez az ellenszenv az életkorral növekszik; szóval nem a te hibád, ha senki nem akar egyedül válaszolni neked. Didaktikai jelentőségű a „beszéd” kérdés is, amit egy rövid szünet követ, amikor a hallgatók általában gondolkodnak, hiába válaszol azután a kalauz, a hallgatók is igyekeztek saját szavaikkal megfogalmazni a választ, ami pozitívan hat az anyag megértésére, emlékezésére.

Ha úgy érzed, hogy egy igazán félnk csoporttal találkoztál, próbáld meg nagyon könnyű kérdésekkel kezdeni, és a helyes válaszáért jutalmat adj a résztvevőnek (cukorka, toll, egyéb reklámanyag), esetleg motiváld, hogy aktívabbak legyenek a jövőbeni kérdésekre.

**Győződjön meg és készítse elő előre:**

- **A létesítmény üzemeltetője által megkövetelt dokumentumok (jellemzően például egészség és biztonság)**
- **Szükség esetén a szükséges biztonsági felszerelés (kesztyű, sisak, védőmellény...)**
- **Feladatlapok a látogatóknak (tanárokkal való egyeztetés után)**
- **Segédletek szemléltető példákhoz**

Például:

- mobil kézi tesztek (néha csepptesztnek is nevezik) - jellemzően klór, vas, mangán vagy pH üzemi mérésére,
- eszköz,
- vízóra (ideális esetben szétszerelve is),
- mintavevő berendezés vízmintavételhez az egyes technológiai szakaszokban (+ automata mintavevő),
- minta szűrőanyag egy pohárban.

Javasoljuk egy egyszerűsített technológiai diagram elkészítését is, amelyet a résztvevőknek kiosztanak, vagy a második lehetőséget – az aktuális helyszín rendszeres, nagy formátumú megjelenítését. A második lehetőséget részesítjük előnyben, mert a résztvevők valószínűleg úgysem fogják megőrizni a papírokat (a leleményesebbek már a kirándulás során elveszik, és lehetőség lesz rájuk vadászni például nyitott homokszűrőkből). Ezenkívül nagy formátumban a gyerekek jobban látják, ha tömegesen vetítik, és kisebb az esélye, hogy elveszítik a figyelmüket. Néhány kirándulás után a séma bevált, és ha lehetősége van rá, javasoljuk a papír laminálását élettartamára.

- **Kis jutalom a látogatóknak,**

ha elérhető (például céges tollak, cukorkák...). Nagyon ajánljuk ezt a pontot. Viszont ne adj oda semmit ingyen – a helyes válaszáért, egy jó kérdésért (egy nagyon kíváncsi kérdésért – ezzel "vásárolsz" egy kis gondolkodási időt, vajon tényleg meglep-e a kérdés).

## 1.2 Felkészülés a kirándulás előtt

*Ez a rész az iskolai felkészítésről szól - mit kell tanulniuk az iskolában, milyen információkkal kell dolgozni, feladatlapok készítése, kirándulási feladatok. De ne feledjük a korlátozott időt, amit erre fordítanak, és hogy szükség van olyan előkészített anyagokra, amelyeket azonnal használni fognak.*

A téma összetettsége és pedagógiai szempontból is célszerű, hogy a kirándulás résztvevői az elméleti felkészülést még a kirándulás előtt elvégezzék - a megjegyzett információk mennyisége megnő, és nem kell az alapvető kérdéseket, például a víz körforgását közvetlenül a tisztítótelepen megbeszélni. Tudjuk azonban, hogy ez – különösen a nagyobb városokban – az iskolák szűkös tanórán kívüli tevékenysége miatt nehézkes. Ezért szükséges egy konkrét pedagógiai dolgozóval megbeszélni a lehetőségeket, aki az iskola képviselőjeként a kirándulást irányítja. Beszéljen tanárával, hogy tudja, mire számíthat.

Az iskolai felkészítést vagy közvetlenül Ön végezheti (ez a lehetőség természetesen jobb, mert az előadást kirándulással is össze lehet kötni), vagy egy pedagógiai munkatárs; A projekten belül mindkét esetre készülnek anyagok (prezentációk, feladatlapok, fotók...), amelyek megtalálhatók a projekt honlapján.

### 1.2.1 Légy a mesemondó

*Határozzuk meg, mit akarunk mondani, hol és kinek, milyen történeteket vetítünk a narratívába. Amit szeretnénk, hogy a résztvevők elvigyenek.*

Ez a fejezet kiterjesztésnek is tekinthető, de reméljük, találsz benne valami érdekeset és ihletet. A történetek hozzájárulnak a klasszikus kirándulás újjáéledéséhez. Gondoltál már arra, hogy mennyire fontos lehet az önkifejezésed? Mert az információ közvetítése ugyanolyan fontos, mint az, amit mondunk – gyakran, ha nem sokkal inkább a gyerekekkel. Főleg, ha le akarja vonni a résztvevőket.

Történelmileg a történetmesélés volt az emberek közötti információk és tapasztalatok továbbításának fő módja. Még mindig ezt tartják a leghatékonyabb módszernek az emberek vonzására. A „száraz” tényekkel ellentétben a történeteknek személyes szintjük, sajátos cselekményük van, és gyakran olyan érzelmeket váltanak ki bennünk, amelyek még inkább segítik az információ megragadását és feldolgozását. Ráadásul az emberek általában hosszabban és könnyebben emlékeznek a történetekre. És ha különösen jól elmondják nekik (a hatás "erős"), akkor egy életen át velünk maradhatnak. Valószínűleg mindannyian magunkban hordozunk valamit, nem? Néha még inspirálnak is minket.

Ahhoz, hogy egy történet jó legyen, alaposan át kell gondolni és elő kell készíteni. A helyben megjelenő dolgokra hagyatkozni általában nem kifizetődő. Emellett ügyelnünk kell arra, hogy ne áruljuk el saját testünket – állítólag a kommunikáció több mint 90%-a non-verbális. Ezért fordítson fokozott figyelmet a gesztusokra és az arckifejezésekre. Azonban semmiképpen sem kívánatos túlzásba vinni, különösen, ha nem szokott hozzá – nem akar mesterkéltnek tűnni. Ne aggódj, mindenhez csak gyakorlás kell. Látni fogja, hogy minden további kirándulással fejlődni fog. Ne feledje, hogy a leghatékonyabb történetek a saját tapasztalataiból származnak, ezért ne féljen a kirándulást a terepen szerzett történetekkel „fűszerezni”.

Ennek a projektnek a részeként átgondoltuk az Ön számára lehetséges történeteket, és három fontos történettsorral álltunk elő, amelyek segítenek szemléltetni a tisztítótelepeken zajló egyes eseményeket és folyamatokat – ez a víz története, az anyagok és az energia története, végül az emberek története. Az, hogy melyik történetet népszerűsíti jobban, elsősorban a kirándulás céljától függ.

A célt a tanárral való közös megbeszélés során kell kitűzni, jóval maga a kirándulás előtt. Ha a témában nem túl jártas tanulók csoportja érkezik a kirándulásra, érdemes különösen a víz történetére koncentrálni – hogyan

válík a nyersvízből az otthoni csapból kifolyó kezelt víz. Ha azonban olyan idősebb diákokkal beszélgetünk, akik már rendelkeznek alapismeretekkel a kémiából, érdemes megbeszélni az energiát, a víz árat és a kezeléshez szükséges vegyszereket, akár felhasználást, akár kifejezetten a vízből való eltávolítást. Azoknak a hallgatóknak, akik közvetlen érdeklődést mutattak a terület iránt, vagy akik a jövőbeni elhelyezkedési lehetőségeket kutatják, felajánljuk, hogy elkalauzolja őket a víztisztító telepeken dolgozó emberek történetén. A következő alfejezetekben az egyes történeteket elemezzük. Inspirálódhat történeteinkből, kombinálhatja őket, vagy egyszerűen kitalálhatja a sajátját. Te vagy a narrátor.

Az alább leírt szakaszok többségében vannak olyan kérdések, amelyekkel valószínűleg találkozni fog – vagy „csak” felkészülhet a megválaszolására, vagy közvetlenül beépítheti ezeket a kérdéseket az előadásába.

## 1.2.2 A víz története

A víz gyakorlatilag mindenhol megtalálható körülöttünk – nemcsak folyók, tavak és tavak formájában, hanem hóban, légköri és talajnedvességben is; még mi is tele vagyunk vízzel. Lényünk körülbelül 60%-a vízből áll – nem ez jó ok arra, hogy a lehető legjobb vizet biztosítsuk az élethez? Úgy tűnhet, hogy akkor nincs gond, ha mindenki hozzájut az élethez szükséges vízhez. Ennek azonban az ellenkezője igaz: a természetben található víz túlnyomó többségét nem szánják hosszú távú közvetlen fogyasztásra, anélkül, hogy az emberi szervezetre negatív hatással lenne, és ennek megfelelően kell kezelni; és tulajdonképpen az egész vízmérnöki terület erről szól. Lássuk tehát, honnan jön a csapvíz. Vagyis minek kell történnie, mielőtt otthon ivóvizet töltünk egy pohárba, amit nem csak a gyerekek, hanem a felnőttek is természetesnek vesznek.

A víz történeteként a víz körforgásának leírásával indulhatunk ki, vagyis a víz óceánokból való elpárolgásáról, felhők formájában történő elszállításáról és az azt követő csapadékról hozzánk. Ezt követően a víz valamilyen módon a tisztítótelep nyersvízforrásába és a technológiába kerül. A történet azonban ezzel nem ér véget, a használt vizet megtisztítják és visszajuttatják a természetbe, ahol valaki más többször is felhasználhatja, mielőtt a víz visszafolyik az óceánba.

**? Kérdés: Mennyi víz van a bolygón, és mennyi ivóvíz/ivóvíz?**

**💡 Válasz:**

A víztestek a Föld felszínének csaknem 71%-át foglalják el. A teljes vízmennyiség túlnyomó többsége a világ óceánjaiban és tengereiben található (97,7%), a gleccserek és a hosszú távú hótakaró például a sarkokon a világ vízkészletének 1,7%-át veszik fel. Mindössze 0,6% van a talajban és a talajkörnyezetben (ezt nevezzük talajvíznek), és 0,01% marad vissza édesvízű tavakban, mesterséges víztározókban és medrekben (felszíni víz), mindkét forrásból kezeljük a fogyasztási vizet. Tehát tegyük fel, hogy a bolygó teljes vízmennyiségének nagyjából 0,61%-ával dolgozunk – ez még egy százalék sem!

**? Kérdés: Nekünk, embereknek hány százaléka víz?**

**💡 Válasz:**

Körülbelül 60%-unk víz.

? **Kérdés: Mennyi ideig bírja az ember víz nélkül?**

💡 **Válasz:**

Átlagosan 3 napot kibírunk víz nélkül.

Egy 1944-es tanulmány szerint az ember napegységek nagyságrendjében képes túlélni víz nélkül. Tudni kell azonban, hogy a víz egy része benne van az elfogyasztott táplálékban is, és az éghajlati viszonyok is nagyban befolyásolják. A BBC szerint a rekorder egy fiatal osztrák kőműves, akit 1979-ben a rendőrség előzetes letartóztatásba zárt, majd megfeledkezett róla. Állítólag 18 napig bírta víz nélkül.

? **Kérdés: Milyen vízformákat ismerünk?**

💡 **Válasz:**

A természetben három különböző formában (csoportban) találkozhatunk vízzel – szilárd, folyékony és gáz, sőt egyszerre is. Amikor azt mondjuk, hogy víz, akkor leggyakrabban annak folyékony fázisára gondolunk, amely folyókban, felhőkből ömlik hozzánk, és amit iszunk. A víz azonban lehet gáz halmazállapotú is – vízgőz, amelyet a tea felett látunk lebegni, és ami az étel főzésekor elpárolog. Az utolsó forma természetesen a szilárd víz - a jég, amelyen télen korcsolyázunk, nyáron pedig a limonádét szeretnénk lehűteni.

? **Kérdés: Honnan származik a vizünk?**

💡 **Válasz:**

Valószínűleg megtudjuk, hogy esni fog. Ez a helyes válasz, de kérdezzük meg, hogy ez vonatkozik-e a talajvízre is. És igen, itt is az a helyes válasz, hogy a talajvíz is esővíz volt. A föld alatti és a felszíni különbség csak a ciklus hosszában és az itt tartózkodás idejében van.

Csehországban minden víz csapadékból származik, és a Cseh Köztársaságból származó összes víz fokozatosan a tengerbe folyik. Tehát teljes mértékben az esővíztől függünk.

**SŠ: Tudod, hogy a Pilsner sörnek pont a felhasznált talajvíz miatt van ilyen kivételes íze? Ezért hiába főzné valaki ugyanazon recept szerint, a sör íze közel sem lenne egyforma az eltérő alapanyag, a víz miatt. A sör nagy előnye, hogy az előállítás során a vizet felforralják, ami segít elpusztítani a vízben található káros mikroorganizmusokat. Történelmileg még a gyerekek is ittak sört, mert az biztonságosabb volt, mint a víz. Ezt bizonyítja a londoni vízjárvány is, amikor csak a sörfőzdék nem fertőződtek meg (hiszen főleg sört ittak).**

**Kíváncsi: Tudtad, hogy a víz nem keletkezhet magától? Ez azt jelenti, hogy a felszín alatti víz több tízezer éves is lehet, és minden előttünk lévő vizet már rengeteg ember és állat itta meg.**

? **Kérdés: Mi a különbség a felszíni és a talajvíz között?**

**💡 Válasz:**

A folyókból, tavakból és tározókból származó, azaz a felszínen látható víz felszíni víz. Bármilyen, amit a földből (a felszín alattiból) vesznek, az már talajvíz.

**? Kérdés: Mennyi vizet termelnek évente Csehországban?****💡 Válasz:**

**2022-ben összesen 576 millió köbméter ivóvizet állítottak elő Csehországban, ami kevesebb, mint két lipnói tározónak felel meg.**

**? K: Milyen iparágak használnak tisztított vizet?****💡 Válasz:**

Az biztos, hogy minden iparág vizet használ a termeléshez. Legyen szó az alapanyagok közül, vagy csak hűtővízről. Itt csak néhány példát adunk. A mezőgazdaság kétségtelenül a fogyasztási ranglétra tetején áll. Meglepheti a résztvevőket, de a világ édesvizének 70%-át (a bolygó vizének körülbelül 3%-át, beleértve a fagyott készleteket; kevesebb, mint 1%-át a hagyományos forrásokból) a mezőgazdaságban használják fel. Ez a teljes összeg közel  $\frac{3}{4}$ -e! A mezőgazdaság azonban nem az egyetlen. A ruhaipar is hatalmas mennyiségű vizet fogyaszt. Arról nem is beszélve, hogy a legtöbb készült ruhát soha nem hordják. De ez valószínűleg szomorú történet egy másik alkalommal. Ezenkívül a vizet az élelmiszeripar is felhasználja – tevékenységéhez gyakran rendszeresen dokumentálnia kell a kielégítő vízelemzéseket. Biztosan hallották a gyerekek, hogy az elektronika gyártása vízigényes – mindezek az akkumulátorok nagy terhet jelentenek a környezetre. Az elektromos autók korával egyre nagyobb a vízigény. Még ha belegondolunk, mennyi víz kell egy ilyen égő elektromos autó eloltásához...

**Érdeklődőknek: A vízfogyasztás szempontjából legigényesebb kultúrnövények a gyapot, a cukornád, a búza, a kukorica és a rizs. Meglepő módon ide tartozik a diófélék is, amelyeket gyakran vízszegény területeken termesztnek.**

**? Kérdés: Mi az a vízjel?****💡 Válasz:**

A vízlábnyom azt mutatja meg, hogy mennyi édesvizet használunk (közvetlenül vagy közvetve) növények termesztésére vagy egy bizonyos termék előállítására. Tehát ez egy bizonyos mutató, amely segít megtanulni a környezet terhelését.

Vannak bizonyos típusú víznyomok is, de ilyen messzire nem érdemes kirándulni. De ha a gyerekek elveszik az információt, hogy a vízlábnyom létezik, és ez egy jó módszer a vízzel szembeni viselkedésünk értékelésére, akkor részben nyerni fog.

**Érdeklődőknek: Egy kiló marhahúsból nagyjából 15,5 ezer liter víz fogy. A vízlábnyom tehát 15,5 ezer l/kg hús. Ehhez képest például a rizs 1,6 ezer l/kg körül van. Tehát lassan tízszer kevesebb, mint a marhahús.**

### 1.2.3 Az anyag és az energia története

Ha a gyerekek már jól ismerik a víz történetét, vagy ha idősebb, kémiatudatos tanulókról van szó, akkor célszerű az anyagok és az energia történetét is bevonni a kirándulásba. Végül is a vízkezelés messze nem egyszerű és ingyenes. Valószínűleg általában ez az egyik leghibásabb feltevés. Mindenkinek az az érzése, hogy rengeteg víz van körülöttünk, és a vízszolgáltató cégek csak pénzt akarnak kiszedni az emberekből. És ennek az ellenkezője derül ki, amikor elkezdünk érdeklődni a vízárzás iránt. Valószínűleg kevesen tudják, hogy a nyersvíz fogyasztásáért díjat kell fizetni. Ráadásul nyersvizet kell szivattyúznunk, és ez az energia is kerül valamibe. És amikor az energiákról beszélünk, itt egy lényegeset kihagyunk – az emberi energiát, amely nélkül a feldolgozó üzem biztosan nem menne. Szerencsére erről a következő fejezetben lesz szó.

Mennyibe kerülnek azok a vegyszerek, amelyeket a vízhez kell adnunk a kezeléshez? A vegyszerek széles skáláját alkalmazzák mindkét víztípus tisztítótelepein, és ezek nélkül nem is lenne lehetséges, mert a víz nem felelne meg a jogszabályi előírásoknak, és veszélyeztetheti a fogyasztók egészségét. Azonban nem csak azokról az anyagokról van szó, amelyeket a vízhez adunk, hanem elsősorban azokról, amelyekről a vízben szeretnénk megszabadulni.

? **Kérdés: Milyen anyagok találhatóak a vízben?**

💡 **Válasz:**

Általában megkülönböztethetünk kémiai és biológiai paramétereket, amelyeket a vízben figyelünk. A vízben lévő anyagokat méretük alapján oldatlan, kolloid és oldott anyagokra oszthatjuk. Természetesen a legnagyobbakat legjobb eltávolítani (a fel nem oldottakat). Az anyagok lehetnek szervetlenek vagy szervesek. Általánosságban beszélhetünk sókról, fémekről, gázokról, mikroszennyezőkről, kórokozókról, de ártalmatlan mikroorganizmusokról, egészségre jótékony anyagokról is.

*Középiskola: A következő rész elsősorban azoknak a középiskolásoknak szól, akik már szilárd alapokkal rendelkeznek a kémiából, mert csak így lesz teljesen érthető minden következmény és összefüggés. Itt vannak a fontos vízparaméterek.*

? **Kérdés: Milyen koncentrációkról lesz szó?**

💡 **Válasz:**

Megkérdezheti a gyerekeket, hogy szerintük mi az egyes anyagok koncentrációja a vízben. Valószínűleg meg fog lepődni, hogy a közönséges vízben egyetlen anyag sem haladja meg a negyed gramm/liter értéket. Némelyik (vas vagy mangán) legfeljebb milligramm/liter egységben van, a nehézfémeknél vagy a növényvédő szereknél akár több tíz mikrogrammot is elérhetünk literenként.

*1 gramm literenként körülbelül 1 rész anyag 999 g vízben. Ekkor egy milligramm 1:1 000 000 hígításnak felel meg, mikrogramm esetén pedig 1:1 000 000 000 hígításnak.*

? **Kérdés: Milyen anyagokkal és szennyeződésekkel találkozhatunk általában a vizekben?**

💡 **Válasz:**

**vas és mangán** – Mindkét paramétert a geológiai szubsztrátum okozza, és gyakorlatilag minden talajvíz teljesen normális részét képezik. Ezenkívül a vas közvetlenül az otthonokba kerülhet a régebbi belső elosztórendszerekből (tehát, ha otthon rozsdás víz folyik, az nem lehet probléma a tisztítótelepen). A jó hír az, hogy általában előforduló mennyiségben (milligramm/liter) nem károsak az egészségre – viszont például főzéskor vagy mosáskor jelentenek problémát, ahol barna foltokat eredményezhetnek a ruhákon. A nagy koncentrációjú mangán azonban gyaníthatóan negatív hatással van az idegrendszerre.

**nitrátok és nitritek** – A nitrogéntartalmú vegyületek mezőgazdasági tevékenységgel (műtrágyázás) vagy szerves anyagok vízbe szivárgásával kerülnek a vízbe. Felnőtteknél nem jelentenek problémát, de a gyerekeknél ezeknek a paramétereknek a monitorozása szükséges (ezért a babavizet elsősorban a nitrogéntartalmú anyagok határozzák meg). A nitrátok az emberi szervezetben nitritté alakulnak, amelyek visszafordíthatatlan reakcióba lépnek a hemoglobinnal, és methemoglobint képeznek. A methemoglobin már nem képes oxigént szállítani, ami a gyermek fulladását okozhatja ("könnyebb" stádiumban, fokozatosan elkékül).

**radiológiai paraméterek** - Talán ez az információ meglep, de gyakorlatilag minden víz radioaktív, még az ivóvíz is. De nem kell aggódnia – a határértékeket nagyon szigorúan határozzák meg, hogy ha egyszerre 45 millió m<sup>3</sup> vizet iszik (körülbelül a VN Slapy hatodát), fennáll az akut sugárszindróma (fejfájás, hányás) veszélye. A vízben (és a levegőben is) a radioaktivitás leggyakoribb forrása a radon-222, ezt követi a kálium-40, az urán-235 és az urán-238. Ezek mind természetes radionuklidok, és nem jelent problémát például a csernobili szennyeződés.

#### **mikrobiológiai paraméterek:**

Ez azért is érdekes lehet, mert minden víz tartalmaz bizonyos mennyiségű mikroorganizmust. A rendelet azonban minden kedvezőtlen és veszélyes mikroorganizmust nullára korlátoz, és csak ártalmatlan vagy elpusztult mikroorganizmusokat enged be a vízbe. A kezelt vízben több tízezer mikroorganizmus található, és csak nagyon kis része természetes. Nyersvízből általában csak 0,27%-a tenyésztethető ki, kezelt vízben kevesebb, mint 0,01%. Más szavakkal, csak ilyen kis százalékot lehet izolálni és ezt követően meghatározni hagyományos tenyésztési módszerekkel.

Számos kórokozó található a vízben, és történelmileg a világ legfontosabb vízi járványai a kolera (egy veszélyes hasmenéses betegség) és a tífusz (hirtelen láz és életveszélyes kiszáradás) voltak.

A mikrobiológiai biztonság értékelésekor az elemzés nem keres konkrét káros mikroorganizmusokat (kórokozókat). Az egyes élőlények felkutatása nem csak időigényes, hanem technikailag is igényes lenne, ezért a járványvizsgálat során általában csak egy adott organizmusra koncentrálnak. Normál körülmények között az ún. indikátorrendszer csoportos meghatározását végzik. Ez úgy érthető, hogy mindig követünk egy képviselőt, amely jelzi, hogy sikerül-e eltávolítani a mikroorganizmusok egy csoportját a vízből. A székletszennyezés indikátorait világszerte használják a melegvérű állatok belében gyakran előforduló baktériumok keresésére. Tipikus indikátorok a Clostridium perfringens, az Escherichia coli (E. coli) és az enterococcusok.

**Clostridium perfringens** – a parazita protozoonok sikeres eliminációját jelzi. Az ilyen baktériumok lelete egyértelműen azt jelzi, hogy a víz ürülékkel érintkezett, és egészségügyi kockázatot jelenthet.

**E.Coli** – ez a beleinkben gyakran előforduló baktérium, de ennek a baktériumnak is vannak patogén törzsei. A fertőzés következményei a véres hasmenéstől a veseelégtelenségig terjedhetnek (különösen kisgyermeknél).

Legionella - 1976-ban fedezték fel egy rejtélyes járványnak köszönhetően az Egyesült Államokban. A korábban említett baktériumokkal ellentétben a Legionella fertőzést belélegzés okozza. Általában minden vízben megtalálható, de veszélyt jelent a meleg vízben és a légkondicionált egységekben, ahol nagy számban szaporodik. Ez a baktérium 25 és 45 Celsius fok között fejlődik a legjobban. Világszerte nő a fertőzések aránya. Az energiaárak emelkedésével az emberek rossz helyen kezdtek spórolni, és nem tartották megfelelő hőmérsékleten az otthoni kazánt. Ez azt eredményezte, hogy a baktériumok életveszélyes koncentrációban szaporodtak el benne. A fertőzés lázas betegséggént nyilvánul meg, amely súlyos tüdőgyulladásához, gyengébb egyéneknél pedig halálhoz vezet. A háztartásokban történő előfordulásuk monitorozásának anyagi és időigényes jellege miatt oda kell figyelni a megelőzésre és kellően felfűteni a kazánt - a baktériumok eltüntetéséhez 60 Celsius fok feletti vízhőmérséklet szükséges. Az utolsó képviselők, amelyeket itt említünk, a heterotróf baktériumok, a természetes és ártalmatlan baktériumok a vízi környezetben. A heterotróf baktériumokat két különböző hőmérsékleten határozzák meg, nevezetesen 22 és 36 Celsius fokon. Ez az egyik első történetileg vizsgált mikrobiológiai indikátor, de manapság már nem számítanak orvosilag jelentősnek.

? **Kérdés:** Mely, a vízben gyakran előforduló anyagok jótékonyak az egészségre, és melyek éppen ellenkezőleg, melyek károsak?

💡 **Válasz:**

Ahogy a bölcs alkimista, Paracelsus mondta egyszer: "Minden méreg, minden méreg. Csak az adag számít." nincs ez másképp a vízben sem. Igen, bizonyos anyagok már nagyon kis mennyiségben is károsak, és előfordulásuk nem kívánatos. Ezek lehetnek a már említett kórokozók, peszticidek, gyógyszerek és egyéb biológiailag aktív anyagok. Mások hosszú távon károsak lehetnek, egyesek, például a már említett ásványi anyagok, a magnézium és a kalcium, akár az egészségünk szempontjából is szükségesek lehetnek.

? **Kérdés:** Milyen vegyszereket adunk a vízhez a kezelés során?

💡 **Válasz:**

A technológiától függően sok vegyszert adunk a vízhez, és különböző anyagokra is szükségünk van (pl. szűrőanyagok, mint szemcsés aktív szén, homok, kvarc, őrlt mészkő, duzzasztott agyag granulátum és még sok más). Itt csak egy rövid összefoglalót adunk.

Gyakran szükséges a víz keményítése, ami azt jelenti, hogy "mesterségesen" kalciumot adnak a vízhez, hogy a víz ne legyen agresszív a csövekkel szemben (bővebben a technológiai modulokban található). A víz pH-értékének és kalciumtartalmának beállításához:

**Szóda – ismerjük a háztartásból, de a (többnyire kisebb) víztisztító telepek szerves része. A szódát por formájában szállítják, és a vizes oldatot közvetlenül a tisztítótelepeken használják adagolásra. A szódabikarbóna használatának célja a víz pH-értékének növelése (savasságának csökkentése).**

**Nátrium-hidroxid - kis tisztítótelepeken, természetes enyhén savas vizek kezelésére (pH növelésére) használják. A szódához hasonlóan a vizes oldatát is adagolják.**

**Savtalanító szűrők - természetes anyagokat, például félig égetett dolomitot, márványt vagy mészkövet használnak. A víz áthalad a szűrőn, feloldja a szűrőanyagot, ásványi anyagokkal gazdagodik és megemeli a pH-ját.**

**Mészhidrát – lehet, hogy néhányat meglep, de a közönséges meszet használnak a tisztítótelepeken. Nem habarcskeverékek készítésére szolgál, hanem a víz pH-értékének növelésére. Vízhez adják mésztej vagy**

**mészvíz formájában. A nagyobb feldolgozó üzemekben gyakran találkozni mészkezeléssel, és a mésztej úgynevezett mészfojtóban készül.**

A nyersvíz (különösen a talajvíz) fokozott mennyiségű vasat és mangánt tartalmaz. Bár gyakran hangoztatják, hogy nem károsak az egészségre, ez a mangánnal kapcsolatban nem olyan biztos. Egyes források az idegrendszerre gyakorolt lehetséges hatásról beszélnek. Különösen aggódunk a vas miatt, mert az befolyásolja a víz érzékszervi tulajdonságait – mutathat a gyerekeknek egy igazán vasban gazdag vízmintát, hogy mindannyian tudjuk, miről beszélünk. Ezen anyagok eltávolításához vegyszerek vagy bizonyos anyagok használata is szükséges:

**Kálium-permanganát – bár nagyon furcsán hangzik, egy mangánt tartalmazó vegyületet használnak a mangán eltávolítására. A permanganát erős oxidálószer, amely segít abban, hogy a mangánt és a vasat kivehető formává alakítsuk (oldottból oldatlanba), oxidáció után pedig elég egy klasszikus homokszűrő az eltávolításukhoz.**

**Oxigén/levegő – emelt vaskoncentrációnál használják. A permanganáthoz hasonlóan az oxigén oxidáló hatású, és az anyagokat fel nem oldódó, könnyen eltávolítható formává alakítja. Gyakran találkozik oxigénnel a nagy felszíni víztisztító telepeken. Észreveheti, hogy túlnyomós palackokban tárolják. Az ilyen tisztítótelepek nem a vas normál oxidációjához használnak oxigént, hanem a víz ózonosítására szolgáló ózon előállítására. De erről majd később a dokumentumban.**

**Nátrium-hipoklorit – a hipokloritot kisebb tisztítótelepeken használják a vas oxidálására és ezáltal a vas eltávolítására. De inkább a hipokloritról, mint fertőtlenítőről. Szinte mindenki használja és jól ismeri a SAVO-t, ez egy nátrium-hipoklorit oldat. Ez a mikroorganizmusok elleni higiénikus védekezés egyik lehetséges módja. Csehország minden kis feldolgozó üzemében találkozhat hipoklorittal. Újdonság, hogy néhány nagyobb feldolgozó üzem is elkezdte saját maga gyártani és üzembe helyezni.**

? **Kérdés: Miben különbözik a hagyományos SAVO a tisztítótelepeken használt hipoklorittól?**

💡 **Válasz:**

A SAVO és a víztisztító telepeken használt normál nátrium-hipoklorit (NaClO) ugyanazt a hatóanyagot tartalmazza, ez a nátrium-hipoklorit. A legnagyobb különbségek valószínűleg a koncentrációban és a használatban vannak. Az otthonunkban lévő SAVO rendszerint 5%-os oldat, és kifejezetten az átlagfogyasztók biztonsága és egyszerű használata érdekében készült. Otthon használjuk felületek fertőtlenítésére vagy fehéritőként. A tisztítótelepeken azonban a koncentráció az egyes tisztítótelepek igényeitől függően változik. A hipoklorit bizonyos tisztasága is elvárható, ami a termék nagyobb stabilitását biztosítja, és mindenekelőtt megakadályozza, hogy a használat során a vízben nemkívánatos melléktermékek kerüljenek. A szennyvíztisztító telepeken hipokloritot használnak a víz fertőtlenítésére a kórokozók ellen, ezzel biztosítva a fogyasztók biztonságát.

A szennyezettebb vízforrásokhoz, ami főként felszíni vizeket jelent, egyéb speciális vegyszerekre van szükség, mint például koagulánsok, kiegészítő flokkulálószeres és fejlett oxidációs folyamatok.

**Háromértékű ionokra épülő koaguláns – az igazán apró (kolloid) szennyeződések kicsapására szolgálnak úgynevezett koagulánsok, amelyek elősegítik a szennyeződések nagyobb egységekre történő aggregálását, így azok könnyebben eltávolíthatók (további információért lásd a technológiai modult).**

**Ózon – Az ózonosítás a higiénikus vízbiztonság egyik leghatékonyabb formája, elegendő a vízzel való rövid érintkezési idő. Nagy előnye, hogy nem képződnek klórozott fertőtlenítési melléktermékek. Az alsó légkörben mutatott alacsony stabilitása miatt az ózont közvetlenül a víztisztító telepen kell előállítani, és levegőből vagy tiszta oxigénből állítják elő, amely nagy elektromos kisülésnek van kitéve.**

**Granulált aktívszén – a szemcsés aktív szénen történő szorpció részletesebben a technológiai kártyán található. Csak röviden leszögezzük, hogy segít eltávolítani a vízből a mikroszennyezőket, a szagokat és ízeket okozó anyagokat. Időnként azonban újra kell regenerálni, hogy a technológia a lehető leghatékonyabb legyen. Manapság sajnos egyre gyakoribb a felszín alatti források peszticid anyagokkal való szennyezése, ezért egyre gyakrabban kerül bevezetésre a granulált szénen keresztül történő szűrés a felszín alatti forrásoknál is.**

**Klór – A bevezetett víz talán legismertebb érzékszervi tulajdonsága a szag, ami leggyakrabban klór (elvégre az uszodákban is érezni lehet). Korábban a mikrobiológiai biztonság érdekében az ivóvíz nullától eltérő klórtartalmát kellett biztosítani; erre több éve nem volt szükség. Az emberi szaglás azonban nagyon érzékeny a klórra, és a 0,3 mg/literes határérték már annyira érezhető, hogy a vízkészletből származó klór hétköznapi szaga messze a határérték alatt van.**

? **Kérdés: Miért kell a vizet klórozni, ha az negatív hatással van a víz érzékszervi tulajdonságaira?**

💡 **Válasz:**

Legtöbbször mindig van valami az életben, és ez sajnos itt sincs másként. A víz klórozása segít abban, hogy hosszabb ideig és nagyobb távolságra biztosítsuk a vizet, mielőtt a víz eljut a fogyasztóhoz. Ráadásul a minőség nem annyira a belső csővezetéseken és annak tisztaságán múlik, hiszen a szabad klór biztosítja a fertőtlenítést még a nyomvonalon is. Ez egy ilyen biztosítás az üzemeltetőnek, és kevesen vállalnának ekkora felelősséget a nyakukba. Hiszen ha nem lenne garancia a higiéniai biztonságra, a kórokozók vízben való előfordulása végzetes következményekkel járhat. Visszamenneünk a vízből származó járványok történelmi korába. És igen, néhány tisztítótelep (főleg külföldön) klór nélkül működik, de ehhez minőségi infrastruktúra kell. Válaszoljunk őszintén – szerinted van pénz arra, hogy Csehországban mindenhol lecseréljék az elosztóvezetéseket? Rendszeresen ellenőrizze és javítsa a csöveket? Mi a helyzet a fogyasztónál lévő résszel? Rendszeresen ellenőrzi a vezetéseket otthon? És milyen gyakran fertőtleníti otthon a csapos levegőztetőt?

## 1.2.4 A pénz története

Elsősorban a pénzről van szó, ezért a kirándulás (illetve az előző előadás) magyarázatának egy részét a víz árazásának kell szentelni, mert a laikus közönségnek (amelybe a kirándulások résztvevői is beletartoznak) fogalma sincs, miből áll a víz ára. Találkoztunk már azzal a véleménnyel, hogy az a köbméterenkénti száz korona például mind profitként megy el a céghez, mert a víz mentes a természettől, az infrastruktúra a szocializmus idejéből épült, más nem kell. Valószínűleg nem kell mondanunk neked, mint operatív dolgozóknak, hogy ez biztosan nem ilyen egyszerű.

A víz árának alakulását a vonatkozó jogszabályi előírások és a Pénzügyminisztérium rendszeresen (évente) frissített árbecslése szabályozza (amely többek között tartalmazza a víz adott évi maximális árát Csehország egyes régióira, az ún. társadalmilag elfogadható árat, valamint az üzemeltető társaság nyereségének maximális százalékát, az ún. ésszerű nyereséget). Az árképzésben fontos szerepet játszik az infrastruktúra tulajdonosa, leggyakrabban az illetékes önkormányzat, amely az üzemeltető által összeállított árkalkulációt jóváhagyja. Az

árkalkuláció ekkor az ivóvíz előállításánál felmerülő költségtételeket tartalmazza. A költségek már a nyersvíz-kivétellel kezdődnek, amiért díjat kell fizetni (felszíni és felszín alatti víz esetén más összegű és más célszervezet a díj). A vízgyűjtés gyakran szivattyús, és elektromos áramot igényel. Végül is más technológiák működtetéséhez is szükség van rá. A villamos energia így az úgynevezett vízellátás fontos elemévé válik. Ezenkívül vegyszereket használnak a vízkezelésben. A villamos energia és a vegyszerek mellett szükség van laboratóriumi ellenőrzésre és technológiai működtetésre (általában nem csak a technológia, hanem a vállalat, mint olyan működéséhez kapcsolódó humán erőforrás). Gyakran a víz legjelentősebb tétele a vízvagyon felújításával és karbantartásával kapcsolatos költségek. Minden épületnek és technológiának korlátozott az élettartama, és minden megtermelt m<sup>3</sup>-ból (törvény szerint) szükséges finanszírozást előteremteni a felújításukra. A vízdíj tartalmazza a kísérő szolgáltatásokkal kapcsolatos egyéb tételeket is, az analitikai eszközök karbantartását, a hulladék elszállítását, a leolvasásokat, a vízmérők kalibrálásának és cseréjének költségeit, a teljes üzemeltetés adminisztrációját, és szükség esetén az esetleges kölcsönökhöz kapcsolódó költségeket és hasonlókat. Ekkor a víz árának elég magasnak kell lennie ahhoz, hogy elegendő forrás álljon rendelkezésre minden kiadás fedezésére. A vízmű üzemeltetője általában nyereséget is termel, ez a tevékenységének fő motivációja. A haszon mértéke erősen szabályozott, ellenőrzött, nem haladhatja meg a 7%-ot, ami nagyon alacsony adat a többi területhez képest.

### 1.2.5 Az emberek története

Ha szóba kerül a vízügyi emberek és szakmák témaköre, akkor minden túrán résztvevőnek a csatornákat ellenőrző kezelőszemélyzet jut eszébe (még akkor is, ha ez valójában nem a víziparhoz kapcsolódik). Ez a sztereotípiája és egyben a vízzel kapcsolatos szakmák iránti érdeklődés csökkenése késztetett arra, hogy ezt a témát is bevonjuk a túrába. Nem szükséges egy külön megállót fenntartani ezeknek a történeteknek, hanem fokozatosan kell átadni ezeket az információkat, amikor hasznos lesz (bemutatkozáskor, az operatív laboratóriumba vagy a vezérlőterembe látogatva). Tehát megemlítheti a felsorolt foglalkozásokat, szakmákat. Ugyanakkor el kell mondani, hogy nem mindenhol azonos a szakma neve, illetve eltérhet az elvégzett munka köre.

? **Kérdés:** Milyen pozíciók (emberek) nélkül nem tudna meglenni a tisztítómű és miért?

💡 **Válasz:**

- **A szennyvíztisztító telep üzemeltetője** – az a személy, aki gondoskodik a létesítmény szokásos napi működéséről. Feladatai az adott létesítménytől és helytől függően változnak. Lehet, hogy csak a vegyszerek utánpótlásáról és karbantartásáról van szó, de a feladatok közé tartozhatnak (különösen kis műveletek esetén) vegyi elemzések, rendszerbeállítások, mintavételek, kisebb javítások és beállítások, épületek körüli terület kaszálása és hasonlók.
- **Diszpécser** – a nagyobb feldolgozó üzemeknél non-stop figyelik a feldolgozó üzem működését, beállításait. Szorosan együttműködnek a technológussal.
- **Tisztító művezető** – nagyobb üzemeknél; koordinálja az embereket, biztosítja a megrendeléseket és az anyagszállítást, és szorosan kommunikál különösen a tisztítótelep üzemeltetőjével és technológusával.
- **Működő szerelők** – biztosítják a hálózat működését és javítják a hibákat.
- **Mintavevő** - mintát vesz mind a tisztítótelepen, mind a vízellátó hálózaton és az ügyfeleknél.
- **Laboratóriumi technikus** – akár működő, akár akkreditált mintákat dolgoz fel.

**Kíváncsiak számára: Akkreditált laboratóriumokkal biztos lehet benne, hogy az alkalmazott módszerek, a statisztikai feldolgozás, a hibaarányok és a felhasznált vegyszerek minősége nem csak a jogszabályi előírásoknak, hanem az általánosan elfogadott laboratóriumi gyakorlatnak is megfelel; ezt az akkreditáló intézmény rendszeresen és nagyon szigorúan ellenőrzi.**

- **Villanyszerelő** - elektromos berendezések karbantartását és javítását végzi.
- **Vízügyi kezelő** – ellátja a vízkivétellel kapcsolatos adminisztrációt, a hatóságokkal való kommunikációt, a vízgazdálkodási mérlegeket.
- **Technológus** - nagyon fontos szakma. Ez a személy felelős a szállított víz minőségéért. Kompetenciái és feladatai közé tartozik a technológiai vonal helyes beállítása, a megfelelő vegyszeradagok meghatározása, a mintavétel tervezése és az elemzési eredmények értékelése. A technológus képzett vegyész legyen (lehetőleg közvetlenül a "víztechnika" területről, bár ez a szakterület sajnos erősen hiányzik).
- **Ügyfélosztály** - közvetíti az ügyfelekkel való kommunikációt, szerződéskötést, számlázást, reklamációt, hálózatokkal kapcsolatos észrevételeket és hasonlókat.
- **Megelőzés** - általában hibaelhárítás - itt beszélhet cége hibaelhárítási módszereiről.

- **Egyéb szakmák** – a vízgazdálkodási tevékenységnek is lehetnek más alkalmazottai, akik például térinformatikai, beruházástervezési, raktározási, műszaki támogatást, járművezetőket látnak el.
- **Menedzsment** – mint minden cégnél, az üzemeltető vízszolgáltató társaságoknak is vezetői, belső ellenőri, HR és egyéb kapcsolódó pozíciókkal kell rendelkezniük.

? **Kérdés: Hány ember dolgozik itt?**

💡 **Válasz:**

Valószínűleg a leggyakoribb emberi erőforrás-kérdés, amelyet a kirándulás résztvevőitől kaphat. A válaszban azonban nem tudunk segíteni, és meg kell kérdeznie magát (kis önkormányzatok esetében, ahol Ön lehet az egyetlen dolgozó a vízügyi osztályon), vagy a feletteseit (az üzemeltető cégeknél).

? **Kérdés: Mit kell tanulnom, hogy itt dolgozhassak?**

💡 **Válasz:**

Ha megkapja ezt a kérdést, nagyon boldogok leszünk – hiszen ennek a dokumentumnak és a teljes projektnek az egyik másodlagos célja teljesült, nevezetesen, hogy felkeltsük a kirándulások résztvevőiben az érdeklődést a vízmérnöki területek tanulmányozása iránt. Ha ivóvíztechnológusokról beszélünk, akkor közvetlenül a prágai Kémiai és Műszaki Egyetem Környezetvédelmi Technológiai Karán és a Brünni Műszaki Egyetemen tanulhatók. Kapcsolódó szakterületek találhatóak a prágai Károly Egyetem Természettudományi Karán, a Prágai Cseh Élettudományi Egyetemen és az Ostravai Bányászati és Műszaki Egyetemen is. Azt azonban el kell mondani, hogy ez a pozíció minden tudományosan és műszakilag képzett jelentkező számára nyitva áll.

Ami a többi szakmát illeti, ez a konkrét beosztástól függ - az ember nehezen tudja ellátni a laboráns munkakört, ha van vízvezeték-szerelő szakképzettsége és fordítva. A „pályaválasztási tanácsokkal” kapcsolatban a Young Water Professionals Czech Republic ([www.ywp.cz](http://www.ywp.cz)) platformra hivatkozunk, amely 35 év alatti vízügyi szakembereket tömörít. <http://www.ywp.cz/>

## 2 Saját kirándulás

### Megnyitó szavak

Jó ötlet lenne a terminológia megbeszélésével kezdeni a gyerekekkel – ezeket a szavakat gyakran fogod használni, hogy biztosan mindent megértsenek. Próbálgasson velük ilyen módon egy kis kommunikációt kezdeni, és fokozza interakciójukat. Kérdezze meg őket kérdések formájában – ismerik-e ezt a szót, és hogyan jellemeznék?

### Egészség és biztonság a kirándulás alatt

Minden kirándulás első kötelező része egy rövid munkavédelmi oktatás. Konkrét tartalommal kapcsolatban az Ön belső vállalati iránymutatásaira, vagy a módszertanok sorozatából származó külön dokumentumra hivatkozunk, amely kifejezetten az OSH-képzéssel foglalkozik. Kérjük, ne becsülje alá ezt a részt, még akkor sem, ha feleslegesnek vagy szükségtelennek tűnik.

### Történet vonal

Egy jó kirándulást alátámaszthat egy érdekes és jól célzott történet. A történetnek lebilincselőnek kell lennie, és végig kell vezetnie a résztvevőket az egész kiránduláson. Miután a pedagógiai támogatással előzetesen megbeszéltük a kirándulás célját, választhatunk az általunk javasolt történetszálak közül, vagy kitalálhatjuk saját magunkat. Ha azonban úgy dönt, hogy a miénket használja, szeretnénk az előző fejezetre, valamint a kiegészítő anyagra hivatkozni: Önkirándulás – áttekintés (2. melléklet). Megkönnyítheti a dolgát. A történet sorok mellett itt is bemutatunk gyerekeknek szóló feladatokra vonatkozó javaslatokat és minden állomáson egy-egy kulcskérdést, amelyet meg kell válaszolnia gyermekeivel.

### Helytörténet

A kirándulás tematikus bevezetőjeként javasoljuk a helytörténeti kérdés (ivóvízellátás szempontjából) szerepeltetését, amelyet természetesen további értelmezési területek követnek. Ha nincs információja erről a területről, próbálja meg felvenni a kapcsolatot a helyi önkormányzat képviselőivel vagy szervezete vezető beosztású alkalmazottaival. Alapvető tájékozódásképpen szögezzük le, hogy a kisebb településeken (ahol valószínűbb információhiányt feltételezünk) az első vízvezetékek 1910 és 1930 között (határmenti területek esetében), illetve az 1960-as és 1970-es években, az úgynevezett Z akció részeként kezdték építeni. Mindkét építési stílus jól megkülönböztethető egymástól, a közelmúltban megvalósult, illetve az EU-s kivitelezési, illetve építési állami támogatásokról. évtizedekben.

**Általános iskola: Pedagógiai szempontból nem célszerű a résztvevőket bevonni az adatkirándulásba; az építés, vagy az alapvetőbb építési vagy technológiai rekonstrukció hozzávetőleges időpontjának megbeszélése teljesen elegendő. A dátumok helyett javasoljuk a „XX éve...” szóhasználat használatát, és a generációkhoz való viszonyítást (pl. „Szüleid születésekor kezdték építeni hazánkban a vízvezetékét, ezért a nagyszüleidnek még nem volt vízvezetéke, és minden vizet kútból kellett kivenniük”).**

*A történelmet érdekesebb "becsomagolni" egy történetbe, például: "...a város növekedésével őseinknek meg kellett küzdeniük a vízhiánnyal, és úgy döntöttek, megépítik ezt a tisztítóművet..."*

**Középiskola:** Az általános iskolásokhoz hasonló információk. Magához a vízellátáshoz hasonló keltezésű történelmi, elsősorban helytörténeti eseményekre lehet rámutatni, lehetőség szerint ezt a datálást összekapcsolni a vízellátás állapotával (elosztóhálózati anyag, esetleg technológia).

**Érdeklődő:** Ha továbbtanulása vagy mélyebb érdeklődése miatt jobban érdekelné egy adott település vízellátásának története, javasoljuk, hogy lapozza fel a helyi krónikát (ma már inkább digitalizálják), vagy a helyi állami körzeti levéltárat, konkrétan az egyes önkormányzatok (1945 előtt) a helyi nemzeti bizottságok (1945 előtti) pénztárait. A vonatkozó hivatkozások a módszertan végén találhatóak a **Linkek és egyéb oktatási anyagok** fejezetben. A legtöbb régió vízellátásának történetéről szóló alapvető áttekintést a **Jaroslav Jásek: Vízellátás Bohémiában, Morvaországban és Sziléziában** című könyv tartalmazza.

? **Kérdés:** És mit csinálsz/takarítasz itt a takarítónál...?

💡 **Válasz:**

Sajnos gyakorlatunkban rendszeresen találkozunk azzal, hogy a laikus közönség nem ismeri a különbséget, vagy nem ismeri fel az ivóvíztisztítókat, szennyvíztisztítókat. Egy ilyen kérdéssel tehát nem csak elsődleges rendeltetési, hanem technológiai szempontból is célszerű felhívni a figyelmet e két épület közötti átmérőbeli különbségre.

## 2.1 Kulcskérdések

- **Kérdés:** Magától értetődő a vízivás?
- **K:** Mi szennyezheti a vizet?
- **K:** Milyen szerepet játszik a technológiák sorrendje, és mit távolítanak el?
- **Kérdés:** Milyen hatással lenne a társadalomra, ha nem lenne víztározó a hálózaton?
- **Kérdés:** Elvégezhető-e a vízkezelés folyamatos ellenőrzés nélkül?
- **K:** Mi történik, ha a víz nem éri el a határértékeket?
- **Kérdés:** Minden termelésnek megvan a saját specifikus hulladéka – mi az a vízellátási hulladék?
- **Kérdés:** Hogyan spóroljunk vízzel?

Az otthoni víztakarékosság nagyszerű módja a költségek csökkentésének, miközben hozzájárul a környezet védelméhez. Néhány tipp a résztvevőknek:

- Zuhanyozás a teljes fürdő megtöltése helyett
- Győződjön meg arról, hogy kétfázisú öblítés van otthon (két különböző térfogatú víz)
- Mosogatás helyett használja otthon a mosogatógépet (futtassa tele!)
- Vásároljon energiatakarékos készülékeket (a választásnál vegye figyelembe a vízfogyasztást)
- Rendszeresen ellenőrizze és javítsa meg a csapok és WC-k szivárgását
- Gyűjtse össze az esővizet, és használja például öntözésre, vagy vigye haza a WC-öblítéshez
- Fogmosás közben zárja el a vizet

- Mosogatás közben ne engedje kiürülni a vizet
- Tudjon meg többet a vízlábnymról és viselkedésünk hatásairól

## 2.2 Vízhminőség

A vízkezelési technológia egész folyamata valójában nem más, mint a nem kívánt anyagok eltávolítása a vízből. Ha a víz rozsdás vagy erős klórszagú, azt a fogyasztó azonnal felismeri, és csökken a csapvízbe vetett bizalom; és nem is említjük a jogszabályi szempontokat – egyszóval az üzemeltetőknek nagyon oda kell figyelniük a szolgáltatott víz minőségére.

? Kérdés: Melyek a víz alapvető tulajdonságai?

💡 Válasz:

**pH – talán az első paraméter, ami a résztvevők (középiskolások) eszébe jut; de facto a víz savassága (helyesen az oxóniumionok aktivitásának negatív logaritmus). Az ivóvíz enyhén savas és enyhén lúgos lehet, míg a fajlagos érték a nyersvíz tulajdonságaitól és a kezelési technológia során szükséges változtatásoktól függ (minden technológiai lépéshez más feltételek szükségesek).**

**keménység - ez a kifejezés valószínűleg zavaró - milyen kemény lehet a víz? Bár ez egy folyadék. A víz keménysége nem más, mint a víz kalcium- és magnéziumtartalma. Ez egy széles körben vitatott téma a laikus közvélemény körében, és két érdek ütközik egymással. A keményebb víz (azaz a magas kalcium- és magnéziumtartalmú) ízletesebb, és fontos elemekkel látja el a szervezetet. Másrészt az ilyen vízlerakódások a vízforralókban, mosógépekben és bojlerekben lerakódnak, és így problémákat okoznak ezekben a készülékekben.**

**szag - a szag lebontja a vizet, még akkor is, ha az egyébként ivásra alkalmas; valószínűleg ez az első dolog, amit a fogyasztó felismer. A gyakorlatban leggyakrabban klórszaggal lehet találkozni (7-es pH-nál a küszöbérték 0,156 mg/l), amit általában a magasabb hipoklorit adagok okoznak gyengébb nyersvízhminőség esetén, illetve üzemzavar utáni csövek fertőtlenítésekor. Minden fogyasztó másképp érzékeli a szagot és az ízt is (lásd alább).**

**íz – az illathoz hasonlóan az íz is egy olyan paraméter, amelyet minden fogyasztó referenciaértéknek vesz a víz minőségére vonatkozóan, még akkor is, ha például a víz a rosszabb íz ellenére megfelel az előírásoknak. A gyakorlatban elsősorban vasízzel lehet találkozni, amit azonban nem a rossz minőségű kezelés okozhat, hanem a rossz minőségű ház vezetékének vezetékének, ami ellen a tisztítótelep üzemeltetője nem tud mit tenni. A víz ízt leginkább a kalcium és magnézium koncentrációja (de facto, azaz keménysége), esetleg a pH befolyásolja.**

**zavarosság – a vízben lévő fel nem oldott anyagok mennyiségéről árulkodik.**

**vezetőképesség – információt ad a víz iontartalmáról (minél több ion, annál nagyobb a vezetőképesség). Önmagában azonban nem ad információt arról, hogy a víz iható-e. A magas iontartalmú (ásványi) víz nem alkalmas tartós ivásra.**

? Kérdés: Mit jelent az, hogy a víz iható?

💡 Válasz:

Valószínűleg az első dolog, ami a tanulóknak eszébe jut, az az, hogy a víz színtelen/átlátszó. A szín azonban egy külön paraméter, és nem mond el semmit például a nitrátok vagy a növényvédő szerek, azaz az első pillantásra láthatatlan anyagok tartalmáról.

Az európai jogszabályok jelenleg nem ismerik az ivóvíz kifejezést – helyette az „emberi fogyasztásra szánt víz” kifejezés szerepel, definíciója szerint az „egészségre ártalmatlan víz, amely tartósan fogyasztva sem okoz betegséget vagy egészségkárosodást a természetes személyek és utódaik egészségét akut, krónikus vagy késői hatások révén befolyásoló anyagok vagy mikroorganizmusok jelenléte miatt, amelynek érzékszervi tulajdonságai és higiéniai szükségletei nem akadályozzák meg a természetes személyi fogyasztást és felhasználást”.

**Érdeklődőknek: Az ivóvíz határértékeit a 252/2004. "Az ivó- és melegvíz higiéniai követelményeinek, valamint az ivóvíz-ellenőrzés gyakoriságának és körének megállapításáról szóló rendelet", amely fennállása alatt (2026-ig) nyolc módosításon esett át (elsősorban egyéb paraméterek kiegészítése). A radiológiai paramétereket azonban a 422/2016. "Rendelet a sugárvédelemről és a radionuklidforrások biztonságáról".**

*Ez a jogszabály (többek között) három határt különböztet meg - az úgynevezett DH, MH és NMH. A javasolt értékek (DH) például a vízkeménységre vonatkoznak, de ezek teljesítése nem kötelező. A küszöbértékek (MH) olyan határértékeket jeleznek, amelyek túllépését kezelni kell, de nem jelentenek akut egészségügyi kockázatot (például mangán vagy vas); a harmadik típus a legmagasabb határérték (NMH), amelynek túllépése esetén a víz automatikusan fogyasztásra alkalmatlannak minősül, és azonnal javítani kell.*

*Minden vásárlónak joga van tudni az általa fogyasztott víz minőségéről. Amennyiben a vízszolgáltató a honlapon nem teszi közzé, az ügyfél felveheti vele a kapcsolatot, és a szolgáltató köteles a tájékoztatást megadni. Ugyanígy az ügyfélnek joga van látni az úgynevezett kockázatértékelési és kezelési dokumentum egy részét, ahol az adott vízellátás összes kockázata látható (függetlenül a szolgáltatott víz minőségétől, mennyiségétől).*

? **Kérdés:** Mit jelent az, hogy a víz babavíz?

💡 **Válasz:**

Saját tapasztalatunkból azt kell mondanunk, hogy a csapvízzel szemben bizalmatlan lakók igen gyakori érve, hogy kútvizük infantilis. Ezt a kifejezést elsősorban a palackozott vizet árusító cégek marketingje terjesztette. Más korlátok is vonatkoznak erre a víztípusra, elsősorban a nitrátok, nitritek, vezetőképesség (gyakorlatilag az oldott anyagok mennyisége) és a nátrium paramétereiben, de többnyire a kútvíz nem igazán felel meg ezeknek a feltételeknek, még ha az emberek így is gondolják.

? **Kérdés:** Milyen gyakran kell az ivóvizet elemezni?

💡 **Válasz:**

Itt nem lehet előre megmondani, hogy mik lesznek a kiránduláson résztvevők tippjei. A mintavétel gyakoriságát a rendelet határozza meg, és a kisméretű tisztítótelepeknél évi egy mintától a nagyobbaknál havi több

mintavételig terjed (a kirándulás előtt tájékozódjon vízellátó rendszerén a mintavétel gyakoriságáról, és írja be a jelen módszertan mellékletében található táblázatba). Ezekon a kötelező elemzéseken kívül (amelyeket a higiéniai állomásoknak jelentenek) a legtöbb művelethez úgynevezett működési elemzések is tartoznak, amelyeket meghatározott érdekes paraméterekre (jellemzően klór, pH, mangán vagy vas) végeznek. Ha ez a gyakoriság alacsonynak tűnik a résztvevők számára, próbáljon meg utánajárni egy kiegészítő kérdéssel, hogy milyen gyakran végeznek elemzést saját kútjukból otthon.

## 2.3 Nyersvíz forrás

Az ivóvízellátás alapja természetesen a nyersvíz forrása, míg a nyersvíz lehet felszíni (vízfolyás/tározó) vagy felszín alatti víz (mély vagy sekély keringés).

A kiránduláshoz készítsen alapvető információkat a víz ivóvízhez viszonyított minőségéről - azaz arról, hogy a vízben például túlzott mennyiségű vas, mangán vagy nikkel van, vagy mikrobiológiai paraméterei szempontjából nem megfelelő. Így tulajdonképpen igazolni fogja a teljes vízkezelés meglétét, és a kirándulás résztvevői jobban el tudják képzelni, hogy az egyes lépések miért szerepelnek a technológiában.

Tudjuk, hogy a nyersvíz forrása sok esetben jelentős távolságra van a víztisztító teleptől, és nincs idő a forrás meglátogatására egy kirándulás keretében. Ebben az esetben javasoljuk, hogy a forrásról több fotót is nyomtattassunk megfelelő minőségben és méretben, hogy a résztvevők ezt a technológiai részt is láthassák. De ha lehetne, mindenképpen jobb lenne a gyerekekkel ellátogatni.

**SŠ: Rámutathat a forrás építészeti dimenziójára (elsősorban a földalatti források esetében) - a határ menti területeken találkozni lehet a múlt század eleji téglából épült forrásokkal, amelyek integrált technológiai eszközöket tartalmaznak, mint például a szellőző kaszkádok, míg a szárazföldön a 70-es évekből származó, gyakran a Z akció részeként épült betongyűrűk valószínűbbek.**

Ne felejtse el megemlíteni, hogy a vízforrások közelébe szigorú belépési tilalom van érvényben, természetesen tilos a szemetelés és maguk a források jogosulatlan kezelése. Ezzel nemcsak az ember egészségét veszélyezteti, hanem az adott vízhálózat valamennyi fogyasztóját. A vízkészlet-védelmi övezet témájáról bővebben a projekt kísérőanyagaiban tájékozódhat.

**SŠ: Egy megemelt nyersvízforrás a szántó föld közepén nem a megfelelő hely az esti alkoholos italok baráti társaságában való elfogyasztására, ennek a Pilsen régió egyik meg nem nevezett falujában is tanúi lehettünk, és a betongyűrűk közötti rés biztosan nem szolgál szemetesládaként.**

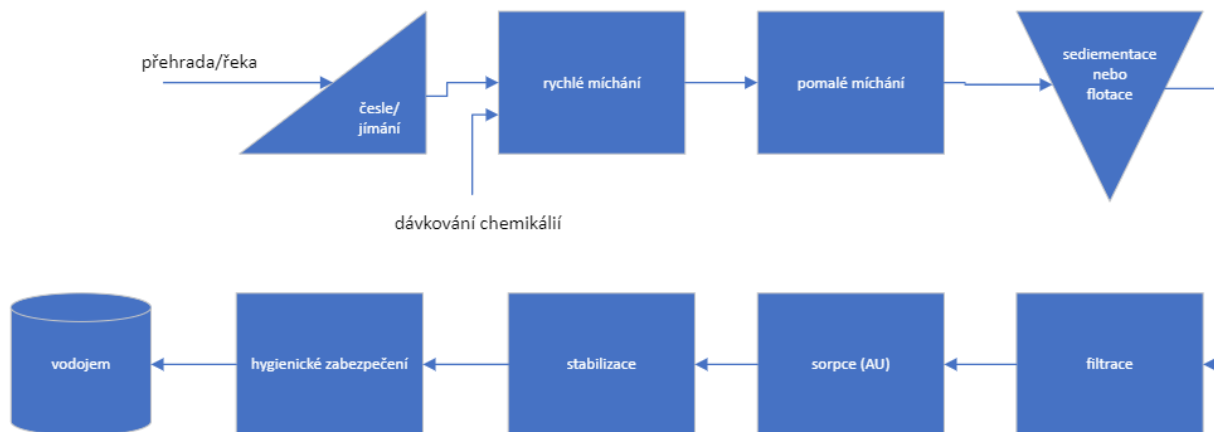
A bejegyzés végén célszerű kiemelni a forrás tisztítóműtől való távolságát, a csőcsatlakozás anyagát (az anyag kiemelésének okait ebben a módszertanban az elosztó vízhálózatról szóló fejezetben említjük) és a szállítási módját (gravitációs / nyomóvezeték).

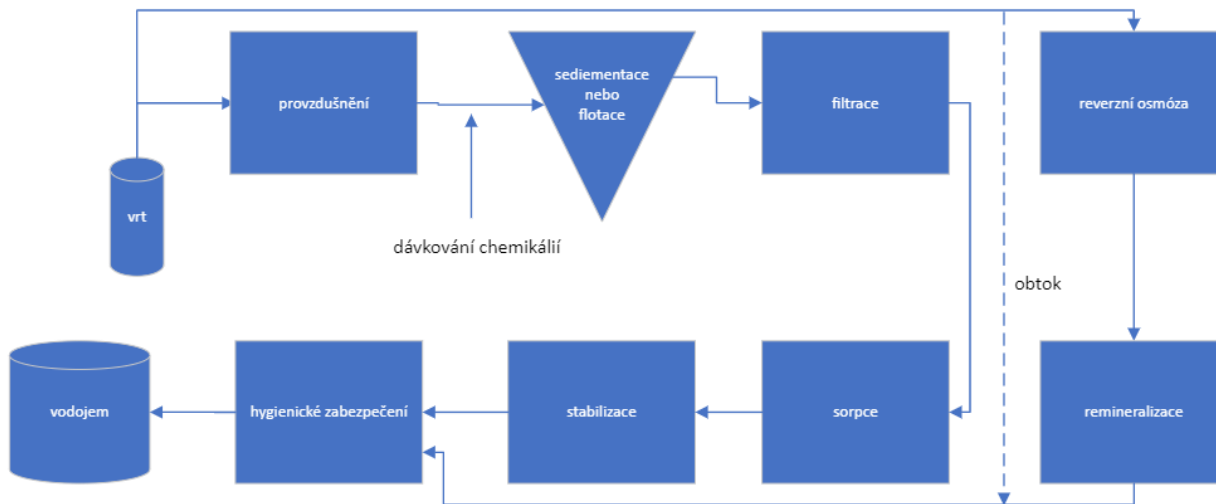
## 2.4 A technológia leírása

Ahogy a nyersvízforrás minősége, úgy az alkalmazott technológia is változó. Nem egy univerzális technológiai sémát tudnánk itt bemutatni, ezért úgy döntöttünk, hogy jobban összpontosítunk a technológia típusaira, és készítünk belőlük valamilyen modult, amelyekből információkat állíthat össze saját módosító műhelye számára.

Általánosságban azonban elmondható, hogy a felszín alatti víz lényegesen jobb minőségű, mint a felszíni forrás, és a kezelésnek általában maximum 2 elválasztási szakasza van, ha egyáltalán van. Ezen túlmenően a talajvíznek vannak bizonyos jellemzői. A felszín alatti víz a felszíni vizekhez képest kémiaiag nagyon stabil forrás (anyagtartalmát és fizikai tulajdonságait tekintve). Az egyik jellemző a szén-dioxid-tartalom, amely a felszín alatti vízben lényegesen nagyobb, mint a felszíni vizekben. Egy másik gáz, amelyet általában a talajvízben oldanak, a radon vagy a szulfán. A gázokat a levegőztetésnek nevezett technológia segítségével lehet eltávolítani. A fémek közül gyakori a magasabb vas- és mangántartalom. A mangánnal ellentétben a vas könnyebben oxidálódik, ha egy rész már a levegőztetés során oxidálódik. A fennmaradó részt általában az első elválasztási szakaszban távolítják el, ami általában nyitott vagy nyomású szűrő, és a szűrők feltöltése tisztítótelepenként eltérő lehet. Az oxidálószer például a nátrium-hipoklorit, majd egy második elválasztási eljárás következik, ahol kívánatos a mangán eltávolítása. Ehhez az erősebb oxidálószer, a kálium-permanganátot használják. A mangán-oxiddal impregnált homok (burel) szintén segíthet az eltávolításban. Nem szokatlan például a megnövekedett mennyiségű nikkel, amelynek eltávolításához lényegesen magasabb pH-értékekre van szükség. A talaj környezete és a víz alacsony pH-ja a kőzetek kimosódását okozza, ami a víz ásványianyag-tartalmának növekedését is eredményezi. Ez általában pozitív, de a túl ásványos víz sem kívánatos. Ezenkívül más anyagok, például az arzén kilúgozódhatnak. Mindent befolyásol a rock környezet.

a) Minta technológiai vonal – diagram és példa egy lehetséges kirándulásra (felszíni / földalatti)





A nyersvíz nagyon gyakran tartalmaz egészségügyi szempontból káros, tartós fogyasztásra alkalmatlan, vagy műszaki berendezéseket (mosogatógép, mosógép, csövek stb.) káros anyagokat. Az érzékszervileg (szín, íz, szag) megnyilvánuló, egyébként ártalmatlan anyagok is elfogadhatatlanok lehetnek a fogyasztó számára, és azokat szintén el kell távolítani. Itt kérdezheti meg a látogatókat, hogy megtámadja-e őket valamilyen kifogásolható anyag, vagy miért alkalmatlan a fogyasztásra – az egyes anyagokról és azok negatív hatásairól néhány alfejezetben tájékozódhat.

Különbféle stratégiákat alkalmazhatunk a vízben nemkívánatos anyagok eltávolítására:

- **Ülepítés (nagy sűrűséggel jól ülepedő szilárd anyagokhoz - pl. homok)**
- **Szűrés (nem oldott anyagoknál az oldott anyagokat nem oldott anyagokká alakítjuk, melyeket ezután szűréssel eltávolíthatunk; a szűrőanyag többnyire kovasavas vízműhomok)**
- **Szellőztetés (gázokhoz – például szén-dioxid vagy radon)**
- Ha az oldott anyagok nem oldott anyagokká történő átalakítását nem tudjuk alkalmazni, akkor használhatunk ioncserét (ioncserélők) vagy szorpciót (például aktív szén).
- Az anyagok baktériumok segítségével történő biokémiai átalakítása is alkalmazható, ezt ma már csak ritkán alkalmazzák, hiszen megbízhatóbb technológiák állnak rendelkezésre. Régebben ez egy viszonylag elterjedt vízkezelési módszer volt, az úgynevezett lassú szűrők. Jelenleg azonban ez a technológia újra fejlődésnek indul külföldön, igaz, teljesen más technológiai elrendezésben.
- **Higiénikus védelem (mikroorganizmusok ellen; jellemzően nátrium-hipoklorit, azaz SAVA használata; alternatívaként azonban ózon, UV lámpa, klór-dioxid stb. is használható)**



A gyerekekkel azon lehet szórakozni, hogy mely anyagok könnyen eltávolíthatók, melyek viszont pokollá teszik az életünket. Vegye fel őket azon problémák közé, amelyekkel minden szennyvíztisztító telep üzemeltetője szembesül. Mit gondolnak a résztvevők - technológiailag könnyebb eltávolítani egy oldott vagy fel nem oldott anyagot a vízből? Panaszkodjunk arról, milyen szörnyek a mikroorganizmusok, és hogyan szaporodnak el újra és újra a vízünkben, amikor teret adunk nekik. De ne felejtjük el megemlíteni, hogy sok mikroorganizmus teljesen ártalmatlan és természetesen előfordul. Sajnos a jók között vannak káros kórokozók is.

Ahogy a módszertan bevezetőjében már említettük, az egyes tisztítótelepek lehetséges technológiai megoldásainak nagy száma miatt ezt a szakaszt úgynevezett modulárisan oldják meg. A következő fejezetben

az egyes technológiai szakaszok leírásait találja, melyeket kérjük kombinálni az Ön víztisztító telepének leírására. Az egyes modulok egymástól függetlenek. A kirándulás során fontos kiemelni, hogy melyik fázisban mi történik, miért és milyen sorrendben zajlanak a lépések (például permanganátot adagolnak ide az oldott anyagok oxidálására, amelyeket aztán szűrőn szétválasztanak).

? **Kérdés: Mennyi ideig tart a víz kezelése?**

💡 **Válasz:**

Itt Standa Pekárka példáját követve egy ellenkérdéssel kínáljuk a választ - mennyi vízről beszélünk? Az általános válasz erre a kérdésre nagyon egyedi az Ön technológiájától függően (például, hogy lassabb ülepedési típusú egységeket vett-e fel), ezért a technológiája alapján készítsen egy választ egy ilyen kérdésre.

? **Kérdés: Mi a helyzet a mikroműanyagokkal?**

💡 **Válasz:**

A mikroműanyagok ügye nemcsak a környezetben, de az ivóvízben is nagyon szóba került néhány éve, hiszen gyakorlatilag mindennel bejutnak a vízbe - a palackozott víztől és sampontól kezdve a kabátmosásig és a felületek letörléséig. Sajnos még nem terjedtek el olyan technológiák, amelyek teljes mértékben megakadályozhatnák a mikroműanyagok ivóvízbe jutását; A jelenlegi technológia csak egy töredékét tudja eltávolítani.

? **Kérdés: Mi a helyzet a hormonokkal / növényvédő szerekkel / gyógyszerekkel / egyéb bioaktív molekulákkal? víz?**

💡 **Válasz:**

Akárcsak a mikroműanyagok, a bioaktív molekulák is jelen vannak a vízben – a városok szennyvizének elemzése segítségével információkat lehet szerezni például a hormonális fogamzásgátlást használók számáról, ezt vagy azt a szert használók számáról, a koronavírusos betegekről és hasonlókról. A legtöbb esetben ezeket a molekulákat nem távolítják el a szennyvíztisztító telepen, így nemcsak a környezetbe, hanem az ivóvízbe is továbbjutnak. Az utóbbi időben azonban a nagyobb víztisztító telepeken kezdik beépíteni azokat a technológiai kiegészítőket (jellemzően fejlett oxidációs eljárásokkal (ún. AOP) kombinált UV lámpákat, aktív szén-szűrőkkel), amelyek ezeket a nem kívánt anyagokat is eltávolítják a vízből.

? **Kérdés: Azt hallottam, hogy fluort öntenek a vízbe. igaz?**

💡 **Válasz:**

Vagy igaz volt. A 20. század második felében fluorvegyületeket adtak a vízhez (például kriolit; az ún. vízfluorozás), hogy megfelelő mennyiségű fluort lássanak el a fogyasztóknak - a fluor például a fogzománcnak elengedhetetlen része. Az 1990-es években azonban ezt a gyakorlatot elsősorban gazdasági okokból felhagyták. Ma például Nagy-Britanniában újra bevezetik a víz fluorozását.

---

## 2.5 Vízhálózat

A vezeték önmagában egy kis faluban több kilométert is elérhet; a hálózatok teljes hossza Csehországban 2022-ben 82 034 kilométer volt (kb. a Föld és a Hold távolságának egyötöde).

**Középiskola:** *Az úgynevezett csőhálózatot leágazó, kör vagy kombinált módon lehet bekötni (az utóbbi két módszer előnye, hogy egy hiba nem zárja le például az egész kerületet az ellátásból, hiszen más irányból is lehet betáplálni). A vízellátó rendszereket a szolgáltatott terület nagysága szerint is megkülönböztethetjük helyi (egy települést lát el), csoportos (több település vagy esetleg városi agglomeráció) és regionális (nem csak vízellátó rendszert, hanem több víztisztító telepet is tartalmaz, amelyek például leállások, üzemzavarok esetén segíthetik egymást).*

A vízellátó hálózat anyaga alapvetően befolyásolja az üzemeltetés módját, és extrém esetben nemcsak a hálózat szivárgásból eredő vízvesztésére, hanem a minőségére is hatással lehet. A kivitelezés idejétől függően a következő anyagokkal találkozhatunk: öntöttvas, acél (beleértve a rozsdamentes acélt és horganyzott alkatrészeket is), műanyag (jellemzően PVC - polivinil-klorid, PP - polipropilén, üvegszál, HDPE - polietilén), vasbeton, réz, sárgaréz (elsősorban tengelykapcsolók és egyéb kisebb alkatrészek), a lehető legtöbb egészségügyi anyag (amennyire az utolsó három lehetséges ólom, üveg, azbest) vagy műszaki kockázatok).

**SŠ:** *Miért jelent problémát az azbeszt nemcsak a vízgazdálkodásban, hanem például az építőiparban is a régebbi épületek rekonstrukciója során? Az azbeszt rostos szilikátok, amelyeket többek között nem gyúlékony természetük miatt használtak. Ha azonban a szerkezet eltörik (például javítások és bontások során), a kis rostok behatolnak a tüdőbe, ahol az alveolusok hegesedéséhez és rák kialakulásához vezetnek.*

**SŠ:** *Egy másik érdekes anyag, amivel (bár nagyon ritkán) találkozhatunk, az üvegbeton. Ezt az anyagot a második világháború után használták, amikor vashiány volt a vízügyi ágazatban; ellenkezőleg, bőven volt üveg, főleg a határ menti területeken. Ezek betonba ágyazott üvegcsövek.*

Az az idő, amit a víz a csövekben tölt, biztosan nem elhanyagolható, és akár magasabb napegységeket is elérhet (a szélsőségek legfeljebb 14 nap). Erre figyelni kell a fertőtlenítőszer (leggyakrabban klór) adagjának beállításakor; ezért a tisztítómű/mosogató közelében lévő otthonokban sokkal több klórszag érezhető, mint a legtávolabbi gyűjtőhelyeken. Az elosztóhálózatban található vizek fertőtlenítésének és általános higiénés védelmének (jellemzően hipokloritos) kérdése a szennyvíztisztító rendszer egyes technológiai egységeivel foglalkozó fejezet része.

Ahhoz, hogy a víz folyhasson a csap kinyitása után, nyomást kell létrehozni a csőben (ami végül is látható például a filmekben, amikor a víz gejzírje történik, amikor egy cső felszakad, vagy ha egy tömlőt csatlakoztatnak a tűzcsaphoz). Ez megvalósítható akár a hálózaton elhelyezett automata nyomástartó állomásokkal, akár a tározó magasan a közelben (vagy toronyra) történő elhelyezésével, hogy a hálózat minden pontján megfelelő legyen a nyomás (ún. nyomászóna). Elgondolkozott már azon, hogyan látják el vízzel a felhőkarcolókat?

**ZŠ:** *Nincs értelme az összes tételt elmagyarázni. Fontos megemlíteni, hogy a természetből való vízvételért is fizetni kell, amit sokszor észre sem vesznek. Említsen meg olyan tételeket is, mint az áram, az alkalmazottak bére, a vegyszerek és az ingatlan helyreállítása.*

**Gimnázium:** Itt lehet tágabban megbeszélni, például megkérdezni, hogy mennyibe kerül egy m<sup>3</sup> víz (lehet házi feladat, vagy találgatással megtudhatja a tanulók pénzügyi tájékozottságának fokát), mennyi a havi vízköltség, és összevetheti a villany, telefon, Netflix költségeivel (lásd az alábbi táblázatot, amit használhat, vagy nem); ugyanakkor hasonlítsa össze a csapvíz és a palackozott víz költségeit (lásd a dokumentum első fejezetét).

**Érdeklődni:** A folyamatosan változó árak (és az infláció, amellyel az ország e dokumentum írásakor küszködik) miatt nagyon nehéz összehasonlító táblázatot írni a víz és egyéb szolgáltatások vagy juttatások áráról. Másrészt nem kell abszolút pontos összehasonlítás, hanem csak egyfajta útmutató; A következő táblázat ezért az egyes havi kiadásokat szorzós felhasználásával hasonlítja össze, ahol 1 = havi vízdíj (a Cseh Köztársaságban 89,4 l/fő/nap, azaz 2,7 m<sup>3</sup>/fő/hó, Csehországban 100 CZK/m<sup>3</sup> átlagár):

### 2.5.1 Vízmérők

A vízbekötésekhez természetesen elengedhetetlenek a vízórák. Nagyon előnyösnek értékeljük, ha a kirándulás keretében elmagyarázza, illusztrálja akár egy olyan elterjedt készüléket is, mint a vízóra, vagy akár a távleolvasás módszereit is említi. A kirándulás résztvevői valószínűleg életükben először láthatják őt. Itt javasolt megemlíteni, hogyan kell otthon (főleg télen) gondoskodni a vízóráról.

**SŠ:** Jelenleg tesztüzemben vannak olyan vízmérők, amelyek automatikusan (például) óránként egyszer jelentik az értékeket az üzemeltető cég rendszerébe, így lehetőség nyílik a termelés jobb megszervezésére (digitális ikergépen történő gépi tanulás formájában), vagy a szivárgások észlelésére, így pénzt és természeti erőforrásokat takaríthatunk meg.

A laikusok számára nem ismert dolog az a vízvesztés a csővezetékes szállítás során - Csehországban ezek a veszteségek átlagosan 15% (azaz körülbelül 6 liter tisztított vízből 1 liter ismeretlenül folyik a talajba), míg bizonyos szélsőségekben (külföldön) ez az érték elérheti a 80%-ot is. A globális átlag 40% körül van. Újdonság, amely segíthet a vízvesztések kimutatásában, az akusztikus zajmérővel ellátott vízmérők. A cső repedése bizonyos zajt okoz, ami megkönnyíti a megtalálást.

Az 5% alatti vízvesztés rendkívül alacsonynak tekinthető, további csökkentése igen nehézkes. Itt a vízáramlás és a vízmennyiség mérésének pontatlanságához értünk. Ugyanakkor a csövek és idomok csatlakozásainál előforduló nagyon kis szivárgások, amelyek mérése és lokalizálása gyakorlatilag lehetetlen, az alacsonyabb százalékos mértékegységek szintjén is hozzájárulnak a vízvesztéshez.

### 3 Technológiák leírása

*Alapvető információk a technológiáról – tények és érdekességek, amelyekből összeállíthatja saját kirándulását.*

Ahogy fentebb már többször írtuk, a módszertan következő része moduláris, és az egyes részek nem követik egymást; kérjük, válassza ki az Ön számára releváns technológiai egységeket és állítsa össze belőlük saját kirándulási programját. Annak ellenére, hogy megpróbáltuk a cseh országokban elterjedt technológiát beépíteni, lehetséges, hogy néhányat kihagytunk. Ebben az esetben kérje meg a technológust / szakmai képviselőt, hogy készítsen az itt található leírásokhoz hasonló leírást.

**SŠ:** *Ami jelenleg Csehországban a technológiákkal és a vízellátási folyamatok biztonságával kapcsolatban kezd hangsúlyt kapni, az a kiberbiztonság. Többször történt már terrorcselekmény (külföldön), ahol például hackertámadás miatt változtattak vegyszeradagokon, vagy leállt a hálózat vízellátása. Bár apróságnak tűnik, a víz pH-értékének 11-re emelése maró károsodást okoz az emésztőrendszerben.*

**Érdeklődő:** *A figyelem fokozása érdekében végiglapozhatja a Wikipédia Terrorizmus az ivóvízellátási infrastruktúrára címet viselő oldalát, ahonnan kiválaszthat néhány esetet (vagy ugyanezen oldal angol nyelvű változatán), és a megfelelő pillanatban megemlítheti értelmezése során. Az úgynevezett igaz krimi történetek népszerűek és népszerűek a mai fiatalok körében, és mindenképpen pluszpontokat hoznak.*

### 3.1 Véső

#### Fontosság

Védelem a szennyeződés behatolása, a szivattyúberendezések mechanikai sérülése és a csővezetékek eltömődése ellen

#### Alapelv

Mechanikus akadály rögzíti a felületén az anyagot

#### Rögzített anyag

Durva és finom szennyeződések (az egyes fésűk közötti távolságtól függően)  
pl. ágak, kúpok, levelek, halak, békák

Felszíni víz befogadó létesítményének része (talajvíz esetében ez a technológiai lépés nem szükséges, mivel a forrás jellege nem feltételez ekkora részek jelenlétét). A berendezést úgy kell kialakítani, hogy könnyen tisztítható legyen. Kis feldolgozó üzemekben ezt a tisztítást kézzel, egy ronggyal végzik. Nagyobb műveleteknél a fésűk folyamatos mechanikus törléssel rendelkeznek.

**ZŠ: A gyerekek el tudják képzelni a fésűt rácsként vagy fésűként. A fésűkhöz hasonlóan a fésűk is lehetnek finomak, nagy fogsűrűséggel (a fésűk nagyon közel vannak egymáshoz), közepesek és durvaak, amelyek fogai távol vannak egymástól. Állítsd össze a gyerekekkel, hogy mit tudunk lebegtetni a fésűn (a fentebb megörökített anyagban van példa). A gyerekek kétségtelenül kreatívak lesznek. A mechanikus fésűk közelebb vihetők a mozgólépcsőkhöz, amelyek addig vezetik fel a szennyeződést, amíg a szennyeződés a tartályba nem kerül. Mivel a nyersvíz közel sem olyan szennyezett, a fésűkből származó hulladékot általában évente legfeljebb néhány alkalommal szállítják ki.**

*Aztán kérdezd meg, hogy szerintük miért van szükség egyáltalán fésűre a tisztítótelepen (eltömődés elleni védelem, fontos berendezések sérülése)*

**Középiskola: A középiskolásoknak inkább technikai dolgokba lehet belemenni, mint például a fésűk közötti távolság (és a köztük lévő hézagok) stb.**

**Érdeklődni: Az egyik nyugat-csehországi víztisztító telepen van egy technológiai szakasz "Fish Catcher", ahol úgy tűnhet, hogy ugyanaz az oka a beépítésnek, mint a fésűknek. De az igazság az, hogy a halfogó a szivattyúrendszer mögött található, és az apróra vágott halmaradványoknak nincs mit megfogniuk a tartályban (ahogyan a helyes név hangzik).**

## 3.2 Levegőztetés

### Fontosság

Gázok (pl. radon, szulfán, szabad CO<sub>2</sub>,...) légtelenítése Szén-dioxid mechanikai eltávolítása - víz savtalanítása, ezáltal a víz maró hatásának csökkentése Víz oxigénnel való dúsítása - oxidációs reakció (vaseltávolítás)

### Alapelv

Víz keverése levegővel. A víz-levegő határfelület felületének növekedése fokozza a víz és a levegő közötti gázcserét.

### Érintett anyag

Gáz-halmazállapotú nemkívánatos anyagok (kijutnak a levegőbe és tovább a légkörbe), oxidált anyagok (főleg vas – feloldatlan formában tovább válik szét)

Korábban (történelmileg) kaszkádokat alkalmaztak, amikor többszörös túlfolyások alkotják. A túlcordulásból nyert energia elősegíti a víz és a levegő keveredését, ezáltal oxigénnel dúsítja a vizet. További műszaki megoldások a Bubla és Fuka levegőztetők, amelyek vízszintes vagy függőleges oszlopok, ahol ventilátorok segítségével fújják be a levegőt.

A felszín alatti vizek mindenekelőtt gazdagok mangánban és vasban, nagyobb koncentrációban tartalmaznak szén-dioxidot és alacsonyabb koncentrációban oldott oxigént, mint a felszíni vizek. Csehország egyes területein a geológiai altalaj kapcsán magasabb a radonkoncentráció is. Ezen okokból kifolyólag a levegőztetési folyamat különösen fontos a talajvíz kezelésében (bár előfordul néhány felszíni víztisztító telepen is, ahol a radon eltávolítása miatt nem alkalmazzák).

**ZŠ: Nem kell különösebb technikai részletekbe belemenni; teljesen elégséges leírás, hogy a levegő vízbe fújásának köszönhetően a vízben lévő gázok kiszellőztetnek.**

**SŠ: Ha a radont szellőztetjük, érdekességként megemlíthetjük viszonylag rövid, körülbelül 3,6 napos felezési idejét, illetve eltávolítási módszerként használható a hosszan tartó vízfelhalmozódás is, ahol a radon természetesen bomlik. Ez azonban nem szabadul meg a radioaktivitástól, mint olyantól, mivel a radon tovább bomlik instabil polónium- és ólomizotóppokká (az úgynevezett urán-rádium átalakulási sorozat).**

**Kíváncsi: Hivatkozhatunk Henry törvényére (lásd az alábbi egyenletet), és azt mondhatjuk, hogy a különböző gázok eltérő mértékben hajlandók átjutni a víz és a levegő között. Például a radon nagyon jól szellőzik. A szén-dioxid esetében ez a víz teljes összetételétől függ.**

$$p_1 = K_1 \cdot x_1$$

**A fent leírt egyenletben  $p$  az oldott anyag gőznyomása az oldat felett,  $x$  az oldott anyag mólhányada az oldatban,  $K$  pedig az arányossági állandó funkcióját betöltő Henry-állandó.**

*Érdeklőség, hogy az ilyen leeresztett radon légkörbe történő kibocsátása nem feltétele az állami hatóságok (jelen esetben az Állami Nukleáris Biztonsági Hivatal) engedélyének, mivel ez természetes jelenség.*

### 3.3 Ülepedés

**Fontosság****Alapelv****Rögzített anyag**

leülepedő szennyeződések eltávolítása

a nehezebb lebegő anyagok a gravitáció hatására a tartály alja felé esnek

az oldhatatlan anyagok jelentős részének eltávolítása

A közönséges szennyező anyagok vízből történő eltávolításának legtöbb módszerének elve az, hogy fel nem oldott formává alakítják, majd elválasztják. Ez az elválasztási lépés általában szűrés. A szűrés azonban igényes a készülék felületére, a szűrőt mosni és ellenőrizni kell. A szűrés előtti ülepítés előtérbe helyezése jelentősen csökkentheti a szűrés költségeit, vagy akár a szűrő méretét is; másrészt jelentősen megnöveli a víz kezelési technológián való áthaladásának idejét.

A tisztítótelepek működésében az ülepítést koaguláció előzi meg, a keletkezett pelyhek ezt követően ülepednek. Mivel különböző méretű pelyhek keletkeznek, ezek különböző sebességgel ülepednek a fenékre. A technológia gyakran nem biztosítja az edény hosszát vagy idejét az összes ülepedhető anyag ülepedésére, ezért az ülepítést mindig szűrés követi, aminek köszönhetően a kisebb pelyhek is eltávolíthatók.

Az ülepítést részben a vízkezelési folyamatból származó szennyvízben lévő oldatlan anyagok leülepedésére is alkalmazzák az úgynevezett iszapkezelésben (lásd a jelen dokumentum másik alfejezetét), vagy a szennyvízkezelési folyamatban (lásd a projekt részeként készült egyéb dokumentumokat).

**ZŠ: A nyersvíz nagyon sok fel nem oldott anyagot tartalmaz, amit korábbi vegyszerhasználattal vagy anélkül, csak idő és nyugalom segítségével tudunk eltávolítani. A gravitáció megbízhatóan és ingyenesen működik. A szennyeződés részecskék lassan az alja felé esnek, ahol leülepednek. A szennyeződésektől megszabadított víz ezután kifolyik a tartály tetejéről, és továbbhalad a következő kezelési szintre, általában a szűrésre.**

**SŠ: Az erőter hatására a részecskék eltérő sűrűsége és mérete következtében a részecskék a fenékre süllyednek. A nagyobb részecskék gyorsabban süllyednek az aljára. Nagyon fontos tényező, hogy a vizet amennyire csak lehetséges, le kell csillapítani, mielőtt az belép a tartályba.**

**Érdekesség: Az ülepítési hatékonyságnak 80-90% körül kell lennie ahhoz, hogy az ülepítési elválasztási szakasz működőképes legyen. Például fűrt falak, további válaszfalak (ún. lamella ülepítés) vagy mésztej (kalcium-hidroxid szuszpenzió) hozzáadásával javítható a hatékonyság, ami lehúzza az oldatlan részecskéket.**

### 3.4 Flotáció

<b>Fontosság</b>	a lebegő részecskék elválasztása és a biológiai visszanyerés
<b>Alapelv</b>	az oldott levegő buborékai szennyeződést visznek a felszínre
<b>Rögzített anyag</b>	hidrobiológiai szennyezés, másodsorban egyéb anyagok is

A flotáció a vízkezelés egy másik elválasztási lépése, amely az esetek túlnyomó többségében a szűrést megelőzi, és amely a lebegő vagy pelyhes részecskék vagy szervezetek folyadékból (azaz kezelt ivóvízből) légbuborékok segítségével történő elválasztására szolgál. A buborékképzés módja szerint a flotációt elektrolitikusra, mechanikaira vagy nyomásra oszthatjuk, míg a cseh medencében csak az utolsó változattal találkozunk.

A módszer elve az, hogy a részecskék (például koagulációval keletkeznek) egyesülnek a kifújt légbuborékokkal, amelyek ennek következtében könnyebbek a víznél és felfelé emelkednek. Ezáltal a felszínen iszapréteg képződik, amit a hulladékba sodornak, és a tartály aljáról a vizet elvezetik a további technológiai lépésekhez (leginkább szűréshez) - vagyis az ülepítés ellentéte.

Fontos megjegyezni, hogy maga a flotáció csak a fel nem oldott anyagokon működik, de az oldott anyagokon nem - ebben az esetben a koagulációnak meg kell előznie, amikor pelyhek képződnek, amelyeket ezután végrehajtanak és eltávolítanak. Ezért a koagulációt gyakorlatilag mindig flotáció előzi meg.

A flotáció mint olyan nem túl elterjedt technológia Csehországban, és főleg nagy feldolgozó üzemekben használják, ahol feltételezhető, hogy technológus segít a kémiai és műszaki leírásban; ezért ezen az oldalon csak egyszerűsített alapvető információk találhatók.

**ZŠ:** *A képződött pelyhek a hozzátapadt szennyeződésekkel, esetleg cianobaktériumokkal, algákkal és a víz egyéb biológiai komponenseivel sok millió légbuborék segítségével kerülnek a felszínre, ahol hulladékként összegyűjtik. Ezután a víz alján gyűjtik a további kezeléshez szükséges vizet. Sok buborék távolról tejszerű színűnek tűnik a víz számára.*

**SŠ:** *A sűrített levegő a Henry-törvény szerint oldódik vízben (lásd a levegőztetés technológiai lapját). Zárt térfogatú víz telítésekor sok 30 és 100 mikrométeres mikrobuborék képződik, amelyek azután a flotációs térbe kerülnek, amely azután fel nem oldódó anyagokat hoz a felszínre.*

*A flotációt mint olyat nem csak az ivóvíz kezelésénél alkalmazzák, hanem például a szennyvíz kezelésénél vagy az ércek kezelésénél is, ahol ugyanezen az elven működik.*

**Érdeklődő:** *A szakirodalomban találkozni lehet a DAF rövidítéssel, amely az angol oldott air flotation szóból származik, ami nyomásflotációt jelöl. Cseh viszonyok között csak a 21. század elején (2005-ben) használták ivóvíz kezelésére.*

*Ebben a technológiában oldott oxigén helyett olajat (történelmi módszer, ma már nem alkalmaznak), vagy ózont (nagyon kevésbé elterjedt, inkább elméleti lehetőség) is használhatunk.*

### 3.5 Tisztítás / koaguláció / flokkuláció

<b>Fontosság</b>	a finom szuszpendált és kolloid anyagok (általában nehezen ülepedő) eltávolításának felgyorsítása
<b>Alapelv</b>	a finom részecskék nagyobb klaszterekké alakulnak keletkezett nagyobb részecskék gyorsabban ülepednek
<b>Rögzített anyag</b>	kötőanyag – koaguláns és pelyhesítő kolloid anyagok, mikroorganizmusok

Ez egy olyan fontos technológiai eljárás, amelyet elsősorban a felszíni vizek kezelésére alkalmaznak, ahol az utólagos szűréssel együtt olyan oldott (jellemzően nagy molekulatömegű szerves anyagokat, mint pl. humuszos anyagokat) és kolloid anyagokat távolítják el, amelyek ülepitéssel vagy flotációval önmagukban nem távolíthatók el. A derítés irányítási és tervezési igényes folyamat, hiszen mind a kezelt víz (pH, hőmérséklet), mind a technológiai paraméterek (keverési sebesség, keverők alakja, koagulálószer adagolása) számos paramétere befolyásolja.

A vas- vagy alumíniumfémek pozitív töltésű részecskéi (jellemzően szulfátok vagy kloridok hidrát formájában) felhasználásával úgynevezett pelyhek nagyobb klaszterei képződnek, amelyek aztán ülepitéssel, flotációval vagy szűréssel eltávolíthatók. A pozitív részecskék ezután mágnesként vonzzák a szennyeződések.

**ZŠ: Reagenst adunk a vízhez, amitől azok az anyagok, amelyeket nem szeretnénk a vízben, elkezdenek kicsapódni és pelyhek formájában felhalmozódni. A keletkező pelyhek, amelyek lényegesen nagyobbak, mint maguk a szennyeződések, ezután szűréssel és ülepitéssel könnyen eltávolíthatók. Bemutató tipp: Megmutathatjuk ezeket a pelyheket, és összehasonlíthatjuk a vizet alvadás előtt és után.**

**SS: A koaguláció vagy derítés egy fontos folyamat, amely a vízben oldott anyagokat oldatlanná alakíthatja. A szer hozzáadása azt okozza, hogy az egyébként stabilan oldott anyagok, mint például a humin, elkezdenek összetapadni, és a koagulánssal együtt csapadékot képeznek. Az eljárás megköveteli a megfelelő reagens használatát, a reagens megfelelő dózisének beállítását és a megfelelő körülményeket, például a pH-t. Ezeket a dolgokat nem lehet "asztalról" megbízhatóan megtervezni, és minden nagyobb változtatás előtt a laboratóriumban úgynevezett üvegalvadási tesztekkel kell végezni.**

**Érdekesség: A kolloid anyagokat vízben a felületükön lévő elektromos töltés stabilizálja. A reagens hozzáadása megváltoztatja a töltést, így destabilizálja őket, és lehetővé teszi, hogy összetapadjanak (mint a mágnesek).**

**Humin anyagok - a humin anyagok vagy más természetes eredetű anyagok gyakran koagulálással távolíthatók el. Ezek önmagukban nem károsak az emberi egészségre, de érzékszervi problémákat okoznak, különösen barna elszíneződést okoznak. Eltávolításuk másik oka a víz hosszú távú stabilitásának biztosítása, amikor ezek az anyagok szubsztrátként szolgálhatnak a baktériumok szaporodásához. Egy másik ok az esetleges reakciójuk a higiénikus víz**

***biztosítására használt klórral. Potenciálisan veszélyes klórozott anyagok keletkezhetnek (ún. fertőtlenítési melléktermékek, pl. kloroform).***

*A gyakorlatban a pelyhesedés, koaguláció és derítés kifejezésekkel találkozhatunk, melyeket gyakran (helytelenül) összekevernek. A koaguláció a részecskékből álló klaszterek képződése (destabilizációnak is nevezhető), a pelyhesedés (egyben aggregáció) látható pelyhek képződése ezekből a klaszterekből; A derítés ezután általában keverés a pelyhek képződésének további nyomon követése nélkül. A koaguláció a flokkulációval ellentétben nem reverzibilis.*

## 3.6 Szűrés

**Fontosság****Alapelv****Rögzített anyag**

kulcsfontosságú lépés a vízben lebegő szilárd anyagok eltávolításában nagy részecskék (oxidált, flokkulált) befogása homokszemcséken oxidált oldott anyagok, koagulált részecskék (például kolloid anyagok, mikroorganizmusok, vas- és mangán-oxidok, agyagrészecskék)

A szűrő valószínűleg a leghagyományosabb vízkezelési technológia, és valószínűleg minden Csehország tisztítótelepén megtalálható. A tölteléktől függően többféle szűrő létezik. A különféle szövet- vagy vitorlaszűrőket, amelyek a felületükön felfogják az anyagot (ezt a középiskolások tudhatják például a kémiai laborgyakorlatokból), a víziparban keveset használnak, és inkább más területeken, vagy például otthoni uszodákban alkalmazzák. A víziparban elterjedt a szemcsés anyagrétegen keresztül történő szűrés, amikor az anyagot a szűrőtöltet térfogatában rögzítik; jellemzően homok, vagy kémiaileg módosított homok, amelyen különböző módosított rétegek vannak.

Első pillantásra a nyomásszűrő és a nyitott szűrő közötti különbség is látható. A megfelelő típust elsősorban a fennmaradó technológia és helyigény figyelembevételével választják ki - a nyomószivattyúk lényegesen kisebbek, mint a nyitottak, de a szivattyúk elektromos energiáját is fogyasztják.

Elvileg ugyanaz a szűrés, mint amit a gyerekek valószínűleg elképzelnek: a részecskéket egy szemcsés anyagréteg vezeti, amelyben felfogják őket. A szűrő fokozatos eltömődésével a nyomásesés növekszik és kevesebb víz halad át, vagy az áramlás fenntartásához a nyomást növelni kell (nagyobb energiafogyasztás és egyben a technológia nagyobb igénybevétele árán). Ha a nyomásvesztés túl nagy, vagy a szuszpenzió kezd behatolni a szűrőbe, ki kell mosni. A mosás során megfordítják a víz áramlását a szűrőn, és növelik az áramlást, hogy a patron kitáguljon (a patron "bolyhosodik"). A mosást gyakran sűrített levegővel fokozzák, ami megkönnyíti a beszorult anyag kijutását a szűrőből.

A szűrőanyag lehet homok, melynek szemcse nagysága kb. 0,6-1,8 mm (különböző szemcseméreteket tartalmazó különböző tartományokkal). Vagy más anyagok, például antracit, vagy iparilag előállított speciális tulajdonságokkal rendelkező szűrőanyagok. A szűrő speciális formája az úgynevezett savtalanító szűrő. Célja azonban nem a szűrés, hanem a karbonáttegyensúly beállítása, ezért egy másik fejezetben ismertetjük.

Útmutató-tipp: Készítsen elő egy szűrőpatront egy főzőpohárban vagy más edényben, és küldje el a gyerekeknek, hogy megérintsék (egyes technológiai cégek kifejezetten reklámcikkékként kínálják ezeket a mintakészleteket). Egy ilyen szemléltető bemutató felkelti a kirándulás résztvevőinek figyelmét.

## 3.7 Ioncserélők

**Fontosság****Alapelv****Rögzített anyag**

A nem kívánt kationok vagy anionok eltávolítása a vízből nagy molekulatömegű anyagok (ionex), amelyek funkcionális csoportokat tartalmaznak, amelyek ellentétes töltésű iont képesek megfogni oldott anyagok ionizált állapotban (pozitív vagy negatív töltés)

Az ioncserével végzett vízkezelés nagyon hatékony. Az ionexek vagy ioncserélők elsősorban a szerves vízszennyezést célozzák, de ha a szerves anyagok töltést hordoznak, akkor azokat is meg lehet fogni. Az ionexek általában kis golyók formájában találhatók. Általában ezek nagy molekulatömegű anyagok, amelyek szerkezetükben funkcionális csoportokat hordoznak. Ezeknek a csoportoknak van egy bizonyos töltete, amely meghatározza, hogy melyik anyagcsoportot vonzza majd. Az ionex két típusát különböztetjük meg, negatív és pozitív. Az emberek gyakran összekeverik a nevüket, de az elektródákhoz hasonlóan az ionexeket is mindig az általuk vonzott töltés típusa szerint nevezik el – a katek kationokat, az anex pedig anionokat cserél. A természetes és szintetikus anyagok egész sora képes ioncserélni. A zeolitok a legismertebb természetes eredetű ioncserélők közé tartoznak. Manapság azonban leggyakrabban szintetikus eredetű, főleg polimer alapú anyagokat használnak.

A szemcsés szénen történő szorpcióhoz hasonlóan az ionexen csak korlátozott mennyiségű funkcionális csoport található. Ezért ha minden hely be van töltve, akkor regenerációra van szükség. Az ioncserélők működésében a legnagyobb akadályt a regeneráló oldatok ártalmatlanítása jelenti. Általában a hulladékártalmatlanítás a korlátozó tényező annak eldöntésében, hogy egyáltalán bevezetik-e ezt a fajta kezelési technológiát. A technológiát a hulladék mennyiségéből és jellegéből adódóan (jelentős sótartalom) inkább kis tisztítótelepekre alkalmazzák.

**Általános iskola: Mutass a gyerekeknek egy mintát, hogyan néz ki egy ilyen ionex. Hagyd körbejárni, és amikor visszajön hozzád, kérdezd meg a gyerekeket, hogy nézett ki – hogyan jellemeznék? Hangsúlyozzuk, hogy a technológia alapelve az ioncsere. Tudják a gyerekek, hogy mi az ion? Most, hogy megértette a koncepciót, hogyan működhet az ioncsere? Ebből következik, hogy az általuk látott golyók (ionex) valamilyen töltést hordoznak. Mit tesznek, taszítanak vagy vonzanak ugyanazok a töltések? Mágneseken demonstrálhatod nekik. Amikor rájössz, hogy az ellentétek vonzzák egymást, magyarázd meg, miért nevezik a katekakat és a mellékleteket úgy, ahogyan vannak. Végezetül foglaljuk össze, hogy az ionex segít nekünk felvenni egy bizonyos típusú iont az általuk hordozott töltésnek megfelelően. Időnként az ionex-et át kell öblíteni, hogy megszabaduljon mindentől, amit korábban elkapott, és újra végezhesse munkánkat.**

**Kíváncsi: Az anyag megtartásának mértéke a felhasznált ionex és magának az ionnak a tulajdonságaitól függ. Bizonyos típusú anyagok is visszafordíthatatlanul kötődhetnek az ionexhez, és ezáltal működésképtelenné teszik azt. Az ilyen ionex már nem regenerálható, és hulladékként kezelik.**

## 3.8 Szorpció

### Fontosság

hatékony módszer a mikroszennyező anyagok felfogására, pozitív hatás a víz ízére, ózonkezelés utáni védelem

### Alapelv Rögzített anyag

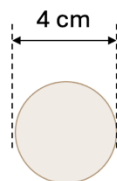
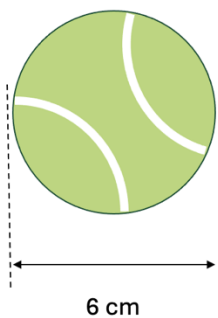
anyagok befogása nagy granulátumfelületen (adszorpció).  
íz- és szagképző szerves anyagok szerves és szervetlen mikroszennyezők (peszticidek és gyógyszerek)

Az aktív szén szénből, fából vagy tőzegeből készül, és porózus szerkezetű, nagy belső felülettel. Az aktív szén fajlagos felülete grammonként általában 1000 m<sup>2</sup> körül van, de elérheti a 3500 m<sup>2</sup>-t is. A prágai Eden futballstadion körülbelül 7000 m<sup>2</sup> alapterületű, ami 7 gramm aktív szénnek felel meg. Megtudhatja, hogy az Ön körzetében lévő futballpálya mennyivel rendelkezik, vagy ami még jobb, annak a városban/településnek a pályája, ahonnan a látogatók érkeztek, és összehasonlíthatja az aktív szén mennyiségét. Lemérheti a mennyiséget, és egy edényben tarthatja a kirándulásokhoz – a gyerekek látni fogják, hogy néz ki az aktív szén, és jobban el tudják képzelni, hogy milyen mennyiségről beszél.

Az aktív szénen történő szorpció a leggyakrabban használt módszer a vízben lévő szerves anyagok, különösen a mikroszennyezők, például a peszticidek eltávolítására. A peszticidek eltávolítási hatékonysága általában 50 és 95% között van, az aktív szén típusától és az adszorbeált anyag típusától függően. Az aktív szenet elsősorban nagy hatékonysága és egyszerű alkalmazása miatt használják. A víziparban leggyakrabban szemcsés formájával találkozunk, de gyakran használnak porított aktív szenet is. A nagyobb tisztítótelepek porított aktív szenet tartanak tartalékban arra az esetre, ha a szemcsés aktív szén szűrők működésében problémák merülnének fel, vagy ha a víz minősége hirtelen romlik. Általánosságban elmondható, hogy a porított aktív szenet elsősorban a vízminőség szezonális romlására (íz, szag, szántóföldi lefolyás) használják, és az alkalmazást általában szűrés előtt osztályozzák. A por forma hátránya, hogy felhordás után kimosódik, így ez a forma drágább és kevésbé használható normál működésre. Ha a nyersvíz minősége tovább romlik, a tisztítótelepek granulált aktív szén szűrést alkalmaznak. Fontos megemlíteni, hogy idővel a szén adszorpciós képessége csökken, és idővel szükséges regenerálni, azaz visszaállítani hatékonyságát.

**ZŠ: A káros anyagokat a felszínen rögzítik, nem csak a külsőt. Az a törekvés, hogy ez a felület a lehető legnagyobb legyen. A látszat megtévesztő lehet, mert az anyag belsejét aktív szénben összefogó felület sokszorosa a külsőnek, amit általában észreveszünk. Kérdezd meg a gyerekeket, hogy olvastak-e valaha a Hangya Ferdát szüleikkel, vagy láttak-e hangyabolyot az üveg mögött – sok-sok ösvényt, különböző hosszúságú és fordulatokat. Valószínűleg így nézhet ki egy aktív szén granulátumban. Az anyagok ezután mélyen behatolnak a gabona belsejébe, majd megragadják ezeket az utakat.**

**SŠ:** Merjük kijelenteni, hogy a konkrét (mért) felület fogalmát nem teljesen könnyű bevezetni. Emiatt fontos, hogy nagyobb figyelmet fordítsanak a magyarázatára. Ez egy szilárd anyag tömegegységre eső felülete. Más szóval, mekkora felülete van egy gramm anyagnak négyzetméterben. Miért is érdekel minket ez, mitől olyan fontos számunkra a felület, és miért veszünk fáradságot a meghatározásával? Egyszerűen fogalmazva, ez az adszorpció egyik legfontosabb paramétere, mivel az adszorpció az a folyamat, amikor egy anyag felhalmozódik egy felületen. Egyszerűen fogalmazva, minél nagyobb a felület, annál több hely marad az anyagok befogására. Értem! De hogyan szerezhetek nagyobb fajlagos felületet? Kérem, engedje meg a gyerekeknek, hogy gondolkodjanak egy kicsit. Például megmutathat nekik egy teniszlabdát, és bemutathatja, mi a felülete. De hogyan növelhetem a felület/tömeg arányt? Intuitív módon azt mondanám, hogy nagyobb részecskéket használjunk, mert akkor nagyobb a felület. A részecskefelület igen, de nem specifikus, mert ez növeli a részecske tömegét is. Az egyik lehetőség a kisebb részecskék használata (ping-pong labda). Ha nem hisznek neked, mutass nekik egy egyszerű számítást:



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

**Tenisovó mívcek**

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

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

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

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

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

**Ping-pongovó mívcek**

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

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

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

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

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

A másodík alapvetőbb változás a részecske porozitása. Tudják a gyerekek, hogy mik a pórusok? Képzeljének el egy kocka sajtot, amit szeretnek, például edamame-ot. És most az igazán szívárgó ementáli kocka mellé. Melyiknek nagyobb a fajlagos felülete? A pórusok növelhetik a fajlagos felületet. Az aktív szén éppen a nagy porozitása miatt kiváló adszorbens, amelyet az előállítás hoz létre.

**Érdekes:** Általában kétféle adszorpciót különböztetünk meg – fizikai és kémiai. Az anyagok fizikai adszorpcióval a teljes felületen megköthetők, a kötési szilárdság általában gyenge és a deszorpció annál könnyebben megy végbe. A fizikai adszorpció leggyakrabban van der Waals erők hatására megy végbe, és többrétegű adszorpció is megfigyelhető. Ezzel szemben a kémiai adszorpció úgynevezett aktív helyek segítségével működik, és számos tényező befolyásolja az anyagbefogás menetét. Az anyagok vízben való keveredése az anyagok versenyét is okozza az aktív helyekért, mivel egyes anyagoknak nagyobb affinitásuk, kötődési vágyuk lesz az adszorbens helyeihez. Az adszorbensben is

*korlátozott mennyiségben vannak ezek a helyek, és ha meg vannak töltve, a további adszorpció nem működik. A folyamat szerencsére nem ér véget a szorpciós kapacitás kimerülésével, a szenet nem kell kimerülés után kidobni, hanem (reverzibilis kötési folyamatok esetén) lehet regenerálni. Más szóval, lehetséges az aktív szén szorpciós kapacitásának helyreállítása. Akárcsak az adszorpciónál (egy anyag felülethez kötése), itt is az ellenkező folyamat működik, vagyis az anyag leválása a szorbens felületéről. Erre leggyakrabban termikus deszorpciót alkalmaznak. Az anyagot nagyon magas hőmérsékletre (akár 1200 Celsius fokra) hevítik, amikor az adszorbeált anyagokat eltávolítják a szénből. Nem szabad azonban megfeledkezni arról, hogy magának a szénnek is oxidációja és kopása van, ami akár 15%-os anyagvesztéshez is vezethet.*

## 3.9 Higiénikus vízellátás

**Fontosság  
Alapelv**

higiénikus vízellátás a mikroorganizmusok szempontjából oxidációs és klórozási hatások korlátozzák vagy ellehetetlenítik a mikrobiális sejtek fontos folyamatait, amelyeket ezek következtében elpusztítanak

**"Elfogott" anyag**

mikroorganizmusok

A higiénikus vízellátás gyakran vitatott téma, de be kell látni, hogy egyes betegségek és a vízminőség közötti összefüggés megtalálása, majd a víz mikrobiológiai minőségének biztosítása jelentősen meghosszabbította a lakosság átlagéletkorát.

*ZŠ: A természetes vizek baktériumokat tartalmaznak. Még a kezelt víz sem teljesen mentes a baktériumoktól. A legtöbb baktérium nem veszélyes az emberre, és az emberi szervezet képes megbirkózni velük. Fontos azonban, hogy számukat alacsonyan tartsuk, és különösen azt, hogy a vízben lévő baktériumok ne legyenek veszélyesek. A legjobb kezelési technológia nem tudja biztosítani a baktériumok teljes eltávolítását, de ami a legfontosabb, azt sem, hogy a baktériumok ne szaporodjanak el a vízhálózatban. Emiatt fertőtlenítőszer adnak a vízhez. Minimális mennyiséget adnak hozzá, elsősorban az ára miatt, és korlátozza a víz illatára és ízére gyakorolt hatást. A vízfogyasztó szempontjából sokkal jobb, ha a víz minimális mennyiségű fertőtlenítőszer tartalmaz, mint veszélyes mikroorganizmusokat.*

*Érdekesség: Elmesélhető a vízminőség és a betegségek terjedése közötti kapcsolat felfedezésének története. John Snow 1854-ben a londoni Broad Streeten végzett kutatásokat a fertőző betegségek és a vízforrások közötti kapcsolatról, és megállapította, hogy a járványban szenvedő embereket gyakran egy közös vízforrás köti össze. Betegesedéseket térképen rögzített, és a vízforrással való kapcsolat egészen nyilvánvaló volt. Érdekesség, hogy a járvány középpontjában egy kolostor is állt, de abban semmilyen betegséget nem jegyeztek fel. Kérdezd meg, hátha tudja valaki, hogy ez miért volt. A helyes válasz az, hogy a szerzetesek nem vizet, hanem hőkezelésen átesett sört ittak.*

### 3.9.1 Klórozás

A víz klórozása olyan eljárás, amelyben elemi klórt vagy vegyületeit használják fel a víz higiéniájának biztosítására. Többféle klór alapú fertőtlenítőszeret használnak. Leggyakrabban azonban gázhalmazállapotú klór, nátrium-hipoklorit vagy klór-dioxid adagolását alkalmazzák. A klórozás az egyik legelterjedtebb fertőtlenítési módszer a víziparban.



**Értelmezési tipp:** A klórozás kémiai szempontból nem a megfelelő kifejezés. A klórozás azt jelenti, hogy a klór valahol kémiaiilag meg van kötve. Mivel nem az a cél, hogy klórt kössünk a vízhez, sokkal helyesebb kifejezés a vízfertőtlenítés. Ráadásul nem minden klór alapú szernek van klórozó hatása a vízben lévő anyagokra. Például a klór-dioxid csak oxidál.

A klórozás elsősorban a vízben lévő mikrobiális aktivitást segíti elő. A klórozás legnagyobb előnye az úgynevezett másodlagos fertőtlenítés. Ez azt jelenti, hogy védi a víz minőségét a hálózaton keresztül a végső fogyasztóhoz történő eljuttatása során is. Emellett a víztározóknál is egyszerűen biztosítható a fertőtlenítés, ezáltal a víz minősége hosszabb távon is megőrizhető. Nagy hátránya a klórozás melléktermékei és a víz érzékszervi tulajdonságaira gyakorolt negatív hatás. Ez az oka annak, hogy sok állam végül meghátrált a klórozástól. A nagyobb tisztítótelepek klórgázt használnak, amelyet a vízbe táplálnak. A nátrium-hipokloritot leggyakrabban kicsiknél használják.

A vízben három alapvető formát különböztetnek meg – az összes klórt, a szabad és a kötött aktív klórt. A kötött és szabad hozzáadásával megkapjuk az összes klór koncentrációját. Megkötvé vagy egyesítve a klórt ammóniával reagáltatva klóraminok keletkeznek. A klóramin különösen fontos a másodlagos fertőtlenítéshez, mert hosszú felezési ideje van, és így védi a víz minőségét a csőhálózatba kerülő mikroorganizmusok általi szennyeződéstől. A szabad klórt minden tisztítótelepen mérik, legyen az nagy vagy kicsi. Megvédi a vizet a szennyeződésektől, és kiválóan jelzi, hogy a víz még mindig higiéniai szempontból biztonságos-e. Amikor a szabad klórról beszélünk, célszerű megmutatni a gyerekeknek annak eltökéltségét. Javasoljuk továbbá, hogy különböző szabad klórtartalmú mintákat készítsenek, hogy a gyerekek láthassák, hogyan függ össze a színtelítettség a klórkoncentrációval.

**Elemi: Kérdezd meg a gyerekeket, mit tudnak a klórról. Ismerik az állapotát és a színét? Valószínűleg harci gázként fogják ismerni, vagy emlékeznek a medencére. Ha emlékeznek a medencére, mondd meg nekik, hogy próbálják felidézni a szagát.**

*Ennek a gáznak és egyes kémiai vegyületeinek jelentős fertőtlenítő hatása van. Vízrel való összekeverés után ezek az anyagok hatékonyan elpusztítják a minket veszélyeztető mikroorganizmusokat a vízben. A gyerekek biztosan ismerik a nátrium-hipokloritot SAVO néven.*

**SŠ: A vízben lévő klórt a maradék szerves anyagok is elfogyasztják, ezért a vizet a lehető legtisztábban kell klórozni. A többi fertőtlenítési módszerhez hasonlóan itt is csak a vízkezelés utolsó szakaszában célszerű klórozni. A klór gyakori használatának oka nagy baktericid hatékonysága, amelyet kis koncentrációban is megtart. A vegyszeradag nagysága mindig a bejövő víz minőségétől és a fertőtlenítési határértékektől függ. A klórozás hatékonysága nagymértékben függ a víz pH-értékétől. A tisztítótelepeken mindig igyekszünk fenntartani a vízben a szabad klór egy bizonyos szintjét.**

**Érdeklődő: A klór alapú fertőtlenítőszeres kiválóan alkalmasak a vas, a mangán, a hidrogén-szulfid és egyes szerves anyagok eltávolítására is, különösen szagúak és ízesek, oxidáló hatásuknak köszönhetően.**

### 3.9.2 UV sugárzás

#### Fontosság Alapelv

higiénikus vízellátás  
a napfény természetes biocid hatásán alapul, a higanylámpák káros hullámhosszú UV-sugárzást bocsátanak ki, ami

**"Elfogott" anyag**

szerkezetváltozást okoz, ami a mikrobacejtek tönkremenetelével jár.

Mikroorganizmusok (baktériumok, vírusok) és azok

Ez a fogyasztók vízellátásának fizikai módja. Az UV lámpák használatának előnye a melléktermékek képződésének megelőzése és egyben nagyon hatékony fertőtlenítési módszer. Ráadásul környezetbarát módszer. További előnye a könnyű kezelhetőség és karbantartás más technológiákkal szemben. Ellenkezőleg, hátránya a lámpák energiaigénye, túlmelegedésre való érzékenysége, de főként a vízminőség befolyása a fertőtlenítés hatékonyságára. A sugárzás határfokát nagymértékben befolyásolja a víz zavarossága, mert a víz térfogatában csökkenti a sugárzás áteresztőképességét. A víznek ezért teljesen átlátszónak kell lennie, ráadásul egy vékony vízrétegnek átlátszónak kell lennie. A klórozással szemben azonban a legnagyobb hátrány, hogy a víz nem marad higiénikusan biztosított a vízellátó hálózatban. Más szóval, az UV-sugárzás csak a kitettség helyén működik. Az UV-sugárzás dózisának közvetlen mérése szintén nem lehetséges.

Az UV lámpákat elsősorban a nagyobb fogyasztási területeken lévő ivóvíz fertőtlenítésére használják. Egyre gyakrabban használják decentralizált vízkezelésre is. Például. panziókban, magánházakban. Egyes országokban azonban UV-sugárzást is alkalmaznak a vonatok és hajók vizének fertőtlenítésére.

*Elsődleges: Kérdezd meg a gyerekeket, mire gondolnak, amikor azt mondják: hullámok. Valószínűleg a tengerre fog gondolni. Mutasd meg nekik, hogy vannak más hullámok is, nevezetesen a fényhullámok. A Nap különböző hullámhosszú hullámokat bocsát ki – rövid hullámhosszú ultraibolya sugárzás, látható fény (szín) hullámok és hosszú hullámhosszú infravörös sugárzás. Az említett rövid hosszokat nem láthatjuk, de a mikroorganizmusok elleni küzdelemben ezek a legerősebbek. Biztosan látták már a gyerekek, hogy a nagyszülei vagy a szülei kint akasztják ki mosott ruháikat. A napfény nemcsak szárítja a ruhákat, hanem megszabadítja a baktériumoktól és a szagoktól (szerves anyagoktól). Az UV lámpák pontosan ilyen sugárzást bocsátanak ki, és segítenek abban, hogy a víz biológiailag biztonságos legyen. Ez azonban mindig a sugárzás intenzitásától és az expozíció időtartamától függ. A gyerekek biztosan ismerik azt az érzést a bőrükön, amikor nagyon meleg a nap – ez összefügg a sugárzás intenzitásával. Ha pedig ezt erősen felmelegíti a nap, és sokáig szaladgálnak kint, vagyis sokáig ki vannak téve a hatásának, szépen megégnek. Ha a vízben lévő mikroorganizmusokat nagy intenzitású és hosszú ideig tartó sugárzásnak teszik ki, nem maradnak életben.*

Nos, és mivel az UV-sugárzás nem csak a vízben élő mikroorganizmusokra, hanem az emberre is veszélyes (bár nem vagyunk olyan kicsik, és lényegesen nagyobb dózisu sugárzást is elviselünk), a szülők gyakran felhívással fordulnak hozzánk, hogy őszintén kenjük be a fényvédő krémeket.

*SŠ: Az UV-sugárzás a fény természetes összetevője, nevezetesen a rövid hullámhosszúak. Az UV-sugárzás természetes forrása tehát a Nap. Itt a forrása a higanykvarc lámpák, amelyekben (nagy nyomású vagy kis nyomású) higanykiszülési lámpák vannak. Amikor kiszülési lámpákat hallunk, valószínűleg azt képzeljük, hogy nagyobb adag energiára van szükségük, ugyanakkor gyorsan*

**felmelegszenek. Ezért a víznek folyamatosan áramolnia kell körülöttük, hogy lehűtse őket. A lámpákkal a karbantartás során is óvatosan kell bánni, mert higanyt tartalmaznak, ami veszélyes az egészségre.**

A mikroorganizmusok elleni hatásokat tekintve az UV sugárzás 200-300 nm hullámhosszon mutatja a legnagyobb csíraölő hatást, 254 nm-es hullámhosszon a leghatékonyabb. Az UV behatol a sejtekbe, megváltoztatja szerkezetüket és ezáltal elpusztítja azokat. Az UV-sugárzást erősen elnyelő anyagok közé tartoznak a szerves anyagok. Ezért a fertőtlenítés minél hatékonyabbá tétele érdekében a kezelés utolsó lépéseként a sugárzást alkalmazzuk, amikor a vízben a legkevésbé van belőlük, és a teljes dózist befogják azok a mikroorganizmusok, amelyektől a vízben próbálunk megszabadulni.

**Érdekesség: Történelem – A napfény csíraölő tulajdonságait Downes és Blunt fedezte fel 1887-ben. Bár a múlt század első felében jelentős előrelépések történtek, a klór alacsony költsége és a korai UV-fertőtlenítő rendszerek működési problémái korlátozták az UV-sugárzás felhasználását az ivóvíz fertőtlenítésére. A sugárzást először a francia Marseille városában alkalmazták fertőtlenítésre, de az első megbízható alkalmazás a városi ivóvíz fertőtlenítésére csak 1955-ben jelent meg Svájcban és Ausztriában. A klórozott fertőtlenítési melléktermékek felfedezésével az UV-fertőtlenítés különösen Norvégiában és Hollandiában vált népszerűvé.**

**Technikai – A 200-300 nm hullámhosszú UV-sugárzás nemcsak a baktériumokat, hanem azok spóráit is elpusztítja, amelyek általában nagyon ellenálló baktériumformák. A leghatékonyabb a 254 nm hullámhosszú UV sugárzás, 400 J/m<sup>2</sup> minimális effektív dózissal. Az említett hullámhossz az UV-sugárzás által lebontott nukleonsavak abszorpcióhoz kapcsolódik. A közönséges üveg elnyeli az UV sugárzást, ezért tiszta szilikaüveget kell alkalmazni. A nagynyomású kisülőlámpák hatékonyabb UV sugárzást bocsátanak ki, ugyanakkor energiaigényesebbek is. Az UV lámpák leggyakrabban a víz áramlására merőlegesen helyezkednek el, ennek előnye, hogy az UV sugárzás intenzitása sokkal egyenletesebben oszlik el a készüléken belül.**

### 3.9.2.1 Ózonozás

**Fontosság**

**Alapelv**

**"Elfogott" anyag**

higiénikus vízellátás, szerves anyagok oxidációja

ózon = "aktív oxigén" erős oxidálószer

olyan anyagok, amelyek negatívan befolyásolják a víz mikroorganizmusainak szagát és ízét

Az ózonozás a higiénikus vízbiztonság egyik leghatékonyabb formája, elegendő a vízzel való rövid érintkezési idő. Nagy előnye, hogy nem képződnek halogénezett fertőtlenítési melléktermékek (a bróm kivételével). További előnye, hogy képes vízben lebontani az egyébként problémás anyagokat, például gyógyszereket és növényvédő szereket. A klórral ellentétben nem változtatja meg a víz ízét. Az alsó légkörben mutatott alacsony stabilitása miatt az ózont közvetlenül a víztisztító telepen kell előállítani, és levegőből vagy tiszta oxigénből állítják elő, amely nagy elektromos kisülésnek van kitéve. Hátránya az energiaigényes előállítása, vízbe osztása, a keletkező gáz alacsony stabilitása és korrozív agresszív hatása. Ezenkívül nem alkalmas fertőtlenítőszer a magas bromid-aniontartalmú vizekhez (rákkeltő bromátok képződése).

**Érdekesség: A vízellátó rendszer működése fertőtlenítőszer adagolása nélkül. Főleg Nyugat-Európában, de Csehország egyes vízellátó rendszerein is kezd megjelenni a fertőtlenítőszer nélküli működés. Ez a megközelítés lehetséges és az ügyfelek számára is szükséges. Ehhez azonban bizonyos szemléletváltásra van szükség. A tisztítóműnek, a vízellátó hálózatnak és a víztárolónak kifogástalan műszaki állapotúnak kell lennie, légszűrővel és egyéb, a vízszennyeződést megakadályozó intézkedéssel ellátva. Ezzel párhuzamosan a forgalomirányítás intenzitását is célszerű növelni. Csehországban a legtöbb vízvezeték több mint harminc éve épült, műszaki színvonala ennek az időnek felel meg. Ez nem jelenti azt, hogy a víz bármilyen szempontból kifogásolható, de a "klórmentes" működéshez valamivel magasabb szint szükséges. Itt be kell látni, hogy az ivóvíz nem steril környezet, és ha a mikroorganizmusok megfelelő feltételeket találnak a növekedésükhöz, például megfelelő csőanyagot, vízpangást, üledékes helyet, akkor szaporodni kezdenek és ronthatják a víz minőségét. A fertőtlenítés ezt megbízhatóan megakadályozza. A második lehetőség a hálózat teljes felújítása és a jelenlegi szabványokhoz való igazítása.**

### 3.10 Stabilizálás (kalcium-karbonát egyensúly)

**Fontosság**

vízstabilizálás a csővezetékben

**Alapelv**

kalcium adagolása a kalcium-karbonát egyensúly elérése érdekében

**Érintett paraméter**

kalcium, keménység, KNK

A tisztításnak ez a része általában csak a nagy víztisztító telepek része, és a laikusok körében nem ismert, pedig műszaki szempontból az egyik legalapvetőbb lépés. A kalcium-karbonát egyensúly határozza meg, hogy a víz mennyire lesz agresszív a csővezetékkel szemben (a csővezeték oldott anyagából a víz másodlagos vas szennyeződése léphet fel), vagy éppen ellenkezőleg, hogy a  $\text{CaCO}_3$  (kalcium-karbonát, mészkő) hogyan fog beágyazódni a vezetékbe. Ez a vízminőség végső finomhangolása, ezért ezzel a lépéssel csak a technológiai sor legvégén találkozunk.

Maga ennek a mérlegnek a kiszámítása meglehetősen igényes, mivel 6 független egyenletből áll, és a technológusok többnyire számítógépes programokat használnak. Ha létrejön az egyensúly, a víz stabilnak mondható.

A kirándulás ezen a pontján a víz keménységéről és annak hatásáról is elmondhat információkat, például a technológiai eszközök ízére, szennyeződésére, ahogyan azt a fenti fejezetekben említettük.

**ZŠ: A vízben kalcium, szén-dioxid és formái vannak, aminek egyensúlyban kell lennie - ha az egyensúly megbomlik, akkor vagy a víz feloldja a csöveket, vagy fordítva, a csövek falán mészkő csapódik ki, ami műszaki problémákat eredményez a vezetékben.**

**SS: A víztisztító telepeken kétféle mészadagolási módszerrel találkozhat: mésztej és mészvíz. Mindkettő  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  kalcium-hidroxid oldata, de az első szuszpenzió formájú (ez nem igazi oldat, hanem a vízben oldatlan kolloid hidroxid részecskék, a mészvíz valóban oldat (ún. fojtásban fordul elő). A két fogalom különbségét felteheti kérdésként a kirándulás résztvevői számára. Találkozhatunk egy egyszerű pH-beállítással is, nátrium-oxiddal vagy nátriummal.**

**Érdeklődni: A technológia kezdetén a mésztej is adagolható, mivel segítheti az ülepedést (a nehéz kolloid részecskéknek köszönhetően a többi oldhatatlan részecskék megnehezednek, majd gyorsabban és hatékonyabban ülepednek).**

### 3.11 Membrán technológia

<b>Fontosság</b>	Modern, rendkívül hatékony elválasztási módszer
<b>Alapelv</b>	A membrán pórusainak méretétől függően – sokféle anyag eltávolítása (kolloidok, ionok, mikroorganizmusok) Mechanikus szűrés, ahol egy félig átteresztő membrán szolgál fizikai gátként A membránon átívelő nyomáskülönbség (fent és lent) az elválasztás hajtóereje
<b>Érintett paraméter</b>	Szűrőpogácsa, amely olyan szennyeződések tartalmaz, amelyek nem jutottak át a membrán pórusain.

A membrános eljárások sok kategóriába sorolhatók, de a nyomás alatti membrán eljárások különösen fontosak az ivóvízként használt víz kezelésénél. Általában négyféle technológia létezik: mikroszűrés (MF), ultraszűrés (UF), nanoszűrés (NF) és fordított ozmózis (RO). Az alapelv minden technológiánál ugyanaz, amiben különbözik a pórusok mérete, ami összefügg az alkalmazott nyomás nagyságával is. A kisebb pórusméret jobb vízminőséget jelent. Minél kisebbek a pórusok, annál nagyobb erőt (nyomást) kell alkalmazni, és mindenekelőtt a membrán gyorsabban eltömődik (a szennyeződés nagyobb része megmarad). Amikor a membrán elszennyeződik, visszaöblítés válik szükségessé. A mosás gyakoriságát számos tényező befolyásolja, elsősorban a befolyó víz minősége és a membrán kora. A membránleválasztást gyakran megelőzik más mechanikai előkezelések, amelyek segítenek javítani a víz minőségét a membránba való belépés előtt, valamint megvédik a mechanikai sérülésektől.

**ZŠ:** Mit képzelnék el a gyerekek a membrán szó alatt? Hol hallották ezt a kifejezést? Hogyan működik a bőrünk? Próbálja meg összeállítani a membrán definícióját (olyan anyag, amely interfészt képez a környezetek között, és így elválasztja őket – fizikai akadály). Gondoljon tovább a bőrre, hallottak a gyerekek a pórusokról? Mik is pontosan a pórusok? Az itt használt membránnak is vannak pórusai, amelyeknek köszönhetően bizonyos anyagok átjuthatnak. Pontosabban olyan anyagok, amelyek kisebbek, mint a pórusok. Minél kisebbek a pórusok, annál hosszabb ideig tart a víz átáramlása a membránon. De olyan nyomóerőt használunk, amely segít gyorsabban átnyomni a vizet. A membrán úgy működik, mint egy szita, és ami nem megy át, az felhalmozódik rajta. A membrán megfelelő működéséhez gyakran le kell mosni, hogy lemosás a rátapadt anyagokat.

**SŠ:** Mit képzelnék el a gyerekek a membrán szó alatt? Mit tudnak a gyerekek a sejtmembránról? Mi lesz a bőrünkkel? A biológiában tanultakhoz hasonlóan itt is csak bizonyos anyagokat enged át a membrán. Próbálja meg összeállítani a membrán definícióját (olyan anyag, amely interfészt képez a környezetek között, és így elválasztja őket – fizikai akadály). Gondoljon tovább a bőrre, hallottak a gyerekek a pórusokról? Mik is pontosan a pórusok? Jó szórakozást a gondolathoz, hogy milyen anyagokat engednek át a membrán pórusai.

**Érdekesség:** A membránok lehetnek szervetlenek (kerámia) vagy szervesek (szintetikusak). A leggyakrabban szerves membránokat használnak, és nem minden membrán porózus. Felajánlják továbbá a membrántechnológiák

***fontosságának hangsúlyozását a tengervíz fordított ozmózisos sótelenítésének példáján keresztül. Az említett technológiától függő országok egyike Izrael. Izrael ivóvizének körülbelül 3/4-ét a tengerből szerzi.***

### 3.12 Iszapkezelés

**Fontosság**

A vízkezelési folyamatból származó iszap (szennyeződések) sűrűsödése

**Alapelv**

Iszapártalmatlanítás

A víz gravitációs (ülepítő) vagy mechanikus (gépi) eltávolítása iszaptól.

**Érintett paraméter**

Sűrűsödött víziszap

A kirándulás keretében nem kell nagy időt fordítani az iszapfeldolgozás kérdésére, hiszen ez inkább a vízműfolyamatok Hamupipőke. Helyénvaló azonban hangsúlyozni, hogy még a vízkezelés sem mentes a hulladéktól, amelyet azután megfelelően kell ártalmatlanítani. Emellett jó hangsúlyozni, hogy az iszap jellege jelentősen eltér a szennyvíztisztító telepétől, amit egy másik kirándulásból ismerhetnek meg. Tehát nem iszap, mint az iszap.

A víziszapban a szerves komponensek dominálnak. Ezenkívül a víziszap legfeljebb 99%-ban vizet tartalmaz, ezért az iszap további kezelése előtt törekedni kell a víz legalább arányos részének eltávolítására. Az iszapot vagy közvetlenül a víztisztító telepen dolgozzák fel, vagy az iszapot a szennyvízzel együtt a csatornarendszeren keresztül vezetik el. Ha szennyvizet használnak, azt a legközelebbi szennyvíztisztító telepen kell elhelyezni.

Az iszaplagúnak általánosan használt megoldást jelentenek az iszap közvetlenül a tisztítótelepeken történő feldolgozása. Ezek hosszú tartózkodási idejű tartályok, ahol iszap ülepedik. A legtöbb tisztítótelep két ilyen tartályt használ készenléti üzemmódban, vagyis az egyiket feltöltik, a másikban zavartalanul zajlik az ülepítés. Az iszaplagúnak ülepítés utáni vizet a vízfolyásba engedik és az iszapot tovább dolgozzák fel. Napjainkban lényegesen nagyobb a kezeléshez szükséges vegyszerigény, és ezzel együtt nagyobb mennyiségű hulladék – iszap – keletkezik. Mivel a szennyvíztisztító telepek nagy része nagy múltra tekint vissza, a tartályokat gyakran nem ehhez a változtatáshoz méretezik. Emiatt új, kreatívabb megoldásokat kellett találni. Csehország legnagyobb feldolgozó üzemünk, az ÚV Želivka kapcsán született meg az úgynevezett tárolótartályok koncepciója. Azokban az esetekben pedig, amikor nem lehet egyszerűbb megoldást választani, mechanikus vízelvezetést alkalmaznak.

## 4 A kirándulás után

*Hogyan dolgozzunk a kirándulásból származó információkkal. Feladatok értékelése, bizonyos ismeretek megisméltése és a leletek újraélesztése, a kirándulás és a tájékoztatás tágabb kontextusba helyezése.*

A kirándulás utáni egyéb iskolai tevékenységek megvalósítása nagyon megterhelő - az iskolai tanulmányi tervek és egyéb tanórán kívüli tevékenységek annyira megteltek, hogy gyakorlatilag lehetetlen bármilyen utóprogram. Ennek ellenére egyes iskolákban a kirándulás egy része egy későbbi „Kirándulási jegyzőkönyvet” is tartalmaz, amelybe a tanulók feljegyzik az alapvető információkat. Középiskolákban a vízgazdálkodás témakörében szemináriumi és érettségi dolgozatok felkínálásával lehet követni (javaslom, hogy közvetlenül a tanári kartól érdeklődjenek – nagyon kevés értelmes téma van, főleg Prágán kívüli régiókban), szakiskolák esetében gyakorlati vagy szakmai gyakorlati lehetőség (sok esetben kötelező).

**Magának a kirándulásnak a végén kell összefoglalnia azokat az alapvető információkat, amelyeket a diákoknak magukkal kell vinniük a kirándulásról, miközben a résztvevők tájékozódtak, és lehetőségük van kérdéseket feltenni. Ez azonban nem csak a tanárookra vonatkozik. A kirándulást szervezők az új információk megszilárdításához hozzájárulhatnak egy rövid ismétlés a végén. A kezelési séma használatát itt ajánljuk, hogy megismételjük a víz történetét, és azt, hogy melyik szakaszban mit távolítanak el, és miért szükséges megszabadulni ezektől az anyagoktól. Az ismétlés során további kérdések és kétértelműségek merülhetnek fel a résztvevőkben. Az is jó ötlet, ha további kérdéseket tesz fel a résztvevőknek, hogy megbizonyosodjon arról, hogy értik-e a lényegét.**

Ha a feladatlapok kitöltése is a kirándulás része volt, akkor természetesen ezeket a feladatlapokat értékelni kell - ez a rész azonban inkább az iskola oktatói állományán múlik, akiknek megadja a helyes válaszokat az adott művelethez.

Nem szabad azonban megfeledkezni magáról a kirándulásról és annak további lehetséges fejlesztéséről szóló elmélkedéséről sem. Az első visszajelzést a helyszínen kapja meg – odafigyelnek a résztvevők? Jobban élvezik valamelyik részt, mint mások? Szívesen megnézik a vízforrást, még akkor is, ha az elég messze van, és eleve nem akart odamenni? Tudomásul kell venni, hogy a program elsősorban a résztvevők számára valósul meg, és ha nem is ad át annyi információt, amennyit szeretne, de ez számukra szórakoztatóbb lesz, akkor is módosítani kell a programot. Minden csoport sokszínű, és jó vele dolgozni, felfogni és megfelelően reagálni. Néha nem kerülhetjük el az improvizációt.

Természetesen a klasszikus visszacsatolási kérdőívek alkalmazása is bizonyos lehetőség, bár ennek a felhasználása vitatható lehet. Jobb, ha közvetlenül a kiránduláson jelen lévő pedagógushoz fordul a kérdés, mert ezt a célcsoportot ő ismeri a legjobban. Fel kell ismerni és esetleg változtatni kell, hogy a tanulók mit tudtak, mit nem, mi lepte meg és mi érdekelte a legjobban – érdekesek voltak-e a gyakorlatból származó vicces történetek vagy sem.

Ugyanakkor javasoljuk az együttműködést a cég PR osztályával, ha van ilyen – a kirándulásról szóló cikk a weboldalon és a közösségi oldalakon nemcsak a cég megítélését javítja, hanem a környékbeli iskolákat is ösztönözheti, hogy érdeklődjenek a kirándulás lehetősége iránt.

## 5 Linkek és további információk

Noha ezt az anyagot igyekeztünk olyan átfogóan megírni, hogy nem szükséges általános információk után tovább keresgélni, előfordulhat, hogy a lehetséges technológiák sokasága miatt néhányat nem fejtettünk ki teljesen részletesen, vagy esetleg szeretne többet megtudni valamelyik részről. Ezen az oldalon más információforrásokhoz szeretnénk útmutatót nyújtani.

### Általános források

- Vízgazdálkodási szótár (például <https://www.pmo.cz/cz/o-podniku/vodohospodarsky-slovník/> vagy máshol az interneten) <https://www.pmo.cz/cz/o-podniku/vodohospodarsky-slovník/>
- Higiéniai minimum a víziparban dolgozóknak (aktuális változat az Állami Egészségügyi Intézet honlapján)

### Szakértői információforrások a vízben lévő technológiákról és anyagokról

- Hidrokémia, szerző: Pavel Pitter (sok kiadásban), elérhető a Digitális Könyvtárban
- Az Állami Egészségügyi Intézet (Országos Ivóvíz Referencia Központ) módszertani ajánlásai és véleményei

### Konkrét rendszerekkel kapcsolatos információforrások

Saját tapasztalatunkból tudjuk, hogy a vízforrásokról, tisztítótelepekről vagy tározókról, vízvezetésekről sok esetben nem áll rendelkezésre elegendő információ, az idegenvezetők pedig nem tudják tájékoztatni a résztvevőket az adott hely sajátosságairól. Érthető okokból nem áll módunkban rendelkezésre bocsátani a források listáját a Cseh Köztársaság minden településére vonatkozóan, de az alábbiakban bemutatunk dokumentumokat, amelyeket áttekinthet, és amelyekből meríthet:

- a vízellátó rendszer üzemeltetési szabályzata (kötelező dokumentum minden rendszerhez)
- a víztisztító telep üzemeltetési szabályzata
- a PRVaK, PRVAK és PRVK rendszeren belüli információ (Vízellátó és csatornarendszerek fejlesztési terve), amelyet az egyes önkormányzati régiók dolgoznak fel, és szabadon elérhető az interneten
- információ a helyileg releváns régió geoportálján (vízkészlet-védelmi övezetekre), alternatívaként igénybe veheti a VÚV TGM térképszolgáltatásait, v. v. i. vagy a Gazdaportálon
- dokumentumok a helyileg illetékes állami körzeti levéltárban (főleg a Vízgazdálkodási Alapban)
- helyi vonatkozású krónikák (figyeljünk a történelem során, különösen a múlt század 70-es, 80-as éveiben a települések összeolvadására, felosztására!), amelyek sok esetben elérhetőek az interneten

## 6 Melléklet: Űrlap a víztisztító telepre vonatkozó információk megszerzéséhez

Ez az űrlap segíthet a kiránduláshoz szükséges információk előkészítésében, és minden olyan információt tartalmaz, amelyet a kirándulás során hallani kell, vagy nagy valószínűséggel a résztvevők kérdéseiben szerepelni fognak.

a víztisztító telep neve				
a Központi Iroda építésének/rekonstrukciójának éve	víztermelés másodpercenként	víztermelés naponta	víztermelés évente	a vízvesztés százalékos aránya a hálózatban
az ellátottak száma		ellátott önkormányzatok		
a Központi Iroda alkalmazottainak létszáma	cég alkalmazottainak száma	villamosenergia-fogyasztás 1 m <sup>3</sup> -enként	villamosenergia-fogyasztás naponta	villamosenergia-fogyasztás évente
víz ára 1 m <sup>3</sup> -re		vízellátó hálózat hossza és anyaga		
a nyersvíz probléma paraméterei és a megoldásuk technológiai lépései		erőforrások leírása (kutaknál mélység, típus, bejelentett védőzóna)		
		az adagolt vegyszerek listája és koncentrációja		
iszapkezelési megoldás stílusa (lagúnák, csatornák, befogadó...)				előfizetések száma a évi vízminta
információk a víztisztító telep és a vízellátó hálózat tulajdonosáról, üzemeltetőjéről, cégek esetében a cég származási országáról				

A lap másik oldalára készítse el a víztisztító telep technológiai diagramját és a teljes vízellátó rendszer diagramját (beleértve a tározók méretét), esetleg az útvonal vázlatát, ahol a kirándulást vezeti, beleértve az időkeretet és minden fontos információt.