

Модул 5

Пречистване и съхранение на питейната вода

Обобщение

Този модул представя различните видове пречистване и стъпките за постигането му на ниво доставчик и домакинство. Представените стъпки и методи са: отстраняване на частици и химични вещества и някои методи за дезинфекция. Съхраняването на водата на ниво домакинство и експлоатацията и поддръжката на водоснабдителната система също са разгледани.

Цели

Учителите и учениците да разберат за различните възможности за отстраняване и намаляване на нежеланите замърсители във водата. Те ще могат да направят груба оценка на условията на тяхното водоснабдяване и ще знаят за различните възможности за пречистване и техните предимства и недостатъци.

Ключови думи и изрази

Пречистване на водата, утаяване, коагулация, окисление, филтрация, дезинфекция, хлориране, ниво домакинство, съхранение.

Подготовка/материали

Материали	Подготовка
Въпросник	Копия и преглед, евентуално добавяне на въпроси
Посещение при водния доставчик	
Хартия, моливи	
Пясъчен филтър (виж модул3)	

Пречистване и съхраняване на питейни води

Увод

Функцията на пречистването на необработената вода е да се отстранят от нея нежеланите вещества. Тъй като пречиствателният процес е доста сложна тема, е препоръчително да се ръководи от експерти. Подходящото пречистване на питейна вода се нуждае от правилно обследване на условията на мястото, включващо всички нужни физични, химични и биологични параметри. Също така се нуждае от лабораторни резултати, за да се определят всички стъпки на пречистване, за да се предостави здравословна и безопасна питейна вода. Следващите редове включват кратък преглед върху принципите на пречистването и няколко пречиствателни метода.

1. Обработка на ниво доставчик

Тъй като има много различни видове замърсяване на водата, са разработени и много различни техники за пречистване. Бактериите, например, трябва да бъдат третирани по различен начин, в сравнение с мътността, металите или цвета. По-долу се описват накратко най-важните методи за пречистване на питейната вода. Използваните технологии до голяма степен зависят от местните замърсявания на водата и финансовите възможности на доставчика, общината и / или на потребителите. Преди да може да се приложи подходяща обработка на водата, трябва да бъде извършено обследване на условията на мястото, включително трябва да бъдат извършени химични, физични и биологични анализи на водата. След определяне на пречиствателния процес трябва да се определи и ефективността му. Всички по-горни стъпки трябва да се извършват под ръководството на експерти. Доставчиците на съоръженията и консултантите трябва да се избера внимателно.

Пречиствателните процеси се основават на физическото отстраняване на замърсители чрез филтрация, утаяване (коагулация /флокулация - често подпомагани от някои химични добавки) или биологично отстраняване на микроорганизми. Обикновено пречистването се състои от няколко етапа, с първоначално предварително пречистване чрез утаяване или предварителна филтрация чрез груби сита, филтрация чрез пясък, последвани от хлориране. Това се нарича принцип на многобройните бариери. Това е важна концепция, тъй като тя предоставя основата за ефективно пречистване на водата и предпазва от евентуален пълен неуспех при неизправност на един процес.

Така например, ако има неуспешна коагулация /флокулация в системата, която включва утаяване и бърза филтрация чрез пясък с крайна дезинфекция, все пак тя ще осигури доставката на пречистена вода. Много от оставащите микроорганизми ще бъдат отстранени при крайната дезинфекция. При условие, че неизправността се поправи незабавно, трябва да има малко намаление в качеството на водата.

Пречистването на вода представлява целева промяна в качеството на водата. То включва две групи пречистване:

- 1) Отстраняване на вещества от водата (напр. филтрация, стерилизация, омекотяване)
- 2) Добавяне на други вещества и регулиране на водните параметри (напр. рН, йони, проводимост)

1.1. Коагулация/ флокулация

Коагулацията и флокулацията се използват за отстраняване на малки частици от повърхностните води, които не се отстраняват при обикновено утаяване. Например - добавянето на алуминиев или железен сулфат (или други химикали), като коагуланти, води до образуването на утайки (или флокули), които съдържат различни примеси. Някои метали като желязото и алуминия, хумини (например от почва или

торф), глинестите минерали и някои (не задължително всички) организми като планктон, протозои или бактерии могат да бъдат коагулирани. Флокулите след това се отделят чрез утаяване и филтрация.

Предимство: коагулацията е много по-бърза от нормалното утаяване и е много ефективна при отстраняване на фини частици.

Недостатък: по-големи разходи за химикали и оборудване; нужда от много точно дозиране и чест мониторинг, квалифициран персонал и депониране на утайката.

1.2. Утаяване

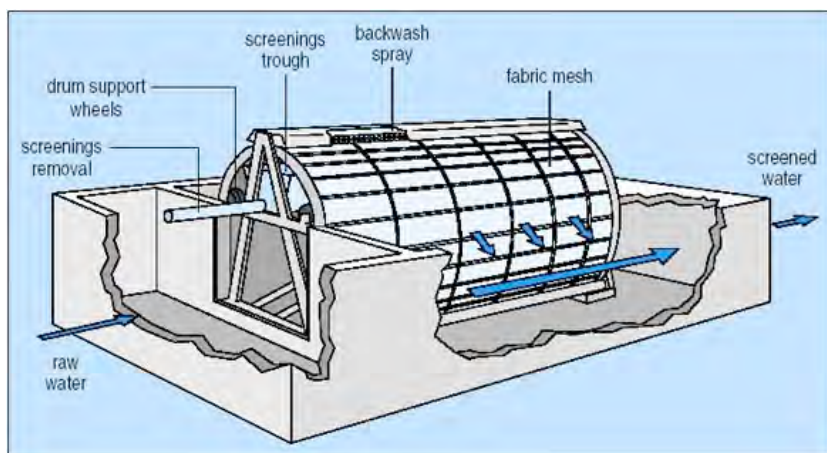
Обикновеното утаяване (което не е съпроводено от коагулация) може да се използва за намаляване на мътността и твърдите неразтворени частици. Утайтелите са проектирани да намаляват скоростта на потока, за да се позволи на неразтворените частици да се утаят под действието на гравитацията. Има много видове утайтели и изборът им се основава на обикновени тестове или на познати практики на съществуващи вече такива, които пречистват води с подобни показатели.

1.3. Филтрация

По-големите частици могат да бъдат отстранени от различни видове сита и филтри. Приложената технология зависи от размера на частиците и концепцията на пречистването. Представени са следните най-общии видове на филтрация.

Сита

Ситата са ефективни при отстраняването на определени материали и отпадъци от необработени води и се използват за много водохващания. Грубите сита ще отстранят растения и отпадъци, докато ситата от ленти или малките филтри ще отстранят ефективно по-малки частици, включително риба и може би големи водорасли. Микрофилтрите се използват за предварително пречистване, при което се намалява потокът на твърдите частици, преди бавните пясъчни филтри или химична коагулация. Микрофилтърът се състои от въртящ се барабан, снабден с много фини мрежести панели. Необработената вода преминава през мрежата и неразтворените твърди частици, включително водорасли, се задържат и после се отмиват с вода, създавайки отпадъчна такава, която може да изисква пречистване преди заустване.



Фигура 1: Микроцедка

Микроцедката е въртящ се барабан с непрекъснато промиване от горната част. Отвори на ситото 10-40 μm , отстраняване на водорасли, за предпазване от бързо задръстване на пясъчните филтри.

Източник: Mudde C., Vitens Water Treatment Course (2011), PowerPoint Baku

Филтър от чакъл

Обикновеният чакъл (4-30mm) може да се използва като стъпка за отстраняване на водорасли и мътност. Размерът на чакъления филтър зависи от качеството на водата, дебита и размера на чакъла. Филтърът може да бъде с дължина до 12 метра, ширина от 2 до 5 метра и дълбочина от 1 до 1.5 метра. Обикновено филтърът се оразмерява за дебит от 0.5 до 1 кубичен метър на площ на филтъра 1 m^2 за 1 час ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$).

Бавни пясъчни филтри

Бавните пясъчни филтри осигуряват по-скоро биологичен процес в сравнение с по-късно описаните бързи гравитачни филтри, които са малко или много физични. Пясъчните филтри обикновено се състоят от резервоари, пълни с пясък, (размерът варира от 0.15 до 0.30 mm), с дълбочина от 0.5 до 1 метър. На повърхността на филтъра се развива слой от активна биологична утайка, която може да послужи за отстраняване на микроорганизмите. Такъв тип филтри могат да се използват заедно. Докато единият работи, другият се почиства. Повърхностните няколко сантиметра от утайката трябва да се сменят на всеки 2 до 10 седмици в зависимост от състоянието на необработените води.

Бързи гравитачни филтри

Гравитачните филтри най-често се използват за отстраняване на флокулите от коагулираните води и са запълнени с кварцов пясък (0.5-1.0 mm). Натрупаните в горните слоеве твърди частици се отстраняват чрез промиване на филтъра с пречистена вода. Това трябва да се случва всеки ден. Разредената след промиването утайка трябва да се депонира или обработи по подходящ начин. Филтрите могат да се използват също за отстраняване на мътността, водораслите, желязото или мангана от необработените води. За отстраняване на органичните вещества, се използват филтри с гранулиран активен въглен, а за повишаване на рН на киселите води се използват филтри, включващи алкална среда.

Мембранни филтри

Мембранните филтри са механични филтри, които използват непромокаема мембрана за разделяне на газовете от течните потоци. Тази технология произлиза главно от индустриални и фармацевтични приложения. В зависимост от целта на преработените води, се използват различни видове мембрани и техники. В същото време, някои от тези процеси се прилагат също за пречистване на питейни води. Най-общите видове процеси са ултра-, микро- и нанофилтрация, както и обратна осмоза. Те се различават по размера на порите на мембраните и приложеното налягане (виж таблица 1).

Въпреки че мембранните процеси могат да отстранят протозои, бактерии или вируси, няма гаранция за цялостта и безопасността на мембраната. Трябва да се направи допълнителна дезинфекция на пречистената вода.

	Ions		Molecules		Macromolecules		Microparticles		Macroparticles	
Size μm	0.001		0.01		0.1		1.0		10	
approx. Molecular Weight	100	200	1,000	10,000	20,000	100,000	500,000			
Relative size of materials in water	Metal ions	Salts	Viruses	Humic Acids		Clays	Bacteria	Algae	Cysts	Silt
Separation processes	Reverse Osmosis		Nano-Filtration		Ultrafiltration		Microfiltration		Conventional Filtration	
Pressure	40 bar	10 bar				2 bar			0.1 bar	

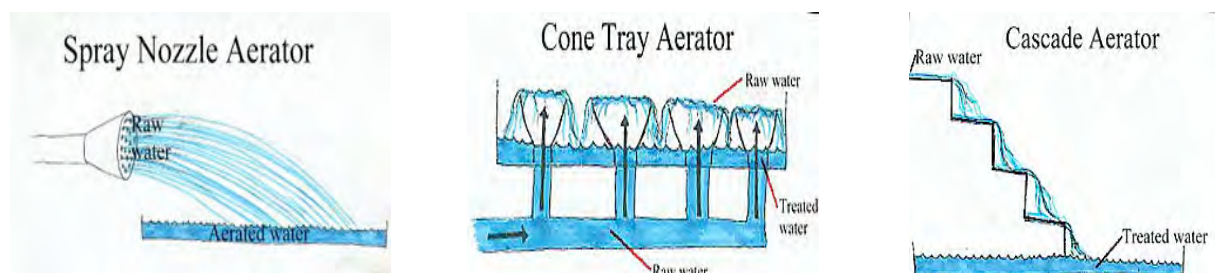
Таблица 1: Преглед на мембранни процеси

Източник: http://dwi.defra.gov.uk/research/completed-research/reports/DWI70_2_137_manual.pdf

1.4. Други пречиствателни процеси

Аерация

Целта на аерацията на питейната вода е да се унищожат желязо, манган или нежелани газове като въглероден диоксид (въглена киселина), сероводород (сярна киселина) и метан. Освобождането на въглероден диоксид се отразява също в по – висока рН. Освен това, наситената с кислород вода преобразува по-голямата част от желязото и мангана във филтруеми вещества. Този процес може да бъде постигнат чрез използването на различни съоръжения и средства, като това водата да преминава през въздуха на фонтани, каскади, през гребни колела или конуси, или въздухът да преминава през водата с помощта на аериращи турбини или компресиран. Аерацията работи по-добре когато необработената вода преминава през въздух на малки потоци, отколкото когато въздухът преминава през водата (виж фигура 2). За да се осигури отстраняване на желязо или манган, трябва да се осъществи филтрация, за да се премахнат окислените елементи след аерацията. Окислените елементи излизат като флокули във водата.



Фигура 2: Рисунки на различни технически съоръжения, използвани за аерация

Източник: Mountain Empire Community College.

http://water.me.vccs.edu/courses/ENV115/Lesson5_print.htm

рН

Стойността на рН във водата може да се нуждае от коригиране по време на пречистването и преди разпределението поради няколко причини, включително:

- да се осигури стойност на рН, която да удовлетворява стандартите за качеството на водата;
- да се контролира корозията в разпределителната и потребителска система или да се намали разтворимостта на оловото във водата;
- да се подобри ефикасността на дезинфекцията;
- да се улесни отстраняването на желязо и манган;
- да се улесни отстраняването на цвят и мътност чрез химична коагулация.

Много повърхностни необработени води са леко кисели, а следващите процеси на коагулация увеличават киселинността. Увеличаване на рН може да бъде постигнато чрез:

- дозиране на натриева основа, калциева основа или натриев карбонат;
- преминаване на водата през легло с алкална среда;
- отстраняване на излишния въглероден диоксид чрез аерация.

Намаляване на рН, когато е с висока стойност, може да бъде постигнато чрез дозиране на подходящата киселина, например сярна киселина, солна киселина, натриев хидрогенкарбонат (сода за хляб) или въглероден диоксид.

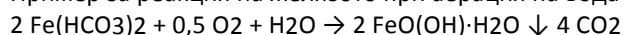
Отстраняване на желязо и манган

За да се отстрани разтвореното желязо от подземните води, е необходимо то да се окисли до неразтворимия железен хидроксид. Това може да бъде направено чрез аерацията, спомената по-горе. По-нататък е възможно това вещество да се отдели посредством филтрация (пясъчен филтър). Ако, например водата идва от по-торфена почва, желязото обикновено е под формата на органичен комплекс. Тогава е нужно да се използват силни окислителни като хлор или калиев перманганат, за да бъде то окислено и отстранено.

Манганът се отстранява по-трудно от желязото и обикновено са нужни силни окислителни още при първата стъпка, за да се превърне в манганов диоксид, като чак тогава следва филтрация (пясъчен филтър).

Когато коагулацията се използва за отстраняване на цвят и мътност, едновременно може да се постигне и отстраняването на желязото.

Пример за реакция на желязото при аерация на водата:



Отстраняване на нитрати

Фоновите концентрации на нитрати варират под 50mg/l (пределно допустимата стойност според Директивата на ЕС за питейната вода). Ако измерената концентрация е над тази стойност, това може да е индикатор за антропогенно замърсяване от селското стопанство (животни, торове) или канализацията. В такъв случай нитратите трябва да се отстранят с цел да се достигнат законовите стандарти.

Йонообменът е най-често използваният и най-лесен начин за отстраняване на нитрати. Водата преминава през колони, пълни със смолисти перли, които отстраняват всички видове аниони като нитрати (виж също параграф 3.3 от този модул). В този процес, нитратът се обменя за еквивалентно количество хлорид. Когато капацитетът на обмен се изчерпа, смолите трябва да бъдат промити и заредени с натриев хлорид.

Отпадъчната вода съдържа огромни количества натриев хлорид и нитрати и трябва да бъде събрана за депониране. Други възможни процеси за отстраняване са филтрирането чрез мембрани и денитрификацията. Последното е скъпо и за него е нужен опит с подобни процеси.

	Бакте-рия	Кисти	Вирус и	Водо-расли	Едри-части-ци	Мът-ност	Цвят	Al*	As*	Fe*/Mn*	NO ₃ *	Пести-циди	Разтв-орите ли	Вкус /цвят
Коагулация / флокулация	+	+	+	+	++	++	++	++	+	++				
Утаяване					++	+		+		+				
Чакълен филтър /сито				+	++	+		+		+				
Бърз пясъчен филтър	+	+	+	+	++	+		+		+				
Бавен пясъчен филтър	++	++	++	++	++	++		+		+				
Хлориране	++		++	+			+							
Озониране	++	+	++	++			+					++		++
UV	++	+	++	+										
Активен въглен							+					+	+	++
Активен алуминий									++					
Керамичен филтър	++	++		++	++	++								
Йонообмен								+	+	++	++			
Мембрани	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++		++

Таблица 2: Преглед на капацитета на отстраняване и ефективността на някои пречиствателни системи

*Al: алуминий, As: арсен, Fe: желязо и Mn: манган, NO₃: нитрат

+ частично ефективна ++ ефективна/ предпочитана техника

¹ предварително окисление може да бъде изискано за ефективно отстраняване на алуминий, арсен, желязо и манган

Източник: Учебник по пречистване на малки водоснабдителни

системи; http://dwi.defra.gov.uk/research/completed-research/reports/DWI70_2_137_manual.pdf

1.5. Дезинфекция

Замърсяването на питейната вода от животински или човешки екскременти или от канализацията е едно от най-опасните замърсявания. Причината е, че във фекалиите и канализацията се съдържа изобилие от патогенни микроорганизми (виж Модул 8 и 9). Дезинфекцията е спешна стъпка за унищожаването или неутрализирането на микроорганизмите, както и за предотвратяването на разнасяне на опасни зарази. Много е важно необработените води да бъдат тествани за наличието на микроорганизми, както следва, според Директивата за питейните води. Това определя какъв вид и колко интензивно пречистване трябва се използва. Третираната вода също трябва да бъде тествана, за да **бъде/сме сигурно/и**, че дезинфекцията е била достатъчно ефикасна. Водите от долните течения са най-засегнати от фекално замърсяване (около 100 *E. coli* на 100 ml). Планинските води съдържат около 10 *E. coli* на 100 ml. Подземните води би трябвало да бъдат по-малко предразположени към замърсяване, но в зависимост от географските условия и дълбочината, те все пак са заплашени. Податливостта на различните микроорганизми към дезинфектантите е много различна. Освен това, ефективността на дезинфектантите зависи от концентрацията, продължителността на контакта им с патогените, рН и температурата.

Прилагат се три различни типа дезинфекция:

1. Хлориране (химична дезинфекция)
2. Ултравиолетово лъчение (физична дезинфекция)
3. Озониране (химична дезинфекция)

Хлориране

Хлорирането е най-често използвано за големите количества вода и по-малко за малките такива. Източниците на хлор могат да са различни, например чист *хлорен газ* (от бутилка), гранули от *натриев или калциев хипохлорит* или *хлорен диоксид*. Хипохлористата киселина е по-силен дезинфектант от хипохлоритните йони.

Всички вещества, които съдържат хлор са много реактивно способни и токсични и трябва да бъдат внимателно обработвани и складирани. Освен това, процесът на хлориране трябва да бъде внимателно контролиран с цел да се сведат до минимум проблемите, свързани с оплакванията от вкус или миризма. Следователно, за малки количества вода, трябва да се има предвид използването на алтернативи на хлорирането като ултравиолетово лъчение.

Втечненият хлорен газ се доставя в контейнери под налягане. Газът се изтегля от бутилката и се дозира във водата с хлоринатор, който едновременно контролира и измерва дебита на газа.

Разтворът на натриевия хипохлорит може да бъде доставян на място в бидони. Не трябва да се доставя наведнъж повече от количеството за един месец, тъй като разлагането на натриевия хипохлорат (специално под действието на светлината) предизвиква загуба на свободния хлор и увеличение на концентрацията на хлората за сметка на хлора.

Дезинфекцията на водата с помощта на хлор или хипохлорит се отразява негативно на вкуса ѝ.

Световната здравна организация (СЗО) препоръчва за ефективна дезинфекция „рН препоръчително да бъде по-малко от 8 и да има време на контакт повече от 30 минути, след което да се получи свободна утайка на хлор от 0.2 до 0.5 mg/l”.

Хлорен диоксид

В повечето случаи, хлорният диоксид (ClO_2) е по-ефективен от хлорния газ при унищожаването на опасни патогени. Особено действа за унищожаването на спорите на *протозои* и *легионела* в сравнение с хипохлорита. Хлорният диоксид е много избухлив и следва да се използва само като воден разтвор. Той образува по-малко хлорни въглеводороди с органични компоненти от хлорния газ, но може да образува хлорит (ClO_2), чиято концентрация след дезинфекция не бива да надхвърля 0.2 mg/l.

Имайте предвид, че хлорирането с хлорен газ или хипохлорит не действа на спорите на някои протозои (*Giardia lamblia*, *Cryptosporidium*)

Озониране

Озонът (O_3) е много силен окислител, който е токсичен за повечето водни патогенни организми, дори и за спорите на протозои като *Cryptosporidium*. Озонът трябва да се образува на място с помощта на кислород и ултравиолетово лъчение или с електролиза. Той се добавя във водата чрез аериране и контакт най-малко 4 минути. Може да унищожи също вкуса и миризмата. Озонът се разлага бързо и не оставя устойчиви утайки. Ако е необходимо, може да се добави по-устойчив дезинфектант. Озонът реагира с всички видове органични и неорганични вещества във водата и следва нуждата от озон да се определя подобно на хлорирането. Озонът се смята за безопасен при пречистването на водата, въпреки че някои окислителни не са добре познати. Тъй като озонът е силно токсичен, правилната работа с него е задължителна.

Ултравиолетово лъчение

Дезинфекцията „ултравиолетово лъчение“ е предпочитан метод за малки обеми вода. Специални лампи излъчват „светлина“ с дължина на вълната между 250 и 265 нанометра. Тази електромагнитна радиация директно разрушава биологичните структури като протеини и ДНК. Важно условие да се получи вода с малка мътност и чист цвят. Затъмняването, разсейването и абсорбцията намаляват бързо ефективността на метода. Количеството приложена радиация трябва да е достатъчно, за да осигури добра дезинфекция. Времето на действие и интензивността на лъчението трябва да са подходящи. Една ултравиолетова лампа може да издържи до една година.

Предимства: За разлика от хлорирането, при този метод няма остатъчен вкус, миризма, цвят или здравни рискове и спорите на *Cryptosporidium* са неутрализирани. Управлението е лесно, поддръжката малка и оборудването компактно.

Недостатъци: Тъй като няма утайки, следващите стъпки на разпределение трябва да са безопасни (особено съхранението). При друга ситуация, трябва да се използва по-издържлив дезинфектант като хлорамин.

1.6. Контрол на корозията

Корозията представлява частично разтваряне на материалите, които се използват в пречиствателните и разпределителните системи, утаители, тръби, вентили и помпи. Тя може да доведе до структурни нарушения, течове, намаляване на капацитета и влошаване на химичното и микробиологично качество на водата. Вътрешната корозия на тръбите и щранговете може да има директно влияние върху концентрацията на някои компоненти във водата, включително олово, мед и никел. Контролът на корозията е важен етап при управлението на водоснабдителната система. (Вижте също модул 6 и 7)

Контролът на корозията включва много показатели, включително концентрацията на калций, бикарбонати, карбонати, разтворен кислород, както и рН. Подробните изисквания варират в зависимост от качеството на водата и за всеки вид материал във водоснабдителната система. Стойностите на рН контролират разтворимостта и степента на реакция на повечето метали, които се засягат от корозията. Тя е много важна, във връзка с образуването на защитен слой върху металната повърхност. За определени метали, алкалността (карбонати и бикарбонати) и калцият (твърдост) също влияят на степента на корозия.

2. Пречистване на ниво домакинство

Освен пречистването в пречиствателна станция, има разработени малки съоръжения за пречистване на водата на мястото на използване. Това означава, че оборудването е способно да изчисти малки водни обеми с цел обработка на ниво домакинство. Тази вода най-вече се използва за пиене и готвене. Има пречиствателни системи за домакинства, които работят подобно на тези в големите пречиствателни станции и могат да произведат чиста вода от всяка необработена такава. Тези системи могат да бъдат взети предвид, ако не става въпрос за обществено водоснабдяване или пречистване. Всички филтри имат едно общо свойство: те всички трябва да бъдат поддържани: частите трябва да бъдат почиствани, подменяни или регенерирани.

Преди да се избере пречиствателна система за домакинството, трябва да се зададат следните въпроси:

- Системата създадена ли е за определен проблем на качеството на водата?
- Местните условия подходящи ли са за системата, ако например има нужда от прилагане на налягане?
- Колко литра на ден обработва системата?
- Какво количество пречистена вода е необходимо, за да покрие нуждите за консумация, пране и т.н.?
- Как ще се разбере ако системата не работи правилно? Има ли индикатор за повреда на системата?
- Каква е крайната цена, каква поддръжка е необходима и дали е постижима?
- Има ли сервиз и гаранция за системата?

Филтър	Частици	Миризма	Микроорганизми	Нитрати	Метали, твърдост	Пестициди
Керамичен	+++		++			
Активен въглен	+	++				+
Анионен обмен				+++		
Катионен обмен					+++	
Кипене			++			

Таблица 3: различни възможности за пречистване на ниво домакинство

2.1 Керамичен филтър

Водата трябва да премине през керамика (обикновено се продава като „свещи“), която има много пореста структура. В зависимост от размера на порите, могат да бъдат филтрирани частички с размер до 0,5 μm . Понякога във филтъра е вградено колоидно сребро, което предотвратява появата на бактерии и гъби в слоевете на свещта. Среброто е токсично за много микроорганизми, тъй като им пречи да поемат кислород от водата. Във филтъра може да се вгради и активен въглен. Свещта трябва да се подменя периодично. Керамичните филтри отстраняват частици и микроорганизми, химикали като нитрати или калций (твърдост), не се променят.

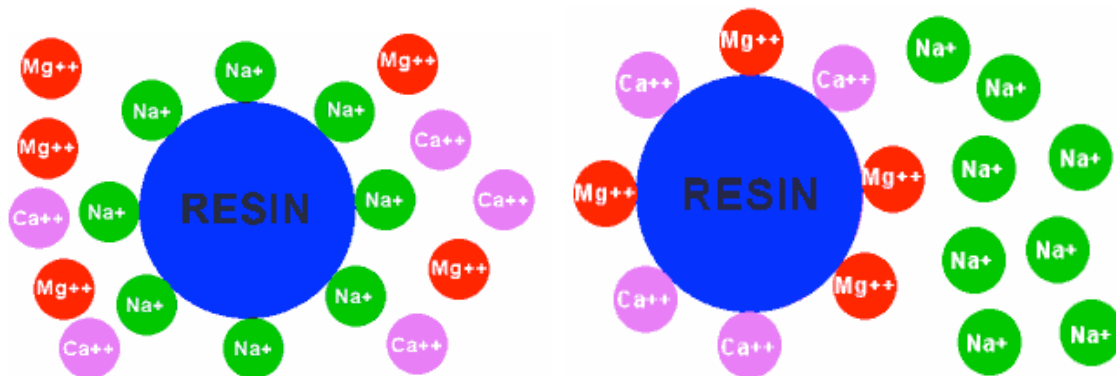
2.2 Филтър с активен въглен

Активният въглен е въглен, произведен от производни на въглерода, като черупки, торф, дърво, въглища и т.н. Тъй като има микропорозност, само 1 грам от активен въглен може да има площ по-голяма от 500 m^2 . Активният въглен е много често използван в процеса пречистване на водата, тъй като има много пореста структура и е способен да адсорбира разтворени органични вещества, които предизвикват появата на вкус и миризма. Някои пестициди, фармацевтични остатъци могат също да бъдат адсорбирани от него. Колкото по-малко полярни са, толкова по-лесно се адсорбират. Йонните вещества като минерали, нитрати, соли или варовик не се адсорбират и остават във водата.

2.3 Йонообмен

Много уреди за омекотяване на водата зависят от процес, познат като йонообмен. При йонообмена се обменят йони с еднакви електрически заряди. Например калциевите йони във водата се обменят с натриеви йони, които са слабо свързани със смола. Йонообмените смоли имат ограничен капацитет и когато филтърът се изпълни с отпадъчните вещества, трябва да се регенерира.

- Анионен обмен: използва се за отстраняването на нитрати или други вещества или йони с отрицателен заряд.
- Катионен обмен: използва се в домакинствата за омекотяване на водата (намаляване на твърдостта) и обмена позитивните йони Ca^{2+} и Mg^{2+} за Na^+ .



Фигура 3: Напълно заредена смола

Фигура 4: Изтощена смола след йонообмен

Източник: http://www.healthgoods.com/Drinking_Water_Filter_Buying_Guide_s/150.htm

2.4 Кипене

Обикновеното завиране на водата (минимум 5 минути) може да унищожи микроорганизмите. Това е широко използван и съвременен помощен метод, докато се установи източникът на замърсяване и се определи подходящото пречистване. Химичните замърсители не се засягат или унищожават.

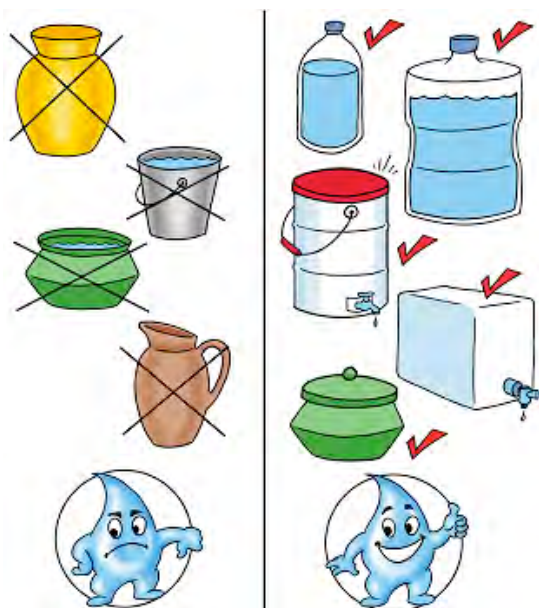
3. Складиране на питейна вода

Водоснабдителната система трябва да има възможността да съхранява определено количество вода в подходящ съд, за да може да има достъп до нея при процес на поддръжка, при проблеми с източника или пречистването и променливи нужди. Съоръженията за складиране на вода трябва да са изолирани, за да се предотврати измръзване през зимата или затопляне през лятото. Достъпът на светлина, замърсяването и насекомите трябва да бъде напълно ограничен. Съоръженията трябва да са построени и поддържани правилно и да се проверяват периодично. Трябва да поддържат подходящо налягане.

Пример за специализиран резервоар за съхранение на вода е този на високо ниво: нивото на водата в повдигнат резервоар е по-високо от мястото на доставяне и водата може да следва естествения наклон чрез гравитацията. Има две функции: складиране на по-малки обеми и предоставяне на подходящо налягане на крана на потребителя.

Това може да бъде постигнато като се използва водна кула или се обособи резервоар за географски по-висока местност.

За съхранението на питейна вода в домакинството се препоръчват автомати за вода с тесен отвор за пълнене. Тези видове контейнери защитават складираната вода в домакинството от замърсявания с микроби. Контейнерите трябва да бъдат разположени на стабилна основа, за да не се преобърнат лесно, да бъдат издръжливи, да не са прозрачни и да бъдат лесни за почистване.



Фигура 3: Различни видове контейнери: вляво неподходящи, вдясно подходящи за безопасно съхранение на вода

Източник: CAWST (2009)

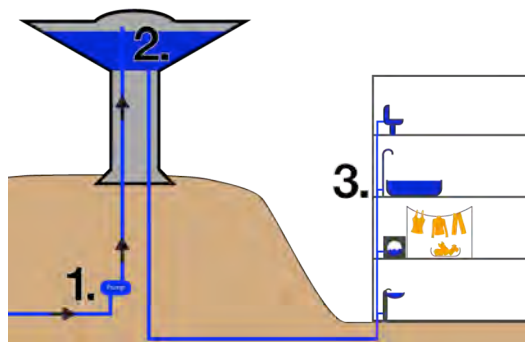
<http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-purification/hardware/point-use-water-treatment/hwts>

4. Транспорт до потребителя

Питейната вода се доставя до потребителя чрез тръбопровод. Водопроводните тръби трябва да покриват различни стандарти с цел да се достави вода с добро качество. Следователно материалът, използван за тръбите, трябва да съответства на някои технически (и законови) изисквания и да има подходяща конструкция. Събирането и инсталацията от водохващането до домакинството са съществени. Във връзка с разбирането на тази тема, имайте предвид модули 2 и 6 където тя е подробно обсъдена.

Много пренебрегван факт е загубата на вода в мрежата. В България около 60% от водата се губи по пътя от доставчика до потребителя. Други страни като Италия (28%), Великобритания (20%) и Германия (8%) са решили тези проблеми с различни методи. Спуканите тръби не са проблем само заради загубата на вода, но също така могат да бъдат източник на замърсяване, като пропуснат в мрежата микроорганизми и химични вещества (виж модул 7 и 12).

Доставчикът трябва да поддържа също така подходящо налягане. Ако е нужно, трябва да се инсталират помпи, за да се осигури достатъчно налягане за всички потребители. Средната скорост на потока трябва да гарантира, че времето за утаяване няма да предизвика развитието на патогени и повишаване на температурата.



1. Изпомпване на пречистената вода до резервоара
2. Воден резервоар (по-висок от нивото на потребителите)
3. Използване на водата в домакинството

Фигура 4: Схема на водна кула

Източник: de.wikipedia.org/wiki/hochbehälter; Jonathan Cretton

5. Поддръжка, обучение и управление

Управлението, приложението, експлоатацията и поддръжката на водоснабдителната система изискват отдаденост и високо квалифициран персонал. Това обикновено е най-пренебрегваното условие във водоснабдителната система. Колкото по-голяма е системата, толкова повече потребители са свързани, доставя се повече вода, системата е по-специфична и квалификацията на управителите и служителите е много важна.

На ниво управление се осъществяват планирането, събирането на данни, техническите дейности и комуникацията. С цел справяне с неочаквани ситуации, една от цялостните задачи е изготвяне на аварийен план за водоснабдителната система. Типичните опасни явления са изложени в модул 2.

Служителите са отговорни за поставянето и поправката на тръбите, експлоатацията и поддръжката на станциите. За тях е важно не само да поправят повредено оборудване, но и да го проверяват редовно. Уредите, химикалите, лампите и др. трябва да се поддържат и подменят, когато е необходимо. Опростени програми за проверка позволяват проблемите да се установяват навреме, както и навреме да се приложат мерки за решаването им.

Проверките включват:

- Дезинфекция, тъй като тя е най-уязвима и трябва да се проверява всеки ден
- Филтрите и резервоарите – трябва да се почистват редовно
- Проверка на мястото на водохващане и водния източник
- Редовна проверка на пречиствателната станция, водопроводната система и резервоарите за съхранение

Служителите трябва да бъдат наясно с темата и специализираното оборудване, което се използва в местната пречиствателна станция. Много е важно да се следват инструкциите на доставчика на оборудване. Доставчиците често осигуряват обучение, свързано с уредите. Някои подписват договори за поддръжка. Съдействието на експерти може да бъде много полезно.

Обучението на служителите и управителите трябва да включва:

- Провеждане на анализи на водата и публикуване на резултатите, в съответствие със законите
- Проверка, в която се установява, че пречиствателната станция работи правилно
- Защита на източника от замърсяване
- Подмяна на химикалите за обработка
- Провеждане на рутинна поддръжка и малки поправки
- Уточняване на отговорностите, (например при спешен случай)
- Документация
- Разработване на механизми за включване на заинтересованите страни и прозрачни финансови инструменти за експлоатация и поддръжка на водоснабдителната система

6. Упражнения и въпроси

- Да се покани доставчикът на вода, за да обясни как работят системите за питейна и отпадъчна вода
- Да се обсъди с доставчика местната водоснабдителна система; силните и слаби точки, желаните промени, финансови въпроси, технически и екологични страни
- Да се посети местното ВиК, пречиствателната станция или водохващането
- Да се направи рисунка (картиране) на водното течение от водохващането до домакинствата. Какви видове източници, пречистване и съхранение са включени?
- Обяснете употребата на пясъчен филтър и филтър от чакъл
- Какви видове уреди за пречистване и съхранение използват учениците в къщи?

Дейности, свързани с ПБВ

Събиране на информация от доставчика:

- Водата пречиства ли се? Ако да, какъв вид пречистване се използва за местните води?
- Прави ли се мониторинг на качеството на водата по време **на** и след пречистване?
- Резултатите от изследванията публична информация ли са?
- Какви са резултатите при необработени и пречистени води?
- Пречистването достатъчно ефективно ли е?
- В какво състояние са местната водопроводната система и пречиствателната станция?
- Служителите обучени ли са добре и кой за какво е отговорен?
- Бюджетът достатъчен ли е, за да покрие разходите за експлоатация и поддръжка на водоснабдителната система?
- Има ли изготвен план при спешни случаи? Ако да, как работи?

7. Литература

Functioning of Ceramic Filter Candles. Available from <http://www.water4life.eu/html/technologie-uk.html>

Drinking Water Inspectorate (DWI), (2001). Manual on Treatment for Small Water Supply Systems. Available from http://dwi.defra.gov.uk/research/completed-research/reports/DWI70_2_137_manual.pdf

Health goods (2012). Drinking water filter buying guide. Available from http://www.healthgoods.com/Drinking_Water_Filter_Buying_Guide_s/150.htm

Household water treatment 2, Water and Environmental Health at London and Loughborough (WELL) No.59., Skinner, B., Shaw, R. 1999. Available from <http://www.lboro.ac.uk/well/resources/technical-briefs/59-household-water-treatment-2.pdf>

Mountain Empire Community College (2012). Water/Wastewater Distance Learning Website. Available from <http://water.me.vccs.edu/>

JACKSON, P. J., DILLON, G. R., IRVING, T. E. AND G STANFIELD, G. (2001): Manual on Treatment for Small Water Supply Systems; Department of the Environment, Transport and the Regions; Buckinghamshire, United Kingdom

Sustainable Sanitation and Water Management, water purification, (2012). Available from <http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-purification>

The United Natiion's World water development report, (2012). Available from <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/>

WHO, (2012). Household water treatment and safe storage. Available from http://www.who.int/household_water/research/safe_storage/en/index.html