

Славко Кировски,  
Радмила Бојковска,  
Маја Алексовска,  
Марија Андреевска  
Управа за хидрометеоролошки работи  
rbojkovska@meteo.gov.mk



MK0300084

## **ВЛИЈАНИЕ НА ДЕПОНИЈАТА ОД ХЕК ЈУГОХРОМ - ЈЕГУНОВЦЕ ВРЗ КВАЛИТЕТОТ НА ПОВРШИНСКИТЕ И ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ**

### **ABSTRACT**

According to Water Law , Republic of Macedonia , proposed of the Parliament of Republic of Macedonia, RHI made a Program for realization of the activities for following the quantitative and qualitative characteristics of water, supporting the Zeden Accumulation and spring Rasce.

According the Program for following the condition of polluting the surface and underground water, area of Hek-Jugohrom, waste disposal and Rasce spring, we formed three surveillance profiles and separated sampling points. In each of these surveillance profiles, there are determinate number of control points for following the quality of surface and underground water.

Methodology of measurement according the Program is implemented in control points of all three surveillance profiles and to separated measurement points.

Samples for analysis and hydrological measurements are done monthly, simultaneous of all control points in a short time of 2 to 3 days. In this paper we present the obtained results of impact of waste disposal to quality on surface and underground water.

### **ВОВЕД**

Во периодот 1955/56 год. во Комбинатот “Југохром” - Јегуновце е изграден погонот за производство на бихромат, според технологијата на фирмата ЗАХН - од Берлин - прв и единствен од ваков вид во земјата. Но, за жал, уште на самиот почеток на работата, не беше посветено доволно внимание на заштитата на животната средина, во случајов загадување на површинските и подземните води во реонот. По периодот на застој во 1963-1965 год. во однос на реконструкцијата на погонот и воведувањето доломитна технологија без технолошка отпадна вода и со отпадна хроматна кал и по неговото пуштање во работа во 1966 год., отпадната хроматна кал почна да се депонира на новата индустриска депонија, каде што се депонираше и отпадната згура од производството на феролегури.

Новата (сегашна) индустриска депонија е лоцирана на просторот близу желез-

ничката станица Јегуновце и ограничена со железничката пруга, р. Вардар и р. Габровница. Таа се простира на површина од 6 ha и лежи на почвен материјал од флувиоглацијално потекло, а до самиот лев брег на р. Вардар, на 50-60 m, на материјал од алuviјално потекло со висок коефициент на филтрација.

## 1. КОНТРОЛНА ТОЧКА НА ПОТОКОТ МУЗГА, ПРЕД ДЕПОНИЈАТА

*Со цел да се види како дејонијата влијае на загадувањето на постојатата Музга со хром кој доминира под самата дејонија низ цевовод со  $\varnothing$  1000 mm, лоцирано е контролно место на постојатата непосредно пред тој да навлезе во цевоводот.*

*При земањето проби, мерена е количината и температурата на водата. Овие проби се земани симултано со пробите на постојатата Музга кај контролното место Т-11 по најубавото на дејонијата, а пред негово влевање во р. Вардар.*

Концентрациите на  $Cr_{vk}$  најчесто се под 5.0  $\mu\text{g/l}$ , со исклучок на испитувањата на 30.10.1997 год. (12.0  $\mu\text{g/l}$ ) и на 23.12.1997 год. (16.0  $\mu\text{g/l}$ ). Регистрираните концентрации се далеку под МДК за  $Cr_{vk}$  која изнесува 50 mg/l, за водотеци распределени во I – II класа.

Зголемените концентрации најверојатно се должат на тоа што контролната точка од каде што се земаат пробите и се мерат протоците, се наоѓа на неколку метри пред влезот на цевоводот  $\varnothing$  1000 mm низ кој потокот Музга поминува под депонијата.

Заради ваквата состојба, теренот се измива, а на него, поради откриени косини на депонијата, поинтензивните дождови измиваат материјал и хром на подножјето на телото на депонијата, па преку инфилтрирање во почвата се дренаираат во каналот, при мали протоци во каналот.

### Б.1.2. КОНТРОЛНА ТОЧКА НА ПОТОКОТ МУЗГА (Т-11), ПОД ДЕПОНИЈАТА

Преку оваа контролна точка на потокот Музга се контролираат промените на концентрациите на вкупен хром што ги врши депонијата на потокот по напуштање на телото на депонијата, а пред тој да се влее во р. Вардар.

Се гледа дека концентрацијата на вкупен хром како средна вредност од 24 испитувања за контролната точка на потокот Музга под депонијата Т-11, изнесува 1.462  $\mu\text{g/l}$ , додека истиот просек за контролната точка на потокот Музга над депонијата, изнесува 0.0027  $\mu\text{g/l}$ . Со минувањето на потокот Музга низ депонијата, тој се збогатува со хром за повеќе од 500 пати. Тоа значи дека цевоводот преку кој се спроведува потокот Музга низ депонијата, дренаира води од телото на депонијата или подземни води кои се многу оптоварени со хром. Концентрацијата на хромот во потокот расте со опаѓањето на протоците и обратно со порастот на протокот таа опаѓа.

За измерените протоци во р. Бистрица од 2.36  $\text{m}^3/\text{s}$ , 1.85  $\text{m}^3/\text{s}$ , 0.962  $\text{m}^3/\text{s}$  и 0.83  $\text{m}^3/\text{s}$  соодветно се измерени протоци кај потокот Музга од 0.156  $\text{m}^3/\text{s}$ , 0.128  $\text{m}^3/\text{s}$ , 0.133  $\text{m}^3/\text{s}$  и 0.091  $\text{m}^3/\text{s}$ . Со оглед дека ова се случува при пролетните високи води, најверојатно, потокот Музга возводно од депонијата и насипот на железничката линија Тетово-Скопје се разлива или пак се зафаќа за наводнување.

Ако како средногодишен проток за потокот Музга за 1997/98 год. се усвои  $Q=0.085 \text{ m}^3/\text{s}$  и за 1998/99 год.  $Q=0.098 \text{ m}^3/\text{s}$ , а за кои во зависност од концентрацијата во потокот од протокот,

$$Cr_{vk} = 949.63 \times Q^{-1.4747}$$

соодветните концентрации ќе изнесуваат  $C_{г_{вк}}=1.351 \text{ } \mu\text{g/l}$  и  $C_{г_{вк}}=1.147 \text{ } \mu\text{g/l}$ . За горенаведените протоци и концентрации, годишната емисија на  $C_{г_{вк}}$  во р.Вардар, преку овој поток, изнесува 3621 kg и 3548 kg и во однос на емисијата во хидролошката 1996/97 од 3534 kg нема некоја значајна разлика.

Највисока концентрација од 4.742  $\mu\text{g/l}$  е регистрирана во испитувањето од 29.09.1999 год. На графикот подолу хронолошки се прикажани вредностите за  $C_{г_{вк}}$ , проток, од почетокот на испитувањата од мај 1995 год.

### Б.1.3. КОНТРОЛНО МЕСТО НА Р.ВАРДАР ПОД ДЕПОНИЈАТА Т-12В

Ова контролно место на р.Вардар е лоцирано низводно од депонијата, на околу 1.5 - 2.0 km. Преку ова контролно место се контролира содржината на  $C_{г_{вк}}$  што доаѓа од комплексот на ХЕК Југохром и депонијата, било преку површинските води (р.Бистрица и потокот Музга) било преку подземните води кои се влеваат во р.Вардар. Честотата на земањето проби е еднаш месечно, симултано со другите контролни места во овој регион. При земањето проби, мерен е протокот во р.Вардар и температурата на водата.

Вредностите на протокот  $Q \text{ (m}^3\text{/s)}$  како и содржината на  $C_{г_{вк}} \text{ (}\mu\text{g/l)}$ , графички се изразени подолу.

Од Сл.1 и Сл.2 се гледа дека концентрациите на  $C_{г_{вк}}$  во водата од р.Вардар опаѓаат со порастот на протокот во р.Вардар и обратно, со намалување на протокот растат концентрациите. Така на пример, на Точката 1 од хидрограмот (проток), одговара 1' од кривата што ги изразува концентрациите, односно на точката 2 одговара 2', на 3 - 3' и на 4 - 4'.

Користејќи ја равенката  $C_{г_{вк}} = 56.61 Q^{-0.604} \text{ [}\mu\text{g/l]}$  како и податоците за протоците, пресметана е вкупната годишна количина на хром што минала низ ова контролно место (Т-12В).

	1997/98	1998/99
р.Бистрица	1196 kg	2134 kg
п.Музга	3628 kg	3548 kg
р.Вардар (Т-12В)	5528 kg	6665 kg

Се забележува дека проносот на вкупен хром низ Т-12В е поголем од збирот на проносите на хром во р.Бистрица и п.Музга што укажува дека има подземно дотекување на хром.

### Б.2.1. КОНТРОЛНА ТОЧКА П-2/1

Контрола на содржината на хром во подземната вода под депонијата се вршеше со земање проба од пиезометарот П-2/1. Овој пиезометар, со оглед на правецот на движење на подземните води, е лоциран помеѓу депонијата и р.Вардар.

Осцилациите на нивото на подземната вода во разгледуваниот период се под 1 m, поточно 0.99 m.

Годишната амплитуда за периодот 1997/98 изнесува 0.53 m, а за 1998/99 изнесува 0.79 m. Котата на теренот кај овој пиезометар изнесува 380.21 м.н.м. Највисоко ниво на подземна вода обично се јавува во пролетните месеци, така што, на пример, при мерењето од 24.04.1999 год. нивото на подземната вода во пиезометарот беше

380.32 над котата на теренот, па во овој период, во околниот терен се забележуваа “барички” на подземна вода со жолтеникава боја.

На графикот најгоре, Сл.1, дадени се средномесечните протоци за р.Бистрица, кај водомерната станица Теарце, над комплексот ХЕК Југохром и депонијата. Ако се погледнат Сл.1 и Сл.2, ќе се дојде до заклучок дека промените на нивото на подземната вода кај П-2/1 зависат од врнежите што паѓаат во овој регион и од протокот во површинските води (шарски притоки). Така, на пример, зголемените количини врнежи во IX, X и XI месец 1998 год., предизвикаа покачување на нивото кај П-2/1 во XI и XII месец (Сл.2). За разлика од ова, причина за покачување на нивото во мај 1999 год. (Сл.2), е надоаѓањето на шарските токови (Сл.1 р.Бистрица) како резултат на топењето на снежната покривка на Шар Планина. Месечната сума на врнежи за мај 1999 год. е многу мала што е уште една потврда за тоа.

Од Сл.2 и Сл.3 се гледа дека на секое покачување на нивото на подземната вода опаѓа концентрацијата на хром со извесно задоцнување и обратно, при ниски нивоа на подземната вода растат концентрациите затоа што нема доток на свежа вода која врши разредување на концентрациите на хромот.

Така, ако се избераат некои карактеристични точки од графикот на Сл.2 (коти на нивото на подземната вода во моментот на земање на пробата) 1, 2, 3, 4, 5 ќе одговараат на соодветните карактеристични точки од графикот на Сл.3 (концентрации) 1', 2', 3', 4', 5' итн. со извесно задоцнување.

Карактеристично за испитувањата и во овој испитувачки период е тоа што се регистрирани високи вредности за  $C_{r_{vk}}$ , а исто така и за  $C_{r^{+6}}$

#### Б.2.2. КОНТРОЛНА ТОЧКА П-20

Оваа контролна точка е лоцирана во непосредна близина на П-2/1 под депонијата, но малку десно од неа, гледајќи низводно кон р.Вардар. Како кај контролната точка П-2/1 и тука, со опаѓање на нивото на подземната вода растат концентрациите на хром. Карактеристично за оваа контролна точка е тоа што просечните годишни вредности за  $C_{r_{vk}}$  (12 испитувања годишно) се во постојан пораст, така што за 1996/97, 1997/98 и 1998/99 тие изнесуваат 0.166, 0.382 и 1.337  $\mu\text{g/l}$ . Максималната регистрирана вредност за  $C_{r_{vk}}$  изнесува 6.905  $\text{mg/l}$  во испитувањето од 4.12.1998 год. Сепак, овде треба да се напомене дека концентрациите на  $C_{r_{vk}}$  кај оваа контролна точка се пониски во однос на П-2/1, што, пред сè, се должи на локацијата на П-20.

#### Б.2.3. КОНТРОЛНА ТОЧКА П-1

Оваа контролна точка е лоцирана на десниот брег на р.Вардар, наспроти депонијата, односно П-1/2 и П-20 кои се наоѓаат на левиот брег на реката. Оддалеченоста од реката е околу 30 m, а се наоѓа во подрачјето на Жеденскиот масив.

На Сл.1 се претставени котите на нивото на подземната вода и на Сл.2, концентрациите на  $C_{r_{vk}}$ . Од сликите се гледа дека концентрациите на хром се однесуваат обратно пропорционално, т.е. со порастот на нивото на подземната вода опаѓа концентрацијата на хром и обратно. Карактеристичен е примерот на резултатите од март 1999 год. кога, како реакција на снижувањето на нивото на подземната вода (Сл.1), забележано е нагло растење на концентрацијата од 0.42  $\text{mg/l}$  кон крајот на февруари 1999 год., на 8.1  $\mu\text{g/l}$  кон крајот на март 1999 год.

#### Б.2.4. КОНТРОЛНА ТОЧКА НА ПИЕЗОМЕТАР PD-1/1 (100 М)

Во периодот јули-август 1999 год. данската фирма KRUGER како изготвувач на Phare проектот (A3) - Подобрување на квалитетот на водите во Република Македонија (Water Quality Improvement), во соработка со македонската фирма Krupa Dril, формира два нови длабоки пиезометри PD-1/1 (100 m) и PD-1/2 (60 m). Новите пиезометри се лоцирани на десниот брег на р.Вардар, наспроти депонијата и напоредно до стариот пиезометар P-1.

Веднаш по изградбата (оформувањето) на пиезометарот PD-1/1, Републичкиот хидрометеоролошки завод - Скопје, на барање на фирмата KRUGER (преку Krupa Dril) зеде прва проба на 16.08.1999 год. за да се изврши комплетна анализа на подземната вода, со посебен осврт на присуството на хром. Во периодот 16.08-15.10.1999 год. од овој пиезометар четири пати се земени проби.

Дата на испитување	$C_{r_{vk}}$ $\mu\text{g/l}$
16.08.1999	5.25
21.09.1999	0.73
29.09.1999	21.2
14.10.1999	32.7

Од изнесените податоци за содржината на вкупен хром се забележува пораст на концентрациите во последните испитувања. Тоа најверојатно се должи на миграцијата на хром со црпење од погорните слоеви (60 m), бидејќи кај новиот пиезометар PD-1/2 (60 m) се регистрирани високи концентрации (600-1250  $\mu\text{g/l}$ ). Регистрираните вредности за  $C_{r_{vk}}$  се пониски од дозволените МДК = 50  $\mu\text{g/l}$ .

#### Б.2.5. КОНТРОЛНА ТОЧКА НОВ ПИЕЗОМЕТАР PD-1/2 (60 М)

Овој пиезометар е во непосредна близина (15 m) од PD-1/1 и 8-10 m од десниот брег на р.Вардар. Пробите и од овој пиезометар се земани симултано со PD-1/1 и P-1. Од оформувањето до средината на октомври се извршени 4 испитувања.

Дата на испитување	$C_{r_{vk}}$ ( $\mu\text{g/l}$ )
16.08.1999	625
21.09.1999	931
29.09.1999	1200
15.10.1999	933

Концентрациите на вкупен хром регистрирани во подземната вода кај овој пиезометар PD-1/2, се неспоредливо поголеми одошто кај PD-1/1. Земената проба на вода од овој пиезометар потекнува од длабочина на филтерскиот слој (перфориран дел на цевката) кој се протега од 48 до 52<sup>от</sup> метар (6 m). Концентрациите на вкупен хром кај овој пиезометар, во сите испитувања, се над МДК за I и II класа МДК<sub>C<sub>r<sub>vk</sub></sub> = 50  $\mu\text{g/l}$ . Високите концентрации, слични по големина на концентрациите регистрирани кај P-2/1 кој е лоциран под депонијата на левиот брег на р.Вардар, укажуваат на</sub>

влијанието на депонијата врз загадувањето на подземните води во подлабоките хоризонти сè до Жеденскиот масив. На земените примероци, покрај одредувањето на содржината на вкупен хром, одредувана е и содржината на Cr<sup>+6</sup>.

Дата на испитување	Cr <sub>вк</sub> (µg/l)	Cr <sup>+6</sup> (µg/l)	% (Cr <sub>вк</sub> )
16.08.1999	625	620	99.2
21.09.1999	931	900	96.7
29.09.1999	1150-1250 (1200)	960	80.0
15.10.1999	933	800	85.7

Како што се гледа од резултатите изнесени во табелата погоре, доминира учеството на шестовалентниот хром повеќе од 80% што и треба да се очекува со оглед на неговата голема растворливост во водата, а со тоа и дифузно ширење од изворот (депонијата) во подземните води. За жал, во вкупниот хром, повеќе е застапен потоксичниот облик на хром, а тоа е Cr<sup>+6</sup>. Покрај ова, загрижува и сознанието дека подземната вода е загадена во зона каде што подземните води од овој дел на Полошката котлина (контакт со Жеденскиот карст) се прелеваат во Жеденската акумулација.

### ЗАКЛУЧОЦИ И ПРЕПОРАКИ:

1. Во овој извештаен период, октомври 1997 - септември 1999 год., како и во претходниот период, почнувајќи од 05.1995 год., содржината на вкупен хром во двете каптажи беше во дозволените граници за I-II класа, односно под МДК=50 µg/l.
2. Содржината на вкупен хром на пиезометрите лоцирани на десниот брег на р.Вардар, во подножјето на Жеденскиот масив (P-1, P-3, P-44/1 и бунар с.Радуша), е во дозволените граници, односно под МДК=50 µg/l.
3. Загрижува појавата на високи концентрации на вкупен хром и шестовалентен хром во новоформираните длабок пиезометар PD-1/2 (60 m), лоциран на десниот брег на р.Вардар, наспроти индустриската депонија. Концентрациите на вкупен хром, во одделните испитувања, февруари и март 2000 год., се над 1000 µg/l, за разлика од првичните испитувања извршени во август и септември 1999 год. кога изнесуваа 625 и 931 µg/l.
4. Зголемена концентрација на вкупен хром се чувствува и кај новиот длабок пиезометар PD-1/1 (100 m), но се уште во дозволените граници за I-II класа. Порастот се движи од 5.25 µg/l и 0.73 µg/l во испитувањата од август и септември 1999 год., до 21.5 и 29.00 µg/l во испитувањата од февруари и март 2000 год.
5. Депонијата претставува потенцијална опасност и таа ги загадува подземните води (P-2/1 и P-20) и површинските води (п.Музга и р.Вардар).
6. Содржината на вкупен хром во р.Вардар возводно од ХЕК - Југохром, возводно од вливот на р.Бистрица, е со вредности за I-II класа. За разлика од ова, на делницата од р.Вардар, низводно од ХЕК - Југохром и депонијата, концентрацијата се зголемува во просек за 8 пати, но сепак е во дозволените граници за I-II класа кои изнесуваат 50 µg/l.
7. Просечната концентрација на вкупен хром во каптажата K-1 изнесува 2.09 мг/l, а во исто време, во K-2 таа изнесува 3.41 µg/l. Секогаш кај K-2 се регистрирани пониски вредности на содржината на вкупен хром што укажува на различни

патишта и потекло на водата. Во прилог на ова оди и фактот дека и други параметри од хемиските анализи, како на пример тврдоста на водата е секогаш повисока за 1-2 германски степени во водата од К-2.

8. Со оглед дека индустриската депонија претставува потенцијална опасност за загадување на површинските и подземните води во регионот и изворот Рашче, итно треба да се преземат мерки за санација и елиминирање на оваа опасност. Во завршниот нацрт-извештај што данската фирма KRUGER го изработи во рамките на Phare проектот A3 (Water Quality Improvement, ноември 1999 год.), дадени се повеќе предлози за технички решенија за отстранување на опасноста од загадување од депонијата со финансиски показатели за нивно остварување и експлоатација.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Студија за состојбата со квалитетот на водите во околината на ХЕК Југохром - Јегуновце - Книга III - Скопје, март 2000 година
2. Студија за состојбата со квалитетот на водите во околината на ХЕК Југохром - Јегуновце - Книга II - Скопје, септември 1999 година
3. Студија за состојбата со квалитетот на водите во околината на ХЕК Југохром - Јегуновце - Книга III - Скопје, 1996 година
4. Report on Water Quality Improvement, - Krüger - Final draft of 10.11.1999