

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Инжењерство заштите животне средине

Ниво студија: Мастер академске студије

Предмет: Инжењерство заштите животне средине

Број индекса: 371/2019

Урош Б. Миленковић

**РЕКОНСТРУКЦИЈА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА
ВОДОВОДНЕ МРЕЖЕ У НАСЕЉУ МИЛИВА
ОПШТИНЕ ДЕСПОТОВАЦ
Мастер рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. **др Вања Шуштершич – ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру мастер рада кандидат треба да дâ технички опис стања водоводне мреже у насељу Милива, општина Деспотовац, изврши демографску анализу и прорачун потреба становништва водом за пиће. Такође, потребно је да уради и прорачун у софтверском пакету EPANET, и на основу датих калкулација предложи неопходну реконструкцију постојеће мреже. На крају потребно је да изврши финансијску процену трошкова реконструкције, и да приложи неопходну техничку документацију.

Препоручена литература:

[1]ВањаШуштершич, *Технологије и постројења у припреми воде за пиће и третману отпадних вода*, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 201

[2]Santiago Arnalich,*Epanet and Development,How to calculate water networks by computer*,Arnalich, Water an habitat,2011.

[3]Миловановић Добрица, *Транспорт флуида цевима - збирка решених задатака*, Машински факултет, Крагујевац,1999.

Крагујевац, јул 2020.

Ментор:

Др Вања Шуштершич, ред проф.

Садржај:

1. Увод.....	1
2. Припрема воде за пиће.....	4
2.1. Законска регулатива	4
2.2. Процеси припреме пијаће воде	5
2.2.1. Изворишта	6
2.2.2. Водозахвати	9
2.2.3. Пумпне станице	10
2.2.4. Кондиционирање воде.....	13
2.2.5. Резервоари.....	20
2.2.6. Водоводна мрежа	20
2.3. Потрошња воде.....	24
2.4. Квалитет воде за пиће.....	26
3. Водоводна мрежа насеља Милива	27
3.1. Општи подаци о насељу Милива	27
3.2. Тренутно стање водовода у насељу.....	31
3.3. Демографска анализа	31
3.4. Квалитет пијаће воде	32
3.5. Црпна станица	33
3.6. Прорачун тренутног стања водоводне мреже у софтверу EPANET	34
4. Предлог мера реконструкције сеоског водовода.....	37
4.1. Прорачун потреба у води.....	37
4.1.1. Специфична потрошња воде.....	37
4.1.2. Коефицијенти неравномерности	38
4.2.3. Приказ потреба у води до 2041. године.....	39

4.2. Предлог мера реконструкције цевовода, црпне станице и резервоара	40
4.2.1. Цевовод	41
4.2.2. Црпна станица	43
4.2.3. Резервоар	43
4.5. Прорачун водоводне мреже након реконструкције у софтверу EPANET	43
5. Закључак	46
6. Прилози	47
Прилог 1. Постојеће стање водоводне мреже (страна 1)	47
Прилог 2. Постојеће стање водоводне мреже (страна 2)	48
Прилог 3. Резултати анализе воде из 2019. године	49
Прилог 4. Предлог мера реконструкције сеоског водовода (страна 1)	53
Прилог 5. Предлог мера реконструкције сеоског водовода (страна 2)	54
Прилог 6. Детаљ полагања цеви у ров	55
Прилог 7. Основа објекта нове црпне станице са вентилационим отворима	56
Прилог 8. Приказ изворишта са црпном станицом	57
Прилог 9. Предлог позиције новог резервоара	58
Прилог 10. Дијаграм рада црпне станице – притисак	59
Прилог 11. Дијаграм рада црпне станице – проток	60
Прилог 12. Дијаграм притиска у чворовима	61
Прилог 13. Дијаграм притиска у чворовима	62
Прилог 14. Дијаграм притиска у чворовима	63
Прилог 15. Дијаграм притиска у чворовима	64
Литература:	65

Abstract: This paper analyzes the current situation of the water supply network and proposes measures for its reconstruction in the village of Miliva. After general information about the water supply systems, a demographic analysis and calculation of the population's needs for drinking water was performed, and data on the village itself and the location where it is located were given. With the help of EPANET software, it is possible to calculate and simulate the total losses of the current water supply network.

Keywords: water supply, EPANET, village Miliva, municipality of Despotovac

Резиме: У овом раду анализирано је постојеће стање водоводне мреже и предложене су мере за њену реконструкцију у селу Милива. Након уопштених информација о системима водоснабдевања, извршена је демографска анализа и прорачун потреба становништва водом за пиће, дати су подаци о самом селу и локацији на којој се налази. Уз помоћ софтвера EPANET извршен је прорачуни симулација укупних губитака у мржи.

Кључне речи: водоснабдевање, EPANET, село Милива, општина Деспотовац

1. Увод

Брига о водама представља задатак и одговорност сваког човека понаособ. То значи да сваки појединац на планети Земљи, без обзира где живи, треба да дâ лични допринос како би наредне генерације имале боље услове за живот. Сва сазнања о води, човеку у било ком тренутку његовог постојања на планети Земљи, не дају никакво право да је неограничено троши и загађује. Водни ресурси, који значе живот на планети Земљи и биолошка разноликост каква нам је дата на располагање, обавезују нас на рационално поступање, добро газдовање и интегрално управљање родним ресурсима. Свако од нас мора водити рачуна о потрошњи воде, о животној средини чији је вода посебно важан део, те схватити да загађујући околину загађујемо и воду. Свако од нас може учинити тај мали корак и показати добру вољу и културан однос према води и према свима којима је потребна, а потребна је сваком живом бићу. Не треба заборавити ни да смо и сами саздани од воде, те да бригом о водама, бринемо о себи, својој деци и генерацијама које долазе.

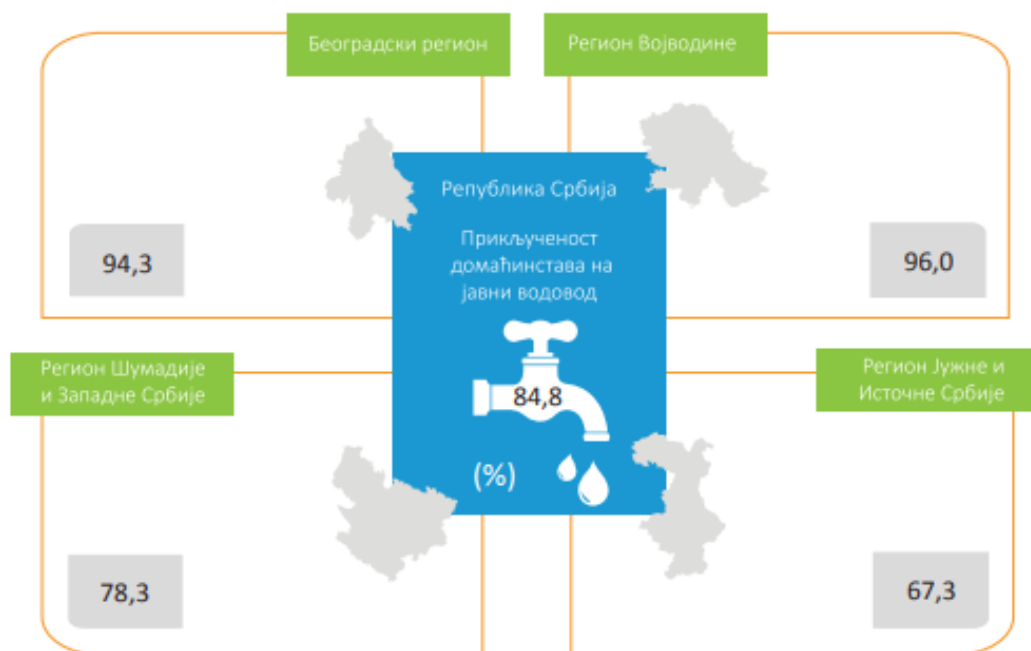
Вода као најраспрострањенији течност у природи за човека је одувек била и биће симбол живота. Она у организму човека одржава потребан хидростатички, осмотски и онкостатички притисак, а такође омогућава метаболизам. У одсуству воде живот се гаси за неколико дана. Поред великог физиолошког и хигијенског значаја, вода има и знатну епидемиолошку и токсиколошку улогу. Потребне за водом одраслог човека износе од 2,5 l до 3 l дневно [1].

Како је вода за пиће најважнија животна намирница, то снабдевање њом има прворазредни значај у водопривредном просторном планирању. У систему газдовања водом, захватање, одржавање и заштита вода (по количини и квалитету) имају највиши ранг у односу на остале мере. Снабдевање водом у општем смислу подразумева јавно снабдевање водом, насупрот појединачном снабдевању приватног поседа из сопственог постројења. Да би се покривале потребе за водом неког постројења за снабдевање водом, оно мора да има на располагању налазиште воде подесно по количини и квалитету.

Снабдевање становништва чистом (квалитетном) водом има првенствено велику хигијенску важност, јер штити људе од разних обољења која се преносе водом. Осигурањем и довођењем довољне количине воде у насељено место омогућава се подизање животног стандарда човека и уређење његове околине. Потрошња воде утолико је већа уколико је вода доступнија. Да би се задовољиле потребе данашњих вишемилионских градова, потребне су знатне количине воде, које се дневно мере милионима кубних метара.

У 2017. години проценат домаћинстава прикључених на јавни водовод био је највећи у Региону Војводине (96,0%), а најмањи у Региону Јужне и Источне Србије (67,3%). Београдском региону је у 2017. години испоручена највећа количина

питке воде (33,1% од укупно испоручене количине воде), док је Региону Јужне и Источне Србије испоручено скоро дупло мање (18,1%) [2].



Слика 1. Прикљученост домаћинства на јавни водовод [2]

У 2018. години за потребе снабдевања питком водом захваћено је 654 милиона m^3 , што представља 0,8% мање воде у односу на исти период 2017. године. Од укупно захваћене количине воде 65,4% су подземне и изворске воде, 26,2% је из водотокова, а 8,4% су воде из језера и акумулација. Укупно је корисницима испоручено 424 милиона m^3 , што је за 0,2% мање воде од количине испоручене у 2017. Домаћинствима је испоручено 316 милиона m^3 , што представља 74,6% од укупно испоручене воде. Индустијском сектору је испоручено 45 милиона m^3 (10,6%), а осталим корисницима 63 милиона m^3 (14,8%) (Табела 1.) [2].

Потрошња воде може да се групише у три следеће категорије:

- 1) потрошња воде за кућне потребе (снабдевање становништва) обухвата утрошак воде која се користи за подмирење животних потреба становништва за: пиће, припрему хране (кување), производњу намирница...
- 2) потрошња воде за индустријске (технолошке) потребе односи се на потрошњу воде у индустријским погонима за транспорт у енергетици, пољопривреди...
- 3) потрошња воде за гашење пожара и сопствене потребе водовода састоји се од пожарних количина воде које се у свету третирају различито, мање или више с великим мерама предострожности због значаја овог проблема у погледу заштите људских живота и материјалних добар.

Табела 1. Воде испоручене корисницима у 2018. год. (милиони m³)

	Укупно	Домаћинства	Индустријски сектор	Остали корисници
РЕПУБЛИКА СРБИЈА	424	316	45	63
Београдски регион	145	102	22	21
Регион Војводине	107	87	7	13
Регион Шумадије и Западне Србије	97	70	8	19
Регион Јужне и Источне Србије	75	57	8	10
Регион Косово и Метохија	...	...	...	...

2. Припрема воде за пиће

2.1. Законска регулатива

Законска регулатива која се спроводи у Републици Србији, а у себи има део везан за водоснабдевање је:

- Стратегија управљања водама до 2034 ("Сл. гласник РС", бр. 3/2017)
- Закон о водама ("Сл. гласник РС", бр. 30/10,93/2012, 101/2016,95/2018 и 95/2018-др. закон)
- Закон о комуналним делатностима ("Сл. гласник РС", бр. 88/2011, 104/2016 и 95/2018)

Анализе и истраживања за израду Стратегије управљања водама на територији Републике Србије (у даљем тексту: Стратегија) урађене су на основу Закона о водама (ЗОВ) (Службени гласник РС, бр. 30/10 и 93/12) и релевантних подзаконских аката. Стратегија представља јединствен плански документ којим се утврђују дугорочни правци управљања водама на територији Републике Србије. Доношењем Стратегије обезбеђује се континуитет у дугорочном планирању функционисања сектора вода, на принципу одрживог развоја, односно, обављање водне делатности у њеним основним областима (уређење и коришћење вода, заштита вода од загађивања и уређење водотока и заштита од штетног дејства вода), као и институције и остали неопходни послови и активности за функционисање и развој (финансирање, мониторинг и др.). [3].

Законом о водама уређује се правни статус вода, интегрално управљање водама, управљање водним објектима и водним земљиштем, извори и начин финансирања водне делатности, надзор над спровођењем овог закона, као и друга питања значајна за управљање водама. Одредбе овог закона односе се на све површинске и подземне воде на територији Републике Србије, укључујући термалне и минералне воде, осим подземних вода из којих се могу добити корисне минералне сировине и геотермална енергија. Одредбе овог закона односе се и на водотоке који чине или пресецају државну границу Републике Србије, као и њима припадајуће подземне воде, ако посебним законом није друкчије прописано. Одредбе овог закона односе се и на експлоатацију речних наноса који не садрже примесе других корисних минералних сировина [4].

Законом о комуналним делатностима одређују се комуналне делатности и уређују општи услови и начин њиховог обављања. Комуналне делатности у смислу овог закона су делатности пружања комуналних услуга од значаја за остварење животних потреба физичких и правних лица код којих је јединица локалне самоуправе дужна да створи услове за обезбеђење одговарајућег

квалитета, обима, доступности и континуитета, као и надзор над њиховим вршењем. Једна од комуналне делатности је снабдевање водом за пиће [5].

2.2. Процеси припреме пијаће воде

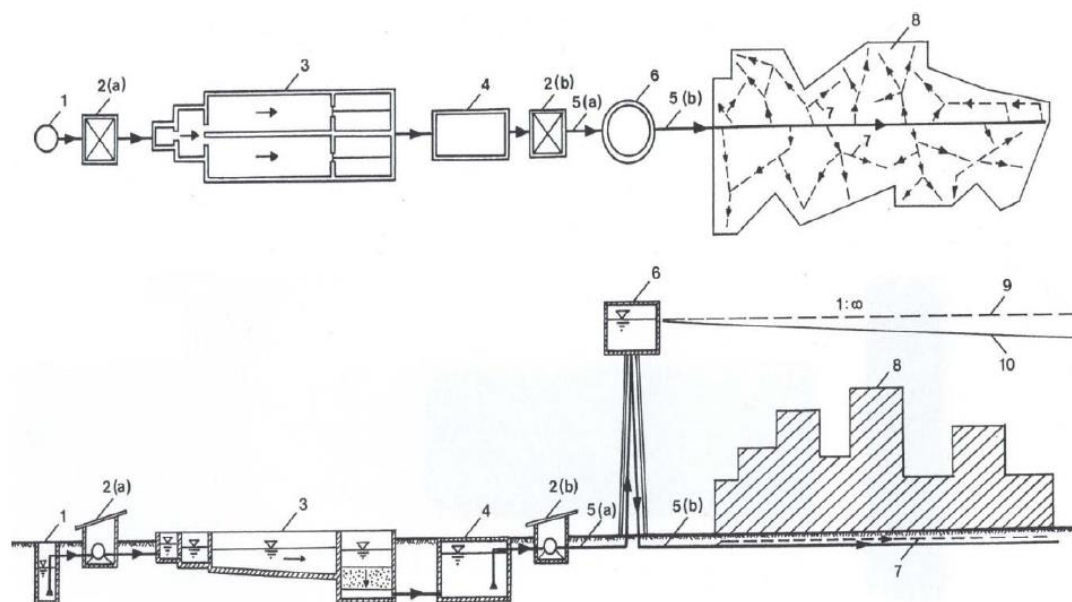
Сирова вода, тј. вода коју преко водозахватних објеката узимамо за потребе водоснабдевања никад није апсолутно чиста. Она увек садржи, мање или више, различите материје у раствореном и суспендованом стању, а које су унешене из околине кроз коју пролази (са површине литосфере, кроз хидрогеолошки медиј, кроз атмосферу итд.) [6].

У води могу се наћи различите врсте загађивача па тако припрема воде за пиће подразумева коришћење различитих поступака. Поступци припреме воде за пиће састоје се из низа главних и допунских процеса припреме воде за пиће и операција који се комбинују у оквиру технолошког поступка. Систем водоснабдевања је систем објеката и мера повезаних у функционалну целину са циљем осигурања довољне количине квалитетне воде на што економичнији начин.

Систем за водоснабдевање (слика 2), чине следеће главне групе објеката:

- 1) водозахвати, којима се вода захвата из природних изворишта;
- 2) пумпне станице, којима се вода црпи и потискује, или од изворишта до места кондиционирања (спремања, потрошње) или између појединих објеката за водоснабдевање;
- 3) уређаји за кондиционирање воде, којима се постиже захтевани квалитет воде;
- 4) резервоари, који имају улогу складишних и регулационих објеката у систему;
- 5) главна (магистрална) и разводна (дистрибутивна) водоводна мрежа, са пратећим објектима, којима се вода транспортује између појединих објеката система за снабдевање водом (главна мрежа) и дистрибуира потрошачима (разводна мрежа).

Цевоводи главне мреже могу бити доводни (између изворишта и уређаја за кондиционирање воде или између уређаја и резервоара) и водоснабдевени (између резервоара и насеља, односно дистрибутивне мреже) [6].

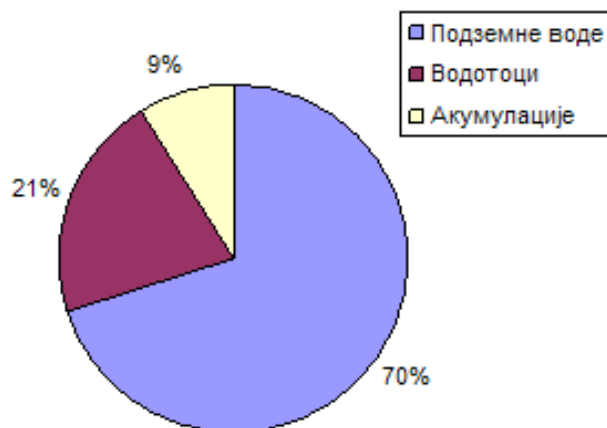


Слика 2. Групе објеката система водоснабдевања [6]

*1- водозахват; 2(а)- нископритисна пумпна станица; 2(б) – високопритисна пумпна станица;
3- уређај за кондиционирање воде; 4- сабирни базен; 5(а)- главни доводни цевовод; 5(б)-
главни цевовод за снабдевање; 6- резервоар; 7- дистрибутивна мрежа; 8- потрошачи; 9-
линија хидростатичког притиска; 10- линија хидростатичког или погонског притиска*

2.2.1. Изворишта

Процењује се да подземне воде обезбеђују око 70% потреба за водом за домаћинства и индустрију у Србији, а на подручју Војводине је ово искључиви вид водоснабдевања (слика 3.). Према расположивим статистичким подацима и процени количина које се експлоатишу за потребе јавног и индивидуалног водоснабдевања сеоског становништва, данас се у Србији експлоатише укупно око 500 милиона m^3 подземне воде. Укупни капацитети постојећих изворишта подземних вода у Србији износе укупно око 678 милиона m^3 годишње или 21,5 m^3/s , од тога 6,25 m^3/s за Војводину и 15 m^3/s за Централну Србију.



Слика 3. Процене количина вода које се експлоатишу за потребе јавног и индустријског водовода [7]

Хидрогеолошки услови захватања условљавају неравномерну расподелу, што се може илустровати ако се упоређи актуелна расположивост подземне воде према броју становника у разним регионима и изразити на основу следећег односа:

$$\frac{\text{актуелна расположивост воде}}{\text{број становника}} \Leftrightarrow \frac{\text{потрошња расположивих токова}}{\text{број становника}}$$

На овај начин је могуће одредити специфичну издашност извора помоћу следећег израза:

$$Q_{spec} = Q/S \cdot 1000 \text{ (l/s/стан)}$$

где је:

Q_{spec} - специфична издашност изворишта (l/s/стан)

Q - издашност изворишта подземних вода (l/s)

S - број становника

У табели 2 је приказана расположивост извора подземних вода за потребе водоснабдевања у Србији и њихова пасподела на административне округе према одговарајућем броју становника [7].

Табела 2. Специфична издашност изворишта подземних вода у Србији [7]

Специфична издашност постојећих изворишта подземних вода (l/s/стан)				
	<i>Назив округа и града</i>	<i>Q (l/s)</i>	<i>Број становника</i>	<i>Q_{срес}</i>
1	Севернобачки	755	200.140	3,77
2	Севернобанатски	787	165.881	4,74
3	Средњебанатски	648	208.456	3,1
4	Јужнобанатски	1004	313.937	3,2
5	Западнобачки	627	214.011	2,93
6	Јужнобачки	1634	593.666	2,75
7	Сремски	796	335.931	2,37
8	Мачвански	1108	329.625	3,36
9	Колубарски	352	192.204	1,83
10	Подунавски	730	210.290	3,47
11	Браничевски	620	200.503	3,09
12	Шумадијски	361	298.778	1,21
13	Поморавски	785	227.435	3,45
14	Борски	215	146.551	1,47
15	Зајечарски	635	137.561	4,62
16	Златиборски	591	313.396	1,88
17	Моравички	380	224.772	1,69
18	Рашки	377	291.230	1,29
19	Расински	365	259.441	1,41
20	Нишавски	821	381.757	2,15
21	Топлички	100	102.075	0,98
22	Пиротски	720	105.652	6,81
23	Јабланички	405	240.923	1,68
24	Пчињски	494	227.690	2,17
25	Београд	5.946	1576.124	3,77
Укупно		21.256	7.498.029	

2.2.2. Водозахвати

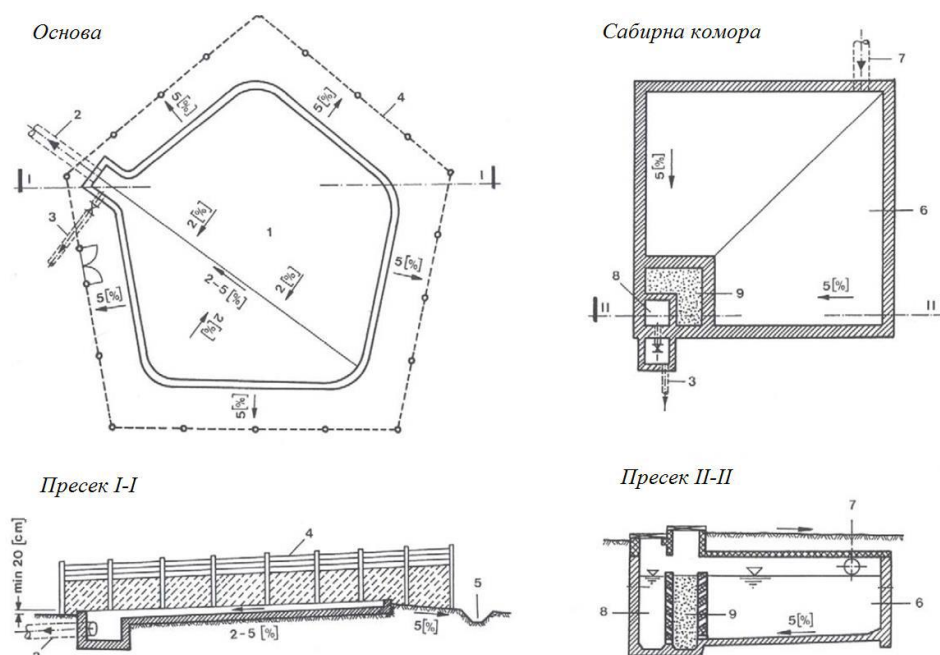
Водозахвати су грађевине којима се захвата вода из изворишта и одводи према потрошачима. Водозахвати се међусобно јако разликују, стога их је тешко разврстати. Врста водозахвата зависи од карактера изворишта, тако да се разликују:

- 1) водозахвати атмосферских изворишта,
- 2) водозахвати површинских изворишта,
- 3) водозахвати подземних изворишта.

Сврха водозахвата је захватање природне воде ради обраде и расподеле корисницима водоводног система. Водозахват мора имати довољан и трајан капацитет [8].

Водозахвати атмосферских изворишта

Примена ових водозахвата је најчешћа на крашким теренима и примерена је за мања места. Основу водозахвата атмосферских изворишта чини захватна грађевина чија је површина обрађена да прихвати и усмери падавине према једној тачки (слика 4). Водозахват се најчешће састоји од захватне грађевине (сабирне површине) и цистерне за воду. Цистерном се решава варијација у потрошњи воде у односу на преспелу количину падавина.



Слика 4. Водозахват атмосферских изворишта [8]

Водозахвати површинских изворишта

Водозахвати површинских изворишта могу да се поделе на:

- 1) водозахвате на рекама
- 2) водозахвате на језерима, вештачким акумулацијама и каналима
- 3) водозахвате на морима

Постоје четири основне врсте речних водозахвата:

- 1) фиксни приобални водозахвати,
- 2) водозахвати у речном кориту,
- 3) пловни водозахвати,
- 4) покретни приобални водозахвати.

2.2.3. Пумпне станице

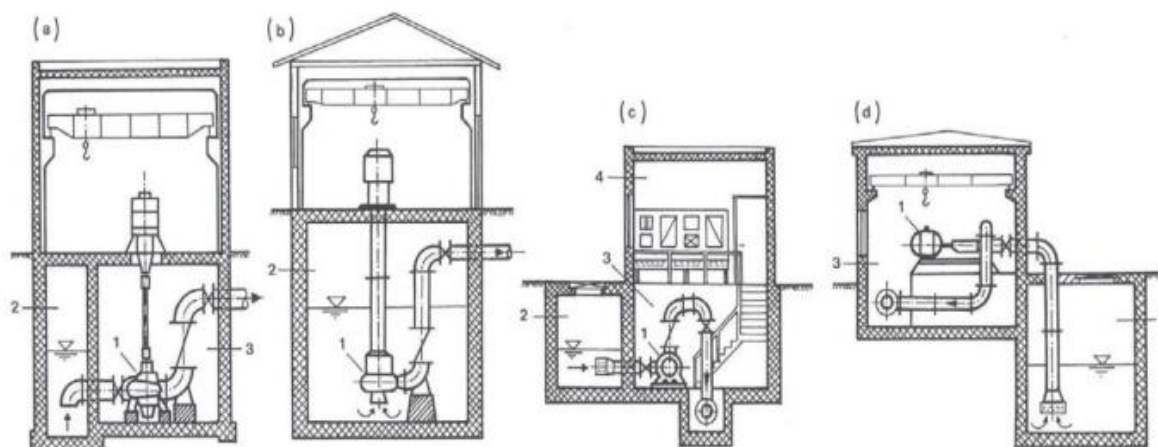
Данас је водоводни систем без црпних станица незамислив јер су удаљености између изворишта воде и потрошача велике. Пумпне станице су грађевине са припадајућом електро-машинском опремом, којом се вода црпи и потискује на потисну висину потребну за осигурање захтеване расподеле воде потрошачима. Пумпне станице се користе ако извориште нема гравитациони потенцијал у односу на водоснабдевано подручје, или је он недовољан, па га треба постићи на вештачки начин. Основне делове пумпне станице чине: пумпе, пумпни резервоар, машинска станица, командна просторија.

Пумпе

Пумпа је механички уређај који покреће флуид са нижег нивоа на виши ниво (у смислу геодезијског нивоа) путем промене енергије флуида унутар саме пумпе. Пумпе су основни елементи пумпне станице, којима је подређена њена целокупна конструкција. Пумпа, одговарајућег капацитета и висине дизања, погонска машина и постоље, заједно чине пумпни агрегат. У водоснабдевању се углавном користе центрифугалне пумпе чији капацитет може бити до више стотина литара у секунди, са висином дизања до неколико стотина метара. Број пумпи у пумпној станици одређује се на основу техничко-економског прорачуна и важности водоводног система. У зависности од тога у ком смеру је потребно да пумпају течност, пумпе се деле на:

- пумпе за довод,
- пумпе за одвод.

На слици 5 приказани су неки од начина уградње центрифугалних пумпи где је (а) вертикална пумпа сувог извођења; (b) вертикална пумпа мокрог извођења; (c) хоризонтална радијална пумпа сувог извођења; (d) хоризонтална аксијална пумпа сувог извођења.



Слика 5. Делови пумпне станице са врстама центрифугалних пумпи [8]

Код прорачуна пумпне станице и одабира пумпи потребно је знати следеће важне параметре:

1) Проток

Проток, Q , зависи са једне стране од потребних количина воде, а са друге стране од режима рада пумпи, односно трајања црпљења. Ако у систему за водоснабдевање постоји и уређај за кондиционирање воде, тада се, у првом случају, вода најпре потискује до уређаја, а затим од уређаја до резервоара, или од уређаја у главни доводно-снабдевени цевовод. Према томе проток износи:

$$Q = \frac{Q_{max}}{t_p}$$

где је:

Q_{max} - највећа дневна потрошња воде, $[m^3/d]$,

t_p - време пумпања $[s/d]$

У другом случају вода се такође најпре потискује до уређаја за кондиционирање воде, а потом у главни снабдевни цевовод и разделну мрежу. Притом у другом случају, проток у сату највеће потрошње је:

$$Q = q_{max}$$

где је:

q_{max} - највећа сатна потрошња воде, $[m^3/s]$,

2) Манометарска висина дизања

Висина коју пумпа треба да савлада како би се вода могла препумпавати назива се манометарском висином дизања и означава са H_{man} . Ова висина је дефинисана изразом:

$$H_{man} = H_{st} + \Delta H = H_{st,u} + H_{st,p} + \Delta H_u + \Delta H_p$$

где је:

H_{st} - статичка висина дизања, [m],

ΔH - укупни хидраулички губици у усисном и потисном цевоводу [m],

$H_{st,u}$ - усисна статичка висина дизања, [m], једнака геодетској висинској разлици између најнижег нивоа воде у црпном базену и осе пумпе,

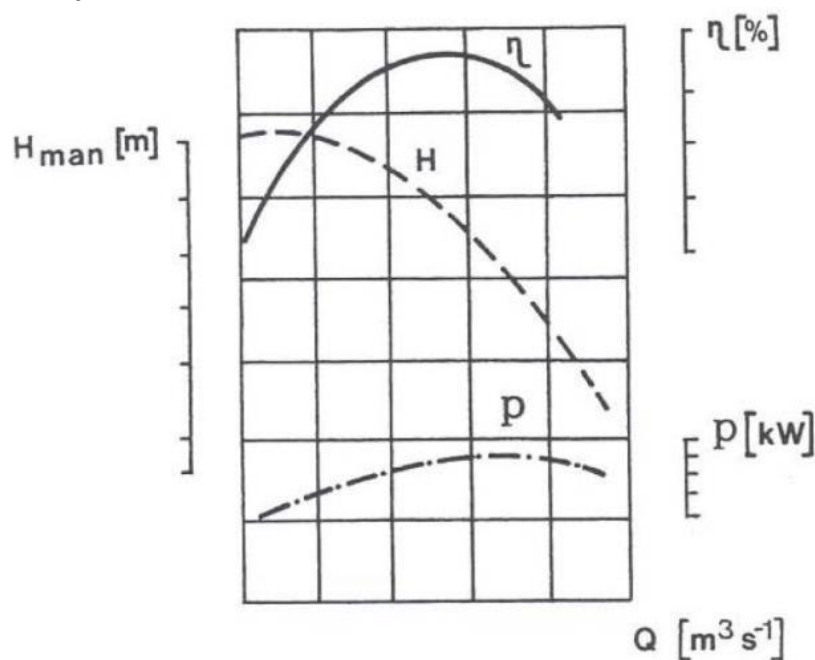
$H_{st,p}$ - потисна статичка висина дизања, [m], једнака геодетској висинској разлици између осе пумпе и највишег нивоа воде у пезервоару,

ΔH_u - хидраулички губици (линијски и локални) у усисној цевоводу, [m],

ΔH_p - хидраулички губици (линијски и локални) у потисном цевоводу, [m].

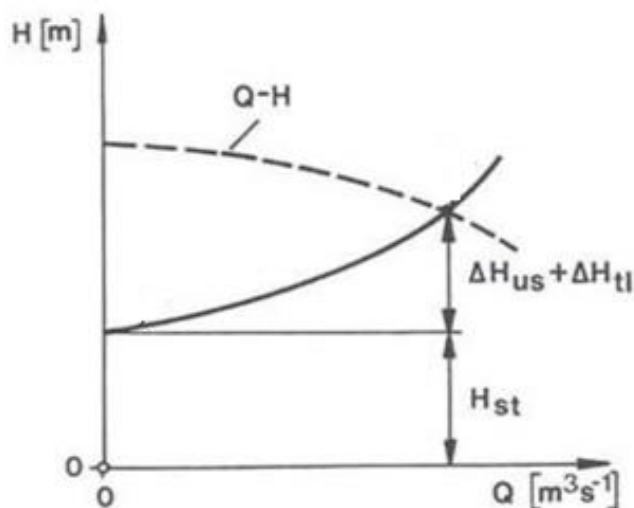
3) Коефицијент корисног дејства

Коефицијент корисног дејства, η , увек је мањи од 1. Што је ближи јединици машина је економичнија. Коефицијент корисног дејства може да се изрази и у процентима. Коефицијент корисног дејства, η је променљива величина за поједине односе Q и H_{max} пумпних агрегата (слика 6) и битно зависи од њихове конструкције. Криве $Q - H$, $Q - P$ и $Q - \eta$ са слике 6, су три основне криве карактеристика пумпе.



Слика 6. Криве карактеристика пумпе [8]

Код анализе рада пумпи често је од интереса и крива карактеристике ценовода. У пресеку карактеристике пумпе $Q - H$ и карактеристике ценовода налази се радна тачка пумпе, која капацитет и висину његовог дизања за дате услове рада (слика 7).



Слика 7. Карактеристике пумпе и ценовода и радна тачка система

2.2.4. Кондиционирање воде

У третману воде користе се следеће основне операције и процеси:

- аерација
- коагулација и флокулација
- таложење
- филтрирање
- дезинфекција

Поред основних примењују се и допунски процеси у припреми воде за пиће:

- флотација
- оксидација
- адсорпција
- одстрањивање гвожђа и мангана
- одстрањивање амонијака
- омекшавање
- стабилизација воде

Аерација

Аерација је процес размене материје између воде и гасне фазе (ваздуха или чистог кисеоника) преко границе додира. Аерација се изводи довођењем у додир воде са ваздухом или чистим кисеоником. Разлози за примену аерације воде се огледају у уклањању растворљивих гасова и повећањем садржаја раствореног кисеоника. Неки од растворљивих гасова је метан који се ослобађа из подземних вода, концентрише се око бунара и цевовода, а може изазвати експлозију на изворишту, у пумној станици или на славини потрошача. Водоник-сулфид даје води непријатан мирис и укус, а у већим концентрацијама је корозиван и отрован. Угљен-диоксид растворен у води је корозиван и отежава процес пречишћавања. Осим ових гасова у води се могу наћи и органске материје па је аерација ефикасан процес за њихово делимично уклањање из воде. Количина кисеоника која се из ваздуха дифузијом кроз границу додира преда води, за случај да у води има растворено мање кисеоника од концентрације засићења за дату температуру, једнака је:

$$N = K_L \cdot A \cdot (C_s - C_t) = K_L \cdot A \cdot D_t$$

где је:

N – количина пренетог кисеоника (kg/min)

K_L – укупни коефициент преноса кисеоника (m/s)

A – површина додира (m^2)

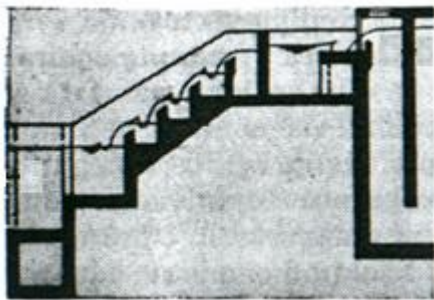
C_s – концентрација засићења раствореног кисеоника (g/m^3)

C_t – концентрација раствореног кисеоника у времену (g/m^3)

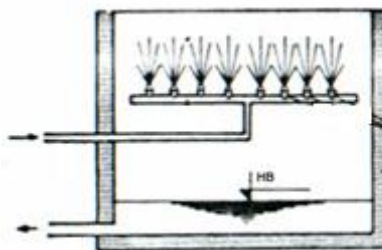
D_t – мањак раствореног кисеоника у времену (g/m^3)

Код пројектовања аерације, два фактора су од примарног значаја: време додира и површина додира.

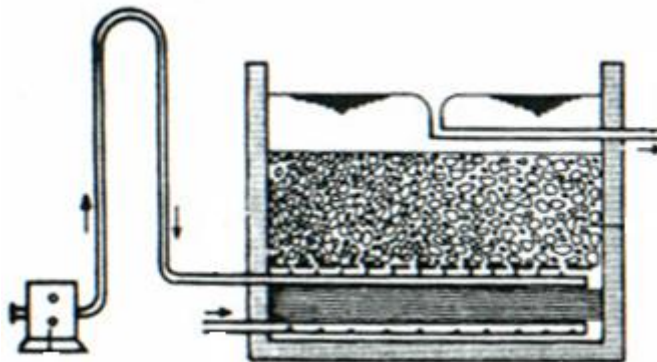
На сликама 8, 9 и 10 приказани су типови неких аератора који се срећу код постројења за пречишћавање воде за пиће [1].



Слика 8. Класични(каскадни) аератор



Слика 9. Аерација путем распршавања воде



Слика 10. Аерација путем утискивања ваздуха (дифузна аерација)

Коагулација и флокулација

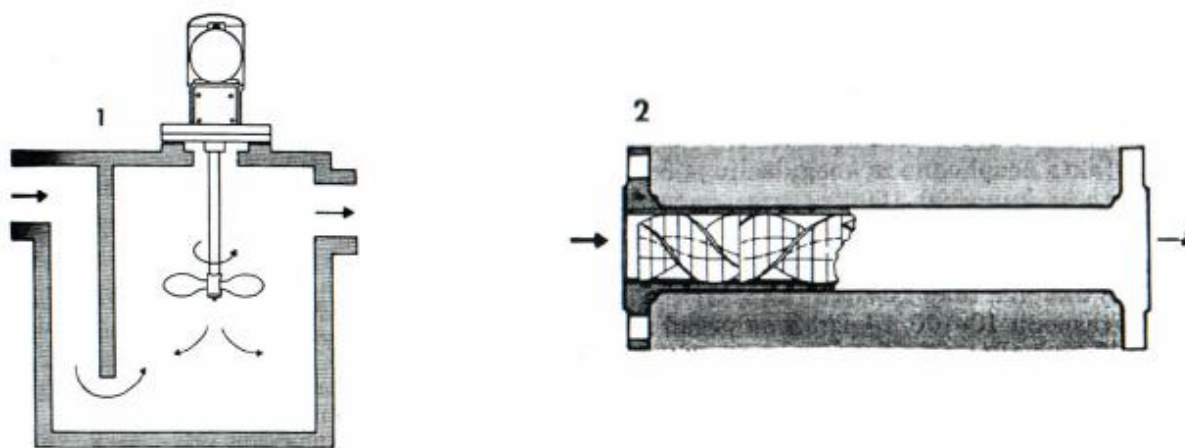
Коагулација и флокулација су процеси припреме воде уз примену хемикалија за даљу обраду. Применом коагулације и флокулације, нерастворене и колоидне материје претварају се у облик погодан да се са ефикасношћу од 95 до 99 % уклоне из воде једним од процеса:

- таложењем и филтрањем,
- флотацијом и филтрирањем,
- директним филтрирањем.

Нерастворене и колоидне материје које се појављују у води су: честице минерала и земљиште од ерозије, неорганске и органске материје од загађених вода становништва и индустрије, бактерије, вируси, алге, обојене материје, планктон организми и супстанце које дају мирис и укус води. Удруживање колоидних честица се одиграва у две одвојене фазе. Прва у којој сила одбијања између честица може бити савладана, у мери која је потребна да оне постану дестабилизоване, и друга у којој се мора остварити контакт између тако дестабилованих честица како би дошло до њиховог удруживања. Дестабилизација се постиже додавањем хемикалија, уз брзо мешање у одговарајућим коморама.

Коагулација

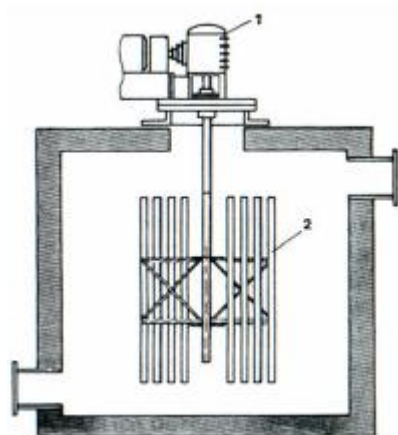
Коагулација је процес дестабилизације микроскопски ситних честица којима се уз помоћ хемикалија неутралише њихово негативно наелектрисање и омогућава спајање у крупније честице које се брже таложе или се задржавају у простору филтерске испуне. Коагулација се одвија кроз две фазе. Прва је равномеран распоред додате хемикалије по целој запремини воде, а друга фаза је дестабилизација. Ове две фазе су веома брзе. На слици 11 приказани су неки од најчешће примењивих начина брзог мешања у фази коагулације. Базени за мешање најчешће имају квадратну или кружну основу.



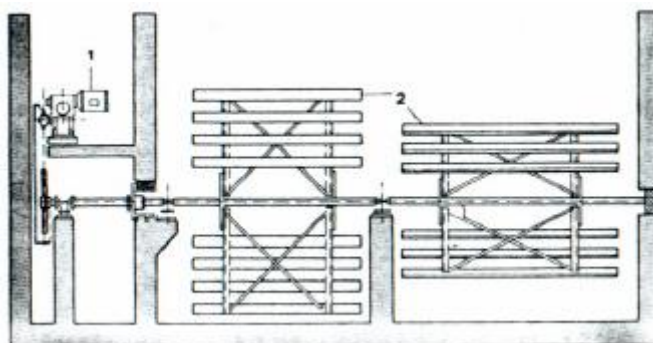
Слика 11. Начини извођења брзог мешања у фази коагулације воде, лево брзи мешач са моторном мешалицом, а десно статички брзи мешач

Флокулација

Флокулација је процес који се надовезује на коагулацију и има задатак да омогући интензиван додир између дестабилизованих честица, чиме се постиже њихово спајање у крупније фракције. Образовање честица, започето уношењем коагуланата, изискује повећање њене запремине, масе и кохезије. Зато се вода која се пречишћава подвргава процесу флокулације, што доводи до укрупњавања честица, добијених коагулацијом. Фактори који утичу на флокулација су време контакта, градијент брзине и примена хемикалија у флокулатору. Запремина флокулатора треба да је толика да обезбеђује време задржавања воде од 10 до 30 минута, а у ретким случајевима и до 40 минута. У коморе се уграђују механички мешачи, којима се постиже уношење енергије у воду. Начини којима се најчешће остварује флокулација приказани су на сликама 12 и 13.



Слика 12. Вертикални флокулатор



Слика 13. Хоризонтални флокулатор

Врсте коагуланата и флокуланата

Од коагуланата који се најчешће користе су соли алуминијума (алуминијум-сулфат) и соли гвожђа (феро-сулфат, фери-сулфат и фери-хлорид). Избор врсте коагуланата зависи од природе и квалитета воде која се прерађује као и од економских услова. Поред коагуланата, при хемијској реакцији додају се и различите помоћне супстанце са задатком да потпомогну флокулацију. Најпознатији флокулатори су: активни силицијум-диоксид и полимерни електролит. Пошто су наше воде алкалне, алуминијум-сулфат је доминантан састојак код кондиционирања воде за пиће. Употребљава се код воде чија је рН вредност 4 до 7. Соли гвожђа користе се када се жели постићи тежа флокула и када су у питању мутне и тврде воде. Најчешће се користе: фери-сулфат за воде са рН вредношћу од 8,5 и више, фери-сулфат за воде са рН вредношћу од 3,5 до 7 и више од 9, и фери-хлорид за воде са рН вредношћу од 3,5 до 6,5 и изнад 8,5.

Таложeње

Таложeње или седиментација је процес гравитационог уклањања зрнастих и пахуљичастих честица из воде чија је густина већа од густине воде. У теорији таложeња се полази од усамљене, округле честице, претпостављајући да је вода мирна и занемарујући све утицаје који ометају овај процес. Када се усамљена округла честица пусти да пада у мирној води нултом почетном брзином, њено кретање се убрзава све док јој брзина, након одређеног времена не постане константна. С обзиром на карактер и квалитет воде у процесу кондиционирања, и на величину и масу честица, вертикална брзина таложeња честице, $v_t[m/s]$, налази се у подручју важења Стоксовог закона, који гласи:

$$v_t = \frac{g \cdot d^2}{18 \cdot \nu} \cdot \left[\frac{\rho_c}{\rho} - 1 \right]$$

где су:

g - убрзање силе поља Земљине теже, $[m/s^2]$,

d - пречник честице, $[m]$,

ν - кинематски коефицијент вискозности воде, $[m^2/s]$

ρ_c - густина честице, $[kg/m^3]$. На пример, за песак је $\rho_p = 2650 \text{ kg/m}^3$, а за муљ коагулиран алауном, $\rho_m = 1180 \text{ kg/m}^3$,

ρ - густина воде, $[kg/m^3]$.

Данас се у пракси кондиционирања воде примењују две основне врсте таложника, зависно од смера тока у њима:

1. хоризонтални таложници,
2. вертикални таложници,
3. таложење у посебним таложницима (цевним и плочастим (ламелираним) таложницима, и таложници са лебдећим муљем).

Филтрирање

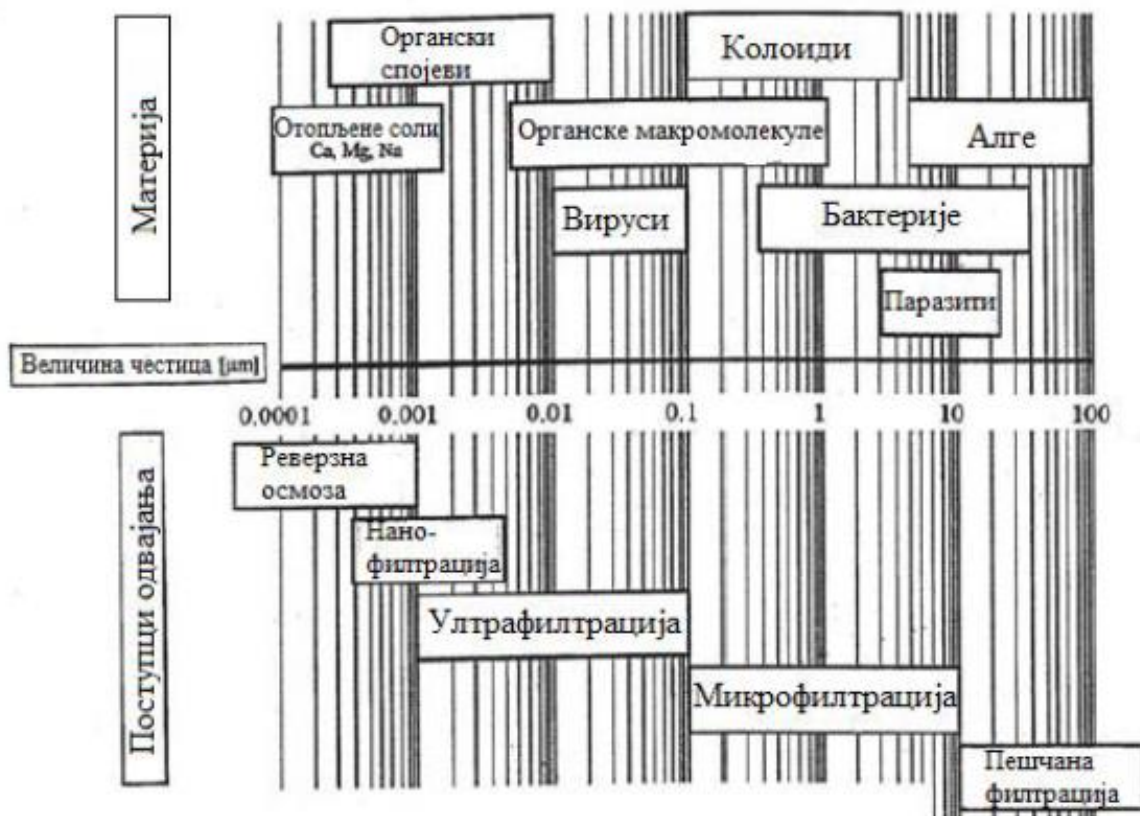
Филтрација је процес пропуштања воде кроз порозну средину - филтерски материјал. Примењује се за уклањање колоидних честица и микроорганизама (првенствено бактерија) који су након процеса таложења заостали у води, нарочито најситнијих колоида који нису успели да се следе у флокуле, већ су наставили струјањем воде даље. Приликом филтрације те честице ће се задржати у контакту са филтерским материјалом. Према начину кретања воде кроз филтерски материјал, филтери се деле на:

1. гравитационе филтере,
2. потисне филтере,
3. вакуумске филтере,

Основни параметри који се одређују приликом прорачуна филтрације, односно код пројектовања филтера, јесу:

1. брзина филтрације,
2. допуштени хидраулички губици на филтеру,
3. оптимално време рада филтера између два прања, односно чишћења.

Подручје деловања процеса мембранске филтрације првенствено зависи од величине честица које треба издвојити из воде, што је приказано на слици 14.



Слика 14. Класификација честица у односу на величину и поступак одвајања

Према слици разликују се четири поступка одвајања мембранама:

1. микрофилтрација (*MF*), са мембранама величине пора (отвора) 0,1 до 10 μm ;
2. ултрафилтрација (*UF*), са мембранама величине пора 0,001 $\mu m = 1,0 nm$ до 0,1 μm ;
3. нанофилтрација (*NF*), са мембранама величине отвора 0,4 nm до 5,0 nm ;
4. реверзна осмоза, RO, са мембранама величине пора 0,1 nm до 1,0 nm

Дезинфекција

Процесима таложења и филтрације знатно се смањује количина микроорганизама у води, али то не значи да су они потпуно уклоњени. За њихово уклањање се примењује дезинфекција. Њоме се не постиже потпуно уништење свих живих микроорганизама у води као на пример стерилизацијом, већ је сврха дезинфекције да воду у бактериолошком погледу учини здравствено исправном. Зато је задатак дезинфекције уништење инфективних микроорганизама. Дезинфекција је последњи процес приликом кондиционирања воде, а понекад и једини, али обавезан.

Од поступака дезинфекције питких вода данас су најраспрострањенији:

1. дезинфекција хлором и његовим дериватима,
2. дезинфекција озоном,
3. дезинфекција ултраљубичастим зрацима.

2.2.5. Резервоари

Резервоари су грађевине чије је функција осигурање резерве воде ради ублажавања осцилација у потрошњи воде за кућне потребе и потребе индустрије, осигурање пожарне резерве воде, осигурање безбедносне резерве воде за време прекида дотока у резервоар и осигурање захтеване расподеле притиска у водоводној мрежи, дефинисањем висинског положаја резервоара и нивоа воде у водним коморама код потрошача.

Подела резервоара је могућа по неколико критеријума. У погонском погледу разврставамо их у:

1. висинске резервоаре,
2. ниске резервоаре.

Висински резервоари имају ниво воде изнад потрошача, што значи да вода према потрошачима струји гравитацијски и деле се на: укопане резервоаре, водоторњеве, тунелске резервоаре и хидрофоре.

Ниски резервоарикоји су у висинском погледу смештени (укопани) на недовољној висини за осигурање потребног притиска у водоводној мрежи. Вода се из њих дистрибуира потрошачима помоћу пумпи, тако да су то заправо усисни резервоари пумпних станица. Ови резервоари обједињују прве три претходно наведене функције резервоара.

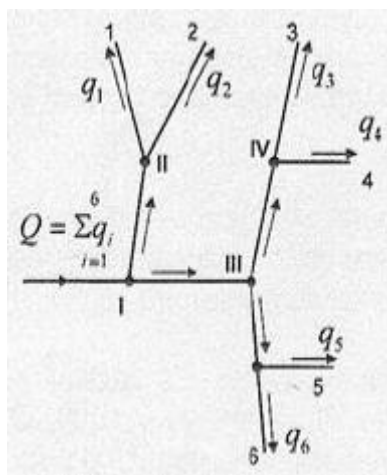
2.2.6. Водоводна мрежа

Један од основних предуслова уредног водоснабдијевања је адекватно одржавање водоводне мреже. Водоводна мрежа подељена је на примарну мрежу, која обухвата транспортно дистрбутивне цевоводе, секундарну мрежу са којом се снабдевају потрошачи, и терцијарну мрежу која у већини случајева представља прикључни део цевовода од секундарне мреже до мерног места потрошача.

У општем случају, поред цевовода, водовод чине и водозахватни објекат, пумпна или пумпне станице, постојења за пречишћавање и припрему воде, резервоари, уређаји за заштиту од хидрауличног удара и друго.

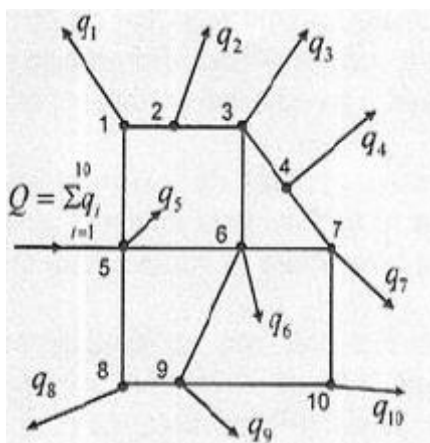
Према конфигурацији водоводне мреже се могу поделити на: разгранате, прстенасте и мешовите водоводне мреже.

Код разгранатих водоводних мрежа (слика 15) токови су једнозначно дефинисани (у сваки од чворова мреже вода може да дође само једним путем), па се прекидом протока у једној деоници мреже прекида довод воде свим осталим потрошачима низводно од ове деонице.



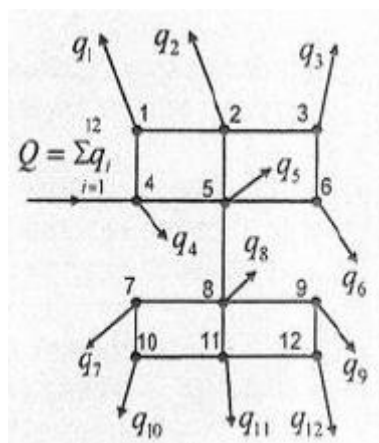
Слика 15. Шематски приказ разгранате водоводне мреже

У прстенастим водоводним мрежама (слика 16) постоји више путева (најмање два) којима вода из једног чвора може да стигне до другог чвора, па и у случају прекида у једној од деоница мреже сви потрошачи добијају воду.



Слика 16. Шематски приказ прстенасте водоводне мреже

Мешовите водоводне мреже (слика 17) представљају комбинацију прстенастих и разгранатих мрежа, па у неким својим деловима имају својства прстенасте мреже, а у другим својства разгранате мреже.



Слика 17. Шематски приказ мешовите водоводне мреже

Код градских и сеоских водовода прави се разлика између спољашње (уличне) и унутрашње (дворишне и кућне) водоводне мреже. Од прикључка на спољашњу мрежу све надаље је унутрашња водоводна мрежа. Ако је притисак воде на прикључку за спољашњу мрежу недовољан да потисне воду до свих спратова вишеспратних зграда, или је притисак воде на прикључцима потрошача на вишим спратовима недовољан за њихов нормалан рад, притисак у унутрашњој мрежи повећава се у хидрофорском постројењу.

Због заштите воде од спољашњих температурских услова, спољашња водоводна мрежа се укопава испод зоне спољашњих температурских утицаја, а то је 0,8 – 1 метар испод коте терена.

У складу са пројектним карактеристикама (материјал израде, положај и режим рада објеката на мрежи, топографски услови) увек је потребно хидраулички димензионисати водоводну мрежу, тако да она у сваком тренутку задовољава потребе за протоком и притиском.

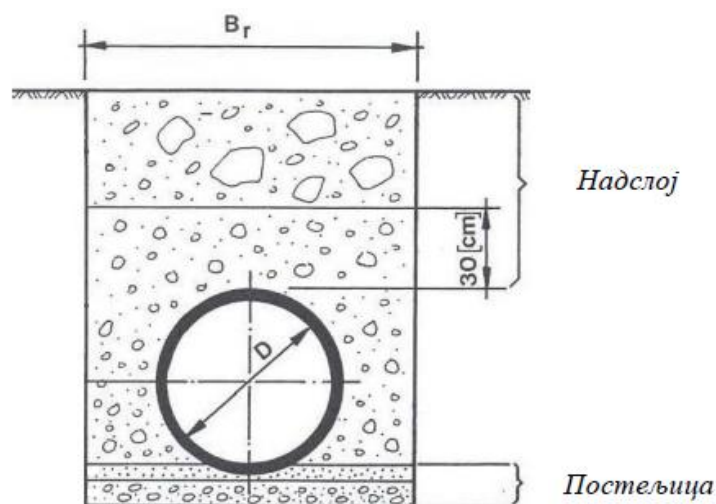
Приликом пројектовања и извођења водоводне мреже потребно је савладати честе промене правца, профила и врсте спојева, и извести гранање цевовода. Ови задаци се решавају посебним коадима који се називају обликовни или фазонски коади.

Водоводна мрежа садржи и уређаје који служе за њено исправно функционисање, управљање и одржавање. Ови уређаји се општим именом зову водоводне арматуре. Изводе се од ливеног гвожђа и челика, истих називних пречника и притисака као и водоводне цеви.

Генерално постоје три врсте арматура:

1. арматуре за затварање и регулацију,
2. арматуре за узимање воде,
3. заштитне арматуре.

Један од основних параметара уградње цеви је дубина уградње, која зависи од дубине смрзавања, спољашњег оптерећења, спољнег загревања и температуре воде у цеви. Сматра се да је за заштиту од смрзавања за наше континенталне прилике довољна уградња на дубини од $1,0\text{ m}$, мерено од горњег темена цеви. Ову дубину је потребно проверити и за случај спољнег оптерећења цевовода. Приликом уградње цевовода није довољно водити бригу само о дубини полагања цеви у рову, већ и о потреби израде постељице и надслоја као што је приказано на слици 18.



Слика 18. Попречни пресек рова

На дну рова могу након ископавања местимично заостати концентрисане неравнине и крупнији комади, нпр ломљеног камена, па би директно полагање цеви на такву подлогу могло након затрпавања изазвати локалну концентрацију напрезања, а тиме и могућност оштећења или лома цеви. Стога се ради поравнања дна рова најпре насипа пешчано - шљунчани основни слој, са величином зрна до 30 mm , и равномерно врши његово збијање по целој дужини рова тако да дебљина збијеног темељног слоја износи око 10 cm . За цеви мањих пречника ($D < 500\text{ mm}$) дозвољена је и мања дебљина темељног слоја, али је онда обавезна и употреба ситнијих фракција. На темељни слој се потом насипа око 5 cm изравнавајућег пешчаног слоја у којем цев приликом уградње сама обликује лежиште. Темељни и изравнавајући слој чине постељицу. Након полагања цеви спроводи се њено затрпавање земљом или шљунком у хоризонталним слојевима дебљине до 30 cm како би се истовремено са затрпавањем обавило и сабијање засипа. Када висина затрпавања досегне 30 cm изнад темена цеви, преостали део рова до површине терена може се, такође уз збијање, засути материјалом од ископа, максималне крупноће зрна 15 cm .

2.3. Потрошња воде

Као основни подаци код одређивања потрошње воде за кућне потребе користе се:

1. норма потрошње воде изражена специфичном потрошњом воде,
2. број становника.

Специфична потрошња воде, q_{sp} [*l/становник/d*], дефинише се као утрошак воде по једном становнику у току једног дана (24 h). Ова количина воде се састоји од утрошка за најразличитије потребе и зависи од степена санитарно-техничке опремљености станова, квалитета и цене воде, уређења насеља, постојања канализације, климатских прилика и слично.

Специфична потрошња воде је основна величина за функционално димензионисање система за снабдевање водом. Од правилности њеног одређивања зависи и то хоће ли пројектовани водовод током свог пројектног периода задовољити тражене потребе.

Табела 3. Специфична потрошња воде

Карактер опреме зграде санитарно - техничким уређајима	Специфична потрошња q_{sp} [<i>l/становник/dan</i>]
Насеља са зградама које нису опремљене водоводима и канализацијом	30 до 50
Насеља са зградама опремљеним унутрашњим водоводом и канализацијом без купатила	125 до 150
Насеља са зградама опремљеним водоводом, канализацијом и купатилом	150 до 230
Насеља са зградама опремљеним унутрашњим водоводом, канализацијом и системом централног снабдевања топлотом водом	250 до 400

Број становника водоснабдевног подручја зависи од локалних и општих социо – економских фактора, па временски није сталан. Као што је истакнуто, пројектовање система за снабдевање водом се спроводи за неки пројектни период који обично износи 20-25 (50) година, при чему се најчешће претпоставља прираст становништва.

Претпостављајући геометријски прираст, број становника, N_k , на крају пројектног периода дефинисан је изразом:

$$N_k = N_0 \cdot \left[1 + \frac{p}{100}\right]^{R_p}$$

где је:

N_0 - садашњи број становника, [становник]

p - годишњи проценат прираста, [%]. Овај параметар зависи од величина насеља, развијености привреде (првенствено индустрије и туризма), миграционих кретања, итд.

R_p - пројектни период, [година]

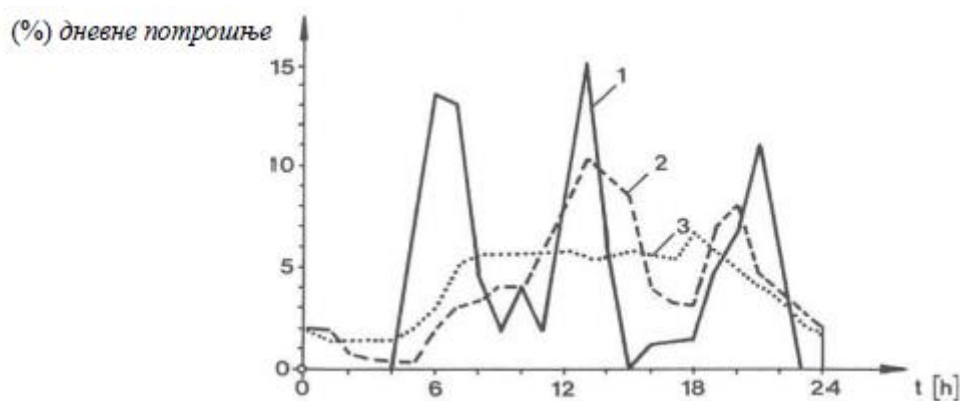
На основу података о специфичној потрошњи воде, q_{sp} , и броју становника, N_k , могуће је одредити средњу дневну потрошњу воде, Q_{sr} [l/d], применом израза:

$$Q_{sr} = q_{sp} \cdot N_k,$$

док средњу часовну потрошњу воде, q_{sr} [l/h], можемо изразити помоћу израза:

$$q_{sr} = \frac{Q_{sr}}{24} = \frac{q_{sp} \cdot N_k}{24}$$

За хидрауличко димензионисање појединих објеката система за снабдевање водом треба познавати и режим потрошње воде. Ова величина зависи од низа чинилаца повезаних са режимом живота и делатношћу људи, па потрошња воде варира, односно осцилира (више или мање) као што је и приказано на слици 19.



Слика 19. Варијација потрошње воде током дана; 1 - мање насеље; 2 - већи град без индустрије; 3 - већи град са индустријом

Количина воде која се годишње троши у данима највеће потрошње назива се највећа (максимална) дневна потрошња воде, Q_{max} [l/d]:

$$Q_{max} = K_d \cdot Q_{sr} = 24 \cdot K_d \cdot q_{sr}$$

где је K_d [-] коефицијент неравномерности највеће дневне потрошње.

Табела 4. Вредности коефицијената неравномерности највеће дневне и највеће часовне потрошње

Величина насеља потрошача	Коефицијент неравномерности	
	K_d [-]	K_h [-]
Летовалишта и бање	1,6 до 1,7	2,5
Села и мања насеља	1,5 до 1,6	2,0
Градови испод 25.000 становника	1,4 до 1,3	1,6
Градови од 25.000 до 50.000 становника	1,3 до 1,4	1,4
Градови од 50.000 до 100.000 становника	1,3	1,3
Градови преко 100.000 становника	1,2	1,3

2.4. Квалитет воде за пиће

Хигијенски и здравствено исправна вода за пиће један је од основних предуслова доброг здравља, а приступ водоснабдевању и квалитет воде за пиће Светска здравствена организација је сврстала у основне показатеље здравственог стања становништва.

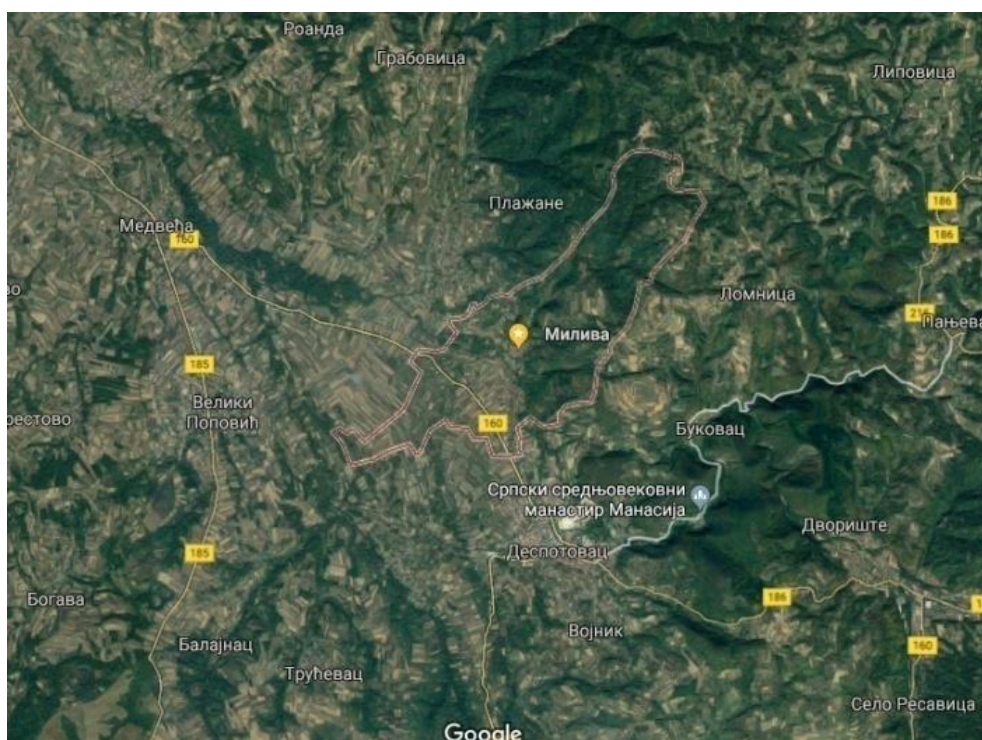
У складу са важећим прописима на територији Републике Србије контрола физичко-хемијске и микробиолошке исправности воде за пиће из јавних водовода и водних објеката, као и извештавање о њеној хигијенској и здравственој исправности, у надлежности је Института и Завода за јавно здравље и других овлашћених институција. Институт за јавно здравље Србије прикупља и анализира податке и приказује резултате хигијенске и здравствене исправности воде за пиће из јавних водовода и водних објеката на територији Републике Србије које контролише мрежа института и завода за јавно здравље.

У 2018. у Републици Србији у 25 области укупно је контролисано 2.534 јавних водовода и водних објеката. Од укупног броја контролисано је 154 јавних водовода градских насеља, 1.043 јавних водовода сеоских насеља и 1.337 водних објеката [9].

3. Водоводна мрежа насеља Милива

3.1. Општи подаци о насељу Милива

Насеље Милива налази се 3 km северо-западно од Деспотовца, са десне стране пута Деспотовац-Свилајнац. Смештено је на обалама реке Ресаве и њене притоке речице Миливка. Према резултатима пописа из 2011. године у насељу има 1.226 становника. Убраја се у ред најстаријих села ове области. Налази се на 44°07'27" северне географске ширине и 21°25'23" источне географске дужине, на 281 m надморске висине. У насељу има 347 домаћинстава, а просечан број чланова по домаћинству је 3,53 [10]. Положај села дат је на слици 20.



Слика 20. Положај села [11]

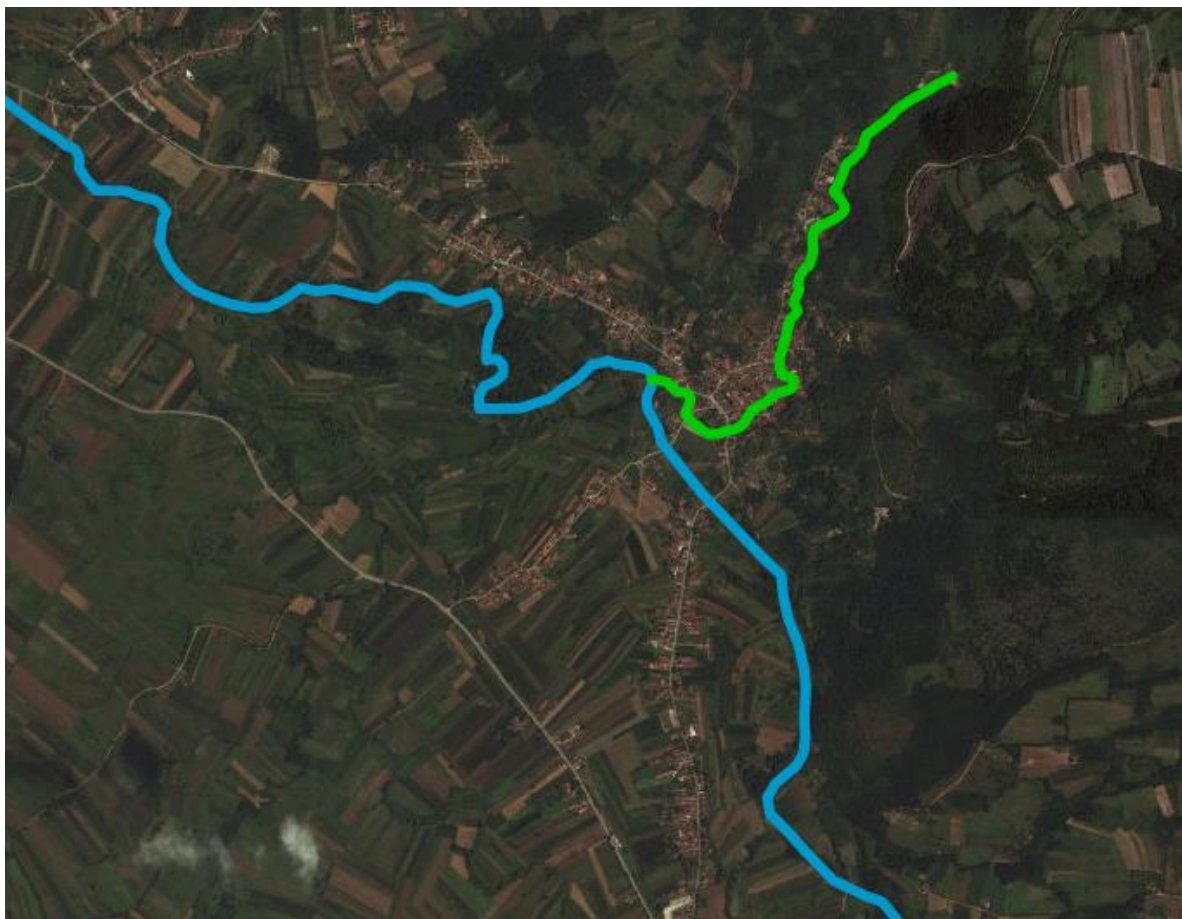
Најважнији водотокови који се налази на територији Миливе су Ресава, која протиче кроз њен атар у дужини од око 4 km, и Миливска река тзв. Миливка, која извире у самом селу и улива се у Ресаву у центру села.

Изворишни део Ресаве усечен је у троуглу између Бељанице, кучаја и масива Црне реке. Главни изворишни крак ресаве је Карапанџин ток, чији је извор на око 1.100 m надморске висине. Њене воде „хране“ бројни стални извори и крашка врела. Дужина тока Ресаве је 65,5 km, те она представља најдужу десну притоку Велике Мораве, у коју се улива на 130 m надморске висине, недалеко од Свилајнца.

У горњем току Ресава је брза, слаповита, чиста планинска река, све до села Двориште, где се на 24 km њеног тока у њу улива Ресавица. Вода ове реке

сврстана је у прву категорију квалитета, али јој се квалитет квари низводно од Деспотовца због септичких јама које се у њу празне.

Миливска река тзв. Миливка или, како је у прошлости називана, Клисурска река и Агијазма (освештана вода, јер извире испод црквених бедема) други је важнији ток на територији атара овог села. Она је десна притока Ресаве, у коју се улива недалеко од центра села. После тока од извора дугог 1,5 km, Миливска река улива се у Ресаву. На слици 21 приказан је плавом бојом ток реке Ресаве кроз атар села, а зеленом бојом ток Миливске реке.



Слика 21. Ток реке Ресаве и Миливске реке [12]

Хидрографску слику Миливе употпуњују и бројни извори и врела. Тако се на левој обали Миливске реке, испод одсека и падина ломничке и буковачке кречњачке масе, јавља читав низ мањих или већих врела. Међу њима се посебно истичу два веома јака, која се налазе изнад школске зграде. Иако се ова врела налазе само десетак метара једно од другог, температура њихове воде је различита (9 и 9,5 °C). Ова два извора су искоришћена за водоснабдевање села Миливе и Ломнице, а и поред тога још има довољно воде за рад два воденична камена у млину који се налази од извора ноизводно на само педесетак метара. Већи извори у атару овог села су: Топлик, Ступа, Точуарак, Добра вода, Милошиновац, Васиљевац, Сртовац, Турски кладенац, Тришевица, Ђурђевац,

Јовац, Капетановац и Пањевље (слика 22). Последњи има киселу воду, која још није испитана, али је мештани користе у сврхе лечења, као лековиту воду.



Слика 22. Извори у атру села; 1-Топлик; 2-Ђукин кладенац; 3-Ступа; 4-Васиљевац; 5-Капетановац; 6-Турски кладенац; 7-Точурак; 8-Ђурђевац; 9-Паневље; 10-Тришевица; 11-Сртовац; 12-Јовац [12]

Село Милива је претрпело велику штету од последица поплава 1825, 1864. и 1896. године. У XX веку Ресава је 1910, 1969. и 1970. године донела највећу поплаву која је направила веома велику штету, а затим услед великих поплава и услед изливања, јула 1999. године, од млина, Миливка је низводно поплавила десетак кућа, а Ресава око стотину у новим насељима Бело поље и Ђурђевац. Последња забележена поплава се десила 2014. године која је направила велике штете селу (слике 23 и 24).

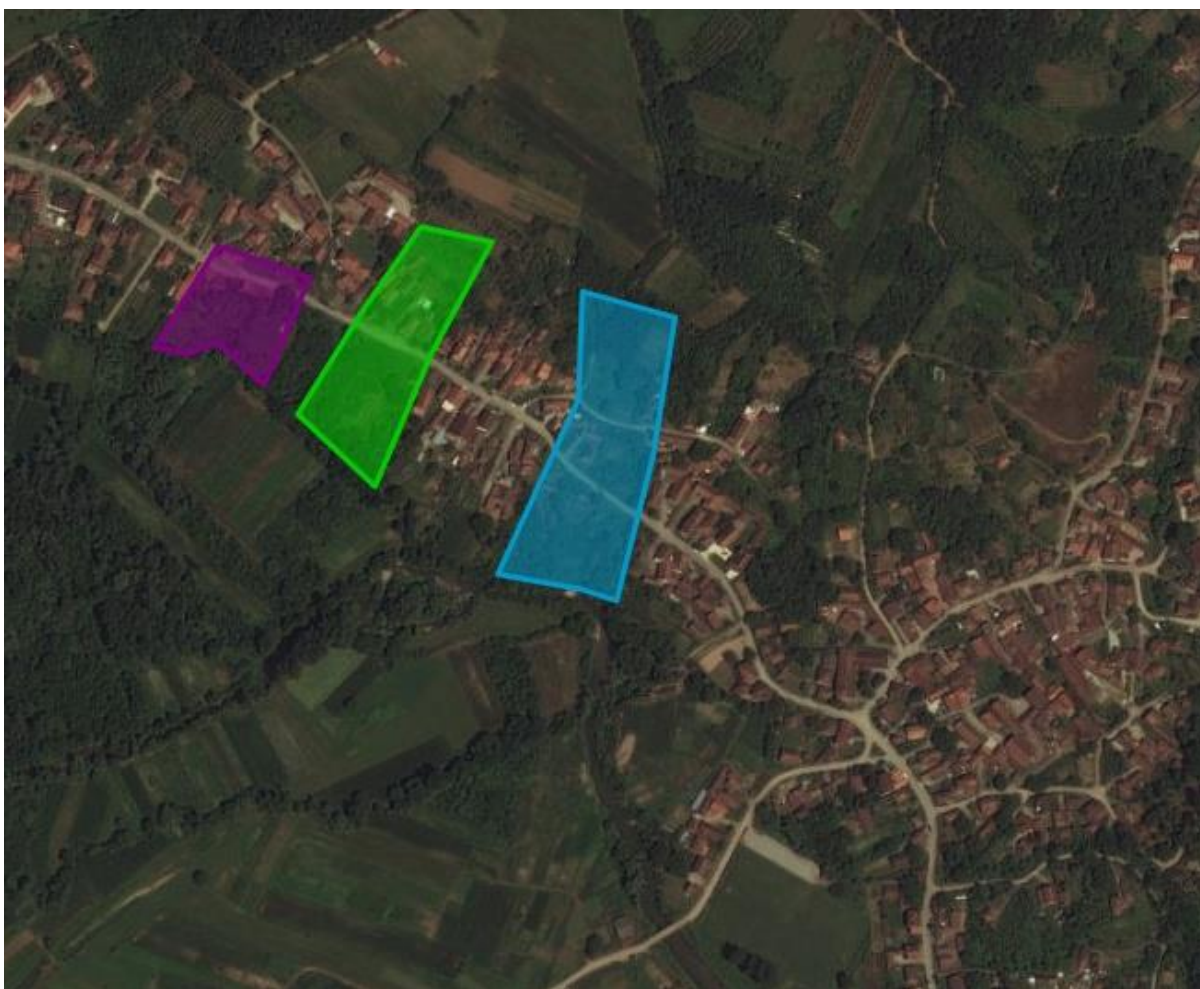


Слика 23. Поплава у Белом пољу



Слика 24. Изливање Миливке

На територији атара села Миливе налази се три клизишта, која су приказана на слици 25, а која се налазе недалеко од центра села у делу насеља Прњавор и које обухвата површину од 2,4 ха.



Слика 25. Клизишта у селу Милива [12]

3.2. Тренутно стање водовода у насељу

У насељу постоји централни систем за водоснабдевање, који је првобитно формиран као локални водовод за рудник „Морава“, а касније (седамдесетих година) проширен и на цело насеље. Систем се састоји из:

- Каптираног извора код школе, минималног капацитета 5 l/s. Вода из каптаже гравитационо се доводи до сабирног резервоара, одакле се пумпама смештеним у издвојеном објекту црпне станице пребацује у резервоаре.
- Потисног цевовода DN 80 дужине око 1 km до резервоара.
- Два резервоара на одвојеним локацијама: тзв. Руднички, запремине 160 m³ (две коморе по 80 m³) изграђен 1956. године и сеоски резервоар запремине 120 m³ изграђен 1973. године.
- Разводне мреже до потрошача највећим делом од PVC и PE цеви.

Тренутно стање водоводне мреже приказано је у прилозима 1 и 2.

3.3. Демографска анализа

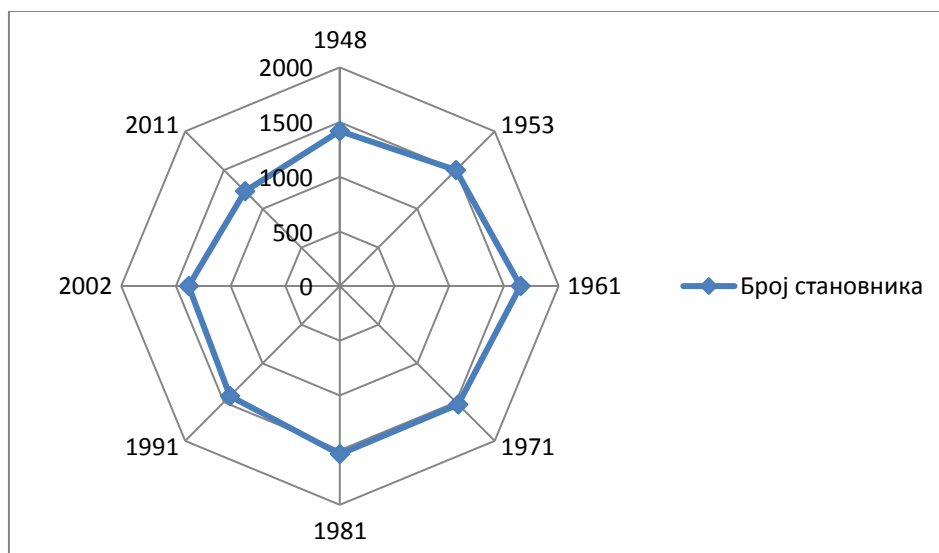
Анализа промене броја становника има велики значај за планирање развоја система за водоснабдевање јер указује на тренутни број становника од ког директно зависе потребе у води, на карактер насељеног места, као и на тенденцију кретања броја становника значајну за планирање потреба у води за наредни период.

Системима за водоснабдевање подиже се квалитет живота у насељима што може бити од значаја за заустављање даљег опадања броја становника. Анализирани су подаци о броју становника из резултата пописа становништва у периоду од 1948 - 2011. (пописи 1948, 1953, 1961, 1971, 1981, 1991, 2002 и 2011.) год.

У табели 5 дат је приказ промене броја становника и преглед промене стопе прираштаја, а на слици 26 дат је графички приказ, на основу званичних резултата пописа становништва.

Табела 5. Промена броја становника по годинама и промена стопе прираштаја

Година	1948	1953	1961	1971	1981	1991	2002	2011
Број становника	1.418	1.499	1.651	1.531	1.537	1.421	1.384	1.226
Стопа прираштаја	-	1,06	1,16	1,08	1,08	1,002	0,98	0,86



Слика 26. Дијаграм промена броја становника по годинама

Са претходне табеле и дијаграма могу се видети подаци о броју становника, и да је до 1981. године био у порасту, а од тада у опадању са променљивом стопом прираштаја. На основу тога за плански период предвиђа се стагнација броја становника и усваја се број становника на нивоу 2011. године.

3.4. Квалитет пијаће воде

Квалитет природних вода процењује се на основу количине суспендованих материја, сувог остатка, потрошње кисеоника, раствореног кисеоника, боје, мириса, укуса, рН вредности, видљивих отпадних материја... Квалитет воде за пиће пре свега зависи од извора и његове заштите, од начина прераде и припреме воде за пиће, као и од одржавања дистрибутивне мреже.

Под хигијенски исправном водом за пиће подразумевамо воду која задовољава следеће прегледе:

- локалну инспекцију водног објекта,
- физички преглед воде,
- микроскопско-биолошки преглед воде,
- бактериолошки преглед воде и
- хемијски преглед воде.

Мониторинг квалитета пијаће воде врши Институт за јавно здравље Ђуприја „Поморавље“ у Ђуприји. Узорци воде за пиће узимају се на два места, и то на водозахвату Топлик и јавној чесми у центру села. Узорци се узимају у

стакленој амбалажи од 1 l уз обавезно присуство најмање једног запосленог лица (помоћног радника шефа месне канцеларије). Резултат квалитета пијаће воде из 2019. године дат је у прилогу 3.

3.5. Црпна станица

Црпна станица (слика 27, приказана у прилогу 8.) изграђена је када и сам цевовод и у дотрајалом је стању. Сабирни резервоар се налази у приватном дворишту. На десетак метара од саме црпне станице налази се извор Топлик (слика 28) минималног капацитета 5 l/s одакле се гравитационо вода одводи до црпне станице.



Слика 27. Црпна станица



Слика 28. Извориште Топлик

3.6. Прорачун тренутног стања водоводне мреже у софтверу EPANET

EPANET спада међу најпознатије софтверске пакете за моделирање и симулацију хидрауличких својстава дистрибутивног водоводног система. Развијен је од стране америчке агенције за заштиту животне средине (US EPA). Поред хидрауличног понашања, он пружа могућност моделирања и сумулације промена у квалитету воде. Пакет је бесплатан и доступан преко интернета широком кругу корисника. Уз помоћ овог модела, могуће је симулирати:

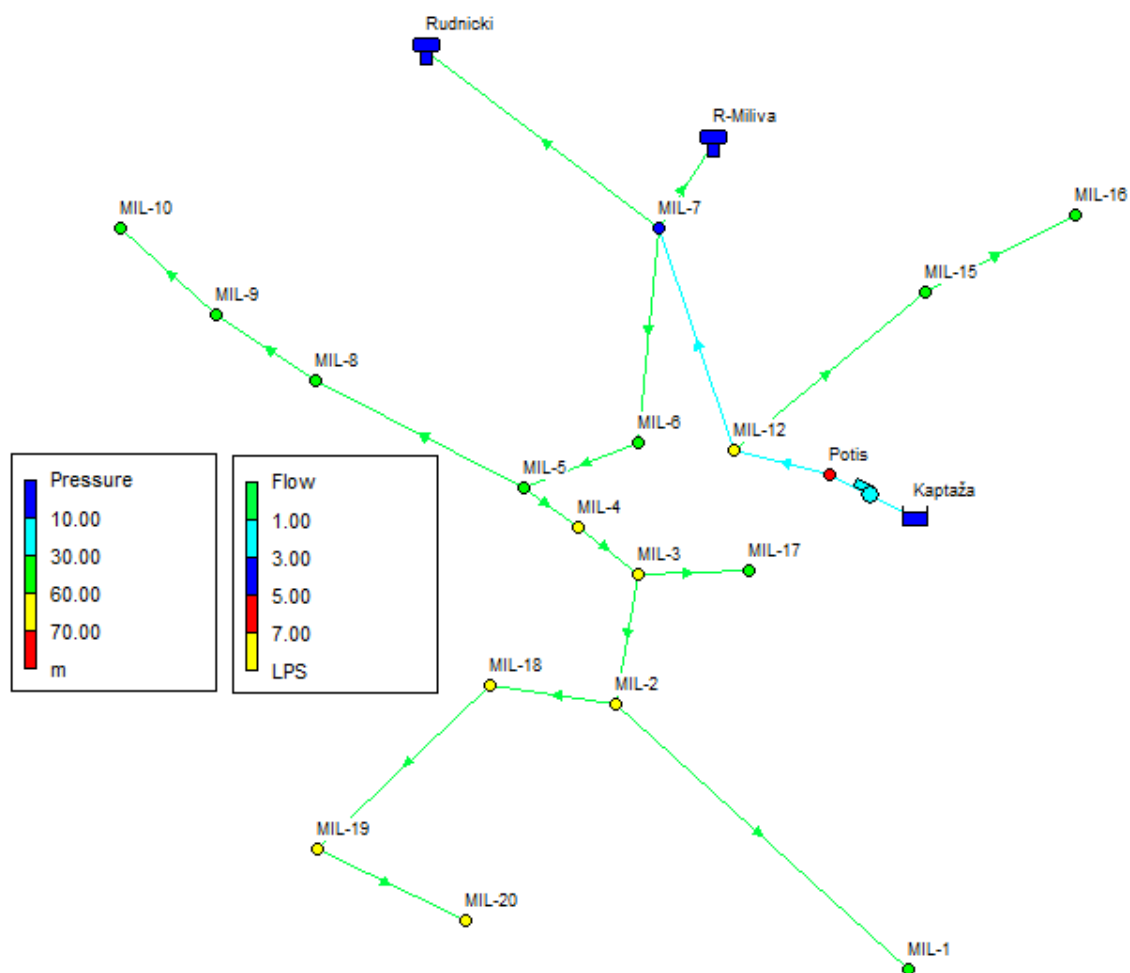
- целокупно стање у водоводној мрежи,
- протоке кроз цевовод,
- притиске у цевоводу,
- мењање нивоа воде у резервоарима,
- прорачун дистрибуције хлора и застаревања воде у цевима.

Кораци који се спроводе при коришћењу софтвера су:

1. Цртање мреже изабраног дистрибутивног система,
2. Дефинисање својства објеката који чине систем,
3. Описивање рада система,
4. Одабир сета опција за анализирање,

5. Покретање хидрауличке анализе или анализе квалитета воде,
6. Сагледавање добијених резултата.

На слици 29. приказано је тренутно стање водоводне мреже у насељу Милива.



Слика 29. Тренутно стање водоводне мреже

У табели 6 приказане су за све чворне тачке, потис и резервоаре дате висинске коте на основу којих је вршен прорачун.

Табела 6. Висинска кота чворних тачака

Чворна тачка	Висина [m]
MIL 1	178
MIL 2	172
MIL 3	174
MIL 4	174

MIL 5	175
MIL 6	179
MIL 7	225
MIL 8	177
MIL 9	176
MIL 10	175
MIL 12	185
MIL 15	196
MIL 16	210
MIL 18	171
MIL 19	171
MIL 20	173
Потис	187
Р – Милива	233.8
Руднички	230

У табели 7 приказане су растојања између појединих чворних тачака у метрима на основу којих је вршен прорачун.

Табела 7. Дужина цевовода између чворних тачака

Цев	Дужина [m]
MIL 1 - MIL 2	1130
MIL 2 - MIL 3	360
MIL 3 - MIL 4	55
MIL 4 - MIL 5	40
MIL 5 - MIL 6	60
MIL 6 - MIL 7	420
MIL 7 - Р Милива	58
MIL 7 - Руднички	1000
MIL 5 - MIL 8	815
MIL 8 - MIL 9	120
MIL 9 - MIL 10	280
MIL 2 - MIL 18	260
MIL 18 - MIL 19	1020
MIL 19 - MIL 20	300
MIL 7 - MIL 12	1000
MIL 12 - MIL 15	460
MIL 15 - MIL 16	350
Potis - MIL 12	1000

4. Предлог мера реконструкције сеоског водовода

4.1. Прорачун потреба у води

Прорачун количине употребљених отпадних вода дат је за три временска пресека: 2021, 2031 и 2041. годину. Приказана је и 2011. година која представља постојеће стање.

Временски пресеци представљају прогнозу количина употребљене воде која се заснива на пројектованом порасту броја становника и њихових потреба. Ови временски пресеци су изабрани јер се тих година ради попис становништва.

Количине воде дефинишу се за период до 2041. године, односно за наредних 30 година. Пошто се ради о дугорочном планирању, ова прогнозна неопходне количине воде подложна је променама, тако да је потребно редовно праћење и ревизија планираних количина воде у наредним годинама.

4.1.1. Специфична потрошња воде

Поред пројекције пораста броја становника за наредни временски прериод, основни елемент у предвиђањима потребних количина вода је процена повећања специфичне потрошње воде у току пројектног периода. Структура укупне специфичне потрошње насеља обухвата потребе за водом домаћинства, предузећа и установа, индустрије и занатства, губитке воде у систему, комуналне потребе и сл.

Специфична потрошња домаћинства је подложна променама кроз време и зависи од различитих фактора. Фактори који утичу на њу су: климатски, економски, технички, законски, социјални, итд. Сви они се могу поделити у две основне групе:

- Природни (доступност воде, климатске карактеристике поднебља, карактеристике рецепијената...)
- Друштвени (економска моћ становништва, свест о потреби рационализације, стање система - губици, традиција...)

Прогноза специфичне потрошње воде по становнику q (l/стан/дан) за различите временске пресеке за сеоско насеље са јавним водоводом је приказан у табели 8.

Табела 8. Прогноза специфичне потрошње воде

Година	2011.	2021.	2031.	2041.
Становништво q_s (l/стан/дан)	350	380	410	440

У структуру специфичне потрошње воде поред директних потреба корисника, улазе и губици који су неминовни у свакој водоводној мрежи. Један део специфичне потрошње воде намењен је и за комуналне потребе јавних површина у насељима (прање улица, паркинга и других јавних површина, заливање паркова итд.).

Према мереним подацима у водоводима на територији Републике Србије, садашњи ниво потрошње за становништво је између 200 и 250 l/ст/дан. Тенденција Европске заједнице, са далеко вишим нивоом животног стандарда, је смањење потрошње са садашњих 150 l/ст/дан на 120 l/ст/дан.

4.1.2. Коефицијенти неравномерности

Потребе у води, односно потрошња воде је променљива величина која се мења у току године. Те промене се јављају у месечним, дневним и часовним циклусима. За дефинисање капацитета водоводних система нарочито су значајни:

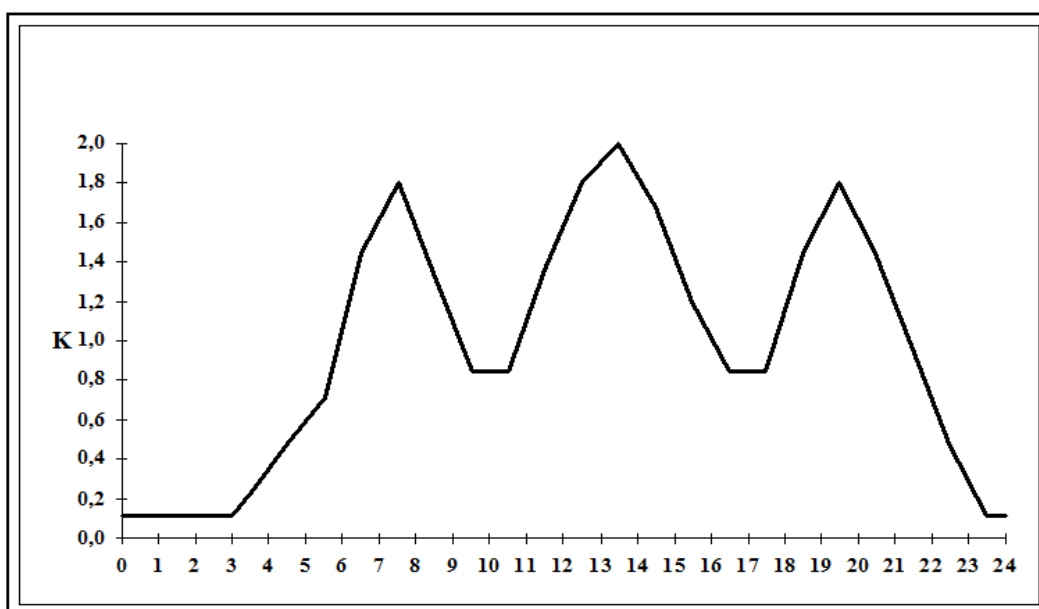
- максимална дневна потрошња, односно дан максималне дневне потрошње у години,
- максимална часовна потрошња која се јавља у једном дану у години.

Ове величине се математички исказују на основу средње годишње потрошње, преко коефицијената дневне и часовне неравномерности који се бирају у зависности од величине и типа насеља.

За разматрано насеље усвојени су следећи коефицијенти неравномерности:

- коефицијент дневне неравномерности $K_{dn} = 1,0$
- коефицијент часовне неравномерности за сеоска насеља $K_h=2,0$

Дијаграм часовних неравномерности коришћен у хидрауличком прорачуну приказан је на слици 30.



Слика 30. Дијаграм часовне неравномерности

4.2.3. Приказ потреба у води до 2041. године

Максимална вредност дневне потрошње добија се на следећи начин:

$$Q_{max.dn.} = K_{dn} \cdot Q_{sr.dn.}$$

где су:

- $Q_{mah.dn.}$ - максимална дневна потрошња [l/m^3]
- $Q_{sr.dn.}$ - средња дневна потрошња [l/m^3]
- $K_{dn.}$ - коефициент дневне неравномерности

У табели 9 приказана је потребна количина воде за временске пресеке 2011, 2021, 2031 и 2041. година.

Табела 9. Потребна количина воде по годинама

Година	2011.	2021.	2031.	2041.
Милива	4,97	5,39	5,82	6,24

4.2. Предлог мера реконструкције цевовода, црпне станице и резервоара

Сагледавајући тренутно стање, водоводне мреже у насељу Милива у општини Деспотовац, може се видети да је водоводна мрежа разгранатог типа, где један део села није обухваћен и где водоводна мрежа пролази кроз клизиште.

Главни проблеми у водоснабдевању насеља Милива су:

- Сабирни резервоар на изворишту данас се налази у дворишту приватног стамбеног објекта и неопходно је његово измештање. Грађевински објекат црпне станице је у дотрајалом стању. Опрема се редовно одржава, пумпе су ремонтване, систем за хлорисање се стално контролише. Недостаје аутоматика у црпној станици.
- Потисни цевовод је грађен 60-тих година прошлог века и данас је у дотрајалом стању. Лош положај, делом испод стамбених објеката (цевовод је урађен најкраћом трасом, а у међувремену изнад њега су урађени објекти), онемогућава интервенцију у случају квара.
- Руднички резервоар данас је на приватној парцели, удаљен око 500 m од тзв. сеоског резервоара, а сам објекат је у лошем стању.
- На делу мреже уз пут Милива – Плажане постоје три зоне клизишта у којима су честа пуцања цевовода.
- На местима укрштања са водотоцима цевоводи разводне мреже су постављени испод речних корита.

Реконструкцијом система за водоснабдевање насеља Милива предвиђени су следећи основни радови:

- Изградња нове црпне станице са две одвојене коморе, од којих једна представља црпни базен (20 m^3), а друга служи за смештај пумпи и пратеће опреме.
- Доградња и реконструкција разводне мреже у насељу. Предвиђена је изградња новог потисног цевовода од РЕ цеви пречника DN 110, номималног притиска NP 10 bar, затим новог гравитационог цевовода од резервоара ка избегличком насељу Колонија на крају насеља, чиме би се искључио прекид водоснабдевања приликом покретања клизишта, као и доградња деонице ка центру насеља, крака ка Клисури и реконструкција

укрштања са водотоцима качењем цеви на мостове, као и уградња против-пожарних хидраната на делу мреже.

- Изградња новог резервоара запремине 150 m³ поред постојећег сеоског резервоара.
- Успостављање система аутоматског управљања радом пумпи. Радна пумпа се укључује кад ниво у резервоару опадне испод минимума, а искључује када ниво у резервоару достигне максимум. Обезбеђено је аутоматско укључење друге пумпе при испаду радне, као и циклично укључење пумпи. За мерење нивоа у резервоару и управљање радом пумпи, предвиђен је детектор нивоа.

У прилозима 4 и 5 приказана је ситуација постојећег система водоснабдевања и планиране реконструкције и доградње.

4.2.1. Цевовод

Након сагледавања комплетне тренутне ситуације и свих неповољних утицаја предлог реконструкције цевовода огледа се у креирању прстенасте мреже водоснабдевања, као и замена дотрајалих цеви и остале арматуре. Самом изградњом прстенастог система водоснабдевања у насељу Прњавор и Колонија, и тако избегавањем клизишта може се део потрошача напајати у случају хаварије изазване клизиштем (што је највећи проблем).

Предлог неких мера које би било пожељно спровести су доградња и реконструкција разводне мреже у насељу:

- Реконструкција доводног цевовода од каптаже до сабирне коморе црпне станице. Планирани цевовод од РЕ цеви DN 110 NP 10 bar, дужине 36,93 m.
- Изградња новог потисног цевовода до новог резервоара, од РЕ цеви DN 100 NP 10 bar дужине 709,32 m, као и његово повезивање са старим резервоаром на локацији цевоводом дужине 23,84 m од РЕ цеви DN 110.
- Повезивање новог резервоара са постојећим гравитационим цевоводом, изградњом нове деонице дужине 86,23 m и повезивање са старим резервоаром деоницом дужине 23,84 m, све од РЕ цеви DN 110.
- Изградња новог гравитационог цевовода од резервоара ка избегличком насељу Колонија на крају насеља (пут ка Плажану), од РЕ цеви DN 90 NP 10 bar дужине 1.359,18 m, са једним краком од РЕ цеви DN 90 NP 10 bar дужине 179,54 m. Овим се затвара прстен и стварају услови за непрекидно водоснабдевање у случајевима активирања клизишта.

- Изградња новог гравитационог цевовода од резервоара до везе са постојећим цевоводом DN 75 ка Клисури, од РЕ цеви DN 63 NP 10 bar дужине 347,86 m.
- Проширење разводне мреже у центру насеља изградњом деонице од РЕ цеви DN 63 дужине 324,70 m, чиме је обезбеђена дупла веза потрошача на левој и десној обали Ресаве.
- Реконструкција укрштања постојећег цевовода РЕ DN 110 са Ресавом и Малом Миливом, у дужини 88, односно 19,44 m.
- Уградња три нова против-пожарна хидранта.

У табели 10 приказане су збирне дужине цевовода по појединим деоницама и пречницима.

Табела 10. Предлог мера реконструкције цевовода

Цевовод	Пречник	Дужина (m)
Довод од капраже до ЦС	DN 110	36,93
Потис до новог Р	DN 110	709,32
Потисни крак ка старом Р	DN 110	23,84
Гравитациони - реконструкција	DN 110	86,23
Гравитациони крак ка старом Р	DN 110	23,84
Гравитациони Колонија	DN 90	1.359,18
Гравитациони Колонија крак	DN 90	179,54
Гравитациони клисура	DN 63	347,86
Доградња центар	DN 63	324,70
Мост Ресав	DN 110	88,02
Мост мала Милива	DN 110	19,44
	УКУПНО	3.198,91

Ширина рова за полагање цеви износи 0,80 m, а просечна дубина укопавања 1,16 m. У циљу заштите цевовода од смрзавања предвиђен је минималан надслој изнад темена цеви од 0,8 m. Цеви се полажу на слој песка дебљине d=10 cm. Ров се затрпава песком до висине надслоја изнад темена цеви од 10 cm. Остатак рова затрпава се материјалом из ископа до коте терена. Детаљ полагања цеви у ров приказан је у прилогу 6.

На траси цевовода предвиђена је изградња 8 шахтова на местима рачвања цевовода. У шахтове се смештају водоводна арматура и одговарајући фазонски комади, као и потребни испусни вентили.

4.2.2. Црпна станица

Потребно је изградити нову црпну станицу као и сабирни резервоар. Од каптаже вода се гравитационим цевоводом доводи до новог објекта црпне станице, који се смешта непосредно уз стари објект црпне станице, која ће се након изградње нове, заједно са сабирним резервоаром у приватном дворишту искључити из система. Црпна станица је лоцирана на катастарској парцели КП 2274/1 КО Милива. Планиран је објект шахтног типа, а ради се као укопан објект са две одвојене коморе (прилог 7).

Једна комора представља црпни базен са максималним нивоом воде 1,7 m (комора I), а друга служи за смештај пумпи и опреме (комора II). Опрему црпне станице чине две вертикалне центрифугалне пумпе. Потисни цевовод ван црпне станице је DN 110 NP 10 bar.

У циљу контроле хидрауличког удара предвиђена је монтажа сигурносног вентила и посуде за заштиту од удара запремине 1000 l, 10 bar. Посуда је мембранска и опремљена свом потребном мерном и сигурносном опремом.

У објекту је предвиђено и хлорисање воде. Предложено је решење уградње система за мерење и аутоматску контролу процеса хлорисања. На основу капацитета резервоара и предвиђене потрошње, потребно је хлорисање хипохлоритом и у ту сврху користиће се дозир пумпе. На месту излаза воде из резервоара потребо је мерити количину резидуалног хлора помоћу мерне ћелије анализатора хлора.

Позиција црпне станице дата је у прилогу 8.

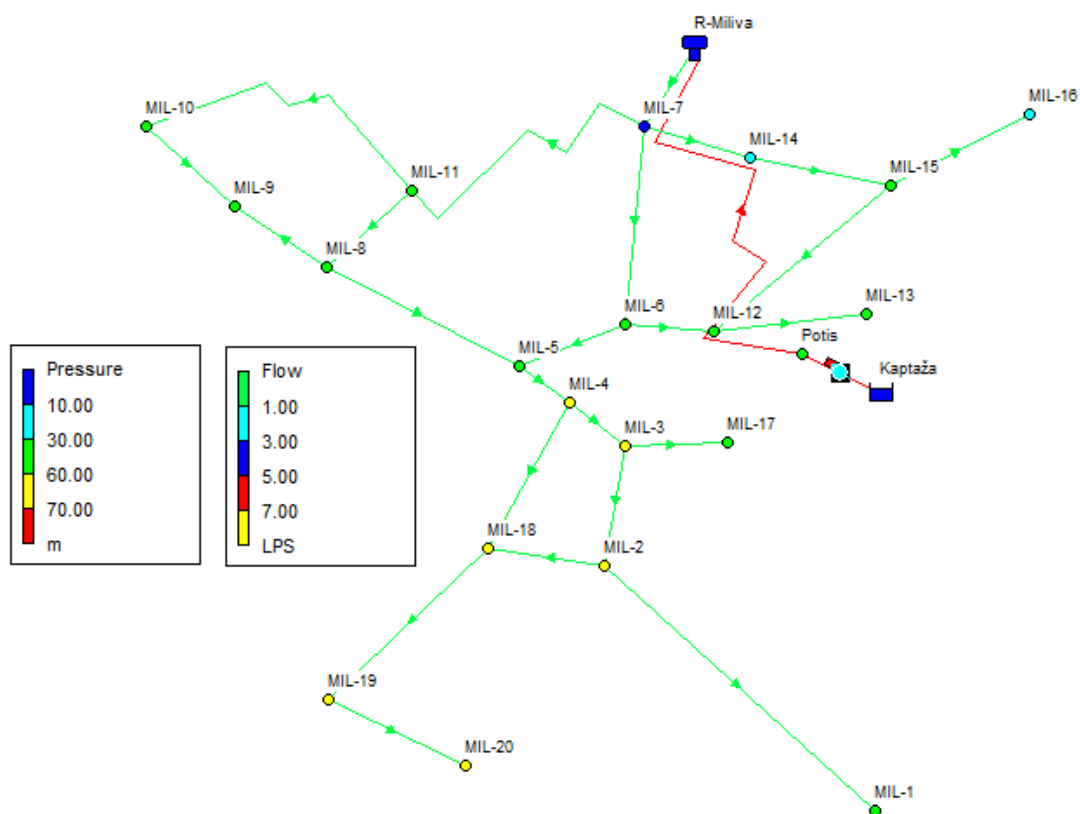
4.2.3. Резервоар

У систему за водоснабдевање Миливе сада су два резервоара на одвојеним локацијама: тзв. руднички, запремине 150 m³ и сеоски запремине 120 m³.

Руднички резервоар је на приватној парцели, удаљен око 500 m од тзв. сеоског резервора и у дотрајалом стању. Потребно је изградити нови резервоар запремине 150 m³, где се након његове изградње стари руднички резервоар искључује из система. У прилогу 9 дат је преглог позиције новог резервоара.

4.5. Прорачун водоводне мреже након реконструкције у софтверу EPANET

Резултати прорачуна водоводне мреже у софтверском пакету EPANET са новим цевоводом, новим резервоаром и пумпом може се видети на слици 31. Притисак у чворним тачкама, као и проток у гранама је једнако распоређен дуж целог система.



Слика 31. Прорачун нове водоводне мреже у софтверу EPANET

У табели 11 приказане су висинске коте чворних тачака нове водоводне мреже на основу којих су добијени подаци у софтверу EPANET, док су у табели 12 приказане дужине ценовода између појединих чворних тачака.

На основу анализе и прорачуна обрађеног у програму EPANET добијени резултати, у временском опсегу од 00 – 24 часа, приказани су у прилозима 10-15. У прилогу 10 је приказан дијаграм рада црпне станице са часовном расподелом притиска, у прилогу 11 приказан је дијаграм исте црпне станице, али са часовном расподелом протока. Прилози 12, 13, 14 и 15 приказују дијаграме притиска у свим чворним тачкама (MIL 1 – MIL 20).

Табела 11. Висинска кота чворних тачака

Тачка	Висина
MIL 1	178
MIL 2	172
MIL 3	174
MIL 4	174
MIL 5	175
MIL 6	179
MIL 7	225
MIL 8	177
MIL 9	176

MIL 10	175
MIL 11	187
MIL 12	185
MIL 13	188
MIL 14	215
MIL 15	196
MIL 16	210
MIL 17	175
MIL 18	171
MIL 19	171
MIL 20	173
Потис	187
Резервоар	233.8

Табела 12. Дужина цевовода између чворних тачака

Цев	Дужина [m]
MIL 1 - MIL 2	1.130
MIL 2 - MIL 3	360
MIL 3 - MIL 4	55
MIL 4 - MIL 5	40
MIL 5 - MIL 6	60
MIL 6 - MIL 7	420
MIL 7 - Р Милива	58
MIL 7 - Руднички	1.000
MIL 5 - MIL 8	815
MIL 8 - MIL 9	120
MIL 9 - MIL 10	280
MIL 2 - MIL 18	260
MIL 18 - MIL 19	1.020
MIL 19 - MIL 20	300
MIL 7 - MIL 12	1.000
MIL 12 - MIL 15	460
MIL 15 - MIL 16	350
Потис - MIL 12	1.000
MIL 7 - MIL 11	737
MIL 11 - MIL 10	622
MIL 11 - MIL 8	180
MIL 4 - MIL 18	325
Потис - Резервоар	735
MIL 7 - MIL 14	110
MIL14- MIL 15	238
MIL 12 - MIL 13	180

5. Закључак

Значај воде за човека посебно је истакнут у Повељи о води Европског савета. Вода за пиће је најважнија животна намирница, па снабдевање њом има приоритетни значај у водопривредном просторном планирању.

Сагледавајући тренутно стање, водоводне мреже у насељу Милива у општини Деспотовац, може се видети да је водоводна мрежа разгранатог типа, где један део села није обухваћен и где водоводна мрежа пролази кроз клизиште. Проблеми овог типа се решавају увођењем прстенасте мреже као што је предложено у прилогу 4. Предложена реконструкција цевода, црпне станице и резервоара је одређена на основу прорачуна потреба у води, демографске анализе и потреба до 2041. године, што је рађено за усвојени коефициент неравномерности. Све наведено је имплементирано у програм EPANET који служи за моделирање и симулацију хидрауличких својстава дистрибутивног водоводног система. Резултати добијене анализе за предложене мере реконструкције су дате у прилозима, као и шема предлога нове водоводне мреже, црпне станице и резервоара.

Спровођењем предлога реконструкције водоводне мреже отклонили би се сви тренутни проблеми система водоснабдевања, првенствено насталог због дотрајалости самог система водоснабдевања.

6. Прилози

Прилог 1. Постојеће стање водоводне мреже (страна 1)





Прилог 3. Резултати анализе воде из 2019. године

Резултати анализе воде из 2019 године - прва страна

	ЗАВОД ЗА ЈАВНО ЗДРАВЉЕ БУПРИЈА "ПОМОРАВЉЕ" У БУПРИЈИ Центар за хигијену и хуману екологију Одељење за хигијену и хуману екологију 35230 Буприја, Миксара Новаковића 78, тел.: 035/8470-036		Број: ВП 930-931	
			Датум издавања: 16.04.2019	
			Тајност/поверљивост:	
ИЗВЕШТАЈ О ИСПИТИВАЊУ				
Идентификација подносиоца захтева за испитивање				
Назив објекта: ВОДОВОД МИЛИВА				
Одговорно лице објекта: РУКОВОДИЛАЦ ЖИВАНОВИЋ МИЉА				
Место: МИЛИВА		Општина: ДЕСПОТОВАЦ		
Адреса: МИЛИВА				
Наручилац испитивања				
☒ Власник материјала		☐ РЗЗО		☐ Остало
☐ Санитарна инспекција		☐ Министарство здравља		
Опис стања и идентификација узорка за испитивање				
Узорак узео:		ТЕХНИЧАР ЗЗЈЗ БУПРИЈА		
Врста узорка:		ВОДА ЗА ПИЋЕ		
Идентификациони број узорка:	Број: ВП 930-931		511 ЦРПНА СТАНИЦА „МИЛИВА“ 512 ЧЕСМА У ЦЕНТРУ СЕЛА МИЛИВА	
Датум и време узорковања ¹ :		10.04.2019 у 9:30 - 10:00		
Датум и време пријема:		10.04.2019 у 12:00		
Стање узорка на пријему:		☒ Одговара ☐ Не одговара		
Опис услуге коју захтева подносилац захтева за испитивање				
Врста анализе:		☒ Физичко-хемијска ☒ Микробиолошка ☐ Остало ☐ Тешки метали ☐ Пестициди		
Напомена				
¹ Метода узорковања: SRPS EN ISO 5667-1:2008 и SRPS ISO 5667-5:2008 – узимање узорка за физичко-хемијски испитивања, SRPS EN ISO 19458:2009 – узимање узорка за микробиолошки испитивања, - Неакредитована метода				

Резултати испитивања односе се само на испитани узорак. Извештај се не сме умножавати ни узимати у везу са квалитетом!

ЗФ 088 – Издање 4/14

Страна 1 од 3

Резултати анализе воде из 2019 године - друга страна

	ЗАВОД ЗА ЈАВНО ЗДРАВЉЕ БУПРИЈА "ПОМОРАВЉЕ" У БУПРИЈИ Центар за хигијену и хуману екологију Лабораторија за санитарну микробиологију 35230 Буприја, Милошега Новаковића 78, тел.: 035/470-036 РЕЗУЛТАТИ МИКРОБИОЛОШКОГ ПРЕГЛЕДА ВОДЕ ВОДОВОДА	Број: ВП 930-931	
		Датум пријема узорка: 10.4.2019	
		Датум извршене анализе: 15.4.2019	

Узорак испитан по: Правилнику о хигијенској исправности воде за пиће (Сл. лист СРЈ 42/98 и 44/99)

Број тачејег места (теренски број)				(1) 511	(1) 512
Ознака методе	Врста испитивања	Врста воде / норма*	Референ. вредност	Рез. исп.	Рез. исп.
ПРИРУЧНИК ¹⁾ Део 2.а.1, МЕТОДА 1.1	Укупан број аеробних мезофила бактерија у 1ml	1	10		
		2	100	<1	<1
		3	300		
ПРИРУЧНИК ¹⁾ Део 2.а.1, МЕТОДА 1.2	Укупне колиформне бактерије у 100ml	1	0		
		2	10	3	<1
		3	100		
ПРИРУЧНИК ¹⁾ Део 2.а.1, МЕТОДА 1.2	Колиформне бактерије фекалног порекла у 100ml		не сме да садржи	нема	нема
М-ДМ001	Стрептококе фекалног порекла у 100ml		не сме да садржи	нема	нема
ПРИРУЧНИК ¹⁾ Део 2.а.1, МЕТОДА 4.1	Протеин прста у 100ml		не сме да садржи	нема	нема
ПРИРУЧНИК ¹⁾ Део 2.а.2, МЕТОДА 6.1.1	Pseudomonas aeruginosa у 100ml		не сме да садржи	нема	нема
ПРИРУЧНИК ¹⁾ Део 2.а.1, МЕТОДА 3.1.1	Сулфито- редукујуће алостривије у 100ml	1	0		
		2	1	<1	<1
		3	5		

** (1) пречишћена и дезинфектована вода, (2) затворени извор, (3) отворени извор

ПРИРУЧНИК¹⁾ – Вода за пиће: Стандардне методе за испитивање хигијенске исправности; Савезни завод за здравствено заштиту, НИП Привредни преглед, Београд, 1990.

М-ДМ001 - ПРИРУЧНИК¹⁾, део 2.а.1, метода 3.1.1.; SRPS EN ISO 7899-2:2010

Специјалиста микробиологије

М.П.

Технички руководилац

Резултати испитивања односе се само на испитани узорак. Извештај се не сме умножавати изузев у целости!

ЗФ 090 – Издање 6/17

Страна 2 од 3

Резултати анализе воде из 2019 године - трећа страна

	ЗАВОД ЗА ЈАВНО ЗДРАВЉЕ БУПРИЈА "ПОМОРАВЉЕ" У БУПРИЈИ Центар за хигијену и хуману екологију Лабораторија за санитарну и токсиколошку хемију 35230 Бузиреја, Мисодрга Новаковића 7Б, тел.: 035/8470-036	Број: ВП 930-931	
	РЕЗУЛТАТИ ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКОГ ИСПИТИВАЊА ВОДЕ ВОДОВОДА	Датум пријема узорка: 10.04.2019	
		Датум извршене анализе: 15.04.2019	

Узорак испитан по: Правилнику о хигијенској исправности воде за пиће (Сл. лист СРЈ 42/98 и 44/99)

Број тачејег места (теренски број)				511	512
Ознака методе	Врста испитивања	Јединица мере	МДК	Рез. исп.	Рез. исп.
БРАД/01/011	Температура**	°C			
ПРИПУЧЕНИЈЕ ¹¹ Р-01-5	Боја	°Co-Pt скала	5	0	0
ПРИПУЧЕНИЈЕ ¹¹ Р-01-6	Мирис		без	без	без
ПРИПУЧЕНИЈЕ ¹¹ Р-01-7	Укус		без	без	без
ПРИПУЧЕНИЈЕ ¹¹ Р-01-8 Метода Б	Мутноћа	NTU	1	0	0
ПРИПУЧЕНИЈЕ ¹¹ Р-01-9 Метода А	pH вредност		6.8-8.5	7.2	7.2
ПРИПУЧЕНИЈЕ ¹¹ Р-01-10	Угљеник КМnO ₄	mg/l	8	2.24	1.6
ПРИПУЧЕНИЈЕ ¹¹ Р-01-11	Амонијак	NH ₃ , mg/l	0.1	<0.05	<0.05
УБ БРАД/01/018	Хлор, резидуални, слободни	mg/l	0.5	/	0.4
ПРИПУЧЕНИЈЕ ¹¹ Р-01-12 Метода Б	Хлориди	Cl, mg/l	200	6.5	5.0
SMC/01/20 ¹⁰ Метода 4500-0	Нитрити	NO ₂ , mg/l	0.03	<0.008	<0.008
ПРИПУЧЕНИЈЕ ¹¹ Р-01-13	Нитрати	NO ₃ , mg/l	50	13.3	13.5
ПРИПУЧЕНИЈЕ ¹¹ Р-01-14	Гвоше	Fe, mg/l	0.3	<0.02	<0.02
УБ БРАД/01/019	Манган	Mn, mg/l	0.05	<0.02	<0.02
ПРИПУЧЕНИЈЕ ¹¹ Р-01-15	Остатак испарења на 105°C	mg/l			
ПРИПУЧЕНИЈЕ ¹¹ Р-01-16	Електропроводљивост	µS/cm на 20°C	1000	664	665

* - Непараметарски методи

** - Параметри измерени на терену

ПРИПУЧЕНИЈЕ¹¹ - Воде за пиће. Стандардне методе за испитивање хигијенске исправности. Санитарни закон и здравствени законик, НИП Производни процес, Београд, 1990.

SMC/01/20¹⁰ Standard methods for Examination of Water and Wastewater 20th Edition 1998 APHA, AWWA, WEF.

НАПОМЕНА:

Анализичар

М.П.

Технички руководиоцац

Резултати испитивања односе се само на испитани узорак. Извештај се не сме умножавати и издати у целости!

ЗФ 091 – Издање 6/17

Страна 3 од 3

Резултати анализе воде из 2019 године - четврта страна

	ЗАВОД ЗА ЈАВНО ЗДРАВЉЕ ТУЗЛА "ПОМОРАВЉЕ" У ТУЗЛИ Центар за хигијену и хуману екологију Одељење за хигијену и хуману екологију 35200 Тузла, Милорада Новковића 78, тел.: 035/470-036	Број: ВП 930-931	
		Датум издавања: 16.04.2019.	
		Тајност/поверљивост:	
	МИШЉЕЊЕ И ТУМАЧЕЊЕ		

Стручне службе Завода за заштиту здравља Тузла су дана 10.04.2019 извршиле узоковање и лабораторијски преглед 2 узорака воде за пиће са водовода ВОДОВОД МИЛИВА

На основу резултата лабораторијског испитивања и хигијенског извиђања, а према Правилнику о хигијенској исправности воде за пиће (Сл. лист СФРЈ 33/87, 13/91, Сл. лист СРЈ 42/98) доноси се

МИШЉЕЊЕ:

Број тачаћег места (територијски број): 511	МИШЉЕЊЕ:	ОДГОВАРА
Вода се може користити за пиће уз услов да се врши систематско дезинфекција и узводно су одстоје од у градској мрежи бистројективно водовода		
Број тачаћег места (територијски број): 512	МИШЉЕЊЕ:	ОДГОВАРА

НАПОМЕНА

СПЕЦИЈАЛИСТА ХИГИЈЕНЕ

Istjana Prutovic
специјалиста хигијене

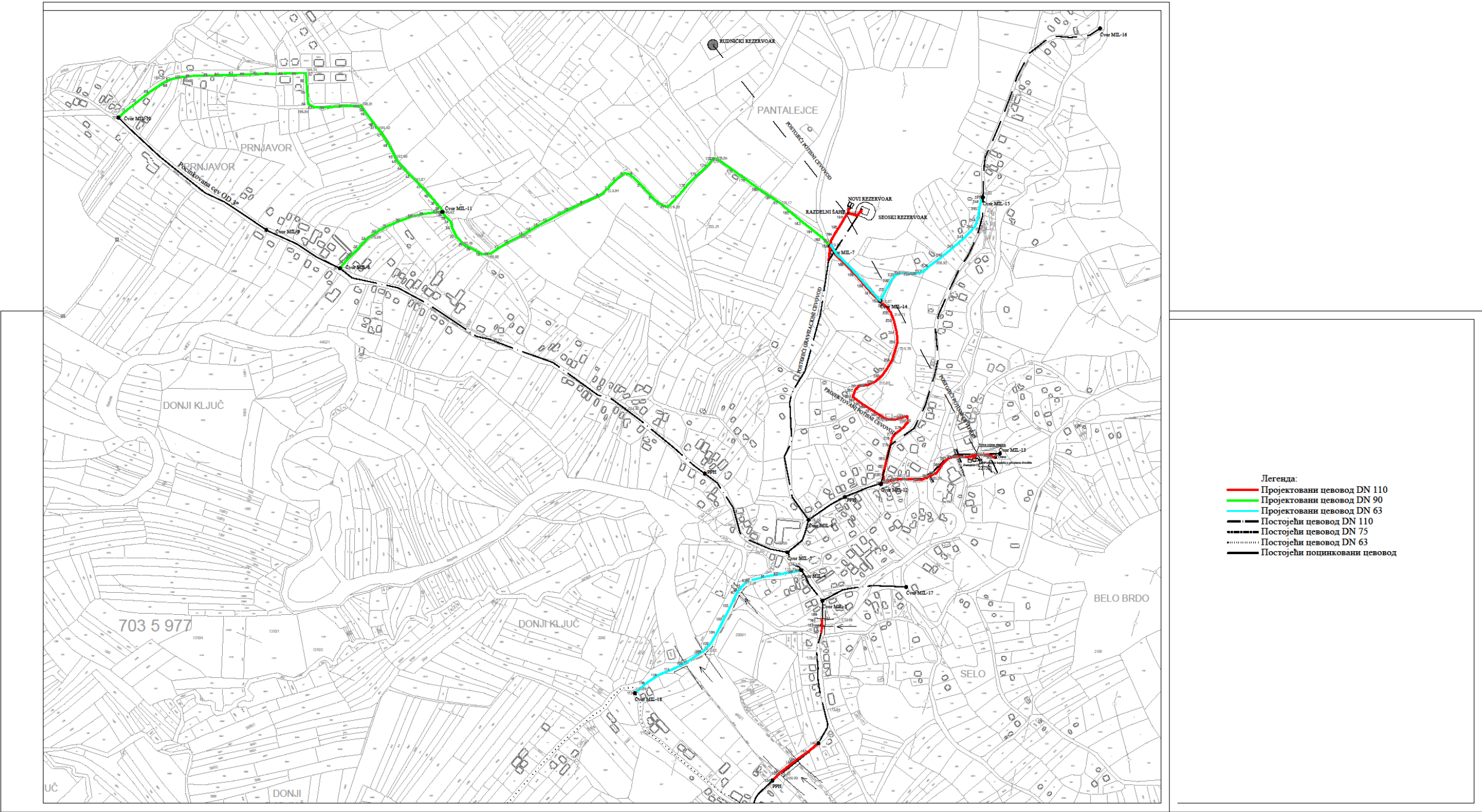


НАЧЕЛНИК СЕКТОРА

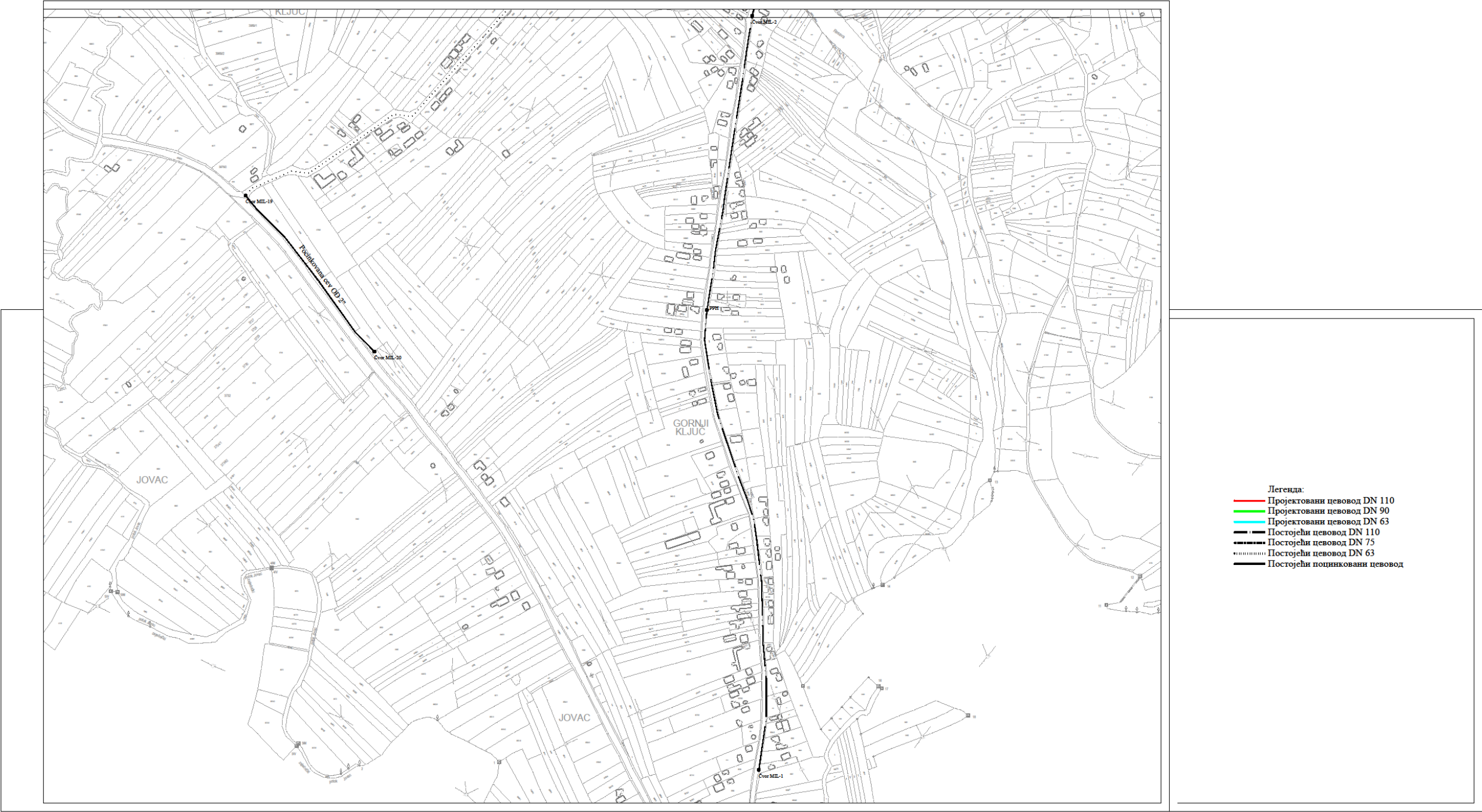
Vladimir Vukobratovic
начелник сектора хигијене

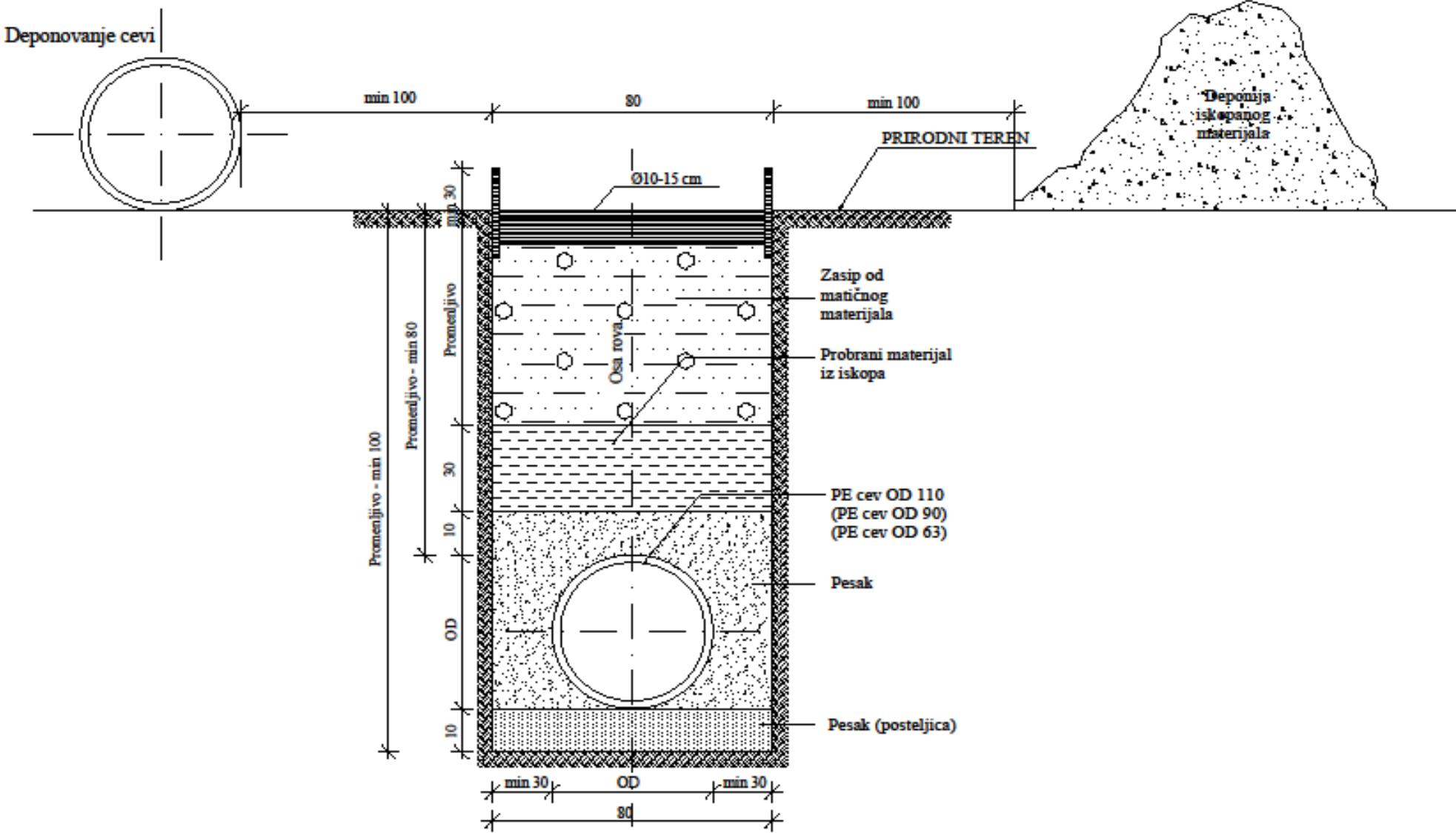
Резултати испитивања односе се само на испитане узорке. Испитија се не сме узимати у виду у извештају!

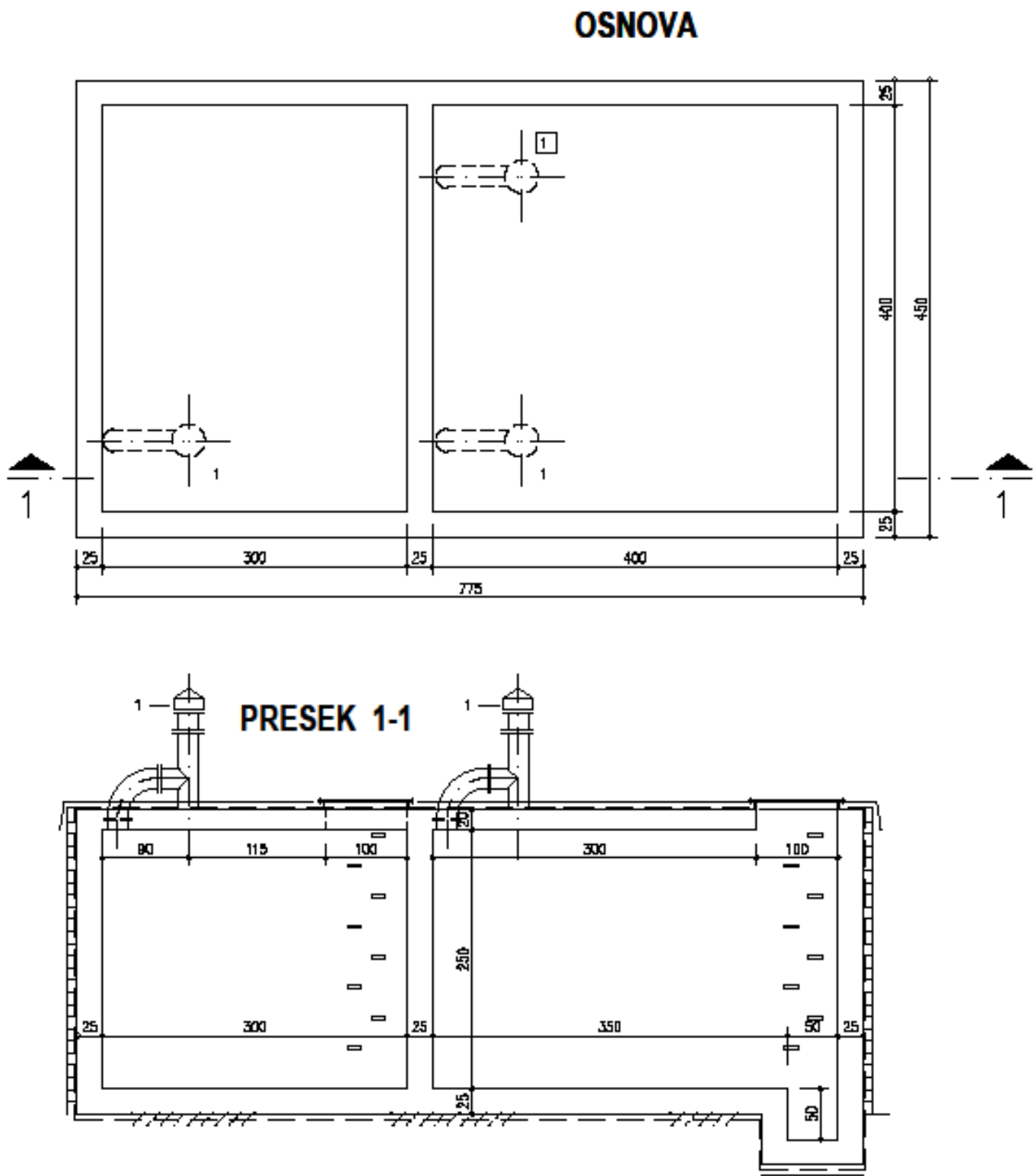
Прилог 4. Предлог мера реконструкције сеоског водовода (страна 1)



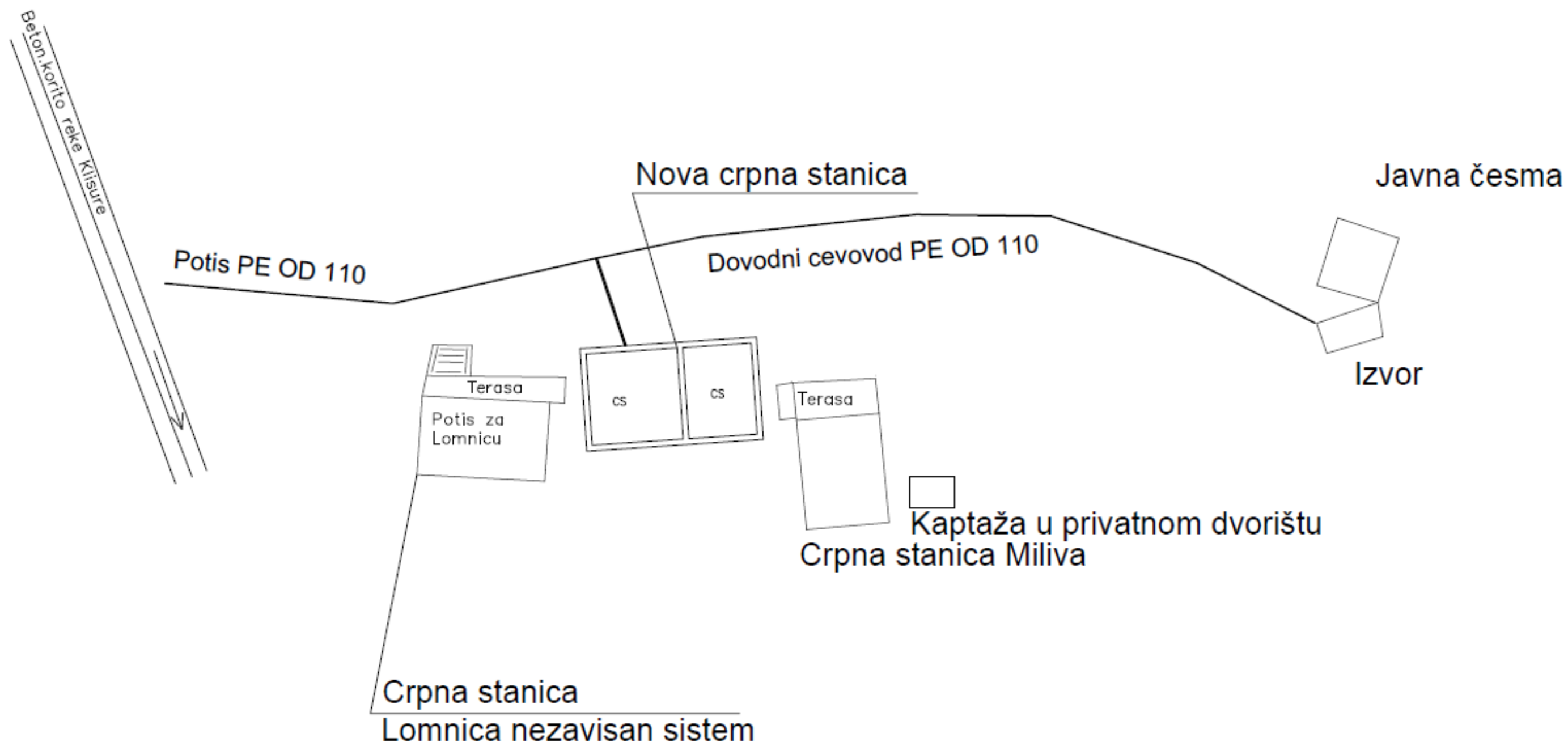
Прилог 5. Предлог мера реконструкције сеоског водовода (страна 2)

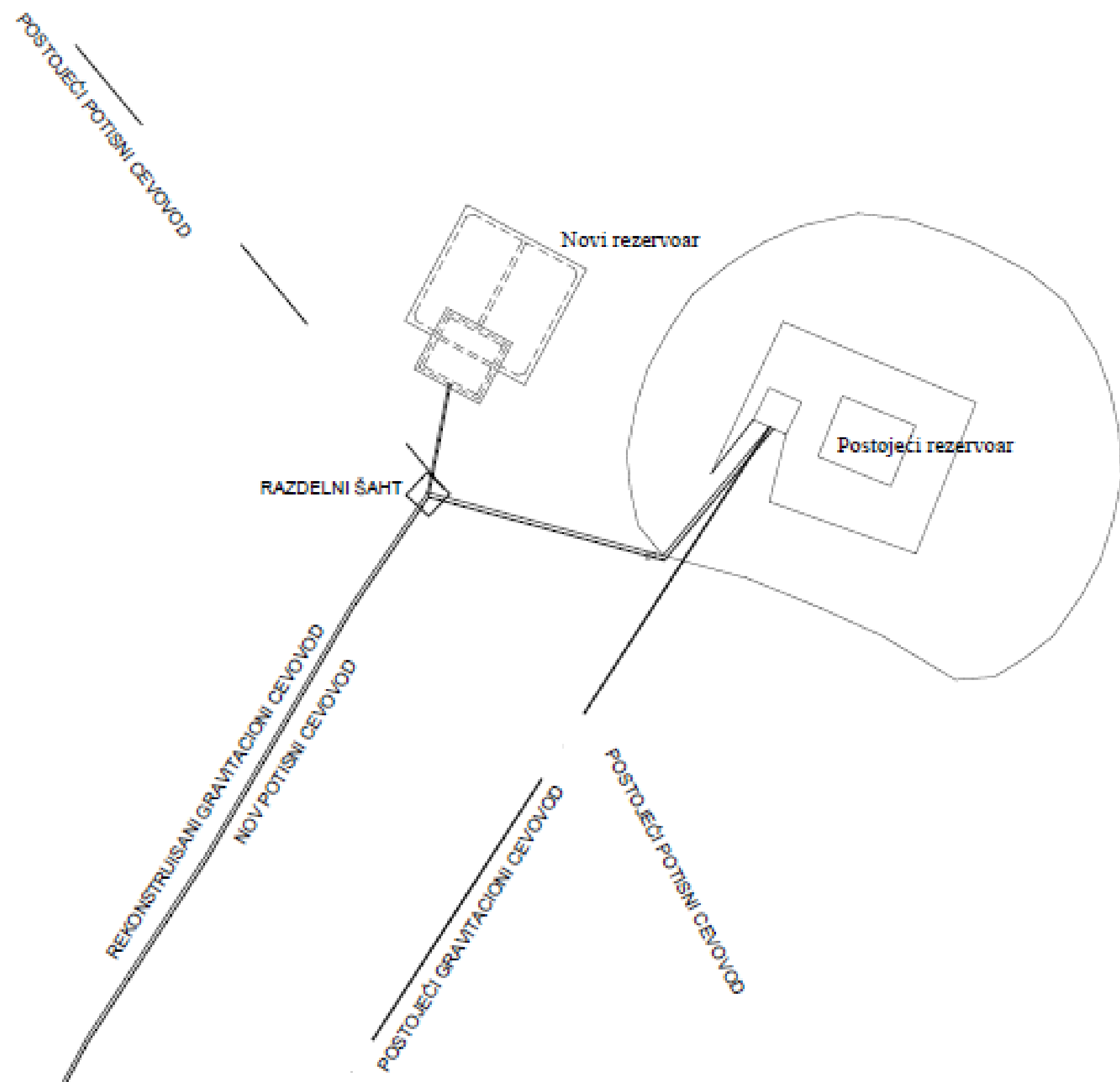




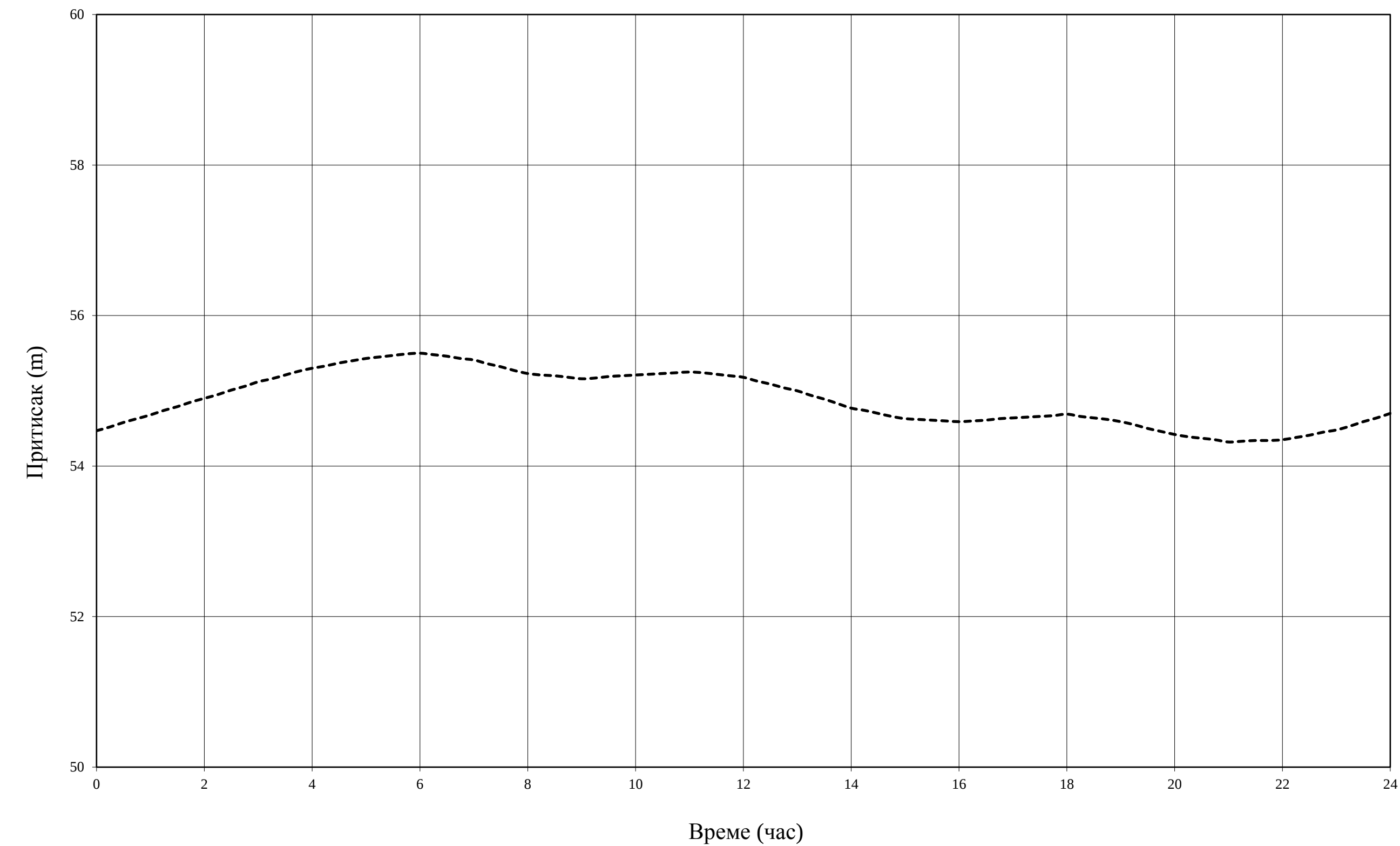


Прилог 8. Приказ изворишта са црпном станицом

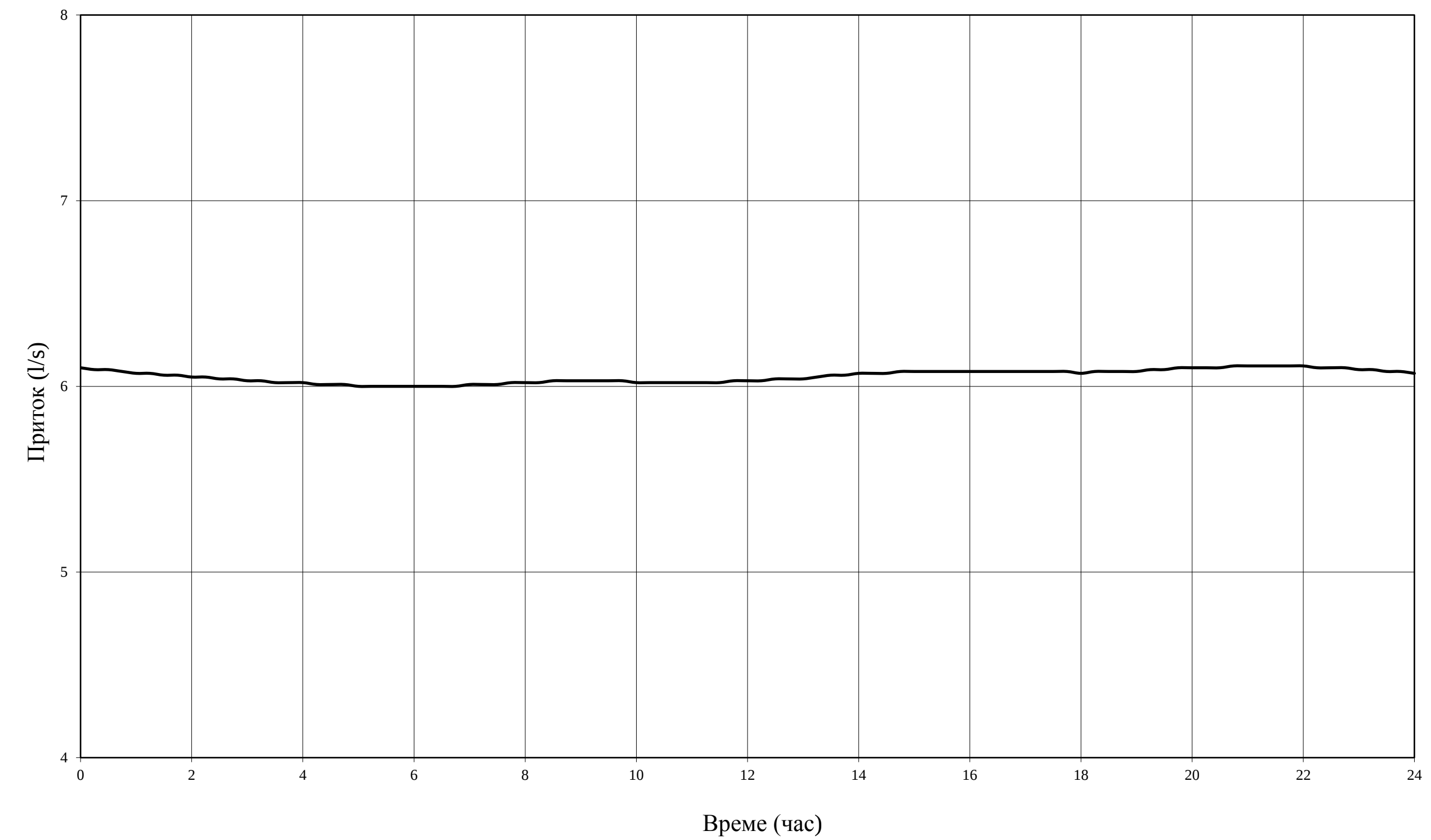




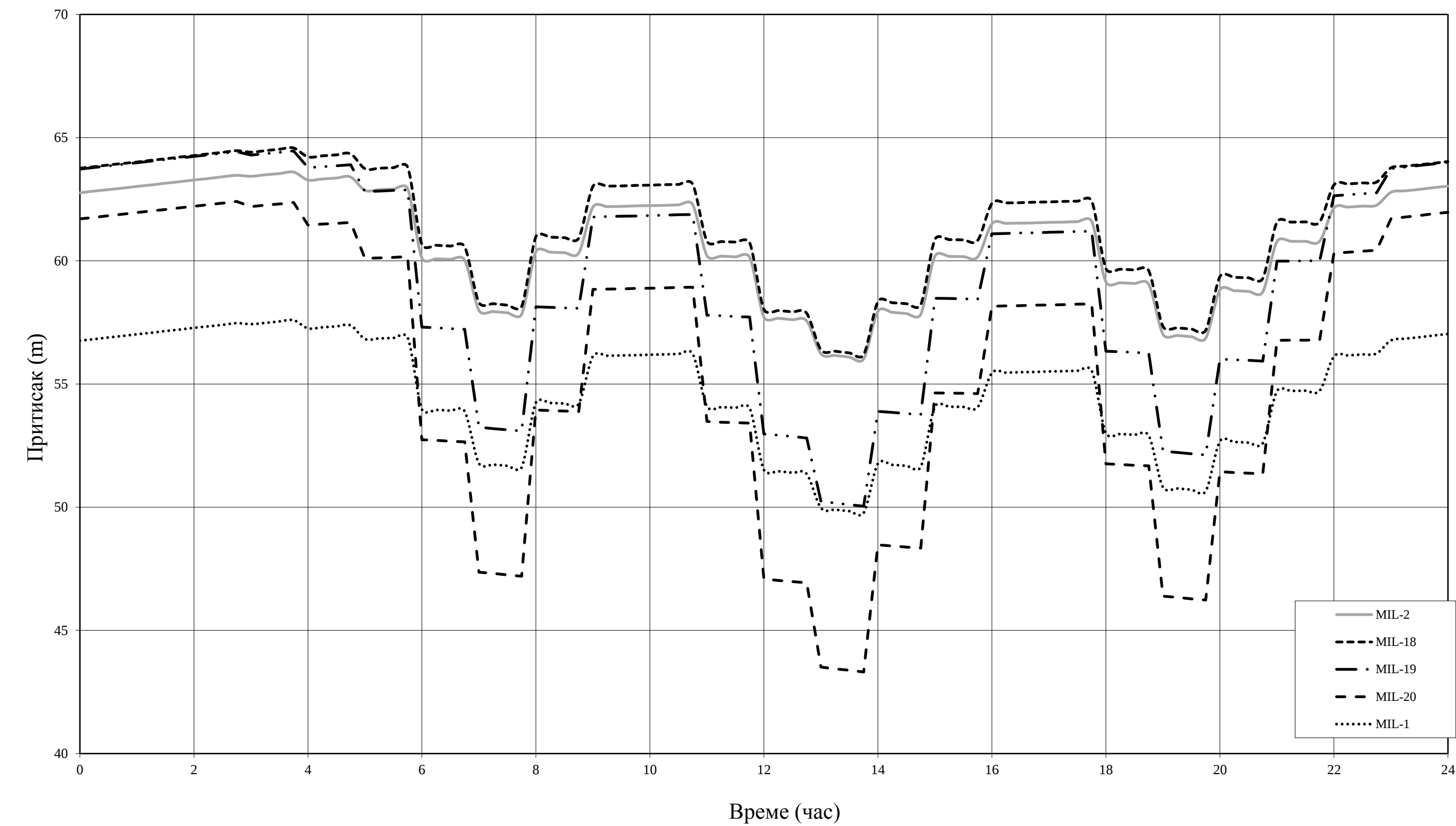
Прилог 10. Дијаграм рада црпне станице– притисак



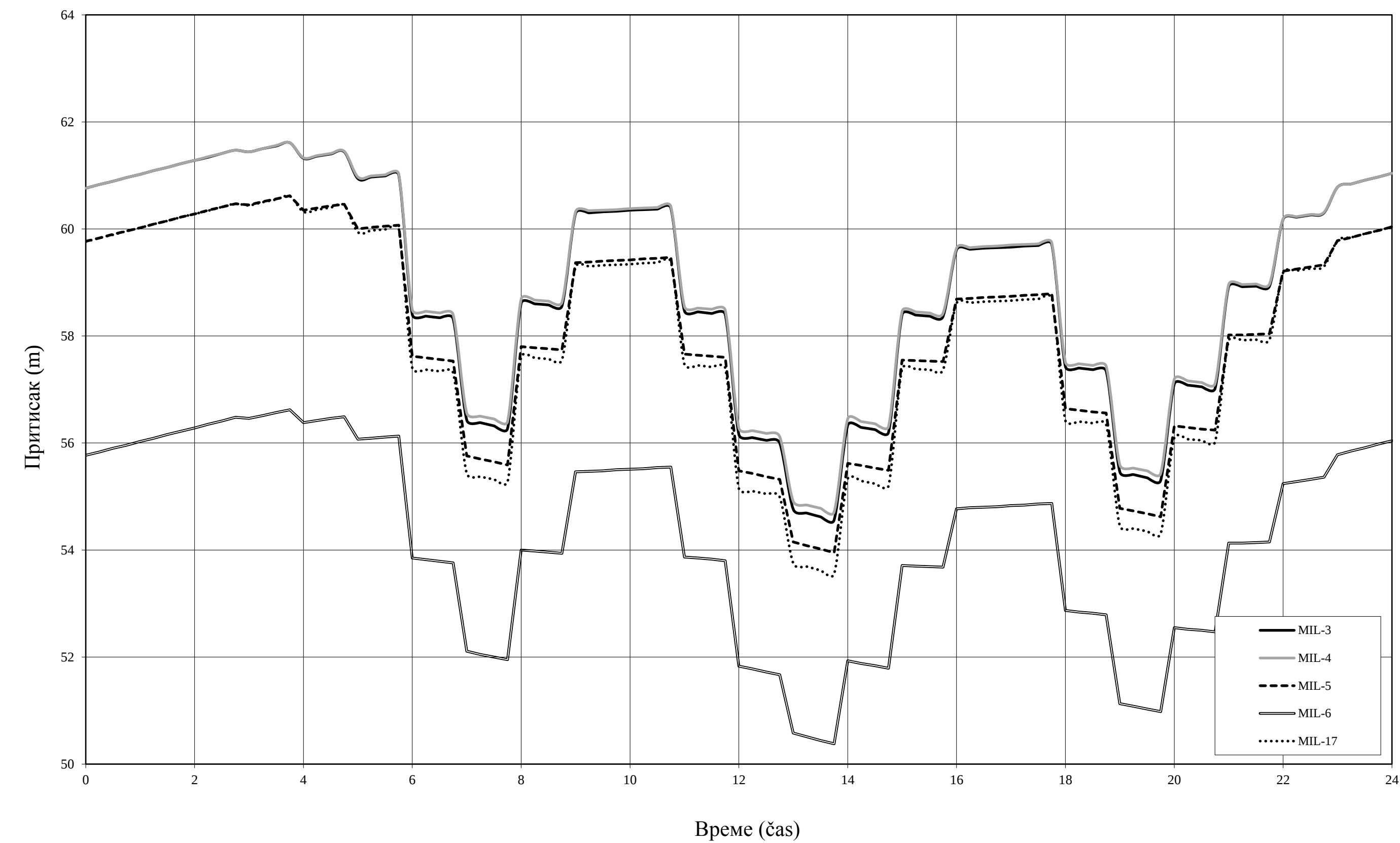
Прилог 11. Дијаграм рада црпне станице – проток



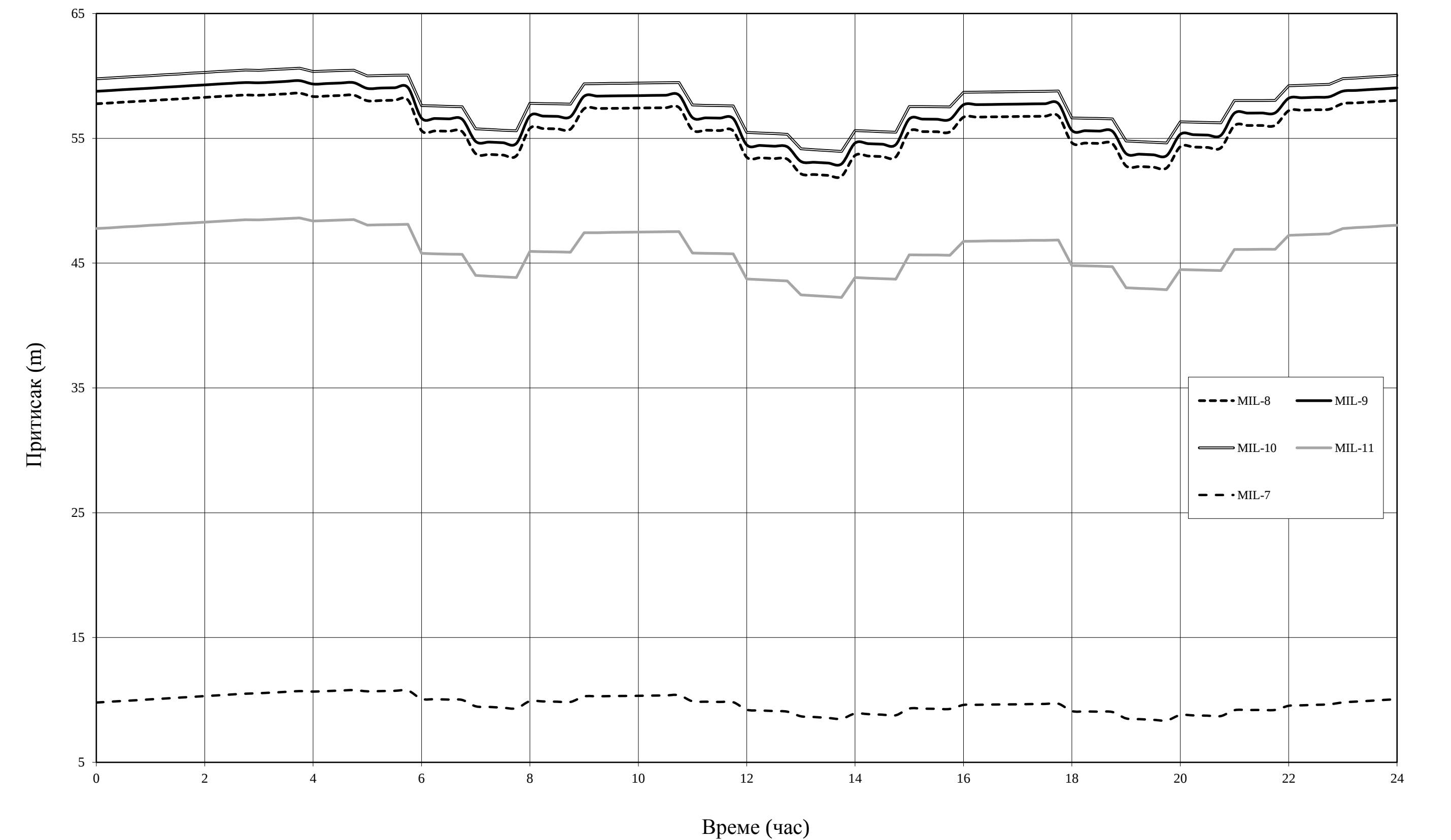
Прилог 12. Дијаграм притиска у чворовима



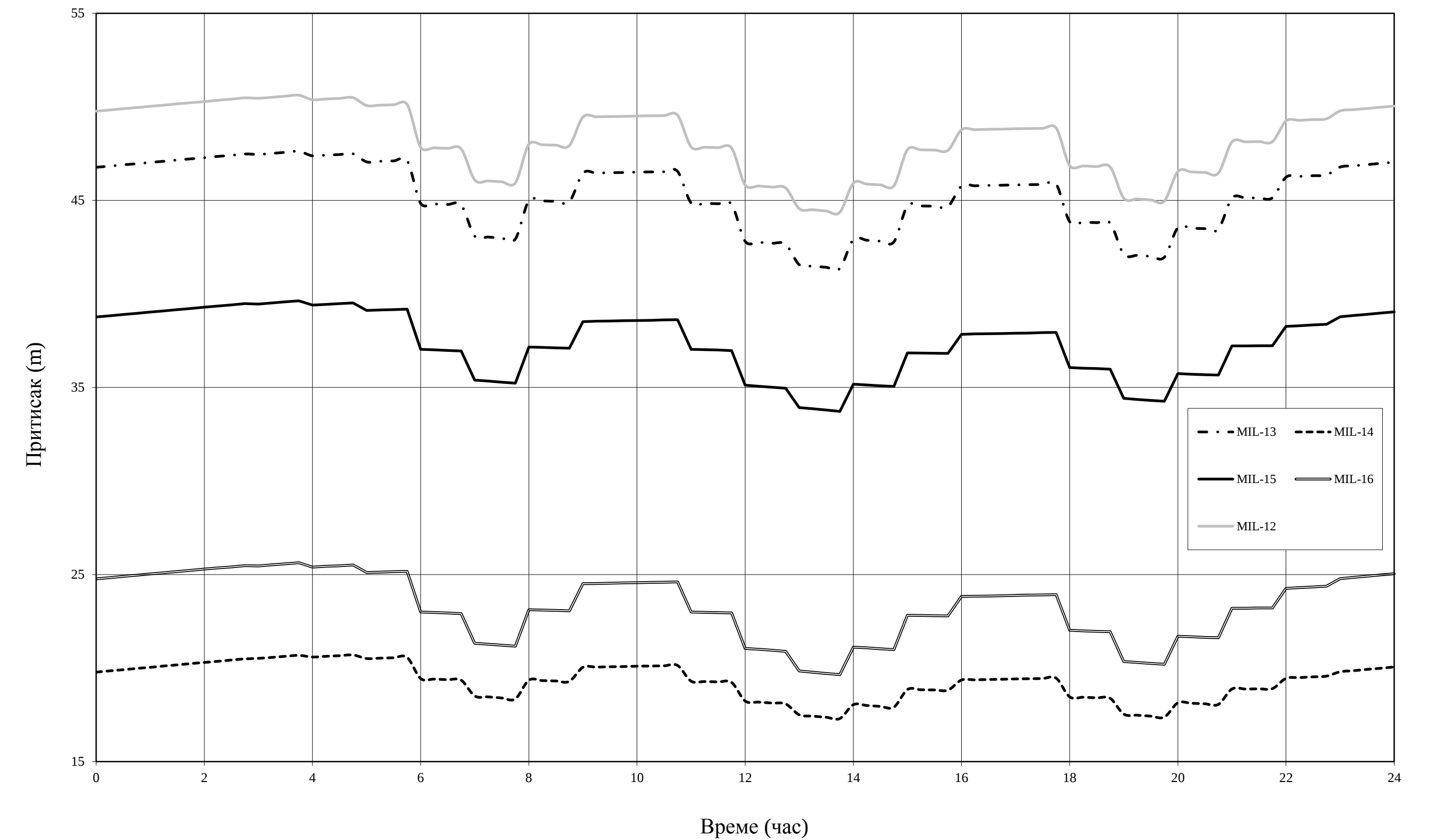
Прилог 13. Дијаграм притиска у чворовима



Прилог 14. Дијаграм притиска у чворовима



Прилог 15. Дијаграм притискау чворовима



Литература:

- [1] Вања Шуштершич, Технологије и постројења у припреми воде за пиће и третману отпадних вода, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2014.
- [2] Региони у Републици Србији 2018, Републички завод за статистику, Београд 2019.
- [3] Стратегија управљања водама на територији Републике Србије, Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Београд, 2015.
- [4] Закон о водама, "Сл. гласник РС", бр. 30/10, 93/2012, 101/2016, 95/2018 и 95/2018 – др. закон
- [5] Закон о комуналним делатностима, ("Сл. гласник РС", бр. 88/2011, 104/2016 и 95/2018)
- [6] Добрица Миловановић, Водоснабдевање – скрипта, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2015.
- [7] Агенција за заштиту животне средине (Интернет адреса: www.sepa.gov.rs), приступљено јун 2020.
- [8] Јуре Маргета, Водоопскрба насеља, Грађевинско-архитектонски факултет Свеучилишта у Сплиту, Сплит, 2010.
- [9] Здравствена исправност воде за пиће јавних водовода и водних објекта у Републици Србији за 2018. годину, Институт за јавно здравље Србије „др Милан Јовановић Батут“, Београд, 2019.
- [10] Интернет адреса: www.despotovac.rs, приступљено јун 2019.
- [11] Интернет адреса: <https://www.google.com/maps>, приступљено јун 2019.
- [12] Интернет адреса: <https://a3.geosrbija.rs/>, приступљено јун 2019.