

ЈП "УРБАНИЗАМ"

**ЗАВОД ЗА УРБАНИЗАМ
НОВИ САД, Бул. цара Лазара 3/III**

Број: 132/20

**МЕРЕЊЕ ПОДЗЕМНИХ ВОДА У НОВОМ САДУ
У 2019. ГОДИНИ**

ДИРЕКТОР

Душан Миладиновић, дипл.инж.арх.

Нови Сад, јануар 2020.

ПРЕДМЕТ: **Мерење подземних вода у Новом Саду у 2019. год.**

ИНВЕСТИТОР: Градска управа за грађевинско земљиште и инвестиције
Града Новог Сада

ОБРАЂИВАЧИ: Оља ТОЛМАЧ, дипл. инж. грађ.
Јована БОШКОВИЋ, дипл. инж. грађ.
Милан ШЕШУМ, дипл. математичар
Божидар ЧОБАНОВИЋ, грађ. техн.
Маријана СТЕПАНОВИЋ, граф. техн.

**ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ
МЕРИЛИ:**

Јована БОШКОВИЋ, дипл. инж. грађ.
Божидар ЧОБАНОВИЋ, грађ. техн.
Маријана СТЕПАНОВИЋ, граф. техн.

ТЕХНИЧКА

ОБРАДА : Божидар ЧОБАНОВИЋ, грађ. техн.
Маријана СТЕПАНОВИЋ, граф. техн.

САДРЖАЈ:

1. Увод
2. Историјат успостављања осматрачких места
3. Опис начина осматрања подземних вода
4. Обрада података и начин осматрања подземних вода
5. Карактеристике досадашњег праћења нивоа подземних вода
6. Осматрачка мрежа и кретање нивоа подземних вода у 2019. години
7. Смернице за унапређење осматрања подземних вода
8. Закључак

ГРАФИЧКИ ПРИКАЗИ И ТАБЕЛЕ

1. Табеларни приказ максималних, минималних и просечних вредности подземних вода за сва осматрачка места у 2019. год.
2. Табеларни и графички приказ кретања подземних вода у току године за свако осматрачко место
3. Максималан ниво подземних вода у Новом Саду у 2019. год.
4. Минималан ниво подземних вода у Новом Саду у 2019. год.
5. Преглед осматрачких места у 2019. год.

ГРАФИЧКИ И ТАБЕЛАРНИ ПРИКАЗ
ОСМОТРЕНИХ НИВОА ПОДЗЕМНИХ ВОДА

1. УВОД

Нови Сад припада групи подунавских градова и настао је на месту где је сужено корито Дунава омогућило да се крајем XVII века подигне насеље. Насеље се почело развијати на просторима који су били безбедни од плавлјења високим водама Дунава и заштићени од неповољних утицаја високих нивоа подземних вода.

Град се захваљујући повољном географском положају и бројним другим чиниоцима константно ширио. Услед недостатка природно повољних терена, дошло је до изградње на мање повољним (сигурним) теренима.

Да би ти мање повољни терени постали погодни за градњу, било је неопходно реализовати систем одбране од поплава, што је и учињено изградњом насипа, чиме се град заштитио од плавлјења високим водама Дунава вероватноће појаве једном у сто година.

Осим високих вода Дунава, стална претња новозапоседнутим просторима биле су и високе подземне воде. Прва и основна мера заштите терена од неповољних утицаја подземних вода било је издизање коте терена, насипањем. Пре извршене заштите, коте терена су се кретале од 74,50 до 75,50 m н.в., да би се после насипања кота терена повећала на 77,00 до 78,50 m н.в. Основни параметри за издизање терена били су управо максимални опажени нивои подземних вода.

Издизањем кота терена нарушена је природна топографија терена, што је за последицу имало отежано струјање подземних вода, а што је посебно било изражено при појави високих вода Дунава. Све ово довело је до плавлјења подрумских и сутеренских просторија при неповољним хидролошким условима.

Из наведених разлога, 1953. године приступило се редовном осматрању, нивоа подземних вода на ужем подручју града Новог Сада са Петроварадином и Сремском Каменицом.

2. ИСТОРИЈАТ УСПОСТАВЉАЊА ОСМАТРАЧКИХ МЕСТА

Осматрање нивоа подземних вода у Новом Саду почело је 1953, а у Петроварадину 1958. године.

У периоду од 1953. до 1965. год. подземне воде су се осматрале на копаним бунарима, који су служили за снабдевање становништва водом пре изградње градског водоводног система.

Број осматрачких места се повећавао пратећи константно ширење града. Године 1965. осматрачка мрежа се употпуњује са 46 нових сонди.

У периоду од 1965. год. па до данас број осматрачких места знатно је варирао.

Конкретно у Новом Саду у 1971. години било је укупно 98.

Немаран однос према копаним бунарима, њихово неодржавање, отежан прилаз и обрушавање довело је до тога да се они од 1987. год. не користе као осматрачка места.

Број пијезометара се константно смањивао, да би се у 2004. год. свео на свега 23.

У 2004. год. осматрачка мрежа је употпуњена са 26, што нових, што обновљених старих сонди, чиме се укупан број осматрачких места попео на 49.

Међутим, у периоду од 2005. до 2008. год. уништено је 26 сонди, па се број осматрачких места свео на 23.

У 2009. год. обновљено је и изграђено 27 сонди, тако да је укупан број осматрачких места у 2010. год. био 50.

Године 2013. уграђени су уређаји за електронско читавање нивоа подземних вода у 30 сонди.

У табели А дат је преглед броја осматрачких места по годинама у периоду праћења од 1953. закључно са 2019. годином.

Преглед броја осматрачких места у периоду праћења (1953-2019)

Табела: А

година	Постојећа осматрачка места			Уништена осматрачка места			Нова осматрачка места и поправљена стара		
	бунари	сонде	укупно	бунари	сонде	укупно	бунари	сонде	укупно
1953.	39	0	39	0	0	0	1	0	1
1954.	40	0	40	0	0	0	0	0	0
1955.	40	0	40	0	0	0	0	0	0
1956.	40	0	40	1	0	1	0	0	0
1957.	39	0	39	0	0	0	9	0	9
1958.	48	0	48	3	0	3	0	0	0
1959.	45	0	45	2	0	2	0	0	0
1960.	43	0	43	1	0	1	0	0	0
1961.	42	0	42	1	0	1	0	0	0
1962.	41	0	41	3	0	3	0	0	0
1963.	38	0	38	3	0	3	0	0	0
1964.	35	0	35	3	0	3	0	0	0
1965.	33	0	33	3	0	3	16	0	16
1966.	46	0	46	0	0	0	0	0	0
1967.	46	0	46	3	0	3	0	0	0
1968.	43	0	43	1	0	1	0	46	46
1969.	42	46	88	3	0	3	0	0	0
1970.	39	46	85	1	0	1	0	14	14
1971.	38	60	98	6	0	6	0	0	0
1972.	32	60	92	1	0	1	0	0	0
1973.	31	60	91	4	1	5	0	0	0
1974.	27	59	86	4	7	11	0	0	0
1975.	23	52	75	6	9	15	0	0	0
1976.	17	43	60	1	4	5	0	0	0
1977.	16	39	55	3	8	11	0	4	4
1978.	13	35	48	3	12	15	0	0	0
1979.	10	23	33	1	3	4	0	14	14
1980.	9	34	43	0	3	3	0	10	10
1981.	9	41	50	0	3	3	0	5	5
1982.	9	43	52	0	2	2	0	0	0
1983.	9	41	50	1	0	1	0	0	0
1984.	8	41	49	1	2	3	0	0	0
1985.	7	39	46	4	6	10	0	14	14
1986.	3	47	50	3	7	10	0	2	2
1987.	0	42	42	0	2	2	0	0	0
1988.	0	40	40	0	1	1	0	0	0
1989.	0	39	39	0	2	2	0	0	0
1990.	0	37	37	0	0	0	0	0	0
1991.	0	37	37	0	1	1	0	5	5
1992.	0	41	41	0	0	0	0	6	6

Преглед броја осматрачких места у периоду праћења (1953-2019)

Табела: А

година	Постојећа осматрачка места			Уништена осматрачка места			Нова осматрачка места и поправљена стара		
	бунари	сонде	укупно	бунари	сонде	укупно	бунари	сонде	укупно
1993.	0	47	47	0	0	0	0	0	0
1994.	0	47	47	0	8	8	0	0	0
1995.	0	39	39	0	1	1	0	0	0
1996.	0	38	38	0	2	2	0	0	0
1997.	0	36	36	0	11	11	0	0	0
1998.	0	25	25	0	2	2	0	4	4
1999.	0	27	27	0	2	2	0	0	0
2000.	0	25	25	0	0	0	0	0	0
2001.	0	25	25	0	0	0	0	0	0
2002.	0	25	25	0	0	0	0	0	0
2003.	0	25	25	0	2	2	0	0	0
2004.	0	23	23	0	0	0	0	26	26
2005.	0	49	49	0	7	7	0	0	0
2006.	0	42	42	0	15	15	0	0	0
2007.	0	27	27	0	2	2	0	0	0
2008.	0	25	25	0	2	2	0	0	0
2009.	0	23	23	0	0	0	0	27	27
2010.	0	50	50	0	8	8	0	0	0
2011.	0	42	42	0	8	8	0	4	4
2012.	0	38	38	0	4	4	0	2	0
2013.	0	34	34	0	1	1	0	0	0
2014.	0	30	30	0	3	3	0	0	0
2015.	0	30	30	0	3	0	0	0	0
2016.	0	27	27	0	4	4	0	0	0
2017.	0	25	25	0	0	0	0	2	2
2018.	0	25	25	0	17	17	0	0	0
2019.	0	8	8	0	2	2	0	8	8

3. ОПИС НАЧИНА ОСМАТРАЊА ПОДЗЕМНИХ ВОДА

Аутоматско мерење

Уређај за аутоматско читавање ниво подземне воде (такозвани "diver"), има могућност да прати осцилације нивоа у току сата, дана, недеље, месеца, све у зависности од временског интервала на који се програмира.

"Diver" је електронски уређај који је окачен на оптички кабл и уроњен у воду у сонди, до дубине за коју се сматра да неће бити нижих читавања. Оптички кабл је на горњем крају причвршћен за капу сонде.

Једном или више пута у току године могуће је прочитати податке са "divera" уз помоћ компјутерског програма "diver office".

Сонда у коју је уграђен "diver" мора имати познату коту "сталне тачке" која се уноси у програм "diver office" и на основу ње се добијају нивои подземних вода.

Осим нивоа подземне воде, "diver" мери и температуру и притисак подземне воде.

Уређај за аутоматско читавање ниво подземне воде "diver" има могућност да електронским путем шаље податке са мерног места ка модему, што значи да су најновији подаци увек доступни.

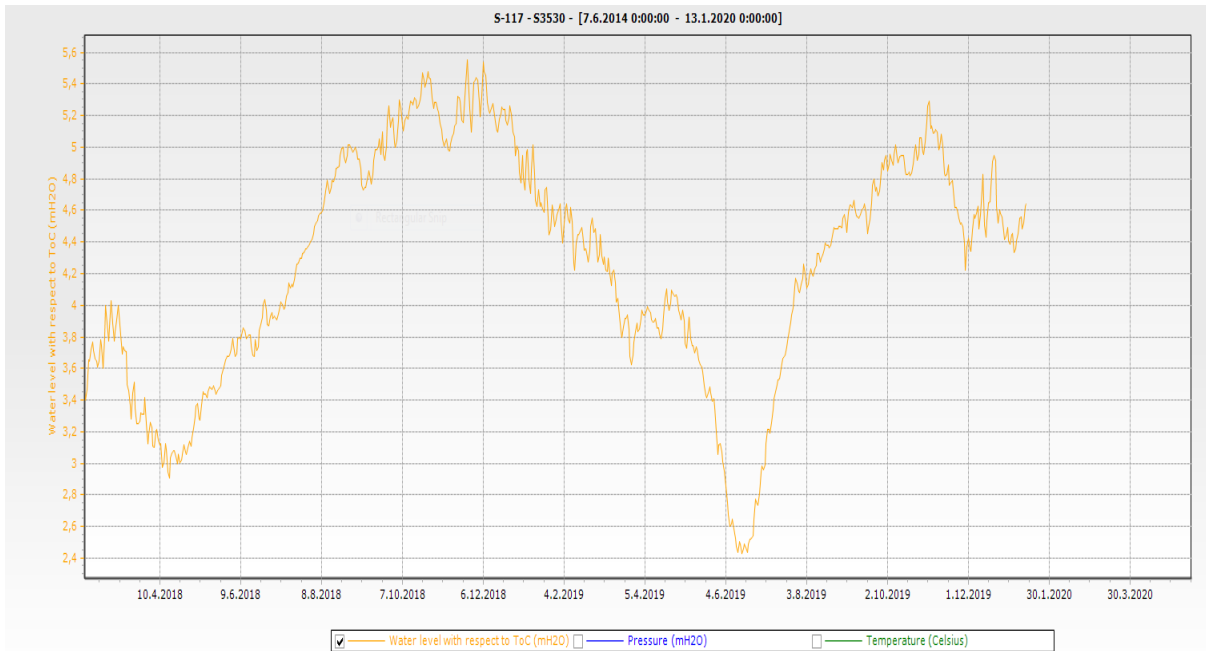
4. ОБРАДА ПОДАТАКА И НАЧИН ПРИКАЗА

Резултати осматрања у току године обрађени су графички за свако мерно место, а приказани су табеларно (табеларни приказ бр. 2) и нумерички. Екстремне и просечне вредности нивоа подземних вода дате су табеларно у прилогу број 1.

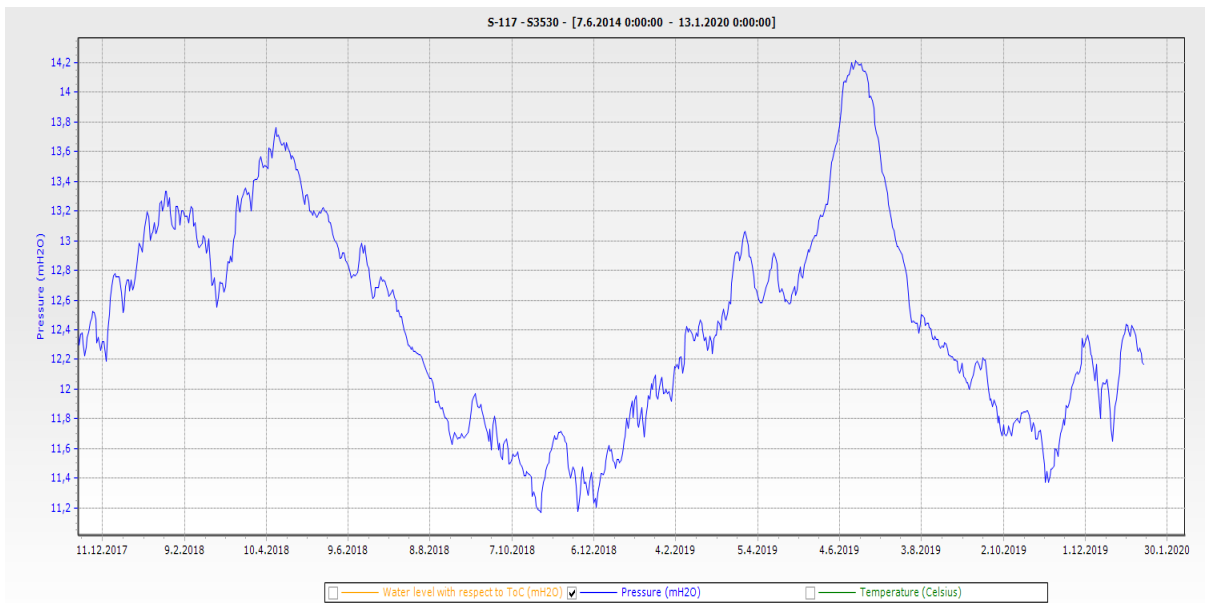
На графичким приказима број 3 и 4 дати су распоред и ознаке осматрачких места.

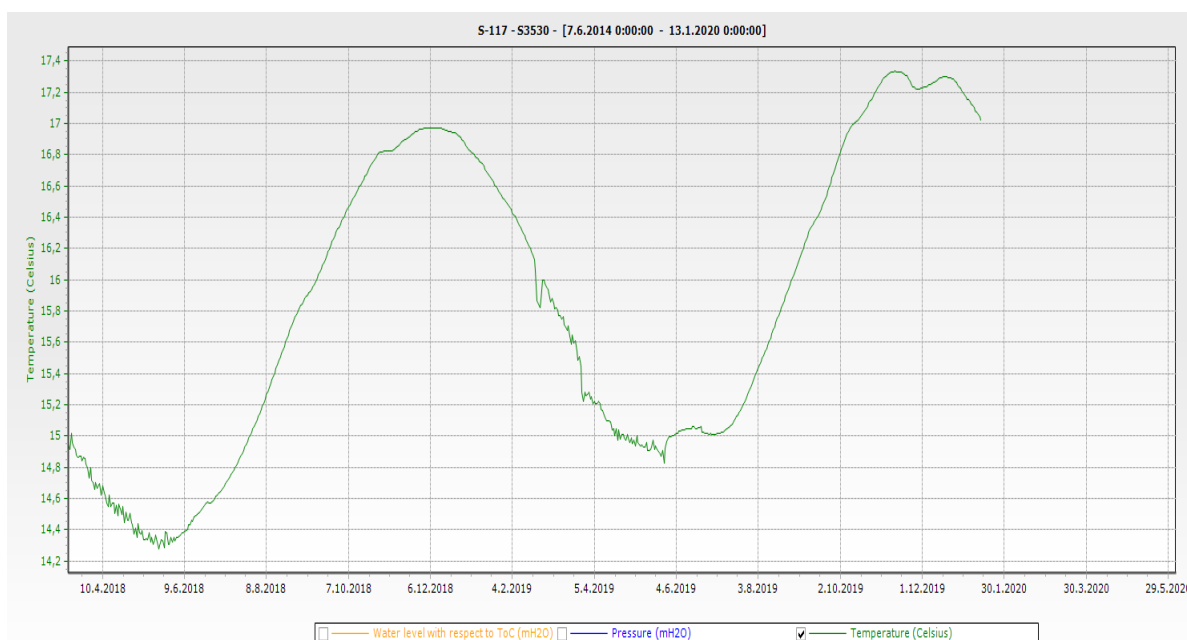
Имајући у виду да су се подземне воде аутоматски читавале на неким сондама једном дневно, а на неким сваких сат времена, определили смо се да укупно сумирани подаци буду приказани у табелама где се по месецима виде два читавања на почетку и на половини месеца.

На наредној слици приказан је дијаграм нивоа подземних вода у сантиметрима, мерено у односу на коту "сталне тачке" која за сонду С-140 износи 79,64 m н.м.



На наредним сликама приказани су дијаграми нивоа подземних вода у односу на коту "сталне тачке" притисак подземне воде (плава линија) и температура подземне воде (зелена линија).





5. КАРАКТЕРИСТИКЕ ДОСАДАШЊЕГ ПРАЋЕЊА НИВОА ПОДЗЕМНИХ ВОДА

На основу досадашњих резултата праћења кретања нивоа подземних вода могуће је уочити њихово осциловање како на ужем, тако и на ширем простору.

Што се тиче локалних промена нивоа подземних вода, оне су везане за краћи период, у трајању од једне до две године, и није их могуће унапред предвидети.

Веће осцилације нивоа подземних вода углавном је изазвао човек. Један од узрока ових појава јесу изворишта градског водоводног система. Пуштањем у рад изворишта "Штранд", дошло је до знатног снижења нивоа подземних вода у његовој непосредној близини, али и на знатно ширем простору. При изузетно неповољним хидролошким условима, ниском водостају Дунава и дужем бескишном периоду примећено је да се ниво подземних вода спустио чак за 15 m у односу на ниво пре пуштања у рад изворишта "Штранд". Овим је створен један депресиони левак који није трајног карактера с обзиром да временом долази до старења бунара на изворишту и смањења њихове издашности, што ће за последицу имати повећање нивоа подземних вода. Повећање нивоа подземне воде, односно, враћање неповољног нивоа највише ће се остварити после напуштања изворишта "Штранд".

Имајући све ово у виду приликом издавања услова за изградњу стамбених, пословних и других објеката у близини изворишта, и на простору где се његов утицај

осети, као меродавни максимални и минимални нивои узимају се установљени нивои подземних вода у периоду 1953-1966. године, тј. пре пуштања у рад изворишта "Шtrand".

6. ОСМАТРАЧКА МРЕЖА И КРЕТАЊЕ НИВОА ПОДЗЕМНИХ ВОДА У 2019. ГОДИНИ

Подземне воде у току 2019. године осматрале су се на укупно 18 мерних места.

Подземне воде мериле су се аутоматски на 18 сонди, али само са 14 мерних места било је могуће преузети резултате.

Сонде које су потпуно уништене у 2019. години су следеће: С147, С23, те се предлаже постављање нових сонди на тим местима.

Сонде које су поправљене у 2019. години су следеће: С4, П14, С101, С124, С144, С72, С142, С152.

На основу обраде, анализом добијених података, може се закључити да максимални и минимални нивои подземних вода не премашују вишегодишње осмотрене максималне и минималне нивое.

7. СМЕРНИЦЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ОСМАТРАЊА ПОДЗЕМНИХ ВОДА

Имајући у виду да је тренутно исправно свега 14 уређаја "diver", неопходно је што пре приступити поправци или замени постојећих уређаја који се налазе у сондама, као и реконструкцији постојећих сонди у циљу њихове заштите од физичког уништења.

Неопходно је све уређаје "diver" репрограмирати, на начин да бележе само једно читавање у току дана. Тренутно су уређаји програмирани да мере нивое подземне воде на један сат, што на годишњем нивоу износи око 8640 мерења за сваку појединачну сонду. Ова количина података оптерећује меморију уређаја и долази до проблема приликом читавања у смислу да није могуће преузети податке. Уређаји избацују грешку па се не читава ни један податак или се читавају спорадични подаци, за неки месец се прикажу, а за неки не. Потребно је такође преконтролисати и исправност батерија које се налазе у њима.

Имајући у виду да је Град Нови Сад 2014. године уградио 30 уређаја "diver" у сонде, а да их у 2019. години ради свега 14, упитан је њихов квалитет.

У претходних 5 година, уређаји су поправљани и ресетовани, међутим недопустиво је да их више од половине не ради.

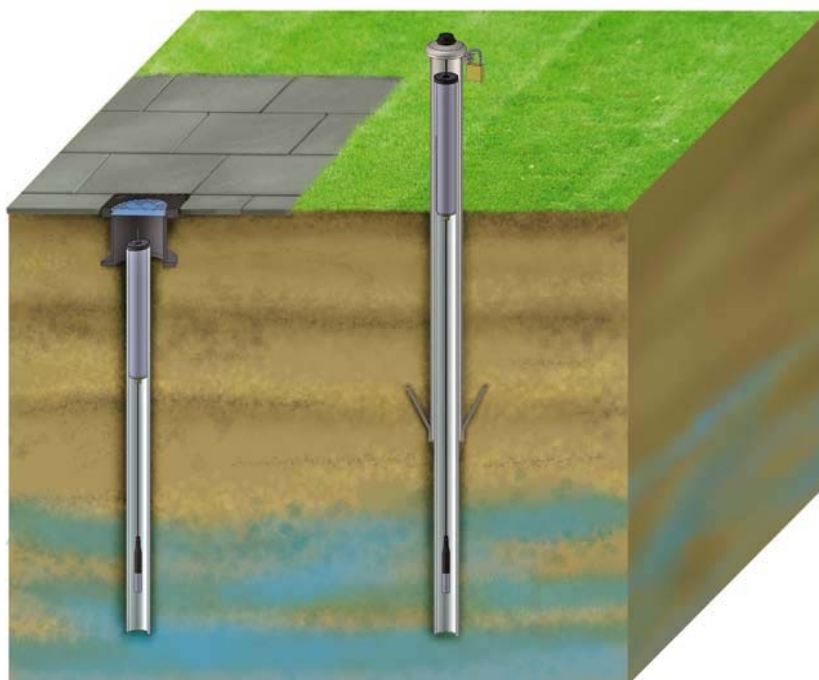
Приметно је да је део сонди и физички уништен и да не постоји на терену. Ово се дешава углавном на местима где се изводе грађевински радови у близини сонде или су саме сонде биле на мети вандала.

Како би се пијезометар физички заштитио од уништења и оштећења, препорука је да се надземни део пијезометра изради се од поцинкованих цеви пречника \varnothing 50 mm, висине 0,7 m, са капом која се закључава. На капама се монтира уређај за даљинско читавање нивоа подземних вода. Поцинкована цев на месту изласка из земље трба да буде обложена заштитним бетонским блоком димензија 40x40x40 cm, који је укопан у земљу.

На доњој слици приказан је пијезометар у улици Симе Милошевића, који је изведен на овај начин.



Друга опција би била да цев сонде нема наставак изнад земље, већ да буде у нивоу тротоара или травнате зелене површине. Овај вид сонди се препоручује се за урбана подручја, где је простор уређен и не очекују се нови грађевински радови и кретање тешке механизације. На наредној слици дат је пример сонде у нивоу тротоара, као и сонде са заштитниом поцинкованом цеви изнад терена.



Смернице везане за побољшање и унапређење осматрања подземних вода односиле би се и на повећање броја сонди на којима би се осматрале подземне воде и повећање броја сонди са аутоматским читавањем.

Препоручује се да се нове сонде реализују на простор града између Дунава и Канала ДТД, где је и најинтензивнија изградња.

У првој фази "diver" би се користио за мерење нивоа подземне воде, док би у другој фази могао да се користи и за праћење хемијског састава подземне воде.

Препорука је да се у сонде уграде и антенски одашиљачи, што би омогућило да се подаци свакодневно, аутоматски шаљу ка модему. Пристигли подаци могли би се поставити на интернет или ГИС-географски информациони систем и били би доступни свим заинтересованим лицима (пре свега пројектантима и извођачима грађевинских радова). Самим тим имао би се и бољи увид у функционисање "diver"-а. У случају да се неки од "diver"-а поквари, квар би се одмах могао констатовати.

8. ЗАКЉУЧАК

Градска управа за грађевинско земљиште и инвестиције требала би у што краћем року да ангажује одговарајућу фирму, која ће поправити или уградити нове уређаје "diver", пошто је тренутно на целом подручју Града Новог Сада исправно свега 14 уређаја.

Такође, требала би се испитати исправност сонди које су дале делимичне резултате мерења, као и сонде којима се не може приступити због квара на безбедносном катанцу или неприступачности на терену.

У наредном периоду добро би било физички заштити сонде од уништавања, а како је то предложено у поглављу 7.

На основу обраде, анализом добијених података са 14 сонди, може се закључити да максимални и минимални нивои подземних вода не премашују вишегодишње осмотрене максималне и минималне нивое.