

Osvrt na metodologiju i rezultate istraživanja utjecaja izgradnje Županijskog centra za gospodarenje otpadom „Lučino razdolje“ na zaštićeni akvatorij Malostonskog zaljeva

Posvećeno pok. prof. dr. Adamu Benović za izuzetan doprinos zaštiti Malostonskog zaljeva - izgradnji kanalizacije Neum – Mljetski kanal

Završeno: siječanj 2021

Tomislav Paviša, dipl. ing. građ., Dubrovnik

tomislav.pavisa@du.t-com.hr

Sažetak

Istraživanja u zaleđu Malostonskog zaljeva, s ciljem definiranja i provođenja mjera zaštite ovog posebnog zaštićenog rezervata u moru, provedena su u duljem razdoblju, i od više specijaliziranih tvrtki. Posebna pažnja posvećena je hidrogeološkim istraživanjima tokova vode u podzemlju – trasiranjima.

Tijekom razdoblja opažanja od 50 dana, nije registrirana pojava trasera na vodocrpilištima, a vizualnim pregledom on nije uočen ni na vruljama u području akvatorija Malostonskog zaljeva. Sukladno navedenom, autori zaključuju da se lokacija „Lučino razdolje“ ne nalazi unutar zone sanitarne zaštite vodocrpilišta i vrulja u akvatoriju zaljevu, ali ističu da se ne može u potpunosti isključiti njena pripadnost slivu jednog ili više opažanih izvora.

Jedino rješenje koje su u cilju zaštite akvatorija na odabranoj lokaciji može poduzeti je preusmjerenje podzemnog toka iz zone Županijskog centra za gospodarenje otpadom (ŽCGO) „Lučino razdolje“ od Malostonskog zaljeva prema vruljama u uvalama Doli, Budima i Janska.

Ključne riječi: ŽCGO „Lučino razdolje“, akvatorij Malostonskog zaljeva, podzemne vode, vrulje, krški teren, trasiranja podzemnog tečenja, injekcijska zavjesa.

1. Uvodno obrazloženje

Istraživanja u zaleđu Malostonskog zaljeva, s ciljem definiranja i provođenja mjera zaštite ovog specijalnog rezervata u moru, u organizaciji odjela Dubrovačko - Neretvanske Županije, provedena su u duljem razdoblju, U radu se analizira dosadašnja provedba hidrogeoloških i geotehničkih istraživanja sa svrhom odredbe pogodnosti lokacije za izgradnju ŽCGO, koja su provedena u duljem razdoblju od više specijaliziranih tvrtki među kojima su najvažnija:

- a) Studija Hidrogeološke karakteristike šireg uticajnog područja specijalnog rezervata u moru Malostonskog zaliva - Energoprojekt Beograd 1991
- b) Izvješće „Hidrogeološki nadzor nad istražnim bušenjem na području Općine dubrovačko primorje, (lokaliteti: Čepikuće i Trnovica), (Dragičević I, i dr.), Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu 2005.
- c) Rezultati hidrogeoloških ispitivanja na makrolokaciji „Banjevica“ u Općini Dubrovačko Primorje za potrebe izgradnje Centra Za gospodarenje otpadom Dubrovačko-Neretvanske Županije GEO-CAD Zagreb 2008
- d) Istražni radovi utjecaja lokacije zahvata ŽCGO na zone sanitarne zaštite (vodocrpilište Nereze i planirano Doli) i „Područja za zaštitu gospodarski značajnih vodenih organizama u zaljevu Bistrina i Malostonskom zaljevu“ Geoaqua d.o.o. 2013

2. Rezultati istraživanja

- a) U Studiji: Hidrogeološke karakteristike šireg uticajnog područja specijalnog rezervata u moru Malostonskog zaliva - Energoprojekt Beograd 1991 [1],

autori između ostalog zaključuju:

- „Područje zaljeva i njegov sliv grade karbonatne stijenske mase koje imaju sve karakteristike krša Dinarida. Dreniranje sliva se odvija isključivo podzemno.
- Sliv se sastoji od kontinentalnog dijela koji se proteže do Popovog polja površine oko 184 km² i dijela koji obuhvaća manje područje Pelješca površine oko 51 km²
- U prirodnim uvjetima u Malostonski zaljev su doticale vode vlastitog sliva i dio voda Popovog polja kroz brojne ponore u zoni između Velje Međe i Turkovića, odnosno kroz najznačajniji ponor Provalija kapaciteta gutanja oko 10m³/s.
- Podzemna cirkulacija se odvija kroz kraške kanale velike propusne moći. Brzina tečenja podzemnih tokova se kreće između 1,0 – 10,0 cm/s
- U sadašnjim uvjetima, kada je nakon oblaganja korita Trebišnjice (1973-1978) aktivnost ponorske zone Provalija svedena na minimum, tako da dominira dotok iz vlastitog sliva. Procjenjuje se da iz kontinentalnog dijela sliva dotiče Q_{sr} 6 m³/s, sa dijela sliva koji pripada Pelješcu Q_{sr} 1 m³/s
- U elaboratu je predloženo da se kod izrade urbanističkih planova za područje sliva Malostonskog zaljeva koriste odredbe „Pravilnika o mjerama i uvjetima za određivanje zona sanitarne zaštite izvorišta vode za piće“ u dijelu koji se odnosi na područje krša.
- Da bi se izvršila kvantifikacija utjecaja podzemnih voda na Malostonski akvatorij predlaže se formiranje osmatračkih punktova na par karakterističnih vrulja i priobalnih izvora“.

b) U izvješću Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 2005 [2]

ističe se:

„Za ovu prigodu važno je istaknuti da je u području Trnovice napravljena hidrogeološka karta i izrađena istraživačka bušotina Trnovica B-3. Bušeno je do dubine od 278 metara. Razina podzemne vode bila je na dubini od 188 metara. Bušilo se kroz kredne vapnence ali se je uz nekoliko rasjednih zona uz milonitne breče registriralo i pojave tamnih uškriljenih lapora odnosno šejlova koji pripadaju flišu i/ili „cukali“ formaciji. Ovi nalazi upućuju na vrlo zamršene strukturne odnose u podzemlju a što je i u suglasju s prognoznim geološkim profilima koji su prikazani u citiranim izvješćima. U bušotini su obavljena i karotažna mjerenja. Daljnja testiranja bušotine nisu obavljena“.

c) U elaboratu: Rezultati hidrogeoloških ispitivanja na makrolokaciji „Banjevica“ u Općini Dubrovačko Primorje za potrebe izgradnje centra za gospodarenje otpadom Dubrovačko-Neretvanske Županije GEO-CAD Zagreb 2008 [3]

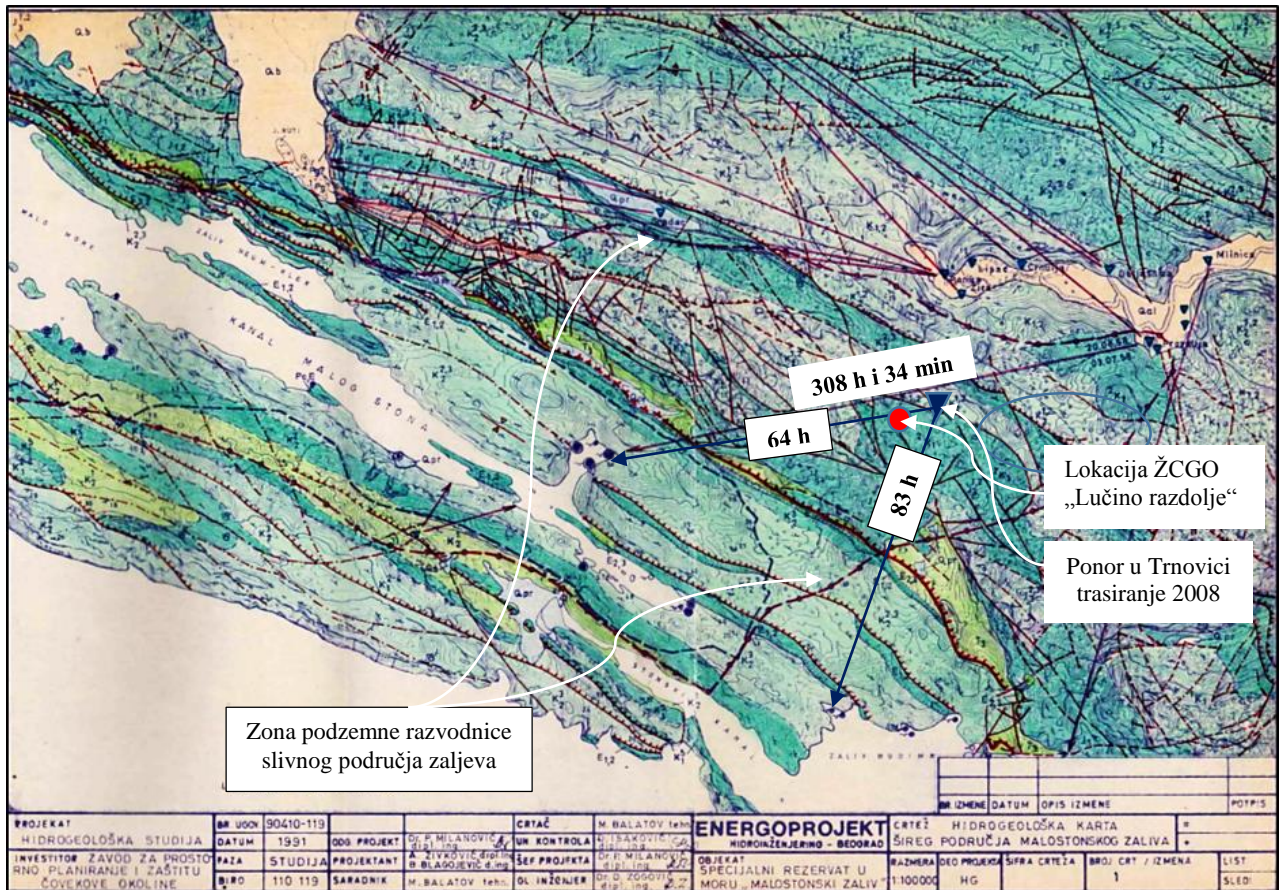
autori navode:

„Trasiranjem iz ponora u mjestu Trnovica 2008 god. utvrđena je veza s izvorom u uvali Bistrina, gdje je pojava boje zabilježena nakon 64 sata i s izvorom u uvali Doli, gdje se boja pojavila nakon 83 sata. Zbog toga ovi izvori, prema Zakonu o vodama ("Narodne novine" br. 107/95) i Pravilniku o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta ("Narodne novine" br. 55/2002), spadaju u III. zonu sanitarne zaštite izvorišta. Iako prostornim planom nisu predviđeni za vodoopskrbu, a i kapacitet im jako varira od ≤ 1 l/s u sušnom periodu do 2-5 l/s
Zanimljivo je da se na najbližem izvoru u mjestu Čepikuće boja pojavila tek nakon 7 dana i 19 sati, a male količine boje zabilježena su na izvorima u Slanom (Usječnik i izvor u uvali Pod Luncijatom). Na vodocrpilištima "Slano" i "Zaton mali" kao i na ostalim opažanim izvorima pojava boje nije zabilježena. S obzirom na navedena vodocrpilišta, lokacija planiranog odlagališta otpada na području Banjevice (Lučino razdolje i Bisak), spada u IV zonu sanitarne zaštite“

Prethodne dvije grupe autora b) i c) u istraživanjima i zaključcima analiziraju samo utjecaj podzemnih voda koje dolaze na priobalne mikro izvore, koji nisu uključeni u vodoopskrbu, a ne i na većinu vrulja u zaljevu, iako one donose najveći dio ukupne količine podzemnih voda koje dotiču u Malostonski zaljev.

Nejasno je zašto autori b) nisu proveli pokuse ispitivanja vodopropusnosti bušotine Trnovica B-3 i zašto u njoj nije izvršen pokus istražnog trasiranja, čiji rezultati bi sigurno bili vrlo korisni.

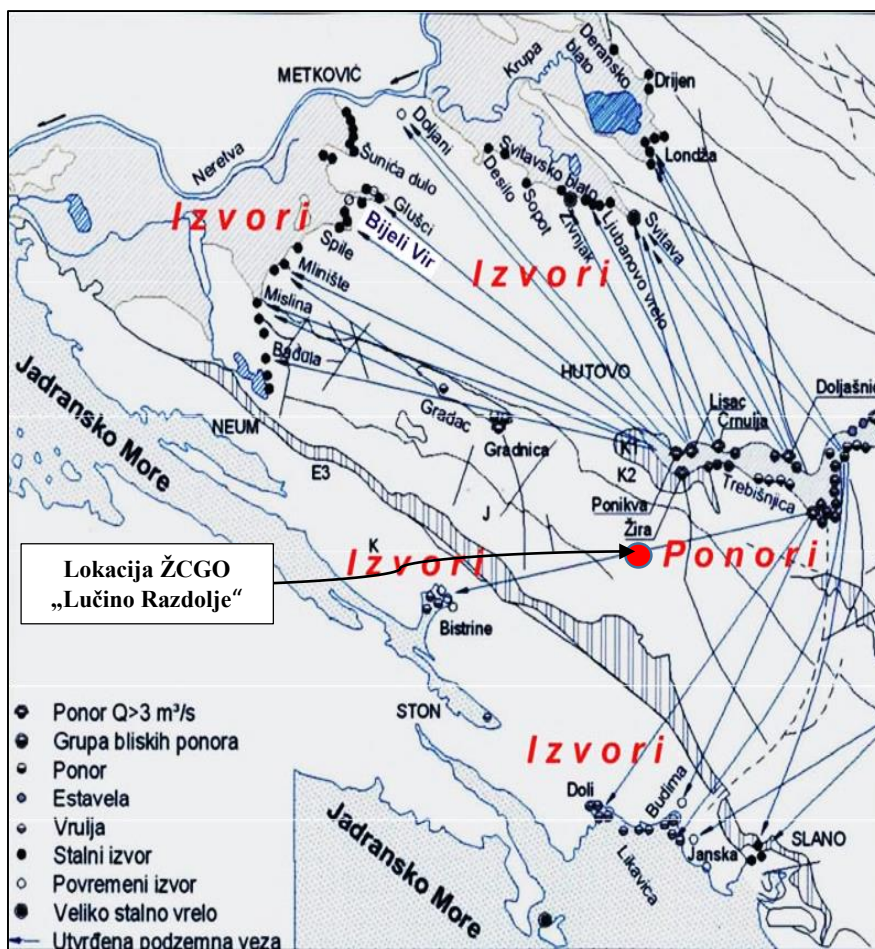
Najvažnije pitanje je zašto kod istražnog trasiranja, autori nisu uzimali uzorke iz najbrojnijih i vodom najbogatijih lokaliteta, podmorskih izvora – vrulja, na samom grotlu na dnu mora ali i na manjim dubinama okolnog mora neposredno uz njih ?



Sl. 1. Hidrogeološka karta slivnog područja Malostonskog zaljeva i vrijeme putovanja boje od ponora do izvora - Energoprojekt Beograd 1991

HIDROGEOLOŠKA SVOJSTVA		OZNAKE NA HG KARTAMA	LITOLOŠKI SASTAV	STRATIGRAFSKE OZNAKE	OZNAKE POVRŠINSKO-VODNIH POJAVA			
VODOPROPUSNOST	POROZNOST	1 : 100 000 1 : 25 000						
PROPUSNE	SLABA DO VRLJO DOBRA	MEĐUZOŃSKA POROZŃNOST TRANSMISIVNOST AKVIFERA I IZDAŠNOST BUNARA	PROLUVIJALNI SEDIMENTI MESTI MENO ZAGLJENI PESAK, ŠLJUNAK I DROBINA SIPARSKA DROBINA	Qp ¹ ; Qs	a) 0-1 b) 1-10 c) 10-100 d) NEPOZNATA	STALAN IZVOR (SLATKE VODE ILI NEODREĐENE SLANOSTI), IZDAŠNOST PROCENJENA JANUARA 1991 (1/s)	a) JEDNA POJAVA b) GRUPA POJAVA	
	DOBRA	KAVERNOZNO PUKOTINSKA POROZŃNOST-KARSTIFIKACIJA AKVIFERA	KREČŃJACI; KREČŃJACI SA TANKIM PROSLJOCIMA DOLOMITA; KREČŃJACKE BREČE	J ₁ , J ₂ , J ₃ ^{1,2} ; K ₁ ^{1,2} ; K ₂ ^{1,2} (KONTINENT); K ₂ ^{1,2} (SI OD NAVLAKE VISOKOG KRŠA); K ₁ ^{1,2} ; P ₁ ; E _{1,2}	a) 1-10 b) NEPOZNATA	POVREMEN IZVOR (SLATKE VODE ILI NEODREĐENE SLANOSTI), IZDAŠNOST PROCENJENA FEBRUARA 1991 (1/s)	a) JEDNA POJAVA b) GRUPA POJAVA	
	OSREDNJA		KREČŃJACI I DOLOMITI	J ₂ ³ ; K ₁ ^{1,2} ; K ₂ ^{1,2} (IZ OD NAVLAKE VISOKOG KRŠA); K ₂ ^{1,2} (PELJEŠAC)	a) 1-10 b) NEPOZNATA			
NEPROPUSNE	SLABA	NEMA AKVIFERA (USLOVNO BEZVODNE SREDINE)	DOLOMITI SA KREČŃJA - CIMA; SA MO MESTI MENO FLIŠNE KLASTIČNE NASLAGE: LAPORI I KALKARENITI	T ₃ ; K ₂ ¹ (PELJEŠAC); E _{2,3}	a) 1-10 b) NEPOZNATA	VRULJA MALE IZDAŠNOSTI VRULJA VELIKE IZDAŠNOSTI	a) JEDNA POJAVA b) GRUPA POJAVA	
	PRAKTIČNO NEPROPUSNE		FLIŠ: LAPORI, PEŠČARI I KONGLOMERATI	P ₁ g?, P ₂ g?		ZONA IZVIRANJA KATASTARSKI BROJ HIDROGEOLOŠKE POJAVE PONOR POVREMEN ILI NEODREĐENOG TRAJANJA		
NAIZMENIČNA VODOPROPUSNOST	VERTIKALNE I BOČNE PROMENE		ALUVIJALNI SEDIMENTI: PESAK, ŠLJUNAK, ILOVAČA BARSKI SEDIMENTI; GLINE, PESKOVI, TREŠET	Qal; Qb		GRANICA STALNO PLAVLJENOG PODRUČJA		
LEGENDA STANDARDNIH OZNAKA					PODACI O PODZEMNIM VODAMA			
a) - - - - -	NORMALNA GRANICA	a) UTVRĐENA b) PRETPOŠTAVljena	RELATIVNO SPUŠTEN BLOK	ZONARNO PODZEMNO RAZVOBE, PRETPOŠTAVljENO				
b) - - - - -	ERIZIONA GRANICA	a) UTVRĐENA b) PRETPOŠTAVljena	ČELO NAVLAKE	a) UTVRĐENO b) POKRIVENO	SMER PROTICANJA PODZEMNIH VODA			
c) - - - - -	ELEMENT PADA SLOJA	a) POJEDINAČNO MER. b) PREVRNUTI SLOJ	MAKROFAUNA	a) UTVRĐENO b) PREVRNUTE	DATUM UBACIVANJA BOJE			
d) - - - - -	OSA SINKLINALE	a) USPRAVNE ILI KOŠE b) PREVRNUTE	MIKROFAUNA	a) UTVRĐENA b) PRETPOŠTAVljena	DATUM POJAVE BOJE			
e) - - - - -	OSA ANTIKLINALE	a) USPRAVNE ILI KOŠE b) PREVRNUTE	MIKROFLORA					
f) - - - - -	RASED BEZ OZNAKE KARAKTERA	a) OSMATRAN b) NISU OSMATRANI c) POTOGEOLOŠKI OSMATRAN						
g) - - - - -	RASEDNA ZONA							
LEGENDA ZAJEDNIČKA ZA HG KARTI I PROFILE					VODNE GRAĐEVINE			
OŠTALO					KOPANI BUNAR a) POJEDINAČNI b) GRUPA			
					HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽNA BUŠOTINA			
					PRIMITIVNI ZAHVAT IZVORA			
					GRADEVINA JAVNOG VODOVODA			
					OSTALO			
					UZGAJALIŠTA ŠKOLJKI			

Sl. 2. Legenda - Oznake hidrogeoloških, litoških i stratigrafskih karakteristika stijenskog masiva i oznake površinskih vodnih pojava



Sl.3. Veze ponora u Popovom polju i izvora u Donjoj Neretvi i Dubrovačkom Primorju
 Hidrologija i hidrogeologija sliva Neretve i Trebišnjice prof.dr.sc. Mijo Vranješ, dipl. ing. građ. i ostali

- d) U elaboratu: Istražni radovi utjecaja lokacije zahvata ŽCGO na zone sanitarne zaštite vode (vodocrpilište Nereze kod Slanog i planirano Doli) i „Područja za zaštitu gospodarski značajnih vodenih organizama u zaljevu Bistrina i Malostonskom zaljevu“ - Geoaqua d.o.o. Zagreb 2013, [4]

autori navode:

„S obzirom da se navedeni ponor ne nalazi na lokaciji planiranog ŽCGO, početkom 2013. godine izvedena su dodatna geološka i hidrogeološka istraživanja na samoj lokaciji zahvata Centra za gospodarenje otpadom Dubrovačko-neretvanske županije „Lučino razdolje“.

Navedeni radovi su provedeni u svrhu određivanja mogućeg utjecaja lokacije zahvata na područja posebne zaštite voda – zone sanitarne zaštite vode za piće (vodocrpilište Nereze i planirano vodocrpilište Doli) i područja pogodna za zaštitu gospodarski značajnih vodenih organizama (zaljev Bistrina i Malostonski zaljev), u skladu sa Zakonom o vodama (NN br. 153/09, 130/11, 56/13) i Pravilnikom o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta (NN br. 66/11). Za potrebe provođenja trasiranja, provedeno je detaljno geološko i hidrogeološko kartiranje na površini istražnog prostora, a kojima je određen povoljni prirodni objekt (ponor, jama, otvoreni pukotinski sustav i sl.) za ubacivanje trasera u podzemlje. Kao optimalna lokacija pokazala se otvorena pukotina uz rasjed u zaleđu napuštenog objekta.

Za potrebe ispitivanja upojnosti korištena je voda (10 m³) koju su osigurali vatrogasci DVD Slano. Prirodni objekt za koji se pokazala najbolja upojnost, korišten je za upuštanje trasera u podzemlje. Trasiranje je izvedeno otapanjem 20 kg trasera Na- fluoresceina (uranin), u 160 litara vode uz dodatak 10 kg natrijeve lužine radi boljeg otapanja trasera. Upuštanje trasera u podzemlje izvedeno je 06. ožujka 2013. s početkom u 10:30 sati. Po završetku ispuštanja trasera, u pukotinu je upušteno 50 m³ vode kako bi se osiguralo vertikalno otjecanje trasera prema razini podzemne vode. Prije izvođenja trasiranja na svim mjestima praćenja pojave boje uzeti su „nulti uzorci“. Sustav monitoringa pojave

trasera, provodio se 50 dana, uzorkovanjem na 13 lokacija (projektnim zadatkom predviđeno 11 lokacija kojima su dodane bušotine D-1 i D-2 u Dolima) i praćenjem pojave na površini mora u zaljevu Bistrina i Malostonskom kanalu. Sve predviđene lokacije uzorkovane su predviđenom dinamikom, prvih 5 dana svakih 8 sati, sljedećih 10 dana svakih 12 sati, a daljnjih 35 dana svakih 24 sata.

Trasiranje tokova podzemne vode izvedeno je u hidrološkim uvjetima visokih voda. Količina oborina koja je prethodila provođenju trasiranja uvjetovala je visoke razine podzemne vode, a oborine koje su padale tijekom praćenja pojave boje osigurala su vertikalni tok trasera prema podzemlju te njegovo kretanje velikom brzinom kroz podzemlje. Za potrebe mikrozoniranja nabavljeni su podaci o oborinama sa kišomjerne postaje u Trnovici. Mjerene količine oborina potvrđuju velike količine oborina koje su prethodile provođenju trasiranja, kao i za vrijeme praćenja pojave trasera. Količina oborina za promatrano razdoblje iznosila je vrlo visokih 670,4 mm. Obzirom da je uvjet visokih voda bio ispunjen, dobiveni rezultati mogu smatrati mjerodavnima“.

Nakon završetka osmatranja, analizom i interpretacijom dobivenih podataka nultih uzorkovanja, koncentracije trasera u uzorcima, mutnoće i dnevnih količina oborina, autori zaključuju:

1. „Tijekom trajanja osmatranja od 50 dana nije utvrđena hidrogeološka veza između lokacije ubacivanja trasera u Lučinom razdolju i opažanih lokacija uzorkovanja, na kojima se traser očekivao - a) izvor Čepikuće, b) Izvor Mravinca, c) Izvor u uvali Doli, d) Izvor u uvali Lovorna, e) Izvor u uvali Janska, f) Izvor Grgurići, g) Izvor Usječnik, h) Izvor u uvali Pod Luncijatom, i) Izvor u uvali Bistrina i zaljev Bistrina, j) Izvor Trsteno, k) Malostonski kanal, l) Crpilište „Slano“- Nereza“.
2. „Vizualnim osmatranjem, pojava boje nije uočena u zaljevu Bistrina niti u Kanalu Malog Stona“.

„Ovakvi rezultati upućuju na sljedeće:

- otjecanje podzemnih voda paralelno geološkim strukturama prema slivu Neretve
- otjecanje podzemnih voda prema slivu Trebišnjice
- pojava trasera na nekom od opažanih izvora nakon završetka osmatranja od 50 dana

Tijekom razdoblja opažanja od 50 dana, nije registrirana pojava trasera na vodocrpilištima (postojećim i planiranim) kao niti na području određenom kao pogodnom za život i rast školjkaša. Sukladno navedenom, predmetna lokacija „Lučino razdolje“ ne nalazi se unutar zone sanitarne zaštite vodocrpilišta, kako postojećih tako i planiranih, ali se ne može u potpunosti isključiti njena pripadnost slivu jednog ili više opažanih izvora“.

O navedenim rezultatima i izvedenim zaključcima grupe autora d) trebalo je provesti uobičajenu detaljniju stručnu raspravu - reviziju, koja je vjerojatno ovaj put izostala. Naime trebalo je dobiti odgovore na dva važna pitanja:

- Zašto je kod pokusa trasiranja na lokaciji ŽCGO upotrijebljeno samo 20 kg trasera, kada je u elaboratu Energoprojekt – Beograd navedeno: „Procjenjuje se da iz kontinentalnog dijela sliva dotiče $Q_{sr} 6 m^3/s$ „ [1], što znači da dotoci u Malostonski zaljev za vrijeme velikih voda iznose oko 30 – 40 m^3/s i nepoznata količina koja izvire na vruljama u moru od Dola do uvale Janska.
- Kod trasiranja na deponiji Grabovica, u mnogo jednostavnijoj situaciji, gdje se iz prethodnih istraživanja znalo da sva voda ide samo na izvor Ombla, i pri razdoblju srednjeg protoka, upotrijebljeno je 30 kg trasera. [5]
- Zašto uzorci vode-mora za laboratorijsku analizu nisu uzimani na lokacijama vrulja u Malostonskom zaljevu i u uvalama Doli, Budima i Janska, putem kojih u navedene akvatorij, dotiče najveći dio podzemnih voda?

Tvrdnja autora: „Ovakvi rezultati upućuju na otjecanje podzemnih voda paralelno geološkim strukturama prema slivu Neretve ili prema slivu Trebišnjice“, najbolje je demantirana rezultatima opsežnih istražnih radova prikazanim u stručnom radu:

Veze ponora u Popovom polju i izvora u Donjoj Neretvi i Dubrovačkom Primorju - Hidrologija i hidrogeologija sliva Neretve i Trebišnjice prof.dr.sc. Mijo Vranješ, dipl. ing. građ. i ostali, a koji su prikazani na sl. 3, jer je razina podzemne vode u zoni razvodnica prema Neretvi i Trebišnjici u malovodnim i visokovodnim razdobljima, uvijek iznad razine na lokaciji „Lučino razdolje“

Za usporedbu zanimljivo je pogledati rezultate trasiranja tokova podzemnih voda iz jame na lokaciji Šilovića Doci u Kladnjicama, općina Lečevica CGO Split [6]
Trasiranje Jame na užoj lokaciji CGO Lečevica - Split izveli su djelatnici Hrvatskog geološkog instituta (HGI) iz Zagreba, na bitno drugačiji način nego na „Lučinom razdolju.“ kako slijedi:

„Trasiranje je izvedeno 16.5.2006. godine sa 60 kg Na-floresceina (uranin). S obzirom na to da je na vodomjernom profilu Jadro-Majdan u vrijeme ubacivanja trasera protjecalo 5,16 m³/s može se konstatirati da je trasiranje izvedeno u uvjetima srednjih do niskih voda. U razdoblju opažanja koje je trajalo 90 dana (od 16.05. do 14.08.06.) pojava trasera registrirana je jedino na izvoru Jadra. Ponovljeno trasiranje je izvedeno upuštanjem trasera u istu jamu koja je bila trasirana i tijekom istraživanja 2006. godine (Kuhta & Stroj, 2006) u uvjetima srednjih do niskih voda. Trasiranje je izvedeno 10.03.2017. godine pomoću 100 kg Na-floresceina (uranin) visoke koncentracije, otopljenog u približno 450 l vode s dodatkom 30kg NaOH za bolju topljivost boje. Nakon što je traser razmućen u bačvama zapremine 200 l izvedeno je njegovo upuštanje u jamu. Potom je uslijedilo njegovo ispiranje i potiskivanje pomoću ukupno 100 m³ vode. Na temelju obavljenih očitavanja terenskih mjernih uređaja i laboratorijske analize 847 prikupljenih uzoraka podzemnih voda, kao i nakon obrade 10 uzoraka aktivnog ugljena, nedvojbeno se može konstatirati da u razdoblju od upuštanja trasera 10.03.2017.godine do uključujući 10.06.2017. godine, dakle kroz razdoblje opažanja od 92dana, pojava trasera nije registrirana niti na jednom od opažanih izvora. Nadalje, tijekom prethodnog trasiranja iste jame uz lokaciju CGO korišteno je 60 kg uranina, što je bilo dovoljno da se utvrdi veza s izvorom Jadra u maksimalnoj koncentraciji od 0,0062 mg/L. To je tri reda veličine iznad donje granice detekcije, a istovremeno i približno 3-4 puta manje od vidljive koncentracije. Budući da je zadani protok za visoke vode od minimalno 20,3m³/s približno 4 puta veći od protoka pri prethodnom trasiranju(5,16 m³/s), ocjenjeno je da bi 100 kg uranina trebalo biti dovoljno za trasiranje u visokim vodama, a da pritom ne dođe do pojave trasera u previsokoj (vidljivoj) koncentraciji“.

Analizirajući utvrđeno stanje da se iz iste jame na lokaciji Šilovića Doci u Kladnjicama, općina Lečevica, za vrijeme srednjih-niskih voda traser pojavio u izvoru Jadro, a kod visokih voda nije, te autori zaključuju:

„Ukoliko je količina trasera bila dovoljna, u što vjerujemo, nepojavljivanje trasera kroz razdoblje opažanja od 92 dana, vjerojatno je uzrokovano njegovim zadržavanjem u slabije propusnom ili potpuno zatvorenom dijelu krškog podzemlja. Budući da je trasiranje izvedeno u uvjetima visoke razine podzemnih voda moguće je da se traser utisnuo u sustave uskih tektonskih pukotina visoko iznad glavne drenažne zone. Uslijed pada razine podzemnih voda pri povlačenju visokog vodnog vala, došlo je prvenstveno do pražnjenja većih podzemnih kanala, dok je dreniranje užih pukotinskih sustava s utisnutom bojom znatno sporiji proces. Sporo dreniranje uskih pukotina ujedno znači i dugotrajan unos, ali malih količina trasera u glavne drenažne sustave, što ima za posljedicu veliko razrjeđenje na njegovom dugom putu do mjesta istjecanja“.

Iz svega navedenog, konstatacija autora Geoaqua Zagreb:

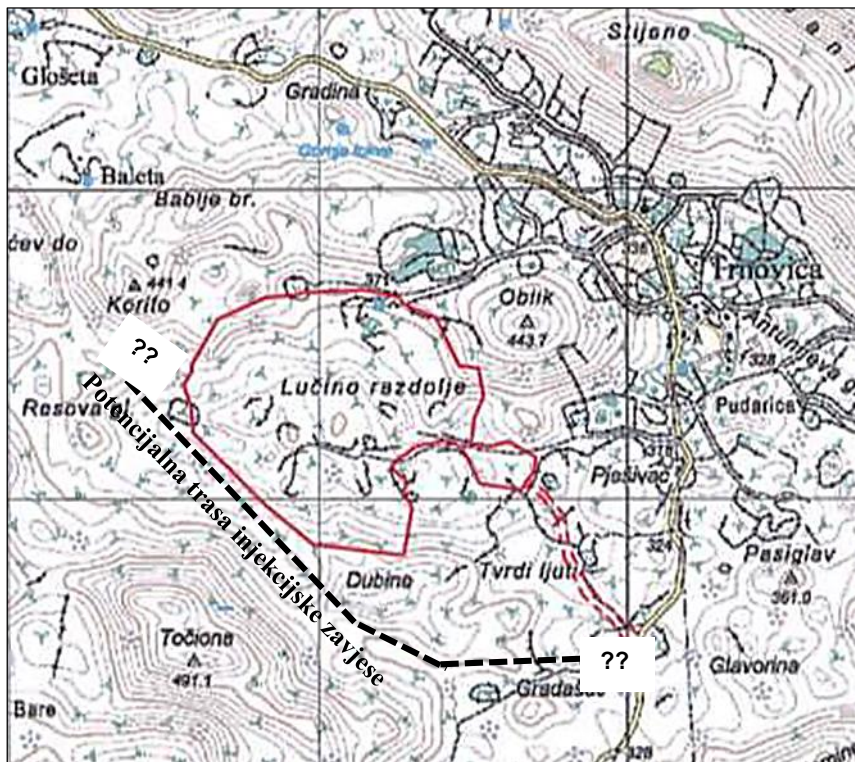
„Tijekom razdoblja opažanja od 50 dana, nije registrirana pojava trasera na vodocrpilištima (postojećim i planiranim) kao niti na području određenom kao pogodnom za život i rast školjkaša. Sukladno navedenom, predmetna lokacija „Lučino razdolje“ ne nalazi se unutar zone sanitarne zaštite vodocrpilišta, kako postojećih tako i planiranih, ali se ne može u potpunosti isključiti njena pripadnost slivu jednog ili više opažanih izvora“.

nema čvrstog utemeljenja, jer je svi ostali rezultati do sada obavljenih istraživanja demantiraju, što na samom kraju zaključka, iako kao pretpostavku, autori na neuobičajen način i potvrđuju. Svi rezultati provedenih istraživanja, osim pokusa bojenja pukotine u zoni lokacije, što je posljedica neadekvatnog načina izvođenja pokusa (mala količina trasera za vrijeme visokih voda, i neuzimanje uzoraka mora na glavnim vruljama u dijelu akvatorija Malostonskog zaljeva i u uvalama Doli, Budima i Janska), jasno ukazuju da se lokacija ŽCGO „Lučino razdolje“ nalazi u slivnom području većine vrulja zaštićenog akvatorija Malostonskog zaljeva i navedenih uvala.

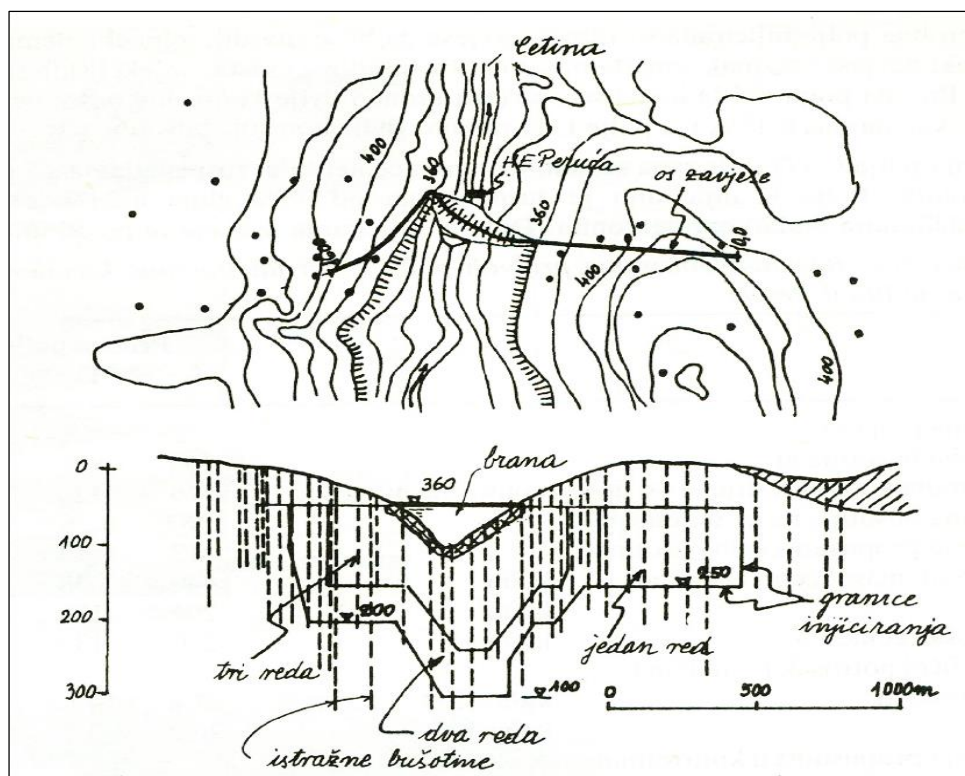
3. Tehničko rješenje kojim je moguće spriječiti dotok onečišćenih podzemnih voda iz zone ŽCGO „Lučino razdolje“ u zaštićeno područje akvatorija Malostonskog zaljeva

Preusmjeravanje toka podzemnih voda iz zone ŽCGO, koje danas teku prema Malostonskom zaljevu ali i vruljama u uvalama Doli, Budima i Janska, isključivo prema vruljama iz tri navedene uvale, jedino je rješenje kojim se akvatorij Malostonskog zaljeva može sigurno i trajno zaštititi od negativnog utjecaja onečišćenih podzemnih voda sa područja budućeg ŽCGO „Lučino razdolje“

Tehničko rješenje kojim se to može postići zahtijeva izgradnju injekcijske zavjese duž jugozapadne granice „Lučinog razdolja,“ dužine i dubine koju bi dodatnim istraživanjima i projektom trebalo odrediti. U više istražnih bušotina potrebno je utvrditi dubinu baze okršavanja i kontinuirano pratiti kolebanje razine podzemnih voda, kako bi se u širem prostoru ŽCGO, moglo prognozirati njeno eventualno povećanje nakon izgradnje injekcijske zavjese. Potencijalna trasa injekcijske zavjese prikazana je na slici 4, a primjeri uspješno izgrađenih injekcijskih zavjesa u temeljima brana izgrađenih u kršu Dinarida na slikama 5 i 6.



Sl. 4. Položaj ŽCGO Lučino razdolje-potencijalna trasa injekcijske zavjese (izvorno mjerilo M 1:25000)



Sl. 5. Injekcijska zavjesa brane Peruča - Injiciranje tla, E. Nonveiller Zagreb 1989

Brana, visina m	Tip	Geološki sastav stijene	Maks. dubina	Injicirano m/m ²		Masa	Potrošak mase kg/m ²
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Brane na kršu							
Liverovići, 49	BL	vapnenac i dolomit	140	29600	0.66	cbp	80
Peruča, 65, desna	K	kredni vapnenac	200	68000	0.58	cbg 50/25/25	176
lijeva		„		72700	0.58	cg 25/75	248
prosječno		„		140700	0.58		210
Krupac, krila, zone	1	vapnenac i	42	4300	0.42	cgp	528
	2	dolomit					
	3		30	2400	0.57	23/40/37	320
			25	4400	0.47		127
Široka ulica (bočna)	—	vapnenac	75	18200	0.35	cg 33/67	202
Gorica, 30	BG	vapnenac	70	8700	0.46	cg 40/60	122
Grančarevo, 123	BL	vapnenac, Jura	195	17700	0.28	cg 33/67	49
Sklope, 78	K	vapnenac i vap. breča	120	55700	0.59	cg 60/40	290
Rama, 100	K	vapnenac i dolomit	200	32600	0.38	cb 95/5	42
Špilje, 110	K	vapnenac i škriljavci	145	90500	0.48	c	277
Letaj, 33	BL	vapnenac	20	950	0.60	c	260*
Podgradina, 125	K	eocenski vapnenac i lapor	65	7500	0.15	c/g 30/70	10
Kazaginac, 20	K	kredni vapnenac	126	74800	0.31	„	48
Kazaginac, bok		„	80	14800	0.34	„	304
Metiljevica	—	„	67	7100	0.27	„	123
Poždrikoza	—	„	—	28700	0.51	„	125
Sinjski ponor	—	„	—	31600	0.25	„	139
Župica, 23	K	vapnenac	185	41720	0.34	c	34
Bokanjčko blato	—	„	32	11000	0.22	c	90
Martinje, 220	BL	vapnenac	278			c	

Sl. 6. Injekcijske zavjese u temeljima brana u kršu Dinarida Injiciranje tla, E. Nonveiller Zagreb 1989

4. Zaključak

Na osnovu rezultata provedenih istraživanja i posebno iz iskustva drugih autora, koji su provodili vrlo slična istraživanja, na lokacijama sa vrlo sličnim hidrogeološkim karakteristikama terena, na jasan način se potvrđuje da se lokacija ŽCGO „Lučino razdolje“ nalazi u slivnom području većine vrulja zaštićenog akvatorija Malostonskog zaljeva.

Jedino izgradnjom injekcijske zavjese moguće je zaustaviti današnje tečenje podzemne vode ispod zone ŽCGO „Lučino razdolje“, prema vruljama u Malostonskom zaljevu, jer će one biti preusmjerene isključivo prema zonama vrulja u uvalama Doli, Budima i Janska.

Taj dopunski dio projekta moguće je realizirati, samo ako se dodatnim istraživanjima utvrdi da baza okršavanja nije na velikoj dubini, odnosno da se ne nalazi ispod razine mora. Pozitivno iskustvo stečeno kod izgradnje više hidrotehničkih objekata u kršu Dinarida, dobra su garancija da će se akvatorij Malostonskog zaljeva na taj način moći trajno zaštititi od onečišćenja otpadnim i oborinskim vodama, koje se prikupljaju na površinama u području Centra.

Za taj dodatni dio projekta injekcijske zavjese uz jugozapadnu granicu Centra, potrebno je provesti manji opseg istraživanja, koji obuhvaća izradu više istražnih bušotina, iz kojih bi se izvela potrebna geofizička istraživanja, a sve kako bi se odredila njena trasa, dužina, dubina, utrošak cementno - pješčane smjese i posebno važno utvrdilo eventualno povećanje današnje razine podzemnih voda u slivnom području navedenih zona vrulja u uvalama Doli, Budima i Janska.

Literatura:

1. Studija Hidrogeološke karakteristike šireg uticajnog područja specijalnog rezervata u moru Malostonskog zaliva (Milanović P, i drugi) - Energoprojekt Beograd 1991
2. Izvešće „Hidrogeološki nadzor nad istražnim bušenjem na području Općine dubrovačko primorje, (lokaliteti: Čepikuće i Trnovica), (Dragičević I, i dr.), Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu 2005.
3. Rezultati hidrogeoloških ispitivanja na makrolokaciji „Banjevica“ u Općini Dubrovačko Primorje za potrebe izgradnje Centra Za gospodarenje otpadom Dubrovačko-Neretvanske Županije GEO-CAD Zagreb 2008
4. Istražni radovi utjecaja lokacije zahvata ŽCGO na zone sanitarne zaštite (vodocrpilište Nereze kod Slanog i planirano Doli) i „Područja za zaštitu gospodarski značajnih vodenih organizama u zaljevu Bistrina i Malostonskom zaljevu“ Geoaqua d.o.o. 2013
5. Trasiranje podzemne vode na području Dinarida, Matić Natalija; Čađenović Nikola, Zbornik 15. Kongresa geologa Srbije, 2010
6. Trasiranje tokova podzemnih voda iz jame na lokaciji Šilovića doci u Kladnjicama, Općina Lečevica (Mladen Kuhta, dipl. ing. geol. i Dr.sc. Tihomir Frangen, dipl. ing. geol. Zagreb, lipanj 2017)
7. Injiciranje tla, Prof. dr. Ervin Nonveiller Zagreb 1989