

5. СОСТАВ И КВАЛИТЕТ НА ВОДАТА ЗА ПИЕЊЕ

Квалитетот на водата за пиење и нејзината здравствена исправност се регулирани со Законот за води, Правилник за хигиенската исправност на водата за пиење и Правилникот за одржување на заштитните зони околу изворите на вода за пиење.

Поимот на чиста вода може да се дефинира врз основа на неколку десетици променливи параметри од физичка, хемиска, биолошка и бактериолошка природа.

Хемиски чиста вода (H_2O) во природата не постои. Таа во природата содржи разни растворени и суспендирани материи, содржи минерални и органски примеси, а исто така гасови и бактерии.

Водата за пиење треба да има безпрекорни физички, хемиски и бактериолошки својства, а тоа значи дека е:

- хигиенски исправна,
- пријатна за пиење,
- температурата да не е висока, ниту пак многу ниска,
- да е бистра и безбојна,
- да нема мирис и вкус,
- да не содржи никакви штетни минерални состојки,
- не смее да има патогени бактерии.

5.1 Физички параметри

Физичките параметри го одредуваат квалитетот на водата преку бојата, матноста (бистрината, прозирноста), вкусот, мирисот, температурата, сувиот остаток, губиток на остатокот при жарење, содржина на растворени материи, содржина на суспендирани материи, електролотичка проводливост и др.

За да се испитаат физичките параметри на водата, најчесто се земаат примероци од потенцијалното извориште и тоа 2-3 литри.

Времето од земање на пробата до преносот во лабораторијата треба да е што пократко, а некои анализи се вршат директно на терен при земање на пробата.

Боја на водата. Водата за пиење треба да биде безбојна. Бојата на водата се определува и мери по методите на колориметриска анализа.

Матност и бистрина (прозрачност). Матноста зависи од содржината на суспендирани и органски материи. Матноста треба да се знае, бидејќи од неа зависи и степенот на филтрирање на водата (брзи или спори филтри) пред нејзина употреба. Оваа особина се мери со визуелно набљудување, со матномери, турбидиметри и друго.

Вку. Водата за пиење не треба да има било каков вкус. Вкусот се јавува, ако водата содржи растворено соли, а вкусот е поизразен при поголеми температури

на водата. Водата може да биде солена ако има присуство на NaCl, горчлива при MgCO₄, кисела при CO₂, непријатен вкус ако има гасови од каналски води или распаѓање на растенија.

Мирис. Водата за пиење не смее да има никакви мириси. Мирисите се определуваат по петостепениот систем.

Температура. Најпогодна температура за пиење на водата е $t=7-12$ [°C]. Површинските води имаат променлив температурен режим, а подземните води помалку променлив и тоа во зависност длабочината на водоносните хоризонти и длабочината на загаѓање на водите.

5.2 Хемиски параметри

При хемиските анализи на водата се вршат испитување на реакцијата на водата, агресивноста, сувиот остаток, присуство на сувиот остаток, присуство и содржина на калциевите и магнезиумовите соли, содржина на железо, манган, олово, амонијак, нитрати, нитрити, хлор и др.

Содржина на органски материи. Водата за пиење не треба да содржи повеќе од 60-100 мгр органски материи по литар.

Сув остаток. Количеството на органски и неоргански материи кои остануваат по испарувањето на 110 [°C] го определуваат сувиот остаток. Белиот сув остаток покажува дека испарената вода била чиста, а темниот сув остаток покажува дека во водата имало органски материи.

Радиоактивност на водата. Скоро сите изворски и подземни води се повеќе или помалку радиоактивни. Определувањето на радиоактивноста на водата се врши во Махови единици или по Емон.

Реакција на водата. Во природата водите имаат алкална, неутрална и кисела реакција. Реакцијата на водата најлесно се регистрира (утврдува) со лакмусова хартија.

Тврдина на водата. Количеството на разни соли во водата ја чини нејзината тврдост. Разликуваме времена или карбонатна тврдина и постојана или некарбонатна тврдина, а збирот на овие две ја чини општата тврдина на водата. Тврдината на водата се изразува со германски, француски и англиски степени. Кога водата содржи малку калциеви и магнезијеви соли таа вода е мека и обратно, ако има многу вакви соли таа вода е тврда.

Кај нас најчесто се користи германската скала на определување на тврдината на водата.

- мека вода 0-4° германски,
- среднотврда вода 8-18° германски,
- тврда вода 18-30° германски,
- многу тврда вода преку 30° германски.

Езерските и речните води обично се меки, плитките подземни води се средномеки, а длабоките подземни води се најчесто тврди води.

5.3 Бактериолошки својства

Квалитетот на водата од бактериолошка гледна точка се изразува преку таканаречениот колититар. Содржината на колибактерии во единица зафатнина на вода најдени после 24 часа и на температура 37-46°C, се вика **колититар**. Ако на 1 cm³ вода се најде 1 бактерија колититарот е единица (1), а ако се најдат 100 бактерии тогаш колититарот е 100.

Овие испитувања се важни за да се превземат технички мерки водата да се обеззарази и пречисти за да не биде штетна при употребата.

Микробите може да бидат патогени или заразни и индиферентни или безштетни. Во патогените спаѓаат: тифусни, паратифусни, дезинтерични, колерични и други. Понатаму бактериите можат да бидат према условите во кои живеат и се размножуваат, анаеробни и аеробни. Површинските води се бактериолошки најчесто најзагадени, а најчисти се длабоките подземни води (артеските).

5.4 Биолошки својства

При биолошките испитувања на водата се определува разновидноста на бројноста на растителниот и животинскиот свет во водата, особено од значење е проучувањето на планктонот во извориштата на вода.

6. ИЗВОРИШТА НА ВОДА

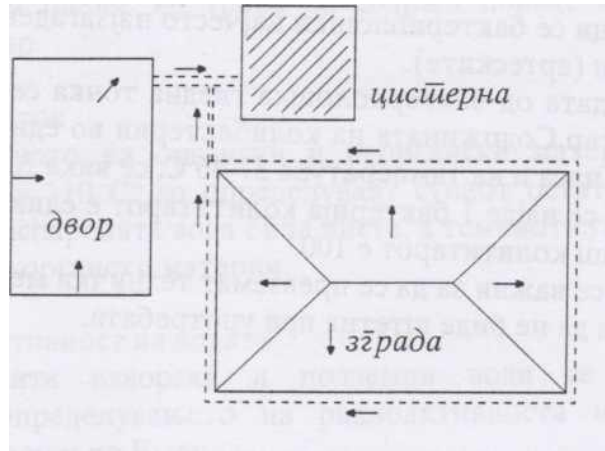
При водоснабдувањето се користат три основни вида на изворишта на вода и тоа: атмосферски, површински и подземни води.

6.1 Атмосферски води

Таму каде не може да се обезбеди изворска, подземна или површинска вода, како извориште за водоснабдување се користат атмосферските води.

Атмосферската (дождовна) вода се собира од покривните површини на објектите или од специјално за таа цел изградени дворни површини и се собира во вкопани или надземни цистерни-резервоари. Цистерните имаат задача да ја акумулираат и зачуваат од надворешно загадување и загревање собраната дождовна вода.

Дождовната вода најчесто, не одговара на критериумите за квалитет на водата за пиење, бидејќи таа може да се загади од нечистотии на површините од кои се собира, а може да биде и самата загадена уште во атмосферата (кисели дождови). Најчесто дождовната вода ги нема солите кои ја прават пријатна и корисна за пиење.



Слика 6.1 Систем за собирање на атмосферска вода

Зафатнината на цистерната се определува за задоволување на потребите од вода меѓу два дождовни периоди.

$$Q = P \cdot A \cdot \eta = q \cdot N \cdot t \quad 6.1$$

каде:

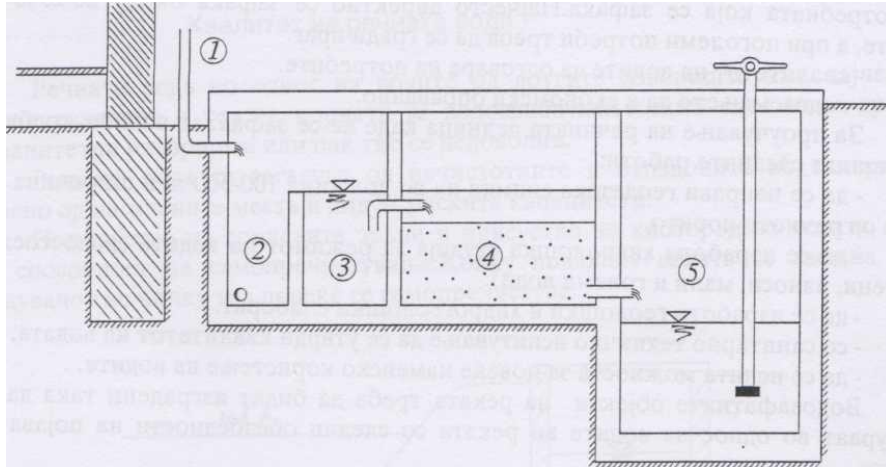
- P е висина на врнежите,
- A е површина од која се собира атмосферската вода,
- q е потребна вода по жител на ден,
- t е период на сушни денови,
- N е број на жители.

Потребната собирна површина за обезбедување на доволна количина вода ќе биде:

$$A = \frac{q \cdot N \cdot t}{\eta \cdot P} \quad 6.2$$

каде:

- P е висина на паднат дожд,
- η е коефициент на истекување.



Слика 6.2 Карактеристичен пресек на цистерна за атмосферска вода

Легенда: 1-олук, 2-испуст за првите загадени води, 3-таложник,
4-песочен филтер, 5-резервоар за вода

6.2 Површински води

Површински води се водите во водотеците и природните и вештачките езера. Најчесто површинските водотеци се и колектори на загадените и отпадни води, па за да може да се употребуваат за пиење, потребно е да се пречистат претходно.

А) Зафаќање на вода од реки

При зафаќање на вода од речните корита треба да се води сметка за следните работи:

- во реката да има доволни количини на вода преку целата година во однос на потребната која се зафаќа. Најчесто директно се зафаќа околу 20-25% од водите, а при поголеми потреби треба да се гради праг,
- квалитетот на водите да одговара на потребите,
- зафаќањето на вода да е економски оправдано.

За проучување на речната делница каде ќе се зафаќаат водите, потребно е да се располага со следниве информации и подлоги:

- геодетска снимка во должина 100-500 m и ширина 50-100 m од речното корито.
- хидролошка студија за режимот на водите (водостоежи, протеци, наноси, мали и големи води),
- геолошки и хидрогеолошки елаборат,
- квалитетот на водата да се утврди со санитарно техничко испитување,

- да се испита можноста за повеќе наменско користење на водите.

Водозафатните објекти на реката треба да бидат проектирани и димензионирани за одредена количина на вода која ќе биде определена според расположливите количини на вода во реката. Истите се карактеризираат со одредена веројатност на појава (p) или период на повторување (T) и тоа:

- за малите летни и зимски води да има веројатност на појава од $p=95-97\%$ (водоснабдувањето на индустријата) и $p=90-95\%$ (за водоснабдување на населението). Тоа значи само 3-5 пати, односно 5-10 пати во сто години може да се појават помали количини на води во реката од количината на вода која се зафаќа,
- за големите води се бара веројатност на појава од $p=1\%$, или повторување еднаш во сто години.

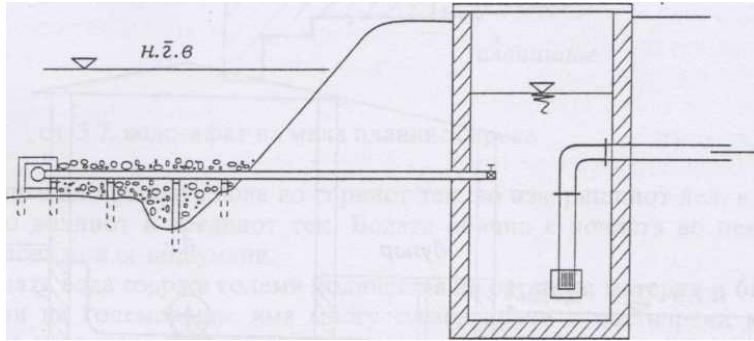
Водозафатните објекти се делат на:

- разделни и општи според тоа дали пумпните станици се одделно или заедно со објектот,
- брегови или речни според тоа дали објектот е поставен на брегот или во реката.

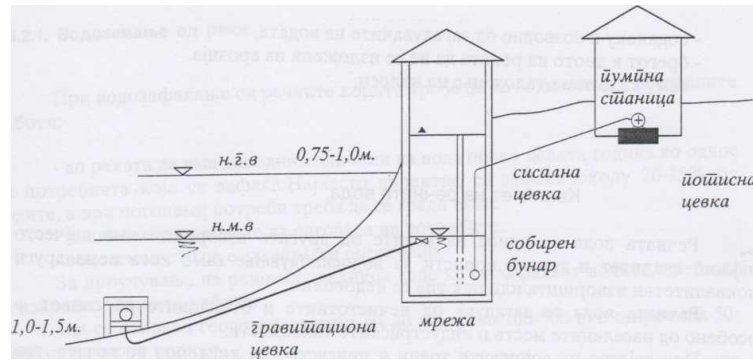
При изборот на локацијата за водозафат да се води сметка за следното: коритото на реката да е стабилно, зафатот да е поблиску до корисникот, хидрауличките и температурните услови да бидат добри, да се зафаќа таму каде водата ќе ги сочува санитарните барања, висок и неплавен брег, со доволни длабочини близу брегот, зафатите да се над населените места, подалеку и возводно од загадувачите на водата, брегот и дното на реката да не се изложени на ерозија и таложување на наноси.

Речната вода во однос на водите од другите изворишта има најчесто најлош квалитет и тоа се користи за водоснабдување само кога нема други поквалитетни изворишта или пак тие се недоволни. Речната вода се загадува од нечистотиите и отпадоците во сливот, а особено од населените места и индустриските капацитети.

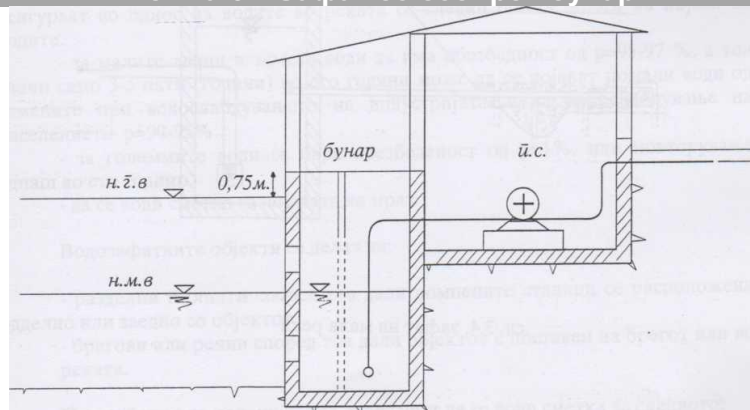
Под дејство на сончевите зраци и присуство на кислород во водата, таа има способност на самопречистување. Колку подалеку водата се зафаќа, од загадувачот во колку таа повеќе се самопречистува.



Слика.6.3 Зафат на мала река

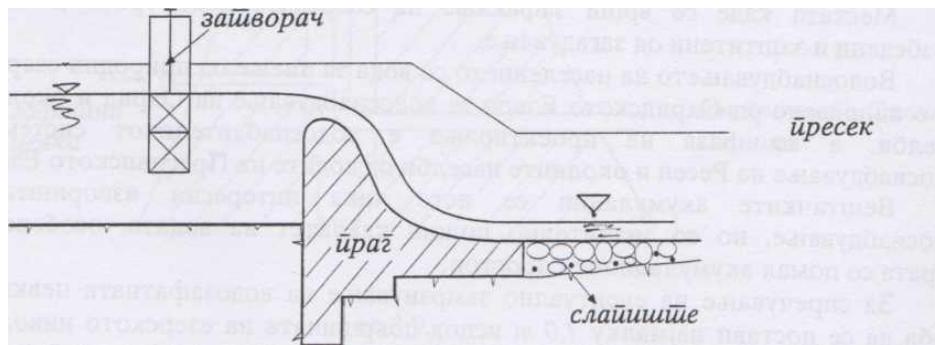


Слика 6.4 Зафат со собирен бунар



Слика. 6.5 Зафат од река со бунар покрај брегот





Слика. 6.6 Водозафат на мала планинска река

По правило речната вода во горниот тек, во изворишниот дел, е почиста отколку во долниот и средниот тек. Водата обично е почиста во ненаселени места и делови кои се пошумени.

Речната вода содржи големи количества на органски материи и бактерии, а во услови на големоводие има многу суспендирани и растворени материи. Квалитетот на водата се менува во зависност од количините на вода во реката, а тоа значи и во зависност од годишните времиња. Речната вода лете е топла, а зиме студена, таа обично е мека и особено барана како индустриска вода, а кога се користи за водоснабдување на население мора да биде детално пречистена.

Брзината на водата во гравитационите цевки да се движи меѓу $V = 0,75 - 1,5 \text{ m/s}$, а да биде за 20% поголема во сисалните цевки. Гравитационите и сисалните цевки се поставуваат со пад кон истекот од најмалку $i = 0,5\%$ за да може собраниот воздух во цевките слободно да излезе.

Б) Зафаќање на вода од природни и вештачки езера

Природните езера може да бидат интересни изворишта за водоснабдување. Водата во големите езера има поголема способност на самопречистување. Пред да се лоцира водозафатот на езерото, треба покрај другото да се извршат истражувања и испитувања на квалитетот на водата.

Се смета дека на растојанија поголеми од 500-1000 m од брегот и длабочини поголеми од 30 m од површината, водата е квалитетна за пиење и без значајни пречистувања, а има и скоро постојан температурен режим.

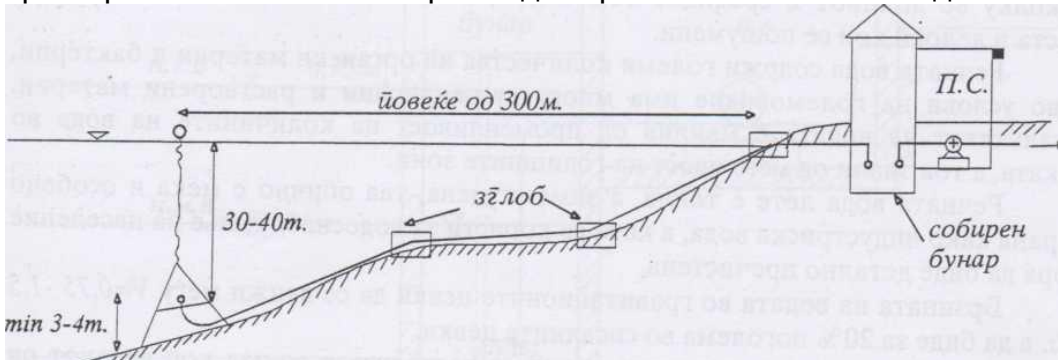
Местата каде се врши зафаќање на езерската вода треба да бидат обезбедени и заштитени од загадување.

Водоснабдувањето на населението со вода за пиење од природни езера кај нас е направено од Охридското Езеро за водоснабдување на Охрид и околните населби, а во фаза на проектирање е водоснабдителниот систем за водоснабдување на Ресен и околните населби од водите на Преспанското Езеро.

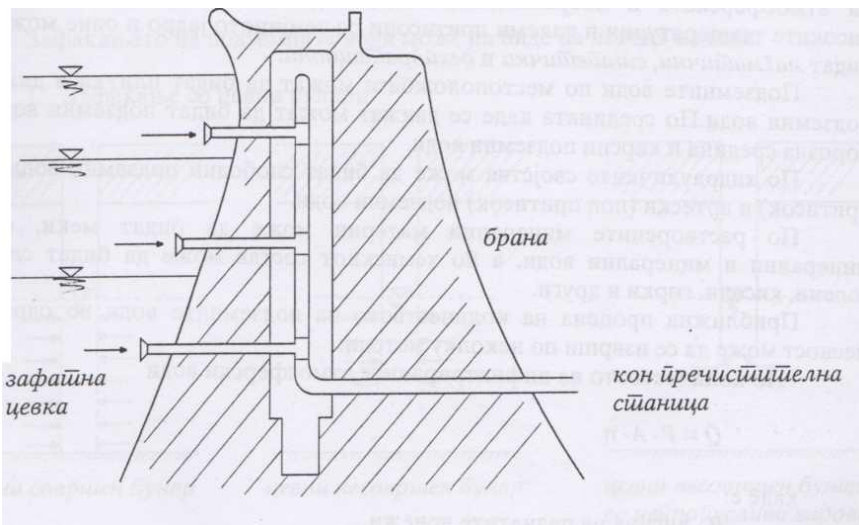
Вештачките акумулации се исто така интересни изворишта за водоснабдување, но со значително полош квалитет на водата, особено кај езерата со помал акумулационен простор.

За спречување на евентуално замрзнување на водозафатната цевка таа треба да се постави најмалку 1,0 m под површината на езерското ниво, а за спречување од замулување на цевката, водата да се зафаќа најмалку 3-4 m над дното на езерото.

Две карактеристични шеми на зафати од езера се покажани на следните скици.



Слика 6.7 Зафаќање на вода од природно езеро



Слика 6.8 Зафаќање на вода од вештачко езеро (акумулација)

6.3 Подземни води

Сите води кои се наоѓаат во подземјето, било во порозна средина или во подземни акумулации, било да се движат или мируваат ги сочинуваат подземните води.

Подземните води главно настануваат од инфилтрација на атмосферските води, од инфилтрација на површинските води (реки, езера, мочуришта, мориња), а незначителен дел и од кондензација на водената пара во порите на земјата и од јувенилните води (води кои се образуваат од водените пари кои излегуваат од земјата).

Местата каде има подземни води може да се препознаваат по

надворешни белези од кои најкарактеристични се:

- утрински испарувања, особено пред изгрев на сонцето,
- брзо топење на снеговите,
- карактеристични растенија кои растат на влажни места (шевар, бела врба и др.),
- присуство на жаби, црви и др.
- шумолење на водениот ток, особено наутро и навечер кога нема друга
- врева.

Местата со подземни води најдобро може да се откријат со хидрогеолошки и геолошки истражувања. Подземните води по потекло се **водозни**, настануваат од инфилтрација на атмосферската и површинската вода, и **јувенилни**, настануваат од високите температурни и големи притисоци од земјиното јадро. Јувенилните можат да бидат магматични, синтетички и дехидрациони.

Подземните води по местоположбата можат да бидат плитки и длабоки подземни води. По средината каде се движат можат да бидат подземни води од порозна средина и карсни подземни води.

По хидрауличките својства може да бидат слободни подземни води (без притисок) и артески (под притисок) подземни води.

По растворените минерални материи може да бидат меки, слабо минерални и минерални води, а по хемискиот состав може да бидат слатки, солени, кисели, горки и други.

Приближна процена на количеството на подземните води во одредена месност може да се изврши по неколку методи:

а) Метода за определување на количеството на инфилтрираните атмосферски води:

$$Q = P \cdot A \cdot \eta \quad 6.3$$

каде:

P е висина на паднатите врнежи,
A е сливна површина,
 η е коефициент на инфилтрација.

б) Метода за определување на издашноста на водоносниот слој:

$$Q = \beta \cdot V \quad 6.4$$

каде:

V е волумен на водозаситениот слој со вода,
 β е коефициент на издашност на слојот (10 - 30% во зависност о типот на почвата).

в) Метода на специфично подземно истекување базирана на податоци од хидрометриски набљудувања и мерења:

$$Q = \gamma \cdot q \cdot A \quad 6.5$$

каде :

A е сливна површина,

q е специфично површинско истекување [$l/s km^2$],
 γ е специфично подземно истекување, [%] од q .

6.3.1 Зафаќање на подземните води

Зафаќањето на подземните води може да биде на повеќе начини: со вертикални водозафати-бунари и со хоризонтални водозафати-дренажи и галерии.

Бунарите според начинот како се изведуваат може да бидат: сидани (шахтни) и дупени(цевкасти) бунари.

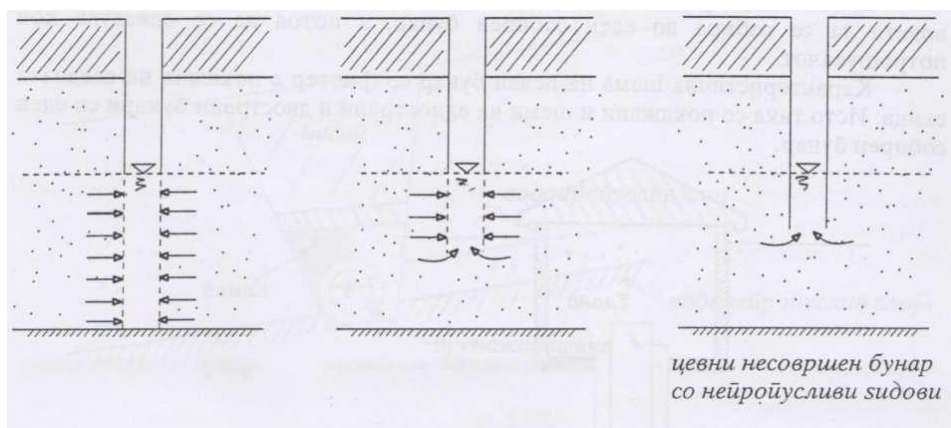
Цевкастите бунари најчесто се применуваат кога водоносниот слој се наоѓа подлабоко од 30m, па се до 300m, а се изведуваат од метални, азбестцементни, полиетиленски или други видови на цевки со дијаметар $d = 80 - 100$ mm. Кај цевкастите бунари во делот кој се наоѓа во водоносниот слој се поставуваат филтри кои може да бидат различни по конструкција и од различни материјали.

Шахтните бунари се градат за мали длабочини и тоа 10 -30m. Дијаметарот на шахтните бунари обично изнесува 1-1,5m за домаќинства, а 3-5m за општествени потреби.

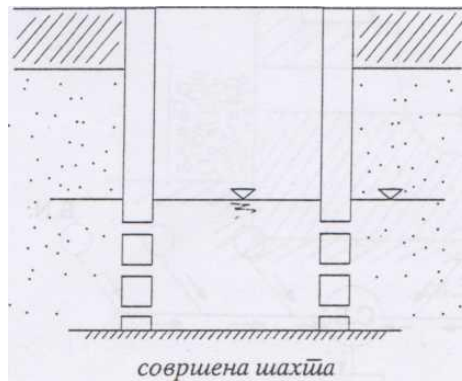
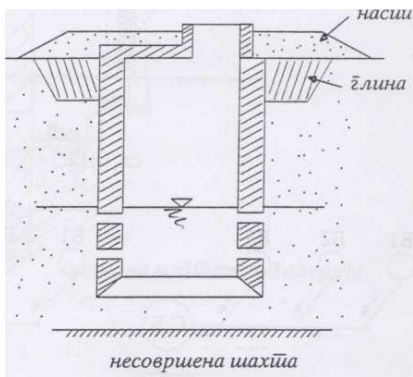
Цевните бунари може да бидат градени во редови или колони и од нив водата да се собира во еден собирен бунар, а потоа да се одведува кон потрошувачот.

Карактеристична шема на цевен бунар со филтер е покажан на Сликата 6.11. Исто така се покажани и шеми на еднострани и двострани бунари со еден собирен бунар.

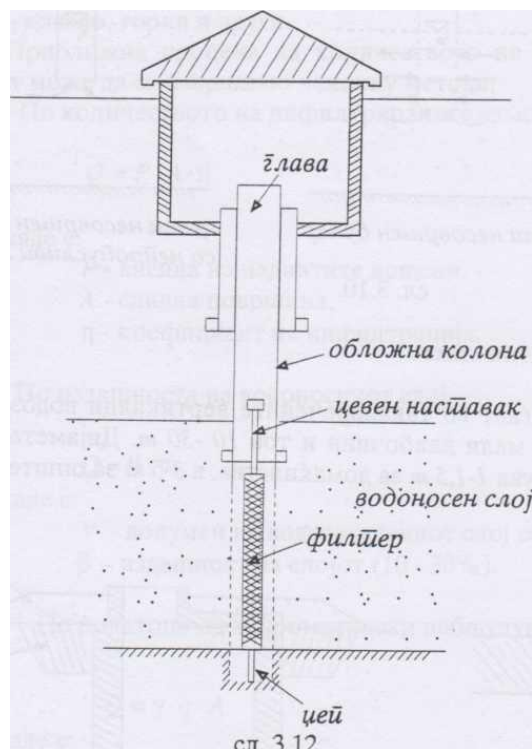
Хоризонтални водозафатни (каптажни) објекти се градат обично кога водоносните слоеви не се подебели од 2-4 m и кога се наоѓаат на мала длабочина (8-10 m), кога теренот е стрм, силно испукан терен и водата тече по одделни струи или жили.



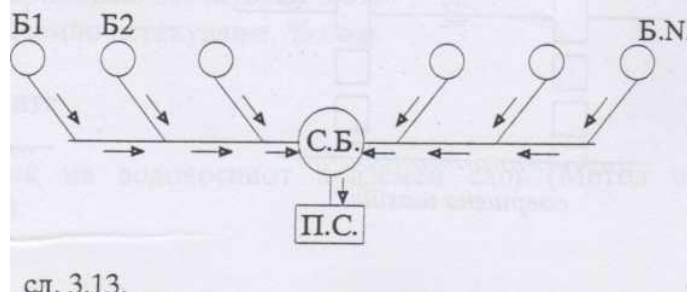
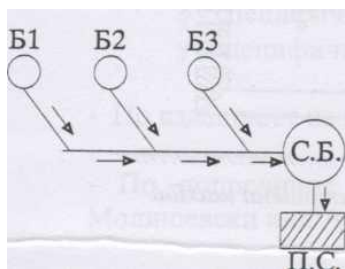
Слика 6.9 Цевен совршен бунар цевен несовршен бунар



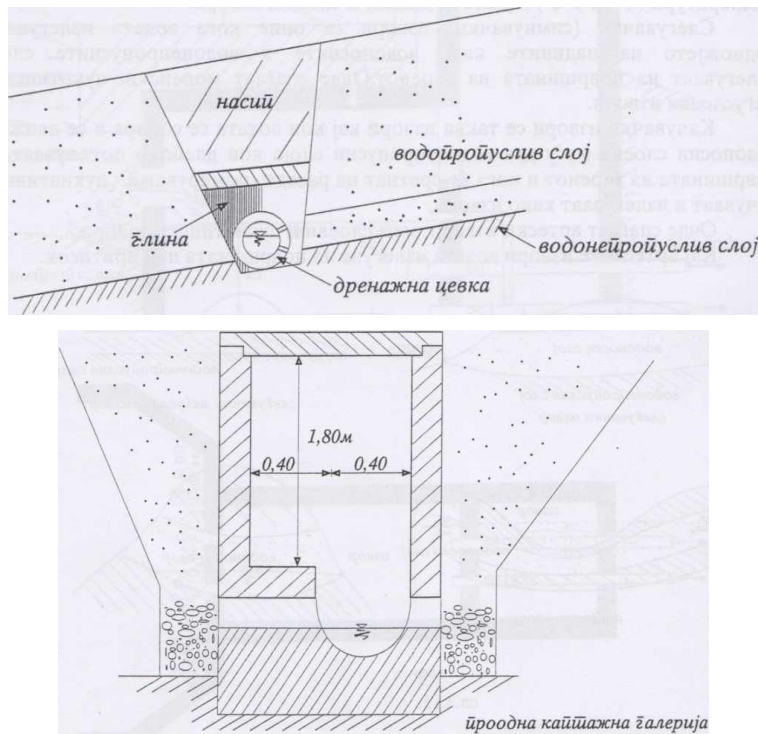
Слика 6.10 Зафаќање со водозафатни шахти (бунари)



Слика 6.11 Зафаќање со водозафатни шахти



Слика 6.12 Шеми за еднострани и двострани бунари со собирен бунар



Слика 6.13 Хоризонтален водозафатен објект (каптажа)

6.4 Извори и зафати на изворска вода

Се смета дека, ако односот меѓу максималната и минималната количина на вода на изворот е меѓу 2 до 5 пати, тие извори се постојани и се добри за водозафаќање и водоснабдување.

Карпестите или моренските извори во планинските краишта се со ниски температури $t = (2-6) [^{\circ}\text{C}]$ и уште се викаат и снежни извори.

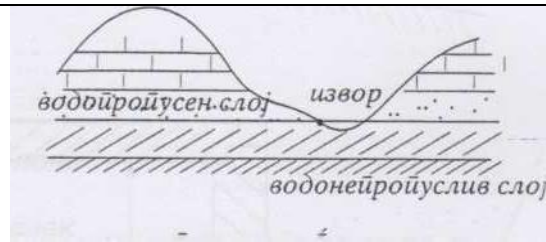
Слегувачки (симнувачки) извори се оние кога водата излегува во подножјето на падините каде водоносните и водонепропусните слоеви излегуваат на површината на теренот. Овде спаѓаат моренски, пукотински и меѓуслоевни извори.

Качувачки извори се такви извори кај кои водата се собира и се движи во водоносни слоеви меѓу два водонепропусни слоја кои длабоко потонуваат под површината на теренот и кога ќе сретнат на расади (померувања - пукнатини) се качуваат и излегуваат како извори. Овде спаѓаат артески извори, меѓуслоевни и пукнатински извори. Кај артеските извори водата излегува на површината под притисок.

За зафаќање на изворската вода се изведуваат специални водозафатни објекти наречени каптажи, а самото зафаќање на водата се нарекува каптирање на водата.



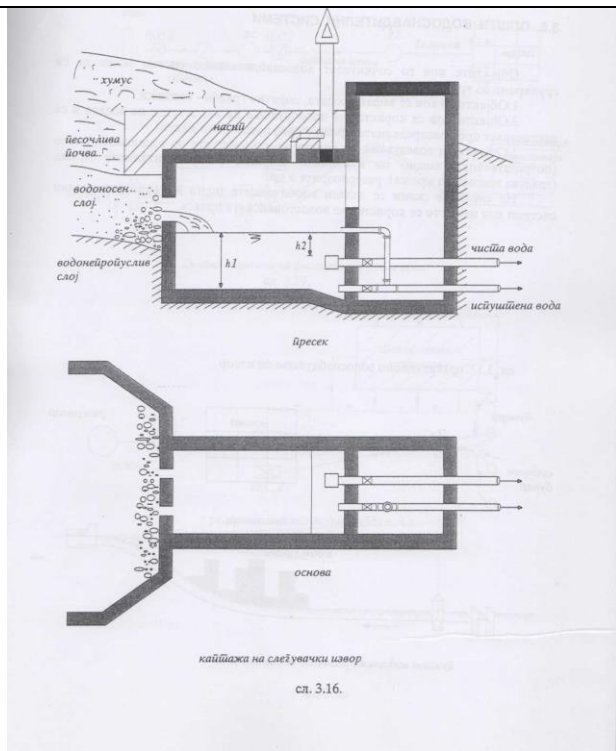
Слика 6.14 Слегувачки меѓуслоен извор



Слика 6.15 Слегувачки извор



Слика 6.16 Артезијски извор



Слика.3.17. Шема на зафаќање на извор

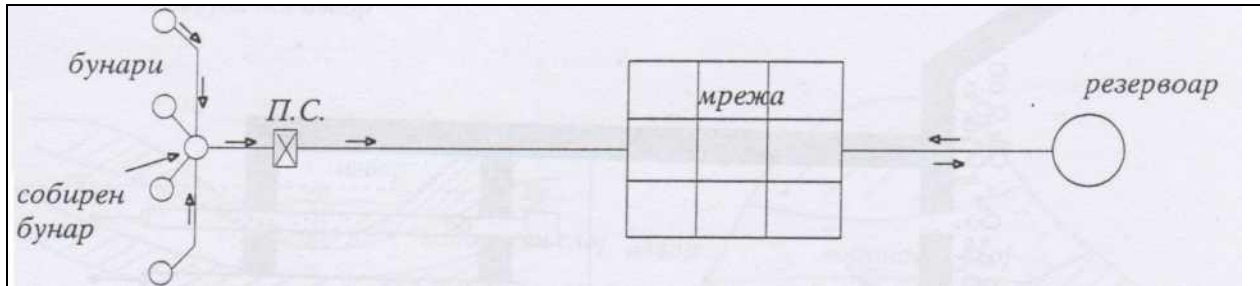
7. ВОДОСНАБДИТЕЛНИ СИСТЕМИ

Објектите кои го сочинуваат водоснабдителниот систем може да ги групираме во три групи и тоа:

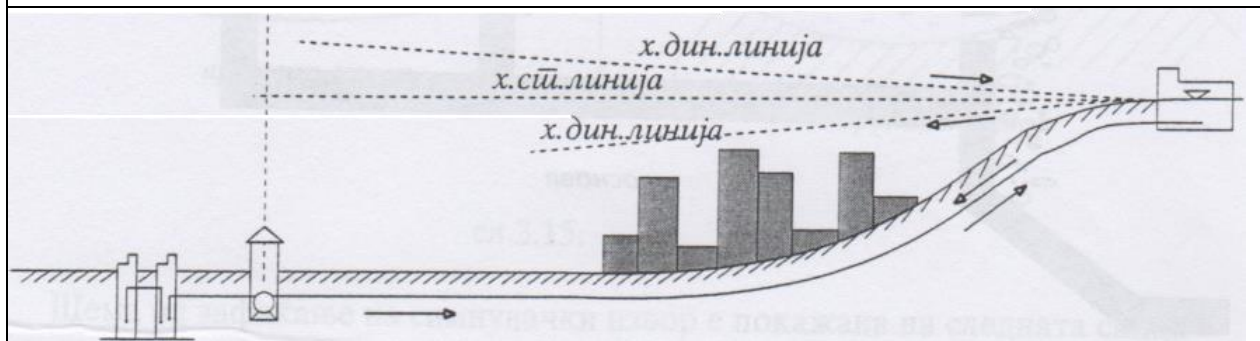
- Објекти со кои се зафаќа водата, зафатни градби,
- Објекти кои се користат за подобрување на квалитетот на водата и се поставуваат пред распределната мрежа (пред населеното место),

- Објекти за доведување на водата од извориштето до населеното место (потрошувачот), заедно со пумпните станици, распределителната мрежа (градска водоводна мрежа), резервоарите и др.

На следните скици се дадени вообичаените шеми на водоснабдителни системи кои најчесто се користат во водостопанската пракса.

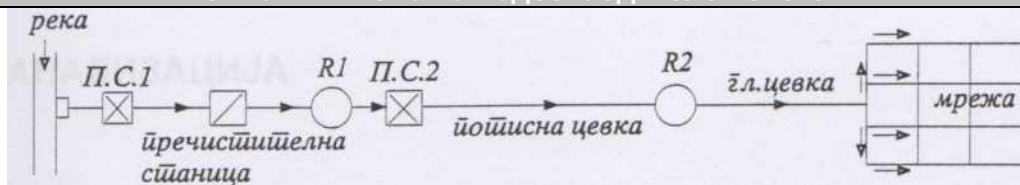


ОСНОВА

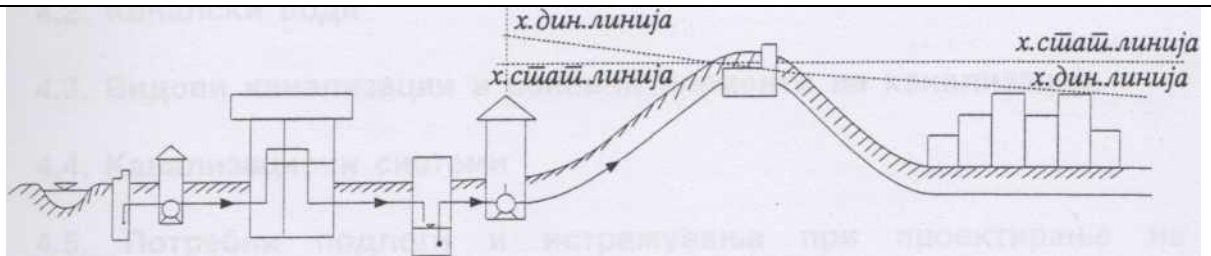


пресек

Слика.7.1. Шема на водоснабдителен систем



ОСНОВА



пресек

Слика.7.2. Шема на водоснабдителен систем