



A vízgazdálkodási létesítményeken történő
kirándulások lebonyolításának módszertana
SZENNYVÍZ



Tartalom

Borítólap.....	3
1 Általános bevezetés	4
1.1.1 Szintjelmagyarázat:.....	4
1.1.2 A víz története:.....	4
1.1.3 Az anyag és az energia története:.....	4
1.1.4 Az emberek története:.....	5
1.1.5 Hogyan készülünk a kirándulásra?.....	6
2 Saját kirándulás	9
2.1 egészség és biztonság.....	9
2.2 A települési szennyvíztisztítás jelentősége.....	10
2.3 Szennyvíztisztítás fejlesztése	12
2.4 A víz története.....	13
2.4.1 Szennyvízforrás.....	13
2.4.2 A víz útja a szennyvíztisztítóhoz	18
2.4.3 Szennyvíztisztító telep.....	21
2.4.4 A szennyvíz minősége és ellenőrzése.....	23
2.4.5 A takarítás jövője	25
2.5 A szennyvízből nyert anyagok és energia története	26
2.6 A csatornahálózatot gondozó és a szennyvíztisztító telepen dolgozó emberek története	31
2.7 Víz árképzés	33
3 A szennyvíztisztító technológiák leírása.....	35
3.1 Mechanikai tisztítás	36
3.2 Biológiai tisztítás.....	38
3.3 Harmadlagos takarítás.....	41
3.4 Iszapkezelés.....	43

Borítólap

Ezt a dokumentumot a szerzők kollektívája készítette: Jitka Czakoiová, Martin Srb, Helena Bakešová, Jakub Sochor, Denisa Čadková, Lenka Procházková, Jindřich Procházka, Andrea Benáková, Eliška Maršálková, 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

Üdvözljük a szennyvíztisztító telepekre (WTP) való kirándulások módszertanában. A szennyvíztisztító telepek rendkívül fontosak a környezet és az emberi egészség védelme szempontjából. Ez a módszertan általános bevezetést és útmutatást nyújt Önnek ahhoz, hogy hogyan mutasson be egy szennyvíztisztító telepet egy lenyűgöző helyként, ahol a víz, az anyagok és az energia, de az ott dolgozó emberek története is kibontakozik. A kirándulás célja nemcsak a szennyvíztisztítás alapelveinek megismertetése, hanem az is, hogy motiválja őket a felelős víz- és környezetkezelésre.

A módszertan úgy készült, hogy kisebb-nagyobb szennyvíztisztító telepeken is alkalmazható legyen. A Technológiák leírása fejezetben a takarítási technológiákról talál áttekintést, melyből csak azokat választhatja ki, amelyek az adott helyen megvannak, és azokat is bevonhatja a kirándulásba.

A módszertan általános és középiskolásoknak, vagy akár a legkíváncsibb kirándulási résztvevőknek készült. A színes bekezdések a különböző szintek megkülönböztetésére szolgálnak.

1.1.1 Szintjelmagyarázat:

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

Középiskolák - kb. 15-19 éves korig különböző iskolákból (gimnázium, ipariskolák, szakmunkástanulók...).

Érdeklődő – hasznos például a kémia vagy a környezetvédelem választható szemináriumaira való kirándulásokhoz a középiskolai érettségi éveiben, vagy az ifjúsági technikai klubok és egyéb érdek- és informális oktatási intézmények számára.

A kirándulás különböző nézőpontokból irányítható, melyeket kombinálhat és így átfogó képet alkothat a szennyvíztisztítás kérdésköréről. Készítettünk hármat számodra – a víz történetét, az anyagok és az energia történetét, valamint az emberek történetét.

1.1.2 A víz története:

Kezdje a túrát azzal, hogy bemutatja a szennyvíztisztító telepet, mint azt a helyet, ahol a víz története játszódik. Magyarázd el a tanulóknak, hogy az otthonunkban és az iparban termelt szennyvíz egy tisztítótelepbe kerül, ahol megtisztítják és visszavezetik a természetbe. Ismertesse meg velük a víztisztítás folyamatát, és magyarázza el annak jelentőségét a környezetvédelem szempontjából.

1.1.3 Az anyag és az energia története:

Ezután összpontosítson a szennyvíztisztító telepen újrahasznosított anyagok és energia történetére. Magyarázza el a tanulóknak, hogy a szennyvíztisztító telep különféle technológiát és eljárást alkalmaz a szennyeződések eltávolítására a szennyvízből. Mutassa meg nekik, hogyan nyerik ki a szennyvízből értékes anyagokat, például foszfort vagy nitrogént, amelyeket például a mezőgazdaságban hasznosítanak. Említse meg a szennyvízből nyert energia felhasználását is, például tisztítómű fűtésére vagy megújuló villamos energia és biometán előállítására.

1.1.4 Az emberek története:

Ismertesse meg a tanulókkal a szennyvíztisztító telepen dolgozók történetét is. Ismertesse meg velük a szennyvíztisztító telepen található különböző szakmákat és foglalkozásokat, például vegyészeket, technikusokat vagy kezelőket. Ismertesse munkájuk fontosságát a környezet védelme érdekében, és hogyan gondoskodnak a tisztítómű megfelelő működéséről.

1.1.5 Hogyan készüljünk a kirándulásra?

Ahhoz, hogy a kirándulás felkeltse a látogatókat, 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 érkezik?**

Nemcsak a tolmácsolást illetően, hiszen a figyelem csökken a résztvevők számának növekedésével, hanem a technikai rendezést illetően is – mindenki hall? elférünk az egyes állomásokban? vagy a vezérlőterembe? Ha van elég vezető, ne félj felosztani a csoportot több kisebb csoportra.

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

Az automatizálásra koncentráló 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 a takarítási folyamatokkal kapcsolatos elméleti ismereteket közvetítsük, vagy az iskolában már zajlott-e elméleti óra, és a kirándulás célja a megszerzett ismeretek gyakorlati bemutatása; vagy mutassa be az alkalmazottak munkaköri leírását (vízügyi ágazati életpálya).

- **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 takarító üzem épületének távolságától is - a túra ezen szempontját mindig előre egyeztetni kell a tantestülettel.

Célszerű előre elkészíteni a szennyvízkezeléssel kapcsolatos általános információkat, például:

- **Mennyi víz fog átfolyni a szennyvíztisztító telepen csapadékmentes állapotban másodpercenként, naponta, évente? Mennyi vizet tud megtisztítani a szennyvíztisztító heves esőzéskor (tehát amikor a kapacitása megtelt)?**

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

Egység	Kötet
Olimpiai medence (mélysége 2,5 m)	3.125 m ³
vidéki tavacska	ezer m ³ nagyságrendben

vasúti tartálykocsi	46–90 m ³
tartály a T815 alvázon	9 m ³
tank a V3S alvázon	3,5 m ³
fürdőkád	100-200 l
vödör	12 éves
kerti öntözőkanna	5 l

- **Mekkora a szennyvíz, a ballasztvíz és az ipari víz aránya?**
- **A város/község mely részeiből kezeli a szennyvizet egy adott szennyvíztisztítóba?**

Függetlenül attól, hogy a város/község teljes területét ebbe a szennyvíztisztítóba vezetik, vagy egyes területeket eltérően kezelnek. Vagy van-e másik közeli terület egy adott szennyvíztisztító telephez kötve.

- **Hány ember/háztartás szennyvizét tisztítja?**

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

- **Milyen hosszú a csatornahálózat és milyen anyagból van?**

Itt is lehetőség van a nagyításra, például a kirándulóhely távolságával, vagy a város/falu központjától XY városig; hány benzinkút és egyéb érdekes objektum van rajta.

- **Mennyi áramra van szükség a szennyvíz tisztításához?**

Összehasonlíthatja az otthoni fogyasztással - a Cseh Köztársaságban 2023-ban az átlagos villamosenergia-fogyasztás 1 háztartásban 3500 kWh/év volt (a szokásos vízfogyasztás egy tisztítótelepen 1 egyenértékű lakosra körülbelül 50 kWh/EO).

- **Melyik vízfolyásba folyik a tisztított szennyvíz?**

A vízfolyás nevéen kívül lehetőség van további információk megadására is, mint például:

Milyen minőségű a víz a patakban? Mekkora az áramlási sebessége? Az áramlás mekkora része a tisztítómű szennyvize?

- **Mennyibe kerül 1 liter víz megtisztítása?**

Gondolj a következőkre:

- **Hova viszed a látogatókat?**

Biztonságuk, közlekedésbiztonságuk, helykapacitásuk, a túra időráfordítása és az egyes helyszínek távolsága tekintetében.

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

Itt nem célszerű a hatáskörüket váltani, elég, ha elvesznek 3-4 kulcsfontosságú információt.

- **Nagyjából minek nevezné ezeket az egyes megállások időráfordításával együtt?**
- **Mit mutatsz meg és demonstrálsz nekik, hogy az Ön körülményei között kipróbálhatják magukat?**

- **Mit kérdezhetnek?**
- **Mit nem értették az ő korukban és szeretnél megérteni?**
- **Mit kérdezel tőlük?**

A túra interaktívabbá tétele és egyben a résztvevők tudásának kezdeti állapotának megismerése az adott kérdéskörrel kapcsolatban.

Győződjön meg és készítse elő előre:

- **A létesítmény üzemeltetője által igényelt szükséges dokumentumok (például egészség és biztonság, résztvevők névjegyzéke).**
- **Szükség esetén a szükséges biztonsági felszerelés (védőmellény, sisak, kesztyű,...).**
- Feladatlapok a látogatóknak (tanárokkal való egyeztetés után).
- Bemutató segédletek.

Például az egyes technológiai szakaszokban történő vízvételre szolgáló berendezések, iszapülepítő henger, stb. Javasoljuk továbbá, hogy készítsenek egy egyszerűsített technológiai diagramot, térképet vagy légifelvételt a területről (vagy szétosztják a résztvevők között, vagy ha szükséges, rendszeresen nagy formátumban megjelenítik az aktuális helyet).

- **Kisebb jutalmak a látogatóknak, ha van rá lehetőség (például céges toll, cukorka...).**
- WC használat és kézmosás lehetőség a kirándulás után.

2 Saját kirándulás

2.1 egészség és biztonság

Minden terepbejárás első kötelező része egy rövid kirándulási biztonsági és egészségügyi oktatás. Kérjük, ne becsülje alá ezt a részt, még akkor sem, ha feleslegesnek vagy szükségtelennek tűnik.

Az OSH képzés során használja cége belső irányelveit, vagy használja ennek a módszertannak a mellékletét, amely egyszerű áttekintést tartalmaz arról, hogy mit érdemes megismertetni a kiránduláson résztvevőkkel.

Ezen túlmenően célszerű előzetesen bevezetőt küldeni az egészségvédelemről, valamint a résztvevők aláírásával ellátott névsorát kérni, amely igazolja, hogy előzetesen megismerkedett az egészséggel és biztonsággal, valamint a kirándulás előtt csak egy rövid felfrissítést végezni a munkavédelmi pontokról.

A kirándulás elején célszerű hangsúlyozni, hogy a résztvevők a kirándulás ideje alatt nem étkezhetnek, ihatnak, és a csoportot nem hagyhatják el. Indulás előtt ajánlatos időt hagyni a résztvevőknek egy gyors uzsonnára vagy a WC látogatására.

2.2 A települési szennyvíztisztítás jelentősége

? **Kérdés: Miért tisztítjuk a vizet?**

💡 **Válasz:**

Korábban a csatornák közvetlenül a helyi folyókba, patakokba, tavakba, tengerekbe stb. folytak, a cél az volt, hogy a szennyvizet a lehető leggyorsabban eltávolítsák. A vízi utak szennyeződése azonban gyakran az ökoszisztémák pusztulásával járt, a betegségek és a szagok a vízen keresztül terjedtek, a vizet nem lehetett a szükséges tevékenységekhez felhasználni.

A víztisztítás különösen fontos a szennyvíztisztító teleptől lefelé folyó folyóhasználat szempontjából. Ha nem tisztítjuk meg kellőképpen a szennyvizet, az veszélyeztetné a lakosság egészségét. A szennyvíztisztító telep alatti víz rekreációra, ivóvízforrásként vagy öntözésre használható. A víztisztítás megakadályozza a kórokozók, baktériumok és vegyi anyagok átjutását, amelyek betegségeket, fertőzéseket okozhatnak és elősegítik az eutrofizáció folyamatát.

ZŠ: A települési szennyvíz tisztítása alapvető fontosságú a környezet és az emberi egészség védelme szempontjából. Ez a probléma ősidők óta kíséri az emberiséget, amikor az első civilizációk a szennyezett víz lakóikra gyakorolt hatásaival küzdöttek.

SŠ: Az ókori Rómában kidolgozott csatornarendszer volt, amely a szennyvizet elvezette a városból. Ennek ellenére tovább terjedtek a szennyezett víz által okozott betegségek, mint a kolera és a vérhas. Történelmileg ezek a járványok milliók életét követelték, és a szennyvíz problémájának hatékonyabb megoldásához vezettek.

A fordulópontot a mikroorganizmusok felfedezése és a szerves anyagok lebontásában betöltött szerepük jelentette a XIX. Ez lehetővé tette olyan biológiai szennyvíztisztító telepek kifejlesztését, amelyek természetes biológiai folyamatokat alkalmaznak a szennyező anyagok eltávolítására. Az első modern szennyvíztisztítót 1892-ben helyezték üzembe Nagy-Britanniában.

A szennyvízkezelés ma már feltétlenül szükséges a vízkészletek minőségének megőrzéséhez és a környezet védelméhez. A kezeletlen szennyvíz folyókba, tavakba és tengerekbe való kibocsátása pusztító hatással lenne a vízi ökoszisztémákra, elpusztítaná a halakat és más vízi élőlényeket, és lehetetlenné tenné a víz rekreációs vagy ivóvíz-előállítási célú felhasználását.

Példa erre az indiai helyzet, ahol a Ganga folyó a világ egyik legszennyezettebb folyója a városokból és az iparból származó tisztítatlan szennyvíz miatt. Ez a szennyezés nemcsak a helyi ökoszisztémákat fenyegeti, hanem komoly egészségügyi kockázatot is jelent a folyótól függő emberek milliói számára.

Éppen ellenkezőleg, a szennyvíz megfelelő kezelése lehetővé teszi a tisztított víz biztonságos visszavezetését a vízi utakba anélkül, hogy szennyeznék azokat. Ezzel a vízi ökoszisztémák védelme, az ivóvíz minőségének megőrzése és a betegségek terjedésének kockázata csökken. A szennyvízkezelés emellett lehetővé teszi az értékes erőforrások, például a szennyvízben található tápanyagok és energia újrahasznosítását és újrafelhasználását.

Nyilvánvaló, hogy a települési szennyvíz kezelése kulcsfontosságú tényező városaink és településeink fenntartható fejlődése, valamint a jelenlegi és a jövő generációi számára a környezet védelme szempontjából.

Érdekesség: 1858 nyarán Londonban megjelent az úgynevezett Great Smell. Akkoriban körülbelül 2 millió ember élt Londonban, és a szám folyamatosan nőtt. Eredetileg pöcegödörbe ürített cserepekben jártak vécére, amelyeket a városon kívülre vittek a földekre, és ezek tartalmát a gazdák műtrágyának, de lőporgyártáshoz is felhasználták. Az emberek számának növekedésével azonban már nem voltak elegendőek a aknák, megjelentek a vízöblítő WC-k, így tovább nőtt a szennyvíz mennyisége. A londoni vezetés végül úgy döntött, hogy a szennyvizet kezdetben a viharcsatornákon keresztül vezetik a Temzébe. A folyó lefolyóvá változott. A vécék tartalmától kezdve a döglött kutyákig, a bomló élelmiszerekig és az ipari hulladékokig minden, beleértve a vágóhidakból származó állati részeket és a bőrgyárak vegyi anyagait, minden benne kötött ki. Ráadásul 1858 nyara rendkívül meleg volt, így a folyóban a szokásosnál is gyorsabban bomlott le a hulladék. A folyóban lévő hulladék "szó szerint forrt és erjedt", és a bűz olyan volt, hogy az emberek hánytak és elájultak az utcákon, Viktória királynő lemondta a folyami körutakat, és a parlament nem tudott leülni. Még a folyóba öntött 250 tonna klórmész sem segített. Végül elhatározták, hogy új, teljes 1800 km hosszú csatornarendszert építenek ki, amely a város alatt elvezeti a vizet (az építkezés már a következő évben megkezdődött). Befejezése után soha nem volt újabb kolerajárvány Londonban.

? Kérdés: Mi az eutrofizáció?

💡 Válasz: Az eutrofizáció azt a folyamatot jelenti, amikor a vizet tápanyagokkal, különösen a vizeletben és a székletben található nitrogénnel és foszforral dúsítják. Megkülönböztetik a természetes és a természetellenes (emberi tevékenység okozta) eutrofizációt. A nagy mennyiségű tápanyag hatására a vízben elszaporodnak a planktonok és a cianobaktériumok is (vízvirágzás), aminek következtében a víz oxigéntartalma csökken, ami annak rothadásában, a vízben élő halak és más élőlények pusztulásával nyilvánul meg.

A legtöbb országban törvényi előírások vonatkoznak a vízminőségre és a vízkezelésre, amelyeket be kell tartani. Ezek az előírások az emberi egészség és a környezet védelmét szolgálják.

2.3 Szennyvíztisztítás fejlesztése

A kirándulást egy rövid történeti bemutatkozással lehet kezdeni, hogyan alakult a szennyvíztisztítás az adott településen. Ennek a szakasznak nem az a célja, hogy a részletekbe menjen, csupán a fontos mérföldkövekre mutat rá. A helyi fejlesztésekről a cég archívumában vagy az érintett önkormányzat archívumában lehet tájékozódni. Továbbá célszerű tájékoztatni a látogatókat arról, ha a következő években a tisztítótelep fejlesztésre kerül, például a lakosság számának növekedése alapján megnövekszik.

Ha a történeti információk nem állnak rendelkezésre, akkor rövid bevezetőként használhatja a következő bekezdéseket, amelyek a szennyvízelvezetés és a szennyvízkezelés általános fejlődésével foglalkoznak.

Általános iskola: Javasoljuk, hogy ezeket a tanulókat ne terheljük meg pontos dátumokkal, inkább csak azokat a legnagyobb változásokat említsük meg, amelyek a tisztítótelepen a fennállása alatt történtek.

Középiskola: Ezekkel a tanulókkal már részletesebben is bele lehet menni, de próbálja meg az adatokat különböző érdekességekkel, történetekkel tarkítani, például a rekonstrukcióból.

A takarítóipar általános története a Cseh Köztársaságban

A szennyvíztisztítási eljárás Angliából terjedt el Csehországba, ahol a 19. század végén létesültek az első (mechanikus vagy mechanikus-kémiai) tisztítótelepek. E tisztítótelepek közé tartozik a prágai régi szennyvíztisztító telep is, Bubenčben. Érdekes módon ez a tisztító üzem a föld alatt található.

A 20. század elején az angliai Manchesterben fedezték fel az aktiválási folyamatot. Két brit kémikus (Edward Arden és William Lockett) a szennyvíz levegőztetésével végzett kísérleteket, és megállapították, hogy a vízben szuszpenzió képződik, ami lerövidíti a szennyvíztisztítás idejét. Ezt a szuszpenziót eleveniszapnak nevezték. Ennek a felfedezésnek a terjedését az első és a második világháború lelassította, és a folyamatot szélesebb körben csak a második világháború után (1945 után) alkalmazták. Az első aktiválási eljárást alkalmazó biológiai tisztítású szennyvíztisztító a Modřice szennyvíztisztító telep volt (1961). Ezt az eljárást ezt követően Prágában alkalmazták 1968-ban.

2.4 A víz története

2.4.1 Szennyvízforrás



Értelmezési tipp: Itt bőven van mozgástere a kirándulás résztvevőinek. Mi minden kerül a vegytisztítóba? Ahonnan? Hol és milyen mennyiségben keletkezik otthon szennyvíz (vécé, zuhanyzó, mosogatógép, mosógép stb.)? Milyen egyéb szennyvízforrások vannak a közelben (ipari vállalkozások, mezőgazdaság, kórházak, iskolák, éttermek,...)? Mi történne, ha nem kezelnénk a szennyvizet és közvetlenül a folyóba engednénk? A szerves szennyezés említésekor megadható az egyenértékű lakosok száma. Befejezésül helyénvaló elmondani, hogy a lakosság hogyan fizet a szennyvízkezelésért.

? Kérdés: Hol vezetik el a szennyvizet?

💡 Válasz: A szennyvíz az általunk használt víz, amely mára szennyezett. Ez a víz otthonunkból (WC, mosogatógép, mosógép,...), gyárainkból, kórházainkból és irodáinkból származik. Ide tartozik az az esővíz is, amely vihar vagy heves esőzéskor nem szívódott be a talajba, hanem lefolyt a lefolyón. Mindez a víz egy csőbe folyik le, amely egy szennyvíztisztító telepre viszi megtisztítani, hogy visszakerülhessen a természetbe.

ZŠ: Beszéljétek meg általánosságban, melyek a háztartási szennyvízforrások – szerintük hol fogyasztják a legtöbb vizet, és mi található a szennyvízben (víz, szilárd részecskék, lebegő részecskék, olajok, zsírok).

Érdeklődő: Eredet szerint a szennyvizet a következőkre osztjuk:

- szennyvíz szennyvíz (vagy szennyvíz) - háztartásokból és szociális létesítményekből származik
- ipari szennyvíz - az iparból származik (gyárakból)

? Kérdés: Mit tartalmaz a szennyvíz?

💡 Válasz: A vízszennyezés oldott és fel nem oldott anyagokból tevődik össze. Az oldott anyagok lehetnek biológiailag lebonthatók (például monoszacharidok) vagy biológiailag nem lebonthatók (például azofestékek). A szennyvízben található oldott anyagok közé tartoznak az oldott szervesetlen sók is. A szennyvízben lévő fel nem oldott szerves anyagokat ismét lebontható (keményítő, cellulóz) és nem lebomló (műanyagok) részekre osztják. A fel nem oldott szervesanyagok közé tartozik például a homok és a kavics. A befolyó vízbe olyan dolgok is beletartoznak, amelyek inkább kommunális hulladékok. Ezek azonban nem tartoznak a csatornába, és egyáltalán nem szabad belemenni. Ezenkívül a vízben baktériumok és mikrobák vannak, amelyek betegségeket okozhatnak.



Értelmezési tipp: Használja ki ezt a lehetőséget, hogy megbeszélje a résztvevőkkel, hogy mi nem tartozik a hulladékba. Ezt a beszélgetést általában olyan helyen célszerű lefolytatni, ahol jól látható a folyó víz, és azonnal ki lehet mutatni azokat a tárgyakat, amelyek nem tartoznak a szennyvízbe. Érdekes rákérdezni az otthoni gyakorlatukra és talán arról is, hogy mit csinálnak az olajokkal és zsírokkal.

Általános iskola: Az idősebb tanulók számára iránymutató kérdéseket tehet fel közvetlenül a szennyvíz kémiai összetételével kapcsolatban – milyen szerves vagy szervetlen anyagok találhatóak a szennyvízben.

? **Kérdés: Mennyi szennyvizet termel egy ember?**

💡 **Válasz:** Az ember által termelt szennyvíz mennyisége és minősége változó lehet. A szennyvíztisztító telepek tervezése céljából egy egyenértékű populáció (EO) nevű egységet hoztunk létre, amely egy lakos által egy nap alatt termelt szennyvíz átlagos mennyiségét és minőségét tükrözi. Egy EO által termelt szennyezés mennyisége megfelel:

1 EO = 120-150 l/d szennyvíz

1 EO = 60 g/nap szerves anyagok (BOD5) 1 EO = 11 g/d Nösszesen 1 EO = 2,5 g/nap Ptotal

A BOD5 (biológiai oxigénigény) egy analitikai módszer az aerob körülmények között biokémiai bomlásnak kitett szerves anyagok meghatározására. Más szóval: a biológiai oxigénigény azt fejezi ki, hogy a baktériumoknak mennyi oxigénre van szükségük a szennyvíz szerves szennyezésének eltávolításához.

A szennyvíztisztító telepre rendszerint ipari épületek is csatlakoznak. A szennyezettség becsléséhez konverziós táblázatokat készítenek, amelyek segítségével kiszámíthatjuk az egyenértékű lakosoknak megfelelő szennyezést.

Például:

Egy cukorgyárban 1 tonna répa termelése 45-70 EO-nak felel meg.

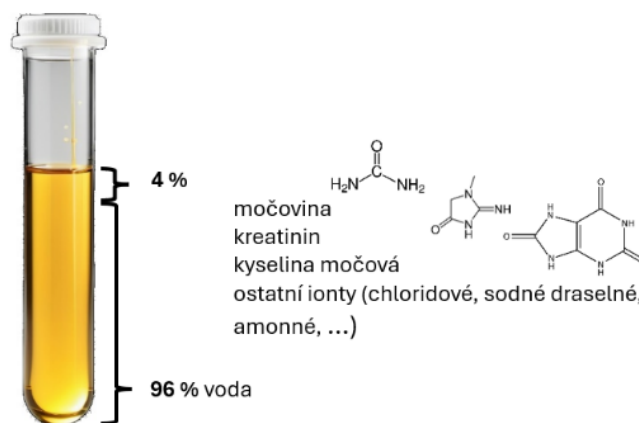
1 m3 sör termelése 150-350 EO-nak felel meg.

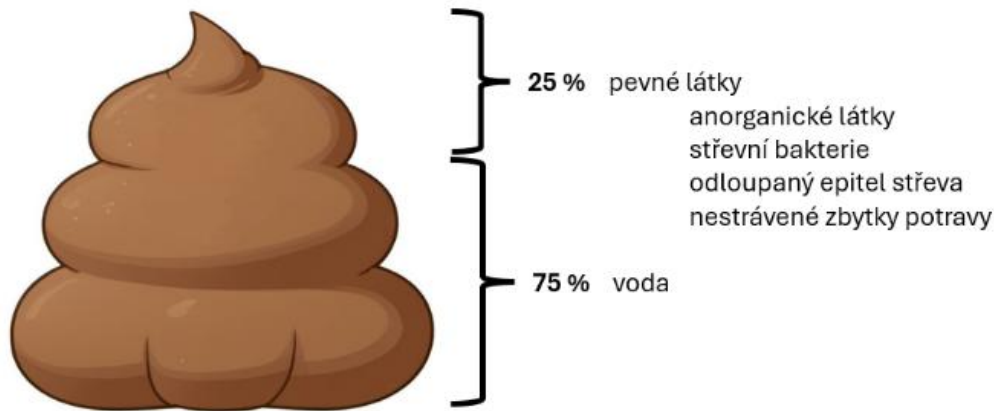
Egy mosodában 1 tonna ruha kimosása 350-950 EO-nak felel meg.

? **Kérdés: Milyen anyagokat tartalmaz az emberi vizelet és széklet?**

💡 **Válasz:** A vizelet és a széklet az emberi anyagcsere salakanyagai. A vizelet a vesékben a vér szűrésével, a vastagbélben pedig széklet képződik.

Az emberi vizelet és széklet összetétele a következő ábrákon látható. A szennyvíztisztítás szempontjából a vizelet fontos nitrogénforrás. Másrészt a széklet a foszfor és a szerves anyagok forrása. A szerves anyagok a szervezetünkben teljesen meg nem emésztett élelmiszer maradványából származnak.





? Kérdés: A szennyvíz összetétele városenként/helyenként eltérő, vagy mindenhol ugyanaz?

💡 Válasz: A háztartások és szociális létesítmények szennyvize (szennyvíz) megközelítőleg azonos összetételű. Ami az ipari szennyvizet illeti, itt az összetétel nagyban függ az ipar típusától. A szennyezés jellege erősen befolyásolja a szennyvíztisztító telepen alkalmazott technológiát.

? Kérdés: Mi tartozik és mi nem tartozik a WC-be?

📝 **Értelmezési tipp:** Ebben a részben célszerű felvilágosítani a látogatókat, hogy mi az, ami nem tartozik a csatornába, vagy mit nem szabad otthon a WC-n, konyhai mosogatón, mosogatón leöblíteni.

💡 Válasz: A szennyvíz nem tartalmazza:

- ételmaradékok
- konyhai aprítógépekből származó hulladék
- zsírok és olajok
- higiéniai kellékek – nedves és kozmetikai törülközők, vattakorongok, eldobható pelenkák,...
- települési hulladék
- vegyszermaradványok, esetleg higany

Érdekesség: A karácsony kritikus időszak, amikor az emberek rossz szokása, hogy hatalmas mennyiségű olajat öntenek a szemétkébe. Az olaj az olajtartályokban vagy a gyűjtőudvarban található.

? **Kérdés:** Ezek a dolgok miért nem a csatornába tartoznak?

💡 **Válasz:** Mert károsíthatják vagy eltömíthetik a szennyvíztisztító csatorna csatornáit, berendezéseit. Például a zsír lerakódik a csatorna falára, és más szennyeződések (szalvéták, higiéniai cikkek,...) megakadnak rajta. Ez a csövek teljes eltömődéséhez vezethet, és a szennyvíznek nincs hová lefolynia. Nem csak a szennyvizet a tisztítótelepre szállító csövekről van szó, az otthonában lévő szennyvízvezetékekben is előfordulhatnak dugulások. Ebben az esetben a jogorvoslat nagyon bonyolult és kellemetlen. Illetve ételmaradékok esetén rengeteg patkányt tudnak elhelyezni a csatornáknak, amelyek betegségeket hordozhatnak, és általában nem szívesen látott vendégek a városokban és otthonokban, amelyeket aztán csatornairtással kell kezelni. Veszélyes anyagok és vegyszerek esetén fennáll a tisztítómű technológiájának, különösen a biológiai folyamatnak a károsodásának veszélye, valamint a szennyvízrendszeren és a tisztítótelepen dolgozók veszélyeztetése.

Érdeklődő: *A zsírral és egyéb szennyvízhulladékkal kapcsolatos csatornadugulások leghíresebb esete 2017-ben Londonból származik. A felhalmozott anyag 250 métert mért és 130 tonnát nyomott. 9 hét munkába telt az eltávolítása. Angolul még a "Fatberg" nevet is kitalálták erre a "betétre", amely a "fat" - zsír és "iceberg" - jéghegy szóból jött létre, csehül "tukovec"-nek is nevezhetnénk.*

2.4.2 A víz útja a szennyvíztisztítóhoz



Értelmezési tipp: Itt jó tudni, hogy hol folyik a szennyvíz az Ön tisztítótelepére (mely városokból/körzetekből/településekből), mennyi (évente és másodpercenként), hány embertől származik, mennyi a csatornahálózat, amely a vizet szállítja, mennyi idő alatt jut el a szennyvíz a tisztítótelepre. A látogatók körében közvélemény-kutatást készíthet arról, hogy kinek a szennyvize folyik ide, hova folyik az iskolájuk szennyvize stb.

? **Kérdés:** Hogyan történik a szennyvíz elvezetése a szennyvíztisztító telepre?

💡 **Válasz:** Az épületek szennyvizét a csatornahálózatot alkotó nagyobb csövekbe nyíló csöveken vezetik el. A szennyvízhálózat olyan szállítási rendszer, amely a szennyvizet a származási helyről a tisztítási helyre szállítja. A csatornahálózat a föld alatt van, de az utcán lévő kerek aknafedelekből tudjuk megmondani, hová vezet.

A szennyvízrendszer, vagy csatornahálózat aszerint, hogy a szennyvíz és a csapadékvíz együttes elvezetése történik-e, különböző stílusokban alakítható ki. Egységes hálózat, ahol – ahogy a neve is sugallja – minden szennyvizet elvezetnek, függetlenül annak típusától, azaz a szennyvizet az esővízzel együtt. Külön rendszernek nevezzük azt a csatornahálózatot, ahol a szennyvizet és az esővizet külön csatornákon vezetik el, és nem keveredik. A szennyvizet szennyvíztisztító telepre vezetik, míg az esővizet például egy vízfolyásba.

Az egységes csatornahálózat hátránya a heves esőzések alatti túlterhelés. A szennyvízhálózat a maximális szennyvíz befogadására alkalmas, és ugyanez igaz a szennyvíztisztító telepre is. A szennyvízhálózat vagy szennyvíztisztító telep kapacitásának túllépése esetén az „extra” szennyvíz a tehermentesítő kamrákon keresztül közvetlenül a vízfolyásba esik. Ez a kezeletlen szennyvíz, amely például WC-kből származó szennyvizet tartalmaz, szennyezi a vízi utat.

A csatornarendszerbe kerülő csapadékvíz mennyiségének csökkentésére egy lehetőség a csapadékvíz célzott felfogása. Az esővizet, amely a járdán, úton vagy például a tetőn lefolyva a csatornába, úgy vezetik el, hogy a talajba jusson, ahol a növények felhasználhatják.

Általános iskola: *Nézzé meg, milyen messze van az iskola, ahonnan jöttek, és hasonlítsa össze a csatornahálózat hosszával. Hadd találgassák, mennyi idő alatt érkezik meg a szennyvíz a tisztítótelepre. Beszéljétek meg, hol és miért található a csatornákból (főutakból) származó aknák. Lehetőség van rákérdezni a szennyvízhálózatok különféle tárgyaira és eszközeire, amelyekkel találkoztak - leggyakrabban egy csatornát említenek, elmondhatja nekik, hogy helyesen hívják lefolyónak vagy gulának.*

Érdeklődő: *Az utcákon leggyakrabban két tárggyal találkozhatunk, amelyeket általában "csatornaként" szoktak emlegetni. Lehet, hogy észrevette, hogy egyes "csatornákból" van rács, és lehetővé teszik a víz beáramlását. Ezek csatornalefolyók, amelyeket gulának is neveznek. De néhány nyíláson vagy csak apró lyukak vannak, vagy egyáltalán nincsenek lyukak. Ezek szennyvízcsatorna-aknafedeledek, amelyek hozzáférést biztosítanak a csatornahálózat objektumaihoz. Általában bekötést, valamilyen csatornairány-változást rejtene (bontóakna), vagy rendszeresen elhelyezett ellenőrző aknáról van szó, hogy biztosítsák a csatornába való bejutást és annak nyomott vízzel és speciális berendezéssel történő tisztítását.*

? Kérdés: Miért van szagú a csatorna?

💡 Válasz: A szennyvízhálózatban a szerves vegyületek lebomlása során erős szagú gázok keletkeznek. A szerves vegyületek lebomlása olyan helyeken történik, ahol alacsony a szennyvízáramlás vagy a csatornahálózat nem megfelelő lejtése. A ként tartalmazó szerves vegyületek bomlása során szulfán keletkezik, amely mérgező gáz. A szulfán rohadt tojás szaga van.

Jelentős szerepet játszik a csatornarendszer levegőáramlása is. Ha elegendő oxigén van a szennyvízben, a rothadás minimálisra csökken.

Heves esőzéskor az összes leülepedett szennyeződést a csatornahálózatba öblítik. A szennyvíz első hulláma, amely a tisztítótelepre érkezik, ezért nagyon koncentrált.

Általános iskola: Adhatsz teret a tanulóknak, és megkérdezheted, hogy érezték-e már a szennyvíz szagát, és mihez hasonlítanák.

SŠ: A szulfán már 0,5 ppm (részecske per millió) koncentrációban szaga. Itt tanácsot kérhet a tanulóktól – szerintük hány molekulának kell lennie a szennyvízben ahhoz, hogy érezzük a szulfánszagot? Ez a kérdés gondolkodásra készíti a tanulókat, és megismerteti velük a ppm új mértékegységeit, amelyeket gyakran használnak a koncentráció kifejezésére az Egyesült Államokban.

A szulfánszag tehát a koncentrációtól származik, amikor kétmillió levegőmolekulához (oxigén + nitrogén) egy molekula szulfán jut a levegőben. Vagy 0,00005% szulfántartalommal a levegőben. Tehát 0,5 ml szulfán 1 m³ levegőben.

? Kérdés: Élnek-e állatok a csatornában?

💡 Válasz: patkányok vannak a szennyvízhálózatban, a maradékot a hulladékba dobva táplálékot biztosítunk nekik. Emiatt egyes városokban akár elszaporodhatnak is. A tavaszi-nyári hónapokban irtásukra kerül sor, amikor mérgező csapdákat helyeznek ki a csatornahálózatba, hogy a patkányállományt ésszerű szinten tartsák. A Hubex-et patkányok kiirtására használják - nedves környezetre alkalmas táplálékcsapdák. Ezek tartalmaznak például zsemlemorzsát, lisztet, kukoricát, csokoládét, zsírt és a véralvadást gátló hatóanyagot.

A patkányt gyakran összetévesztik patkánnyal. A patkány világosabb szőrű, nagyobb, rövidebb a farka, mint a teste, és szereti a nedves környezetet. Míg a patkány legfeljebb feketésszürke szőrű, kisebb, de a farka hosszabb, mint a teste, és nem szereti a nedves környezetet.

? Kérdés: Milyen hőmérsékletű a csatorna?

💡 Válasz: A csatornában lévő szennyvíz hőmérséklete évszaktól függ, 8-20 °C között mozog.

? Kérdés: Milyen alakú a csatorna?

💡 Válasz: A csatornák keresztirányú profiljai különböző alakúak lehetnek. Az alapforma kör alakú. Egy másik forma az ovális forma, amely ideális egyenletes, ingadozó áramlású lefolyókhoz. A szájprofil akkor használják, ha nincs elegendő fedőmagasság.

? Kérdés: Milyen anyagokból készül a csatornahálózat?

💡 Válasz: A csatornahálózatot kopásnak, korrózióknak, vegyszereknek és mikrobiális hatásnak ellenálló anyagokból kell kiépíteni. A csatornahálózat kiépítéséhez kőedényt, betont, öntöttvasat, bazaltot, csatornatéglát (harangblokkot) vagy műanyagot használnak.

Érdeklődő: A csatornaépítésnél korábban speciális kerámiatéglákat, az úgynevezett harangtéglát használtak. Speciális agyagból készült nagyon kemény téglákról van szó, amelyeket téglakemencében kétszer égetnek ki redukáló lángban. Régi harisnyahálók láthatók például Rómában (Forum Romanum) vagy Prágában, ahol évente többször is megnyílik a külföldiek bejárata (az óvárosi csillagászati óránál). Itt lehet belépni a több mint száz éve épült összekötő kamrába.

2.4.3 Szennyvíztisztító telep



Értelmezési tipp: Ezt a részt úgy kell összeállítani, hogy megfeleljen az adott tisztítóüzemnek. A következő bekezdésekben a szennyvízkezelés általános leírását találja. Az Ön tisztítótelepén található egyes technológiák pontosabb magyarázatához használja a 3. A szennyvíztisztító technológiák leírása című fejezetet. Ez a fejezet úgynevezett katalógusként készült, melyből csak az Ön számára megfelelő részeket választhatja ki a kirándulás értelmezésében.

? Kérdés: Hol és hogyan tisztítják a szennyvizet?

💡 Válasz: A szennyvíztisztító telepen.

A szennyvízhálózat a szennyvizet a szennyvíztisztító telepre juttatja, ahol megkezdődik a tisztítása. Kis mennyiségű szennyeződést a természet maga is megtisztít, ezt a folyamatot öntisztulásnak nevezik. A szennyvíztisztító telep ugyanazokat az elveket alkalmazza, mint a természet, csak mi teremtjük meg az optimális feltételeket ahhoz, hogy a lehető leggyorsabban lezajljanak.

A víz tisztításának módja az adott helytől függően változik, attól függően, hogy milyen technológiával van felszerelve a tisztítómu, milyen típusú szennyvíz folyik be, és mennyi vizet tisztítanak.

A szennyvíz lehetőség szerint gravitációval, azaz gravitációs eséssel áramlik át a tisztítótelepen. Ez különösen előnyös az áramfogyasztás szempontjából. Energiát takarítunk meg, amit egyébként a szivattyúk működtetésére használnánk fel.

Először is el kell távolítanunk a vízben lebegő vagy az alján lévő nagy tárgyakat. Ez lehet például kövek, homok, ételmaradék vagy nedves törülköző. Ezeket a tárgyakat úgy távolítják el, hogy a víz áramlása lelassul, és a szennyeződés a fenékre rakódik (kavicsfogó, homokfogó), vagy rácsokon, szitákon (fésülőhelyiség) megakad. A fent említett tárgyakon kívül a vízben fel nem oldott szerves anyagok is vannak, amelyeket ülepedő tartályokba zárnak be. Ezt a leülepedett anyagot, az úgynevezett elsődleges iszapot, kiszivattyúzzák további feldolgozásra az iszapkezelésbe. Ekkor a vízben marad a szabad szemmel nem látható szennyeződés, azaz feloldódik a vízben.

Az oldott szennyeződés bizonyos mértékig képes eltávolítani a baktériumokat és más mikroorganizmusokat a vízből (aktíváló tartály). Technikailag ezeknek a baktériumoknak az összegyűjtését eleveniszapnak, a tisztítási folyamatot pedig biológiai tisztításnak nevezik.



Értelmezési tipp: A biológiai szennyvíztisztítás leírásának mélységét célszerű a célcsoporthoz igazítani. Az alábbiakban változatokat kínálunk a hallgatók szintjének megfelelően.

ZŠ: *A szennyvíztisztító telepen úgy tartjuk ezeket a baktériumokat, mint az állatokat az állatkertben. Gondoskodunk róluk azáltal, hogy megfelelő életkörülményeket teremtünk számukra, és táplálékul szennyvizet adunk nekik. Itt többféle baktériumot szaporítunk. Milyen feltételekre van szükségük az élethez? Természetüktől függ, van, akinek sok levegőre van szüksége az élethez, míg mások értékelik, ha egyáltalán nincs levegőjük. Az elégedett baktériumok együtt élnek, és olyan kisvárosokat hoznak létre, amelyeket pelyheknek nevezünk, elszaporodnak és népességük nő.*

SŠ: *Az eleveniszap mikroorganizmusokból áll, amelyeket a szükséges mennyiségben tartunk fenn a szennyvíztisztító telepen. Az eleveniszapos mikroorganizmusok közé tartoznak a*

baktériumok, protozoák (trágyabogarak, puhatestűek, rákfélék), metazoák (forgófélek, fonálférgék, férgek), valamint penészgombák, gombák és élesztőgombák.

Értelmezési tipp: Itt jó lenne néhány képet vagy videót mutatni a gyerekeknek az említett mikroorganizmusokról, például mobiltelefonon, hogy ne csak hosszas magyarázat legyen. Ezenkívül ösztönözheti a gyerekeket, hogy kérjenek további információkat az iskolában a biológiatanáruktól.

A baktériumok anyagcseréjük révén alakítják át a szennyvízből származó szennyezést, azaz a szennyezés táplálékul szolgál számukra. Az anyagcseréjük alapján többféle baktériumfajtát különböztetünk meg. A szerves szubsztrátot oxidáló baktériumok (organotróf), az ammónia-nitrogént és a nitrit-nitrogént nitrát-nitrogénné oxidáló baktériumok (nitrifikáló), a nitrát-nitrogént gáz-halmazállapotú nitrogénné redukáló (denitrifikáló) és a sejtekben nagyobb mennyiségű foszfort (poli-P) felhalmozó baktériumok. Az egyes baktériumfajtáknak megfelelő oxigénköörülményekre van szükségük az anyagcseréjükhöz - az oxidáló baktériumoknak oxigénre, a redukáló baktériumoknak viszont gyakorlatilag oxigénmentes körülményekre van szükségük. Ezért a szennyvíztisztító telepen a körülmények úgy változnak, hogy az egyes baktériumfajták el tudják látni a dolgukat. A baktériumok pelyhekben élnek együtt, szaporodnak és mennyiségük vagy koncentrációjuk a rendszerben növekszik.

Érdeklődő: Az eleveniszapban lévő egyes élőlényfajok között állandó heves verseny folyik az erőforrásokért ("élelmiszerért"). Az a baktérium szaporodik a legtöbbet, amelyik a beállított feltételek mellett a legtöbb energiát képes megszerezni, és így kezd dominálni és kiszorítani a kevésbé sikereseket. A különböző típusú szennyeződések lebontó baktériumcsoportok gyakran teljesen más körülményeket tartanak ideálisnak. Ezenkívül a legtöbb baktérium különféle anyagcsere-utakon keresztül képes feldolgozni az "élelmiszert". Például oxigén jelenlétében úgynevezett aerob légzéssel távolítják el a szerves anyagokat, de ha nem áll rendelkezésre oxigén, átállíthatják anyagcseréjüket a jóval kevésbé előnyös denitrifikációra. Az élőlények mindig azt a folyamatot „választják ki”, amelyből az adott körülmények között a legtöbb energiához jutnak. A tisztítótelepeken azonban gyakran szükségünk van olyan baktériumokra is, amelyek kevés tápanyagreakciót hajtanak végre, ezért lassan szaporodnak. Igyekszünk számukra a lehető legjobb körülményeket megteremteni, kényeztetni őket. Tipikus példa erre a nitrifikáló organizmusok, amelyek számára feleslegben oxigénnel regeneráló tartályokat építünk, ahol „pihenhetnek” és „emészthetik” a raktározott anyagokat.

Az eleveniszapos élőlények valóban mikroszkopikus méretűek, méretük tíztől a mikrométeres egységig terjed. Referenciaként egy mikrométer a méter egy milliommód része. Ezek az apró élőlények csak kis élelmiszermolekulákat képesek lenyelni. A legtöbb szennyezőanyag azonban a vízben sokkal nagyobb. Tehát hogyan tudják a baktériumok megemészteni ezeket a nagyobb szennyeződések? Ehhez a baktériumok speciális vegyszereket, úgynevezett exoenzimeket használnak. Az enzimek olyan anyagok, amelyek felgyorsítják vagy lassítják a kémiai reakciókat. Az eleveniszapos baktériumok esetében a hidrolízis nevű folyamat segíti őket. Az "exo" előtag azt jelenti, hogy ezeket az enzimeket a baktériumok a szervezetükből a környezetbe bocsátják ki. Olyan, mint egy pók, amely emésztőnedvét a hálójába fogott légybe fecskendezi. A pókhálóban légy helyett ebben az esetben szennyvíz van a tartályban. A hosszú szennyező molekulák exoenzimek

segítségével kisebb molekulákra hasadnak. Ezek már elég kicsik ahhoz, hogy a baktériumok befogadják a sejtjeikbe, és ott tovább dolgozzák és megemésztik őket.

Ezután a baktériumok tovább üleptik a tartályokat, ahol el kell választani őket a tisztított víztől. A pelyhekben (vagy "városukban") lévő baktériumok lassan lesüllyednek a tartály aljára. A baktériumok nagy részét vissza kell helyezni a folyamatba, hogy megtisztítsuk az újonnan befolyó szennyvizet. Ez egy folyamatos folyamat, és nem engedhetjük meg magunknak, hogy megvárjuk egy új, teljes értékű mikroorganizmus-kultúra növekedését. És mivel a mikroorganizmusok nagyon gyorsan szaporodnak, egy részüket a "redundancia" miatt eltávolítják a folyamatból, és az iszapkezelőbe szivattyúzzák további feldolgozás céljából.

Az üleptető tartály tetején a megtisztított víz található, amely a széleken vagy egy süllyesztett lefolyócsőbe ömlik, és a tisztítótelepről visszafolyik a természetbe (például vízfolyásba).

Érdeklődő: Ha az eleveniszapról csak a baktériumokról beszélünk, az durva leegyszerűsítés. Valójában az eleveniszap egy egész mikrokozmosz, számtalan különféle baktériumfajtaival uralja, de ezeken kívül magasabb rendű mikroorganizmusok, például különböző protozoonok, metamorfok, csillófélék, férgek, rotiferek vagy atkák, valamint megfelelő körülmények között és bizonyos helyeken fotoszintetizáló szervezetek, például algák is megtalálhatók az aktivált iszapban.



Értelmezési tipp: Itt jó figyelmeztetni a látogatókat, hogy ez a víz nem iható! És illik megmagyarázni, hogy miért.

? Kérdés: A szennyvíztisztítóba kifolyó víz iható?

💡 Válasz: Az így tisztított víz elég tiszta ahhoz, hogy ne szennyezze a patakot megnövekedett mennyiségű szerves anyaggal, nitrogénnel és foszforral, de nem iható! Hasonló a víz közvetlen folyóból vagy tócsából való ivásához. Azokat a baktériumokat, amelyek emésztési problémákat okozhatnak, el kell távolítani ebből a vízből.

? Kérdés: Hol termelik az ivóvizet?

💡 Válasz: Az ivóvíztisztító telepen. Ami egy másik készülék, amelyben természetes eredetű vízből állítják elő az ivóvizet.

2.4.4 A szennyvíz minősége és ellenőrzése



Értelmezési tipp: Helyes megemlíteni, hogy a tisztított víz melyik vízfolyásba ömlik, és milyen minőségi osztályba tartozik, és elegendő-e a vízhozam a patakban.

Ha rendelkezik mobil analitikai eszközökkel (pH-szonda, csepptesztetek,...), akkor a látogatók ellenőrizhetik a szennyvíz minőségét.

? Kérdés: Hogyan tudhatjuk meg, hogy a tisztított szennyvíz rendben van?

💡 Válasz: A lefolyás minőségét különböző módon értékelik. A legegyszerűbb az érzékszervek (látás, szaglás) használata – a tapasztalt dolgozók emlékeznek rá, hogyan "néz ki" normálisan a lefolyó, ha valami megváltozik (szín, átlátszóság, pelyhek mennyisége, szag), keresik az okot. További segítség az online szondák és analizátorok (például ammónia, nitrát, zavarosság, foszfátok stb. mérésére), de ezek nagyon drágák (több mint tízezer-százezer CZK darabonként), ezért igazán nagy tisztítótelepeken használják őket. Hordozható szondák és "cseppteszték" is használhatók, ahol a színt színskálával hasonlítják össze. A legpontosabb az anyagok laboratóriumi meghatározása.

? Kérdés: Milyen minőségűnek kell lennie a tisztított szennyvíznek?

💡 Válasz: A tisztítóműből származó szennyvíz minőségét jogszabályi előírások szabályozzák. A cseh szabályozás megfelel az Európai Unió jogszabályainak. A határértékek mind az egyes vegyületek határértékeire, mind az egyes anyagok szennyvíztisztító telepen történő eltávolításának hatékonyságára vonatkoznak. A határértékek szintje a tisztítótelep méretének megfelelően történik, minél nagyobb a tisztítómű, annál szigorúbbak a határértékek. A tisztítótelepekre vonatkozó pontos határértékeket a vízügyi hatóság határozza meg, és az egyes tisztítótelepeken némileg eltérő határértékek lehetnek. A kifolyó tisztított víz minőségét a hatóságok, például a Cseh Környezetvédelmi Felügyelőség, a vízügyi hatóságok, stb. független ellenőrzésnek vetik alá. A határértékek túllépése esetén a tisztítótelepek üzemeltetői bírságot fizetnek.

A tisztított szennyvíz mennyiségének mérése érdekében a tisztított víz áramlásmérését a tisztítótelep kivezetésénél telepítik. A vízáramlás mérésére leggyakrabban egy szintérezekelővel ellátott Parshall-vályút használnak.

Egyes vízfolyásokban (folyók, patakok) az átfolyó víz jelentős részét a tisztítómű szennyvize adja. Vannak olyan esetek is, amikor a tisztítóműből származó szennyvíz minősége magasabb, mint a vízi út minősége. Módosulnak a vízügyi hatóság által meghatározott határértékek a levízi vízhasználat (üdülési vagy ivóvízkivétel) tekintetében.

ZŠ: Ne terheljük ezeket a tanulókat a jogszabályi előírások részleteivel, elég annyit mondani, hogy a tisztított víznek meg kell felelnie a szén-, nitrogén- és foszforkoncentráció bizonyos paramétereinek, mielőtt a folyóba kerül, és nagy mennyiségű fel nem oldott anyag nem úszhat benne.

Középiskola: Ezeknek a tanulóknak részletesebben elmagyarázhatjuk, hogyan működik a vízhozam mintavétele és mérése.

Érdeklődni: Ha valakit nagyon érdekel a szennyvízkibocsátási határértékek, az a 401/2015. A jogszabály érdekessége két határérték, „m” és „p” bevezetése. Az „m” szimbólum a maximálisan meg nem haladó határértéket jelöli, a „p” szimbólum pedig a megengedett határértéket, amely bizonyos mennyiségű lefolyási mintában megengedett mértékben túlléphető.

? Kérdés: Milyen további tisztítási lehetőségek vannak, hogy még tisztább legyen a víz?

💡 Válasz: Bizonyos esetekben a víz feldolgozása úgynevezett harmadlagos kezeléssel történik (a mechanikai és biológiai tisztítást nevezhetjük primer és másodlagos kezelésnek), amely már tartalmaz speciális eljárásokat, amelyek az adott kezelt vízre vagy befogadóra jellemző vagy jelentős vízminőségi mutatók beállítására szolgálnak.

A szennyvíztisztító telepeken egyre elterjedtebb a harmadlagos tisztítás a fokozatosan szigorodó határértékek miatt, amelyek csak elsődleges és másodlagos tisztítással nem teljesíthetők.

A harmadlagos tisztítási módszerek közé tartozik a fertőtlenítés, a membrántechnológiák, a foszfor kémiai kicsapása vagy az aktív szénrétegen keresztül történő szűrés. Más szóval, ezek vízmű módszerek.

ZS: Ha az Ön tisztítótelepe nem rendelkezik a harmadlagos tisztítási technológiával, akkor elég azt mondani a csatorna végén, hogy a tisztított szennyvízre vonatkozó követelmények fokozatosan növekedni fognak, és emiatt más technológiák is megjelennek a tisztítótelepen.

Érdekesség: 2024-ben megjelenik az Európai Unió új szennyvízkezelési irányelve, amely drámaian szigorítja a kibocsátott szennyvíz tápanyag-korlátait.

2.4.5 A takarítás jövője

? Kérdés: Hogyan fog kinézni a szennyvíztisztítás a következő években, évtizedekben?

💡 Válasz: A világ néhány tisztítótelepén már létezik harmadlagos és kvaterner tisztítás, vagyis a tisztítás következő szintje, amikor jó minőségű víz hagyja el a tisztítótelepet. Ez a víz azonban már nem csak a vízi útba kerül. Kiváló minőségének köszönhetően újrahasznosítása (újrafelhasználása) lehetséges.

? Kérdés: Mire használható az újrahasznosított víz?

💡 Válasz: Az újrahasznosított víz néhány lehetséges felhasználási módja:

- öntözés és mezőgazdaság – kertek, városi zöldövezetek, golfpályák és mezőgazdasági területek öntözése
- ipari alkalmazások – különféle ipari folyamatokban, például hűtésben vagy mosásban történő felhasználás
- tereprendezés – tavak és szökőkutak mesterséges beszivárgása vagy feltöltése

A jövőben nagy nyomás nehezedik a kibocsátott szennyvíz minőségére, nemcsak a tápanyagok, hanem a mikroszennyező anyagok, például gyógyszermaradékok, antibiotikum rezisztencia gének, mikroműanyagok, növényvédő szerek stb.

Világszerte a szennyvíztisztító telep megnevezése (angolul) már laza fordításban vízviszanyerő telepre változik, vagyis olyan helyre, ahol vizet nyerünk vissza.

Kíváncsi: a szennyvíz kapcsán gyakran szóba kerülnek az úgynevezett mikroszennyezők. Ez egy tág fogalom, amely magában foglalja az olyan anyagokat, mint a gyógyszermaradványok, hormonok, mikroműanyagok, peszticidek, testápolási termékekből származó anyagok, egyes iparban használt anyagok. Ez a szennyvízben nagyon alacsony koncentrációban előforduló anyagok széles csoportja. Eltávolításuk mértéke a tisztító üzemekben eltérő, mindig az adott anyagtól függ. Eltávolításukat az is nehezíti, hogy koncentrációjuk a szennyvízben nagyon

alacsony. Hatékonyabb megszüntetésük érdekében a jövőben a tisztítómű technológiáit speciális szakaszokkal kell kiegészíteni, mint például fejlett kémiai oxidáció, aktív szénen történő szorpció és hasonlók.

2.5 A szennyvízből nyert anyagok és energia története



Értelmezési tipp: Ennek a résznek a elmondásakor nagyon fel kell kelteni a résztvevőket, mivel a társadalomban még mindig nagy a megbélyegzés a szennyvízkezeléssel kapcsolatban. Az emberek megértik a szennyvíztisztítás szükségességét, de ezt csak szükségszerűségnek tekintik. A dolog ezen oldaláról új perspektívát mutathat be a résztvevőknek – a tisztítótelepeken a szennyvíz tisztítása során értékes anyagokhoz juthatunk, pl. az eleveniszap hulladéknak minősül, de értékes alapanyagnak is tekinthető! Maga az iszap kiváló trágyázó tulajdonságokkal rendelkezik, fokozatosan bocsátja ki a tápanyagokat, és segíti a talaj vízvisszatartását is. Az iszap további feldolgozásával energiát nyerhetünk (pl. biogáz feldolgozásával), valamint az iszapban lévő elemeket - főként foszfor- és nitrogénvegyületeket.

A szennyvíz hihetetlenül sok különböző anyagot és energiát tartalmaz. Például, ha az emberi emésztést nézzük, akkor az élelmiszerekből származó anyagok nagy része a szennyvízbe kerül, mert az emésztésünk nem teljesen tökéletes, és nem tudunk minden anyagot maradéktalanul felhasználni.

ZŠ: Csak a szennyvízből nyerhető anyagokat foglalja össze, és összpontosítson az iszap mezőgazdasági területeken történő felhasználására vagy égetésre.

Középiskola: Az idősebb tanulók részletesebben foglalkozhatnak a foszfor anaerob stabilizálásával és kicsapásával.

Érdekesség: Ismertesse részletesen a különböző égési módokat (pirolízis, elgázosítás), mik a termékek itt, és említse meg a bioszenet, mint perspektivikus anyagot. Ebbe a csoportba tartozik a biogáz biometánná történő finomítása is. Meg kell említeni, hogy Európában (még Csehországban is) egyes szennyvíztisztító telepek már energetikailag önellátóak, vagy akár több energiát termelnek, mint amennyit elfogyasztanak, köszönhetően az elegendő biogáz-termelésnek.

? Kérdés: Milyen anyagokat nyerhetünk ki a szennyvízből?

💡 Válasz: Összefoglaló azokról az anyagokról, amelyeket a szennyvízből ki tudunk nyerni:

- Szerves anyagok, N, P,....
- Iszap
- Energia
- Egyéb - zsír, cellulóz
- Kavics, homok

Érdeklődő: Régebben az ürüléket főként a mezőgazdaságban használták műtrágyaként. A vizeletet régebben tisztítószerként, az ókori rómaiak fogfehéritesre használták. A szöveteket festés előtt vizelettel áztatták, hogy a szín tartósabb legyen. A vizelet a lőporgyártás fontos

alapanyaga is volt. Az ürüléket a bőr kezelésére használták, a tímároknak úgynevezett piszoárjuk volt a kocsmákban a vizelet gyűjtésére.

? Kérdés: Milyen anyagok válnak el a víztől a mechanikus víztisztítás során?

💡 Válasz: A szennyvíztisztító gépészeti részében a szennyvízből salakot, homokot, kavicsot, olajokat és zsírokat nyerünk. A törmelékek higiéniai szempontból kifogásolhatók, ezért hulladéklerakókba kerülnek, vagy égetőkben égetik el. Egy lakos átlagosan 5-15 liter szilánkot termel évente. A homok és a kavics higiéniailag is kifogásolható, de kezelés után például az építőiparban használhatók. Az olajokat és zsírokat az anaerob stabilizálás során használják fel, majd biogázt állítanak elő belőlük, amiből energiát lehet felhasználni.

? Kérdés: Hogyan távolítják el a tápanyagokat a szennyvízből?

💡 Válasz: Számos biológiai folyamatot alkalmaznak ezen elemek eltávolítására, amelyek a tisztítótelep aktiváló tartályában zajlanak.

Szén eltávolítás

- Szerves anyagok oxidációja mikroorganizmusok hatására oxigén jelenlétében szén-dioxidá és vízzé. A szén-dioxid egy ártalmatlan gáz, amely a légkörbe kerül.

Nitrogén eltávolítás – nitrifikáció és denitrifikáció

- A nitrogén elsősorban a vizeletből kerül a szennyvízbe.
- A nitrogén eltávolítása két folyamaton keresztül történik: nitrifikáció és denitrifikáció.
- A nitrifikáció során a nitrifikáló baktériumok az ammóniumiont nitriteken keresztül nitrátokká oxidálják. A folyamat során a tartályokat intenzíven levegőztetni kell, mivel a folyamat során nagy mennyiségű oxigén fogy el. A levegőztetés energetikailag és ezért anyagilag is megterhelő. A levegőztetés a tartály alján található fúvók és levegőztető elemek segítségével történik. A fúvó levegőt fúj ezekbe az elemekbe. Ezt követően finom buborékok keletkeznek az elemekből.
- A denitrifikáció során a nitrátok nitrogéngázzá alakulnak. Végül a nitrogén (a légkör körülbelül 78%-át kitevő ártalmatlan gáz) eltűnik a vizünkből, és a légkörbe szivárog. A denitrifikáció során a szennyvízből származó szerves szén is elfogy.
- Ha a szennyvízben hiányzik a szerves szén, akkor külső szubsztrátumot (leggyakrabban metanolt) kell a tartályokra felvinni - a baktériumok ezután a külső szubsztrátumot használják fel a nitrát nitrogéngázzá történő metabolizálására.
- A megfelelő mennyiségű szerves szén miatt általában van egy tartály, amelyben a nitrifikáció előtt denitrifikáció megy végbe. A tartályok között ezután belső recycling működik, ahol a nitrifikációból származó szennyvíz egy részét visszaszivattyúzzák a denitrifikációba, így a nitrifikáció során keletkező nitrátok a denitrifikációba kerülnek, ahol a feltételek megfelelőek az eltávolításukra. Megjegyzés: ez a rész jelentősen eltérhet az adott vegytisztítótól függően. Igazítsa az értelmezést a technológiájához, és különösen a közönségéhez. A nitrogéneltávolítás részletes leírása nagyon zavaró és bonyolult lehet az általános, de gyakran a középiskolák számára is.

Foszforeltávolítás – kémiai kicsapás vagy fokozott biológiai foszforeltávolítás

- A foszfor ürülékből, ipari mosodákból (engedélyezett foszfátos mosószereket), tablettákból mosogatógépben kerül a szennyvízbe.

- A foszfort kémiai kicsapással vagy a foszfor fokozott biológiai eltávolításával lehet eltávolítani a vízből speciális foszforgyűjtő baktériumok segítségével.

? Kérdés: Keletkeznek-e üvegházhatású gázok a tápanyagok eltávolítása során?

💡 Válasz: Az aktiválás során üvegházhatású gázok képződnek: szén-dioxid (a szerves szén eltávolításának terméke), dinitrogén-oxid (nitrifikáció során keletkezik) és helyenként rendkívül alacsony oxigénkoncentráció mellett metán. A dinitrogén-oxidnak és a metánnak lényegesen nagyobb az üvegházhatása, mint a szén-dioxidé. Más üvegházhatású gázok keletkeznek a tisztítótelepen lévő gépek meghajtásához szükséges villamos energia előállításának során.

? Kérdés: Mi az iszap az iszapkezelés szempontjából?

💡 Válasz: Az iszap a szennyvíztisztítás hulladékterméke, amely a tisztított víz térfogatának 1-2%-át teszi ki, de a szennyvíztisztító telepre befolyó eredeti szennyezés 50-80%-a ebben koncentrálódik. Az iszapkezelés és feldolgozás célja a környezetre és az emberi egészségre gyakorolt negatív hatások minimalizálása. Az iszappal különböző módon foglalkozunk, ami a tisztítótelep méretétől függ.

A szennyvíztisztító telepen két tartályból gyűjtjük az iszapot. Először is eltávolítjuk az üleptető tartályból az iszapot, amelyet elsődleges iszapnak nevezünk. Ezt követően eltávolítjuk az üleptető tartályból az iszapot, amelyet másodlagosnak vagy többletnek nevezünk. Az elsődleges és másodlagos iszap keverékét nyers iszapnak nevezzük.

ZS: Ha Ön és a résztvevők a lefolyóból az iszapkezelésbe költöznek, érdemes újra leegyszerűsítve emlékeztetni őket arra, hogy mi is az iszap és honnan származik.

SŠ: Ezzel a hallgatói csoporttal ideális az iszapkezelés kezdetén vitát indítani arról, hogy milyen anyagok találhatóak az iszapban, és mi történhet velük, megpróbálva más anyagokhoz is eljutni, mint a szerves szennyezés. Az iszap szerves és szervetlen anyagok, víz és különféle mérgező anyagok, például nehézfémek, peszticidek, gyógyszermaradványok vagy patogén és egyéb mikroorganizmusok keverékét tartalmazza.

Érdekesség: Az elfogadható iszapkezelés költsége a szennyvízkezelés működési költségeinek körülbelül 50%-ának felel meg. A kisebb tisztítótelepeken nem érdemes iszapkezelést végezni.

? Kérdés: Hogyan dolgozzák fel az iszapot a kis tisztítótelepeken?

💡 Válasz: A kis tisztítótelepeken nem történik meg az anaerob stabilizáció az elégtelen biogáz termelés miatt. Ez azt jelenti, hogy az iszapot általában vagy aerob módon stabilizálják, vagy víztelenítik, vagy folyadékot szállítanak egy nagyobb tisztítótelepre. Az aerob stabilizálás során az iszapot vagy hosszabb ideig az aktiváló tartályban hagyják, vagy egy levegőztetett iszapteknőbe szivattyúzzák. A víztelenítés után az iszap egy nagyobb tisztítótelepre szállítható, ahol ezt követően rothasztó tartályokba kerül.

? Kérdés: Hogyan történik az iszap feldolgozása a nagyobb iszapkezelő telepeken?

💡 Válasz: Közepes és nagy tisztítótelepeken a leggyakrabban az anaerob iszapstabilizálást (vagy anaerob rothasztást) alkalmazzák. A befolyó szennyvízben található eredeti szennyezés nagy része az iszapban

koncentrálódik. A nagyobb szennyvíztisztító telepeken a szennyezés egy részét rothasztó tartályokban (anaerob stabilizálással) biogázzá alakítják.

Az anaerob stabilizálás során az iszapot olyan tartályokba gyűjtik, amelyekben az oxigénhez való hozzáférés korlátozott (=anaerob környezet). Ezekben a tartályokban az iszapban lévő anyagokat speciális baktériumok (metanogén baktériumok) segítségével lebontják biogáz előállítására. A tartályok hőmérséklete szerint megkülönböztetünk mezofil (35 °C) és termofil emésztést (55 °C).

Miután az iszap áthaladt a rothasztó tartályon, stabilizált iszapgá válik, ami azt jelenti, hogy intenzív spontán bomlás már nem mehet végbe benne. Az anaerob rothasztás során az iszap szárazanyagának körülbelül a fele alakul biogázzá.

SŠ: Az emésztési folyamatot anaerob stabilizálásnak is nevezik. Az iszapban lévő baktériumok a szerves anyagokat fokozatosan egyszerű cukrokká és alkoholokká, majd szén-dioxiddá, hidrogénné és metánná metabolizálják. Az ebben a folyamatban keletkező gázkeveréket biogáznak nevezik, és főként szén-dioxidból és metánból áll (kb. 60-80%). Az olyan berendezést, amelyben a biogázt hővé és villamos energiává alakítják, kogenerációs egységnek nevezzük. A biogázt belső égésű motorok vagy turbinák meghajtására használják. A biogáz elégetése hőt termel, és egyúttal egy generátort is működtet, amely villamos energiát termel.

Kíváncsi: Az anaerob stabilizálás során a szén-dioxid és metán mellett ammónia (ammónia) és szulfán is keletkezik, amelyek erős szagú gázok.

Érdekesség: A metanogén baktériumok fejlődését tekintve nagyon régi baktériumcsoport, 3,5 milliárd éve jelentek meg (a Föld kora 4,5 milliárd év). Akkoriban nem volt oxigén a légkörben, és a Föld légköre a mai Vénuszhoz hasonlított. Összehasonlításképpen: a dinoszauruszok 250 millió éve, az ember pedig 2,8 millió évvel ezelőtt jelent meg. Ha a tengely 0 a Föld teremtése és 10 a jelen, akkor a metanogének a 2.22 pontban, a dinoszauruszok 9.44-nél és az ember 9.99-nél jelentek meg).

? Kérdés: Mire használható a stabilizált iszap?

💡 Válasz: A stabilizált iszap felhasználása annak minőségétől függ. Ez az iszap trágyázó tulajdonságainak köszönhetően kijuttatható mezőgazdasági területekre, mivel nagy mennyiségű szerves anyagot, foszfort és nitrogént tartalmaz. Komposztáló üzemekben is használható. A feldolgozás másik módja a termikus feldolgozás, amely magában foglalja az égést, a pirolízist vagy az elgázosítást. A pirolízis során pirolízisgáz (syngas), olaj és szilárd maradék (bioszén) keletkezik. Manapság a bioszén nagyon ígéretes anyagnak tűnik, amely például növeli a talaj vízvisszatartását.

A stabilizált iszap mezőgazdasági területekre történő kijuttatásának kérdése összetett, mert egyrészt tudjuk, hogy az iszap értékes műtrágya, másrészt viszont számos szennyező anyag forrása lehet, például nehézfémek, gyógyszermaradványok, kórokozó mikroorganizmusok (pl. Salmonella) és perzisztens szerves anyagok. Ezért a mezőgazdasági területekre kijuttatott iszapnak mindenképpen meg kell felelnie a jogszabályi előírásoknak. A jogszabályi előírások nemcsak az iszap minőségét figyelik, hanem azt is, hogy milyen mennyiségben és hol

lehet iszapot kijuttatni. Technikailag szükség van olyan szerződött gazdákra, akik elegendő kapacitással rendelkeznek az iszap tárolására, mert a talajt évente néhány alkalommal trágyázzák, de az iszaptermelés folyamatos.

SŠ: Ha Ön és a diákok vitatkoztak arról, hogy az iszap milyen anyagokat tartalmaz, megpróbálhat feltenni egy kérdést rájuk vonatkozóan. Mit gondolnak - hova kerül a tisztítóiszap és hol lehetne tovább hasznosítani? A stabilizált iszapot a mezőgazdaságban használják a benne lévő szerves és szervetlen tápanyagok trágyázó tulajdonságainak felhasználása miatt. Van-e kockázata az iszap szántóföldi felhasználásának? (csak leegyszerűsítve)

Érdekesség: A stabilizált iszap mezőgazdasági területekre történő kijuttatásának lehetséges kockázata az iszap mikroszennyezőanyag-tartalma. Az iszapban található mikroszennyező anyagok közé tartoznak a mikroműanyagok, a peszticidek, az endokrin rendszert károsító anyagok és a gyógyszermaradványok. Alacsony koncentrációjuk ellenére ezek az anyagok potenciálisan negatív hatással lehetnek a környezetre és az emberi egészségre. Az iszap mezőgazdasági területeken történő felhasználására vonatkozó jogszabályi paraméterek közé tartoznak a mikrobiológiai kritériumok (Salmonella, E. coli és enterococcusok), valamint a nehézfémek, a poliklórozott bifenilek és a policiklusos aromás anyagok határértékei.

Az iszapban antibiotikum-rezisztencia gének is megtalálhatók, amelyek aztán átterjedhetnek más baktériumokra.

Az iszap kezelésére használható technológiák közé tartozik a pirolízis vagy az elgázosítás is, ahol iszaptól állítanak elő tüzelőanyagot. Például. a szomszédos Németországban az iszap kezelésének legelterjedtebb módja annak elégetése. Az iszapot vagy külön égetik el egy speciális égetőműben, vagy más anyaggal keverve együtt égetik el, pl. hulladékégetőben, erőműben/fűtőműben vagy cementkemencében.

Az iszapban nagy mennyiségű foszfor raktározódik, amelyet az iszaptól termikusan (az iszap elégetése utáni hamuból) vagy kémiai úton (kicsapás) nyerhetünk ki.

? Kérdés: Hogyan hasznosul a keletkező biogáz?

💡 Válasz: A biogázt kapcsolt energiatermelő egységben égetik el, ami hőt és áramot termel belőle. A hőt visszahasználják a rothasztó tartályainak fűtésére. A megtermelt villamos energiát a tisztítótelepen pl. szivattyúk működtetéséhez vagy az aktiváló tartály levegőztetéséhez.

A biogáz felhasználásának másik lehetősége annak biometánná történő finomítása. A biometán a földgázhoz hasonló tulajdonságokkal rendelkezik, és a gázvezeték-hálózatba szivattyúzható.

2.6 A csatornahálózatot gondozó és a szennyvíztisztító telepen dolgozó emberek története



Értelmezési tipp: A legtöbb embernek fogalma sincs, milyen nehéz a szennyvíz eltávolítása és tisztítása, és hány ember vesz részt különböző pozíciókban ebben a folyamatban. Emiatt javasoljuk, hogy a kirándulást gazdagítsák a szennyvízhálózatban vagy a tisztítótelepen dolgozók megemlékezésével, megfelelő helyen. E pozíciókkal kapcsolatos ismeretek gyarapításával növelhető e foglalkozások fontosságának felfogása és a tanulmányozásuk iránti érdeklődés. Itt lehet megemlíteni, hogyan alakul majd az igény ezekre a szakmákra, és azt is, hogyan változik például az egyes dolgozók munkatartalma (pl. szénlábnyom-számítás, szennyvíztisztító telepek digitális ikerestvére vagy ESG jelentés).

A szennyvíz eltávolítása és tisztítása folyamatos folyamat, amelyet nem lehet egyszerűen megállítani. Annak érdekében, hogy minden működjön, és az egész folyamat ne álljon le, sok különböző szakmában dolgozó ember sok erőfeszítésébe és munkájába kerül. Az egyes szakmák követik egymást, és egyik sem működhet a másik nélkül. A csatornahálózatot és a szennyvíztisztítót egy jól olajozott gépként láthatjuk.

A csatornarendszert rendszeresen ellenőrizni kell, és meghibásodás vagy szennyeződés miatti eltömődés esetén meg kell javítani vagy meg kell tisztítani. A csatornahálózat felmérését hálózatdiagnosztikára szakosodott vízügyi technikus végzi az ellenőrzött hely elején elhelyezett kamerarendszerrel és a kamerákat távirányítóval vezetik át a vezetéken. A csővezeték károsodott átteresztőképességének észlelése esetén fúvókával történő tisztítást és az anyag nagynyomású tisztítóköcsival történő kiszivattyúzását alkalmazzuk. Mostanában még olyan drónok is léteznek, amelyek automatikusan átrepülnek a csatornán, és elvégzik a szükséges méréseket. A javításokat és a tisztítást egy speciális csatornatisztító kamion kezelő szerelői és kezelői végzik.

A szennyvíztisztító telepen számos berendezés üzemel, amelyek üzemeltetését közvetlenül a vízgazdálkodási berendezésmérnökök irányítják. Ezek a dolgozók biztosítják a gépek, technológiai berendezések működését, teljes működőképességüket, rendszeres ellenőrzésüket. Az elektromos berendezések karbantartását és javítását üzemeltető villanyszerelők végzik. A szennyvíztisztító telep működése folyamatos, ezért szükséges a tisztítótelepen zajló folyamatok folyamatos felügyelete, melyet diszpécserek (vezérlők) biztosítanak. A diszpécserek a monitorokon figyelik a működésből származó kimeneteket, és a vezérlőrendszer segítségével szabályozzák a szennyvíztisztító telep működését. A diszpécserek műszakban dolgoznak, így a tisztítótelep 24 óras felügyelete biztosított.

A szennyvíz minőségét és a szennyvízkezelési folyamat különböző kimeneteit a laboratóriumon keresztül ellenőrzik. A laboratóriumi dolgozók mintákat dolgoznak fel, kémiai, mikrobiológiai és hidrobiológiai elemzéseket végeznek. A mintákat mintavevők gyűjtik és szállítják a laboratóriumba.

A technológus felelős a szennyvíztisztító telep megfelelő működéséért és a kifolyó tisztított szennyvíz minőségéért. A laboratóriumi elemzések eredményei, a tisztítótelepi szondák, analizátorok és áramlásmérők értékei alapján értékeli a tisztítási folyamatot, és beállítja az egyes készülékek beállításait a zavartalan működés és az átfolyó víz jó minősége érdekében.

Az irányítási rendszert informatikai szakértők ellenőrzik és fejlesztik. Érdekes ágazat a szennyvíztisztító telepek úgynevezett digitális ikerpárjainak speciális szoftverekkel történő létrehozása is, amelyek például különféle szokatlan helyzetek tesztelésében vagy a működés optimalizálásában hasznosíthatók.

Az utóbbi időben egyre nagyobb érdeklődés mutatkozik a karbonlábnyom és egyéb, a berendezések környezetre gyakorolt hatásával kapcsolatos paraméterek monitorozása iránt, és ezzel együtt a vízgazdálkodási területen is ezekre a szakemberekre.

A fent említett szakmák felsorolásából kitűnik, hogy a szakképzettséggel és egyetemi végzettséggel rendelkező dolgozó is elhelyezkedhet szennyvíztisztító telepen.

Általános iskola: Foglalja össze a szakmákat, és próbálja meg felsorolni azokat a tankokhoz, gépekhez, ahol a munkájukat végzik, hogy minél több elképzelésük legyen az adott szakmáról.

Középiskola: Az idősebb tanulók számára vannak olyan lehetőségek, ahol víztechnológusi pozícióra tanulhatnak – a vízre fókuszáló egyetemeken (VŠCHT, BUT, VŠB).

Inkvízítorok: Itt csak rajtatok múlik, hogy hozzatok-e különféle tárgyakat, amelyekkel ezek a szakmák dolgoznak: mintadobozok, műszerek, mérőhenger iszapmutatóhoz, fényképezőgép stb.

2.7 Víz árképzés

A víz ára gyakori téma a médiában és a nyilvános vitákban, de kevesen tudják igazán, hogyan számítják ki a víz teljes árát, és valójában mennyi erőfeszítésbe kerül az ivóvíz előállítás és a szennyvíz kezelése. Sokszor azt képzelik az emberek, hogy az ivóvizet egyenesen a forrásból lehet venni, ami ingyenes, és ekkor viták támadnak arról, hogy a vízgazdálkodási cégek óriási pénzt keresnek abból, ami a természetben valóban ingyenes. Nem így van! Éppen ezért fontos megismertetni a gyerekekkel, hogyan alakul ki a víz ára, miből áll, és mennyire anyagilag megterhelő az ivóvíz előállításának és a szennyvíz tisztításának folyamata.

A víz teljes ára két tételből áll, amelyeket víznek és szennyvíznek neveznek. A vízdíj az ivóvíz előállításának és házhoz (fogyasztónak) történő eljuttatásának díja. A szennyvíz a szennyvíz forrásból (pl. háztartásból) történő elszállításának és az azt követő tisztításnak a díja.

A víz ára szabályozott, azaz a Cseh Köztársaság Pénzügyminisztériuma által meghatározott szabályok szerint alakul. Ezek a szabályok azt határozzák meg, hogy a végár milyen tételekből állhat és nem, és milyen hasznot tarthatnak meg a vízügyi társaságok. A víz ára minden évben frissül. Az ár kialakításában a vízgazdálkodási infrastruktúra tulajdonosa mondja ki a végső szót.

Víz ára = engedélyezett költségek + ésszerű haszon + állami illetékek

- elszámolható költségek (példák):
 - o vízgazdálkodási ingatlan beszerzése/bérbeadása, helyreállítása, korszerűsítése
 - o áramfogyasztás, vegyszerek, vízminőség-ellenőrzés (laboratóriumi munka), stb.
 - o karbantartási és javítási költségek
 - o működést, ügyfélszolgálatot (szerződéskötés, számlázás, reklamáció) biztosító alkalmazottak bére
- ésszerű haszon
 - o a Cseh Köztársaság Pénzügyminisztériuma szabályozza
 - o max. a befektetett tőke 7%-a
- állami illetékek
 - o KÁD
 - o szennyvízkibocsátási díjak
 - o a nyersvíz elvételének díja, amelyből a későbbiekben ivóvizet állítanak elő

ZŠ: Csak magyarázza el a víz és a szennyvíz fogalmát. És hasonlítsd össze egy liter csapvíz árát más árakkal, pl. palackozott víz, Coca Cola, édességek stb. Ahhoz, hogy jobban megértsük, mennyi 1 m³ víz, jó, ha azt mondjuk, hogy ez megegyezik 500 kétliteres palackkal.

SŠ: Hasonlítsa össze a víz árát más kiadásokkal – például az áram árával, a Netflix-szel, a havi telefonszámlával stb.

Érdeklődő: Részletesebben leírni, hogy miből áll a víz ára - az ott szereplő egyes tételekből.

? **Kérdés: Mennyi volt a víz átlagos ára Csehországban 2024-ben?**

💡 **Válasz:** 2024-ben a víz (szennyvíz+víz) átlagos ára 125 CZK/m³ volt. A víz átlagos ára 63 CZK/m³, a szennyvíz átlagos ára 59 CZK/m³ volt.

A jobb ötlet kedvéért bemutatunk egy liter víz árának átszámítását is. A víz átlagos összára literenként 0,125 CZK volt, ebből a víz átlagos ára 0,063 CZK literenként, a szennyvíz ára pedig 0,059 CZK literenként.

? Kérdés: Drága a csapvíz?

💡 Válasz: Erre a kérdésre a legjobb válasz az, ha összehasonlítjuk egy ember vízfogyasztását az egyéb kiadásaival, illetve az adott területen a víz és szennyvíz árával. Például bemutatunk egy összehasonlítást a csehországi víz átlagos árával 2024-től.

Az egy főre eső átlagos csapvízfogyasztás Csehországban körülbelül 90 liter naponta.

Árlista:

Időszak	A szennyvíz literszáma (1 fő)	Az ivóvíz ára	A víztisztítás ára	Teljes ár
1 nap	90 l	5,67 CZK	5,31 CZK	10,98 CZK
1 hónap	2700 l	170,1 CZK	159,3 CZK	329,4 CZK
1 év	32.850 l	2069,55 CZK	1 938,15 CZK	4007,7 CZK

Időszak	A szennyvíz literszáma (4 fő)	A víztisztítás ára
1 nap	360 l	21,24 CZK
1 hónap	10 800 l	637,2 CZK
1 év	131 400 l	7 752,6 CZK

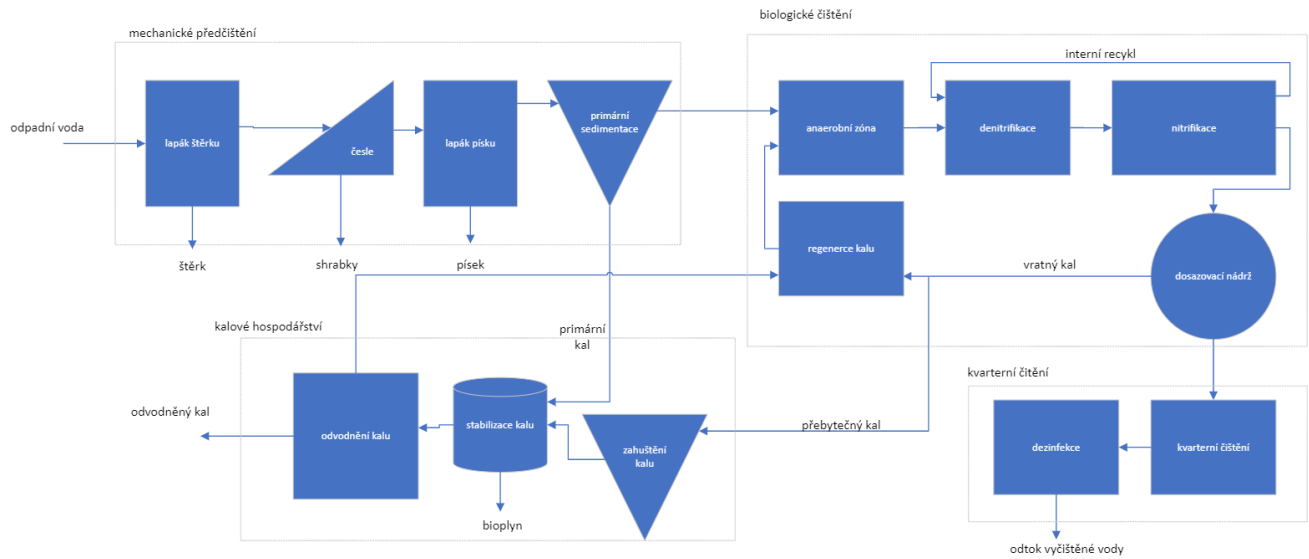
? Kérdés: Alacsonyabb lesz a víz ára, ha mindannyian takarékoskodni kezdünk a vízzel?

💡 Válasz: Nem, a vízfogyasztás csökkenése a literenkénti ár emelkedését vonja maga után, mert a víziparban a költségek nagy része fix. Például nem mindegy, hogy egy meglévő vezetéken kevesebb vagy több víz folyik át, annak karbantartására, javítására, szervizelésére akkor is szükség lesz.

3 A szennyvíztisztító technológiák leírása




Értelmezési tipp: Ebben a fejezetben alapvető információkat talál a technológiákról, tényekről és érdekességekről. Használja ezt a fejezetet katalógusként, amelyből információkat válogathat a takarítóüzemében alkalmazott technológiákról.



3.1 Mechanikai tisztítás

Mindenekelőtt a szennyvíztisztító telepnek el kell távolítania a fel nem oldódott anyagokat, amelyek eltömíthetik a szivattyúkat, leülepedhetnek a tartályokban vagy tönkretesznek más berendezéseket (kopás).

Kavicscsapda		
	Fontosság	Nagyméretű objektumok rögzítése, amelyek képesek leülepedni a fenékre (üledék).
	Alapelv	Olyan akná, amelyben a szennyvíz áramlása lelassul, és így ülepedik az anyag. A felfogott anyagot azután az aljáról ki kell kotorni, és egy konténerbe kell betölteni, amelyet a szennyvíztisztító telepről szállítanak el, általában egy hulladéklerakóba.
	Rögzített anyag	Kavics, kövek.

Véső		
	Fontosság	Nagyobb lebegő törmelék eltávolítása.
	Alapelv	Szítaszerű eszköz, amelyen keresztül szűrik a vizet. Azt az anyagot, amely ezen a hálón megakad, gereblyének nevezzük. A felfogott anyagot ezután (manuálisan vagy automatikusan) eltávolítják a fésűkből, és egy konténerbe töltik, amelyben általában hulladéklerakóba viszik.
	Rögzített anyag	= gereblyék ágak, rongyok, csomagolás, ételmaradék, gyümölcs és zöldség, óvszer, betét, tampon, nedves törlőkendő... pénztárca, iratok döglött patkányok, pénz, ékszerek, ruhák, kulcsok, párnák, banánhéjak

ZS: Itt illik felhívni a figyelmet arra, ami nem tartozik a szennyvízrendszerbe, és megmagyarázni, hogy miért. Általában ezek egy része felúszik, és a problémára közvetlenül rá lehet mutatni.

Érdeklődő: A törmelék általában a leghigiénikusabb anyag, amivel a vegytisztítóban találkozhatunk. Ugyanakkor ez egy olyan anyag, amely egyáltalán nem kerülhet be a szennyvízrendszerbe.



Értelmezési tipp: Lehetőség van egy kis "kiállítás" elkészítésére a fésűkön érdekes tárlatokból, vagy esetleg fésűkön rögzített érdekes dolgokról fotókat mutathat be.

Homokcsapda



Fontosság

Homok (szervetlen anyag) leválasztása a szerves lebegő anyagoktól, mely a szennyvíztisztító telepi technológia következő részében fontos.

Alapelv

A homok elválasztása a szerves lebegő anyagoktól eltérő sűrűségük alapján történik. A homokcsapdák különböznek abban, hogy gravitációs vagy centrifugális erőt használnak-e az elválasztáshoz.

Rögzített anyag

= **homok**
nehéz szervetlen anyagok – homok, üvegdarabok, finom salak

? Kérdés: Miért levegőztetik a homokfogót, amikor a homok itt megtelepszik?

💡 Válasz: Ez a szerves szennyeződések homoktól való elválasztásának köszönhető. Csak a homokot kell eltávolítanunk a homokfogóban. A szerves anyagok a csapda és a kitermelt homok rothadását okoznák, sőt a további folyamat során szükségünk van a baktériumok táplálékára.

Ültető tartályok



Fontosság

Szerves eredetű fel nem oldott anyagok ülepitése és a lebegő szennyeződések letörlése a felületről.

Alapelv


Az ülepitő tartály a gravitáció elvén működik, amikor a nehezebb részecskék lesüllyednek a fenékre, és ezt követően az aljáról szívódnak fel további feldolgozás céljából.

Rögzített anyag

= **elsődleges kal**
Az ülepitő tartályok alján leülepedett anyagot elsődleges iszapnak nevezzük. Ez az iszap szerves anyagokban gazdag, és az iszapkezelésben használatos.

Érdeklődő: Az ülepitő tartályok a beérkező szennyeződések nagyjából 30%-át tudják eltávolítani, ugyanakkor az itt felfogott iszap nagyjából a felét adja a teljes biogáz- és villamosenergia-termelésnek.

3.2 Biológiai tisztítás

Aktiváló tartály		
	Fontosság	A szén, a nitrogén és a foszfor biológiai eltávolítása – összefoglaló néven tápanyagok.
	Alapelv	Számtalan biológiai folyamat játszódik le itt. A szennyvízben lévő szennyeződést a baktériumok speciális körülmények között metabolizálják, amelyeket úgy állítanak be, hogy a kiválasztott baktériumtörzsek túléljenek (és érvényesüljenek) a tartályokban. A szennyvízben lévő szennyeződést lebontó baktériumok és mikroorganizmusok csoportját eleveniszapnak nevezzük. Ahogy a mikroorganizmusok elfogyasztják a szennyezést, növekednek és szaporodnak. Ebből következik, hogy az eleveniszap mennyisége idővel növekszik, és a felesleges iszapot rendszeresen el kell távolítani az aktiváló tartályból.
	Rögzített anyag	Itt közvetlenül nem kötnek be anyagot, de az eleveniszapos baktériumok szaporodnak és szaporodnak, amelyeken különféle típusú anyagok szorbeálhatók (befoghatók). A baktériumok tovább alakítják a szerves anyagokat, a nitrogént és a foszfort olyan formákká, amelyeket eltávolítanak a vízből.

? **Kérdés:** Tudsz úszni az aktiváló tartályokban?

💡 **Válasz:** Tankokban nem lehet úszni, a keverék olyan erősen levegőztetett, hogy túl alacsony a sűrűsége az úszáshoz. Ha valaki megpróbálná ezt megtenni, megfulladna. Ezért a tartályokat biztosítani kell a dolgozók leesése ellen, vagy köteleken stb. kell rögzíteni.

? **Kérdés:** Eltérnek a körülmények a tartályokban?

💡 **Válasz:** Az egyes tározókban jelentősen eltérnek a körülmények.

nitrikáció – magas oxigénkoncentráció (aerob zóna)

denitrifikáció – oxigén nélkül, de nitrátokkal (anoxikus zóna)

foszfor eltávolítás – oxigén és nitrátok nélkül (anaerob zóna)

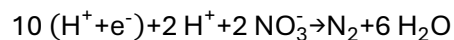
egy-egy szennyvíztisztító telepeken nincs külön tartály a különböző feltételekhez, hanem a körülmények egy tartályban idővel változnak

ZŠ: Ezen tanulók számára biztosítani kell, hogy a folyamat a lehető legvilágosabb legyen. Hasznos lenne kész képek készíteni az eleveniszapban található mikroorganizmusokról, de a neveket nem kell említeni. Azt is megmutathatod nekik, hogy néz ki a levegőztető elem (fizikailag, kép, fotó a leeresztett tartályról).

Megmutathatjuk, hogy az iszap egyedi pelyhekből áll, amelyek szabad szemmel is láthatók. Továbbá azt mondani, hogy ezeket a pelyheket a szennyezéssel táplálkozó mikroorganizmusok alkotják.

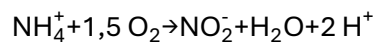
SŠ: Itt lehet részletesebben beszélni a tápanyag-eltávolítás egyes biológiai folyamatairól, nitrifikációs és denitrifikációs reakciókat készíteni, közvetlenül megemlíteni azokat a szervezeteket, amelyek ezekért a folyamatokért felelősek. Említse meg, hogy az eleveniszapban a baktériumokon kívül protozoák (fonalalakúak, puhatestűek, kriptidák), metazoák (forgófélek, fonálférgék, férgek) és kisebb mértékben penészgombák, gombák és élesztőgombák is megtalálhatók.

Denitrifikáció:

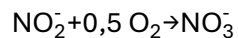


Nitrifikáció (két reakcióból áll):

nitritáció – az ammónia-nitrogén oxidációja nitrit-nitrogénné



nitralás – a nitrit nitrogén oxidációja nitrát nitrogénné



Érdeklődő: Egyes tisztítótelepeken az eleveniszapot rendszeresen mikroszkóp alatt vizsgálják, hogy ellenőrizzék, milyen baktériumokat és mikroorganizmusokat tartalmaz az iszap, és milyen gyakorisággal. Az egyes folyamatok működése az egyes fajok és az élőlények általános összetétele alapján értékelhető.

Ültető tartály

	Fontosság	A tartály az eleveniszap leválasztására szolgál a tisztított szennyvíztől.
	Alapelv	A víz áramlása a tartályban lelassul. Ilyen körülmények között az eleveniszap leülepedhet a tartály aljára. A tartály aljáról az eleveniszap nagy része visszakerül az aktiváló tartályba, ahol az iszap ismét megtisztítja a vizet. Mivel az eleveniszap egy élő szervezet, amely szaporodik, ezért csak a szükséges mennyiséget kell a rendszerben tartani, és a feleslegét kiszivattyúzni a rendszerből. A fel nem használt felesleges iszap visszakerül az aktiváló tartályba az iszapkezelőbe. Iszapkezelés nélküli szennyvíztisztító telepeken tárolótartályba. Ahonnan aztán nagyobb szennyvíztisztító telepekre viszik iszapkezeléssel. A leülepedett iszap felett megtisztított szennyvíz található, amely a tartályból a lefolyóba folyik, majd tovább folyik a befogadóba (folyó, patak,...).
	Rögzített anyag	Felesleges iszap – a rendszerből eltávolított felesleges eleveniszap. Visszatérő iszap – eleveniszap, amely visszatér az aktiváló tartályba, és újra megtisztítja a szennyvizet.


Érdeklődő: Az ülepitő vagy aktiváló tartályok esetében el lehet magyarázni a résztvevőknek, hogy az ülepités, azaz az iszapindex szempontjából hogyan határozzák meg az iszap minőségét. Az iszapindex mérése ülepitési próbával történik, amikor a tartályból mintát veszünk és egy mérőhengerbe öntjük, majd 30 perc elteltével megmérjük a víz és az iszap határfelületének magasságát. Az iszapindexet ezután úgy számítják ki, hogy az üledék magasságát osztják az ülepedési idővel. A számított iszapindex alapján felmérhető, hogy az iszap mennyire könnyen vagy nehezen ülepedik.




Értelmezési tipp: Az ülepitési vizsgálatot a helyszínen tudjuk elvégezni. Az értelmezés elején az aktiváló tartályoknál vegyen iszapmintát, és az értelmezés végén már látható volt a víz-iszap határfelület és az offset víz. Ha ezt a bemutatót készítjük, akkor célszerű a befolyó szennyvizet így összegyűjteni, és megmutatni a szennyvíz és a tisztított víz megjelenésének különbségét.

3.3 Harmadlagos takarítás


Vízfertőtlenítés		
	Fontosság	A megtisztított szennyvíz még mindig tartalmaz különféle baktériumokat, vírusokat és parazitákat, amelyek negatív hatással lehetnek a vízi ökoszisztémákra. A fertőtlenítés csökkenti a mikroorganizmusok számát és biztosítja a környezet védelmét.
	Alapelv	Többféle módszert is lehet alkalmazni, pl. UV-sugárzás vagy ózonozás. Az adott hullámhosszú UV-sugárzás egy keskeny vízrétegen hatol át. Ez a sugárzás ezt követően elpusztítja a mikroorganizmusokat (csak megöli, nem távolítja el). Egy másik módszer egy fertőtlenítőszer, például hidrogén-peroxid alkalmazása.

Szűrés aktív szénrétegen keresztül		
	Fontosság	A tápanyagokon kívüli anyagokra vonatkozó szigorúbb korlátozások mellett lehetőség van egy aktív szénrétegen keresztül történő szűrésre. Az aktív szén képes eltávolítani a mikroszennyező anyagokat (a vízben nagyon alacsony koncentrációban található anyagokat).
	Alapelv	Szerves anyagok, gyógyszerek, nehézfémek és egyéb szennyeződések adszorpciója a szennyvízből aktív szénre


Membrán technológia


	Fontosság	A membrántechnológiák alkalmazását akkor közelítjük meg, ha rendkívül jó minőségű vizet szeretnénk a kifolyónál. A membrántechnológia alkalmazásakor a baktériumok száma, az elemek és vegyületek koncentrációja csökken a membrán pórusainak méretétől függően.
	Alapelv	A megtisztított szennyvizet átszivattyúzzák a membránon, amely adott méretű lyukakból áll (megkülönböztetünk: mikroszűrést, nanoszűrést és ultraszűrést). A víz és az adott lyukaknál kisebb méretű anyagok átfolynak a membránon, míg ezeknél a pórusoknál nagyobb anyagok elkezdnek felhalmozódni a membránon.

Foszfor kémiai kicsapása a csatornán

	Fontosság	Ha az ülepítő tartályokból kifolyó víz foszforkoncentrációja továbbra is magas, és nem éri el a határértékeket, akkor lehetséges a foszforkoncentráció csökkentése vegyi kicsapással.
	Alapelv	A tisztított vízben lévő maradék foszfort kicsapószerrel kicsapják. A tisztítótelepek különféle anyagokat, leggyakrabban szulfátot vagy vas-kloridot alkalmaznak. A vassó foszfátokkal reagálva oldhatatlan vas-foszfát vegyületet képez.

3.4 Iszapkezelés

Iszapsűrűsödés		
	Fontosság	Az iszap víztartalmának csökkentése további feldolgozás előtt.
	Alapelv	Az iszapot gravitációs sűrítő tartályokban vagy mechanikusan sűrítő centrifugában vagy sűrítoszitában sűrítik.

Iszap stabilizálás		
	Fontosság	Stabil és biztonságos anyag előállítása, amely tovább használható, például a mezőgazdaságban.
	Alapelv	<p>Az iszap stabilizálása az iszapban lévő szerves anyagok mennyiségének csökkenéséhez, valamint a kórokozó és egyéb élő szervezetek számának csökkenéséhez vezet. A stabilizált iszap nem bomlik tovább, és nem okoz szagproblémákat.</p> <p><u>Az iszap stabilizálás típusai:</u> anaerob aerobic kémiai</p> <p>Az iszap anaerob stabilizálása (rothadása) során a szerves anyagok biogázzá alakulnak, amelyet tovább dolgoznak fel energiává. Közepes és nagy tisztítótelepeken használják.</p> <p>Az aerob stabilizálás az iszaplevegőztetésen alapul. A benne lévő szerves anyagok oxidálódnak.</p> <p>A kémiai stabilizálás során égetett meszet (CaO) adnak az iszaphoz. Az égetett mész reakcióba lép az iszapban lévő vízzel, és hő és hidroxidot termel, ami növeli a pH-t és ezáltal gátolja a mikroorganizmusok aktivitását.</p>

Iszap víztelenítés



Fontosság

A stabilizált iszap víztartalmának csökkentése, hogy tovább lehessen hasznosítani, és a szállítási költségek is csökkenjenek (kisebb vízmennyiség kisebb iszapmennyiséget jelent, ami kevesebb töltött edényt jelent).

Alapelv

Az iszap víztelenítése mechanikusan vagy iszapmezőkön történik.

A gépi módszerek a következők:

centrifugák
szitaszalagprések
kalopressz
vákuumprések
csavarprés

A centrifuga a centrifugális erő elvén működik. Ez a részecskék ilyen gyorsított ülepedése (ülepedés). A centrifugálás során a centrifuga rotorja gyorsan forog, és az iszap szilárd részecskékre és vízre válik szét. A Kalolisy egy ilyen szita, amely felfogja az iszapot és átengedi a vizet.