



Методика за провеждане на обходи на
водностопански съоръжения
ОТПАДЪЧНИ води



Съдържание

Покривен лист	3
1 Общо въведение	4
1.1.1 Легенда за ниво:	4
1.1.2 Историята на водата:	4
1.1.3 Историята на материята и енергията:	5
1.1.4 Историята на хората:.....	5
1.1.5 Как да се подготвим за екскурзията?	6
2 Собствена екскурзия	9
2.1 здраве и безопасност	9
2.2 Значение на пречистването на градските отпадъчни води.....	10
2.3 Развитие на пречистването на отпадъчни води	13
2.4 Историята на водата	14
2.4.1 Източник на отпадъчни води	14
2.4.2 Пътят на водата до пречиствателната станция	20
2.4.3 Пречиствателна станция за отпадъчни води.....	23
2.4.4 Качество и контрол на отпадните води	26
2.4.5 Бъдещето на почистването.....	27
2.5 Историята на веществата и енергията, получени от отпадъчни води	28
2.6 Историята на хората, които се грижат за канализационната мрежа и работят в пречиствателната станция	34
2.7 Ценообразуване на водата	36
3 Описание на технологиите за ПСОВ	38
3.1 Механично почистване	39
3.2 Биологично почистване.....	41
3.3 Третично почистване	46
3.4 Управление на утайки	48

Покривен лист

Този документ е създаден от колектив от автори: Jitka Czakoјová, Martin Srb, Helena Bakešová, Jakub Sochor, Denisa Čadková, Lenka Procházková, Jindřich Procházka, Andrea Benáková, Eliška Maršálková, Jana Šmídková и Jiří Paul, като част от проектното решение:



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

Ръководител на проекта е Асоциация по водите



1 Общо въведение

Добре дошли в методологията за екскурзии до пречиствателни станции за отпадъчни води (WTP). Пречиствателните станции са изключително важни за опазването на околната среда и човешкото здраве. Тази методология ще ви предостави общо въведение и насоки как да представите пречиствателна станция за отпадъчни води като завладяващо място, където се разгръща историята на водата, веществата и енергията, но също и на хората, които работят там. Целта на екскурзията е не само да запознае учениците с основните принципи на пречистване на отпадъчните води, но и да ги мотивира да се отнасят отговорно към водата и околната среда.

Методиката е създадена така, че да може да се използва в по-големи и по-малки пречиствателни станции. В глава Описание на технологиите ще намерите преглед на технологиите за почистване, от които можете да изберете само тези, които имате на даденото място и да ги включите в екскурзията.

Методиката е предназначена за ученици от началните и средните училища или дори за най-любопитните участници в екскурзии. Цветно кодираните параграфи се използват за разграничаване на различните нива.

1.1.1 Легенда за ниво:

Начални училища - поради преподаването на химия и други предмети, учениците във втори клас на основното училище (т.е. приблизително 11-15 години) се броят основно.

Средни училища - ок. 15-19 години от различни училища (гимназия, индустриални училища, чиракуване...).

Любознателен - полезен, например, за екскурзии до избираеми семинари по химия или околна среда в годините на завършване на гимназията или за младежки технически клубове и други институции по интереси и неформално образование.

Екскурзията може да бъде ръководена от различни гледни точки, които можете да комбинирате и по този начин да създадете цялостен поглед върху проблема с пречистването на отпадъчните води. Подготвили сме ви три – историята на водата, историята на веществата и енергията и историята на хората.

1.1.2 Историята на водата:

Започнете обиколката, като представите пречиствателната станция като мястото, където се развива историята на водата. Обяснете на учениците, че отпадъчните води, които произвеждаме в нашите домове и промишлености, отиват в пречиствателна станция, където се пречистват и връщат в природата. Introduce them to the process of water purification and explain its importance for environmental protection.

1.1.3 Историята на материята и енергията:

След това се съсредоточете върху историята на веществата и енергията, които се рециклират в пречиствателната станция за отпадъчни води. Обяснете на учениците, че пречиствателната станция използва различни технологии и процеси за отстраняване на примесите от отпадъчните води. Покажете им как от отпадъчните води се получават ценни вещества като фосфор или азот, които се използват по-нататък, например в селското стопанство. Споменете също използването на енергия, получена от отпадъчни води, например за отопление на пречиствателна станция или производство на възобновяема електроенергия и биометан.

1.1.4 Историята на хората:

Нека учениците знаят и историята на хората, които работят в пречиствателната станция. Запознайте ги с различните професии и занимания, които се срещат в пречиствателната станция, като химици, техници или оператори. Обяснете значението на работата им за опазване на околната среда и как се грижат за правилната работа на пречиствателната станция.

1.1.5 Как да се подготвим за екскурзията?

За да може екскурзията да заинтересува посетителите и в същото време да извлече знания от нея за следващия живот, е необходимо да се подготвите за нея и да адаптирате интерпретацията към публиката, нейната възраст, опит и интереси. В същото време е добра идея да направите екскурзията възможно най-интерактивна (което ви прави различни от другите разяснителни класове, напр. обиколки на замъци и замъци). Не забравяйте, че екскурзиите с по-дълга теоретична част са по-подходящи за ученици от средното училище. По-младите участници са склонни да имат значително по-ниско ниво на концентрация, поради което е необходимо да се мисли възможно най-практично, дори и с цената на по-малък обем предавана информация.

По-специално е добре да знаете:

- **Колко посетители ще дойдат?**

Не само по отношение на устния превод, тъй като вниманието намалява с увеличаване на броя на участниците, но и по отношение на техническото оформление – всички ще ме чуят ли? можем ли да се поберем в отделни станции? или до контролната зала? Ако имате достатъчно водачи, не се страхувайте да разделите групата на няколко по-малки групи.

- **На колко години са и от кое училище са?**

Учениците в индустриално училище, фокусирано върху автоматизацията, ще се интересуват от различна информация от учениците в гимназия с хуманитарна насоченост, а тези от своя страна ще се интересуват от различна информация от бъдещите медицински сестри; екскурзията ще изглежда по различен начин за ученици от 6 клас без познания по химия.

- **Каква е целта на екскурзията?**

Дали основно да се предадат теоретични знания за процесите на почистване или дали теоретичен урок вече е проведен в училище и целта на екскурзията е да покаже придобитите знания на практика; или представяне на длъжностните характеристики на служителите (кариера във водния сектор).

- **Колко време имате за екскурзията?**

Типичното време е два учебни часа, т.е. приблизително 1,5 часа; това обаче зависи не само от възрастта на участниците, но и от разстоянието между училището и сградата на пречиствателната станция - този аспект на обиколката винаги трябва да се съгласува предварително с преподавателския състав.

Добра идея е предварително да подготвите обща информация за пречистването на отпадъчни води, например:

- **Колко вода ще тече през пречиствателната станция в безвалежно състояние за секунда, на ден, на година? Колко вода може да почисти ПСОВ при проливен дъжд (т.е. при запълнен капацитет)?**

За по-добра представа е препоръчително да конвертирате стойностите в някои по-достъпни единици, вижте таблицата по-долу.

единица	Обем
---------	------

Олимпийски басейн (дълбочина 2,5 м)	3 125 м ³
селско езеро	от порядъка на хиляди м ³
железопътна цистерна	46–90 м ³
танк на шаси Т815	9 м ³
танк на шаси V3S	3,5 м ³
баня	100–200 л
кофа	12 години
градинска лейка	5 л

- Какъв е делът на канализацията, баластните води и водите от промишлеността?
- От кои части на града/общината пречистват отпадъчни води в конкретна ПСОВ?

Дали цялата територия на града/общината се отвежда към тази ПСОВ или някои райони се третира по различен начин. Или дали има друга близка зона, свързана с конкретна ПСОВ.

- От колко души/домакинства пречистват отпадъчни води?

Разбира се, нямате нужда от точно число, а от порядък за една идея.

- Колко е дълга канализационната мрежа и от какъв материал е изградена?

Отново е възможно да увеличите, като използвате например разстоянието от мястото на екскурзията или центъра на града/селото до град ХУ; колко бензиностанции и други интересни обекти има на него.

- Колко електроенергия е необходима за почистване на отпадъчни води?

Можете да сравните с потреблението у дома - средното потребление на електроенергия в Чехия през 2023 г. за 1 домакинство е 3500 kWh/година (обичайното потребление на вода в пречиствателна станция на 1 еквивалентен жител е около 50 kWh/EO).

- В кое водно течение се вливат пречистените отпадъчни води?

В допълнение към името на водното течение е възможно да се добави друга информация като:

Какво е качеството на водата в потока? Какъв е неговият дебит? Каква част от потока е отпадъчните води от пречиствателната станция?

- Колко струва пречистването на 1 литър вода?

Помислете за:

- Къде ще водите посетители?

По отношение на тяхната безопасност, безопасност на движението, капацитет на пространството, време за обиколка и разстояние между отделните локации.

- Каква основна информация трябва да изнесат участниците от екскурзията?

Тук не е препоръчително да превключват правомощията им, достатъчно е да отнемат 3-4 ключови информации.

- **Как ще ги наречеш грубо заедно с времето за индивидуални спирки?**
- **Какво ще им покажете и демонстрирате, че могат да опитат сами във вашите условия?**
- **Какво могат да ви попитат?**
- **Какво не разбрахте на тяхната възраст и бихте искали да разберете?**
- **Какво ще ги попитате?**

За да направи обиколката по-интерактивна и в същото време да разбере първоначалното ниво на знания на участниците по дадения въпрос.

Осигурете и подгответе предварително:

- **Необходими документи, изисквани от оператора на съоръжението (например здраве и безопасност, поименен списък на участниците).**
- **Необходими предпазни средства, ако е необходимо (предпазни жилетки, каски, ръкавици,...).**
- **Работни листове за посетители (след съгласуване с учителите).**
- **Помощни средства за демонстрация.**

Например оборудване за водовземане на отделни технологични етапи, цилиндър за утаяване на утайки и др. Препоръчваме също така да се изготви опростена технологична схема, карта или въздушна снимка на района (за да се раздава на участниците или, ако е необходимо, редовно да се показва текущото местоположение на голям формат).

- **Малки награди за посетителите, ако има такива (например фирмени химикалки, бонбони...).**
- **Възможност за ползване на тоалетна и измиване на ръцете след екскурзията.**

2 Собствена екскурзия

2.1 здраве и безопасност

Кратко обучение по безопасност и здраве е първата задължителна част от всяка екскурзия. Моля, не подценявайте тази част, въпреки че може да изглежда излишна или ненужна.

По време на обучението по БЗР използвайте вътрешните насоки на вашата компания или можете да използвате приложението към тази методология, което съдържа прост преглед на това, с какво да се запознаят участниците в екскурзията.

Освен това е препоръчително предварително да изпратите въведение в здравословните и безопасни условия на труд и да поискате подписан списък с имената на участниците с потвърждение, че са били предварително запознати със здравето и безопасността и да направите само кратък опреснителен преглед на точките за здраве и безопасност преди екскурзията.

В началото на екскурзията е уместно да се подчертае, че участниците няма да могат да ядат, пият или да напускат групата по време на екскурзията. Преди началото е препоръчително да оставите време на участниците да хапнат бързо или да посетят тоалетната.

2.2 Значение на пречистването на градските отпадъчни води

? **Въпрос:** Защо пречистваме водата?

💡 **Отговор:**

В миналото канализацията се вливаше директно в местните реки, потоци, езера, морета и т.н., целта беше отпадъчните води да се отстранят възможно най-бързо. Замърсяването на водните пътища обаче често води до унищожаване на техните екосистеми, болести и миризми се разпространяват във водата и не е възможно водата да се използва за необходимите дейности.

Пречистването на водата е особено важно по отношение на използването на реката след пречиствателната станция за отпадни води. Ако не почистим достатъчно отпадъчните води, ще има заплаха за здравето на населението. Водата под пречиствателната станция може да се използва за отдих, като източник на питейна вода или за напояване. Пречистването на водата предотвратява пренасянето на микроби, бактерии и химикали, които биха могли да причинят болести, инфекции и да насърчат процеса на еутрофикация.

ZŠ: Пречистването на градските отпадъчни води е от основно значение за опазването на околната среда и човешкото здраве. Този проблем съпътства човечеството от древни времена, когато първите цивилизации са се борили с въздействието на замърсената вода върху техните обитатели.

SŠ: В древен Рим е имало сложна система от канали и канали, които са отвеждали отпадъчните води далеч от града. Въпреки това болести като холера и дизентерия, причинени от замърсена вода, продължават да се разпространяват. В исторически план тези епидемии са отнели милиони животи и са довели до необходимостта от решаване на проблема с канализацията по по-ефективен начин.

Повратна точка е откриването на микроорганизмите и тяхната роля в разграждането на органични вещества през 19 век. Това позволи разработването на биологични пречиствателни станции за отпадъчни води, които използват естествени биологични процеси за отстраняване на замърсителите. Първата модерна пречиствателна станция за отпадни води е пусната в експлоатация във Великобритания през 1892 г.

Днес пречистването на отпадъчни води е абсолютно необходимо за поддържане на качеството на водните ресурси и опазване на околната среда. Изхвърлянето на непречистени отпадъчни води в реки, езера и морета би имало опустошителни ефекти върху водните екосистеми, убивайки риба и други водни обитатели и правейки невъзможно използването на водата за развлекателни цели или за производство на питейна вода.

Пример може да бъде ситуацията в Индия, където река Ганга е една от най-замърсените реки в света поради изхвърлянето на непречистени отпадни води от градове и индустрии. Това замърсяване не само застрашава местните екосистеми, но също така представлява сериозен риск за здравето на милионите хора, които зависят от реката.

Напротив, правилното пречистване на отпадъчни води позволява безопасното изхвърляне на пречистената вода обратно във водните пътища, без да ги замърсява. По този начин се защитават водните екосистеми, запазва се качеството на питейната вода и се намалява рискът от разпространение на болести. Пречистването на отпадъчните води също така позволява рециклирането и повторното използване на ценни ресурси като хранителни вещества и енергия, съдържащи се в отпадъчните води.

Ясно е, че пречистването на градските отпадъчни води е ключов фактор за устойчивото развитие на нашите градове и общини и опазването на околната среда за настоящите и бъдещите поколения.

Любопитно: През лятото на 1858 г. в Лондон се появява т. нар. Голяма миризма. По това време в Лондон живеят около 2 милиона души и броят им непрекъснато нараства. Първоначално те ходели до тоалетната в гърнета, които се изпразвали в помийни ями, които се изнасяли извън града на нивите, а съдържанието им се използвало от фермерите като тор, но също и за производството на барут. Въпреки това, тъй като броят на хората се увеличи, шахтите вече не бяха достатъчни и се появиха тоалетни с промиване, така че количеството отпадъчни води се увеличи допълнително. Ръководството на Лондон най-накрая реши, че отпадъчните води първоначално ще се изхвърлят през дъждовните канали в Темза. Реката се превърна в дренаж. Всичко от съдържанието на тоалетни до мъртви кучета, разлагаща се храна и промишлени отпадъци, включително животински части от кланици и химикали от цеховете за кожа се озоваха в него. Освен това лятото на 1858 г. беше изключително горещо, така че отпадъците в реката се разлагаха дори по-бързо от обикновено. Отпадъците в реката „буквално кипяха и ферментираха“ и вонята беше такава, че хората повръщаха и припадаха по улиците, кралица Виктория отмени речните круизи и парламентът не можеше да заседава. Не помогнаха и 250 тона хлорна вар, излята в реката. В крайна сметка беше решено да се изгради нова, цялостна канализационна система с дължина 1800 км, отвеждаща водата под града (строителството започна още на следващата година). След завършването му никога повече не е имало епидемия от холера в Лондон.

? Въпрос: Какво е еутрофикация?

💡 Отговор: Еутрофикацията се отнася до процеса на обогатяване на водата с хранителни вещества, особено азот и фосфор, съдържащи се в урината и изпражненията. Прави се разлика между естествена и неестествена еутрофикация (причинена от човешка дейност). В резултат на голямо количество хранителни вещества във водата се размножават планктон, а също и цианобактерии (цъфтеж на водата), което води до намаляване на кислорода във водата, което се проявява чрез нейното гниене, смъртта на риба и други организми, живеещи във водата.

В повечето страни има законови изисквания за качеството на водата и пречистването ѝ, които трябва да се спазват. Тези разпоредби са предназначени за защита на човешкото здраве и околната среда.

2.3 Развитие на пречистването на отпадъчни води

Възможно е екскурзията да започне с кратко историческо въведение за това как се е развило пречистването на отпадъчни води в даденото населено място. Целта на този раздел не е да навлиза в големи подробности, а само да посочи важните етапи. Информация за местните разработки можете да намерите в архива на фирмата или в архива на съответната община. Освен това е препоръчително да се информират посетителите дали пречиствателната станция ще се развие през следващите години, например ще увеличи размера си въз основа на нарастващия брой жители.

Ако историческата информация не е налична, можете да използвате следните параграфи за кратко въведение, което се занимава с общото развитие на отвеждането на отпадъчни води и пречистването на отпадъчни води.

Начално училище: Препоръчваме да не натоварваме тези ученици с точни дати, а да посочим само най-големите промени, настъпили в пречиствателната станция за времето на нейното съществуване.

Средно училище: С тези ученици вече можете да навлезете в по-големи подробности, но се опитайте да разпръснете данните с различни интересни факти и истории, например от реконструкцията.

Обща история на почистващата индустрия в Чехия

Процесът на пречистване на отпадъчни води се разпространява в Чехия от Англия, където в края на 19 век са създадени първите пречиствателни станции (механични или механично-химични). Тези пречиствателни станции включват и Старата пречиствателна станция за отпадъчни води в Прага в Бубенч. Интересното е, че тази пречиствателна станция се намира под земята.

В началото на 20 век процесът на активиране е открит в Манчестър, Англия. Двама британски химици (Едуард Ардърн и Уилям Локет) провеждат експерименти с аериране на отпадъчни води и откриват, че във водата се образува суспензия, което съкращава времето за пречистване на отпадъчните води. Те нарекоха тази суспензия активна утайка. Разпространението на това откритие беше забавено от Първата и Втората световна война и процесът беше по-широко практикуван едва след Втората световна война (след 1945 г.). Първата пречиствателна станция за отпадъчни води с биологично пречистване, използваща процес на активиране, е ПСОВ Modřice (1961 г.). Този процес впоследствие е използван в Прага през 1968 г.

2.4 Историята на водата

2.4.1 Източник на отпадъчни води



Съвет за тълкуване: Тук има много място за размисъл на участниците в екскурзията. Какво всичко отива в химическото чистене? откъде? Къде се генерират отпадъчни води у дома (тоалетна, душ, съдомиялна машина, пералня и др.) и в какво количество? Какви са другите източници на отпадъчни води в близост (промишлени предприятия, селско стопанство, болници, училища, ресторанти,...)? Какво би станало, ако не пречистваме отпадъчните води и ги заустваме директно в реката? Когато се споменава органичното замърсяване, може да се посочи броят на еквивалентните жители. В заключение е редно да се каже как жителите плащат за пречистване на отпадъчни води.

? Въпрос: Къде се отвеждат отпадъчните води?

💡 **Отговор:** Отпадъчните води са води, които сме използвали, но сега са замърсени. Тази вода идва от нашите домове (тоалетна, съдомиялна машина, пералня,...), фабрики, болници и офиси. Това включва и дъждовна вода, която не е попила в земята по време на буря или силен дъжд, а е изтекла в канала. Цялата тази вода се оттича в тръба, която я отвежда до пречиствателна станция за отпадни води, за да бъде почистена, за да може да бъде върната в природата.

ZŠ: Обсъдете най-общо какви са източниците на отпадъчни води в домакинството - къде смятат, че имат най-голямо потребление на вода и какво се намира в отпадъчните води (вода, твърди частици, плаващи частици, масла, мазнини).

Любознателни: Според произхода разделяме отпадъчните води на:

- канализационни отпадъчни води (или канализация) - идват от домакинствата и социалните обекти
- промишлени отпадъчни води - идват от индустрията (от фабрики)

? Въпрос: Какво съдържат отпадъчните води?

💡 **Отговор:** Замърсената вода се състои от разтворени и неразтворени вещества. Разтворените вещества могат да бъдат биоразградими (напр. монозахариди) или небиторазградими (напр. азобагрила). Разтворените вещества, открити в отпадъчните води, също включват разтворени неорганични соли. Неразтворените органични вещества в отпадъчните води отново се разделят на разградими (нишесте, целулоза) и неразградими (пластмаси). Неразтворените неорганични вещества включват например пясък и чакъл. Входящите води включват и неща, които са по-скоро битови отпадъци. Те обаче не им е мястото в канализацията и изобщо не трябва да влизат в нея. Освен това във водата има бактерии и микроби, които могат да причинят заболявания.



Съвет за интерпретация: Използвайте тази възможност, за да обсъдите с участниците какво не принадлежи към отпадъците. Обикновено е препоръчително това обсъждане да се проведе на място, където можете да видите течащата вода и е възможно веднага да посочите

предмети, които не принадлежат към отпадъчните води. Също така е препоръчително да попитате за тяхната практика у дома и може би също за това какво правят с масла и мазнини.

Начално училище: За по-големите ученици можете да задавате насочващи въпроси директно за химичния състав на отпадъчните води - какви органични или неорганични вещества се намират в отпадъчните води.

? **Въпрос:** Колко отпадъчни води произвежда човек?

💡 **Отговор:** Количеството и качеството на отпадъчните води, произведени от хората, може да варира. За целите на проектирането на пречиствателни станции е създадена единица, наречена еквивалентно население (ЕО), която отразява средното количество и качество на отпадъчните води, произведени от един жител за един ден. Количеството замърсяване, произведено от един ЕО, съответства на:

1 ЕО = 120-150 l/d отпадъчни води

1 ЕО = 60 g/d органични вещества (БПК5) 1 ЕО = 11 g/d Нощно 1 ЕО = 2,5 g/d Робоцно

БПК5 (биологична потребност от кислород) е аналитичен метод за определяне на органични вещества, които са обект на биохимично разлагане при аеробни условия. С други думи: биологичното потребление на кислород изразява от колко кислород се нуждаят бактериите, за да премахнат органичното замърсяване в отпадъчните води.

По правило промишлените сгради също са свързани към пречиствателната станция за отпадъчни води. За оценка на замърсяването се създават таблици за преобразуване, с помощта на които можем да изчислим замърсяването, съответстващо на еквивалентни жители.

Например:

Производството на 1 тон цвекло в захарна фабрика отговаря на 45-70 ЕО.

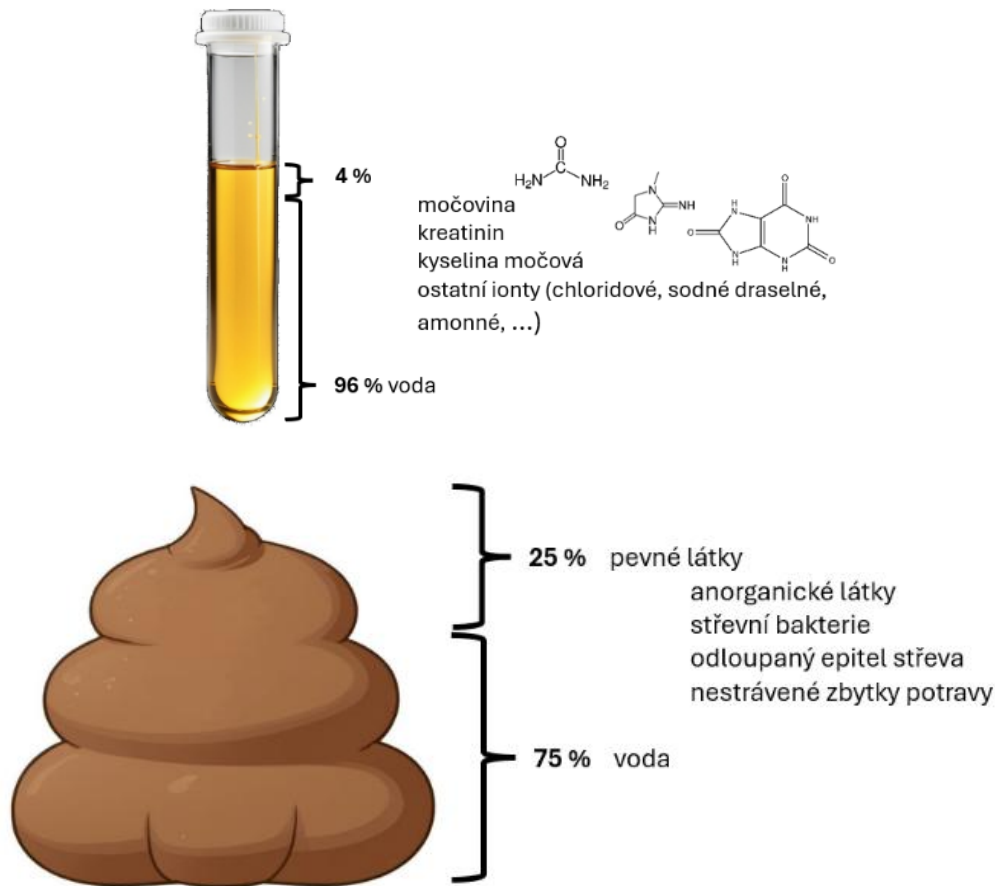
Производството на 1 m³ бира отговаря на 150-350 ЕО.

Изпирането на 1 тон пране в пералня отговаря на 350-950 ЕО.

? **Въпрос:** Какви вещества съдържа човешката урина и изпражнения?

💡 **Отговор:** Урината и изпражненията са отпадъчни продукти от човешкия метаболизъм. Урината се произвежда чрез филтриране на кръвта в бъбреците, а изпражненията се образуват в дебелото черво.

Съставът на човешката урина и изпражнения е показан на следващите фигури. От гледна точка на пречистването на отпадъчни води, урината е важен източник на азот. От друга страна, изпражненията са източник на фосфор и органични вещества. Органичните вещества идват от остатъците от храна, която не се усвоява напълно в тялото ни.



? **Въпрос:** Различен ли е съставът на отпадъчните води в различните градове/места, или е еднакъв навсякъде?

💡 **Отговор:** Отпадъчните води от битови и социални обекти (канализация) имат приблизително еднакъв състав. Що се отнася до промишлените отпадъчни води, съставът тук е много зависим от вида на индустрията. Естеството на замърсяването оказва силно влияние върху технологията, използвана в ПСОВ.

? **Въпрос:** Кое е и какво не е мястото в тоалетната?

📋 **Съвет за тълкуване:** В този раздел е препоръчително да обучите посетителите какво не е за канализацията или какво не трябва да се изхвърля в тоалетната, кухненската мивка или мивката у дома.

💡 **Отговор:** Канализацията не включва:

- остатъци от храна
- отпадъци от кухненски шредери
- мазнини и масла
- хигиенни консумативи – мокри и козметични кърпички, памучни тампони, еднократни пелени,...
- битови отпадъци
- химически остатъци или може би живак

Любопитно: Коледа е критичен момент, когато е лош навик на хората да изливат огромни количества масло в боклука. Маслото е в контейнери за масло или в събирателния двор.

? **Въпрос:** Защо тези неща не са в канализацията?

💡 **Отговор:** Защото могат да повредят или запушат канализационните тръби и оборудването на пречиствателната станция. Например мазнината се утаява по стените на канализацията, а други замърсявания (салфетки, хигиенни артикули,...) се улавят върху нея. Това може да доведе до пълно запушване на тръбите, а отпадните води след това няма къде да се оттичат. Не става въпрос само за тръбите, отвеждащи отпадъчните води до пречиствателната станция, може да възникнат запушвания и в канализационните тръби във вашия дом. В такъв случай лечението е много сложно и неприятно. Или, в случай на остатъци от храна, те могат да поддържат изобилие от плъхове в канализацията, които могат да пренасят болести и обикновено са нежелани гости в градовете и домовете, с които след това трябва да се справите чрез унищожаване на канализацията. При опасни вещества и химикали съществува риск от увреждане на технологията на пречиствателната станция, особено на биологичния процес, както и застрашаване на хората, работещи по канализационната система и в пречиствателната станция.

Любопитен: Най-известният случай на запушване на канализацията с мазнини и други канализационни отпадъци е от Лондон през 2017 г. Натрупаният материал е с размери 250 метра и тежи 130 тона. Премахването му отне 9 седмици работа. На английски дори е измислено името "Fatberg" за това "находище", което е създадено от думата "fat" - мазнина и "iceberg" - айсберг, на чешки може да се нарече "tukovec".

2.4.2 Пътят на водата до пречиствателната станция



Съвет за търкуване: Тук е добре да знаете къде тече отпадъчната вода към вашата пречиствателна станция (от кои градове/области/общини), колко е (на година и на секунда), от колко хора идва, колко дълга е канализационната мрежа, която доставя водата, колко време отнема на отпадъчната вода да потече в пречиствателната станция. Можете да направите анкета сред посетителите чии отпадни води се стичат тук, къде се стичат отпадъчните води от тяхното училище и т.н.

? **Въпрос:** Как се отвеждат отпадъчните води в пречиствателната станция?

💡 **Отговор:** Отпадъчните води от сградите се заустват през тръби, които се отварят в по-големи тръби, образуващи канализационна мрежа. Канализационната мрежа е транспортна система, която транспортира отпадъчните води от мястото, където произлизат, до мястото, където се пречистват. Канализационната мрежа е под земята, но по кръглите капаци на шахтите на улицата можем да познаем къде минава.

Канализационната система или канализационната мрежа може да бъде проектирана в различни стилове в зависимост от това дали канализацията и дъждовната вода се отвеждат заедно. Единна мрежа, при която, както подсказва името, всички отпадъчни води се отвеждат независимо от вида им, т.е. отпадъчните води се отвеждат заедно с дъждовната вода. Канализационна мрежа, при която отпадъчните и дъждовните води се отвеждат по отделни пътища и не се смесват, се нарича отделна система. Отпадъчните води се заустват в пречиствателна станция, докато дъждовната вода се зауства например във водно течение.

Недостатъкът на единната канализационна мрежа е нейното претоварване при проливни дъждове. Канализационната мрежа е проектирана за максималното количество отпадъчни води, което може да поеме, същото важи и за пречиствателната станция. Ако капацитетът на канализационната мрежа или пречиствателната станция е превишен, отпадъчните води, които са „екстра“, попадат през предпазните камери директно във водния поток. Тези непречистени отпадъчни води, които съдържат например отпадъчни води от тоалетни, замърсяват водния път.

Вариант за намаляване на количеството дъждовна вода, която попада в канализационната система, е целенасоченото улавяне на дъждовната вода. Дъждовната вода, която се стича по тротоара, пътя или например покрива в канала, се отклонява така, че да достигне до почвата, където да се използва от растенията.

Начално училище: Разберете колко далеч е училището, от което идват, и го сравнете с дължината на канализационната мрежа. Нека познаят времето, за което отпадните води ще стигнат до пречиствателната станция. Обсъдете къде и защо са разположени шахти от канализация (главни пътища). Възможно е да попитате за различни обекти и устройства на канализационните мрежи, които са срещали - най-често ще споменават канал, можете да им кажете, че правилно се наричат дренаж или гула.

Любознателен: По улиците най-често можем да срещнем два обекта, които обикновено се наричат "канал". Може би сте забелязали, че някои "канални" имат решетка и позволяват на водата да тече. Това са канализационни канали, наричани още гула. Но някои люкове имат или само малки дупки, или изобщо нямат дупки. Това

са капацы за канализационни шахти, които позволяват достъп до обекти на канализационната мрежа. Обикновено прикриват връзка, някаква промяна в посоката на канализацията (счупена шахта) или това е ревизионна шахта, която се поставя редовно, за да се осигури достъп до канализацията и нейното почистване с вода под налягане и специално оборудване.

? Въпрос: Защо мирише канализацията?

💡 Отговор: При разграждането на органичните съединения в канализационната мрежа се отделят газове, които причиняват силна миризма. Разграждането на органичните съединения става на места, където има нисък поток на отпадъчни води или недостатъчен наклон на канализационната мрежа. При разлагането на органични съединения, съдържащи сяра, се получава сулфан, който е отровен газ. Сулфанът мирише на развалени яйца.

Въздушният поток в канализационната система също играе важна роля. Ако в канализацията има достатъчно кислород, гниенето е сведено до минимум.

При силен дъжд цялата утаена мръсотия се отмива в канализационната мрежа. Следователно първата вълна от отпадъчни води, която пристига в пречиствателната станция, е много концентрирана.

Начално училище: Можете да дадете място на учениците и да попитате дали някога са усещали миризмата на канализация и с какво биха я сравнили.

SŠ: Сулфанът вече мирише при концентрации от 0,5 ppm (частици на милион). Тук можете да помолите учениците за подсказка - според тях колко молекули трябва да има в канализацията, за да усетим миризмата на сулфан? Този въпрос ще накара учениците да се замислят и ще ги запознае с новите единици ppm, които често се използват за изразяване на концентрация в САЩ.

Следователно сулфанът мирише от концентрацията, когато във въздуха има една молекула сулфан за два милиона молекули въздух (кислород + азот). Или при съдържание на 0,00005% сулфан във въздуха. Така че 0,5 ml сулфан в 1 m³ въздух.

? Въпрос: Живеят ли животни в канализацията?

💡 Отговор: В канализационната мрежа има плъхове, изхвърляйки остатъците в отпадъците, ние им осигуряваме източник на храна. Поради тази причина те дори могат да се размножават в някои градове. През пролетните и летните месеци тяхното унищожаване се извършва, като в канализационната мрежа се поставят отровни капани, за да се поддържа популацията на плъхове на разумно ниво. Nubex се използва за унищожаване на плъхове - хранителни капани, подходящи за влажна среда. Те съдържат например галета, грис, царевица, шоколад, мазнини и активното вещество антикоагулант.

Плъхът често се бърка с плъх. Плъхът има по-светла козина, по-голям е, има по-къса опашка от тялото си и обича влажна среда. Докато плъхът има до черно-сива козина, той е по-малък, но опашката му е по-дълга от тялото му и не обича влажна среда.

? Въпрос: Каква е температурата в канализацията?

💡 Отговор: Температурата на отпадните води в канализацията зависи от сезона, варира от 8 до 20 °С.

? Въпрос: Каква е формата на канализацията?

💡 Отговор: Напречните профили на канализацията могат да имат различни форми. Основната форма е кръгла. Друга форма е овалната форма, която е идеална за равномерни дренажи с променлив поток. Профилът на устието се използва, когато няма достатъчна височина на откритката.

? Въпрос: От какви материали е изработена канализационната мрежа?

💡 Отговор: Канализационната мрежа трябва да бъде изградена от материали, които са устойчиви на абразия, корозия, химикали и микробно действие. За изграждане на канализационната мрежа се използват каменинови изделия, бетон, чугун, базалт, канализационни тухли (камбанови блокове) или пластмаса.

Любопитен: При изграждането на канализацията преди това са използвани специални керамични тухли, така наречените камбанови тухли. Това са много твърди тухли, направени от специална глина, които се изпичат два пъти в тухлена пещ на редуциран пламък. Стари мрежи за чорапи могат да се видят например в Рим (Fogit Romanum) или в Прага, където Входът на чужденците се отваря няколко пъти в годината (при астрономическия часовник в Стария град). Тук е възможно да се влезе в свързващата камера, която е построена преди повече от сто години.

2.4.3 Пречиствателна станция за отпадъчни води



Съвет за тълкуване: Тази част трябва да бъде съставена така, че да съответства на вашата конкретна почистваща инсталация. В следващите параграфи ще намерите общо описани стъпки за пречистване на отпадъчни води. За по-конкретно обяснение на отделните технологии, които са във вашата пречиствателна станция, можете да използвате глава 3. Описание на технологиите за ПСОВ. Тази глава е проектирана като така наречен каталог, от който можете да изберете само частите, които ви подхождат в интерпретацията на екскурзията.

? Въпрос: Къде и как се почистват отпадъчните води?

💡 Отговор: В пречиствателната станция.

Канализационната мрежа отвежда отпадъчните води до пречиствателната станция за отпадни води, където започва тяхното пречистване. Малки количества замърсяване могат да бъдат почистени от самата природа, този процес се нарича самопочистване. Пречиствателната станция за отпадни води използва същите принципи като природата, само ние създаваме оптимални условия те да се извършват възможно най-бързо.

Начинът, по който ще се пречиства водата, варира в зависимост от конкретното място, в зависимост от технологиите, с които е оборудвана пречиствателната станция, вида на отпадъчните води, които се вливат, както и колко вода се пречиства.

Ако е възможно, отпадъчните води преминават през пречиствателната станция гравитачно, т.е. чрез гравитачен спад. Това е особено изгодно по отношение на консумацията на електроенергия. Ще спестим енергия, която иначе бихме използвали за работа на помпите.

Първо, трябва да премахнем големи предмети, които плуват във водата или са на дъното. Това могат да бъдат например камъни, пясък, остатъци от храна или мокри кърпички. Тези предмети се отстраняват по такъв начин, че водният поток да се забави и мръсотията да се утаи на дъното (чакълуловител, пясъкоуловител) или да се улови върху решетки или сита (помещение за пениране). Освен горепосочените обекти, във водата има и неразтворени органични вещества, които се улавят в утайтели. Този утаен материал, наречен първична утайка, се изпомпва за по-нататъшна обработка в управлението на утайките. След това във водата остава замърсяване, което не се вижда с просто око, т.е. то е разтворено във водата.

Разтвореното замърсяване може да отстрани бактерии и други микроорганизми от водата до известна степен (активиращ резервоар). Технически, събирането на тези бактерии се нарича активна утайка, а процесът на почистване се нарича биологично почистване.



Съвет за тълкуване: Препоръчително е да адаптирате дълбочината на описанието на биологичното пречистване на отпадъчни води към целевата група. По-долу предлагаме варианти според нивото на слушателите.

***ZŠ:** В пречиствателната станция за отпадъчни води държим тези бактерии като животни в зоопарк. Ние се грижим за тях, като им създаваме подходящи условия за живот и им даваме отпадъчни води като храна. Тук отглеждаме няколко вида бактерии. Какви условия са им необходими за живот? Зависи от природата им, някои се нуждаят от много въздух, за да живеят, докато други го оценяват, когато изобщи*

нямат въздух. Доволните бактерии живеят заедно и създават такива малки градчета, които ние наричаме люспи, размножават се и населението им расте.

СЪ: Активната утайка се състои от микроорганизми, които поддържа в необходимото количество в пречиствателната станция за отпадъчни води. Микроорганизмите в активната утайка включват бактерии, протозои (торни бръмбари, мекотели, ракообразни), метазои (ротифери, нематоди, червеи), както и плесени, гъбички и дрожди.

Съвет за тълкуване: Тук би било добре да покажете на децата няколко снимки на споменатите микроорганизми или видео, например на мобилен телефон, за да не е просто дълго обяснение. Освен това можете да насърчите децата да попитат своя учител по биология в училище за допълнителна информация.

Бактериите трансформират замърсяването от отпадъчните води чрез своя метаболизъм, т.е. замърсяването им служи като храна. Различаваме няколко вида бактерии според техния метаболизъм. Бактерии, окисляващи органичния субстрат (органотрофни), бактерии, окисляващи амонячен азот и нитритен азот до нитратен азот (нитрифициращи), бактерии, редуциращи нитратен азот до газообразен азот (денитрифициращи) и бактерии, които натрупват по-голямо количество фосфор (поли-Р) в клетките си. Отделните видове бактерии се нуждаят от подходящи кислородни условия за своя метаболизъм - окислителните бактерии се нуждаят от кислород, редуциращите бактерии, от друга страна, се нуждаят от условия практически без кислород. Поради това условията в пречиствателната станция се променят, така че всеки вид бактерия да може да си върши работата. Бактериите живеят заедно в люспи, размножават се и тяхното количество или концентрация в системата се увеличава.

Любознателен: Има постоянна ожесточена конкуренция за ресурси („храна“) между отделните видове организми в активната утайка. Бактерията, която може да получи най-много енергия при зададените условия, ще се размножи най-много и така ще започне да доминира и да измества по-малко успешните. Различни групи бактерии, които разграждат различни видове замърсяване, доста често смятат напълно различни условия за идеални. В допълнение, повечето бактерии могат да преработват "храната" чрез различни метаболитни пътища. Например, в присъствието на кислород, те отстраняват органичната материя, използвайки така нареченото аеробно дишане, но ако кислородът не е наличен, те могат да превключат метаболизма си към много по-малко благоприятната денитрификация. Организмите винаги "избират" процеса, от който получават най-много енергия при дадените условия. В пречиствателните станции обаче често се нуждаем и от бактерии, които извършват малко хранителни реакции и поради това растат бавно. Стараем се да им създадем възможно най-добрите условия и да ги поглезим. Типичен пример са нитрифициращите организми, за които изграждаме резервоари за регенерация с излишък на кислород, където те могат да „почиват“ и „усвояват“ складираните вещества.

Организмите с активна утайка са наистина микроскопични, размерът им варира от десетки до единици микрометри. За справка, един микрометър е една милионна от метъра. Тези малки организми могат да поглъщат само малки хранителни молекули. Повечето замърсители във водата обаче са много по-големи. И така, как бактериите могат да усвоят тези по-големи примеси? За целта бактериите използват специални химикали, наречени екзоензими. Ензимите са вещества, които ускоряват или забавят химичните реакции. В случай на бактерии с активна утайка им помага процес, наречен хидролиза. Префиксът "екзо" означава, че тези ензими се освобождават от бактериите от тялото им в околната среда. Подобно е на паяк, който инжектира храносмилателния си сок в муха, уловена в мрежата му. Вместо муха в паяжината, в този случай имаме отпадна вода в резервоара. Дългите молекули на замърсителите се разделят на по-малки молекули с помощта на екзоензими. Те вече са достатъчно малки, за да ги приемат бактериите в клетките си и да ги обработват и усвояват допълнително там.

След това бактериите продължават да се утаяват в резервоари, където трябва да бъдат отделени от пречистената вода. Бактериите в люспи (или в техните "градчета") бавно потъват на дъното на резервоара. Трябва да върнем повечето от бактериите обратно в процеса, за да пречистим новопостъпилите отпадъчни води. Това е непрекъснат процес и не можем да си позволим да чакаме да израсне нова пълноценна култура от микроорганизми. И тъй като микроорганизмите се размножават много бързо, някои от тях се отстраняват от процеса поради „излишък“ и се изпомпват към управлението на утайките за по-нататъшна обработка.

В горната част на резервоара за утаяване има пречистена вода, която се разлива през ръбовете или в потопена дренажна тръба и се оттича от пречиствателната станция обратно в природата (например във водно течение).

Любопитен: *Да се говори за активна утайка само за бактерии е грубо опростяване. Всъщност активната утайка е цял микрокосмос с безброй различни видове бактерии, които го доминират, но в допълнение към тях в активната утайка се срещат и висши микроорганизми като различни протозои, метаморфи, реснички, хелминти, ротифери или акари, а при подходящи условия и на определени места също фотосинтезиращи организми като водорасли.*



Съвет за тълкуване: Тук е добре да предупредите посетителите, че тази вода не е за пиене! И е редно да обясня защо.

? Въпрос: Питейна ли е водата, изтичаща от пречиствателната станция?

💡 Отговор: Така пречистената вода е достатъчно чиста, за да не замърсява потока с повишени количества органични вещества, азот и фосфор, но не става за пиене! Това е подобно на пиенето на вода директно от река или локва. Бактериите, които могат да причинят храносмилателни проблеми, трябва да бъдат отстранени от тази вода.

? Въпрос: Къде се произвежда питейна вода?

💡 Отговор: В пречиствателната станция за питейна вода. Което е друго устройство, в което се произвежда питейна вода от вода с естествен произход.

2.4.4 Качество и контрол на отпадните води



Съвет за тълкуване: Има място да се спомене в кое водно течение се влива пречистената вода и какъв е, например, нейният клас на качество и дали дебитът в потока е достатъчен.

Ако разполагате с мобилни анализи (рН сонда, капкови тестове,...), можете да накарате посетителите да проверят качеството на отпадъчните води.

? Въпрос: Как да разберем, че пречистените отпадъчни води са наред?

💡 Отговор: Качеството на оттока се оценява по различни начини. Най-лесно е да използвате сетивата (зрение, обоняние) - опитните работници помнят как "изглежда" нормално канализацията, ако нещо се промени (цвет, прозрачност, количество люспи, миризма), те търсят причината. Друга помощ са онлайн сонди и анализатори (например за измерване на амоняк, нитрати, мътност, фосфати,...), но те са много скъпи (повече от десетки хиляди до стотици хиляди CZK на бройка), така че се използват в наистина големи пречиствателни станции. Могат да се използват и преносими сонди и "капкови тестове", при които цветът се сравнява с цветна скала. Най-точно е определянето на веществата в лабораторията.

? Въпрос: Какво качество трябва да имат пречистените отпадъчни води?

💡 Отговор: Качеството на отпадните води от пречиствателната станция е предмет на законодателни разпоредби. Чешките разпоредби съответстват на законодателството на Европейския съюз. Граничните стойности са определени както за границите на отделните съединения, така и за ефективността на отстраняване на отделните вещества в пречиствателната станция за отпадъчни води. Нивото на ограниченията се степенува според размера на пречиствателната станция, колкото по-голяма е пречиствателната станция, толкова по-строги са ограниченията. Точните граници за пречиствателните станции се определят от водния орган и всяка пречиствателна станция може да има малко по-различни граници. Качеството на изтичащата пречистена вода подлежи на независими проверки от властите, например Чешката екологична инспекция, водните власти и т.н. Ако ограниченията бъдат превишени, операторите на пречиствателни станции плащат глоби.

За да се измери количеството на пречистените отпадъчни води, на изхода от пречиствателната станция са монтирани разходомери на пречистените води. Най-често корито Parshall със сензор за ниво се използва за измерване на водния поток.

В някои водни течения (реки, потоци) отпадъчните води от пречиствателната станция са отговорни за голяма част от течащата вода. Има и случаи, когато качеството на отпадъчните води от пречиствателната станция е по-високо от качеството на водата във водотока. Ограниченията, определени от органа по водите, се променят по отношение на използването на вода надолу по течението (развлечение или водовземане за питейна вода).

ZŠ: Не натоварвайте тези ученици с подробности от законодателните разпоредби, достатъчно е да кажете, че пречистената вода трябва да отговаря на

определени параметри на концентрация на въглерод, азот и фосфор, преди да се влее в реката, и в нея не трябва да плува голямо количество неразтворени вещества.

Средно училище: Можем да обясним на тези ученици по-подробно как работи вземането на проби и измерването на водния поток.

Любопитен: Ако някой е много заинтересован да разбере ограниченията за заустване на отпадъчни води, можете да го насочите към Указ № 401/2015 Coll. Интересна особеност в законодателството е въвеждането на две граници "m" и "p". Символът "m" показва максималната непревишена граница, а символът "p" е допустимата граница, която може да бъде превишена при определено количество проби от оттока в допустима граница.

? Въпрос: Какви са възможностите за допълнително пречистване, за да стане водата още по-чиста?

💡 Отговор: В определени случаи водата се преработва чрез така нареченото третично пречистване (механичното и биологичното пречистване може да се нарече първично и вторично), което вече включва специализирани методи, предназначени да коригират специфични показатели за качеството на водата, характерни или значими за дадена пречистена вода или реципиент.

Третичното пречистване се прилага все повече в пречиствателните станции за отпадъчни води, поради постепенно затягане на ограниченията, които не могат да бъдат изпълнени чрез използване само на първично и вторично пречистване.

Третичните методи за почистване включват дезинфекция, мембранни технологии, химическо утаяване на фосфор или филтриране през слой от активен въглен. С други думи, това са водни методи.

ZŠ: Ако вашата пречиствателна станция не разполага с нито една от технологиите за третично пречистване, тогава е достатъчно да кажете в края на дренажното съоръжение, че изискванията за пречистени отпадъчни води постепенно ще нарастват и поради тази причина в пречиствателната станция ще се появят други технологии.

Любопитно: През 2024 г. ще бъде публикувана нова директива на Европейския съюз за пречистване на отпадъчни води, която драстично ще затегне ограниченията за хранителни вещества в заустваните отпадъчни води.

2.4.5 Бъдещето на почистването

? Въпрос: Как ще изглежда пречистването на отпадъчните води през следващите години и десетилетия?

💡 Отговор: В някои пречиствателни станции по света вече съществува третично и четвъртично пречистване, т.е. следващото ниво на почистване, когато висококачествената вода напуска пречиствателната станция. Тази вода обаче вече не отива само във водния път. Поради високото си качество е възможно рециклирането (повторната му употреба).

? Въпрос: За какво може да се използва рециклирана вода?

💡 Отговор: Някои от възможните употреби на рециклирана вода включват:

- напояване и земеделие – напояване на градини, градска зеленина, голф игрища и земеделски площи
- промишлени приложения – използване в различни промишлени процеси като охлаждане или измиване
- озеленяване – изкуствено инфилтриране или напълване на езера и фонтани

В бъдеще ще има голям натиск върху качеството на заустваните отпадъчни води не само от гледна точка на хранителни вещества, но и на микрозамърсители като остатъци от лекарства, гени за резистентност към антибиотици, микропластмаси, пестициди и др.

По света наименованието на пречиствателна станция за отпадъчни води (на английски) вече се променя на пречиствателна станция за вода в свободен превод, т.е. място, където събираме вода.

Той е любопитен: във връзка с отпадъчните води често се обсъждат така наречените микрозамърсители. Това е широк термин, който включва вещества като остатъци от лекарства, хормони, микропластмаси, пестициди, вещества от продукти за лична хигиена, някои вещества, използвани в индустрията. Това е широка група вещества, които се срещат в отпадъчните води в много ниски концентрации. Нивото на отстраняването им в пречиствателните станции е различно, винаги зависи от конкретното вещество. Отстраняването им се усложнява и от факта, че концентрациите им в отпадъчните води са много ниски. За по-ефективното им елиминиране в бъдеще ще е необходимо технологиите на пречиствателната станция да се допълнят със специализирани етапи, като усъвършенствано химично окисление, сорбция върху активен въглен и др.

2.5 Историята на веществата и енергията, получени от отпадъчни води



Съвет за тълкуване: Когато разказвате този раздел, трябва наистина да развълнувате участниците, тъй като в обществото все още има голяма стигма относно пречистването на отпадъчни води. Хората разбират необходимостта от пречистване на отпадъчни води, но го приемат само като необходимост. Можете да представите на участниците нова гледна точка от тази страна на въпроса – в пречиствателните станции можем да получим ценни вещества при пречистване на отпадъчни води, напр. активната утайка се счита за отпадък, но може да се разглежда и като ценна суровина! Самата утайка има отлични наторяващи свойства, освобождава постепенно хранителни вещества, а също така помага на почвата да задържа вода. Чрез по-нататъшна обработка на утайките можем да получим енергия (например чрез преработка на биогаз), както и елементите, съдържащи се в утайките - главно фосфорни и азотни съединения.

Отпадъчните води съдържат невероятно голямо количество различни вещества и енергия. Например, ако погледнем човешкото храносмилане, голяма част от веществата от храната преминават в отпадъчни води, тъй като нашето храносмилане не е напълно перфектно и не можем да използваме напълно всички вещества.

ZŠ: *Обобщете само веществата, които могат да бъдат получени от отпадъчните води и се съсредоточете върху използването на утайки в земеделски земи или изгаряне.*

Средно училище: *По-големите ученици могат да навлязат в повече подробности за анаеробната стабилизация и утаяването на фосфора.*

Любопитно: *Опишете подробно различните видове горене (пиролиза, газификация), какви са продуктите тук и споменете биовъглен като перспективно вещество. Тази група включва и темата за рафиниране на биогаз в биометан. Трябва да се спомене, че някои пречиствателни станции в Европа (дори в Чешката република) вече са енергийно самодостатъчни или дори произвеждат повече енергия, отколкото консумират, благодарение на достатъчното производство на биогаз.*

? Въпрос: Какви вещества можем да получим от отпадъчните води?

💡 Отговор: Обобщение на веществата, които можем да получим от отпадъчните води:

- Органични вещества, N, P,....
- Утайка
- енергия
- Други - мазнини, целулоза
- Чакъл, пясък

Любопитен: *В миналото фекалиите са били използвани главно в селското стопанство като тор. Урината се е използвала като почистващо средство, древните римляни са използвали урината за избелване на зъбите си. Тъканите се накусят в урина преди боядисване, за да направят цвета по-издръжлив. Урината също е била важна суровина за производството на барут. Изпражненията се използвали за обработка на кожа, кожарите имали така наречените писоари в кръчмите за събиране на урина.*

? Въпрос: Какви вещества се отделят от водата при механично пречистване на водата?

💡 Отговор: В механичната част на пречиствателната станция получаваме шлага, пясък, чакъл, масла и мазнини от отпадъчни води. Отпадъците са нежелателни от хигиенна гледна точка, поради тази причина те се депонират или изгарят в инсинератори. Един жител произвежда средно 5-15 литра шлаки годишно. Пясъкът и чакълът също са нежелателни от хигиенна гледна точка, но могат да се използват, например, в строителната индустрия след обработка. Маслата и мазнините се използват при анаеробна стабилизация и след това от тях се произвежда биогаз, който може да се използва за енергия.

? Въпрос: Как се отстраняват хранителните вещества от отпадъчните води?

💡 Отговор: За отстраняването на тези елементи се използват няколко биологични процеса, които протичат в резервоара за активиране на пречиствателната станция.

Премахване на въглерод

- Окисляване на органични вещества чрез действието на микроорганизми в присъствието на кислород до въглероден диоксид и вода. Въглеродният диоксид е безвреден газ, който излиза в атмосферата.

Отстраняване на азот – нитрификация и денитрификация

- Азотът навлиза в отпадъчните води главно от урината.
- Азотът се отстранява чрез два процеса: нитрификация и денитрификация.
- По време на нитрификация нитрифициращите бактерии окисляват амониевия йон чрез нитрити до нитрати. По време на този процес резервоарите трябва да бъдат интензивно аерирани, тъй като по време на този процес се изразходва голямо количество кислород. Аерирането е енергийно, а следователно и финансово изискващо. Аерирането става с помощта на вентилатори и аериращи елементи, които се намират на дъното на резервоара. Вентилаторът издухва въздух в тези елементи. Впоследствие от елементите излизат фини мехурчета.
- По време на денитрификацията нитратите се превръщат в азотен газ. В крайна сметка азотът (безвреден газ, който съставлява около 78% от атмосферата) изчезва от водата ни, изтичайки в нашата атмосфера. По време на денитрификацията се изразходва и органичен въглерод от отпадъчни води.
- Ако има липса на органичен въглерод в отпадъчните води, е необходимо да се приложи външен субстрат (най-често метанол) към резервоарите - тогава бактериите използват външния субстрат, за да метаболизират нитратите в азотен газ.
- Because of sufficient organic carbon, there is usually a tank in which denitrification takes place prior to nitrification. След това работи вътрешен рецикл между резервоарите, където част от отпадъчните води от нитрификацията се изпомпват обратно в денитрификацията, така че нитратите, създадени при нитрификацията, се транспортират до денитрификацията, където условията са подходящи за отстраняването им. Note: this section can vary significantly depending on the specific dry cleaner. Adapt the interpretation to your technology and especially to your audience. A detailed description of nitrogen removal can be very confusing and complicated for elementary, but often also secondary schools.

Отстраняване на фосфор – химическо утаяване или подобро биологично отстраняване на фосфор

- Фосфорът навлиза в отпадъчните води от фекалиите, от промишлени перални (разрешено е да използват фосфатни перилни препарати), от таблетки в съдомиялни машини.
- Фосфорът може да бъде отстранен от водата чрез химическо утаяване или засилено биологично отстраняване на фосфор с помощта на специални бактерии, акумулиращи фосфор.

? Въпрос: Отделят ли се парникови газове по време на отстраняването на хранителните вещества?

💡 Отговор: По време на активирането се произвеждат парникови газове: въглероден диоксид (продукт от отстраняването на органичния въглерод), азотен оксид (създаден по време на нитрификация) и на някои места с изключително ниска концентрация на кислород, метан. Азотният оксид и метанът имат значително по-силен парников ефект от въглеродния диоксид. Други парникови газове се създават по време на производството на електроенергия за задвижване на машини в пречиствателната станция.

? Въпрос: Какво представлява утайката от гледна точка на управлението на утайката?

💡 Отговор: Утайката е отпадъчен продукт от пречистването на отпадъчни води, който представлява 1-2% от обема на пречистената вода, но 50-80% от първоначалното замърсяване, съдържащо се във входящия поток към пречиствателната станция за отпадъчни води, е концентрирано в нея. Третирането и обработката

на утайките има за цел да минимизира отрицателните въздействия върху околната среда и човешкото здраве. Справяме се с утайките по различни начини, които зависят от размера на пречиствателната станция.

В пречиствателната станция събираме утайки от два резервоара. Първо отстраняваме утайката от утаителния резервоар, която се нарича първична утайка. Впоследствие премахваме утайката от утаителя, която се нарича вторична или излишна. Сместа от първична и вторична утайка се нарича сурова утайка.

ZŠ: Ако вие и участниците преминете от дренажа към управлението на утайките, добра идея е да им напомните отново по опростен начин какво е утайка и откъде идва.

SŠ: С тази група студенти е идеално да започнете дебат в началото на управлението на утайките относно това какви вещества се намират в утайките и какво може да им се случи, опитвайки се да стигнете до други вещества, а не само до органично замърсяване. Утайките съдържат смес от органични и неорганични вещества, вода и различни токсични вещества като тежки метали, пестициди, остатъци от лекарства или патогенни и други микроорганизми.

Любопитно: Цената на приемливото третиране на утайки съответства на приблизително 50% от оперативните разходи за третиране на отпадъчни води. Не си струва да има управление на утайките в по-малки пречиствателни станции.

? Въпрос: Как се преработват утайките в малки пречиствателни станции?

💡 Отговор: Анаеробна стабилизация не се осъществява в малки пречиствателни станции поради недостатъчно производство на биогаз. Това означава, че утайката обикновено се стабилизира аеробно или се обезводнява, или се транспортира в течност до по-голяма пречиствателна станция. По време на аеробна стабилизация утайката или се оставя за по-дълго време в резервоара за активиране, или се изпомпва в резервоар за аерирана утайка. След обезводняване утайката може да бъде транспортирана до по-голяма пречиствателна станция, където впоследствие се прехвърля в резервоари за биореактора.

? Въпрос: Как се обработват утайките в по-големите пречиствателни станции, които имат управление на утайките?

💡 Отговор: В средни и големи пречиствателни станции най-често се използва анаеробно стабилизиране на утайки (или анаеробно разлагане). Голямо количество от първоначалното замърсяване, съдържащо се в постъпващите отпадъчни води, се концентрира в утайките. В по-големите пречиствателни станции част от това замърсяване се превръща в биогаз в резервоари за разграждане (чрез анаеробна стабилизация).

По време на анаеробна стабилизация утайката се събира в резервоари, в които достъпът на кислород е ограничен (=анаеробна среда). В тези резервоари съдържащите се в утайката вещества се разлагат с помощта на специални бактерии (метаногенни бактерии) за получаване на биогаз. Според температурата в резервоарите разграничаваме мезофилно (35 °C) и термофилно разлагане (55 °C).

След като утайката премине през резервоара за разграждане, тя се превръща в стабилизирана утайка, което означава, че в нея вече не трябва да се извършва интензивно спонтанно разлагане. При анаеробно разлагане приблизително половината от сухото вещество на утайката се превръща в биогаз.

SŠ: Процесът на смилане се нарича още анаеробна стабилизация. Бактериите, съдържащи се в утайката, постепенно метаболизират органичните вещества в прости захари и алкохоли и впоследствие във въглероден диоксид, водород и метан. Сместа от газове, получена при този процес, се нарича биогаз и се състои главно от въглероден диоксид и метан (приблизително 60-80%). Устройство, в което биогазът се преобразува в топлина и електричество, се нарича агрегат за когенерация. Биогазът се използва за задвижване на двигател с вътрешно горене или турбина. Изгарянето на биогаз произвежда топлина и в същото време захранва генератор, който произвежда електричество.

Любопитен: Освен въглероден диоксид и метан, анаеробната стабилизация произвежда също амоняк (амоняк) и сулфан, които са силно миришещи газове.

Любопитно: Метаногенните бактерии са много стара като развитие група бактерии, появили са се преди 3,5 милиарда години (възрастта на Земята е 4,5 милиарда години). По това време в атмосферата нямаше кислород и атмосферата на Земята приличаше на тази на Венера днес. За сравнение, динозаврите са се появили преди 250 милиона години, а човекът преди 2,8 милиона години. Ако оста беше 0 сътворението на Земята и 10 настоящето, тогава метаногените се появяват в точка 2.22, динозаврите в 9.44 и човекът в 9.99).

? Въпрос: Каква е употребата на стабилизирана утайка?

💡 Отговор: Използването на стабилизирана утайка зависи от нейното качество. Тази утайка може да се прилага върху земеделска земя, благодарение на нейните наторяващи свойства, тъй като съдържа голямо количество органични вещества, фосфор и азот. Може да се използва и в инсталации за компостиране. Друг метод на обработка е термичната обработка, която включва изгаряне, пиролиза или газификация. По време на пиролиза се образуват пиролизен газ (сингаз), масло и твърд остатък (биовъглен). В наши дни биовъгленът изглежда много обещаващо вещество, което например увеличава задържането на вода в почвата.

Въпросът с прилагането на стабилизирана утайка върху земеделска земя е сложен, защото, от една страна, знаем, че утайката е ценен тор, но от друга страна, тя може да бъде източник на редица замърсители, като тежки метали, остатъци от лекарства, патогенни микроорганизми (напр. Salmonella) и устойчиви органични вещества. Следователно утайките, прилагани върху земеделска земя, със сигурност трябва да отговарят на законовите разпоредби. Законодателните разпоредби контролират не само качеството на утайката, но и в какво количество и къде може да се прилага утайката. Технически е необходимо да има договорени фермери, които имат достатъчен капацитет за съхранение на утайката, тъй като почвата се наторява няколко пъти в годината, но производството на утайка е непрекъснато.

SŠ: Ако вие и учениците сте имали дебат относно това какви вещества съдържа утайката, можете да опитате да продължите с въпрос за тях. Какво мислят те - къде отива утайката от почистването и къде може да се използва по-нататък? Стабилизираната утайка се използва в селското стопанство поради използването на наторяващите свойства на съдържащите се в нея неорганични и органични

хранителни вещества. Има ли рискове от използването на утайки на полето? (само опростен)

Любопитно: Възможен риск от прилагане на стабилизирана утайка върху земеделска земя е съдържанието на микрозамърсители в утайката. Сред микрозамърсителите, които съдържат утайките, са микропластмаси, пестициди, ендокринни разрушители и остатъци от лекарства. Въпреки ниската им концентрация, тези вещества могат потенциално да имат отрицателно въздействие върху околната среда и човешкото здраве. Законодателните параметри за използване на утайки в земеделски земи включват микробиологични критерии (*Salmonella*, *E. coli* и ентерококи) и ограничения за съдържанието на тежки метали, полихлорирани бифенили и полициклични ароматни вещества.

Гени за резистентност към антибиотици също могат да бъдат намерени в утайката, която след това може да се разпространи в други бактерии.

Технологиите, които могат да се използват за третиране на утайки, включват също пиролиза или газификация, при които гориво се произвежда от утайки. напр. в съседна Германия най-често срещаният начин за справяне с утайките е изгарянето им. Утайките се изгарят отделно в специализиран инсинератор или се смесват с друг материал и се изгарят заедно, напр. в пещ за изгаряне на отпадъци, електроцентрала/отоплителна инсталация или циментова пещ.

В утайката се съхранява голямо количество фосфор, който може да се получи от утайката термично (възстановяване на фосфор от пепел след изгаряне на утайката) или химически (утаяване).

? Въпрос: Как се оползотворява полученият биогаз?

💡 Отговор: Биогазът се изгаря в когенерационен агрегат, който произвежда топлина и електричество от него. Топлината се използва обратно за загряване на резервоарите на биореактора. Произведеното електричество се използва в пречиствателната станция, напр. за работа на помпи или аериране на резервоара за активиране.

Друга възможност за използване на биогаз е рафинирането му в биометан. Биометанът има качества, подобни на природния газ и може да се изпомпва в газопроводната мрежа.

2.6 Историята на хората, които се грижат за канализационната мрежа и работят в пречиствателната станция



Съвет за тълкуване: Повечето хора нямат представа колко трудно е отстраняването и пречистването на канализацията и колко хора на различни позиции са включени в този процес. Поради тази причина препоръчваме да обогатите екскурзията със споменаване на хората, които работят в канализационната система или в пречиствателната станция на подходящи места. Чрез увеличаване на знанията за тези позиции е възможно да се повиши нивото на възприемане на важността на тези професии, както и интересът към изучаването им. Тук е възможно да се спомене как ще се развие нуждата от тези професии и как например ще се промени съдържанието на работа на отделните служители (напр. изчисляване на въглероден отпечатък, цифров близък на пречиствателни станции за отпадъчни води или отчитане на ESG).

Отстраняването и пречистването на отпадъчни води е непрекъснат процес, който не може просто да бъде спряно. За да работи всичко и целият процес да не спира, това струва много усилия и работа на много хора от различни професии. Отделните професии следват една след друга и едната без другата не може. Виждаме канализационната мрежа и пречиствателната станция като една добре смазана машина.

Канализационната система трябва да се проверява редовно и в случай на неизправност или задръстване с мръсотия да се ремонтира или почисти. Обследването на канализационната мрежа се извършва от ВиК техник, специализиран в диагностиката на мрежата с помощта на система от камери, която се поставя в началото на проверяваното място и камерите се насочват през тръбопровода с дистанционно управление. При установяване на нарушена пропускливост на тръбата се използва почистване с дюза и изпомпване на материала с камион за почистване под високо налягане. Напоследък дори има дроне, които автоматично летят през канализацията и правят необходимите измервания. Ремонтите и почистването се извършват от оперативни монтьори и оператори на специален каналопочистващ камион.

В пречиствателната станция работят редица устройства, чиято работа се ръководи пряко от инженери по водно стопанско оборудване. Тези работници осигуряват работата на машините и технологичните съоръжения и осигуряват тяхната пълна функционалност и редовен преглед. Поддръжката и ремонтите на електрическото оборудване се извършват от оперативни електротехници. Работата на пречиствателната станция е непрекъсната, поради което е необходимо непрекъснато наблюдение на процесите в пречиствателната станция, което се осигурява от диспечери (контрольори). Диспечерите следят изходите от работата на мониторите и чрез системата за управление контролират работата на пречиствателната станция. Диспечерите работят на смени, за да се осигури 24/7 наблюдение на пречиствателната станция.

Качеството на отпадъчните води и различните продукти от процеса на пречистване на отпадъчни води се наблюдават чрез лабораторията. Персоналът на лабораторията обработва проби и извършва химични, микробиологични и хидробиологични анализи. Пробите се събират и транспортират до лабораторията чрез пробовземачи.

Технологът отговаря за правилното функциониране на пречиствателната станция и качеството на изтичащите пречистени отпадъчни води. Въз основа на резултатите от анализите от лабораторията, стойностите от сонди, анализатори и разходомери в пречиствателната станция, той оценява процеса на

почистване и настройва настройките на отделните устройства, за да осигури безпроблемна работа и добро качество на течащата вода.

Системата за управление е проверена и разработена от IT експерти. Интересен сектор е и създаването на т. нар. цифрови близнаци на пречиствателни станции за отпадъчни води с помощта на специализиран софтуер, който намира приложение например при тестване на различни необичайни ситуации или оптимизиране на операциите.

Напоследък нараства интересът към наблюдението на въглеродния отпечатък и други параметри, свързани с въздействието на оборудването върху околната среда, а с това и необходимостта от такива експерти в областта на управлението на водите.

От списъка с професии, споменат по-горе, може да се види, че както работник със сертификат за обучение, така и с университетска диплома може да намери работа в пречиствателна станция за отпадъчни води.

Начално училище: *Просто обобщете професиите и се опитайте да ги изберете за резервоарите и машините, където се извършва тяхната работа, така че да имат възможно най-добра представа за дадената професия.*

Средно училище: *За по-големите ученици има опции, където можете да учите за позицията воден технолог - университети с акцент върху водата (VŠCHT, BUT, VŠB).*

Инквизитори: *Тук зависи от вас дали да донесете различни предмети, с които работят тези професии: кутии за проби, инструменти, измервателен цилиндър за индекс на утайки, камера и др.*

2.7 Ценообразуване на водата

Цената на водата е честа тема в медиите и обществените дискусии, но малко хора наистина знаят как се изчислява общата цена на водата и колко усилия всъщност струва производството на питейна вода и пречистването на отпадъчните води. Често хората си представят, че питейната вода може да бъде взета направо от източника, което е безплатно, и тогава възникват дискусии относно факта, че компаниите за управление на водите правят огромни пари от това, което всъщност е безплатно в природата. Не е така! И затова е важно да запознаем децата с това как се формира цената на водата, от какво се състои тя и колко финансово трудоемки са процесите по производство на питейна вода и пречистване на отпадни води.

Общата цена на водата се състои от две позиции, които се наричат вода и канализация. Такса вода е такса за производство на питейна вода и нейното доставяне до нашия дом (до потребителя). Канализацията е такса за отстраняване на отпадъчни води от източника им (например от домакинство) и последващото им третиране.

Цената на водата е регулирана, т.е. създадена съгласно правилата, установени от Министерството на финансите на Чешката република. Тези правила определят от какви елементи може и не може да се състои крайната цена и каква печалба могат да запазят ВиК дружествата. Цената на водата се актуализира всяка година. Последната дума при формирането на цената има собственикът на ВиК инфраструктурата.

Цена на водата = разрешени разходи + разумна печалба + държавни такси

- допустими разходи (примери):
 - придобиване/отдаване под наем, възстановяване и модернизация на водностопански имоти
 - консумация на електроенергия, химикали, контрол на качеството на водата (лабораторна работа) и др.
 - разходи за поддръжка и ремонт
 - заплати на служителите, осигуряващи операции, обслужване на клиенти (договаряне, фактуриране, рекламации)
- разумна печалба
 - регулиран от Министерството на финансите на Чешката република
 - макс. 7% от инвестиция капитал
- държавни налози
 - ДДС
 - такси за заустване на отпадни води
 - такси за вземане на сурова вода, от която впоследствие се произвежда питейна вода

ZŠ: Просто обяснете понятията вода и канализация. И сравнете цената на един литър чешмяна вода в сравнение с други цени, напр. бутилирана вода, кока кола, сладкиши и др. За по-добра представа колко е 1 м3 вода е добре да кажем, че е колкото 500 двулитрови бутилки.

SŠ: Сравнете цената на водата с други разходи – например с цената на електричеството, Netflix, месечната сметка за телефон и др.

Любознателно: Да опиша по-подробно от какво се състои цената на водата - отделните позиции, които са включени там.

? **Въпрос: Каква беше средната цена на водата в Чехия през 2024 г.?**

💡 **Отговор:** През 2024 г. средната цена на водата (канализация + вода) беше 125 CZK за м³. Средната цена на водата беше 63 CZK на м³, а средната цена на канализацията беше 59 CZK на м³.

За по-добра представа представяме и преизчисляване на цената за един литър вода. Средната обща цена на водата беше 0,125 CZK на литър, от които средната цена на водата беше 0,063 CZK на литър, а средната цена на канализацията беше 0,059 CZK на литър.

? **Въпрос: Чешмяната вода скъпа ли е?**

💡 **Отговор:** Най-добрият отговор на този въпрос е да сравните потреблението на вода на един човек с другите му разходи и цената на водата и канализацията в дадения район. Например, представяме сравнение със средната цена на водата в Чехия от 2024 г.

Средната консумация на чешмяна вода на човек в Чехия е около 90 литра на ден.

Ценова листа:

Точка	Брой литри отпадъчни води (1 човек)	Цена на питейната вода	Цена за пречистване на вода	Обща цена
1 ден	90 л	5,67 CZK	5,31 CZK	10,98 CZK
1 месец	2 700 л	170,1 CZK	159,3 чешки крони	329,4 CZK
1 година	32 850 л	2069,55 CZK	1938,15 CZK	4007,7 чешки крони

Точка	Брой литри отпадъчни води (4 души)	Цена за пречистване на вода
1 ден	360 л	21,24 CZK
1 месец	10 800л	637,2 CZK
1 година	131 400л	7752,6 CZK

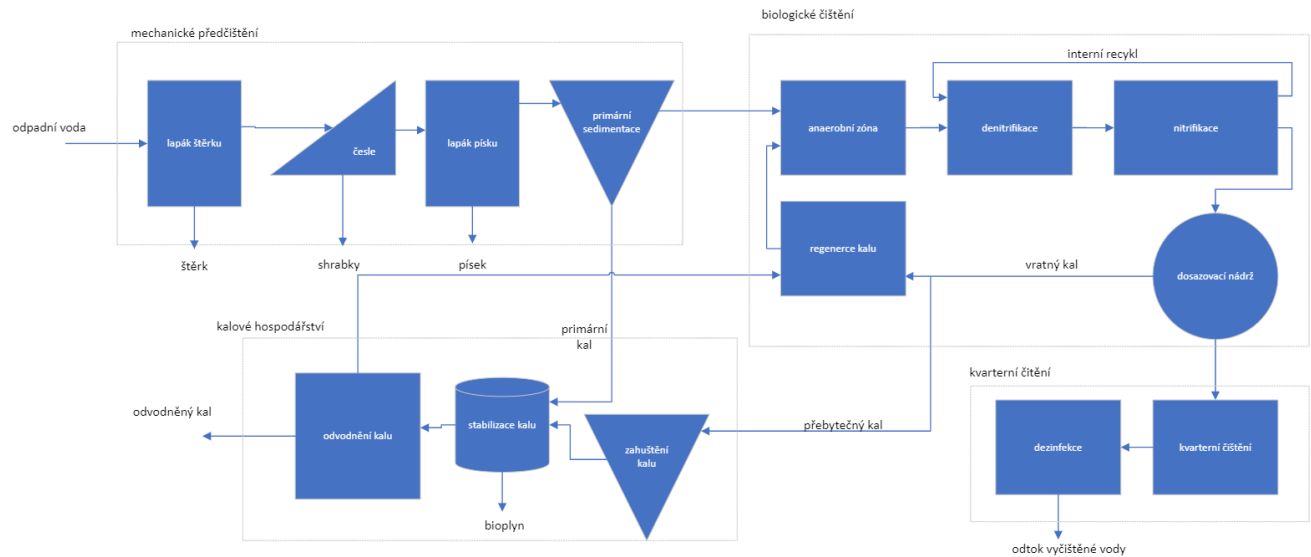
? **Въпрос: Ще бъде ли по-ниска цената на водата, ако всички започнем да пестим вода?**

💡 **Отговор:** Не, намаляването на потреблението на вода води до повишаване на цената на литър, тъй като голяма част от разходите във ВК индустрията са фиксирани. Например, няма значение дали по съществуващ тръбопровод тече по-малко или повече вода, неговата поддръжка, ремонт и обслужване ще са необходими.

3 Описание на технологиите за ПСОВ




Съвет за тълкуване: В тази глава ще намерите основна информация за технологиите, факти и интересни факти. Използвайте тази глава като каталог, от който можете да изберете информация за технологиите, които имате във вашата почистваща станция.



3.1 Механично почистване

На първо място, ПСОВ трябва да отстрани неразтворен материал, който може да запуши помпите, да се утаи в резервоари или да унищожи друго оборудване (абразия).

Капан за чакъл		
	Важност	Улавяне на големи обекти, които могат да се утаят на дъното (седимент).
	Принцип	Картер, в който потокът на отпадъчните води се забавя и по този начин утаява материала. След това уловеният материал трябва да бъде драгиран от дъното и натоварен в контейнер, който се отвежда от пречиствателната станция за отпадъчни води, обикновено на депо.
	Уловен материал	Чакъл, камъни.

Длето		
	Важност	Отстраняване на по-големи плаващи отломки.
	Принцип	Устройство, подобно на сито, през което се филтрира водата. Материалът, който се хваща в тази мрежа, се нарича гребла. След това уловеният материал се изважда от питите (ръчно или автоматично) и се зарежда в контейнер, в който обикновено се извозва на депо.
	Уловен материал	= гребла клони, парцали, опаковки, остатъци от храна, плодове и зеленчуци, презервативи, превръзки, тампони, мокри кърпички... портфейл, документи мъртви плъхове, пари, бижута, дрехи, ключове, възглавници, бананови кори

ZŠ: Тук е подходящо да се обърне внимание на това, което не е за канализацията и да се обясни защо. Обикновено част от това ще изплува и проблемът може да бъде посочен директно.

Любознателен: Изрезките обикновено са най-хигиеничният материал, който може да се срещне в химическо чистене. В същото време това е материал, който изобщо не трябва да влиза в канализацията.



Съвет за тълкуване: Възможно е да подготвите малка "изложба" на интересни експонати върху гребени или може би да покажете снимки на интересни неща, заснети на гребени.

Пясъчен капан



Важност

Отделяне на пясък (неорганичен материал) от органична суспензия, което е важно в следващата част от технологията на пречиствателната станция за отпадъчни води.

Принцип

Разделянето на пясъка от органичните суспендирани вещества става въз основа на тяхната различна плътност. Пясъкоуловителите се различават по това дали за разделяне се използва гравитационна или центробежна сила.

Уловен материал

= пясък
тежки неорганични вещества – пясък, стъклени частици, фина шлака

? Въпрос: Защо пясъкоуловителя се аерира, когато пясъкът трябва да се утаи тук?

💡 Отговор: Дължи се на отделянето на органични примеси от пясъка. Трябва само да отстраним пясъка в пясъкоуловителя. Органичните вещества биха причинили гниене на капана и изкопания пясък, освен това са ни необходими като храна за бактериите по-нататък в процеса.

Утаителни резервоари

Важност

Утаяване на неразтворени вещества от органичен произход и изтриване на плаващи примеси от повърхността.

Принцип

Утаителят работи на принципа на гравитацията, когато по-тежките частици потъват на дъното и впоследствие се засмукват от дъното за по-нататъшна обработка.



Уловен материал

= първичен кал

Материалът, утаен на дъното на утаителните резервоари, се нарича първична утайка. Тази утайка е богата на органични вещества и се използва за управление на утайки.

Любопитен: Утаителните резервоари могат да премахнат приблизително 30% от входящото замърсяване и в същото време утайката, уловена тук, допринася приблизително наполовина за общото производство на биогаз и електричество.

3.2 Биологично почистване

Резервоар за активиране



Важност

Биологично отстраняване на въглерод, азот и фосфор - общо наричани хранителни вещества.

Принцип

Тук протичат безброй биологични процеси. Замърсяването, съдържащо се в отпадъчните води, се метаболизира от бактерии в специфични условия, които са настроени така, че избрани бактериални щамове да оцелеят (и да преобладават) в резервоарите. Групата от бактерии и микроорганизми, които метаболизират замърсяването в отпадъчните води, се нарича активна утайка. Докато микроорганизмите консумират замърсяването, те растат и се размножават. От това следва, че количеството на активната утайка се увеличава с времето и излишната утайка трябва редовно да се отстранява от резервоара за активиране.

Уловен материал

Тук не се улавя директно материал, но има растеж и размножаване на бактерии от активната утайка, върху които могат да бъдат сорбирани (уловени) различни видове вещества. Бактериите допълнително трансформират органичните вещества, азота и фосфора във форми, които се отстраняват от водата.

? Въпрос: Можете ли да плувате в резервоари за активиране?

💡 Отговор: Не можете да плувате в резервоари, сместа е толкова силно аерирана, че има твърде ниска плътност за плуване. Ако някой се опита да го направи, ще се удави. Поради това резервоарите трябва да бъдат обезопасени срещу падане на работниците или да се използва закрепване с въжета и т.н.

? Въпрос: Различни ли са условията в резервоарите?

💡 Отговор: Условията в отделните водоеми се различават значително.

нитрификация – висока концентрация на кислород (аеробна зона)

денитрификация – без кислород, но с нитрати (аноксична зона)

отстраняване на фосфор – без достъп на кислород и без нитрати (анаеробна зона)

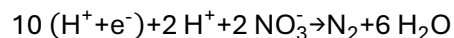
някои пречиствателни станции нямат отделни резервоари, отделени за различни условия, но условията се променят с времето в един резервоар

ZŠ: За тези ученици е необходимо да се гарантира, че процесът е възможно най-ясен. Би било полезно да имате готови снимки на микроорганизмите, които се съдържат в активната утайка, но няма нужда да споменаваме имената. Можете също така да им покажете как изглежда аерационният елемент (физически, снимка, снимка на източения резервоар).

Можем да покажем, че утайката се състои от отделни люспи, които могат да се видят с просто око. Освен това, да се каже, че тези люспи се образуват от микроорганизми, които се хранят със замърсяване.

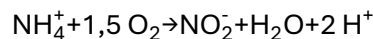
SŠ: Тук е възможно да се говори по-подробно за отделните биологични процеси на отстраняване на хранителни вещества, да има подготвени реакции на нитрификация и денитрификация, директно да се споменат организмите, които са отговорни за тези процеси. Споменете, че в активната утайка, в допълнение към бактериите, има и протозои (филиформи, мекотели, криптиди), метазои (ротифери, нематоди, червеи) и в по-малка степен плесени, гъбички и дрожди.

Денитрификация:

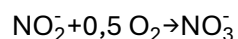


Нитрификация (състои се от две реакции):

нитриране – окисление на амонячен азот до нитритен азот




нитриране – окисление на нитритен азот до нитратен азот



Любопитен: В някои пречиствателни станции активната утайка се изследва редовно под микроскоп, за да се провери кои бактерии и микроорганизми се

съдържат в утайката и с каква честота. Функционирането на отделните процеси може да се оцени от определени видове и цялостния състав на организмите.

Утаител

	Важност	Резервоарът служи за отделяне на активната утайка от пречистените отпадъчни води.
	Принцип	<p>Водният поток в резервоара ще се забави. При тези условия активната утайка може да се утаи на дъното на резервоара. От дъното на резервоара по-голямата част от активната утайка се връща в резервоара за активиране, където утайката отново пречиства водата. Тъй като активната утайка е жив организъм, който се размножава, е необходимо да се поддържа само необходимото количество в системата и излишъкът да се изпомпва от системата. Излишната утайка, която не се използва обратно в резервоара за активиране, се изпомпва към управлението на утайките. В пречиствателни станции без управление на утайките в резервоар за съхранение. Откъдето след това се отвежда до по-големи пречиствателни станции с управление на утайките.</p> <p>Над утаената утайка има пречистена отпадъчна вода, която прелива от резервоара в дренажа и след това продължава към реципиента (река, поток,...).</p>
	Уловен материал	<p>Излишна утайка – излишната активна утайка, която се отстранява от системата.</p> <p>Обратна утайка - активна утайка, която се връща в резервоара за активиране и отново пречиства отпадните води.</p>

Любопитен: В случай на резервоари за утаяване или активиране е възможно да се обясни на участниците как се определя качеството на утайката от гледна точка на утаяването, т.е. индексът на утайката. Индексът на утайката се измерва с помощта на тест за утаяване, когато се взема проба от резервоара и се излива в измервателен цилиндър, след което след 30 минути се измерва височината на границата между вода и утайка. След това индексът на тиня се изчислява като височината на утайката, разделена на времето на утаяване. Според изчисления индекс на утайката може да се прецени колко лесно или трудно се утаява утайката.



Съвет за тълкуване: Можем да извършим теста за утаяване на място. В началото на интерпретацията в резервоарите за активиране вземете проба от утайка, а в края на интерпретацията границата вода-утайка и офсетната вода вече могат да се видят. Ако ще


правим тази демонстрация, препоръчително е да съберем входящата отпадъчна вода по този начин и да покажем разликата във външния вид на отпадъчната вода и пречистената вода.

3.3 Третично почистване

Дезинфекция на водата

	Важност	<p>Пречистените отпадъчни води все още съдържат различни бактерии, вируси и паразити, които могат да имат отрицателен ефект върху водните екосистеми. Дезинфекцията намалява броя на микроорганизмите и осигурява опазване на околната среда.</p>
	Принцип	<p>Възможно е да се използват няколко метода, напр. UV лъчение или озониране. UV радиация с дадена дължина на вълната прониква през тесен слой вода. Тази радиация впоследствие убива микроорганизмите (само убива, не премахва). Друг метод е прилагането на дезинфектант, например водороден прекис.</p>


Филтриране през слой активен въглен

	Важност	<p>При по-строги ограничения за вещества, различни от хранителни вещества, е възможно да се приложи филтриране през слой активен въглен. Активният въглен е в състояние да отстрани микрозамърсителите (вещества, съдържащи се във водата в много ниски концентрации).</p>
	Принцип	<p>Адсорбция на органични вещества, лекарства, тежки метали и други примеси от отпадъчни води върху активен въглен</p>

Мембранна технология

	Важност	Ние подходяме към използването на мембранни технологии, когато искаме да имаме вода с изключително високо качество на изхода. Когато се използва мембранна технология, броят на бактериите, концентрацията на елементи и съединения се намалява в зависимост от размера на порите на мембраната.
	Принцип	Пречистените отпадъчни води се изпомпват през мембраната, която се състои от отвори с определен размер (различаваме: микрофилтрация, нанофилтрация и ултрафилтрация). Водата и веществата, които са по-малки по размер от дадените отвори, ще текат през мембраната, докато веществата, по-големи от тези пори, ще започнат да се натрупват върху мембраната.


Химическо утаяване на фосфор в канализацията

	Важност	Ако концентрацията на фосфор в отпадъчните води от утаителните резервоари е все още висока и не отговаря на ограниченията, възможно е концентрацията на фосфор да се намали чрез химическо утаяване.
	Принцип	Остатъчният фосфор, съдържащ се в пречистената вода, се утаява с помощта на утаяващ агент. В пречистителните станции се прилагат различни вещества, най-често сулфат или железен хлорид. Желязната сол реагира с фосфатите, за да образува неразтворимо съединение на железен фосфат.

3.4 Управление на утайки

Уплътняване на утайки		
	Важност	Намаляване на водното съдържание в утайките преди по-нататъшна обработка.
	Принцип	Утайката се сгъстява чрез гравитация в резервоари за сгъстяване или механично в центрофуга за сгъстяване или сито за сгъстяване.

Стабилизиране на утайки

	Важност	Производство на стабилен и безопасен материал, който може да бъде допълнително използван, например в селското стопанство.
	Принцип	<p>Стабилизирането на утайката води до намаляване на количеството на органичните вещества в утайката и до намаляване на броя на патогенните и други живи организми. Стабилизираната утайка не се разлага допълнително и не причинява проблеми с миризмата.</p> <p><u>Видове стабилизация на утайки:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> анаеробни аеробика химически <p>По време на анаеробна стабилизация (гниене) на утайките, органичните вещества се превръщат в биогаз, който се преработва допълнително за енергия. Използва се в средни и големи пречиствателни станции.</p> <p>Аеробната стабилизация се основава на аериране на утайката. Съдържащите се в него органични вещества се окисляват.</p> <p>По време на химическата стабилизация към утайката се добавя негасена вар (CaO). Негасената вар реагира с водата, присъстваща в утайката, за да произведе топлина и хидроксид, което ще повиши рН и по този начин ще потисне активността на микроорганизмите.</p>

Обезводняване на утайки



Важност

Намаляване на съдържанието на вода в стабилизиранията утайка, за да може да се използва по-нататък и да се намалят разходите за нейния транспорт (по-малкото количество вода означава по-малък обем на утайката, което означава по-малък брой напълнени контейнери).

Принцип

Утайките се обезводняват механично или на утайкови полета.
Машинните методи включват:
 центрофуги
 сито лентови преси
 калопреси
 вакуумни преси
 винтова преса
Центрофугата работи на принципа на центробежната сила. Това е такова ускорено утаяване на частици (утаяване). По време на центрофугирането роторът на центрофугата се върти бързо и утайката се разделя на твърди частици и вода. След това Kalolisy са такова сито, което улавя утайката и пропуска водата.