

ПРЕДМЕТ: **Подземне воде у Новом Саду у 2014. год.**

ИНВЕСТИТОР: ЈП "Завод за изградњу града" Нови Сад

ОБРАЂИВАЧИ: Миодраг ЈОВКОВИЋ, дипл. инж. грађ.
Оља ТОЛМАЧ, дипл. инж. грађ.
Милан ШЕШУМ, дипл. математичар
Божидар ЧОБАНОВИЋ, грађ. техн.

ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ

МЕРИО: Божидар ЧОБАНОВИЋ, грађ. техн.

ТЕХНИЧКА

ОБРАДА: Божидар ЧОБАНОВИЋ, грађ. 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 2013. 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 2013. 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 2013. год.
4. Минималан ниво подземних вода у Новом Саду у 2013. год.

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 плављења 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 плављења 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 плављења 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.

У табели А дат је преглед броја осматрачких места по годинама у периоду праћења од 1953. закључно са 2014. годином.

Подземне воде у Новом Саду у 2014. год.

Преглед броја осматрачких места у периоду праћења (1953-2014)

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
1993.	0	47	47	0	0	0	0	0	0

Подземне воде у Новом Саду у 2014. год.

Преглед броја осматрачких места у периоду праћења (1953-2014)

Табела: А

година	Постојећа осматрачка места			Уништена осматрачка места			Нова осматрачка места и поправљена стара		
	бунари	сонде	укупно	бунари	сонде	укупно	бунари	сонде	укупно
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

3. ОПИС НАЧИНА ОСМАТРАЊА ПОДЗЕМНИХ ВОДА

Ручно мерење

Подземне воде се осматрају на мрежи мерних тачака углавном равномерно распоређених по читавој територији града.

Мерне тачке су сонде дубине од 8 до 20 m, а раније и копани бунари дубине од 8 до 25 m. Свако осматрачко место има "сталну тачку" одређену апсолутном котом од које се мери ниво подземне воде.

Дубина подземне воде, мерено од терена, добија се када се од очитане вредности, мерено од сталне тачке, одузме висина надземне конструкције осматрачког места.

За мерење дубине подземне воде користи се направа "пиштаљка" која реагује звучним сигналом при додиру са горњом површином подземне воде.

Дубина се очитава на најлон-концу који је издељен са тачношћу од 0,1 m са обешеном "пиштаљком" на крају конца.

Прикупљени годишњи подаци елаборирани су посебно за сваку годину, са освртом на карактеристике кретања подземних вода у тој години.

Аутоматско мерење

Уређај за аутоматско очитавање 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 очитавања. Оптички кабл је на горњем крају причвршћен за капу сонде.

Једном или више пута у току године могуће је очитати 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.

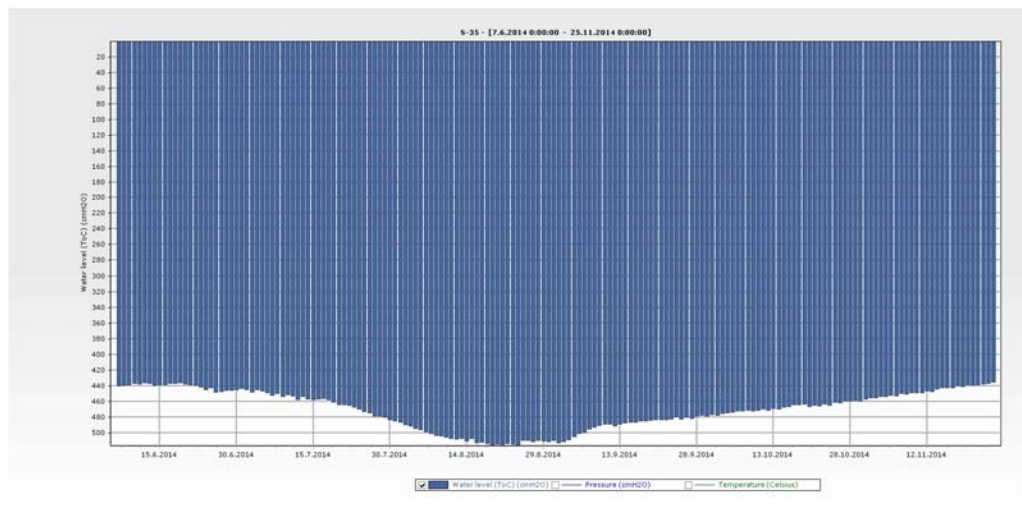
На графичким приказима број 3 и 4 дати су распоред и ознаке осматрачких места .

При обради годишњих екстремних вредности подземних вода, водило се рачуна о томе колико је било мерења на једном мерном месту у току једне године.

Имајући у виду да су се до јуна месеца подземне воде читавале ручно, а да су јуну уграђени уређаји за аутоматско читавање подземних вода у свим технички исправним сондама, определили смо се да укупно сумирани подаци буду приказани у табелама где се по месецима виде два читавања на почетку и на половини месеца.

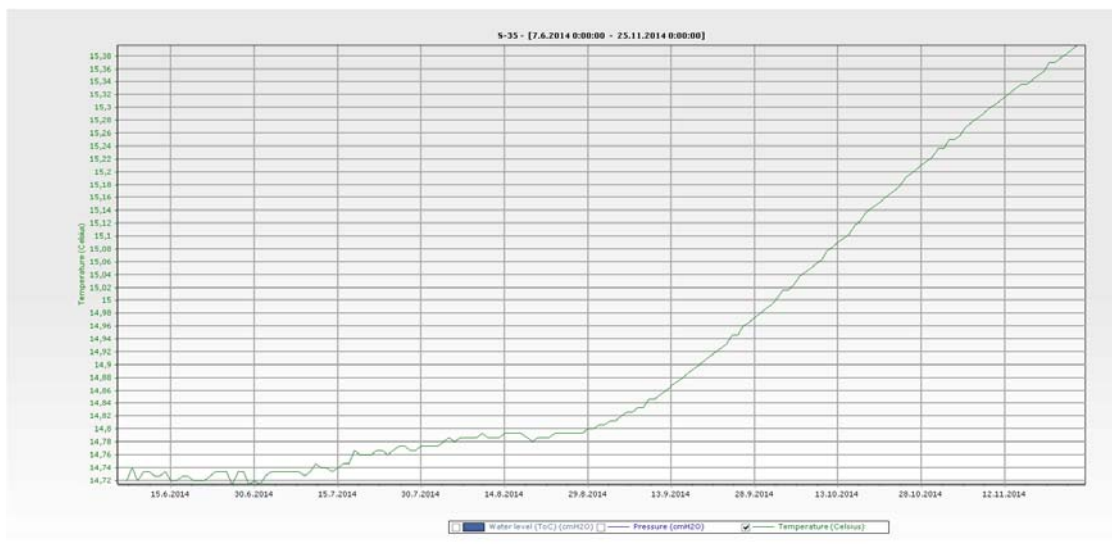
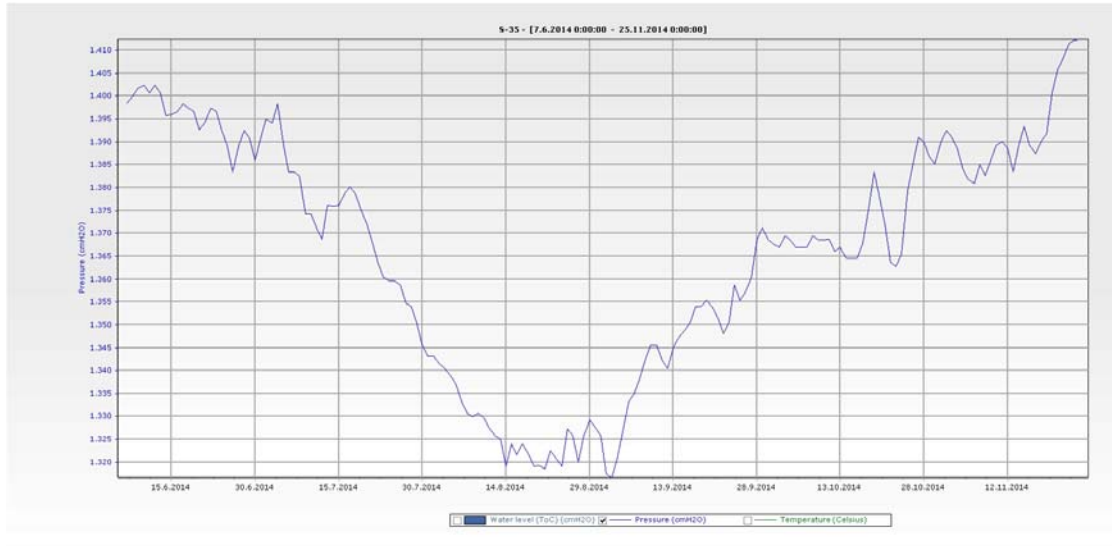
Програм „diver office“ има велике могућности приказа података, те ће од наредне године бити могуће очитане податке за целу годину представити на дијаграмима који се добијају из програма "diver office".

На наредној слици приказан је дијаграм нивоа подземних вода у сантиметрима, мерено у односу на коту "сталне тачке" која за сонду С-35 износи 79,31 m н.м.



Подземне воде у Новом Саду у 2014. год.

На наредним сликама приказани су дијаграми нивоа подземних вода у односу на коту "сталне тачке" (жута линија), 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 непоремећеног 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 "Штранд".

6. ОСМАТРАЧКА МРЕЖА И КРЕТАЊЕ НИВОА ПОДЗЕМНИХ ВОДА У 2014. ГОДИНИ

Подземне воде у току 2014. године у континуитету су се осматрале на укупно 30 мерних места.

У јуну месецу уграђено је 30 уређаја за аутоматско читавање подземних вода.

На сонди С 124 "diver" је уграђен 2013. године.

Подземне воде у другој половини 2014. године мериле су се аутоматски на свим технички исправним сондама.

Подземне воде у Новом Саду у 2014. год.

Сонда С 26, на Булевару Ослобођења, код броја 69 је оштећена. "Diver" је пронађен у сонди, донет је у просторије ЈП"Урбанизма" и могуће га је уградити или у исту сонду (уз претходну поправку сонде) или у неку другу.

Неки "diver"-и су програмирани да читавају податке једном дневно, што је сасвим задовољавајући податак имајући у виду да осцилације нивоа подземних вода нису брзо промењиве, односно ради се о дуготајнијем процесу.

Сонде П 14, С 139, С 142, С 144, С 36, С 4, С 72, С 73, С 9 и С 97 програмиране су да податке читавају на сваких сат времена. Препорука је да се период читавања повећа на 24 часа, односно једном дневно.

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

Подземне воде у току 2014. године биле су незнатно више у односу на претходне године, то се може приметити код минималних вредности, што је директна последица честих атмосферских падавина и влажности тла.

7. СМЕРНИЦЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ОСМАТРАЊА ПОДЗЕМНИХ ВОДА

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

Искуства са сондама, у којима је уграђен уређај за даљинско читавање "diver", изузетно су позитивна.

Особа која мери подземне воде једном у току године преузме податке са "divera" за претходни период. Овим се постиже знатна уштеда имајући у виду да, у случају ручног мерења, особа која то ради мора 24 пута годишње да обиђе сваку сонду.

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 антенски одашиљачи уграде у постојећих 30 сонди, 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 бити би доступни свим заинтересованим лицима (пре свега пројектантима и извођачима грађевинских радова).

8. ЗАКЉУЧАК

Уређаји за аутоматско читавање показали су се као веома практични, па се као закључак намеће да је аутоматско читавање подземних вода неизбежна будућност и потреба, те би, у складу са расположивим средствима, ЈП"Завод за изградњу Града" требало да набави већи броја уређаја за даљинско читавање у наредним годинама, како би се број осматрачких места повећао.

**ГРАФИЧКИ И ТАБЕЛАРНИ ПРИКАЗ
ОСМОТРЕНИХ НИВОА ПОДЗЕМНИХ ВОДА**