

Ugovor br.: M3 – 0603 – 09 – 186

Naručitelj: MINISTARSTVO OBRANE REPUBLIKE HRVATSKE

Lokacija: Vojno vježbalište "Eugen Kvaternik"-Slunj

IZVJEŠĆE

O PROVEDENIM ISTRAŽNIM RADOVIMA NA LOKACIJI VOJNOG VJEŽBALIŠTA "EUGEN KVATERNIK"-SLUNJ 2012. GODINE

Zagreb, studeni 2012.

ECOINA za zaštitu okoliša d.o.o.
Direktor:

Jurica Mikulić, dipl. ing. stroj.

ECOINA

**PROVEDBA ISTRAŽNIH RADOVA I IZRADA
ELABORATA:**

Ratko Vasiljević, dipl. ing. geol.

Marjan Juko, ing. građ.

ECOINA, d.o.o.

Elaborat sadrži osam stranica teksta, četiri slike, četiri tablice i jedan prilog.

POPIS SLIKA:

- Slika 1.** Točke uzorkovanja vode na lokaciji poligona Eugen Kvaternik kod Slunja
- Slika 2.** Koncentracije nitrata na lokaciji Vrelo Mrežnice tijekom 2009. i 2012. godine sa ucrtanom linijom trenda
- Slika 3.** Koncentracije nitrata na lokaciji Novakovića Most tijekom 2009. i 2012. godine sa ucrtanom linijom trenda
- Slika 4.** Koncentracije nitrata na lokaciji Čičin Most tijekom 2009. i 2012. godine sa ucrtanom linijom trenda

POPIS TABLICA:

- Tablica 1.** Koordinate uzorkovanja vode na lokaciji poligona Eugen Kvaternik kod Slunja.
- Tablica 2.** Rezultati analize vode na lokaciji Vrelo Mrežnice tijekom tri ciklusa uzorkovanja u 2009. i jednog ciklusa u 2012 godini. Za uzorke uzete 2009. godine, u zagradi je dana kategorizacija vode obzirom na dani parametar prema tada važećoj Uredbi o klasifikaciji voda (NN 77/1998, 137/2008).
- Tablica 3.** Rezultati analize vode na lokaciji Novakovića Most tijekom tri ciklusa uzorkovanja u 2009. i jednog ciklusa u 2012 godini. Za uzorke uzete 2009. godine, u zagradi je dana kategorizacija vode obzirom na dani parametar prema tada važećoj Uredbi o klasifikaciji voda (NN 77/1998, 137/2008).
- Tablica 4.** Rezultati analize vode na lokaciji Čičin Most tijekom tri ciklusa uzorkovanja u 2009. i jednog ciklusa u 2012 godini. Za uzorke uzete 2009. godine, u zagradi je dana kategorizacija vode obzirom na dani parametar prema tada važećoj Uredbi o klasifikaciji voda (NN 77/1998, 137/2008).

POPIS PRILOGA:

- Prilog 1.** **Kemijske analize vode na lokaciji Vojnog vježbališta "Eugen Kvaternik" - Slunj**
1. a. **Vrelo Mrežnice**
1. b. **Novakovića Most**
1. c. **Čičin Most**

SADRŽAJ

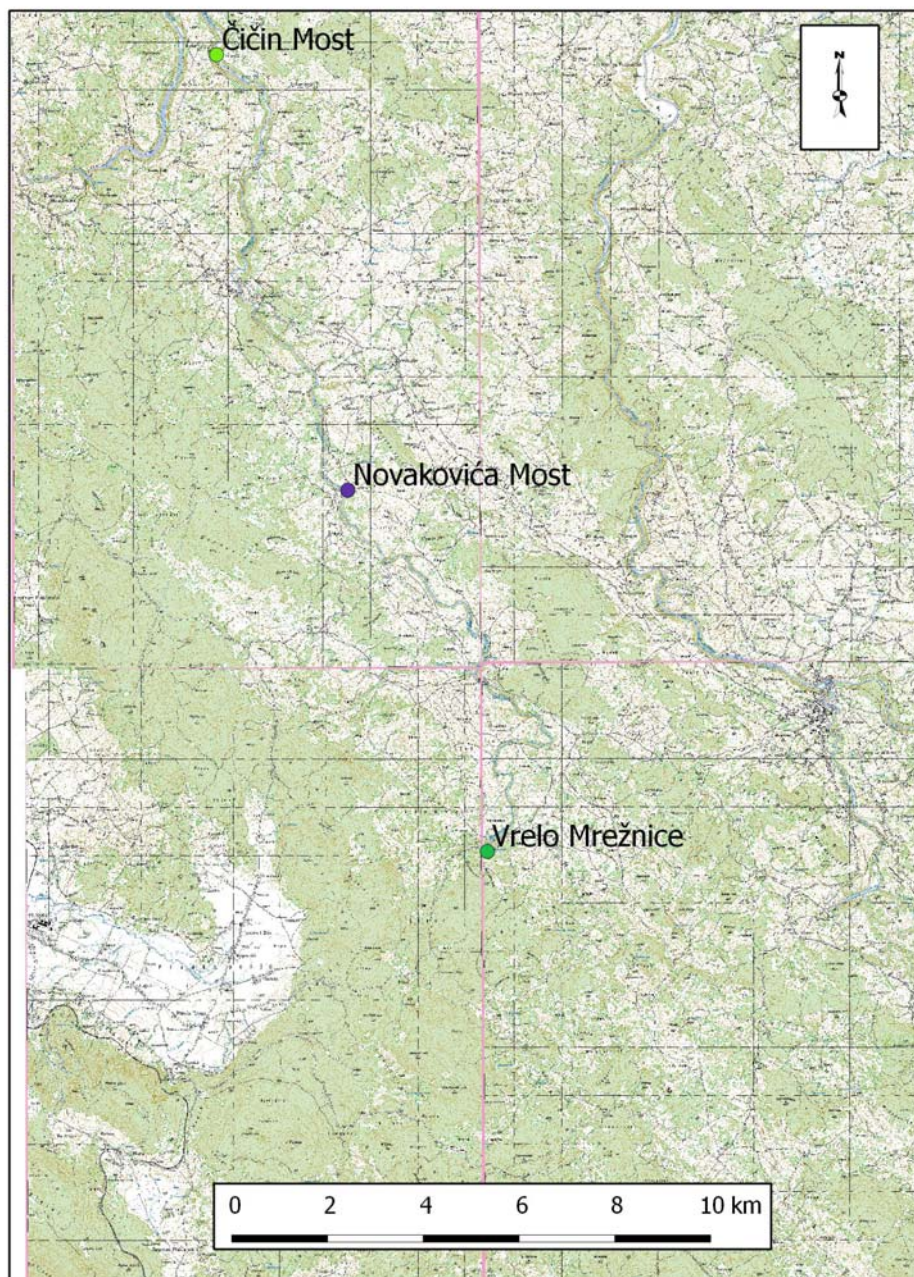
1. UVOD	1
2. TERENSKI ISTRAŽNI RADOVI NA VOJNOM VJEŽBALIŠTU "EUGEN KVATERNIK" SLUNJ	2
2.1. UZORKOVANJE VODE	3
2.2. ZAKLJUČAK VOJNO VJEŽBALIŠTE " EUGEN KVATERNIK" SLUNJ	6

PRILOZI

1. UVOD

Na zahtjev Naručitelja, **Ministarstva obrane Republike Hrvatske**, a prema ugovoru broj M3-0603-05-186 provedeni su radovi praćenja kakvoće vode na vojnom vježbalištu Eugen Kvaternik u Slunju.

Ovaj elaborat daje rezultate istražnih radova uzorkovanja i analize vode, napravljenih prema navedenom ugovoru. Uzorkovanja su provedena 06.09.2012. i 30.10.2012., duž toka rijeke Mrežnice i to: Vrelo Mrežnice, Novakovića most i Čičin most (*Slika 1*). Lokacije su smještene duž toka rijeke Mrežnice i međusobno su udaljene oko 8 km zračne linije jedna od druge.



Slika 1. Točke uzorkovanja vode na lokaciji poligona Eugen Kvaternik kod Slunja

Tablica 1. Koordinate uzorkovanja vode na lokaciji poligona Eugen Kvaternik kod Slunja

Lokacija	WGS 84		UTM	
	λ	φ	x	y
Vrelo Mrežnice	45°5'25,4"	15°30'0,8"	5539371	4994097
Novakovića most	45°9'29,7"	15°27'49,5"	5536457	5001620
Čičin most	45°14'24,7"	15°25'46,2"	5533717	5010709

Radovi uzorkovanja i analize vode na lokacijama izvorišta i tokova, predstavljaju nastavak redovnog programa monitoringa propisanog Studijom utjecaja na okoliš ciljanog sadržaja (izradio Urbanistički institut Hrvatske d.d., u listopadu 2003.) gdje je uz propisane mjere zaštite okoliša i plan provedba mjera, propisan i monitoring,

Uzorke treba uzimati 4 puta godišnje a analizama određivati: boju, miris, prozirnost, vidljive plivajuće otpadne tvari, vidljive mineralne masnoće, suspendirane tvari, KPK, pH, amonijak, nitrite, nitrate, kloride, sulfate, fluoride, cijanide, elektroprovodljivost, utrošak $KMnO_4$, ukupni dušik, ukupni fosfor, arsen, bakar, cink, kadmij, kalij, kalcij, krom, magnezij, mangan, natrij, nikal, olovo, željezo, živu, silikate, fosfate, hidrokarbonate, ukupnu tvrdoću, karbonatnu tvrdoću, ukupne koliforme, fekalne koliforme, fekalne streptokoke, broj aerobnih bakterija (pri 37⁰C), broj aerobnih bakterija (pri 22⁰C) te pseudomonas aeruginosa.

Nakon svake analize treba provesti interpretaciju s ocjenom kvalitete vode, te definiranjem trendova i uzroka eventualnih promjena.

Sadašnji radovi su nastavak radova provedenih tijekom 2009. godine a osmišljeno je da se 2012. godine provede još jedan ciklus uzorkovanja krajem listopada.

2. TERENSKI ISTRAŽNI RADOVI NA VOJNOM VJEŽBALIŠTU "EUGEN KVATERNIK" SLUNJ

2.1. UZORKOVANJE VODE

Uzorkovanje vode je tijekom 2012. provedeno tijekom dva ciklusa prije i poslije vojne vježbe.

1. Ciklus: rujan, voda je uzorkovana na sljedećim lokacijama: Vrelo Mrežnice, Novakovića Most i Čičin Most.

2. Ciklus: listopad, ponovljeno je uzorkovanje na sve tri lokacije.

Uzorci su uzimani uzorkivačem u prethodno pripremljenu ambalažu od strane ovlaštenog laboratorija (CEMTRA, d.o.o.). Parametri na koje su uzorci bili ispitivani i rezultati analiza su dani u *tablicama 2, 3 i 4.*

Tablica 2. Rezultati analize vode na lokaciji Vrelo Mrežnice tijekom tri ciklusa uzorkovanja u 2009. i jednog ciklusa u 2012 godini. Za uzorke uzete 2009. godine, u zagradi je dana kategorizacija vode obzirom na dani parametar prema tada važećoj Uredbi o klasifikaciji voda (NN 77/1998, 137/2008).

Vrelo Mrežnice		08.2009.	10.2009.	11.2009.	09.2012.	10.2012.
boja		<5	<5	<5	bez	bez
mutnoća	ntu	0.90	bez	bez	bez	bez
miris		bez	bez	bez	bez	bez
pH		7.44 (I)	7.69 (I)	7.67 (I)	7.99	7.77
Elektrovodljivost	μScm^{-1}	442.00 (I)	452.00 (I)	432.00 (I)	423.00	429
Utrošak KMnO4	mg O ₂ /l	0.70	0.50	1.20	0.98	1.07
KPK Cr	mg/IO ₂	7.95 (II)	1.20 (I)	2.40 (I)		
ukupna tvrdoća	mg/l	220.60	318.80	241.60	137.00	137.2
karbonatna tvrdoća	mg/l	219.70	241.90	216.20	127.00	127.8
hidrokarbonati	mg/l	267.80	250.10	263.50		
Suspendirana tvar (105°C)	mg/l	0.00	0.00	0.00	<2	<2
silikati	mg/l	2.60	3.50	2.80	3.01	3
krom ukupni	$\mu\text{g/l}$	<2	<2	<2	<0.01	<0.001
cink	$\mu\text{g/l}$	<20	<20	<20	0.104	0.063
nikal	$\mu\text{g/l}$	<5	<5	<5	<0.01	<0.01
željezo	$\mu\text{g/l}$	72.10	98.00	40.00	<0.01	0.0453
mangan	$\mu\text{g/l}$	29.30	<10	<10	0.005	0.0053
Ukupni dušik	mg/l	6.95 (III)	8.81 (III)	18.00 (IV)	0.98	1.29
ukupni fosfor	mg/l	<0.01 (I)	0.03 (I)	<0.01 (I)	0.008	0.42
Cijanidi	$\mu\text{g/l}$	<1	<1	<1	0	0
Koliformne bakterije	broj/250 ml	356.00 (II)		68 (I)	23	96
E. Coli	broj/250 ml	268.00 (II)		10 (I)	12	
Enterokoki	broj/250 ml	55.00		2	78	19
Broj kolonija 37°C/24h	broj/1 ml	1840.00		58	70	106
Broj kolonija 22°C/24h	broj/1 ml	1472.00		135	107	256
Pseudomonas aeruginosa	broj/250 ml	14.00		2	0	3
Fluoridi	$\mu\text{g/l}$	35.00	46.00	47.00	0.03	0.034
Kloridi	mg/l	1.41	1.74	1.31	4.25	4.54
Nitriti	mg/l	<0.03 (II?)	<0.03 (II?)	<0.03 (II?)	0.001	0.0005
Nitrati	mg/l	3.87 (III)	4.61 (IV)	4.01 (IV)	0.78	1.17
fosfati	$\mu\text{g/l}$	<0.03	<0.03	<0.03		
sulfati	mg/l	5.36	5.87	5.07	6.29	2
amonij	mg/l	<0.04	<0.04	<0.04	0.19	0.11
natrij	mg/l	0.90	0.97	0.82	0.93	0.7273
kalij	mg/l	0.38	0.92	0.34	0.43	0.3473
kalcij	mg/l	50.40	71.30	76.80	69.50	77.9
magnezij	mg/l	17.30	19.80	9.95	16.90	14.12
mineralna ulja	$\mu\text{g/l}$	<0.5	<0.5	<0.5		
bakar	$\mu\text{g/l}$	1.86 (I)	1.48 (I)	0.64 (I)	0.02	0.0254
olovo	$\mu\text{g/l}$	1.37 (II)	1.27 (II)	<0.2 (II?)	0.01	0.0075
kadmij	$\mu\text{g/l}$	0.03 (I)	<0.02 (I)	<0.02 (I)	<0.001	<0.001
arsen	$\mu\text{g/l}$	<0.5	<0.5	<0.5	<0.001	<0.001
živa	$\mu\text{g/l}$	<0.01 (II?)	0.019 (II)	<0.01 (II?)	<0.01	<0.0001

Tablica 3. Rezultati analize vode na lokaciji Novakovića Most tijekom tri ciklusa uzorkovanja u 2009. i jednog ciklusa u 2012 godini. Za uzorke uzete 2009. godine, u zagradi je dana kategorizacija vode obzirom na dani parametar prema tada važećoj Uredbi o klasifikaciji voda (NN 77/1998, 137/2008).

	Jedinica	08.2009.	10.2009.	11.2009.	09.2012.	10.2012.
boja		<5	<5	<5	bez	bez
mutnoća	ntu	2.50	bez	bez	bez	bez
miris		bez	bez	bez	bez	bez
pH		7.77 (I)	7.80 (I)	7.97 (I)	8.03	7.96
Elektrovodljivost	μScm^{-1}	417.00 (I)	441.00 (I)	427.00 (I)	402.00	426
Utrošak KMnO4	mg O ₂ /l	2.40	0.60	1.10	0.92	0.95
KPK Cr	mg/IO ₂	11.53 (III)	1.60 (I)	2.60 (II)		
ukupna tvrdoća	mg/l	245.20	251.80	239.20	128.00	137,5
karbonatna tvrdoća	mg/l	214.20	231.30	218.20	118.00	126,5
hidrokarbonati	mg/l	261.10	239.10	266.00		
ukupna suspendirana tvar (105°C)	mg/l	1.20	0.60	0.00	<2	<2
silikati	mg/l	2.20	4.10	2.90	2.62	2.80
krom ukupni	$\mu\text{g/l}$	<2	3.10	<2	<0.01	<0.0023
cink	$\mu\text{g/l}$	159.00	<20	<20	0.028	0.0277
nikal	$\mu\text{g/l}$	<5	<5	<5	<0.01	<0.01
željezo	$\mu\text{g/l}$	54.10	145.00	39.50	<0.01	0.0345
mangan	$\mu\text{g/l}$	<10	<10	<10	0.006	0.0073
Ukupni dušik	mg/l	8.36 (III)	13.10 (IV)	12.30 (IV)	0.98	1.25
ukupni fosfor	mg/l	<0.01 (I)	0.02 (I)	0.01 (I)	0.014	0.12
Cijanidi	$\mu\text{g/l}$	<1	<1	<1	0	0
Koliiformne bakterije	broj/250 ml	284.00 (II)		74 (I)	23	72
E. Coli	broj/250 ml	119.00 (II)		14 (I)	8	
Enterokoki	broj/250 ml	38.00		2	15	17
Broj kolonija 37°C/24h	broj/1 ml	841.00		62	190	212
Broj kolonija 22°C/24h	broj/1 ml	1080.00		298	280	456
Pseudomonas aeruginosa	broj/250 ml	2.00		0	0	3
Fluoridi	$\mu\text{g/l}$	63.00	44.00	42.00	0.03	0.029
Kloridi	mg/l	1.33	1.60	1.34	3.76	3.62
Nitriti	mg/l	<0.03 (II?)	<0.03 (II?)	<0.03 (II?)	0.001	0.0004
Nitrati	mg/l	2.48 (III)	4.03 (IV)	3.85 (III)	0.80	1.15
fosfati	$\mu\text{g/l}$	<0.03	<0.03	<0.03		
sulfati	mg/l	8.27	5.84	5.03	6.48	2
amonij	mg/l	<0.04	<0.04	<0.04	0.17	0.09
natrij	mg/l	0.99	0.87	0.83	0.76	0.6849
kalij	mg/l	0.47	0.69	0.36	0.31	0.2988
kalcij	mg/l	66.00	70.30	77.20	63.30	74.78
magnezij	mg/l	16.10	19.60	9.52	16.90	14.26
mineralna ulja	$\mu\text{g/l}$	<0.5	<0.5	<0.5		
bakar	$\mu\text{g/l}$	2.11 (II)	1.69 (I)	1.35 (I)	0.01	0.0221
olovo	$\mu\text{g/l}$	1.74 (III)	1.31 (III)	<0.2 (II?)	0.02	0.0119
kadmij	$\mu\text{g/l}$	0.02 (I)	<0.02 (I)	<0.02 (I)	<0.001	<0.001
arsen	$\mu\text{g/l}$	<0.5	<0.5	<0.5	<0.001	<0.001
živa	$\mu\text{g/l}$	0.03 (III)	0.014 (II)	<0.01 (II?)	<0.001	0.0001

Tablica 4. Rezultati analize vode na lokaciji Čičin Most tijekom tri ciklusa uzorkovanja u 2009. i jednog ciklusa u 2012 godini. Za uzorke uzete 2009. godine, u zagradi je dana kategorizacija vode obzirom na dani parametar prema tada važećoj Uredbi o klasifikaciji voda (NN 77/1998, 137/2008).

Čičin Most		08.2009.	10.2009.	11.2009.	09.2012.	10.2012.
boja		<5	<5	<5	bezbojna	bez
mutnoća	ntu	1.70	bez	bez	bez	bez
miris		bez	bez	bez	bez	bez
pH		7.89 (I)	7.65 (I)	8.13 (I)	8.02	7.91
Elektrovodljivost	μScm^{-1}	378.00 (I)	406.00 (I)	412.00 (I)	404.00	430
Utrošak KMnO ₄	mg O ₂ /l	1.60	1.20	1.50	1.29	0.89
KPK Cr	mg/IO ₂	4.74 (II)	3.50 (I)	2.60 (I)		
ukupna tvrdoća	mg/l	218.00	217.00	232.80	134.00	147.8
karbonatna tvrdoća	mg/l	199.70	206.50	210.20	120.00	125.6
hidrokarbonati	mg/l	243.40	213.50	256.20		
ukupna suspendirana tvar (105°C)	mg/l	0.00	0.40	0.00	<2	<2
silikati	mg/l	0.00	2.10	2.50	2.64	2,75
krom ukupni	$\mu\text{g/l}$	<2	3.10	<2	<0.01	0.0030
cink	$\mu\text{g/l}$	48.20	<20	<20	0.012	0.0218
nikal	$\mu\text{g/l}$	<5	<5	<5	<0.01	<0.01
željezo	$\mu\text{g/l}$	116.00	193.00	34.70	<0.01	0.0249
mangan	$\mu\text{g/l}$	<10	<10	<10	0.06	0.007
Ukupni dušik	mg/l	5.92 (III)	6.85 (III)	8.96 (III)	0.79	1.25
ukupni fosfor	mg/l	<0.01 (I)	0.02 (I)	<0.01 (I)	0.019	0.06
Cijanidi	$\mu\text{g/l}$	<1	<1	<1	0	0
Koliformne bakterije	broj/250 ml	112.00 (I)		62 (I)	23	92
E. Coli	broj/250 ml	4.00 (I)		1 (I)	15	45
Enterokoki	broj/250 ml	4.00		0	41	38
Broj kolonija 37°C/24h	broj/1 ml	832.00		113	160	172
Broj kolonija 22°C/24h	broj/1 ml	464.00		352	450	288
Pseudomonas aeruginosa	broj/250 ml	0.00		0	0	6
Fluoridi	$\mu\text{g/l}$	46.00	174.00	37.00	0.03	0.031
Kloridi	mg/l	1.43	2.95	1.42	4.32	4.11
Nitriti	mg/l	<0.03 (II?)	<0.03 (II?)	<0.03 (II?)	0.001	0.0007
Nitrati	mg/l	1.86 (III)	2.79 (III)	3.50 (III)	0.78	1.17
fosfati	$\mu\text{g/l}$	<0.03	<0.03	<0.03		
sulfati	mg/l	5.15	6.55	4.76	6.09	1
amonij	mg/l	<0.04	<0.04	<0.04	0.16	0.083
natrij	mg/l	0.96	1.84	0.89	0.79	1.046
kalij	mg/l	0.48	1.70	0.40	0.33	0.3019
kalcij	mg/l	6.17	63.30	74.70	66.50	74.38
magnezij	mg/l	16.30	18.70	9.11	17.70	18.95
mineralna ulja	$\mu\text{g/l}$	<0.5	<0.5	<0.5		
bakar	$\mu\text{g/l}$	1.55 (I)	0.71 (I)	0.71 (I)	0.03	0.0235
olovo	$\mu\text{g/l}$	2.18 (III)	1.14 (II)	<0.2 (II?)	0.02	<0.001
kadmij	$\mu\text{g/l}$	<0.02 (I)	<0.02 (I)	<0.02 (I)	<0.001	<0.001
arsen	$\mu\text{g/l}$	<0.5	<0.5	<0.5	<0.001	<0.001
živa	$\mu\text{g/l}$	<0.01 (II?)	0.013 (II)	<0.01 (II?)	<0.001	<0.0001

2.2. ZAKLJUČAK VOJNO VJEŽBALIŠTE " EUGEN KVATERNIK" SLUNJ

Položaj lokacija uzorkovanja prikazan je na slici 1. Ukupno su uzeta 3 uzorka po ciklusu, koji su potom bili analizirani u ovlaštenom laboratoriju CEMTRA, d.o.o.

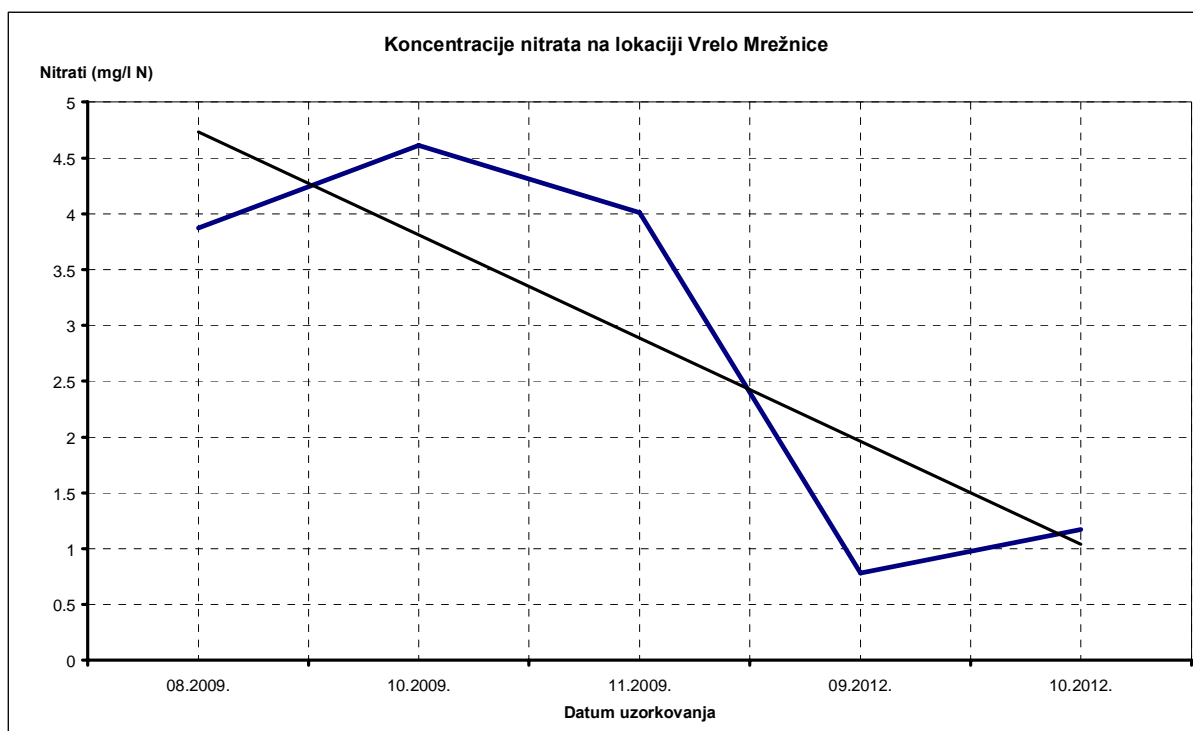
Za usporedbu kretanja kvalitete vode korišteni su elaborati Hidrogeologija i Hidrologija (Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2003.); Praćenje stanja okoliša, monitoring tla i vode, vojno vježbalište Eugen Kvaternik – Slunj (Geotehnički studio 2006.) i Praćenje stanja tla i vode prije i poslije vojne vježbe Noble Midas 07 vojno vježbalište Eugen Kvaternik – Slunj, vojno vježbalište Crvena zemlja – Knin (Geotehnički studio 2007.) i ECOINA, d.o.o., 2009.).

Laboratorijske analize provedene 2009. i vrednovane prema tada važećoj Uredbi o klasifikaciji voda (NN 77/1998, NN 137/2008) su potvrdile zaključke ranije dokumentacije (2003. – 2007.) da se radi o izuzetno kvalitetnim vodama. Međutim, kategoriziranjem rezultata prema Uredbi o klasifikaciji voda u uzorcima je posebno bio problematičan parametar nitrata (a posljedično i ukupnog dušika) koji je značajno snižavao kakvoću vode na razinu III i IV kategorije.

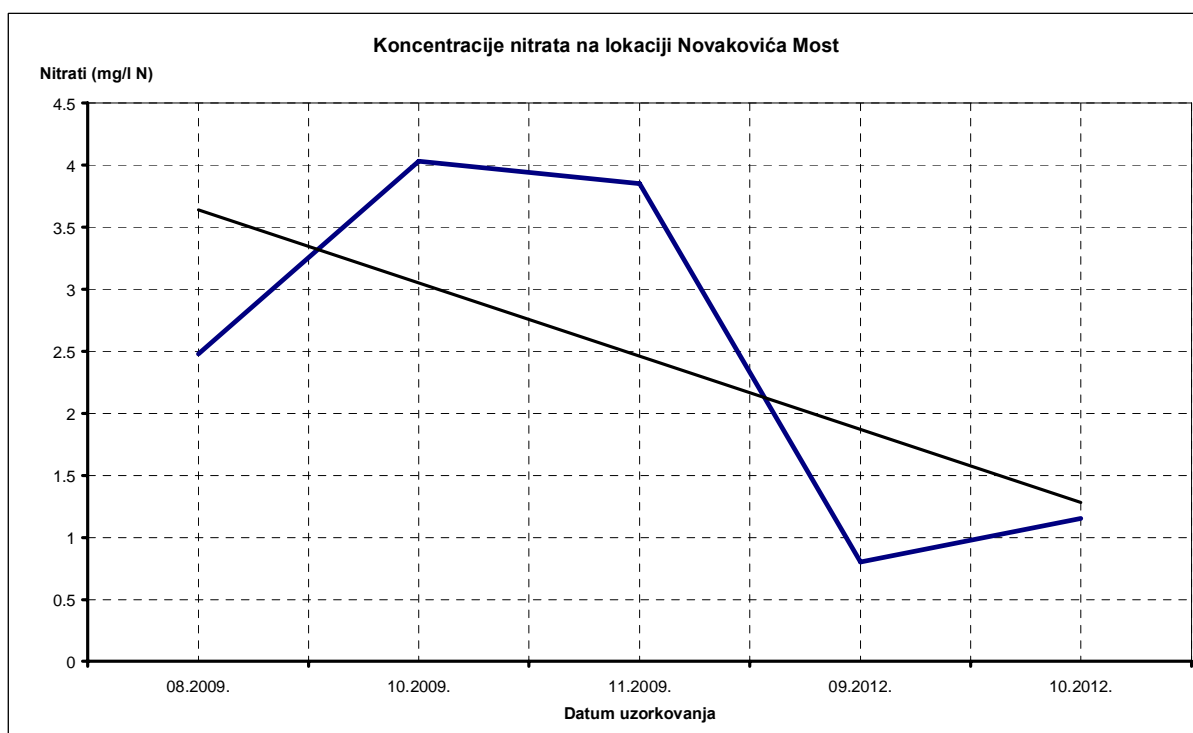
Obzirom da je stupanjem na snagu Uredbe o standardu kakvoće voda (NN 89/2010.) prestala važiti Uredba o klasifikaciji voda (NN 77/1998, NN 137/2008), novi uzorci su vrednovani sukladno Uredbi o standardu kakvoće voda (NN 89/2010.) a na temelju usporedbe sadašnjih i prethodnih uzorkovanja. Rezultati analiza provedenih 2009. godine su uzeti kao referentni, odnosno, vrijednosti mjerenih parametara su prihvaćene kao uobičajene za lokacije uzorkovanja.

Na analiziranim uzorcima u ciklusu uzorkovanja u rujnu 2012. godine nisu uočene promjena vrijednosti većine parametara. Međutim, u sva tri uzorka je zabilježen pad vrijednosti ukupne i karbonatne tvrdoće te željeza ispod granice detekcije. Parametar nitrata je također u sva tri uzorka pao oko tri do pet puta u odnosu na prethodne cikluse.

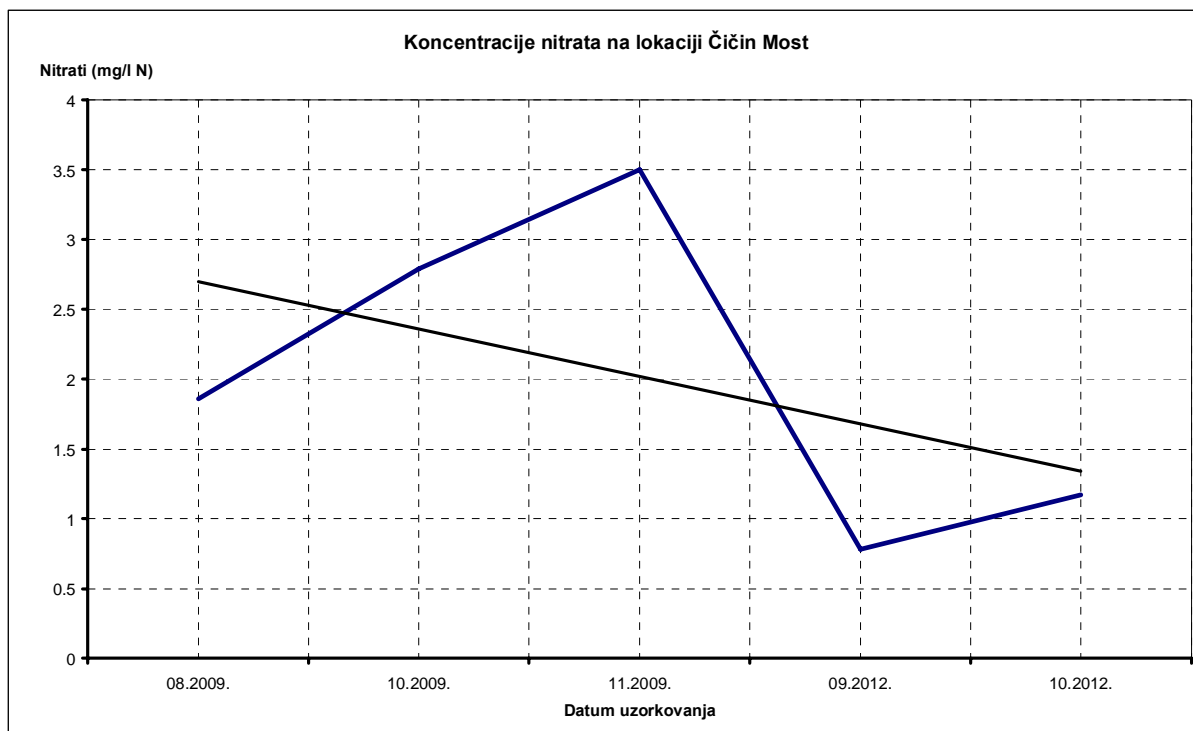
U odnosu na rujnu, uzorci iz listopada također nisu imali značajne promjene koncentracija pojedinih praćenih parametara. Posebna je pozornost obraćena na nitrata koji su bili definirani kao kritični i obzirom na njih, došlo je do malog porasta koncentracija na sve tri lokacije (Slika 2, 3 i 4). Međutim u odnosu na rezultate iz 2009. godine, koncentracije nitrata u uzorcima se i dalje mogu smatrati niskima.



Slika 2. Koncentracije nitrata na lokaciji Vrelo Mrežnice tijekom 2009. i 2012. godine sa ucrtanom linijom trenda.



Slika 3. Koncentracije nitrata na lokaciji Novakovića Most tijekom 2009. i 2012. godine sa ucrtanom linijom trenda.



Slika 4. Koncentracije nitrata na lokaciji Čičin Most tijekom 2009. i 2012. godine sa ucrtanom linijom trenda.

Iz rezultata analiza se vidi da je u listopadu došlo do porasta koncentracija nitrata u uzorcima vode na sve tri lokacije (Tablica 2, 3 i 4; Slika 2, 3 i 4). Ipak u odnosu na prethodne rezultate iz 2009. godine i dalje trendovi nitrata ukazuju na poboljšanje kakvoće vode (Slika 2, 3 i 4).

Obzirom da je i usprkos povećanju koncentracija nitrata u listopadu u odnosu na rujnu, vidljiv trend opadanja njihove koncentracije, stanje kakvoće vode rijeke Mrežnice se može ocijeniti kao vrlo dobro. Porijeklo nitrata može biti uzrokovano poljodjelstvom na području sliva izvora Mrežnice, međutim iz razloga što se nitrati određuju preko ukupnog dušika na rezultate analiza, posebno kod ovako niskih koncentracija može utjecati i dušik iz organske tvari u prirodi.

Parametri koji bi se mogli pripisati utjecaju vojnih vježbi, posebno olovo i željezo, u ovom ciklusu uzorkovanja nisu bili povišeni, odnosno utjecaj vojnih vježbi na kakvoću rijeke Mrežnice nije bio utvrđen.