

ПРЕДМЕТ: **Подземне воде у Новом Саду у 2011. год.**

ИНВЕСТИТОР: ЛП "Завод за изградњу града" Нови Сад

ОБРАЂИВАЧИ: Миодраг ЈОВКОВИЋ, дипл. инж. грађ.
Оља ТОЛМАЧ, дипл. инж. грађ.
Милан ШЕШУМ, дипл. математичар
Милка ПОША, дипл. фил.
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 2011. 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 2011. 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 2011. год.
4. Минималан ниво подземних вода у Новом Саду у 2011. год.
5. Преглед осматрачких места у 2011. 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 2011. годином.

Подземне воде у Новом Саду у 2011. год.

Преглед броја осматрачких места у периоду праћења (1953-2011)

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 2011. год.

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	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

У 2010. год. у сонду С138 уграђен је уређај за аутоматско очитавање ниво подземне воде (такозвани "diver"), који 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.

4. ОБРАДА ПОДАТАКА И НАЧИН ПРИКАЗА

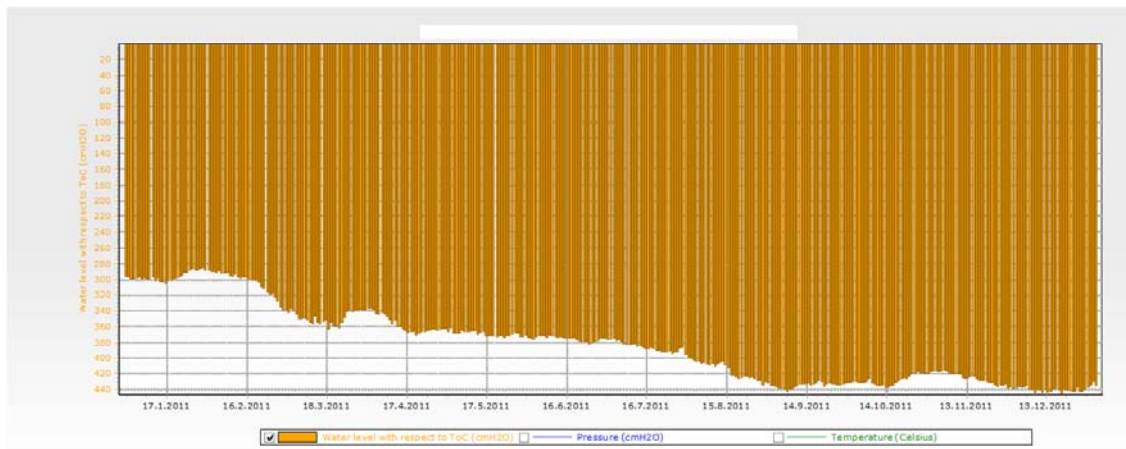
Резултати месечних осматрања у току године обрађени су графички за свако мерно место (графички приказ бр. 2), а приказани су табеларно и нумерички. Екстремне и просечне вредности нивоа подземних вода дате су табеларно у прологу број 1.

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

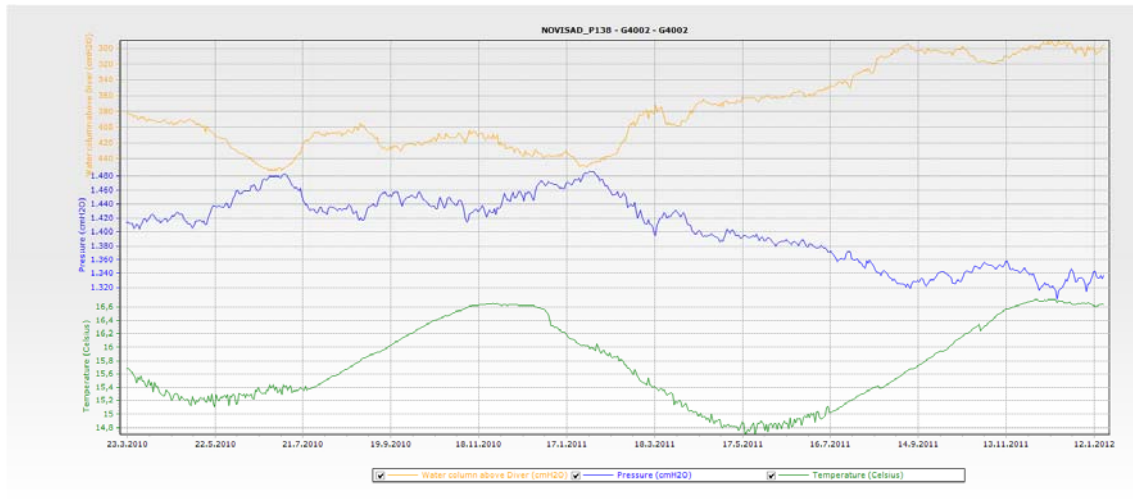
При обради годишњих екстремних вредности подземних вода (табела број 1), водило се рачуна о томе колико је било мерења на једном мерном месту у току једне године.

Сонда С138, на којој су се подземне воде мериле аутоматски, графички је обрађена као и све остале сонде, с тим да програм „diver office“ има велике могућности приказа података. На доњим сликама приказани су неки од дијаграма који се добијају из овог програма.

На наредној слици приказан је дијаграм нивоа подземних вода у сантиметрима, мерено у односу на коту "сталне тачке" која за сонду С138 износи 77,92 m н.м.



На наредној слици приказан је дијаграм нивоа подземних вода у односу на коту "сталне тачке" (жута линија), притисак подземне воде (плава линија) и температура подземне воде (зелена линија).



На основу укупне обраде података на графичком приказу број 3 и 4 дати су максимални и минимални нивои подземних вода у 2010. години преко изохипси.

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 2011. ГОДИНИ

Подземне воде у 2011. години осматрале су се на 42 мерна места.

У току године загушене су сонде С 72, С 122 и С 145, док су сонде С 116 и С 36 заблиндиране.

Сонде које су обновљене у току 2009. год. направљене су тако да је надземни део пијезометра од поцинкованих цеви пречника $\varnothing 50$ mm и висине 0,7 m, са капом која се закључава катанцем. На сондама С 99, С 142 и С 149 катанци су механички оштећени и није их могуће откључати.

Из свега горе наведеног произилази да ће се подземне воде на територији града Новог Сада у 2012. години осматрати на укупно 34 мерна места.

Вишегодишња пракса праћења кретања подземних вода подразумева да се сваког 1 и 15 у месецу чита ниво на свакој сонди, међутим у 2011. години било је више техничких потешкоћа које нису дозволиле да се одржи континуитет осматрања у току целе године.

Због квара теренског возила подземне воде нису осмотрене у току јануара и марта, у току августа због годишњег одмора радника који мери подземне воде, док се у новембру покварио уређај за читавање т.з. "пиштаљка".

ЈП"Урбанизам" је у новембру купио нови уређај за читавање подземних вода међутим, већ при првом одласку на терен уређај се покварио, те је враћен на поправку.

Због квара старог уређаја, набавке новог и његове поправке, подземне воде нису осмотрене у току новембра и првој половини децембра.

Од предвиђених 24 мерења у току 2011. године извршено је 15 мерења, што је било довољно за формирање карти максималних и минималних нивоа подземних вода.

Подземне воде у Новом Саду у 2011. год.

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.

Генерално, у поређењу са претходним годинама, подземне воде у току 2011. године су биле ниже. Овакви резултати су директна последица природних хидролошких појава, мале количине падавина и изузетно ниског нивоа Дунава.

7. СМЕРНИЦЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ОСМАТРАЊА ПОДЗЕМНИХ ВОДА

Смернице везане за побољшање и унапређење осматрања подземних вода односиле би се, пре свега, на аутоматизацију, односно на повећање броја сонди са даљинским читавањем.

Искуства са огледне сонде С138, у коју је уграђен први уређај за даљинско читавање "diver", изузетно су позитивна. Уређај је био подешен тако да сваког дана у 12 h прочита ниво подземне воде. Осим нивоа, он је мерио и температуру и притисак подземне воде.

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.

8. ЗАКЉУЧАК

Уређај за аутоматско читавање показао се као веома практичан, 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 почне са набавком већег броја уређаја за даљинско читавање у наредним годинама.

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