

Екол, зашт., живот. сред	Tom.	Број	Стр.	Скопје
Ekol. zast. život. sred..	1	1-2	1 -123	1993
	Vol.	No	pp.	Skopje

Примено во редакцијата:
7 октомври 1992

ISSN 0354-2491
УДК 55631.023: 6283.034.2(497.17)
оригинален научен труд

УТВРДУВАЊЕ НА ВЛИЈАНИЕТО НА ПОЕДИНИ ИНДУСТРИСКИ КАПАЦИТЕТИ ВРЗ КВАЛИТЕТОТ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ, ПРИМЕНУВАЈЌИ ИЗОТОПСКИ И ДРУГИ РЕЛЕВАНТНИ ТЕХНИКИ

Тодор Д. АНОВСКИ², Зоран Љ. БОЖИНОВСКИ¹, Виктор Н. ПОПОВ¹,
Небојша С. ЈОВАНОВСКИ¹, Бисерка Н. МИНЧЕВА¹,
Андреа Ј. ЈОНОСКИ³ и Зоран П. КАРАМАНОЛЕСКИ⁴

¹Центар за примена на радиоизотопи во науката и стопанството
п.ф. 274,91000 Скопје, Македонија

²Технолошко-Металуршки Факултет, п.ф. 580
Скопје, Македонија

³Градежен институт „Македонија“, Скопје, Македонија

⁴Републички хидрометеоролошки завод, Скопје, Македонија

ИЗВОД

Применувајќи хидрогеолошки, хидролошки и изотопско-хемиски истражувања, воведена е методологија на истражување на влијанието на поедини индустриски објекти врз квалитетот на локалните подземни води, низ конкретен пример на локацијата - бунари Драчево, Скопје.

Клучни зборови: Генеза, квалитет на подземни води, трасирање, транспорт на полутанти,

ABSTRACT

By application of hydro geological, hydrological and isotope-chemical researches, methodology for investigation the influence of certain industrial objects on the quality of local underground waters, through concrete instance on locality - Dracevo, Skopje wells, has been involved.

Key words: Genesis, quality of underground waters, tracing, transport of pollutants

ВОВЕД

Реонот Драчево-Лисиче-Депонија (Сл. 1) се наоѓа во југоисточниот дел на градот Скопје, во алувиумот на вардарската тераса на чии ободи се лоцирани повеќе индустриски објекти (ОХИС-Органско хем. индустрија Скопје, Цементарница, Стактарница и други) и станбени населби (Лисиче, Драчево, с. Г. и Д. Лисиче) и се одликува со релативно голема издашност на подземните води. Црпењето на локалните подземни води е наменето како за индустриските капацитети (технолошка вода), црпните станици Лисиче 1 и 2 и бунарот на ИГМ "Партизанка" - Драчево, така и за наводнување на локалното земјиште (одгледување на градинарски култури), а до 1989 год. и за

снабдување на локалните населби со вода за пиење, преку бунарите Б-1, Б-2 и Б-3 во Драчево, на „Комуналец“ од Скопје. Во овој реон повремено се користи и водата од р. Вардар како вода за наводнување на крајбрежното подрачје.

Соочени со проблемот на контаминација на подземните води на бунарите на „Комуналец“ во Драчево, со тилор и тетрахлоретилен, иницирани се и реализирани покрај другото, и геолошки, хидрогеолошки, хидролошки, изотопски, трасерски и физичко-хемиски испитувања, се со цел да се идентификуваат и укаже на изворноста на поедините контаминенти и степенот на контаминацијата.

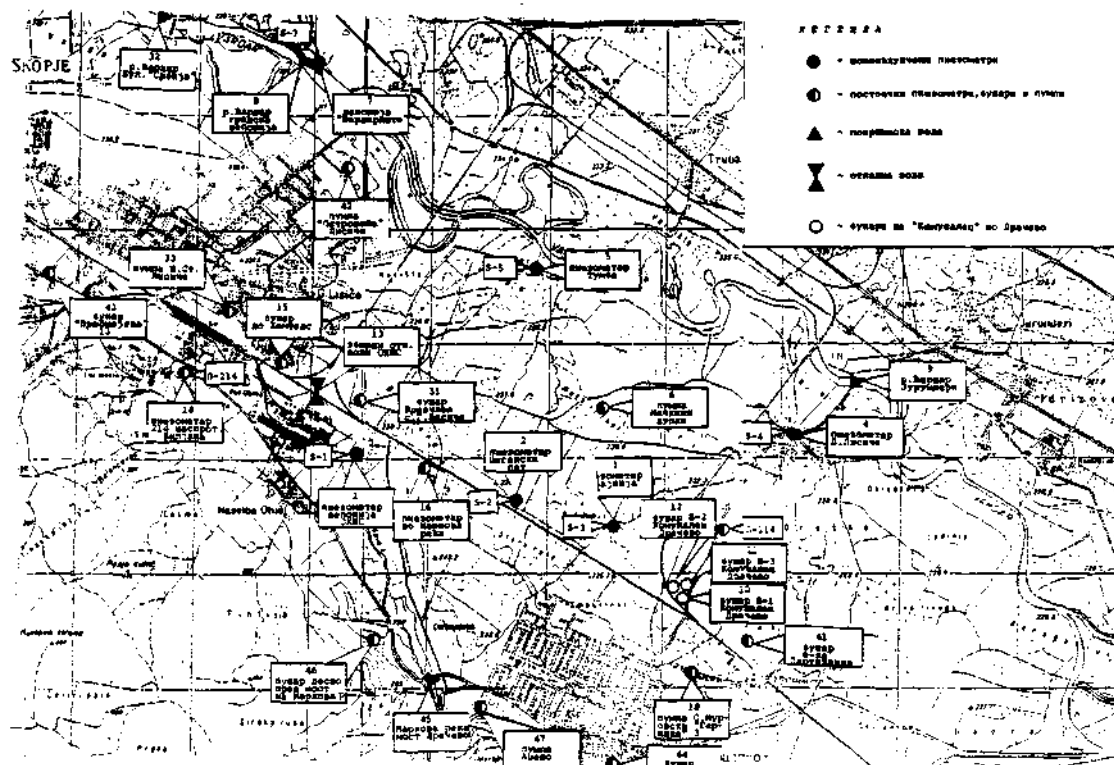
Тодор Д. АНОВСКИ, Зоран Љ. БОЖИНОВСКИ, Виктор Н. ПОПОВ, Небојша С. ЈОВАНОВСКИ, Бисерка Н. МИНЧЕВА, Андреа Ј. ЈОНОСКИ и Зоран П. КАРАМАНОЛЕСКИ, Екологија и заштита на животната средина

МЕТОДОЛОГИЈА И ОБЕМ НА ИСТРАЖУВАЊЕ

Хидрогеолошки истражувања

За да се определат геолошките односи и филтрационите карактеристики на поедините слоеви од испитуваното земјиште и карактеристиките на подземниот воден ток, извршено е дупчење на 6 (шест) дупнатини со

вкупна должина од 54 м од кои: S-1-18 м (мерно место бр. 1); S-2-16 м (мерно место бр. 2); S-3-14 м (мерно место бр. 3); S-4-10 м (мерно место бр. 4); S-5-12 м (мерно место бр. 5) и S-7-14 м (мерно место бр. 7), (Сл. 1.)



Сл. 1. Преглед на узоркувачки места

Локалност-Бунари. -Драчево.СКОПЈЕ

Fig. 1. Review of sampling points

Locality:-Wells, -Dracevo, Skopje

Хидролошки истражувања

Со цел да се определат меѓусебните можни влијанија и комуникации помеѓу р. Вардар и подземните води, следено е нивото на водите во пиезометрите од мерните места 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7, како и нивото на реката Вардар на профилот

Јурумлери, кое е во линија со пиезометарот од мерно место бр. 4, односно пиезометарот 114 (РХМЗ) и бунарите Б-1, Б-2 и Б-3 на „Комуналец“ во Драчево (Сл. 1.).

Изотопски истражувања

Со овие испитувања беа опфатени определувањата на содржината на природните изотопи ^{18}O и ^3H во површинските и подземните води, кои треба да укажат на потеклото и

механизмот на прихранување на локалните подземни води од интерес. За определувањето на содржината на природните изотопи користени се соодветни техники и методи¹²⁻³¹.

Квалитет на води

Со цел да се дефинира квалитетот на водите во реонот од интерес, испитувани се покрај подземните, и локалните површински води (Сл. 1.)- На земените примероци на вода при самото узоркување и во лабораторија извршени се мерења

и испитувања на содржината на параметрите, кои треба да го дефинираат квалитетот на водите и тоа:

- Органолептички и физички показатели

- Параметри кои го дефинираат кислородниот режим
- Минерални показатели
- Санитарно токсични и други специфични показатели
- Содржината на трихлоретилен и тетрахлоретилен
- Полихлорирани бифенили
- Органохлорни инсектициди
- Органофосфорни пестициди
- Винилни мономери

Покрај користењето на стандардните методи за определување на параметрите ^{19,56,7,8/}, користена е и хидридна техника на AAS за определување на жива, како и HS (HEAST SPACE) техники за детекција на винилни мономери развиени за овие истражувања.

Моделни трасерски сорпциско - десорпциски испитувања

Со цел да се утврдат можните брзини на транспорт на поедините полутанти во аквиферот, беа спроведени лабораториски трасерски сорпциско-десорпциски испитувања. Самиот лабораториски експеримент се засновува на изработка на моделна колона со јадро од аквиферот

од подрачјето од интерес, при што се употребувани како органски (натриум флуоресцеин), така и неоргански (NaCl) трасери. Во пресметките користена е следната диференцијална транспортна равенка ^{19,10/}:

равенка

$$D_L \cdot \frac{\delta C}{\delta l^2} - \bar{V}_L \cdot \frac{\delta C}{\delta l} + \frac{\rho_b}{n} \cdot \frac{\delta S}{\delta t} = \frac{\delta C}{\delta t} \quad (1)$$

каде што се употребени следните означувања:

$D_L = b \cdot V_1 + D^*$ [$m^2 \cdot s^{-1}$] - коефициент на дисперзија

b , [m] - динамичка дисперзивност

D^* [$m^2 \cdot s^{-1}$] - коефициент на дифузија

$V_1 = V_1 \cdot n^{-1}$ [$m \cdot s^{-1}$] - средна брзина на флуидот низ шуплините на средината

V_1 [$T \cdot s^{-1}$] - брзина на флуидот низ вкупниот попречен пресек на средината

n - степен на порозитет на средината

C [$kg \cdot m^{-3}$] - концентрација на полутантот во флуидот

P_b [$kg \cdot m^{-3}$] - густина на полниот дел од шупликавата средина

S - маса на полутантот адсорбиран по единична маса на полниот дел од порозната средина

l [m] - координата (може да биде криволиниска)

t [s] - време

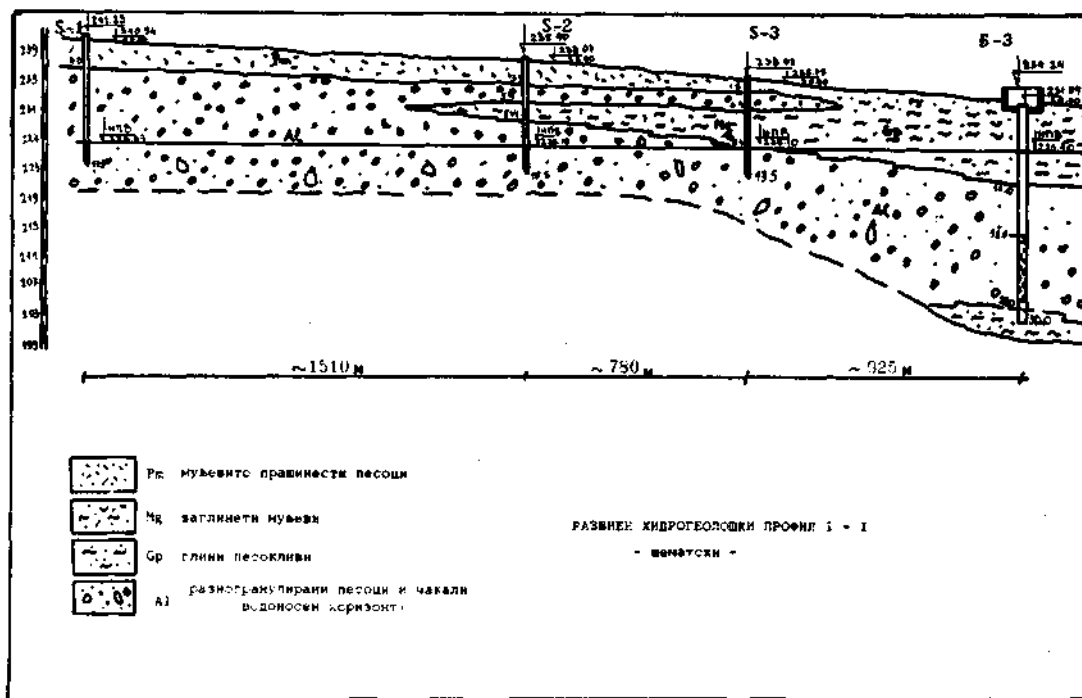
РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Хидрогеолошки истражувања

Сите новоизведени дупнатини навлегуваат во алувиалната тераса на реката Вардар. Поради тоа низ хидрогеолошкиот профил, по длабочина, како најзастапени материјали се јавуваат песокливи чакали, чакалести песоци и чакали, со

различен литолошки состав (кварц, гнајс, варовник, шкрилец), со коефициенти на филтрација

$K = 9,5 \cdot 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-3} m s^{-1}$ (Сл. 2.).



Сл. 2. Хидрогеолошки профил А-А

Fig. 2. Hydrogeological profile A-A

Хидролошки карактеристики на реката Вардар и подземните води

Во текот на истражувачкиот период, водостојот на реката Вардар во с. Јурумлери осцилираше помеѓу $H=74$ см и $H=276$ см, со средна вредност од $H_{cp}=131$ см.

Слични на осцилациите на р. Вардар регистрирани се и осцилации на подземните води.

Изотопски истражувања

Подземните води на локалитетот ОХИС - Драчево се на контакт на инфилтрирани подземни води од р. Вардар и позадинските води, чии зони на хранење се од надморски височини сса 1500 м, па оттаму со нивни меѓувредности од $10,1 \pm 0,2\%$ v. SMOW (SMOW - Standard Mean Ocean Water, Меѓународно прифатен стандард).

што укажува на нивните комуникации и можни меѓусебни влијанија. Добиените хидраулични градиенти укажуваат на правец на движење на подземните води паралелен со р. Вардар.

Добиените резултати од тритиумски анализи укажуваат на зголемено транзитно време на подземните води на потегот ОХИС - бунарите на „Комуналец“ во Драчево (Таб. 1.).

Таб. 1. Содржината на природните изотопи $b^{18}O$ и 3H во водите од локалитет Драчево - Депонија
Tab. 1. Content of natural isotopes $b^{18}O$ and 3H in waters on locality Dracevo - Depot

Узоркувачко место	$\delta^{18}O$ [‰ v. SMOW]			3H A (T.E.)
	VIII. '90	X. '90	III. '91	V. '91
1. Пиез. - депонија ОХИС	6	6	-11.02	12.2 ± 2.5
2. Пиез. - Цигански пат	-11.28	-11.26	-11.09	21.6 ± 2.9
3. Пиез. - Бабајлија	-10.26	-10.26	-10.18	6
4. Пиез. - Д. Лисиче	-11.42	-11.44	-11.30	11.0 ± 2.6
5. Пиез. - Тумба	-10.06	-10.03	-9.92	6
6. Пумпа - Мачкини дупки	-10.06	-10.03	-9.95	13.7 ± 2.6
7. Пиез. - Деп. Вардариште	-9.88	-9.85	6	6
8. р. Вардар - Градска деп.	-11.96	-12.02	-11.77	6.0 ± 2.5
9. р. Вардар - Јурумлери	6	-11.59	-11.47	8.8 ± 2.5
10. Бунар Б-1; Драчево	6	6	-10.06	26.5 ± 3.0
11. Бунар Б-3; Драчево	6	6	-10.19	26.4 ± 2.9
12. Бунар Б-2; Драчево	-9.69	6	-9.81	24.2 ± 3.0
13. Отпадни води ОХИС	-13.39	-13.07	-11.82	6
14. Пиез. - 214; „Билјана“	-10.85	-10.87	-10.68	11.3 ± 3.0
15. Бунар до „Хемтекс“	-10.95	-10.97	6	6
16. Пиез. до р. Маркова	6	-11.40	-11.12	6
18. Пумпа „Герника“ 3	6	6	-10.08	6
31. Бунар Бревчиња	-9.64	-9.64	-9.58	6
32. р. Вардар бул. Србија	-11.95	-12.01	-11.80	6
33. Пумпа жел. ст. Лисиче	-10.00	-10.00	-9.99	6
41. Бунар ул. „Партизанска“	6	6	-9.57	6
42. Пумпа ул. „Островска“	6	6	-10.20	6
43. Бунар ул. Првوماјска	6	6	-10.42	6
44. Бунар на Жежовци	6	6	-10.01	10.8 ± 2.6
45. Мост - Маркова р.	6	6	-9.73	6
46. Бун., мост - Маркова р.	6	6	-9.55	6
47. Пумпа Ацево	6	6	-9.74	6
р. Вардар В. Болница	6	6	6	12.9 ± 2.6

6 - не е одредувано

Квалитативните и квантитативните карактеристики на водите од р. Вардар и локалните подземни води

Во реката Вардар на сите испитувани мерни места и во двете серии има присуство на комунални и индустриски отпадни материи и

покажува квалитет најчесто, од втора до трета класа. (Таб. 2.).

Таб. 2. Содржина на испитувани параметри во $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ од узоркувачки места: бр. 8 (р Вардар-Градска депонија) и бр. 13 (збирни отпадни води ОХИС)
 Tab. 2. Content of examined parameters in $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ from sampling points: No. 8, (r. Vardar-City depot) and No. 13 (collective waste water OHIS)

СЛЕДЕНО СОЕДИНЕНИЕ	МДК* Вода пиење	МДК** Повр. вода	Измерени концентрации	
			М. Место бр. 8 (од-до)	М. Место бр. 13 (од-до)
1, 1 - ДИХЛОРЕТЕН	а	а	ПГД	0.0004+0.072
ЈАГЛЕНТЕТРАХЛОРИД	а	0.3	ПГД	≤ 0.0002
ТРИХЛОРЕТИЛЕН	0.03	10.0	≤ 0.0006	0.015+1.4776
ТЕТРАХЛОРЕТИЛЕН	0.01	а	0.0009+0.001	> 0.05+0.5923
1, 1, 1 - ТРИХЛОРЕТАН	а	а	ПГД	ПГД
ХЕКСАХЛОРБЕНЗОЛ	10^{-5}	0.05	ПГД	ПГД >0.05
АЛФА - ХЕКСАХЛОР- ЦИКЛОХЕКСАН (ХЦХ)	0.005	1.0	ПГД	0.0086+ > 1.0
БЕТА - ХЦХ	0.005	1.0	ПГД	0.2466+ > 1.0
ДЕЛТА - ХЦХ	0.005	1.0	0.0077	≤ 0.013
ТЕХНИЧКИ - ХЦХ	0.005	1.0	0.0077	0.2682+ > 1.0
ГАМА - ХЦХ (ЛИНДАН)	0.003	а	0.0055	0.01+ > 1.0
ВКУПНО КАКО ДДТ	0.001	0.1	ПГД	ПГД
ВИНИЛ АЦЕТАТ	а	0.2	0.233	<0.1
АКРИЛО НИТРИЛ	а	2.0	<0.1	<0.1+0.73
МЕТИЛАКРИЛАТ	а	а	1.433	2.865+95.5
ПОЛИХЛОРИРАНИ БИФЕНИЛИ	а	а	ПГД	0.00006
Hg (ЖИВА)	0.001	0.001	<0.001+0.0025	0.02+0.04
ХЛОРОФОРМ	0.03	а	≤ 0.0008	0.0005+0.0029
БРОМОФОРМ	а	а	ПГД	0.01+0.0162
ДИХЛОР БРОМ МЕТАН	а	а	ПГД	0.0002+0.0012
ДИБРОМ ХЛОР МЕТАН	а	а	ПГД	0.0005+0.0014

а - не е пропишано со закон МДК* - редовни прилики
 ПГД -Под граница на детекција МДК** - трета и четврта класа

Квалитетот на испитуваните подземни води се движи во рамки од прва до трета класа со извесни отстапувања кај некои пиезометри во содржината на цинк, органолептички особини и

содржина на поедини органски полутанти особено при ниски водостои, а со тоа и ниско ниво на подземни води (НПВ) особено во есен. (Таб.3.)

Таб. 3. Содржината на испитувани параметри во мг.1-1 од узоркувачки места: бр.3 (Пиезометар, Бабајлија) в бр. 12 (Бунар Б-2, „Комуналец“-Драчево)
 Tab. 3. Content of examined parameters in mg.1-1 from sampling points: No. 3, (Piesometer, Babajlija) and No. 12 (B-2 Well, „Komunalec“-Dracevo)

СЛЕДЕНО СОЕДИНЕНИЕ	МДК* Вода пиење	МДК** Повр. вода	Измерени концентрации	
			М. Место бр. 3 (од-до)	М. Место бр. 12 (од-до)
1,1 - ДИХЛОРЕТАН	а	а	< 0.0038	0.0006 : 0.0008
ЈАГЛЕНТЕТРАХЛОРИД	а	0.3	< 0.00003	< 0.0003
ТРИХЛОРЕТИЛЕН	0.03	10.0	0.027 : 0.8744	0.010 : 0.0106
ТЕТРАХЛОРЕТИЛЕН	0.01	а	0.006 : 0.0363	0.0007 : 0.004
1,1,1 - ТРИХЛОРЕТАН	а	а	< 0.0006	< 0.0008
ХЕКСАХЛОРБЕНЗОЛ	10 ⁻⁵	0.05	ПГД : > 0.05	ПГД
АЛФА - ХЕКСАХЛОР- ЦИКЛОХЕКСАН (ХЦХ)	0.005	1.0	0.0036 : > 1.0	ПГД
БЕТА - ХЦХ	0.005	1.0	0.0892 : > 1.0	ПГД
ДЕЛТА - ХЦХ	0.005	1.0	< 0.0047	ПГД
ТЕХНИЧКИ - ХЦХ	0.005	1.0	0.0912 : > 1.0	ПГД
ГАМА - ХЦХ (ЛИНДАН)	0.003	а	0.0036 : > 1.0	0.0031
ВКУПНО КАКО ДДТ	0.001	0.1	< 1.0	0.000147
ВИНИЛ АЦЕТАТ	а	0.2	ПГД	< 0.1
АКРИЛО НИТРИЛ	а	2.0	< 0.1 : 0.48	0.56
МЕТИЛАКРИЛАТ	а	а	1.242 : 23.875	0.19
ПОЛИХЛОРИРАНИ				
БИФЕНИЛИ	а	а	б	ПГД
Hg (ЖИВА)	0.001	0.001	< 0.001 : 0.002	0.00025 : 0.002
ХЛОРОФОРМ	0.03	а	< 0.0011	< 0.0005
БРОМОФОРМ	а	а	ПГД	ПГД
ДИХЛОРБРОММЕТАН	а	а	ПГД	ПГД
ДИБРОМХЛОРМЕТАН	а	а	ПГД	ПГД

а -не е пропишано со закон МДК* -редовни прилики
 ПГД -под граница на детекција МДК** -трета и четврта класа
 б -не е одредувано

Моделни трасерски сорбциско - десорбциски испитувања пресметување на времето на патување на можните полутанти

За потегот S-1=> S-2 => S-3 => Б-3 добиена е средна вредност на брзината на подземниот ток $V = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. АКО се земе средната вредност добиена за а од колоните каде што беа применети флуоресцеин и NaCl, како трасери, ќе се добие вредност $a = 0,0985 \text{ м}$. Од равенката бр. 1 и од пресметаната средна брзина се добива средна вредност за D на потегот S-1 => Б-3 од $2,07 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$.

За претпоставено време на почеток со контаминација од t=30 години и локалитет мерно место 13 и S-1, до овој момент повеќето од полутантите би поминале пат од околу 2000 м во правец на бунарите во Драчево.

ЗАКЛУЧОЦИ

Врз основа на изведените хидрогеолошки, хидролошки, физичко-хемиски, изотопски и сорпциско-десорпциски испитувања и добиените

резултати за реонот Драчево-Лисиче-Депонија, Скопско, може да се заклучи следното:

1. Водоносните слоеви од хидрогеолошкиот профил се изградени од материјали кои припаѓаат на алувијалната тераса на р. Вардар. Тие се карактеризираат со добри филтрациони карактеристики, изразени преку релативно високиот коефициент на филтрација, кој се движи во границите од $K=5,0 \cdot 10^{-1} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ до $K=9,5 \cdot 10^{-4} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

2. Подземните токови главно имаат правец паралелен со р. Вардар со средна брзина сса $0,2 \text{ m/ден}$, со повремени прихранувања на подземните води од р. Вардар и обратно, (особено во пролет кога е висок водостојот на подземните води).

3. Подземните води на регионот Драчево-Лисиче-Депонија се контаминирани над МДК* со следните соединенија:

- трихлоретилен и тетрахлоретилен
- хексахлорциклохексан со неговите изомерни форми
- винилни мономери

Иако некои од овие контаминанти се регистрирани дури и во концентрации над МДК* во р. Вардар и подземните води возводно од испитуваниот регион (трихлоретилен во мерно место бр. 42 е нешто повеќе од МДК*; линдан, технички НСН и испитуваните винилни мономери во р. Вардар, мерно место бр. 8 над МДК*), појавата на значително повисоки концентрации на винилни мономери во мерно место бр. 31; трихлоретилен, тетрахлоретилен, б-НСН, акрилонитрил и метилакрилат во мерното место бр. 3, упатуваат на локална изворност (депонија на НСН во ОХИС, погоните на ОХИС и колектирани отпадните води

- мерно место бр. 13)

4. Испитуваните полутанти во водите од бунарите на „Комуналец“ во Драчево се во границите на МДК*, со исклучок на акрил онитрил и метилакрилат во Б-2, кои ја надминуваат МДК* за 10-20 пати, па овие води не се препорачуваат за употреба како питки води. Интересно е да се напомени дека концентрацијата на трихлоретиленот и тетрахлоретиленот во водите од Б-2 во периодот од 1988-1990 год. бележи опаѓање, особено трихлоретиленот од $2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ на $0,01 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (под МДК*), што укажува на можна локална хавариска полуција со ОВОЈ полутант.

5. Подземните води во Драчево, во непосредна близина на Охис ($R=500 \text{ m}$), вклучувајќи ги и водите од пиезометарот S-3 во есенското узоркување покажале квалитет вон класа, па не се препорачуваат ниту за наводнување, за разлика од пролет кога овие води ги задоволуваат критериумите за вода за наводнување.

6. Во услови на контаминираност како на подземните води, така и на земјиштето со линдан и други изомери на НСН, од резултатите добиени со испирање на колоните каде што беше применет трасер флуоресецин и NaCl може да се заклучи дека, за да опадне концентрацијата на овие трасери на вредност $C \cdot \text{Co}^{-1}=0,1$, потребно е да биде $Vt \cdot L^{-1}=1$. Мора да се напомене дека за некои полутанти чија концентрација е измерена на мерното место Б-3, ова испирање не би било доволно, бидејќи со намалување на нивната концентрација на $0,1 \cdot C$ се уште концентрацијата би била над МДК*. Ако ја усвоиме потребната вредност на $Vt \cdot L^{-1}=1$, тогаш за брзини од $2,110^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ за испирање на аквиферот на овој потег, би биле потребни околу 30 години. Ако пак усвоиме дека е потребно да биде $Vt \cdot L^{-1}=2$, тогаш овие периоди се удвојуваат, но секако, вредноста под $Vt \cdot L^{-1}=1$ не може да се прифати.

РЕФЕРЕНЦИ

1. Izveštaj o izvedbi bunara B-3u Dračevu kod Skopja, "Geotehnika", Zagreb, 1980,
2. Ановски, Д.Т. (1977). Примена на природниот тритиум кај востановување на потеклото на водите во извориштата, магистерска работа, Загреб,
3. Anovski, D.T. et al., (1991). Study on hydrologic relationship between Ohrid and Prespa lakes: International Symposium on the use of Isotope Techniques in Water Resources Development, Vienna, Austria, 11-16 March 1991,
4. Група автори, (1984). Штетне и опасне материје, Рад, Београд, стр. 34,40 и 41,
5. Maletić, M et al., (1989). Transport žive u reci Vardar, 276, vo Zaštita voda '89, Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda, Rovinj, 1989,
6. Grgić, S. (1990). Utjecaj agrotehničkih kemijskih sredstava na sadržaj teških metala u podzemnim vodama i u tlu na području istočne Slavonije, Magistarski rad, Zagreb,
7. Hocenski. V. et al., (1986). Istraživanje utjecaja opterećenja slatkih voda organskim tvarima na stvaranje organohalogenih spojeva laboratorijskim kloriranjem, 234, vo: Zaštita voda '86, Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda, Kragujevac, 1986
8. Правшник за начин на земање и транспорт на лабораториски примероци, Сл. Весник на СФРЈ, бр. 8/78.
9. Freeze, A. R. and Cherry, A. J. (1979) Groundwater, New Jersey.
10. Bear, J. and Verruijt, A. (1987). Modeling Groundwater Flow and Pollution, Dordrecht, Holland.

*МДК - максимално дозволена концентрација во вода за пиење

**APPLICATION OF ISOTOPE AND OTHER RELEVANT
TECHNIQUES IN DETERMINATION THE INFLUENCE
OF CERTAIN INDUSTRIAL CAPACITIES ON THE
QUALITY OF GROUND WATER**

**Todor D. ANOVSKF¹, Zoran Lj. BOZINOVSKI, Viktor N. POPOV,
Nebojša S. JOVANOVSKE, Biserka N. MINCEVA,
Andrea J. JONOSKPI² i Zoran P. KARAMANOLESKI³**

**Center for Application of Radioisotopes in Science
and Industry-Skopje, p. box 274,
Skopje, Macedonia**

**¹Faculty of Technology and Metalurgy,
p. box 580, Skopje, Macedonia**

²Institute for Civil Engineering, Skopje, Macedonia

**³Republical Hydrometeorological Institution,
Skopje, Macedonia**

S u m m a r y

Immediately after the receiving of the first indication related to the contamination of the underground water from the locality Dracevo Wells, (Fig. 1), a complex hydro geological, hydrological and isotope-chemical investigations were applied. According to the performed drilling and one year observations of the underground water and Vardar river, level osculation, water quality and isotope content, as wall as laboratory tracer experiments and obtained so far results, it has been shown that: All piesometers (7) with a total length of 84 m are located in the alluvial terrace of Vardar river consisting of sandy gravels with different litological composition (quartz, gnise, limestone, shells) with a filtration coefficient of $K=9.5 \cdot 10^{-6} - 5.0 \cdot 10^{-3}$ (Fig. 2.); There is an evident communication between Vardar river and surrounding underground waters, having as a dominated parallel flow direction; Underground water of the locality OHIS-Well, Dracevo are on the contact of waters with different ages (infiltrated Vardar river and background ground water whose recharge zones are on elevation of 1800 m and 1500m, respectively, Tab. 1.); The quality of investigated ground water mainly satisfy the necessary criterias for first to third class, with an exception during the autumn period (low water level, Tab. 2.), when the organic pollution is somewhat increased; On the basis of model-tracer experiment, for supposed beginning of ground water contamination (thirty years ago) at the measuring point 13. and S-l, most of the pollutants up to present, would have passed a path of 20.000 m. in the direction of Dracevo wells.