

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

*Janova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si*



Univerzitetni program Vodarstvo in  
komunalno inženirstvo

Kandidatka:

**Metka Vojska**

## **Pomen izgradnje ZBDV na kraškem področju**

**Diplomska naloga št.: 114**

**Mentor:**

izr. prof. dr. Jože Panjan

**Somentor:**

asist. dr. Mario Krzyk

Ljubljana, 25. 11. 2008

### STRAN ZA POPRAVKE

<b>Stran z napako</b>	<b>Vrstica z napako</b>	<b>Namesto</b>	<b>Naj bo</b>

**IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisana Metka Vojska izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom:

**»Pomen izgradnje ZBDV na kraškem področju«**

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske separatoteke FGG.

Ljubljana, \_\_\_\_\_2008

---

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>625.745.2/.3:628.19(043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Metka Vojska</b>
<b>Mentor:</b>	<b>izr. Prof. dr. Jože Panjan</b>
<b>Somentor:</b>	<b>asist. dr. Mario Krzyk</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Pomen izgradnje ZBDV na kraškem področju</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>92 str., 17 pregl., 48 sl.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>Zadrževalni bazeni; Avtocesta; Primorski krak avtoceste – A1; Zaščita vode</b>

### **Izvleček**

Kraški vodonosnik je zelo občutljiv za različne oblike onesnaževanja, zato ima lahko nepravilno ravnanje z njim trajne posledice. Posledice onesnaževanja so človeku v podzemlju večinoma nedostopne in zato težko popravljive. Za njegovo uspešno varovanje so potrebni ustrezni ukrepi, ki morajo temeljiti na dobrem poznavanju delovanja tega kraškega sistema. Kraški svet s svojimi značilnostmi in posebnostmi narekuje podrobnejšo raziskavo, podkrepjeno s terenskim odvzemanjem vzorcev in preverjanjem kakovosti vode.

Ukrepi, ki so potrebni za varovanje okolja zajemajo tudi postavitev ZBDV-jev za padavinsko odpadno vodo s cestišča AC.

Na avtocestnem odseku od Čebulovice do Srmina so popisani vsi zgrajeni ZBDV-ji za zaščito odvodnikov. Osnovne značilnosti ZBDV-jev so prikazane v tabelarični obliki. Na tem odseku je obravnavanih skupno 28 ZBDV-jev. Razdeljeni so na 4 pododseke in sicer Čebulovica-Divača, Divača-Kozina, Kozina-Klanec in Klanec-Srmin. Na teh pododsekih je lepo viden razvoj izvedbe ZBDV-jev odvisno od časa izgradnje AC odseka. Nekoliko podrobneje so predstavljeni ZBDV-ji v bližini Škocjanskega parka in ZBDV-ji v IV. vodovarstvenem pasu reke Rižane. Učinkovitost ZBDV-jev je predstavljena s pomočjo ZBDV-ja z oznako 4/59, ki se nahaja blizu Divače.

Razvoju in povečevanju prometa v regiji se seveda ni mogoče izogniti. Vendar se je pri njegovem načrtovanju in udejanjanju izgradnje AC treba ozirati na posebne vrednosti pokrajine, ki izvira iz njenih naravnih pa tudi kulturnih danosti.

**BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDC:** 625.745.2/.3:628.19(043.2)  
**Author:** Metka Vojska  
**Supervisor:** assoc. Prof. dr. Jože Panjan  
assist. dr. Mario Krzyk  
**Title:** The meaning of ZBDV on the karst territory  
**Notes:** 92 p., 17 tab., 48 fig.  
**Key words:** Delaying basins; motorway; Coast side of highway – A1; protection of water

**Abstract**

The aquifer of karst is very vulnerable to different types of pollution, therefore any unreasonable dealing with it may result in permanent consequences. The bad results of pollution underground are mostly inaccessible for people and because of that they are quite difficult to repair. For its efficient protection it is necessary to undertake proper actions which have to be based upon adequate understanding, how karst aquifer is functioning. Karst region with its characteristics and specifics demands a detailed research, supported by collecting terrain samples and checking the quality of water.

The measures, which are necessary for protection of environment, are including also beaulding of ZBDVs for rainfall water from highways.

The Čebulovica-Srmin highway sections is described in detail, including a list of ZBDVs for drainage system protection. Basic features of ZBDVs are stated in tabular form. This highway section is furnished with a total of 28 ZBDV. They are divided on four sections: Čebulovica-Divača, Divača-Kozina, Kozina-Klanec and Klanec-Srmin. On this subsections you can see the development of realization ZBDV depending on timing of highway construction. In greater detail ZBDVs near Škocjanski park and in IV. waterprotecting belt of river Rižana are presented. Effectiveness of ZBDVs is presented with ZBDV which has a mark 4/59 and is located near Divača.

The further development and traffic increasement of the region is unavoidable. But within planning and realization of the highway, special attention must be paid to the special values of the area, which rises from both: the natural conditions and the culture of the people.

## **ZAHVALA**

Za vso pomoč se iskreno zahvaljujem mojemu mentorju izr. prof. dr. Jožetu Panjanu in somentorju asist. dr. Mariu Krzyku.

Gospodu Miklavžu Čeponu in ostalim zaposlenim na DARS-u, ki so mi še pomagali, se iskreno zahvaljujem za vso pomoč pri zbiranju potrebne literature in pridobivanju ostalih podatkov na terenu.

Iz vsega srca pa se želim zahvaliti tudi svojima staršema, ki sta mi stala, ne glede na vse moje vzpone in padce, stalno ob strani in me bodrila s svojo neomahljivo življenjsko energijo.

Zahvala pa gre tudi vsem ostalim mojim dragim, ki so mi kakorkoli pomagali pri uresničitvi mojega cilja.

**KAZALO VSEBINE**

<b>1.0</b>	<b>UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2.0</b>	<b>AVTOCESTA</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Pomen avtocest</b>	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b>Kaj vse odteka s cestišča AC</b>	<b>7</b>
<b>3.0</b>	<b>NATANČNEJŠI PREGLED KRAŠKEGA PODROČJA</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Kraški svet</b>	<b>13</b>
<b>3.2</b>	<b>Matični kras – Kras</b>	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Kraški vodonosnik</b>	<b>20</b>
<b>3.4</b>	<b>Dva večja vodotoka na področju krasa</b>	<b>24</b>
<b>4.0</b>	<b>ZAŠČITA KRAŠKEGA PODROČJA PRED VPLIVI Z AC</b>	<b>32</b>
<b>4.1</b>	<b>Predpisi</b>	<b>32</b>
<b>4.2</b>	<b>Vodovarstveni pasovi</b>	<b>38</b>
<b>4.3</b>	<b>Potek AC prek vplivnih območij reke Rižane in reke Reke</b>	<b>41</b>

<b>5.0</b>	<b>ZBDV-JI NA PRIMORSKEM KRAKU AC NAMENJENI ZAŠČITI OKOLJA</b>	<b>45</b>
<b>5.1</b>	<b>ZBDV – namen</b>	<b>46</b>
<b>5.2</b>	<b>Zgrajeni ZBDV</b>	<b>47</b>
5.2.1	ZBDV-ji na odseku od Čebulovice do Divače	49
5.2.2	ZBDV-ji na odseku od Divače do Kozine	52
5.2.3	ZBDV-ji na odseku od Kozine do Klanca	56
5.2.4	ZBDV-ji na odseku od Klanca do Srmina	57
<b>5.3</b>	<b>Ustreznost že zgrajenih ZBDV-jev in možne izboljšave</b>	<b>60</b>
5.3.1	ZBDV-ji v bližini vplivnega območja Škocjanskega parka in 4. vodovarstvenega pasu reke Rižane	63
5.3.2	Dve izvedeni raziskavi na dveh ZBDV-jih	68
5.3.3	Problemi in izboljšave ZBDV-jev na obravnavanem odseku	84
<b>6.0</b>	<b>ZAKLJUČEK</b>	<b>87</b>
<b>VIRI</b>		<b>89</b>



**KAZALO PREGLEDNIC**

Preglednica 1: ZBDV-ji na AC A1 odsek od Čebulovice do Divače .....	50
Preglednica 2: ZBDV-ji na AC A1 odsek od Divače do Kozine.....	53
Preglednica 3: ZBDV-ji na AC A1 odsek od Kozine do Klanca.....	57
Preglednica 4: ZBDV-ji na AC A1 odsek od Klanca do Srmina.....	60
Preglednica 5: ZBDV-ji ob AC, ki so v bližini vplivnega območja Škocjanskega parka .....	66
Preglednica 6: ZBDV-ji ob AC, ki so v IV. Vodovarstvenem pasu reke Rižane .....	67
Preglednica 7: Parametri izmerjeni na vtoku v obravnavan ZBDV.....	70
Preglednica 8: Parametri izmerjeni na iztoku iz obravnavanega ZBDV-ja .....	70
Preglednica 9: Padavinski dogodek v noči iz 4. oktobra 2001 na 5. oktober 2001 .....	73
Preglednica 10: Določitev skupnega volumna padavin $V_{pad}$ .....	73
Preglednica 11: S pomočjo interpolacije preračunane vrednosti parametrov na vtoku.....	74
Preglednica 12: S pomočjo interpolacije preračunane vrednosti parametrov na iztoku.....	75
Preglednica 13: Preračunane mase parametrov izražene v l, kg in g.....	77
Preglednica 14: Število padavinskih dni v letu 2005 za nekatere postaje (Vir: ARSO, 2005)	79
Preglednica 15: Količina parametrov na leto .....	80
Preglednica 16: Masa parametrov, ki se nahaja v betonskih ZBDV-jih v enem letu .....	81
Preglednica 17: Količine parametrov v ZBDV-jih skupno po 20-tih letih.....	81

## KAZALO SLIK

Slika 1: Namerno onesnaženje znotraj enega od ZBDV-jev .....	7
Slika 2 : Območje parka in AC A1 (Vir: <a href="http://www.divaca.si">www.divaca.si</a> in <a href="http://www.park-skocjanske-jame.si">www.park-skocjanske-jame.si</a> ) ..	42
Slika 3: ZBDV-ji na odseku od Čebulovice do Divače.....	49
Slika 4: ZB 1/58.....	50
Slika 5: ZB 2/58.....	50
Slika 6: ZB 3/59.....	50
Slika 7: Ponikovalnica za ZBDV 4/59 .....	51
Slika 8: ZB 5/59.....	51
Slika 9: ZBDV-ji na odseku od Divače do Kozine .....	52
Slika 10: ZB 1/60.....	53
Slika 11: ZB 2/60.....	53
Slika 12: ZB 3/60.....	54
Slika 13: ZB 4/60.....	54
Slika 14: ZB 5/60.....	54
Slika 15: ZB 6/60.....	55
Slika 16: ZB 7/60.....	55
Slika 17: ZB 8/60.....	55
Slika 18: ZB 9/60.....	55
Slika 19: ZBDV-ji na odseku od Kozine do Klanca .....	56
Slika 20: ZB 10/61.....	57
Slika 21: ZB 11/61.....	57
Slika 22: ZB 12/61.....	58
Slika 23: lovilec olj pri ZBDV-ju Z5/61 .....	58
Slika 24: ZBDV-ji na odseku od Klanca do Črnega Kala.....	59
Slika 25: ZBDV-ji na odseku od Črnega Kala do Srmina.....	59
Slika 26: ZBDV B1/61 .....	60
Slika 27: Ponikalnica za ZBDV B2/61 .....	60
Slika 28: ZBDV B3/61 zemeljski del.....	61
Slika 29: ZB B4/61 .....	61
Slika 30: Ponikalnica od ZBDV B5/61 .....	61

---

Slika 31: ZB B8/61 .....	61
Slika 32: ZB B9/62 .....	62
Slika 33: ZB B10/62 .....	62
Slika 34: ZB B11/62 .....	62
Slika 35: ZB B12/388 zemeljski del .....	62
Slika 36 : Vplivno območje Škocjanskega parka z podlago občine Divača, ki ima vrisano tudi AC in ZBDV-je, katere sem vrisala (www.divaca.si in www.park-skocjanske-jame.si).....	65
Slika 37 : Vrisani ZBDV-ji na podlago (Vir: www.geopedija.si) .....	67
Slika 38 : Lokacija obeh ZBDV-jev vrisana na podlago (Vir:www.arso.si) .....	68
Slika 39 : Lokacija ZBDV-ja 4/59 ob lokalni cesti.....	69
Slika 40 : ZBDV 4/59 .....	69
Slika 41 : ZBDV 12/61 leta 2007.....	82
Slika 42 : Pogled na iztok iz ZBDV-ja 12/61 .....	83
Slika 43 : Dostop do enega od ZBDV-jev direktno z AC.....	84
Slika 44 : Dostop do glavnega dela ZBDV-ja.....	84
Slika 45 : Detajl vtoka in težave, ki se pojavijo če ta ni pravilno oblikovan.....	85
Slika 46 : Detajl rešitve težave z vtokom v ZBDV 10/61.....	85
Slika 47 : Detajl nastavka za kovinsko zaklopko.....	86
Slika 48 : Detajl lovilec olj .....	86

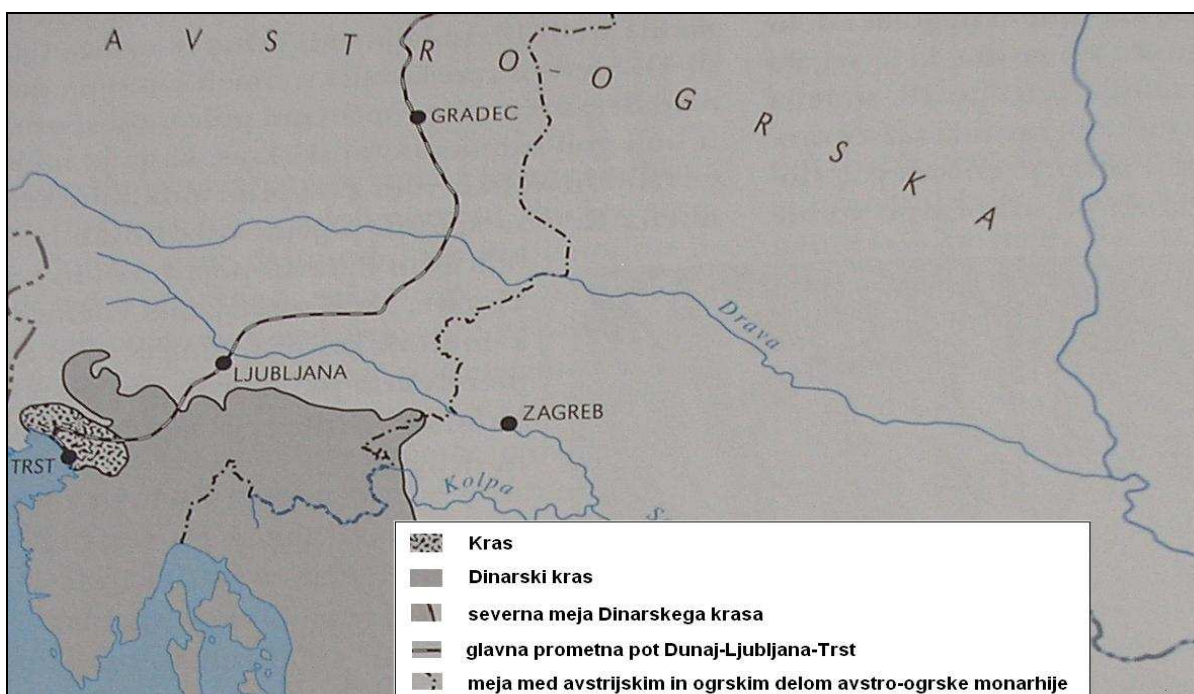
## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AC	Avtocesta
NPIA	Nacionalni program izgradnje avtocest
RČN	Rastlinska čistilna naprava
ZBDV	Zadrževalni bazen deževnih voda



## 1.0 UVOD

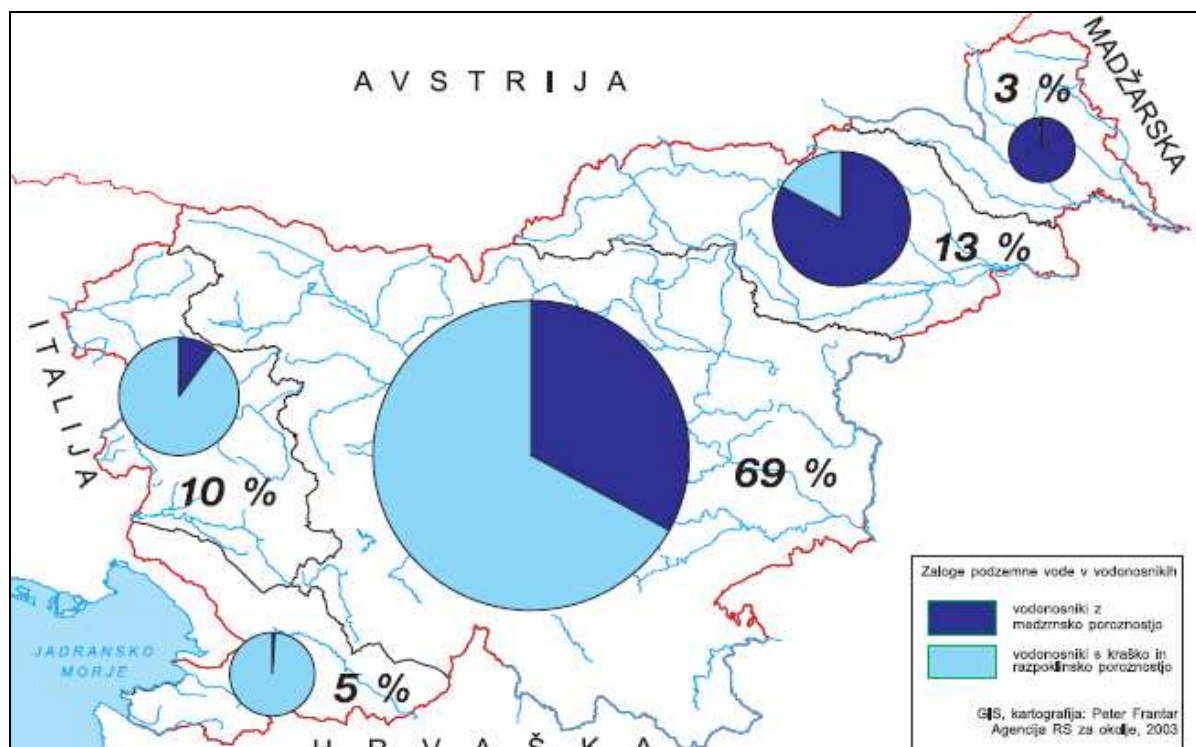
Že od nekdanje je Slovenija stremela po tem, da bi bila kar najbolj povezana znotraj sebe in tudi z zunanjim svetom. Tako je bila že sredi 19. stoletja vzpostavljena povezava med Dunajem in Trstom skozi Ljubljano, kot vidimo tudi na naslednji sliki. Povezava med mestoma poteka čez Kras. Z izgradnjo primorske AC v preteklem obdobju preko občutljivega kraškega področja se je to področje še bolj povežalo z mesti v Sloveniji in tudi urbanimi področji izven nje.



Slika: Geopolitični položaj Krasa sredi 19. stoletja (Vir: Gams, 2003)

Pretok vozil je po AC večji od pretoka po državnih, regionalnih in ostalih cestah. Temu sledi, da je tudi potencialno onesnaženje okolja večje. S snovmi, ki nastanejo ob uporabi vozil se lahko onesnaži zrak, zemlja in voda v neposredni bližini AC. Med najpomembnejše vplive AC na okolje so šteti ravno vplivi na vodno telo še posebno v neposredni bližini AC.

Poleg vode, ki se nahaja na površju poznamo tudi podtalnico – podzemno vodo. Vse skrivnosti podzemne vode, tako njeno pretakanje skozi podzemlje, kot tudi vsa naravna bogastva, ki jih s tem ustvari, so skrite našim očem. Pogosto sploh ne vemo, da se voda nahaja pod nami, ker je tako dobro skrita. Našli bi jo v porah, razpokah, rovih in jamah pod nami.



Slika: Zaloge podzemne vode v vodonosnikih v Sloveniji (Vir: Bat et al., 2003, str. 56)

Zavedanje kaj nam pomeni podzemna voda, postane še najbolj pomembno, ko pogledamo njeno vlogo za pridobivanje pitne vode. Kot vidimo na zgornji sliki je podzemna voda vir za pitno vodo, kar 97 % prebivalcev v Sloveniji (Bat et al., 2003).

Eden izmed najskrivnostnejših nahajališč podzemne vode je ravno kraški svet. Tam se voda pretaka v različnih oblikah po kraškem podzemlju. Ustvarja naravna bogastva, njihovo veličino pa lahko vsaj malo zaslutimo tudi v jamah in drugih podzemnih sistemih. Tam lahko vidimo le del predragocenega kraškega podzemnega sveta, ki ga ustvari delovanje vode. Potrebno pa je zaščititi naravni svet še posebej zaradi pitne vode.

Del tega podzemnega sveta so Škocjanske jame, ki so vključene v Naturo 2000. To pomeni, da imajo zelo velik pomen za celoten svet ne samo za Slovenijo. S tem dobi naš skrivnostni kraški svet še več na svojem pomenu. Potrebno ga je varovati in ohraniti za prihodnje rodove, da bodo lahko občudovali te podzemne krasote, ki se skrivajo pred našimi očmi.

S potekom AC prek kraškega področja je to območje izpostavljeno onesnaženju, ki prihaja z AC. Zato je še toliko bolj pomembno, da se zagotovi čim manj obremenjevanja okolja med gradnjo AC in kasneje med njenim obratovanjem. Temu pripomorejo različni ukrepi znotraj avtocestnega sistema, eden od teh so tudi ZBDV-ji, ki zmanjšujejo neposredno ponikanje onesnažene vode v kraški svet. V diplomskem delu obravnavam pomen njihove izgradnje na Krasu, še posebej na odseku med Čebulovico in Srminom, kjer so že zgrajeni. Nadalje bom ocenila maso onesnažil, ki se v njih zadrži ter pomen dobrega vzdrževanja in obratovanja le teh.



## 2.0 AVTOCESTA

### 2.1 Pomen avtocest

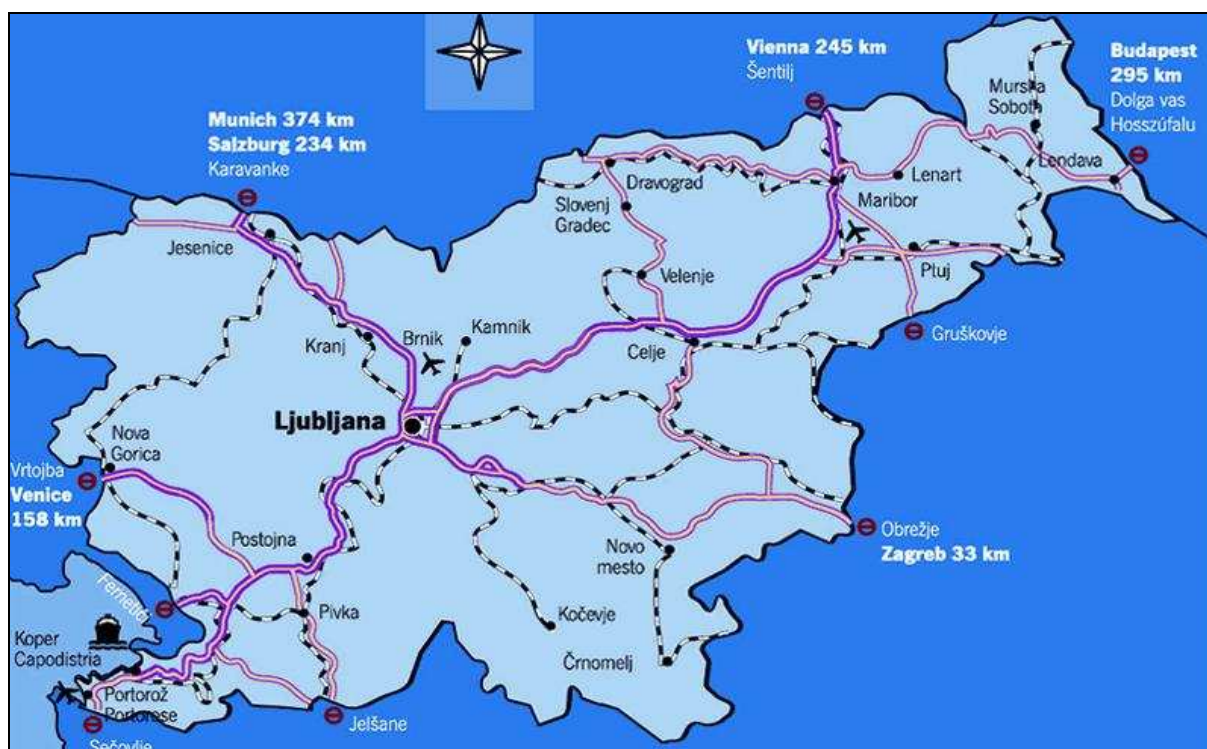
Moderne sveta si ne moremo več predstavljati brez cest oz. avtocest (na daljših razdaljah). Avtoceste (v nadaljevanju AC) so namenjene daljinskemu prometu motornih vozil. Imajo dve ali več fizično ločenih smernih vozišč, na katerih sta dva ali več prometnih pasov, kot so vozni, prehitevalni, počasni in odstavnici.

Razvoj cestnega prometa je v preteklih letih predvsem zaznamovalo povečevanje števila registriranih motornih vozil. Osebni avto ostaja najučinkovitejše površinsko prevozno sredstvo, ker v največji meri zadovoljuje individualne potrebe ljudi po mobilnosti in dostopnosti. Ta prostorska organiziranost, ki je vzpostavljena s cestami, temelji na mobilnosti in povečani prostorski dostopnosti, na individualnosti in svobodi odločitev posameznikov. AC so simbol organizirane družbene mreže in njenega napredka. S svojo ekspresivnostjo posebljajo čas moderne dobe.



Slika: Avtocestni križ (Vir: DARS, 2008)

V skladu z miselnostjo modernega obdobja, si Slovenija želi vzpostaviti kvalitetne cestne povezave. Že leta 1994 se je tega plana konkretnije lotila, izvajati je začela NPIA (Nacionalni plan izgradnje AC). V teh letih se je tako z dograjevanjem avtocestnega križa cestna infrastruktura močno izboljšala in povečala. AC križ je namenjen povezovanju severne Slovenije (Karavanke) z južnim delom Slovenije (Bregane) in skrajni vzhodni del Slovenije (Lendava) z zahodom Slovenije (Koper). Na n sliki vidimo potek AC križa.



Slika: Zemljevid glavne infrastrukture Slovenije (Vir: [www.vlada.si](http://www.vlada.si))

Dobra prometna infrastrukturna povezanost znotraj Slovenije je pomembna zaradi konkurence tako na družbeno-ekonomskem področju, kot tudi na področju kulturnega udejstvovanja.

Promet onesnažuje atmosfero, tla in vegetacijo z emisijo toksičnih težkih kovin in ogljikovodikov iz pogonskih motorjev. Obremenitev okolja se povečuje z gostoto vozil in je odvisna še od kvalitete in vrste goriva, opremljenosti in vzdrževanosti vozil, kakovosti cestišča, načina vožnje, ipd. Zato je onesnaževanje okolja zaradi prometa večje predvsem v urbanih področjih in na tistih predelih AC, kjer prihaja do zastojev (vstop, izstop, cestninska postaja, zožitve, nesreče, vzdrževalna dela).

Slabe prometne povezave namreč pomenijo prometno obremenjenost določenih cestnih odsekov in s tem manjšo pretočnost prometa, več zastojev ter s tem tudi večji negativni vpliv na okolje. Slovenija si z boljšim infrastrukturnim povezovanjem skuša zavarovati svoje nacionalne interese.

Slovenija se nahaja v pomembnem geopolitičnem prostoru in se mora s pomočjo dobre in varne prometne infrastrukture povezati s širšim evropskim prostorom. To je eden od načinov s katerim si Slovenija izboljšuje svoje razvojne možnosti v sedanjosti in prihodnosti.

Iz obeh ugotovitev izhaja, kako pomembno je, da je (avto)cestna povezava kvalitetna v vseh možnih pogledih. Ceste niso več namenjene zgolj povezovanju, pač pa postajajo vse bolj tudi naš vsakodnevni bivalni, delovni prostor, tako so vse bolj pomembne tudi glede vpliva na okolje. Vse več časa preživimo na cestah, s tem pa se povečuje tudi možnost povečanega negativnega vpliva ceste na okolje. Vpliv je še toliko večji, na AC in ob neposredni bližini AC, ki je lahko velika onesnaževalka okolja.

Smiselna in učinkovita globalna in lokalna prometna organiziranost Slovenije je bistvenega pomena. Ob vsem tem ni najpomembnejše, da so trase avtocestnih koridorjev postavljene v bližini urbanih naselij in mest. Pomembnejše je umeščanje AC telesa v celotni prostor, tako da se ohranijo potencialne možnosti za razvoj naravnega okolja v naprej. K temu umeščanju AC v prostor, pa vsekakor sodi tudi ustrezno zmanjšanje negativnih vplivov le-te na okolje.

Tako se recimo na trasah AC, ki potekajo čez kraško območje, zaradi velike prevotljenosti kraških vodonosnikov, pojavi nevarnost vdiranja oz. porušenja stropov nad jamami, ki se nahajajo pod traso. Na to so nakazali tudi ugrezi, ki so nastajali ob utrjevanju grušč na cestišču s tresočim valjarjem ob gradnji obstoječe primorske AC (Knez, Slabe, 2007). Iz varnostnega pogleda se tako svetuje uporaba georadarja tekom izgradnje, za odkritje večjih votlin, ki so tik pod površjem. Če ugotovimo na kakšnem področju se nahaja AC lahko veliko lažje in bolj uspešno poskrbimo za čim manjši negativni vpliv na okolje. Velika prevotljenost je eden izmed najbolj zanesljivih pokazateljev prepustnosti in nas opozori na posebno skrb pri gradnji in uporabi AC ter vzdrževanju le te.

## 2.2 Kaj vse odteka s cestišča AC

Eden izmed največjih vplivov na okolje se pozna v vodnem okolju. V vodna telesa ob AC se steka padavinska voda, ki pade na neposredno območje ob AC in seveda tudi vsa onesnažena padavinska voda, ki odteče iz samega cestišča AC. Onesnažena je lahko z obrusi (normalna obraba cestišč in posledica obrusa gum in zavor), z naftnimi derivati, s soljo in s težkimi kovinami, ... (Panjan, 2002). Kot vidimo na spodnji sliki (glej Slika 1) se na ZBDV-jih najde tudi namerno onesnaženje, kot so odpadki voznikov avtomobilov (predstavlja pomembno onesnaženje) npr.: olupki (organsko), pločevinke in plastika (neorgansko) (Vojska, 2008).



Slika 1: Namerno onesnaženje znotraj enega od ZBDV-jev

V naslednji preglednici so naštetja bolj natančno onesnaževala in njihov izvor, ki izhajajo iz AC (glej še Uredbo o ... z javnih cest, 2005).

Preglednica: Glavna onesnaževala, ki izhajajo iz AC in njihov izvor (Vir: Kompare, 2001)

Onesnaževala	Izvor
anorganska onesnaževala	
kovine	
svinec (Pb)	dodatek osvinčenih bencinov (izpušni plini)
nikelj (Ni), vanadij (V)	dodatek v dizelskih gorivih (izpušni plini)
kadmij (Cd), cink (Zn), baker (Cu), železo (Fe), krom (Cr)	dodatek v avtomobilskih gumah (obraba avtomobilskih plaščev)
mangan (Mn), brom (Br), antimon (Sb), molibden (Mo)	dodatek v motornih ali hidravličnih oljih
nekovine, minerali	
azbest	sestavina zavornih oblog (ni še povsod opuščen)
grafit, druge anorg. Oblike C	dodatek v mazivih, saje
organska onesnaževala	
težkohlapne org. ogljikovodiki	pogonska sredstva (bencin, plinsko olje)
težkohlapne lipofilne snovi - mineralna olja in maščobe (TLS)	mazalna in zaščitna olja v avtomobilih
poliaromatski ogljikovodiki	nepopolno izgorevanje različnih goriv

Količina onesnaževala, ki s cestišča prihaja v odtok ni direktno odvisna od gostote prometa ampak bolj od geoloških značilnosti območja, vetrovnosti, dolžine sušnega obdobja med dvema deževnima itd. Samo 5-20 % onesnaževal gre direktno v odtočno vodo s cestišča. Ostali delež onesnaževal je razpršen v zraku ali odložen na zemljiščih ob cestišču in se izpira počasneje.

Da bi se natančneje zmerila količina in vsebina posameznih parametrov so se izvajale različne meritve, le te so pokazale, da je nihanje parametrov odvisno tako od tega kdaj padejo padavine (največje onesnaženje takoj po sušnem obdobju) do tega v katerem obdobju se izvajajo meritve. Velika nihanja so tako pri vsebnosti kloridov, saj so pozimi bolj intenzivno uporabljeni (soljenje cest). Zaradi povečane vsebnosti kloridov in sulfatov je tudi specifična električna prevodnost (SEP) povečana, če jo primerjamo s tisto izmerjeno poleti. Poleti pa so koncentracije svinca in kadmija povečane.

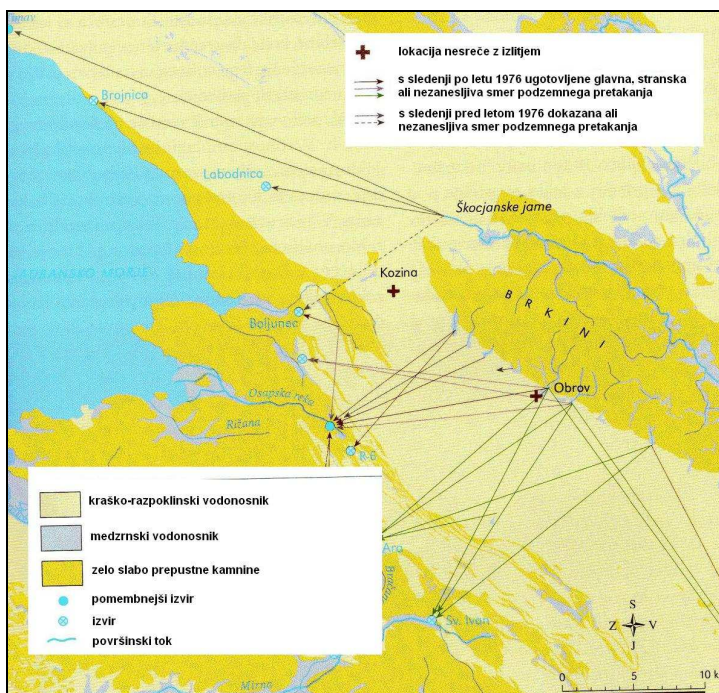
Obremenitev okolja z onesnaževali z AC se meri s kemijskimi analizami organskih in anorganskih vzorcev. Ti podatki nam nudijo vpogled v prisotnost in razporeditev onesnaževal v okolju. Postopki, s katerimi ugotavljamo učinke onesnaževal so: testiranje strupenosti onesnaževal v testih strupenosti, monitoring vplivov onesnaževal na organizme in uporaba indikatorskih organizmov za zgodnje odkrivanje vplivov onesnaževal.

Zaradi katalitičnih procesov in termične razgradnje goriva nastajajo v emisijah izpušnih plinov motornih vozil produkti anorganskega (ogljikov monoksid-CO, dušikovi oksidi-NO<sub>x</sub>, svinčeve in žveplove spojine) in organskega izvora (ogljikovodiki: alkani, ciklični alkani, aromatske spojine, poliaromatske spojine-PAH). Trdni delci se dispergirajo v zraku in odlagajo ob cestišču. K onesnaževanju okolja s toksičnimi težkimi kovinami (svinec-Pb, nikelj-Ni, kadmij-Cd, cink-Zn) in ogljikovodiki prispeva svoj delež tudi cestišče (Kralj, 2006). Delci razpadlega asfalta, avtomobilskih gum in saj se skupaj s kondenzatom iz izpušnih cevi, kapljicami mazalnih olj in masti ter z absorbiranimi emisijskimi produkti spirajo z meteornimi vodami v odtočne kanale, vodotoke in podtalnico.

Ob večji količini padavin v posameznem nalivu se cestišče postopoma spira, to se pokaže tudi v vse boljši kvaliteti zaporednih vzorcev. Ugotovljeno je, da največja količina onesnaženja odteče na začetku naliva. Ne glede na stalno izpiranje s padavinami pa ostaja še vedno prisotno kontinuirano onesnaženje (stalen promet), ki povzroči da so parametri vedno nad neko mejo. Tako vodo, ki odteka s cestišča po padavinah ne moremo smatrati kot čisto meteorno vodo, v njej se vedno nahaja nek delež onesnaženja. Temu sledi potreba, da padavinsko odpadno vodo iz cestišča najprej prečistimo in nato spustimo naprej v okolje.

Poleg tega stalnega onesnaženja zaradi prometa, poznamo še onesnaženje, ki nastopi zaradi nevarnih izlitij škodljivih snovi ob nastopu katastrofalne nesreče. Kljub vsem predpisom, ki urejajo take prevoze, pride do nesreč z obsežnimi posledicami za ljudi, stvari in okolje. V primeru takega prevoza je namreč težje ukrepati v primeru nesreč, saj potekajo prevozi tudi čez zelo občutljiva območja, kot so vodovarstvena območja, kras, bližina rek. Zaradi slednjega je pomembno, da čimbolj poznamo potek vodnih tokov, da vemo že v naprej kam se bo steklo to katastrofalno onesnaženje in na ta način še ustrezno ter pravočasno ukrepamo za zmanjšanje negativnega vpliva.

Leta 1993 se je zgodila taka nesreča pri Kozini, šlo je za izlitje mineralnih olj, leto dni kasneje pa je bil onesnažen najpomembnejši primorski vodni vir – Rižana, ko se je izlilo plinsko olje pri Obrovu (Knez, Slabe, 2007). S sledilnimi poskusi so skušali določiti smer pretakanja podzemne vode od mesta razlitja. Tako so ugotovili povezave, ki so vidne na naslednji sliki.



Slika: Podzemne povezave podzemnih kraških tokov na primorskem pri Obrovu (Vir: Knez, Slabe, 2007, Str. 215)

Podobni poskusi so bili izvedeni tudi v primeru drugih večjih nesreč s čimer se je skušalo kar najbolje spoznati okolje po katerem potekajo AC.

### 3.0 NATANČNEJŠI PREGLED KRAŠKEGA PODROČJA

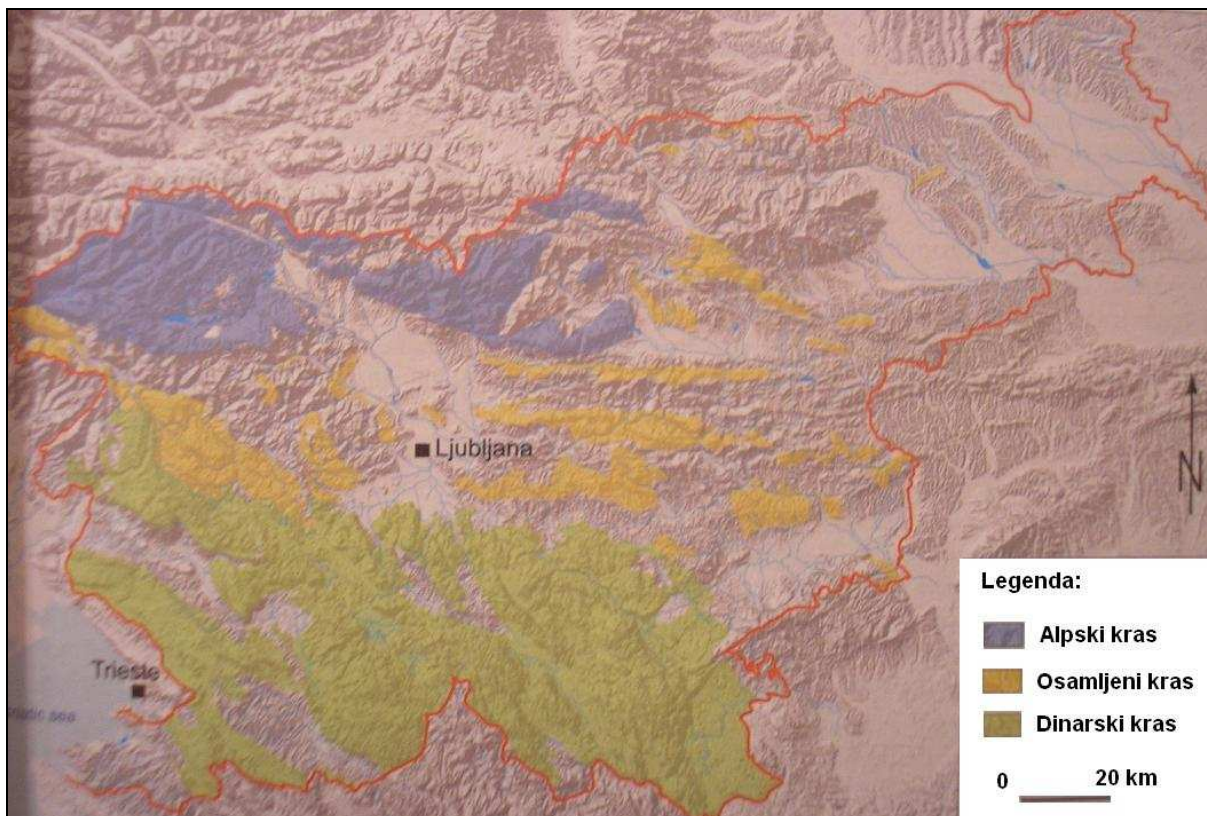
Slovenija leži na stičišču Alp, Panonske nižine, dinarsko-kraškega sveta in Sredozemlja, kot vidimo na naslednji sliki (Cigale et al., 2002). Vsi ti omenjeni pokrajinski tipi zaznamujejo življenjski prostor Slovenije z izjemno pokrajinsko pestrostjo in naravnimi lepotami.



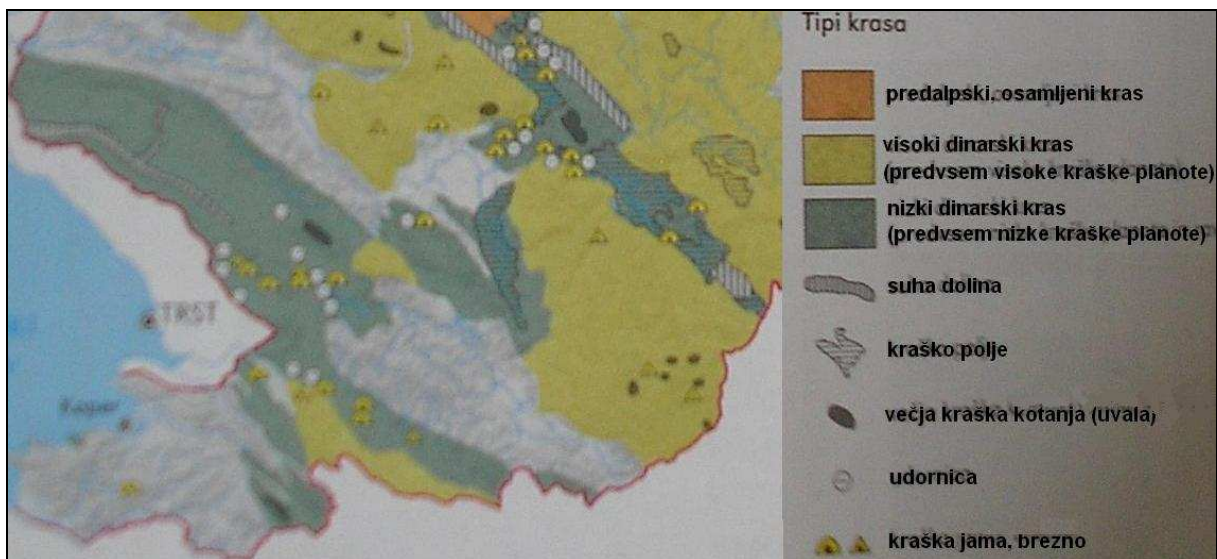
Slika: Zemljevid pokrajinskoekoloških enot Slovenije ( Vir: Cigale et al., 2002, Str. 24)

Z 8800 km<sup>2</sup> karbonatnih kamnin (predvsem apnenca, manj dolomita), v katerih so nastali kraški pojavi, to je 43% ozemlja, je Slovenija kraška dežela. Poleg strnjene kraškega ozemlja, ki pripada dinarskemu krasu (Kras, Notranjska, Dolenjska), so pri nas bolj ali manj izraženi kraški pojavi tudi v Julijskih in Savinjskih Alpah ter Karavankah (alpski in visokogorski kras) in raztreseno po Tolminskem, Idrijskem, Cerkljanskem, v Polhograjskih Dolomitih, Posavskih hribih, na Gorjancih, Dobrovljah in tja do Haloz (osamljeni kras) (Aljančič, 1988). Slednje se vidi tudi na naslednjih dveh slikah.





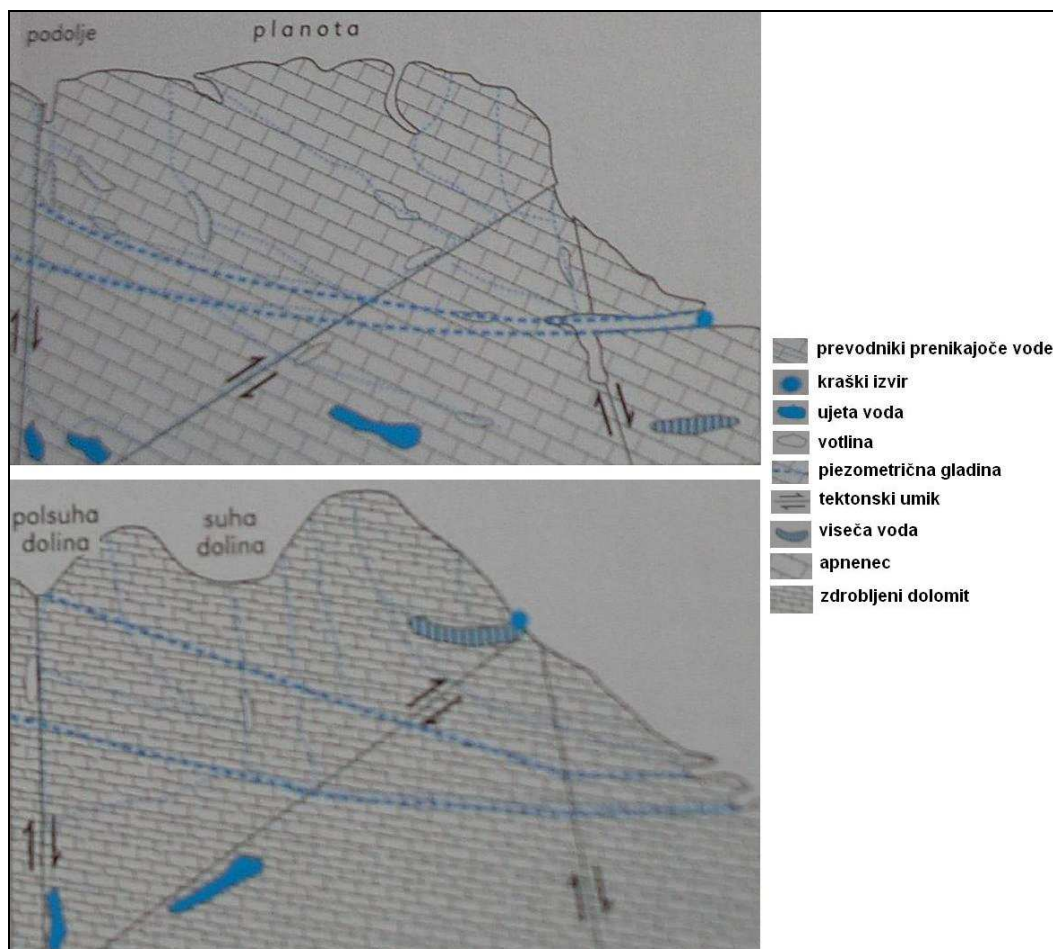
Slika: Kras v Sloveniji (Vir: Mihevc, 2005, Str. 21)



Slika: Regionalizacija krasa v zahodni Sloveniji (Vir: Gams, 2003)

### 3.1 Kraški svet

Kras je posebna oblika dela zemeljske skorje (površja in podzemlja), na trdnih, a razpokanih karbonatnih kamninah, predvsem apnencih in dolomitih, z značilnim načinom vodnega odtoka (Gams, 2003).

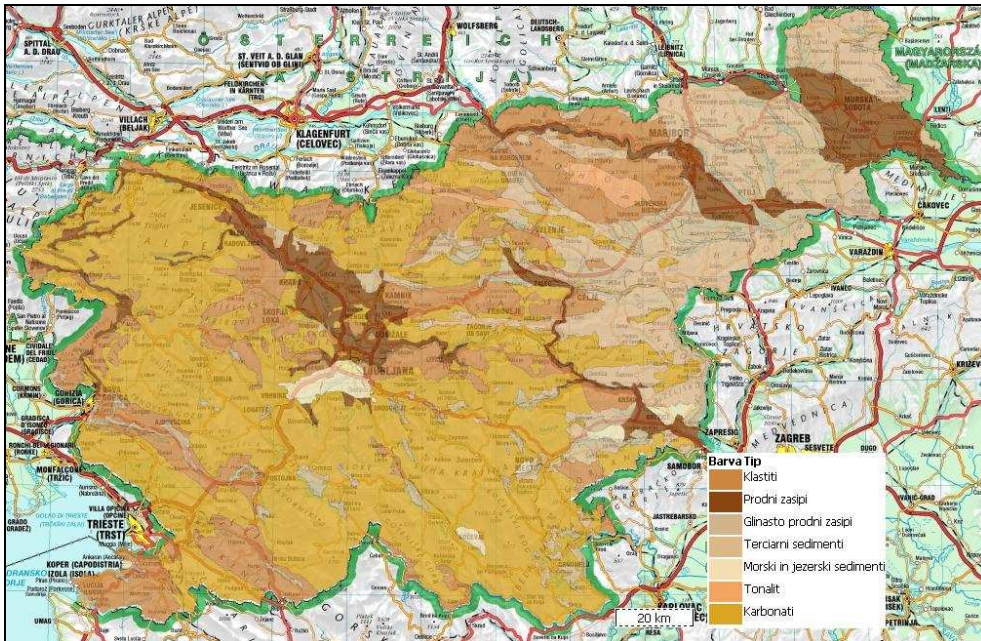


Slika: Shema vodnega pretakanja v apnencu in dolomitu (Vir: Gams, 2003)

Za kraško področje je značilno, da je praktično brez površinskih vodotokov. Zaradi dobre prepustnosti karbonatnih kamnin se padavinska voda hitro infiltrira v podzemlje, tako je delež površinskega toka zanemarljiv. Karbonatne kamnine (položaj je prikazan na naslednjih dveh slikah) so topne v vodi, v čisti vodi zelo malo, a več ko je v vodi  $\text{CO}_2^1$  oziroma bolj ko je

<sup>1</sup>  $\text{CO}_2$  – Ogljikov dioksid.

kisla in agresivna voda, močnejše in hitreje raztaplja karbonatne kamnine. Ne samo v zraku ampak tudi v zemlji najdemo ogljikov dioksid, ki nastaja pri presnovi živih organizmov in razkroju organskih snovi. Tako se voda v kraškem svetu s pomočjo svojega delovanja (raztapljanje kamnin) in širjenja že nastalih razpok izgublja v kamnini proti podzemlju. Več ko je padavin, izrazitejši so kraški pojavi, ki so posledica delovanja vode.

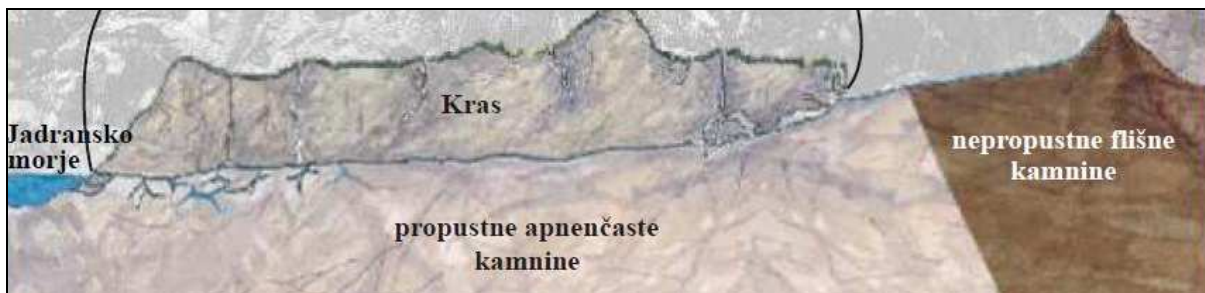


Slika: Razpored kamnin v Sloveniji (Vir: [www.geopedia.si](http://www.geopedia.si))



Slika: Razpored kamnin za primorski krak AC (Vir: [www.geopedia.si](http://www.geopedia.si))

Voda priteka v prepustne karbonate tudi z neprepustnega sveta. Manjši in večji potoki, cele reke ponikajo v kraško podzemlje (npr.: reka Reka). Po krajši ali daljši podzemeljski poti pritekajo kasneje v kraških izvirih spet na površje, kot vidimo na naslednji sliki (Perič, 2004).



Slika: Prerez toka Reke od izvira do izliva (Vir: [www.park-skocjanske-jame.si](http://www.park-skocjanske-jame.si))

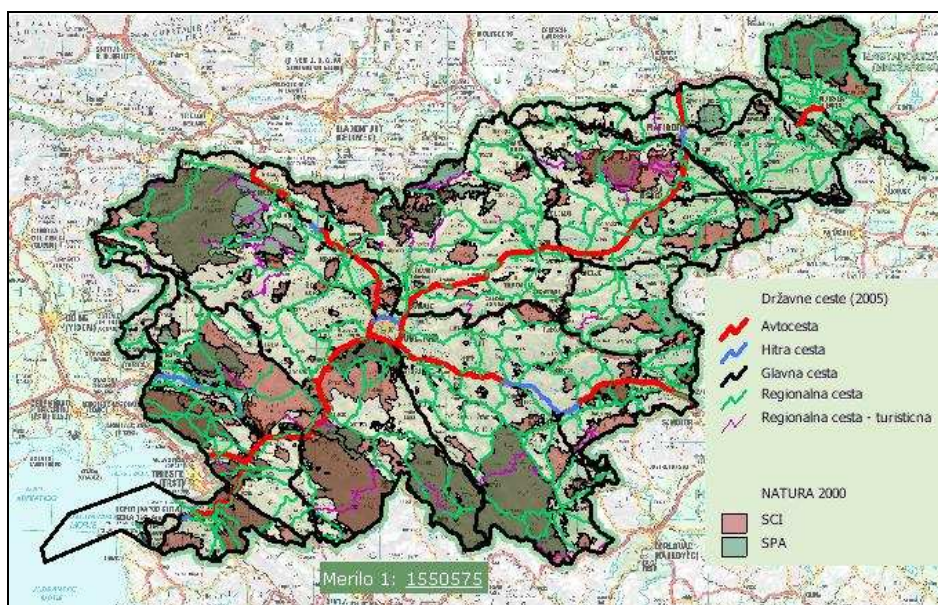
Na podzemeljski poti prenikajoča in ponorna voda neprestano širi svoje rove, tako se prostori večajo. Apnenčevi skladi nad njimi vse teže prenašajo pritisk. S stropa se začno lomiti posamezni kosi. Nastanejo lahko pravi podori, ki napolnijo dvorane. Voda si išče pot med podornim skalovjem, lahko zastaja in naraste do stropa. Tako nastanejo sifoni.

Voda pa si najde lahko tudi druge poti. Izdolbe si nove rove, medtem ko stare opušča. Vodne kapljice, ki pridejo skozi razpokan strop, odlagajo sigo. Tako začno svoj nastanek različne vrste kapnikov. Medtem ko tako prenikajoča voda v kapniških jamah gradi, na svoji poti skozi apnenčeve sklade voda kamnino razdira. Nastanejo novi podori; nekateri lahko sežejo celo do površja, kjer zazijajo v globino črna brezna. V krasu se neprestano nekaj spreminja, dejali bi lahko da na nek način živi in to tisočletja (Gams, 1974).

Ta skrivnosten pojav pa skušamo kar najbolje zaščititi. V ta namen se izvaja različne projekte. Eden izmed njih je Natura 2000 <sup>2</sup>(glej naslednjo sliko), tako so zaščitena nekatera kraška območja, tudi deli matičnega krasa t. j. Krasa (Perič, 2004).

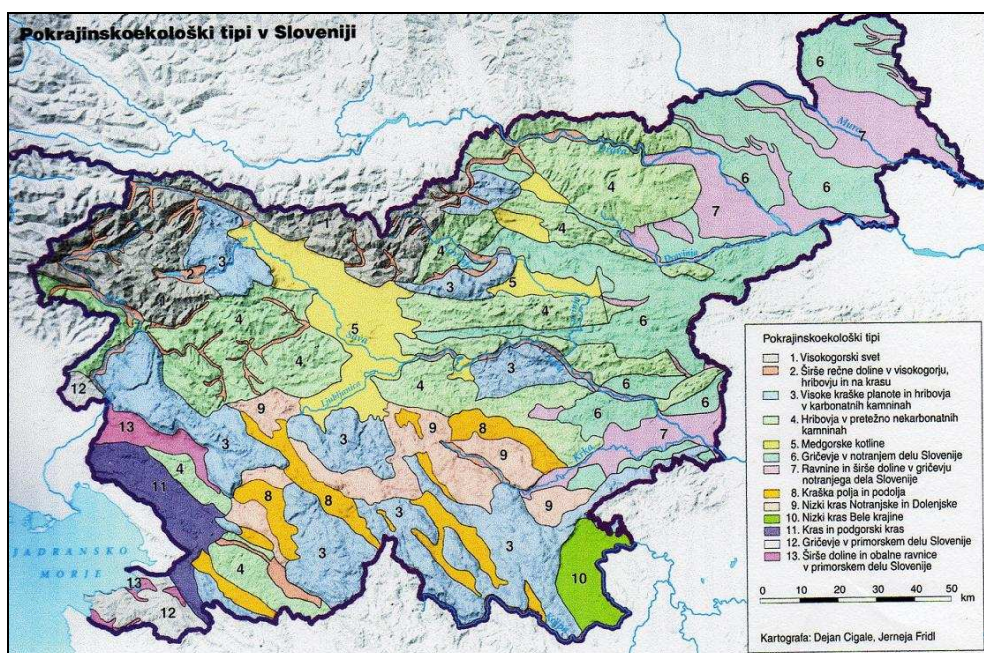
---

<sup>2</sup> Natura 2000 – Projekt v katerem so zbrana območja ohranjanja habitatov, ki so pomembni za EU.

Slika: Natura 2000 (Vir: [www.arso.gov.si](http://www.arso.gov.si))

### 3.2 Matični kras – Kras

Če pogledamo pokrajinsko ekološke tipe v Sloveniji, kot jih vidimo na naslednji sliki se nahaja pod točko 11 Kras.



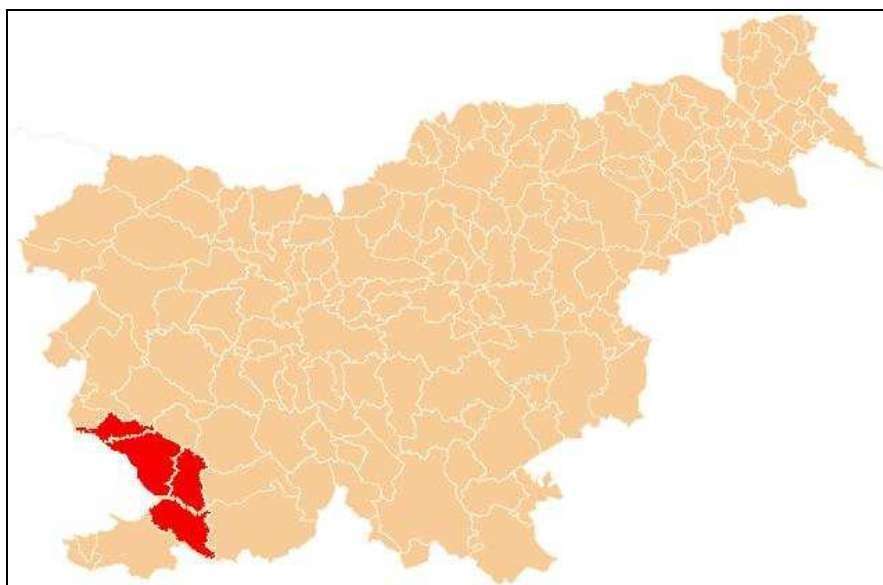
Slika: Pokrajinsko ekološki tipi v Sloveniji (Vir: Cigale et al., 2002, Str. 34)

Pokrajinsko območje Kras se nahaja na jugozahodnem delu Slovenije, kot vidimo na tej sliki.



Slika: Kras (Vir: Mihevc, 2005)

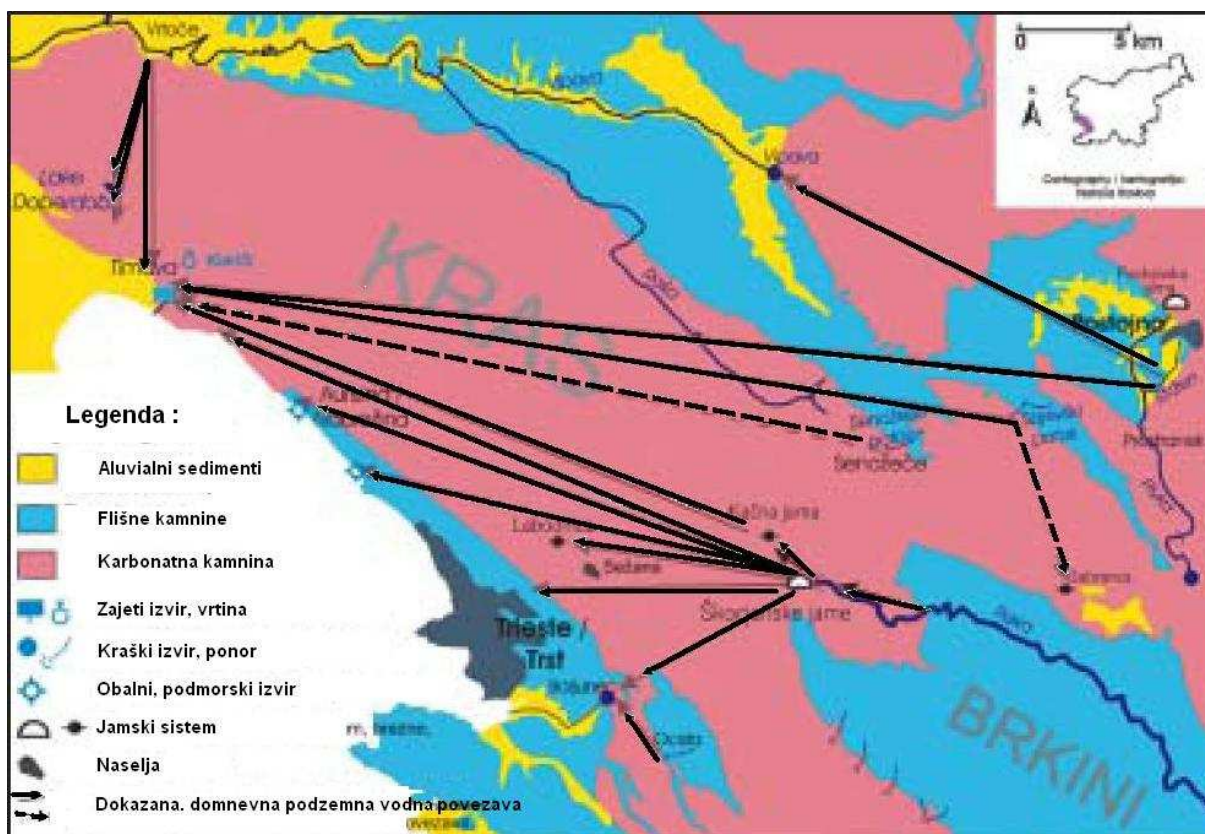
Planota, katere nadmorske višine se gibljejo med 200 in 500 m, meri 440 km<sup>2</sup>. Nahaja se med Tržaškim zalivom in Vipavsko dolino ter Brkini in Soško ravnino (Jakofčič, 2006). Slovenski del leži na ozemlju občin Sežana, Hrpelje-Kozina, Divača in Komen, kot vidimo na sliki.



Slika: Kras v slovenskih občinah (Vir: sl.wikipedia.org)

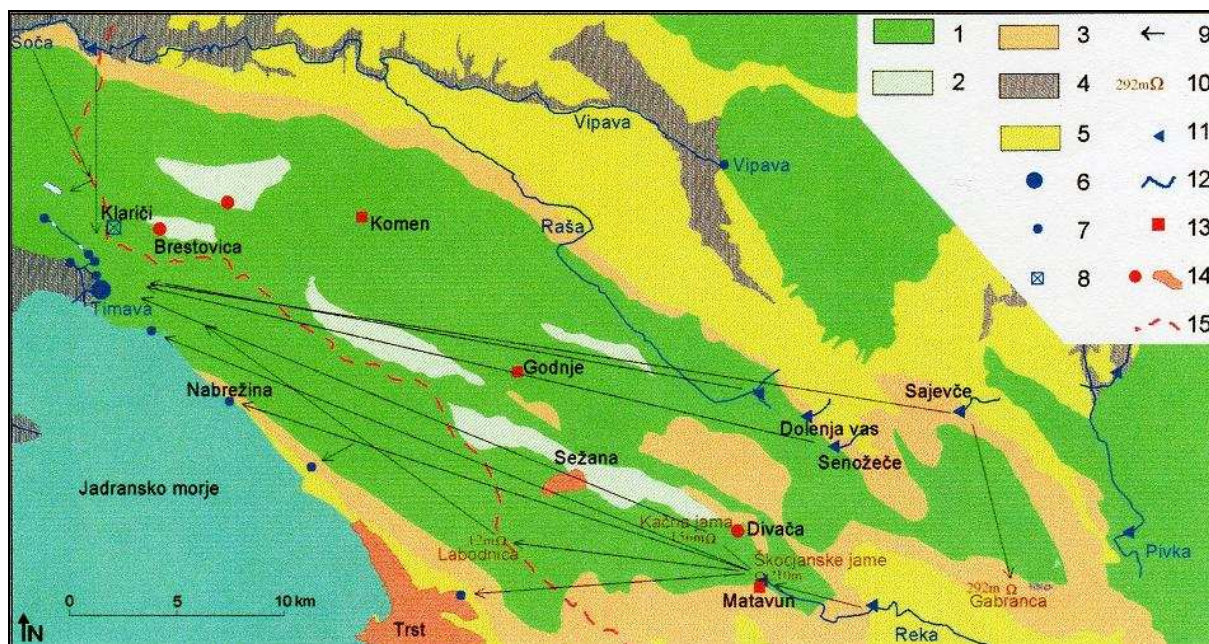
Kras se nahaja na severnem robu Jadranske plošče in je posledica narivne tektonike. Gradijo ga zakraseli in dobro prepustni apnenci in dolomiti. Za kredne in paleogenske kamnine, ki se nahajajo na tem območju, je značilna izredna pestrost apnenecv.

Vse kraške reke ponikajo na tistih mestih, kjer se stikata fliš in apnenčeva podlaga. Vode se potem pretakajo podzemno proti izvirov v Tržaškem zalivu, kot vidimo na spodnji sliki. Poleg napajanja Krasa s ponikanjem padavin priteka na Kras tudi voda z nekraškega obrobja. Ena največjih takih rek je tudi reka Reka.



Slika: Geološka karta in podzemne vodne povezave (Vir: Ravbar, 2006)

Osrednji del Krasa sestavljajo zakraseli in dobro prepustni kredni apnenci in deloma dolomiti v debelini več kot 1000 m. Hidrološko pregrado lahko vzpostavijo delno dolomitni skladi, ki so manj prepustni. Na severu, jugu in vzhodu prehajajo kredne kamnine v terciarni ploščati apnenec, ki je tudi razpokan in zakrasel (Mihevc, 2005).

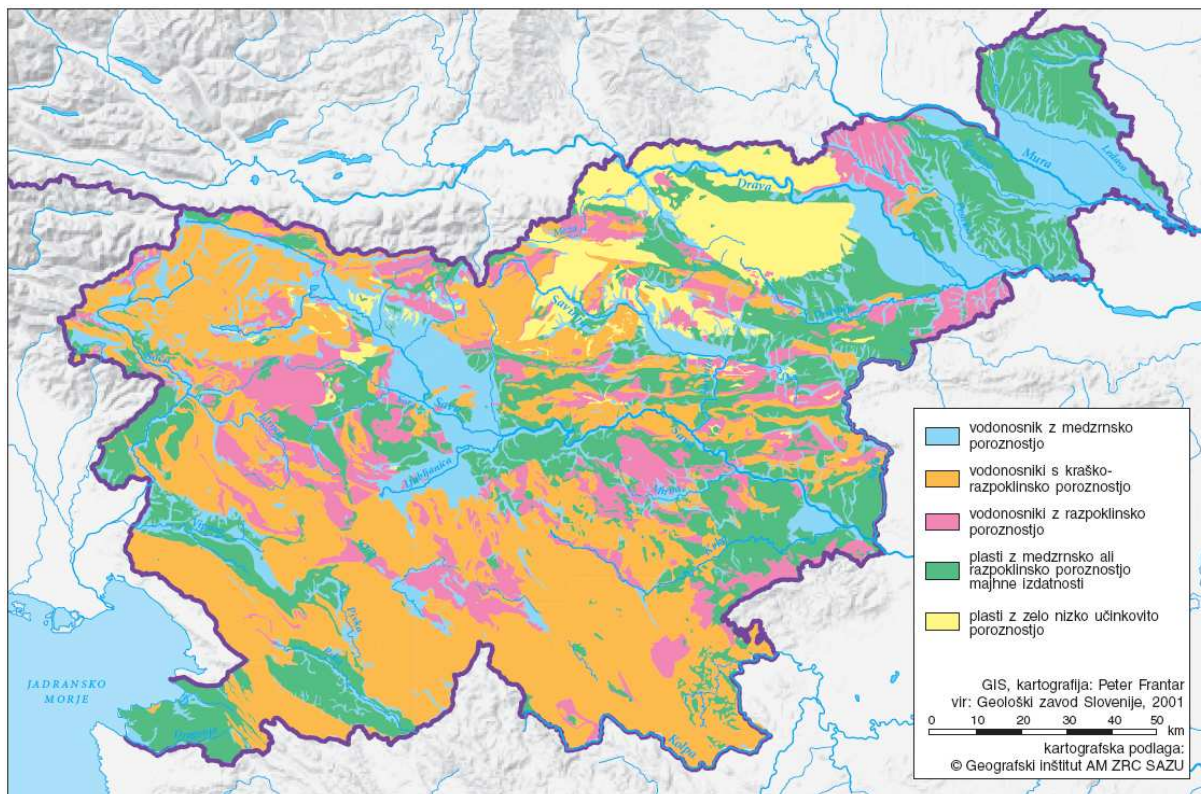


Slika: Območje Krasa (Vir: Mihevc, 2005, Str. 21)

Naš Kras zaznamuje pestra tektonika in litostratigrafska različnost. Sledi, da je težje vnaprej določiti nahajališča določenih kraških pojavov, kot so jame, brezna. Znano je, da na stikih fliša z apnencem najdemo jame pogosteje. Prevotljenost kraškega vodonosnika tako določamo predvsem glede na dobro celostno poznavanje krasa in njegovih posebnosti. Poznati je potrebno kar najbolje tako kraško površje, kot tudi kraško podzemlje. Za tako znanje je potrebno voditi evidenco vseh kraških pojavov, ki jih zasledimo na Krasu. Evidenca se dopolnjuje še posebno v zadnjih letih, ko se je gradilo AC na območju Krasa. Trasa AC, ki je prečkala Kras je slej ko prej naletela na vrtače, podzemne votline ali celo dele jamskih sistemov. Nekatera prečkanja kraških pojavov, so predvideli že vnaprej s pomočjo vnaprejšnjega poznavanja površinskih in podzemnih pojavov. No vsekakor je pomembno, da se vsak tak kraški pojav popiše, se zmeri in zapiše njegov položaj, mere, obliko, naplavine in sigo v njih ter vlogo pojava v vodonosniku (Knez, Slabe, 2007).



### 3.3 Kraški vodonosnik

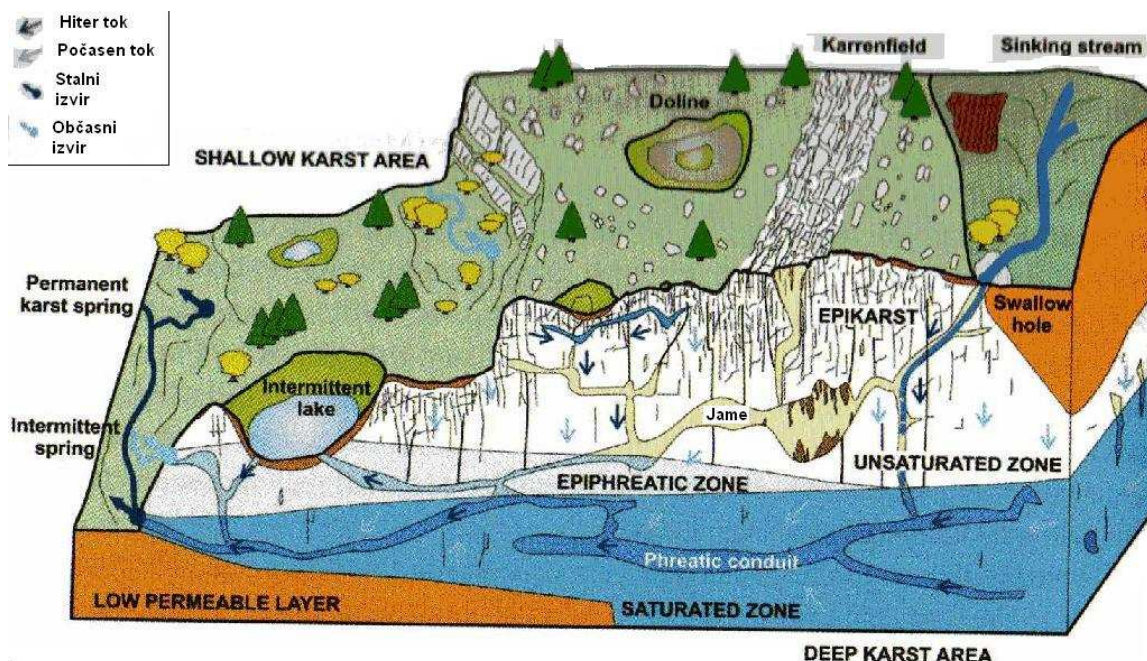


Slika: Hidrogeološka zgradba Slovenije (Vir: Bat et al., 2003, str. 55)

Kraški vodonosnik se nahaja na pretežnem delu Slovenije, kot vidimo na zgornji sliki, kjer je označen z oranžno barvo.

Ve se, da karbonatne kamnine na krasu, zaradi posebnih značilnosti omogočajo kraškim vodam, ki ponikajo na tem področju, zelo lahek prehod v podzemlje, torej kraški vodonosnik<sup>3</sup>. Čez kamnino debelo 100 m poniknejo ponekje že v dobri uri. Fliš, ki je razporejen po tem območju je ponavadi prisoten le v manjših količinah. Poleg tega je znano tudi, da se lahko v flišu pojavijo manj številni kanali, po katerih odteka zbrana padavinska voda v podzemlje (Mihevc, 2005).

<sup>3</sup> Vodonosnik – plast ali več plasti kamenin ali drugih geoloških plasti pod površjem tal zadostne poroznosti in prepustnosti, da omogoča znatnejši pretok podzemne vode ali odvzem znatnejših količin podzemne vode.



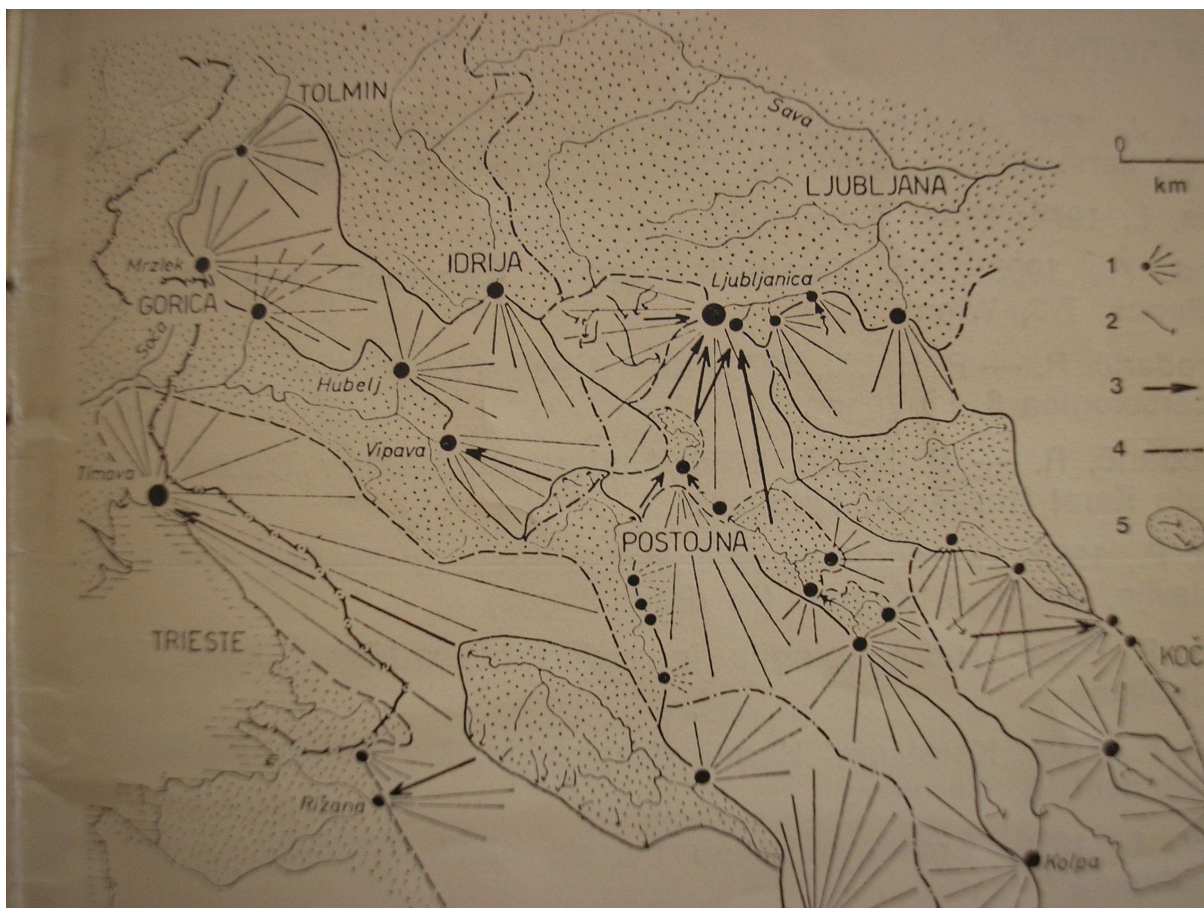
Slika: Kraški vodonosnik (Vir: Ravbar, 2007)

Če pogledamo kraško površje členijo ga vrtače in jame brez stropa. Vrtače so lahko različno zapolnjene s prstjo. Nasploh so vrtače znamenje današnjega preoblikovanja površja padavinske vode, ki navpično ponika skozenj in nato po nezalitem delu vodonosnika pride do podzemeljske vode. Na dnu vrtač oziroma ob robu le teh, se lahko nahajajo tudi brezna, špranje skozi katere se pretaka voda v podzemlje. Špranje prepletajo epikras, najizrazitejše so v krednem apnencu, nekoliko manj pa v paleogenskem. Špranje so po večini zapolnjene s prstjo, njihove stene pa so razčlenjene s podtalnimi skalnimi oblikami (Gams, 2003).

Jame brez stropa so posledica razvoja kraškega vodonosnika in njegovega površja v različnih hidroloških, geoloških, geomorfoloških in podnebnih razmerah. Glede na hitrost odnašanja naplavin iz jame, če ga primerjamo z nižanjem okolice, so odvisne izrazitosti površinskih oblik jam. Če je ta hitrost majhna, potem najdemo na površini prst in rastje ali celo območja sige in naplavin. V primeru hitrejšega odnašanja snovi, pa postanejo jame podobne vrtačam. Velikokrat so lahko kar sestavljene iz več različnih oblik jam z dodatki vrtač in brezni.

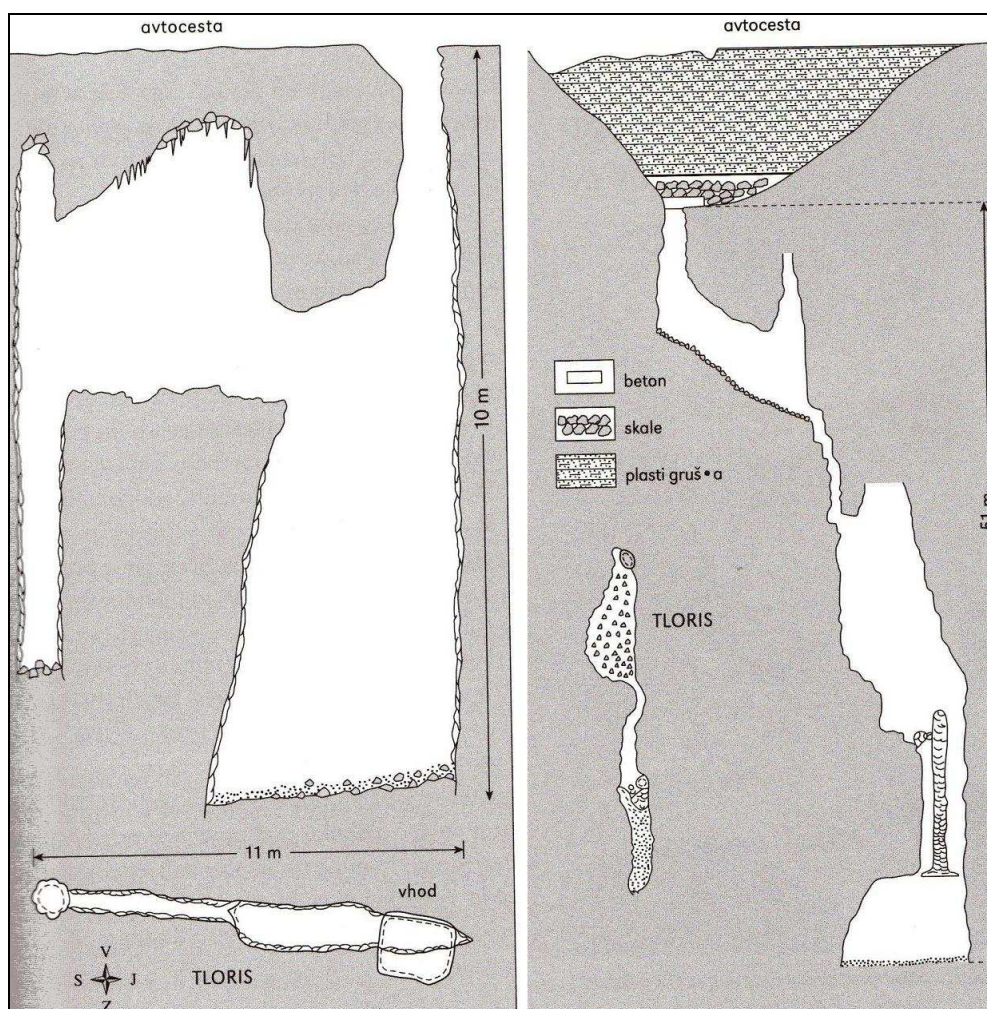
Potrebno je dobro hidrogeološko kartiranje, zato da se določi značilnosti hidrogeoloških enot za določeno območje. Poznati moramo nahajališča hidroloških značilnosti, kot so zajeti in nezajeti izviri, vodne jame, vrtine, površinski tokovi. Pomembno je tudi poznati fizikalno-kemične lastnosti izvirov. Hitrost in smer podzemnega toka lahko določimo s pomočjo sledilnih poskusov. Te lahko izvedemo tako ob visokih, kot tudi nizkih vodah (Knez, Slabe, 2007). S temi vsemi načini se lahko izpopolnijo že dognana dejstva, tako se dobi potem še boljši vpogled v kraški vodonosnik. Strokovnjaki so ocenili, da so ob različnih hidroloških pogojih navidezne hitrosti podzemnega toka med 25 in 300 m/h (Mihevc, 2005).

V preteklosti je bilo izvedenih več sledilnih poskusov, ki so omogočili ugotoviti podzemeljske povezave med različnimi vodnimi telesi, kot vidimo na naslednji sliki.



Slika: Kraški izviri notranjske in primorske (Vir: Habič, 1983)

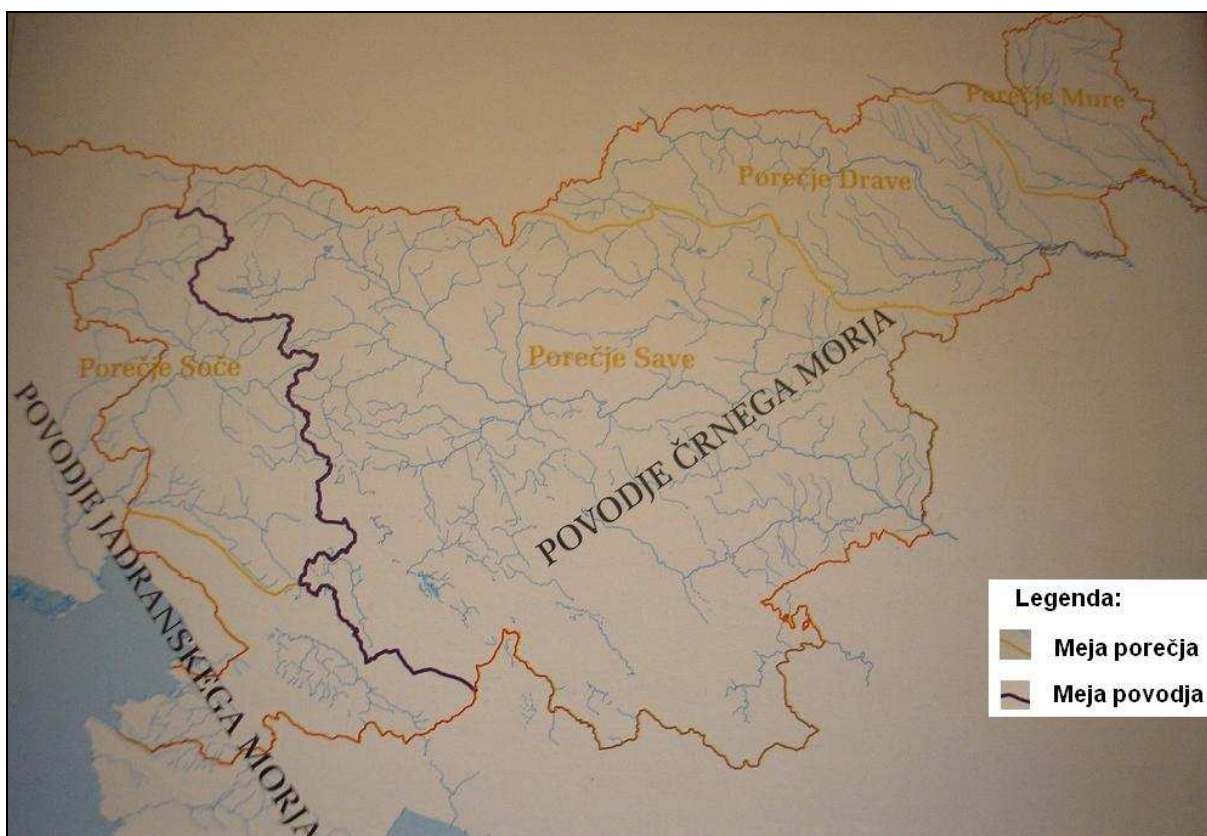
Ne samo sledilni poskusi ampak tudi večje nesreče, ki so se že pripetile, nam kažejo, da je kraški vodonosnik zelo prevotljen in kot tak zelo občutljiv za različne oblike onesnaževanja. Vse skupaj se je le še potrdilo ob odkritjih številnih votlin med gradnjo AC na kraškem področju, kot vidimo na naslednji sliki (Knez, Slabe, 2007). Gradnja AC lahko v veliki meri preoblikuje kraški svet, zato je še kako potrebno pravilno postopanje že v času izbiranja trase AC, kot tudi kasneje med samo gradnjo in obratovanjem le te. Prometnice se načrtuje tako da, se izbere trasa glede na celostni pogled na kraški svet, z upoštevanjem vseh lokalnih posebnosti. Prav tako je namen najustrežnejše izbire trase ta, da se kar najbolje ohranijo kraški pojavi in kraški vodonosnik. V kasnejših poglavjih so zapisani načini, kako se zaščiti okolje v primeru prečkanja trase AC čez kraško področje.



Slika: Jama in brezno pod traso primorske avtoceste A1 (Vir: Knez, Slabe, 2007)

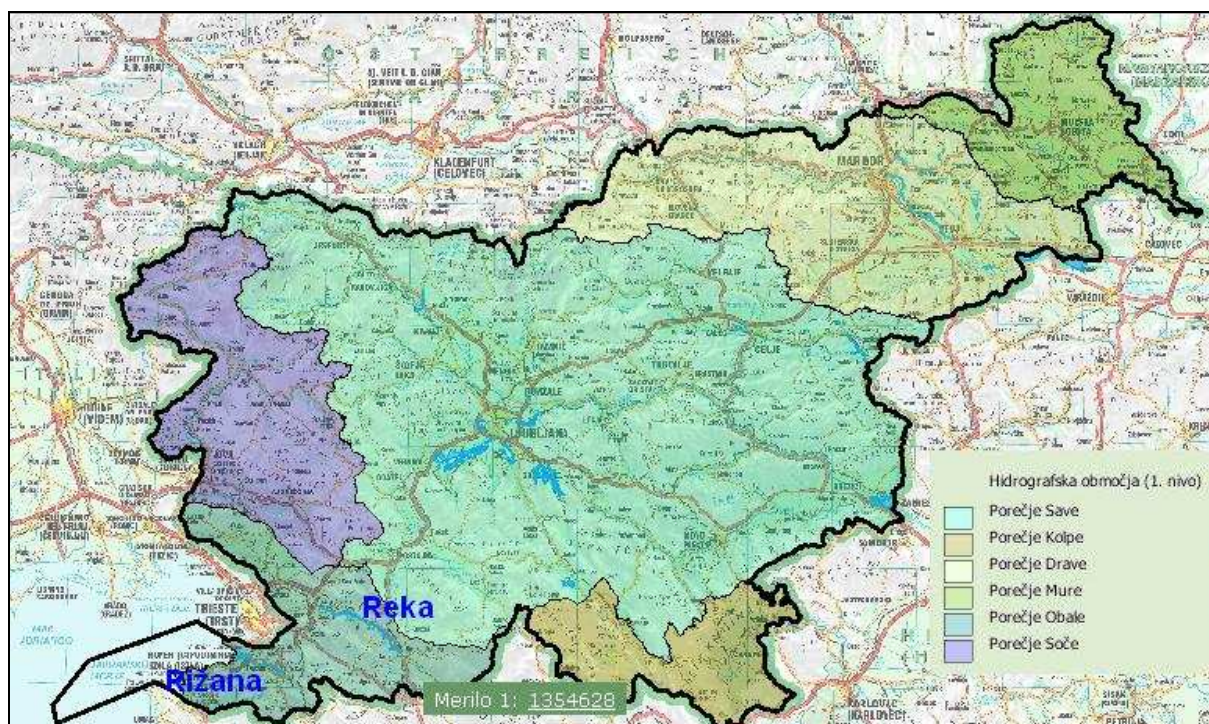
### 3.4 Dva večja vodotoka na področju krasa

Reke v Sloveniji se stekajo ali v Jadransko morje ali v Črno morje, kot vidimo tudi na naslednji sliki.



Slika: Povodje Jadranskega in Črnega morja (Vir: Korže, Bricelj, 2004, Str.31)

Območje krasa, ki se ga v tej diplomski nalogi bolj natančno obravnava se nahaja na povodju Jadranskega morja, ki zavzema 1/5 ozemlja Slovenije (Korže, Bricelj, 2004). Reki, ki spadata v to povodje sta tudi reka Reka in reka Rižana, kot vidimo na naslednji sliki.



Slika: Porečja v Sloveniji (Vir: [www.arso.gov.si](http://www.arso.gov.si))

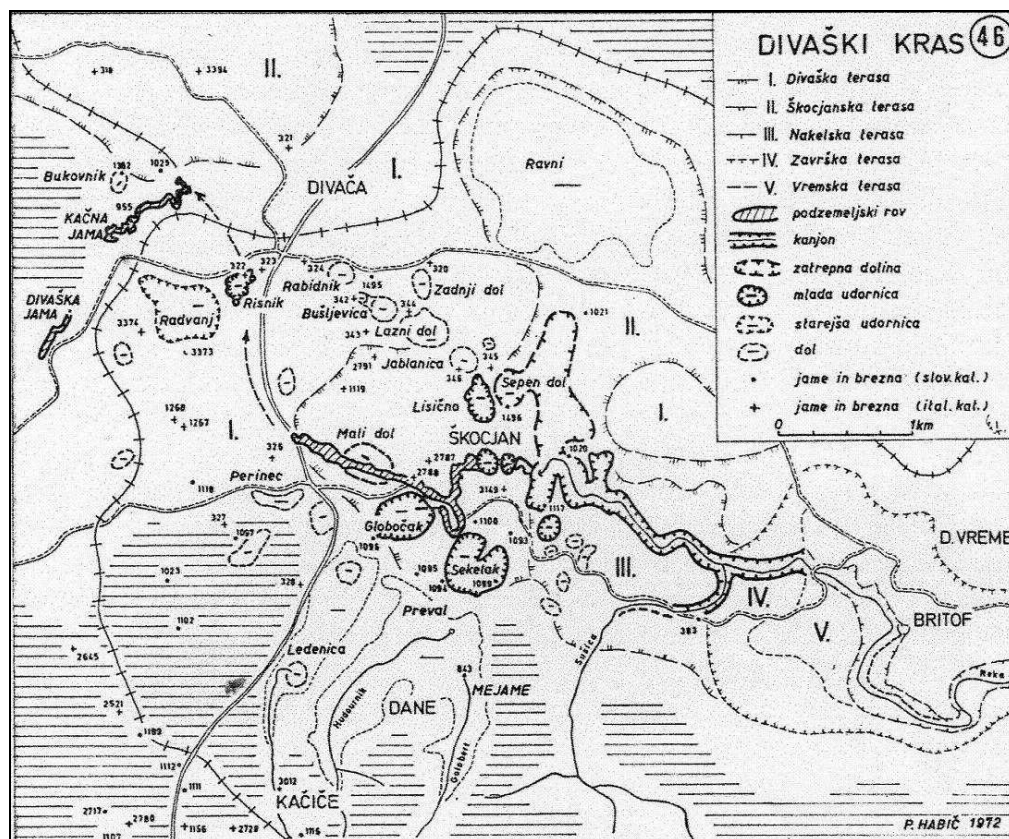
V naslednjih dveh poglavjih sta opisana na kratko vodotoka, ki sta v porečju Obale to sta Reka in Rižana.

a) Reka



Slika: Reka Reka v podzemlju (Vir: [www.park-skocjanske-jame.si](http://www.park-skocjanske-jame.si))

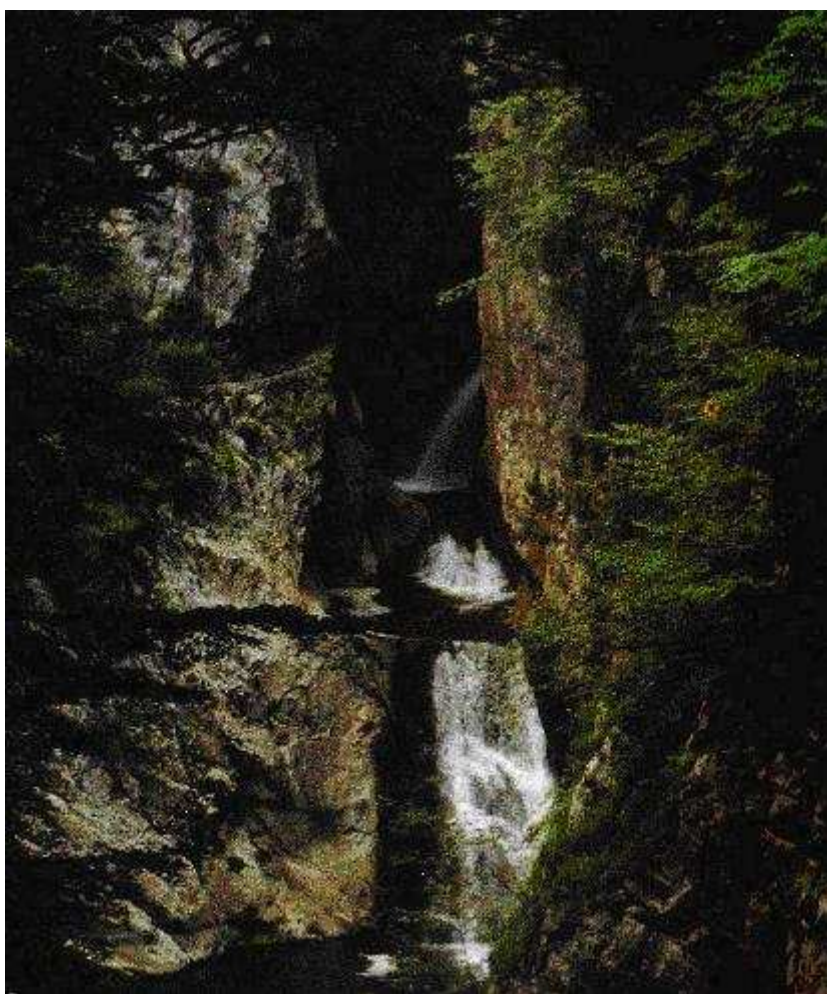
Notranjska reka oziroma Reka je največja slovenska ponikalnica. Izvira pod Snežnikom (na hrvaški strani), vodo zbira na nepropustnih flišnih kamninah. Teče vzdolž Brkinov, v njeni dolini je Ilirska Bistrica, ponika pa kasneje po 55 km toka v Škocjanskih jamah (Perič, 2004).



Slika: Zemljevid Škocjanske jame in del toka reke Reke (Vir: Gams, 1974)

V stiku s Krasom začne poleg erozijskega (mehanskega) tudi korozijsko (raztaplja apnenec) poglobljanje svoje struge. Začetni del toka Reke po apnencu teče še po površju, kasneje pa po 4 km dolgi soteski ponikne v podzemlje. Tako teče podzemno pod Krasom in se pojavi po približno 35 km v kraških izviroh Timave na Tržaškem (Mihevc, 2001). Tok Reke je v kraškem podzemlju neznan. Zaslediti se ga da le v globokih brezni (do 320 m), kjer pa sifoni onemogočajo boljše spoznavanje nadaljevanja poteka podzemnega toka. Reko lahko spremljamo v podzemlju za ponorom v Škocjanskih jamah še približno 3 km, nato okrog 900 m njenega toka ne poznamo. Ponovno se pojavi v 12 km dolgi Kačni jami, v kateri pa je dostopna le ob nizkem vodostaju. Ob visoki vodi je večji del te jame zalit. Del vode Reke teče tudi skozi 13 km oddaljeno Labodnico (Kunaver, 1957).

Rečni pretok niha med 6 in 259 m<sup>3</sup>/s, povprečen pa je pri Cerkevnikovem mlinu 8,3 m<sup>3</sup>/s (v primeru velikih poplav lahko tudi 387 m<sup>3</sup>/s). Dolgo je bila reka zelo onesnažena. Do leta 1990 je bila pretežno zaradi tovarne organskih kislin v Ilirski Bistrici ena najbolj onesnaženih slovenskih rek (Lah, 1998). Zdaj pa se kakovost s časom vse bolj izboljšuje tako reka, ki je med pomembnejšimi kraškimi ponikalnicami odteka v podzemlje krasa proti svojim ponovnim izvirov Timave.



Slika: Reka Reka (Vir: Ravbar, 2007)



## b) Rižana



Slika: reka Rižana (Vir: [www.panoramio.com](http://www.panoramio.com))

V Jadransko morje se neposredno izlivata dva nekoliko bolj vodnata vodotoka, poleg Dragonje je to tudi reka Rižana, izliva se v Koprskem zalivu zahodno od Srmina. Rižana je najpomembnejša reka Slovenske obale, predstavlja namreč glavni vir za vodooskrbo obalne regije. Rižana izvira pod merkantno geomorfološko stopnjo pri Črnem kalu, natančneje v Hrastoveljski dolini. Njeno obsežno podzemeljsko povirno kraško porečje pa je na stiku fliša in apnenca omogočilo nastanek tako močnega kraškega izvira, ki se po 14 km izlije v morje, del pa tudi v Škocjanski zatok. Ta vodotok ima povprečni letni pretok  $4,6 \text{ m}^3/\text{s}$  (Lah, 1998).

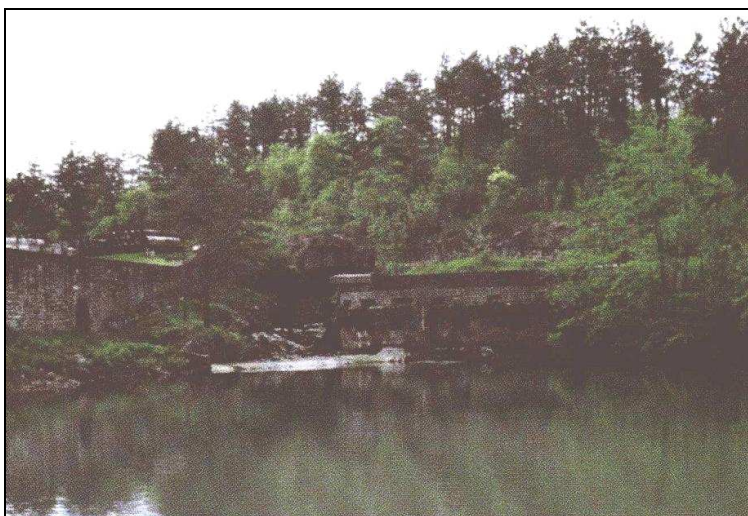
Reka Rižana je kraški vodotok, katerega povodje obsega gričevnato področje do nadmorske višine 500 m. Reka ima tudi vse lastnosti površinskih voda, zanjo je značilno, da zaradi takega značaja nemudoma reagira na vse zunanje spremembe. V veliki meri je tako odvisna od količine padavin, ki vplivajo na njeno letno nihanje v količini in kakovosti vode. Območje se nahaja na blagem submediteranskem podnebnem pasu. Za področje so značilne visoke temperature poleti (od maja do septembra) in mile zime. V času poletja so značilne suše, ki vplivajo tudi na omenjeni vodotok. Na zgornjem toku reke Rižane so povprečne količine letnih padavin 1150 mm, medtem ko se proti obalnemu pasu znižajo na 1000 mm. V vegetacijskem obdobju jih pade 50 %. Poleti padavine nastopijo kot močni nalivi, katerih vode hitro odtečejo in izhlapijo, nasploh so padavine preko leta neenakomerno razporejene (Cigale et al., 2002)



Slika: Izvir Rižane (Vir: Ravbar, 2007)

Kakšna bo količina vode, ki doteka v Rižano je odvisno od stanja podtalnice, padavin in pritokov, ki se stekajo v reko Rižano (Hrastoveljski potok, potok Rakovec). Slednji so kraški, strmi in kratki ter imajo značaj hudournika. Predvsem v zgornjem delu Rižana velja za kraški vodotok, ki se nahaja na geološki podlagi krednem apnencu, a to se spremeni z dotokom plavin iz pobočnih hudournikov. Za srednji del je tako značilno, da postane manjši vodotok, ki teče po aluvialnih ravninah. Spodnji del reke pa je utesnjen z hidrotehničnimi ukrepi različnih ureditev vodotoka.

Vodotok Rižana je vir za pitno vodo, zato odvzame del njegovega pretoka Rižanski vodovod. Problem lahko nastane, ker je največja poraba vode ravno v najbolj sušnih mesecih, ko je tudi količina vode v strugi manjša (Mihevc, 2005). V primeru zmanjšane pretoka v strugi reke Rižane v družbi Rižanski vodovod Koper skrbijo za ohranitev življenja v reki, zato določen del vode vračajo nazaj v strugo. Temu pravijo, zagotavljanje biološkega minimuma, ki ga določa tudi vodnogospodarsko soglasje in znaša 100 l vode na sekundo.



Slika: Izvir Rižane (Vir: Knez, Slabe, 2007)

Vplivno območje<sup>4</sup> reke Rižane obsega 247 m<sup>2</sup>. Sestavljen je iz dobro razvitega podzemnega kraškega sveta, ki je velike prepustnosti. Vpliv slednjega se pozna tudi na letnih hidrogrameh. Poleti je vodostaj Rižane nizek, skoraj presahne. Spomladi pa ima reka visok vodostaj (Mihevc, 2005). Sklepamo lahko, da je Rižana zelo vodnata, saj obdobje nizkih vodostajev ne traja dolgo.

---

<sup>4</sup> Vplivno območje je območje, na katerem se vse površinske podzemne vode stekajo v smeri izvira.



Slika: Reka Rižana ob prometni cesti ( Vir: [www.koper.si](http://www.koper.si))

V ozki dolini, po kateri teče reka Rižana, potekajo tudi glavne prometne poti, ki povezujejo Slovensko Istro z notranjostjo države. Primer take poti vidimo na zgornji sliki. Največja nevarnost za onesnaženje izvira so zato nenadzorovana in nepredvidljiva dogajanja v območju vodovarstvenih pasov (kasneje bolj podrobno razloženi, glej poglavje 4.2). Ta onesnaženja lahko usodno vplivajo na kakovost vode na izviru in s tem na zagotavljanje potrebnih količin pitne vode za prebivalce obalnih občin.

## 4.0 ZAŠČITA KRAŠKEGA PODROČJA PRED VPLIVI Z AC

Gradnja AC na kraškem področju s krasoslovnega vidika je zahteven proces. Trasa AC naj bi se v kar največji meri izognila pomembnejšim kraškim pojavom, kot so vrtače, polja, udornice, kraške stene. V kolikor pa trasa poteka čez omenjene naravne oblike, pa je treba poskrbeti za temeljito sanacijo jam, vrtač in drugih kraških pojavov ter jih v najboljši možni meri ohraniti nedotaknjene. Pomembna pa je tudi primerna ustrezna zaščita kraškega podzemlja pred onesnaženimi izcednimi vodami s cestišč AC. Slednje se lahko spusti v kraški svet le prečiščene. AC naj bi bila neprepustna, odpadne vode, ki se stekajo iz nje, pa se naj bi najprej stekale po kanalih v ZBDV-je, nato pa šele prečiščene v kraški svet. Iz vsega povedanega sledi, da je za gradnjo AC na tem kraškem področju poleg geofizikalnih in trdnostnih raziskav potrebno izvesti tudi krasoslovno-speleološke, včasih pa je potrebno uporabiti tudi georadar. Le tako dobimo zadosten vpogled v vse značilnosti in posebnosti tega območja, katere moramo poznati, da lahko predvidimo nato ustrezne ukrepe za varovanje pomembnega kraškega področja.

### 4.1 Predpisi

Poznamo dva predpisa, ki obravnavata ravnanje s padavinsko odpadno vodo z (avto)cest, Uredbo in Navodila projektantom (oba sta v spodnjih točkah malo bolje razložena).

- a) Dimenzioniranje ZBDV-ja po Uredbi (Uredba o emisiji snovi ... cest, 2005 )

Določbe iz te uredbe se uporabljajo za odvajanje padavinske vode, ki nastaja na območju javnih cest. Izvzete so vode iz območij:

- postaj za preskrbo motornih vozil z gorivi,
- objektov za vzdrževanje in popravilo motornih vozil,
- pralnic za motorna vozila in
- cestnih predorov.

V uredbi se pojavi izraz dnevno povprečje pretoka motornih vozil, to je pretok vozil, ki se izračuna iz letnih podatkov o prometu cestnih motornih vozil in se izraža v enota osebnih vozil na dan (v nadaljnjem besedilu: EOV/dan). Izračuna se s pomočjo spodnje enačbe:

$$EOV = V1 + N2 \cdot V2 + N3 \cdot V3$$

Kjer so :

- EOV dnevni povprečni pretok motornih vozil,
- V1 dnevni povprečni pretok osebnih motornih vozil,
- N2 utež za tovorna motorna vozila s skupno maso med 3,5 t in 7,5 t, ki je enak 2,
- V2 dnevni povprečni pretok motornih vozil s skupno maso med 3,5 t in 7,5 t,
- N3 utež za tovorna motorna vozila s skupno maso nad 7,5 t, ki je enak 3,5,
- V3 dnevni povprečni pretok motornih vozil s skupno maso nad 7,5 t.

Ukrepe, ki zmanjšujejo emisije snovi delimo na:

A) točkovno odvajanje padavinske odpadne vode

Za odvajanje padavinske odpadne vode v vode ali javno kanalizacijo je potrebno zagotoviti zajetje v zadrževalniku padavinske odpadne vode ločeno od zalednih vod, ki nastajajo na območju javne ceste, če voda odteka iz cestišča:

- javne ceste, ki prečka medzrnske in razpoklinske vodonosnike, če je dnevno povprečje pretoka vozil večje od 12.000 EOV/dan,
- javne ceste, ki prečka kraške vodonosnike, če je dnevno povprečje pretoka vozil večje od 40.000 EOV/dan ali
- javne ceste, s katere se padavinska odpadna voda odvaja neposredno v vodotok ali v morje, če je dnevno povprečje pretoka vozil večje od 12.000 EOV/dan.

Če parametri padavinske odpadne vode na iztoku iz zadrževalnika presegajo mejne vrednosti (glej preglednico na str. 36) je potrebno padavinsko odpadno vodo očistiti še na čistilni

napravi padavinske odpadne vode. Čiščenje je potrebno zagotoviti za količine odpadne vode kritičnega naliva. Za izračun tega se upošteva čas trajanja padavin 15 min in intenzivnost padavin 15 l/s.ha.

Za padavinsko odpadno vodo, ki odteka s cestišča javne ceste, ki prečka vodovarstveno območje, je potrebno zagotoviti (ne glede na druge pogoje) zajetje in čiščenje, če tako določa predpis s področja urejanja voda, ki ureja za to območje vodovarstveni režim.

Padavinska odpadna voda, ki odteka iz zadrževalnika ali čistilne naprave padavinske odpadne vode ali lovilca olj, se ne sme odvajati:

- neposredno v podzemne vode,
- neposredno v celinske vode, ki niso vodotoki (tako določeno s predpisom),
- v vode na najožjem in ožjem vodovarstvenem območju zajetja pitne vode iz površinskih voda (določene s predpisi),
- posredno v podzemne vode na najožjih vodovarstvenih območjih zajetja pitne vode iz podzemne vode (določene s predpisi).

Investitor javne ceste mora pri načrtovanju, projektiranju, gradnji ali rekonstrukciji zadrževalnikov padavinske odpadne vode in lovilcev olj izbrati takšno zasnovo in tehnične rešitve, ki ob spremenljivih stroških zagotavljajo čim manjši vpliv na onesnaženost tal in kemijsko ter ekološko stanje voda.

#### B) Razpršeno odvajanje padavinske vode

Za vse zaledne vode in padavinske odpadne vode iz javnih cest, ki niso v uredbi določene, da se morajo stekati v zadrževalnik padavinskih odpadnih voda, je treba pri načrtovanju zagotoviti razpršeno odvajanje padavinske vode, če je to tehnično izvedljivo (ekonomsko upravičeni stroški).

Tako razpršeno odvajanje zalednih voda in padavinske vode s cestišča javnih cest, kot tudi odvajanje padavinske vode v ločen sistem kanalizacije za padavinsko vodo, ima prednost pred odvajanjem v javno kanalizacijo.

#### C) Posredno odvajanje v podzemne vode

Pri takem odvajanju padavinske vode se mora med gladino podzemne vode in koto tal nahajati plast neomočenih sedimentov ali kamnin, debeline najmanj 1m. Gladina podzemne vode je srednja visoka višina podzemne vode, ki se ji prišteje višina najmanj 50% kapilarnega dviga (višina tega ni manjša od 1m).

#### D) Drugi ukrepi

Zaledne vode in padavinske vode s cestišč se lahko odvajajo v javno kanalizacijo, če so zadrževalniki padavinske odpadne vode prilagojeni na sposobnost zadrževanja zalednih voda ali padavinske vode s cestišč javnih cest, na dopusten iztok v komunalno ali skupno čistilno napravo. Poleg tega pa mora investitor oz. upravljavec javne ceste pridobiti privolitev upravljavca javne kanalizacije.

Ob okvari zadrževalnika, čistilne naprave padavinske odpadne vode ali lovilca olj, ki odvaja padavinske odpadne vode s cestišča javne ceste mora upravljavec le teh sam takoj začeti z izvajanjem ukrepov za odpravo okvare in zmanjšanje čezmernega onesnaženja (primer ko stanje v usedalniku teh naprav lahko povzroči čezmerno onesnaženost padavinske odpadne vode).

Vsak izpad zadrževalnika ali čistilne naprave ali lovilca olj, ki povzroči čezmerno onesnaženost padavinske odpadne vode na iztoku mora upravljavec javne ceste prijaviti inšpektorju pristojnemu za varstvo okolja. V kolikor se odpadna padavinska voda odvaja v javno kanalizacijo, mora obvestiti tudi upravljavca javne kanalizacije.

Parametri padavinske odpadne vode in mejne vrednosti le teh, so predstavljene v naslednji preglednici.



Preglednica : Mejne vrednosti parametrov za padavinsko odpadno vodo (Vir: Uredba, 2005)

Parameter	Izražen kot	Enota	MEJNE VREDNOSTI	
			Za odvajanje posredno ali neposredno v vode	Za odvajanje v javno kanalizacijo
<b>I. SPLOŠNI PARAMETRI</b>				
1. Neraztopljene snovi		Mg/l	80/160 (a)	(b)
2. Usedljive snovi		ml/l	0,5/10 (a)	10
<b>III. ANORGANSKI PARAMETRI</b>				
3. Kadmij*	Cd	Mg/l	0,1	0,1
4. Baker*	Cu	Mg/l	0,5	0,5
5. Cink*	Zn	Mg/l	2,0	2,0
6. Celotni krom*	Cr	Mg/l	0,5	0,5
7. Nikelj*	Ni	Mg/l	0,5	0,5
<b>IV. ORGANSKI PARAMETRI</b>				
8. Celotni ogljikovodiki* (mineralna olja)		Mg/l	10/50 (a)	20
9. Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki* – BTX (c)		Mg/l	0,1	1,0
10. Adsorbiljivi organski halogeni* – AOX	Cl	Mg/l	0,5	0,5
11. Fenoli*	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	Mg/l	0,1	10
12. PAH* (d)		Mg/l	0,00006	-

Če so izmerjene ali izračunane vrednosti parametrov večje od mejnih vrednosti, potem emisija snovi presega predpisane mejne vrednosti padavinske odpadne vode.

Padavinska odpadna voda (iz zadrževalnika oz čistilne naprave) je čezmerno onesnažena:

- v primeru več kot treh meritev letno, več kot ena izmerjena vrednost kateregakoli parametra iz zgornje preglednice presega mejno vrednost,
- če ena od izmerjenih vrednosti kateregakoli parametra za več kot 100% presega mejno vrednost iz zgornje preglednice.

Če nobena od izmerjenih vrednosti parametra ne presega predpisane mejne vrednosti za več kot 100%, potem se lahko meritev ponovi. Naprava čezmerno obremenjuje okolje, če ponovljena meritev presega predpisane mejne vrednosti odpadnih vod.

Na koncu omenjene uredbe je postavljen rok 31. december 2009, do takrat se mora upravljavec prilagoditi zahtevam te uredbe. To velja za upravljavca AC in glavne ceste, ki je bila zgrajena ali bila v uporabi na dan uveljavitve te uredbe ali je bilo zanjo pred uveljavitvijo uredbe pridobljeno okoljevarstveno dovoljenje oz. gradbeno dovoljenje.

b) Po navodilih projektantom (DARS, 1998):

Kako se dimenzionira bazene je podano s primeri izračuna v Navodilih, omejujejo se le na padavinski (meteorni) odtok iz AC, ne obravnavajo pa odvodnje z drugih površin ter onesnaženja vzporednih dejavnosti na AC (bencinski servisi, počivališča, moteli,...).

Minimalna velikost bazenov znaša 20,00 m<sup>3</sup>, kar omogoča pretežno prestrazanje razlitih polutantov.

Dimenzioniranje:

- V kolikor je kritični dotok v usedalnik  $Q_{krit} = \Psi \cdot A \cdot q_{krit} \leq 1/10 \cdot Q_{snv}$  ( $Q_{snv}$  – srednja nizka voda recipienta) se načrtuje usedalnik in lovilec olj.
- Če je  $Q_{krit} > 1/10 \cdot Q_{snv}$ , pa se dimenzionira zadrževalnik.

## 4.2 Vodovarstveni pasovi

Pri spoznavanju narave kraških izvirov in njihovega hidrogeološkega zaledja oziroma prispevnega območja si poleg geoloških, geomorfoloških in speleoloških preučevanj pomagamo tudi s posebnimi postopki sledilne hidrologije (kot smo že omenili v poglavju 2.2). Kraške vode spoznavajo in preučujejo jamarji, naravoslovci in tehniki. Na površju in v podzemlju merijo pretoke in višino vodne gladine ter jih med seboj primerjajo. Podzemeljske zveze med ponori in izviri ugotavljajo s pomočjo naravnih in umetnih sledil. Naravna so tista ki jih voda že vsebuje in prenaša skozi kras kot plavje, pesek ali prod, lahko pa ima ponikalnica tudi svojevrstno kemično sestavo, po kateri jo je mogoče prepoznati v izviri. Podzemeljske vodne zveze se lahko bolj zanesljivo spoznajo s pomočjo umetnih sledil, ki jih vlijejo v ponore in nato opazujejo izvire. S primernimi analizami ugotovijo razredčeno sledilo v vodi. Umetnih sledil je več vrst od navadnih soli, do posebnih fluorescentnih barvil, trosov, bakterij, radioaktivnih izotopov in drugih. Uporabna so zlasti tista sledila, ki jih v vodi še ni in se v podzemlju ne izločajo, ki so merljiva in niso škodljiva, da jih lahko uporabimo v zadostnih količinah. Ob številnih neuspešnih poskusih se je razvila sodobna raziskovalna tehnika, ki omogoča dragocena spoznanja o kraških podzemnih vodah. Med sledilnimi metodami je po tradiciji in izsledkih najbolj znano barvanje ponikalnic. V požiralnike in ponore vlijemo sledilna sredstva, da jih ponikalnice odplavijo skozi podzemlje v pripadajoče izvire, kot vidimo na naslednji sliki (Knez, Slabe, 2007).



Slika: Injiciranje sledila v vodni tok (Vir: Knez, Slabe, 2007)

Z razvojem sledilne hidrologije se poleg umetnih dodanih sledil uporabljajo tudi naravne fizikalne, kemične in biološke lastnosti voda, ki na podlagi sorodnosti nakazujejo možne podzemne povezave ponikalnic in izvirov. Omogočajo spoznavanje lastnosti vodonosnika, njegovo napajanje in pretakanje ter zadrževanje in praznjenje. V bolj zapletenih primerih je potrebno uporabiti vse te metode, saj šele po dolgotrajnih opazovanjih in meritvah ter zaporednih sledilnih poskusih pridemo do spoznanj o dejanskem prispevnem območju, načinu napajanja in značaju podzemnega pretakanja v zaledju izbranega kraškega izvira. Geologi s kartiranjem spoznavajo zgradbo in razpored različno propustnih kamnin. Ugotovitve preverjajo z vrtanjem, ki omogoča tudi črpanje vode iz podzemlja in opazovanje naravnih in umetnih nihanj vodne gladine. Kemiki, fiziki in biologi s svojimi analizami dopolnjujejo spoznavanja o izvoru in povezanosti podzemeljskih voda. Raziskave so zapletene, obsežne, zamudne in drage, vendar je vse to znanje potrebno za pripravo zanesljivih varovalnih ukrepov, ki zagotavljajo ustrezno kakovost in trajno izdatnost dragocenega vodnega vira.

Ogroženost kraških voda je odvisna od naravne ranljivosti vodonosnika in njegove ekološke obremenjenosti. Ranljivost kraškega vodonosnika določajo stopnja in hitrost napajanja in hidrogeološke razmere vodonosnika, ki vplivajo na način in čas podzemnega pretakanja vode, količino vode in stopnjo razredčenja. Obremenjenost okolja izhaja iz različnih oblik in obsega človekove dejavnosti, zmanjšuje pa jo lahko večja higienska urejenost okolja. Dejanska obremenjenost okolja so vsi obstoječi izvori onesnaževanja, ki vplivajo na vodonosnik.

Zemljišča zavarovanih in vodovarstvenih območij imajo naravne vrednote, ki jih je potrebno zavarovati pred procesi, ki bi jih lahko uničili ali bistveno ogrozili njihove osnovne značilnosti in funkcijo. Te vrednote so lahko:

- redke in dragocene naravne pojavitve oblike voda,
- vredne sestavine naravnega vodnega okolja,
- naravna območja ali deli naravnih območij v vodnem okolju,
- dragocene živalske in rastlinske združbe in njihovi ekosistemi in
- deli naravne ali kulturne krajine, ali objekti oblikovane narave, ki so pomemben sestavni del vodnega okolja. Na njih se nahajajo obnovljivi ali neobnovljivi vodni viri, pomembni za oskrbo prebivalstva ali živali s pitno vodo ali viri pomembni za pokrivanje drugih potreb po vodi, katerih zadovoljevanje je v splošnem interesu.

Področja voda urejajo v Republiki Sloveniji trije osnovni zakoni: Zakon o varstvu okolja, Zakon o vodah in Zakon o ohranjanju narave. Zakoni določajo osnovna načela in cilje, teritorialne osnove ter načine in postopke za upravljanje z vodami. Urejajo varstvo in rabo voda ter vodnega in obvodnega prostora ter varstvo od voda odvisnih ekosistemov (Korže, Bricelj, 2004).

Za zavarovanje zalog pitne vode so iz stališča graditve AC pomembna naslednja varstvena določila:

1. V ožjem varstvenem pasu je dovoljeno uporabljati ceste, železniške proge in manipulacijske površine, ki so zgrajene tako, da v primeru nesreče z nevarnimi snovmi zagotavljajo najvišjo stopnjo varnosti zalog pitne vode.
2. V ožjem varstvenem pasu se lahko zgradijo le skladišča netekočih naftnih derivatov skladno s »Pravilnikom o tem, kako morajo biti zgrajena in opremljena skladišča.
3. V širšem in ožjem varstvenem pasu veljajo naslednje prepovedi ali obveze:
  - Gradbišča je potrebno urediti tako, da ne ogrožajo talno vodo.
  - Prepovedana je graditev novih ponikovalnic za neprečiščeno odpadno vodo.
  - Prepovedano je graditi objekte, ki zmanjšujejo količino ali kakovost zalog pitne vode
  - Obvezno je graditi vodotesno kanalizacijsko omrežje.
  - Pri železniških progah, magistralah in regionalnih cestah ter manipulativnih površinah je potrebno obvezno zagotavljati najvišji standard zaščite zalog pitne vode.
  - Skladno s pravilnikom je potrebno obvezno skladiščiti nevarne snovi le v nadzemnih skladiščih.

Pri obravnavi prostorske problematike ranljivost vodonosnika tako uporabljamo za določitev varstvenih območij za varovanje kraške podzemne vode. Na drugi strani je opredelitev dejanske obremenjenosti nujna tudi za pravilen pristop in smiseln vrstni red pri odstranjevanju onesnaževalcev. Onesnaženje je sprememba fizikalnih in bioloških lastnosti vode, ki zmanjšuje ali onemogoča njeno uporabo v različne namene. Pomembno je, da se vpliv človeka, ki je s svojo pestro paleto gospodarskih dejavnosti edini vir ogrožanja podzemne vode, kar najbolj omili. To nam omogoča poznavanje vplivnih območij vodotokov.

### 4.3 Potek AC prek vplivnih območij reke Rižane in reke Reke



Slika: Potek A1 AC ( Vir: sl.wikipedia.org)

Avtocestna smer vzhod-zahod, ki poteka čez slovensko ozemlje, je sestavni del V. trans evropskega prometnega koridorja, ki povezuje med sabo Trst in Budimpešto ter še druga evropska mesta (npr.: Lyon, Milano, Benetke, Kijev, ...).

Del te smeri je tudi, primorski avtocestni krak A1, ki poteka tudi čez kraško področje. S prečkanjem te pomembne geografske enote jo omenjena AC ogroža. V naslednjih dveh točkah sta opisana dva območja na katera ima določen vpliv omenjena AC.

#### a) Območje reke Reke

Velika površinska reka Reka, ki zbere svojo vodo na flišnih kamninah (kremenovi peščenjaki, konglomerati in lapor), kasneje na območju apnenca, kot je že prej zapisano, ponikne v Škocjanskih jamah. Škocjanske jame se nahajajo na območju Škocjanskega krasa, to je večji pokrajini, ki pripada jugovzhodnemu robu matičnega Krasa. Zavarovano območje Parka Škocjanske jame obroblija ga na severu Gabrk s Čebulovico in Vremščico na vzhodu in jugu pa flišno vznožje Vremščice in Brkini, kot vidimo na naslednji sliki (Perič, 2004).



Slika: Ožje in širše območje Parka Škocjanske jame (Vir: [www.park-skocjanske-jame](http://www.park-skocjanske-jame))

Škocjanske jame so vpisane na Unescov seznam svetovne dediščine. Vpis na takem seznamu je pomemben iz večih razlogov. Vsekakor pa so Škocjanske jame s tem postale vrednota, ki jo priznava cel svet in kot take jih je potrebno tudi ustrezno zaščititi.

Škocjanske jame so zavarovane znotraj Škocjanskega parka. Ožje vplivno območje tega parka je vidno na naslednji sliki, kjer sem ožje vplivno območje namestila čez zemljevid Divaške občine, kjer je tudi lepo viden potek AC A1 (predvsem odsek Čebulovica – Divača), ki se ponekje približa ožjemu vplivnemu območju Škocjanskega parka na razdaljo nekaj km.



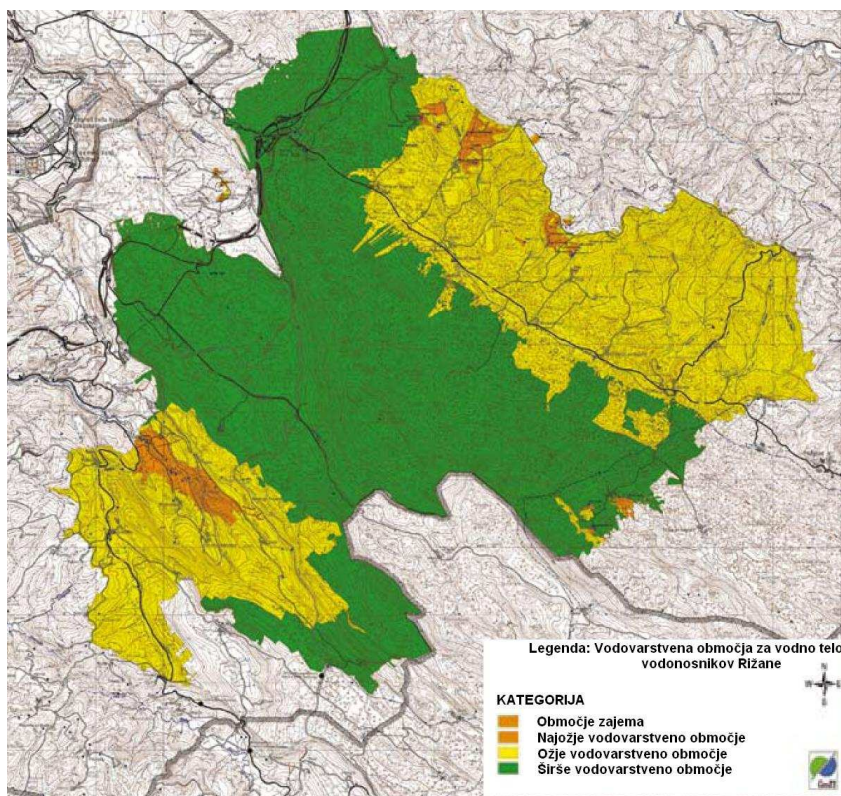
Slika 2 : Območje parka in AC A1 (Vir: [www.divaca.si](http://www.divaca.si) in [www.park-skocjanske-jame.si](http://www.park-skocjanske-jame.si))

## b) Območje reke Rižane

Leta 1988 je bil sprejet Odlok o določitvi varstvenih pasov izvira Rižane. Vodozbirno območje tako sestavljajo štiri vodovarstveni pasovi<sup>5</sup>, kot vidimo v naslednji preglednici in na sliki. Bolj ko je območje povezano z izviro reke, hitreje pride onesnaženje do izvira.

Preglednica : Vodovarstveni pasovi reke Rižane (Vir: www.rkj.si)

Vodovarstveni pas	Obseg	Opis
Najožji varstveni pas	2,5 km <sup>2</sup> (cona I.a in I.b)	Pas z najstrožjim režimom
Ožji varstveni pas	2,5 km <sup>2</sup>	Pas s strogim režimom
Širši varstveni pas	120 km <sup>2</sup>	Pas s sanitarnim režimom
Vplivni varstveni pas	25 km <sup>2</sup>	Pas z blagim režimom



Slika: Vodovarstveno območje za reko Rižano (Vir: Uredba o ... Rižane, 2008)

<sup>5</sup> Vodovarstveni pasovi so zaščitena območja, kjer se nahajajo črpališča vode. Določeni so glede na stopnjo povezanosti posameznih območij z izviro reke.



Vodovarstvena območja reke Rižane so razdeljena še bolj natančno (povzeto po Rižanski vodovod Koper, 2008):

I. Najožji varstveni pas obsega:

- cona I.a območje samega izvira reke Rižane in zajetja Rižanskega vodovoda Koper s cerkvico Sv. Marije ter območjem črpališča Tonaži;
- cona I.b spodnji del doline Hrastovskega potoka do Podračja in spodnji del doline Rakovca, zaselek Zaniograd in ozemlje do Jerebine (Kovk) in Brgada.

II. Ožji varstveni pas obsega:

- celotno območje, ki površinsko gravitira k izvorom reke Rižane (potoki Rakovec, Gaber in Hrastovski potok z naselji Kubed, Hrastovlje, Dol, Podpeč, Bezovica in Zazid);
- območje podtalnic pri Gračišču in pod Lukini z naselji Smokvica, Gračišče, Lukini in Galantiči ter
- območje ponikalnic Brezovica, Odolina, Hotiški potok, Mrzlica, Veliko Loče, Jezerina in Male Loče z naselji.

III. Širši varstveni pas obsega:

- padavinsko zaledje izvira reke Rižane na območju Čičarije in Slavnika do Matarskega podolja z naselji Slope, Hrpelje, Praproče, Podgorje, Skadanščina, Golac, Brdo, Gojaki, Zagrad, Rakitovec in Jelovice.

IV. Vplivni varstveni pas obsega:

- celotno padavinsko zaledje izvira reke Rižane, kar vključuje območje Črnega Kala z naselji Črnotiče, Petrinje in Prešnica ter
- okolico Kozine z naselji Brgod, Kozina in Rodik.

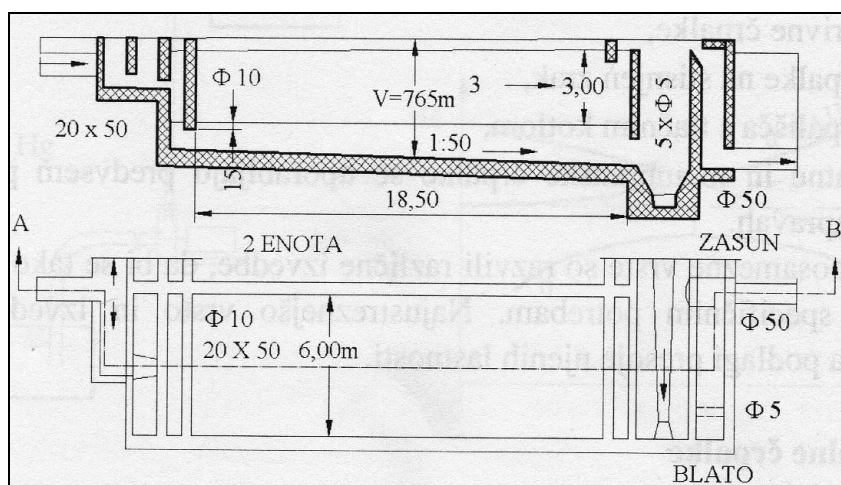
Območje vodovarstvenih pasov vodnega telesa reke Rižane, ki se prekriva z AC je še bolj podrobno obravnavano v poglavju 5.3.1.

## 5.0 ZBDV-ji NA PRIMORSKEM KRAKU AC NAMENJENI ZAŠČITI OKOLJA

Funkcija ZBDV-ja je, da zadrži del najbolj onesnažene vode, jo delno očistijo in kontrolirano spuščajo v odvodnik in v primeru nesreč čim bolj preprečijo onesnaženje odvodnika. Zgrajeni so na sistemih za odvodnjavanje tik pred izpusti v odvodnik, da z zaprtjem izpusta ali preliva onesnaženje še lahko zadržimo in ga nato odstranimo. Imajo minimalno efektivno prostornino  $20 \text{ m}^3$ . V ZBDV-jih se usedajo tudi tuje usedljive snovi, na katerih so praviloma vezane kovine in del organskega onesnaženja.

Na kanalizacijskih sistemih poznamo več tipov bazenov, to so lahko deževni zadrževalni bazeni, deževni prelivni bazeni in deževni bazeni za delno čiščenje.

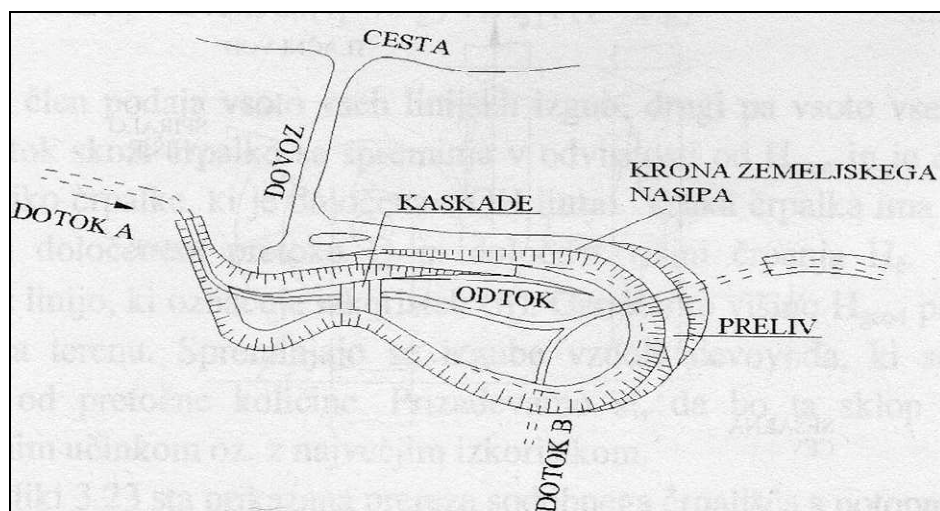
Na AC imamo dve vrsti izvedbe deževnih zadrževalnih bazenov, in sicer poznamo prekrите objekte v betonski izvedbi in odprte v zemeljski izvedbi. Prekrите objekte gradimo praviloma v urbanih okoljih, v zemeljski izvedbi pa se ponavadi gradi večje bazene, ki omogočajo zadrževanje in kontrolo padavinskih vod z AC v ruralnem okolju (Panjan, 2002). Na naslednji sliki je ena od betonskih izvedb ZBDV-ja.



Slika: Deževni zadrževalni bazen v betonski izvedbi (Panjan, 2002, str. 95)

Konstruirani morajo biti tako, da je preprečeno odplavljanje usedlin ali plavajočih primesi v iztočni coni.. prav tako mora biti omogočeno odstranjevanje usedlin in plavajočih primesi.

V zemeljski izvedbi gradimo ZBDV-je za lovljenje plavajočih in usedljivih snovi. S tem dosežemo, da se voda delno očisti in zadrži ter na ta način pride do zmanjšanja konic dotoka v odvodnik in manjše onesnaženje. V kolikor pride do nesreč, pa nam ti služijo, kot zadrževalni in kontrolni objekt (Panjan, 2002). Na naslednji sliki je prikazana izvedba zemeljskega ZBDV-ja.



Slika: Deževni zadrževalni bazen v zemeljski izvedbi (Panjan, 2002, str. 95)

## 5.1 ZBDV – namen

ZBDV-ji so namenjeni predvsem mehanskemu čiščenju in zadrževanju samo dela padavinskega odtoka z AC.

Betonski ZBDV-ji so potrebni:

- pred vtokom v močnejši odvodnik: to je tisti, ki ima  $Q_{snv}$  (srednja nizka voda)  $\geq 10 Q_{krit}^6$ ,
- kjer je sprejemnik padavinskih voda podtalnica v prodnih ali kraških vodonosnikih in ni zaščiten z dovolj debelo in dovolj neprepustno plastjo,
- kjer za predvideni večji zemeljski zadrževalnik ni dovolj prostora.

<sup>6</sup> $Q_{krit}$  je dotok z AC zaradi 15 min padavin enoletne povratne dobe na prispevnem področju AC zmanjšan s koeficientom odtoka.

Večje zemeljske ZBDV-je je treba načrtovati:

- pred vtokom AC kanalizacije v odvodnik s  $Q_{snv} < 10 Q_{krit}$ ,
- pred vtokom AC kanalizacije v stoječe vode (jezera, akumulacije, ribniki, ...),
- kjer je sprejemnik padavinskih voda podtalnica v prodnih ali kraških vodonosnikih z ne dovolj debelo zaščitno krovno plastjo.

Torej se betonski ZBDV-ji načrtujejo in zgradijo v primerih, ko padavinska voda iz cestišča AC ne odteka v površinske vode (potoki, reke, jezera, morje, večji melioracijski jarki, itd.), temveč je končni recipient padavinskih voda podtalnica, če podtalnica ni zaščitena z dovolj debelo neprepustno plastjo ali če je vodonosnik z nezadostno krovno plastjo globlji od 7,00 m.

Če so recipient površinske vode, pa se uporabijo zemeljski ZBDV-ji za zadrževanje in zmanjševanje odtokov v recipient. Ti bazeni opravljajo poleg zadrževanja (retenzije) istočasno funkcijo lovilcev nevarnih snovi, maščobnikov in usedalnikov.

## 5.2 Zgrajeni ZBDV

V poglavju 4.3 je omenjeno, da primorski krak AC A1 poteka tudi čez bolj ekološko ranljiva območja. Tako se ponekje AC nahaja v vplivnih območjih vodnih teles in naravnih danosti. Potrebno je vpliv AC na okolje kar najbolje omiliti. ZBDV-ji, ki se jih zgradi ob AC v ta namen, so namenjeni da zadržijo onesnaženje preden to prispe v podzemlje.

Za natančnejši pregled obravnavanega območja sem šla na avtocestno bazo v Kozino. Tam sem imela omogočen dostop v spremljavi vzdrževalca do vseh ZBDV-jev na primorskem kraku AC A1 na odseku od Čebulovice do Srmina. Na omenjenem odseku se nahaja 28 ZBDV-jev, ki so različnih oblik in vrst. V Kozini sem imela tudi dostop do nekaterih podatkov v povezavi z njimi. V naslednjih točkah so naštetih ZBDV-ji in razdeljeni po 4 odsekih. Lega posameznega ZBDV-ja je ponazorjena tudi s pomočjo tlorisnega prikaza, ki je pridobljen iz spletne strani (glej [www.arso.gov.si](http://www.arso.gov.si)). ZBDV-jem so poleg teh tlorisnih prikazov dodane tudi fotografije, ki sem jih posnela na samem terenu.

Na začetku vsakega odseka je slika oziroma fotografija iz zraka, ki sem jih pridobila na že v prejšnjem odstavku omenjeni internetni strani.

Odseki primorske avtoceste A1 so:

- od Čebulovice do Divače (glej Slika 3)
- od Divače do Kozine (glej Slika 9)
- od Kozine do Klanca (glej Slika 19)
- od Klanca do Srmina (glej Slika 24 in Slika 25)

Na omenjenih slikah odsekov, sem z rdečimi krogi označila območja, kjer se nahajajo obravnavani ZBDV-ji.

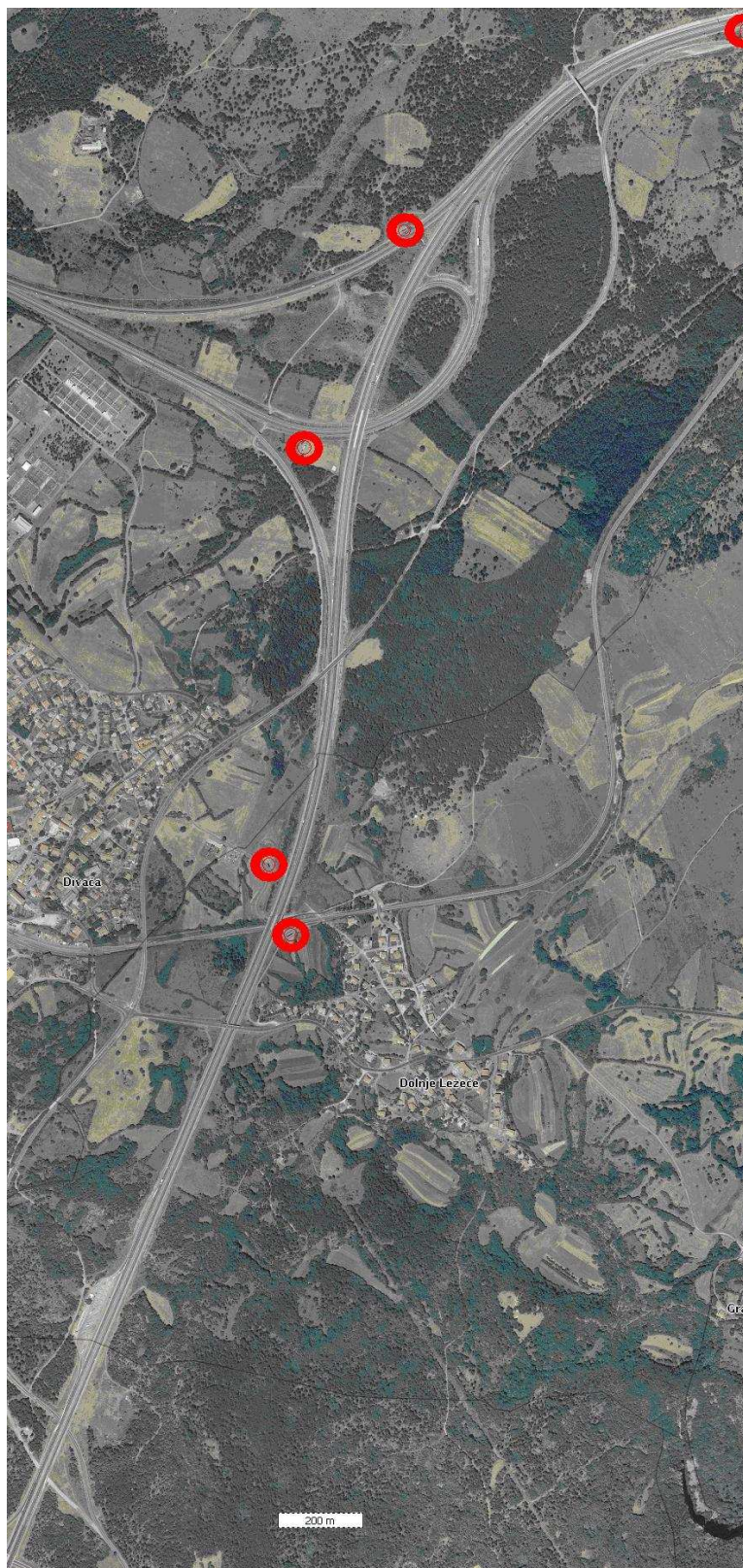
Ob mojem obisku avtocestne baze v Kozini sem dobila nekaj podatkov o ZBDV-jih na primorskem kraku AC na odseku od Čebulovice do Srmina, ki jih imajo vzdrževalne službe za svoje potrebe, predvsem lažjega pregleda in vzdrževanja ZBDV-jev.

Nekateri od teh podatkov, ki so tudi v spodnjih preglednicah zapisani oziroma uporabljeni so:

- zaporedna št. ZBDV-ja (skupaj jih je 28) (Št.)
- oznaka, ki jo uporabljajo vzdrževalci za posamezen ZBDV (Oz.)
- odsek na katerem se ZBDV nahaja (Od.)
- stacionaža v kateri je ZBDV (St.)
- kratek opis ZBDV-ja (Opis) ; B-betonski, Z-zemeljski, L-lovilec olj
- dimenzije ZBDV-ja (Dim.) [m3]
- leto izgradnje ZBDV-ja (l)
- način odvodnje iz ZBDV-ja (Odv.) ; l. pon.-ločena ponikalnica, pon.-ponikovalnica, pon. jaš.-ponikovalni jašek, vrt.-vrtača, dol.-dolina

V preglednicah (glej Preglednica 1, 2, 3 in 4) sta tudi x in y koordinati lokacije ZBDV-ja, ki sem jo dobila s pomočjo natančnejšega pregleda zemljevidov na spletni strani [www.arso.gov.si](http://www.arso.gov.si).

### 5.2.1 ZBDV-ji na odseku od Čebulovice do Divače



Slika 3: ZBDV-ji na odseku od Čebulovice do Divače

Preglednica 1: ZBDV-ji na AC A1 odsek od Čebulovice do Divače

Št.	Oz.	Od.	St.	Opis	Dim.	l	Odv.	x	y
1	1/58	058	2.900	B	60	95	l. pon.	421725	62293
2	2/58	156	krak A	B	60	95	l. pon.	420911	61816
3	3/59	156	krak C	B	80	95	l. pon.	420674	61296
4	4/59	059	0.900	B	60	95	l. pon.	420590	60303
5	5/59	659	1.200	B	80	95	l. pon.	420642	60136

## 1. ZBDV 1/58 (1):



Slika: Lokacija ZBDV-ja 1/58



Slika 4: ZB 1/58

## 2. Zadrževalni bazen 2/58 (2):



Slika: Lokacija ZBDV-ja 2/58



Slika 5: ZB 2/58

## 3. Zadrževalni bazen 3/59 (3):



Slika: Lokacija ZBDV-ja 3/59



Slika 6: ZB 3/59

4. Zadrževalni bazen 4/59 (4):



Slika: Lokacija ZBDV-ja 4/59



Slika 7: Ponikovalnica za ZBDV 4/59

5. Zadrževalni bazen 5/59 (5):



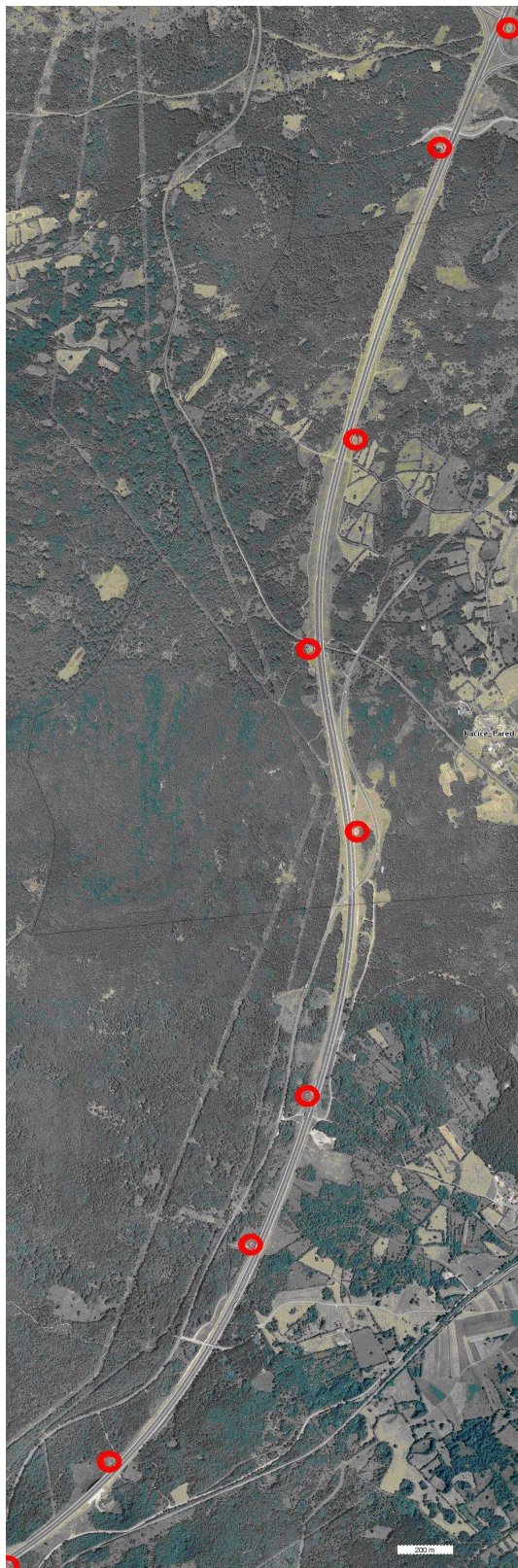
Slika: Lokacija ZBDV-ja 5/59



Slika 8: ZB 5/59



## 5.2.2 ZBDV-ji na odseku od Divače do Kozine



Slika 9: ZBDV-ji na odseku od Divače do Kozine

Preglednica 2: ZBDV-ji na AC A1 odsek od Divače do Kozine

Št.	Oz.	Od.	St.	Opis	Dim.	l	Odv.	x	y
6	1/60	060	0.000	B	40	98	vrt.	419987	58598
7	2/60	060	0.540	B	60	98	pon. jaš	419736	58158
8	3/60	660	1.640	B	40	98	pon.	419432	57071
9	4/60	060	2.440	B	40	98	pon.	419271	56292
10	5/60	660	3.140	B	40	98	pon.	419444	55618
11	6/60	060	4.140	B	40	98	pon.	419268	54640
12	7/60	060	4.690	B	40	98	pon. jaš.	419067	54084
13	8/60	060	5.690	B	60	98	vrt.	418570	53284
14	9/60	660	6.240	B	40	98	vrt.	418191	52887

1. Zadrževalni bazen 1/60 (6):



Slika: Lokacija ZBDV-ja 1/60



Slika 10: ZB 1/60

2. Zadrževalni bazen 2/60 (7):



Slika: Lokacija ZBDV-ja 2/60



Slika 11: ZB 2/60

## 3. Zadrževalni bazen 3/60 (8):



Slika: Lokacija ZBDV-ja 3/60



Slika 12: ZB 3/60

## 4. Zadrževalni bazen 4/60 (9):



Slika: Lokacija ZBDV-ja 4/60



Slika 13: ZB 4/60

## 5. Zadrževalni bazen 5/60 (10):



Slika: Lokacija ZBDV-ja 5/60



Slika 14: ZB 5/60

6. Zadrževalni bazen 6/60 (11):



Slika: Lokacija ZBDV-ja 6/60



Slika 15: ZB 6/60

7. Zadrževalni bazen 7/60 (12):



Slika: Lokacija ZBDV-ja 7/60



Slika 16: ZB 7/60

8. Zadrževalni bazen 8/60 (13):



Slika: Lokacija ZBDV-ja 8/60



Slika 17: ZB 8/60

9. Zadrževalni bazen 9/60 (14):

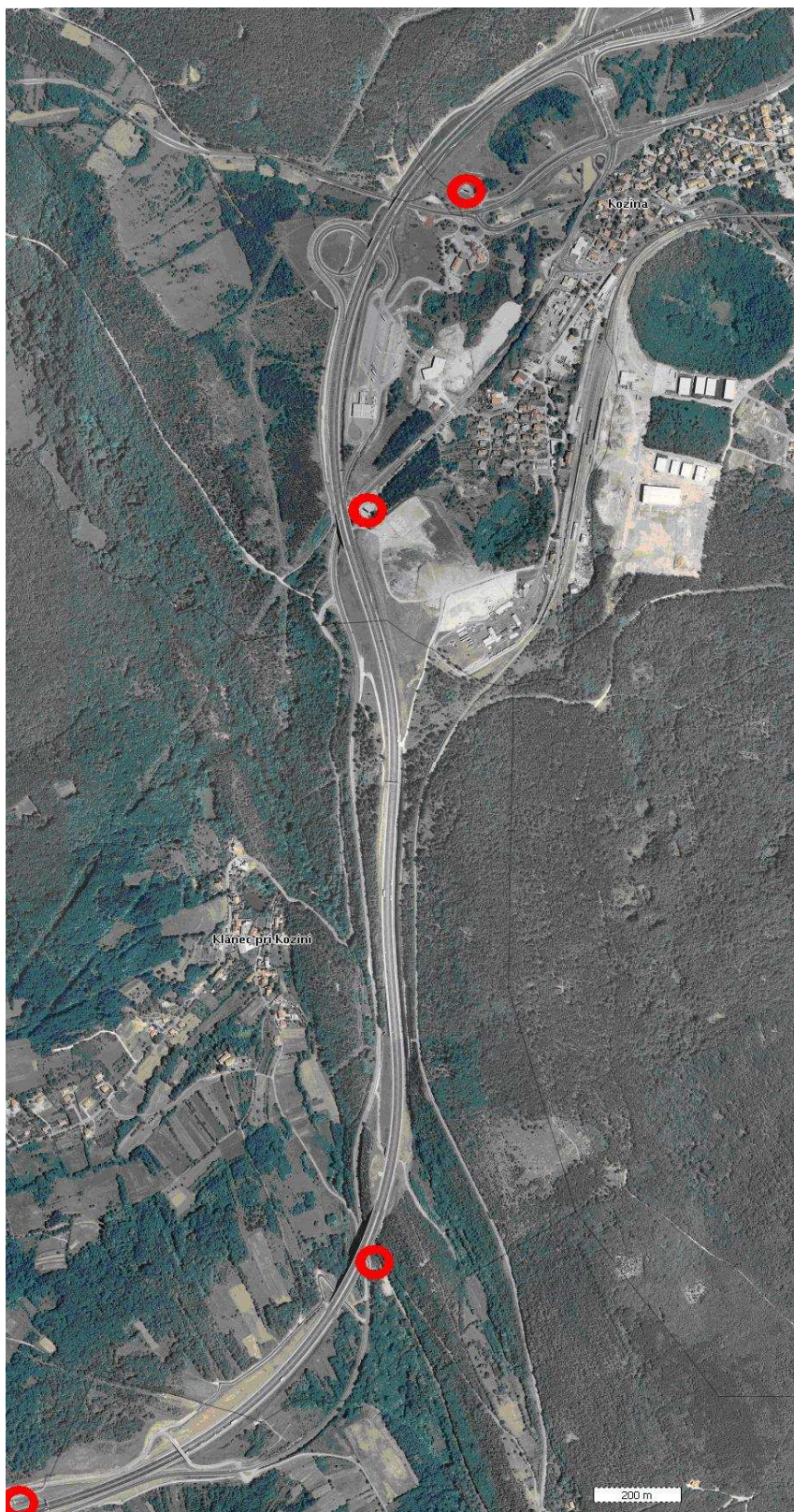


Slika: Lokacija ZBDV-ja 9/60



Slika 18: ZB 9/60

## 5.2.3 ZBDV-ji na odseku od Kozine do Klanca



Slika 19: ZBDV-ji na odseku od Kozine do Klanca

Preglednica 3: ZBDV-ji na AC A1 odsek od Kozine do Klanca

Št.	Oz.	Od.	St.	Opis	Dim.	l	Odv.	x	y
15	10/61	661	0.450	B	80	00	vrt.	417047	52231
16	11/61	661	1.300	B	80	00	dol.	416813	51476
17	12/61	661	3.200	Z	850	00	potok	416837	49733
18	Z5/61	061	4.120	Z+L	550	00	na prosto	416022	49123

1. Zadrževalni bazen 10/61 (15):



Slika: Lokacija ZBDV-ja 10/61



Slika 20: ZB 10/61

2. Zadrževalni bazen 11/61 (16):



Slika: Lokacija ZBDV-ja 11/61



Slika 21: ZB 11/61

## 3. Zadrževalni bazen 12/61 (17):



Slika: Lokacija ZBDV-ja 12/61



Slika 22: ZB 12/61

## 4. Zadrževalni bazen Z5/61 (18):



Slika: Lokacija ZBDV-ja Z5/61



Slika 23: lovilcec olj pri ZBDV-ju Z5/61

#### 5.2.4 ZBDV-ji na odseku od Klanca do Srmina



Slika 24: ZBDV-ji na odseku od Klanca do Črnega Kala



Slika 25: ZBDV-ji na odseku od Črnega Kala do Srmina



Preglednica 4: ZBDV-ji na AC A1 odsek od Klanca do Srmina

Št.	Oz.	Od.	St.	Opis	Dim.	l	Odv.	x	y
19	B1/61	061	5.000	Z+L	552	04	potok	415223	49126
20	B2/61	061	5.800	B+L	80	04	pon.	414613	49665
21	B3/61	061	8.200	B+Z+L	40	04	pon.	412285	48479
22	B4/61	061	8.900	B+Z+L	40	04	pon.	412077	47704
23	B5/61	661	10.250	B+L	40	04	jarek	412316	46782
24	B8/61	161	krak C	B+Z+L	60	04	na prosto	411190	45834
25	B9/62	662	1.050	B+Z+L	40	04	potok	410300	46426
26	B10/62	662	2.300	B+Z+L	60	04	potok	409200	45834
27	B11/62	662	4.700	B+L	35	04	potok	406765	46220
28	B12/388	388	2.900	B+Z+L	80	04	morje	405571	46882

## 1. Zadrževalni bazen B1/61 (19):



Slika: Lokacija ZBDV-ja B1/61



Slika 26: ZBDV B1/61

## 2. Zadrževalni bazen B2/61 (20):



Slika: Lokacija ZBDV-ja B2/61



Slika 27: Ponikalnica za ZBDV B2/61

3. Zadrževalni bazen B3/61 (21):



Slika: Lokacija ZBDV-ja B3/61



Slika 28: ZBDV B3/61 zemeljski del

4. Zadrževalni bazen B4/61 (22):



Slika: Lokacija ZBDV-ja B4/61



Slika 29: ZB B4/61

5. Zadrževalni bazen B5/61 (23):



Slika: Lokacija ZBDV-ja B5/61



Slika 30: Ponikalnica od ZBDV B5/61

6. Zadrževalni bazen B8/61 (24):



Slika: Lokacija ZBDV-ja B8/61



Slika 31: ZB B8/61

7. Zadrževalni bazen B9/61 (25):



Slika: Lokacija ZBDV-ja B9/61



Slika 32: ZB B9/62

8. Zadrževalni bazen B10/61 (26):



Slika: Lokacija ZBDV-ja B10/61



Slika 33: ZB B10/62

9. Zadrževalni bazen B11/62 (27):

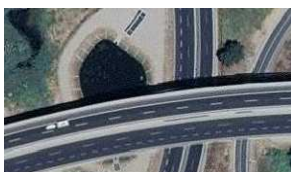


Slika: Lokacija ZBDV-ja B11/62



Slika 34: ZB B11/62

10. Zadrževalni bazen B12/388 (28):



Slika: Lokacija ZBDV-ja B12/388



Slika 35: ZB B12/388 zemeljski del

### 5.3 Ustreznost že zgrajenih ZBDV-jev in možne izboljšave

#### 5.3.1 ZBDV-ji v bližini vplivnega območja Škocjanskega parka in 4. vodovarstvenega pasu reke Rižane

Izmed vseh 28 po odsekih naštetih ZBDV-jih sem še dodatno izračunala nekatere parametre za ZBDV-je, ki se nahajajo v bližini vplivnega območja Škocjanskega parka in zbirajo vodo, ki bi odtekala drugače neposredno v kraški svet na tem območju. Tak izračun sem naredila tudi za ZBDV-je, ki se nahajajo v območju 4. vodovarstvenega pasu reke Rižane.

Oba izračuna sta podana v spodnjih preglednicah, kjer je prikazana rezerva, ki jo ima posamezen ZBDV, po 15 minutnem dežju, ki bi padal z jakostjo 15 l/s, kar je tudi z zakonom določen minimum, ki ga more ZBDV še zadržati.

V preglednici nastopajo površine iz katerih odteka odpadna padavinska voda v določen ZBDV, dobila sem jih tako, da sem s pomočjo različnih zemljevidov in drugih podatkov dobljenih ali na vzdrževalni bazi v Kozini ali na internetu, recimo iz Uredb za določene odseke (dostopne na internetu), določila površino AC iz katere se steka odpadna padavinska voda v nek ZBDV. S tem da je v teh številkah zajeta površina, ki zajema le AC, brez površin, ki so še v neposredni bližini AC in bi jih bilo še potrebno dodati zraven k izračunu, za natančnejši preračun, a zaradi težje pridobitve podatkov to ni bilo možno izvesti v tako kratkem času.

Spodaj so torej naštetih nekateri med temi prej naštetimi ZBDV-ji, glede na svoje nahajališče v bližini oziroma znotraj naravovarstveno še bolj zaščitene območij, kot sta že omenjena območje Parka Škocjanske jame in vodovarstveno območje reke Rižane. Ti ZBDV-ji torej skrbijo, da onesnažena voda iz cestišč ne odteka direktno v podzemlje na teh dveh bolj ogroženih območjih.

$$q_{krit} = 15l / (s \cdot ha)$$

$$F_i [ha]$$

$$\frac{15l}{s \cdot ha} \cdot F_i [ha] = Q_i [l/s]$$

$$T_{krit} = 15 \text{ min} = 900s$$

$$Q_i \left[ \frac{l}{s} \right] \cdot T_{krit} = V_{ef,i} [l]$$

$$V_{ef,i} [l] \rightarrow V_{ef,i} [m^3]$$

$$V_i [m^3] - V_{ef,i} [m^3] = \Delta V_{rez,i} [m^3]$$

$q_{krit}$  ... kritični pretok, ki ga mora ZBDV po zakonu še zadržati [l/s ha]

$F_i$  ... površina iz katere se steka voda v obravnavani ZBDV [ha]

$Q_i$  ... pretok, ki ga zadrži obravnavani ZBDV [l/s]

$T_{krit}$  ... koliko časa mora po zakonu ZBDV zadržati  $q_{krit}$  [min]

$V_{ef,i}$  ... volumen, ki ga mora obravnavani ZBDV zadržati [ $m^3$ ]

$V_i$  ... dimenzije obravnavanega ZBDV-ja, njegov volumen [ $m^3$ ]

$\Delta V_{rez,i}$  ... rezerva volumna, ki jo ima obravnavani ZBDV, toliko ima ZBDV še rezervnega volumna [ $m^3$ ]

ZBDV mora po pravilniku zadržati vrednost  $z$ , glede na površino  $x$  iz katere se padavinska odpadna voda steka v njega.

Ko sem odštela dimenziji ZBDV-ja ( $V$ ) vrednost  $V_{ef}$  [ $m^3$ ] sem dobila rezervo ( $\Delta V$ ) v  $m^3$ , ki jo ima obravnavani ZBDV, glede na določitve v predpisih.

$$V_i [m^3] \rightarrow V_i [l]$$

$$V_i [l] / Q_i \left[ \frac{l}{s} \right] = t_i [s]$$

$$t_i [s] \rightarrow t_i [\text{min}]$$

$$t_i [\text{min}] - T_{krit} [\text{min}] = \Delta t_{rez,i} [\text{min}]$$

$V_i$  ... dimenzije obravnavanega ZBDV-ja, njegov volumen [ $m^3$ ]

$Q_i$  ... pretok, ki ga zadrži obravnavani ZBDV [l/s]

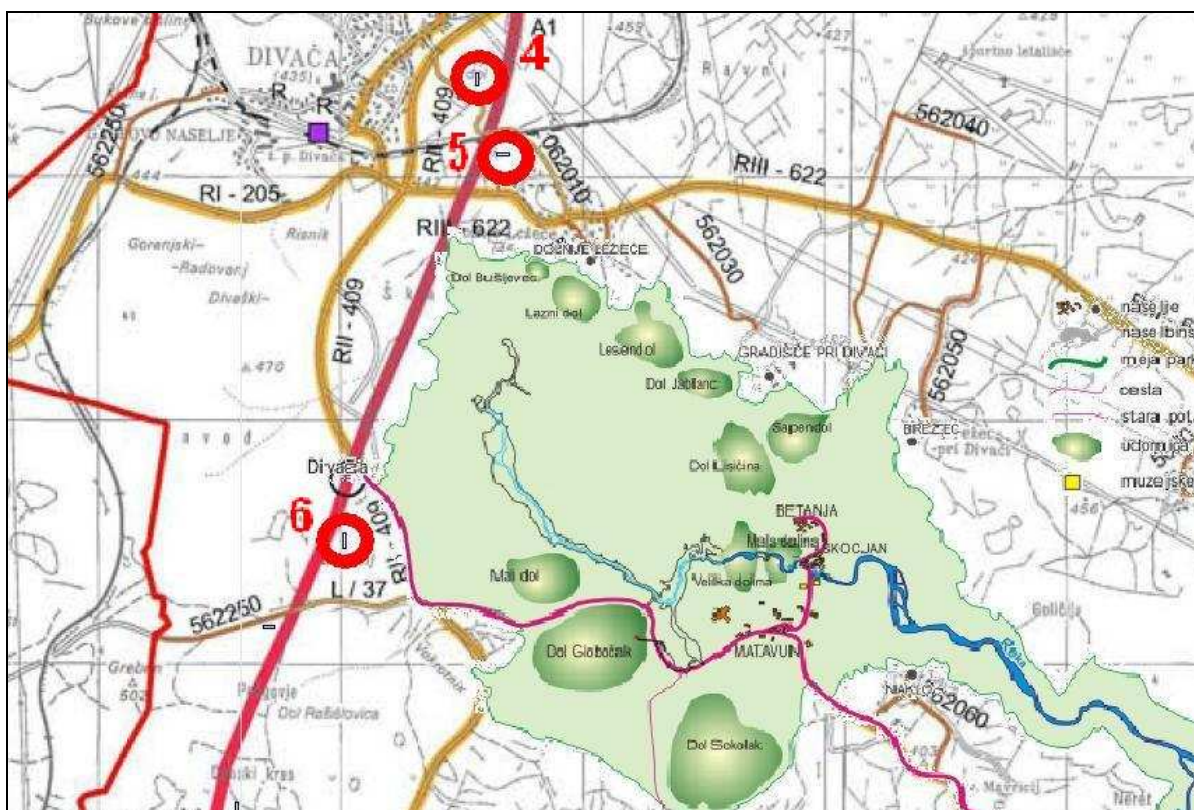
$t_i$  ... koliko časa lahko pada  $q_{krit}$ , da obravnavani ZBDV lahko zadrži s svoji dimenzijo pritok [min]

$T_{krit}$  ... koliko časa mora po zakonu ZBDV zadržati  $q_{krit}$  [min]

$\Delta t_{rez,i}$  [min] ... rezerva časa, ki jo ima obravnavani ZBDV, toliko časa več kot  $T_{krit}$  lahko ZBDV še sprejema in zadržuje  $q_{krit}$  [min]

a) Območje ob Parku Škocjanske jame

V spodnji preglednici (glej Preglednica 5) so izračuni, ki prikazujejo ZBDV-je, ki zbirajo vodo, ki bi drugače lahko odtekla v ožje vplivno območje Škocjanskega parka in reke Reke, slednje vidimo tudi na naslednji sliki (glej Slika 36).



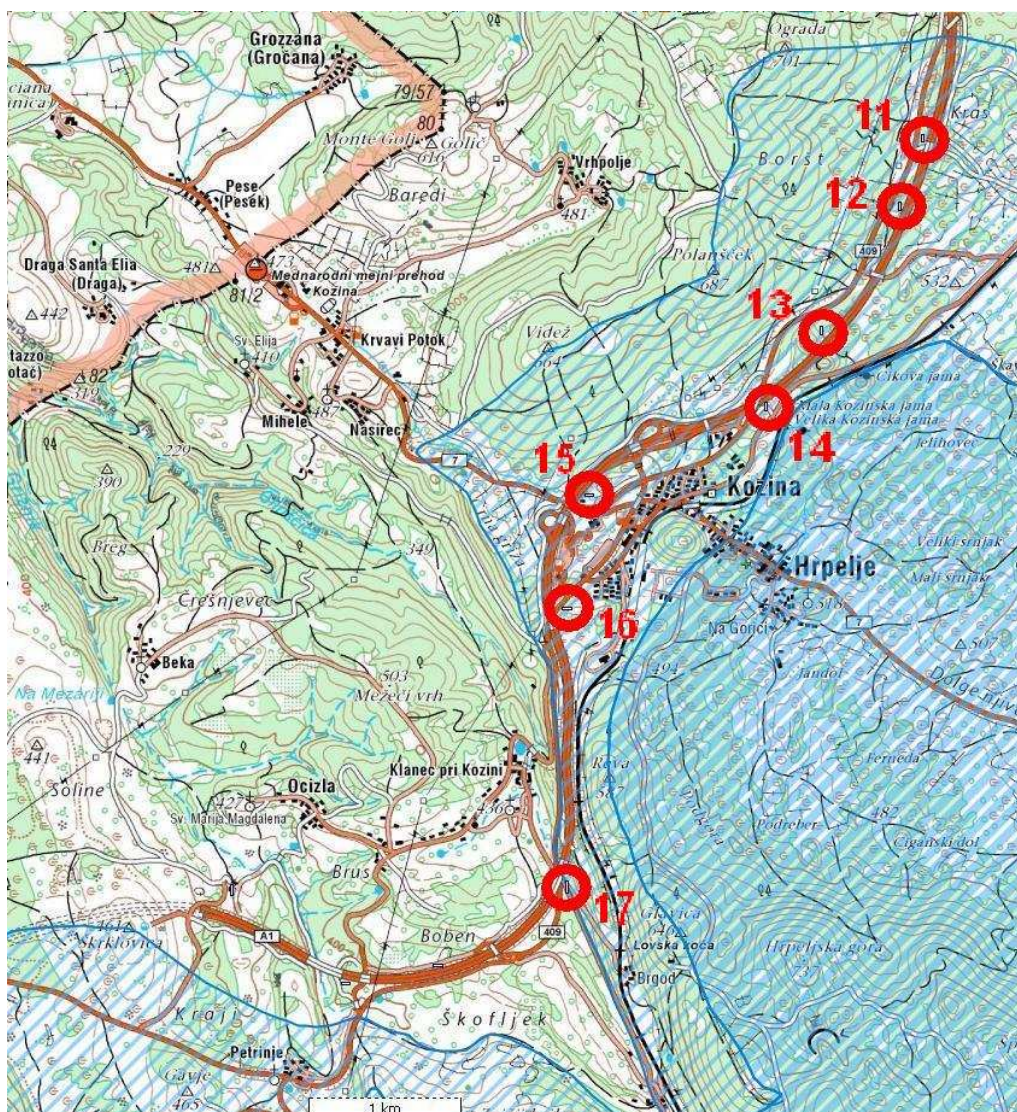
Slika 36 : Vplivno območje Škocjanskega parka z podlago občine Divača, ki ima vrisano tudi AC in ZBDV-je, katere sem vrisala ([www.divaca.si](http://www.divaca.si) in [www.park-skocjanske-jame.si](http://www.park-skocjanske-jame.si))

Preglednica 5: ZBDV-ji ob AC, ki so v bližini vplivnega območja Škocjanskega parka

	$F_i$ [ha]	$Q_i$ [l/s]	$V_{ef,i}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_i$ [m <sup>3</sup> ]	$\Delta V_{rez,i}$ [m <sup>3</sup> ]	$\Delta t_{rez,i}$ [min]
4	2,128	31,92	<b>28,72</b>	60	<b>31,27</b>	<b>16,33</b>
5	3,2452	48,68	<b>43,81</b>	80	<b>36,19</b>	<b>12,40</b>
6	1,4048	21,07	<b>18,96</b>	40	<b>21,04</b>	<b>16,64</b>

## b) Vplivno območje reke Rižane

V spodnji preglednici (glej Preglednica 6) so izračuni, za ZBDV-je, ki ščitijo IV. varstveni pas reke Rižane pred onesnaženo padavinsko vodo z AC, na naslednji sliki (glej Slika 37) pa so nakazane tudi njihove lokacije.



Slika 37 : Vrisani ZBDV-ji na podlago (Vir: www.geopedija.si)

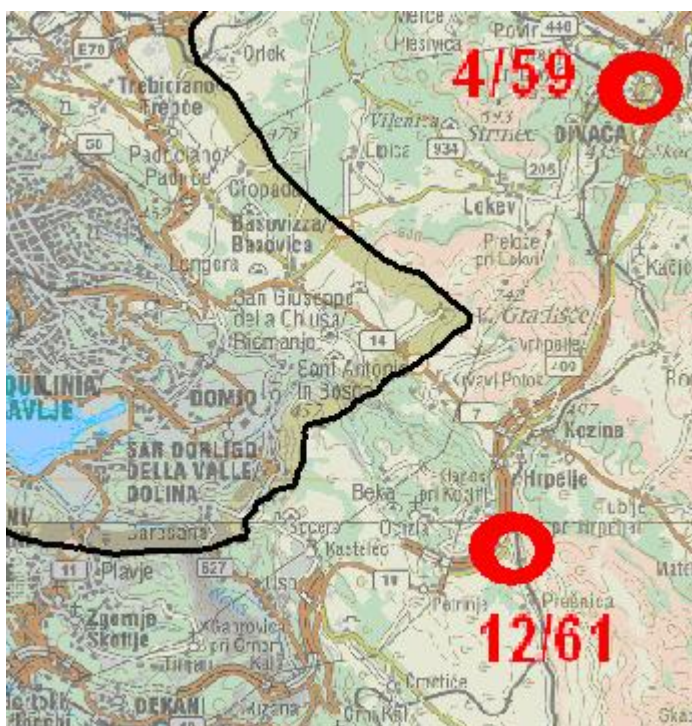
Preglednica 6: ZBDV-ji ob AC, ki so v IV. Vodovarstvenem pasu reke Ržane

	$F_i$ [ha]	$Q_i$ [l/s]	$V_{ef,i}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_i$ [m <sup>3</sup> ]	$\Delta V_{rez,i}$ [m <sup>3</sup> ]	$\Delta t_{rez,i}$ [min]
11	0,80	11,97	<b>10,77</b>	40	<b>29,23</b>	<b>40,71</b>
12	1,54	23,14	<b>20,83</b>	40	<b>19,17</b>	<b>13,81</b>
13	2,55	38,30	<b>34,47</b>	60	<b>25,53</b>	<b>11,11</b>
14	1,38	20,75	<b>18,67</b>	40	<b>21,33</b>	<b>17,14</b>
15	4,05	60,79	<b>54,71</b>	80	<b>25,29</b>	<b>6,94</b>
16	2,37	35,58	<b>32,02</b>	80	<b>47,98</b>	<b>22,49</b>
17	4,34	65,09	<b>58,58</b>	850	<b>791,42</b>	<b>202,69</b>



### 5.3.2 Dve izvedeni raziskavi na dveh ZBDV-jih

Če si sedaj pogledamo natančneje dva izmed vseh prej naštetih ZBDV-jev. Najprej si pogledjmo ZBDV, ki se nahaja v območju podzemnega toka reke Reke, nato pa še ZBDV 12/61, ki je znotraj IV. vodovarstvenega pasu reke Rižane (glej Slika 38). Oba ZBDV-ja sta opisana s pomočjo raziskovalne naloge (glej Vir: Kompare, 2001).



Slika 38 : Lokacija obeh ZBDV-jev vrisana na podlago (Vir:www.arso.si)

#### a) ZBDV 4/59 pri Divači (4)

ZBDV 4/59 je 4. po vrsti glede na zaporedno številko ZBDV-jev. Na njem so bile izvedene različne raziskave. Ena od njih je opisana tudi v Komparetovi raziskovalni nalogi (2001).

ZBDV se nahaja pod AC v bližini ceste Divača – D. Ležeče, kot vidimo na naslednji sliki (glej Slika 39).



Slika 39 : Lokacija ZBDV-ja 4/59 ob lokalni cesti

ZBDV lahko vidimo od blizu na naslednji sliki (glej Slika 40). Njegov volumen je  $60 \text{ m}^3$ , padavine se zbirajo s površine  $3,05 \text{ ha}$  (ob upoštevanju korekcijskega faktorja  $0,53$ ).



Slika 40 : ZBDV 4/59

V nadaljevanju so naštetih parametri, ki so bili zabeleženi v omenjenem ZBDV-ju in so v nadaljevanju diplome natančneje količinsko obravnavani.

Preglednica 7: Parametri izmerjeni na vtoku v obravnavan ZBDV

Parameter	enota	Vtok <sub>1</sub>	Vtok <sub>2</sub>	Vtok <sub>3</sub>	povp. Vtok
used. sn.	ml/l	0,8	0,6	0,3	0,57
nerazt. sn.	mg/l	147	84	81	104,00
sušina	mg/l	163	94	88	115,00
žarina	mg/l	135	109	104	116,00
Pb <sub>v</sub>	mg/l	0,101	0,025	0,009	0,05
Ni <sub>v</sub>	mg/l	0,03	0,02	0,02	0,02
Cu <sub>v</sub>	μg/l	2,3	1,4	1,4	1,70
Cr <sub>v</sub>	mg/l	0,12	0,1	0,09	0,10
Pb <sub>sd</sub>	mg/l	0,24	0,13	0,35	0,24
Ni <sub>sd</sub>	mg/l	0	0,01	0,01	0,01
Cu <sub>sd</sub>	μg/l	7,3	6,8	4,2	6,10
Cr <sub>sd</sub>	mg/l	0,07	0,08	0,05	0,07
KPK	mg/l	57	34	16	35,67
TOC	mg/l	12,9	14,6	7,9	11,80
TLS	mg/l	10	10,7	9,2	9,97

Preglednica 8: Parametri izmerjeni na iztoku iz obravnavanega ZBDV-ja

Parameter	enota	Iztok <sub>1</sub>	Iztok <sub>2</sub>	Iztok <sub>3</sub>	povp. Izток
used. Sn.	ml/l	0,2	0,1	0,1	0,13
nerazt. Sn.	mg/l	54	13	11	26,00
sušina	mg/l	73	80	69	74,00
žarina	mg/l	94	96	98	96,00
Pb <sub>v</sub>	mg/l	0,024	0,014	0,014	0,02
Ni <sub>v</sub>	mg/l	0,03	0,03	0,03	0,03
Cu <sub>v</sub>	μg/l	1	0,9	0,8	0,90

»se nadaljuje...«

»... nadaljevanje«

Cr <sub>v</sub>	mg/l	0,1	0,09	0,09	0,09
Pb <sub>sd</sub>	mg/l	0,18	0,13	0,09	0,13
Ni <sub>sd</sub>	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02
Cu <sub>sd</sub>	µg/l	4,5	3,4	4,2	4,03
Cr <sub>sd</sub>	mg/l	0,03	0,04	0,03	0,03
KPK	mg/l	0	0	0	0,00
TOC	mg/l	15,4	12,8	8,9	12,37
TLS	mg/l	13	13	8,2	11,40

V prejšnjih dveh preglednicah sem v zadnjem stolpcu izračunala povprečen vtok določenega parametra v času od 22:15 do 00:30 ure (glej Preglednica 7) in povprečen iztok določenega parametra iz ZBDV-ja v času od 22:25 do 00:50 ure (glej Preglednica 8).

V času večjega naliva od 20:30 do 00:00 se je v ZBDV-ju spremenil volumen vode za 110,94 m<sup>3</sup>, v kolikor ZBDV-ja ne bi bilo, bi v okolje odteklo:

- 62,866 l l usedljivih snovi
- 11.537,76 g neraztopljenih snovi
- 4,99 g Svinca raztopljenega v vodi
- 2,59 g Niklja raztopljenega v vodi
- 188,6 mg Bakra raztopljenega v vodi
- 11,46 g Kroma raztopljenega v vodi
- 26,63 g Svinca v suspendiranih delcih
- 0,74 g Niklja v suspendiranih delcih
- 676,73 mg Bakra v suspendiranih delcih
- 7,4 g Kroma v suspendiranih delcih

Te rezultate sem dobila tako da, sem zmnožila povprečni vtok parametra iz preglednice (glej Preglednica 7) s spremembo volumna v tem času in tako dobila količino parametra v enoti l, g in mg.

Ker pa ZBDV tukaj je, se je zadržalo v njem:

- 48,07 l usedljivih snovi
- 8.653,32 g neraztopljenih snovi
- 3,07 g Svinca raztopljenega v vodi
- 88,75 mg Bakra raztopljenega v vodi
- 1,11 g Kroma raztopljenega v vodi
- 11,83 g Svinca v suspendiranih delcih
- 229,28 mg Bakra v suspendiranih delcih
- 3,70 g Kroma v suspendiranih delcih

Slednje rezultate pa sem preračunala s pomočjo obeh preglednic iz katerih sem vzela nekatere parametre (tistih, ki so se delno zadržali v ZBDV-ju) in njihovo razliko med povprečnim vtokom in povprečnim odtokom pomnožila s spremembo volumna v tem času.

Podatki so, kot sem že napisala vzeti iz omenjene raziskovalne naloge, v kateri so imeli tudi nemalo težav (ni bilo želenega padavinskega dogodka, pokvarjene naprave, neusklajenost časa na aparaturah, itd.). Tako dobimo verodostojne podatke, a vsi rezultati pridobljeni na osnovi teh meritev in podatkov niso smiselni, npr.: če pogledamo, Niklja raztopljenega v vodi naj bi v ZBDV prišlo 2,59 g, ven iz njega pa naj bi ga izteklo več, to je 3,33 g. To slednje ni smiselno, saj ne more odtekat iz objekta več, kot je prišlo v njega.

Moj izračun kaže, da se v primeru količine vode 110,94 m<sup>3</sup> zadržijo v ZBDV-ju izračunane količine parametrov, ki ogrožajo vodno okolje če odtečejo vanj. S tem se pokaže pomen ZBDV-ja za kraško področje. Tak pomen imajo tudi drugi ZBDV-ji, ki se nahajajo na obravnavanem področju kraškega terena.

Meritve omenjenih parametrov so bile opravljene v noči iz 4. oktobra 2001 na 5. oktober 2001. takrat je bil padavinski dogodek, katerega so opisali v raziskovalni nalogi z naslednjimi podatki (glej Preglednica 9).

Preglednica 9: Padavinski dogodek v noči iz 4. oktobra 2001 na 5. oktober 2001

Čas	H pad
22:25	1,5
22:45	1,6
22:50	2,1
23:10	4,1
23:20	4,2
23:35	5,3
0:20	8,5
0:40	9,6
0:50	10
1:25	16,4
1:50	17,8
2:25	18
2:50	17,9
3:35	18,5

V naslednji preglednici (glej Preglednica 10) sem izračunala iz danih podatkov za padavine (glej Preglednica 9) s pomočjo pretvorb in poznane prispevne površine ( $A = 3,05$  ha) ter poznanih časov (določeni s pomočjo Preglednice 9), skupni volumen padavin ( $V_{\text{pad}}$ ).

Preglednica 10: Določitev skupnega volumna padavin  $V_{\text{pad}}$

$V'_{\text{pad}}$ [l]	$V_{\text{pad}}$ [l]	$V_{\text{pad}}$ [m <sup>3</sup> ]
707203,5	374817,9	374,82

Najprej sem padavine zmnožila z znano površino območja in tako dobila prvi rezultat  $Q_{\text{pad}}$  v l/s. Nato sem vsakem intervalu merjenih padavin pomnožila še čas, v katerem so te padavine padle, in seštel te pomnožene vrednosti. Seštevek kot vidimo v preglednici (glej Preglednica 10) znaša 707203,5 l. Tega sem nato še množila z redukcijskim faktorjem, ki je podan v raziskovalni nalogi ( $f_i = 0,53$ ) in tako dobila vrednost  $V_{\text{pad}}$  v litrih. Ob pretvorbi te vrednosti pa sem dobila  $V_{\text{pad}}$  izražen v m<sup>3</sup>, ta znaša 374,82 m<sup>3</sup>.

V času raziskovalne naloge so bili izmerjeni tudi drugi padavinski dogodki. A vsak od njih je imel kak neizpolnjen pogoj, če ne drugega pa to, da so se pokvarili takrat merilni aparati na kaki od merilnih naprav. Tako so se raziskovalci omejili zgolj na bol podrobnejšo raziskavo zgoraj omenjenega padavinskega dogodka iz meseca oktobra. Znotraj tega dogodka so tako izmerili padavine (količino in čas le teh) in druge parametre (količino teh v določenem času). S pomočjo podatkov iz raziskovalne naloge, sem tako dobila rezultate, ki so prikazani v prejšnjih in naslednjih preglednicah.

Ker v tej nalogi jemanje vzorcev in merjenje padavin ni izvršeno v istih terminih sem dobljene rezultate na vtoku in nato še na iztoku z interpolacijo postavila v isti čas, v katerem so bile merjene padavine (glej Preglednico 9). Tako sem dobila spodnji preglednici (glej Preglednica 11 in Preglednica 12), se pravi količine parametrov za vtok in iztok v treh časovnih obdobjih.

Preglednica 11: S pomočjo interpolacije preračunane vrednosti parametrov na vtoku

Parameter	Enote	Čas padavin (t)		
		22:45 $c_{vtok}(t_1)$	22:50 $c_{vtok}(t_2)$	23:10 $c_{vtok}(t_3)$
Used. Sn.	ml/l	0,7	0,65	0,375
Nerazt. Sn.	mg/l	115,5	99,75	81,75
Sušina	mg/l	128,5	111,25	89,5
Žarina	mg/l	122	115,5	105,25
Pb <sub>v</sub>	mg/l	0,063	0,044	0,013
Ni <sub>v</sub>	mg/l	0,025	0,0225	0,02
Cu <sub>v</sub>	μg/l	1,85	1,625	1,4
Cr <sub>v</sub>	mg/l	0,11	0,105	0,0925
Pb <sub>sd</sub>	mg/l	0,185	0,1575	0,295
Ni <sub>sd</sub>	mg/l	0,005	0,0075	0,01
Cu <sub>sd</sub>	μg/l	7,05	6,925	4,85
Cr <sub>sd</sub>	mg/l	0,075	0,0775	0,0575
KPK	mg/l	45,5	39,75	20,5
TOC	mg/l	13,75	14,175	9,575
TLS	mg/l	10,35	10,525	9,575

Preglednica 12: S pomočjo interpolacije preračunane vrednosti parametrov na iztoku

Parameter	Enote	Čas padavin (t)		
		22:45	22:50	23:10
		$c_{vtok}(t_1)$	$c_{vtok}(t_2)$	$c_{vtok}(t_3)$
Used. Sn.	ml/l	0,2	0,175	0,1
Nerazt. Sn.	mg/l	54	43,75	12,5
Sušina	mg/l	73	74,75	77,25
Žarina	mg/l	94	94,5	96,5
Pb <sub>v</sub>	mg/l	0,024	0,0215	0,014
Ni <sub>v</sub>	mg/l	0,03	0,03	0,03
Cu <sub>v</sub>	μg/l	1	0,975	0,875
Cr <sub>v</sub>	mg/l	0,1	0,0975	0,09
Pb <sub>sd</sub>	mg/l	0,18	0,1675	0,12
Ni <sub>sd</sub>	mg/l	0,02	0,02	0,02
Cu <sub>sd</sub>	μg/l	4,5	4,225	3,6
Cr <sub>sd</sub>	mg/l	0,03	0,0325	0,0375
KPK	mg/l	0	0	0
TOC	mg/l	15,4	14,75	11,825
TLS	mg/l	13	13	11,8

Preračun je narejen za časovno obdobje 45 min, gre za čas od 22:25 do 23:10 in za kritični pretok ( $Q_{krit} = 45,75 \text{ l/s}$ ), ki sem ga dobila s pomočjo spodnjih formul.

$$q_{krit} = 15 \text{ l/s} \cdot ha$$

$$A_{red} = 3,05 ha$$

$$Q_{krit} = q_{krit} \cdot A_{red}$$

$$Q_{krit} = 15 \frac{\text{l}}{\text{s}} \cdot 3,05 ha = 45,75 \text{ l/s}$$



Te količine parametrov izmerjene na vtoku in iztoku ter podane v enotah ml/l, mg/l in  $\mu\text{g/l}$  sem nato med sabo seštela, se pravi količine parametrov na vtoku posebej in količine parametrov na iztoku posebej. Dobljene vsote za posamezen parameter na vtoku oziroma iztoku sem potem pomnožila s  $Q_{\text{krit}}$ . Dobila sem vrednosti v enotah ml/s, mg/s in  $\mu\text{g/s}$ . Te vrednosti sem nato pretvorila v l/s, g/s in mg/s. Nato pa dobljene vrednosti množila s časom  $t[\text{s}]$ , se pravi 45 minutami oziroma 2700 sekundami. Tako sem dobila vrednosti oziroma mase parametrov izražene v l, g in mg, ki sem jih pretvorila v enote, ki so navedene v preglednici (glej Preglednica 13).

$$c_{\text{vtok}}(t_1) + c_{\text{vtok}}(t_2) + c_{\text{vtok}}(t_3) = c_{\text{vtok}}$$

$$Q_{\text{krit}} = 45,75 \text{ l/s}$$

$$M \left[ \frac{\text{mg}}{\text{s}} \right] = Q_{\text{krit}} \cdot c_{\text{vtok}} \left[ \frac{\text{l}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right]$$

$$\frac{M \left[ \frac{\text{mg}}{\text{s}} \right]}{1000} = M \left[ \frac{\text{g}}{\text{s}} \right]$$

$$t[\text{s}] = 2700 \text{ s}$$

$$M \left[ \frac{\text{g}}{\text{s}} \right] \cdot t[\text{s}] = M[\text{g}]$$

Spodaj je primer preračuna enega parametra in sicer  $\text{Cr}_v$ , po zgoraj opisani metodi.

$$c_{\text{vtok}} = 274,5 \left[ \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right]$$

$$Q_{\text{krit}} = 45,75 \text{ l/s}$$

$$M \left[ \frac{\text{mg}}{\text{s}} \right] = Q_{\text{krit}} \cdot c_{\text{vtok}} \left[ \frac{\text{l}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right] = 45,75 \cdot 274,5 = 12558,38 \text{ mg/s} = 12,56 \text{ g/s}$$

To vrednost množimo naprej s časom  $t[\text{s}]$ , ki ga pretvorimo v sekunde. Na koncu dobimo končno maso.

$$M \left[ \frac{\text{g}}{\text{s}} \right] \cdot t[\text{s}] = M[\text{g}] = 3,39 \text{ g}$$

Preglednica 13: Preračunane mase parametrov izražene v l, kg in g

Parameter	Enote	Masa v vtoku	Masa v iztoku	Razlika mas
Used. Sn.	l	<b>18,34</b>	<b>5,10</b>	<b>13,24</b>
Nerazt. Sn.	kg	<b>3,29</b>	<b>1,15</b>	<b>2,14</b>
Sušina	kg	<b>3,64</b>	<b>2,50</b>	<b>1,14</b>
Žarina	kg	<b>3,80</b>	<b>3,17</b>	<b>0,63</b>
Pb <sub>v</sub>	g	<b>1,29</b>	<b>0,64</b>	<b>0,65</b>
Ni <sub>v</sub>	g	<b>0,75</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>
Cu <sub>v</sub>	g	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>
Cr <sub>v</sub>	g	<b>3,39</b>	<b>3,18</b>	<b>0,21</b>
Pb <sub>sd</sub>	g	<b>7,70</b>	<b>5,07</b>	<b>2,63</b>
Ni <sub>sd</sub>	g	<b>0,25</b>	<b>0,67</b>	<b>0,00</b>
Cu <sub>sd</sub>	g	<b>0,20</b>	<b>0,14</b>	<b>0,06</b>
Cr <sub>sd</sub>	g	<b>2,25</b>	<b>1,12</b>	<b>1,13</b>
KPK	kg	<b>1,13</b>	<b>0,00</b>	<b>1,13</b>
TOC	kg	<b>0,40</b>	<b>0,46</b>	<b>0,00</b>
TLS	kg	<b>0,33</b>	<b>0,42</b>	<b>0,00</b>

Iz stolpca razlika mas sledi, da pri kritičnem pretoku  $Q_{krit}$  skozi ZBDV, v času 45 min od mase posameznih parametrov, ki je s padavinsko vodo pritekla v ZBDV, zaradi delovanja ZBDV-ja ostane navedena masa posameznih parametrov (glej Preglednica 13).

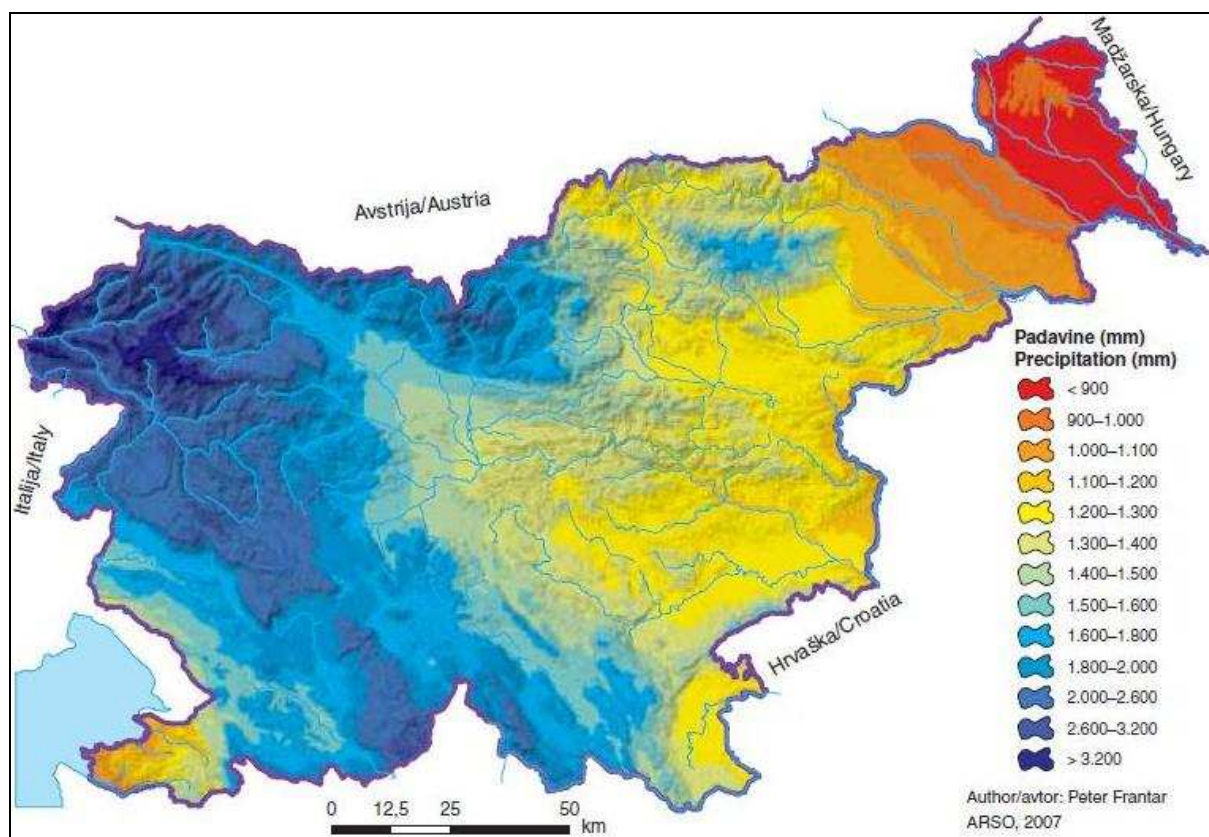
Tam kjer je prišla razlika parametrov mas vtoka in iztoka negativno, se pravi je bilo več izmerjene mase v iztoku, kot jo je v vtoku, rezultat ni smiseln, zato privzamem vrednost 0,00, enako, kot je to primer v raziskovalni nalogi.

To nakazuje, da rezultati, ki jih izkazuje raziskovalna naloga ne dajejo 100 % sigurnih vrednosti, predvsem zaradi po mojem mnenju prealega števila vzorčenja vode, ki se pretaka skozi ZBDV. Ker z drugačnimi podatki ne razpolagam, za nadaljnje izračune uporabim vrednosti iz zadnjega stolpca preglednice (glej Preglednica 13). Parametre, katerih vrednost je 0,00 pa v nadaljnji obravnavi izpustim.

Omenjeno je že bilo, da se največje onesnaženje najde po večjem padavinskem dogodku, ki se zgodi po daljšem sušnem obdobju. Tak dogodek so skušali tudi v omenjeni raziskovalni nalogi ujeti, ob vseh težavah so potem izbrali tega iz oktobra (glej Preglednica 9).

Če pa bi želeli še bolj natančne podatke o povezavi med ZBDV-ji in padavinami, bi bilo potrebno ujeti še močnejši naliv po daljšem sušnem obdobju, ki bi bil zmožen tudi prelit s svojo količino dotoka vode robove ZBDV-ja oziroma se prelit v razbremenilni kanal v bazenu.

Ob iskanju padavinskih podatkov za ta del kraškega področja sem ugotovila, da so manjša odstopanja v primeru padavin, kar se količine le teh tiče.



Slika: Razporeditev padavin v Sloveniji (Vir: Frantar, 2007, str. 29)

Za omenjeni del sem našla lokacije padavinskih postaj iz leta 2006.



Slika: Padavinske postaje za jugozahodni del Slovenije (Vir: ARSO, 2006)

Za te postaje sem potem poiskala še podatke o številu padavinskih dni v letu 2005 (glej Preglednica 14).

Preglednica 14: Število padavinskih dni v letu 2005 za nekatere postaje (Vir: ARSO, 2005)

Postaja	H [m]	Število padavinskih dni v letu 2005					
		> 0 [mm]	> 0,1 [mm]	> 1 [mm]	> 10 [mm]	> 20 [mm]	> 50 [mm]
Portorož	2	136	109	83	36	13	0
Postojna	533	155	149	109	49	15	2
Kozina	486	124	120	98	42	15	2
Dekani	38	102	101	84	32	11	0
Škocjan	420	145	124	102	45	18	3
Razdrto	574	142	136	116	56	19	3

Kot vidimo je padavinskih dni, ko so padavine večje od 50 mm v letu 2005, za postajo Postojna in Kozino 2 in za Škocjan in Razdrto 3, v primeru Portoroža in Dekanov pa le teh ni bilo.

Vidimo pa tudi v preglednici (glej Preglednica 14) da je za Postojno in Kozino število padavinskih dni v letu 2005 za padavine večje od 20 mm 15, medtem ko sta za padavine večje od 50 mm 2 taka dneva. Ker je razporejenost padavin na območju avtocestnega odseka primorskega kraka AC A1 enakomerna, a se vseeno zasledijo lokalna odstopanja, sem izbrala 7 dni, ko naj bi padavine bile kritične. Upoštevati moramo še to, da vse naštetje padavine v preglednici (glej Preglednica 14) ne nastopajo po daljšem sušnem obdobju. Kot vemo pa je ravno takrat zaslediti največje onesnaženje, ki ga odplaknejo in nato prinesejo v ZBDV take padavine.

Tako za primer ZBDV-ja 4/59 privzamem 7 takih padavinskih dogodkov, ko naj bi priteklo v ZBDV kritični pretok vode. Torej pomeni, da najmanj tolikokrat priteče takšna količina parametra na leto, kot je v naslednji preglednici izračunano (glej Preglednica 15).

Preglednica 15: Količina parametrov na leto

Parameter	Enote	7x na leto
Used. Sn.	l	92,74
Nerazt. Sn.	kg	15,02
sušina	kg	7,98
žarina	kg	4,36
Pb <sub>v</sub>	g	4,53
Cu <sub>v</sub>	g	0,16
Cr <sub>v</sub>	g	1,49
Pb <sub>sd</sub>	g	18,42
Cu <sub>sd</sub>	g	0,46
Cr <sub>sd</sub>	g	7,91
KPK	kg	7,88

V kolikor te vrednosti dobljene v zgornji preglednici (glej Preglednica 15) apliciram še na ostale betonske ZBDV-je, ki se nahajajo na odseku od Čebulovice do Kozine (dva odseka sem združila), skupaj z ZBDV-jem 4/59 jih je 16. Sklepam lahko, da ostane v obdobju enega leta masa posameznega parametra, ki je podana v naslednji preglednici (glej Preglednica 16). Da sem dobila te vrednosti, sem seštela kritične pretoke za vse ZBDV-je na omenjenih dveh odsekih, se pravi od Čebulovice do Divače in od Divače do Kozine. Ta seštevek sem potem delila s kritičnim pretokom ZBDV-ja 4/59 in tako dobila faktor 9,56 s katerim sem potem množila vrednosti iz preglednice (glej Preglednica 15) ter dobila vrednosti, koliko mase se znajde skupaj v enem letu v vseh teh ZBDV-jih na teh dveh odsekih. Ta dva odseka sem vzela zaradi tega, ker so tudi padavinske razmere enake oziroma so si zelo podobne znotraj območij teh dveh odsekov.

Preglednica 16: Masa parametrov, ki se nahaja v betonskih ZBDV-jih v enem letu

Parameter	Enote	M <sub>1 leto</sub>
Used. Sn.	l	886,40
Nerazt. Sn.	kg	143,56
sušina	kg	76,24
žarina	kg	41,65
Pb <sub>v</sub>	g	43,27
Cu <sub>v</sub>	g	1,52
Cr <sub>v</sub>	g	14,26
Pb <sub>sd</sub>	g	176,04
Cu <sub>sd</sub>	g	4,44
Cr <sub>sd</sub>	g	75,62
KPK	kg	75,31

Po tem preračunu me je zanimalo kolikšna je masa, ki jo zadržijo skupaj vsi ZBDV-ji na teh dveh odsekih po 20-tih letih. Rezultate sem dobila tako, da sem maso, ki sem jo preračunala za eno leto množila z 20, vidimo jih v preglednici (glej Preglednica 17).

Preglednica 17: Količine parametrov v ZBDV-jih skupno po 20-tih letih

Parameter	Enote	M <sub>20 let</sub>
Used. Sn.	l	17728,10
Nerazt. Sn.	kg	2871,21
sušina	kg	1524,86
žarina	kg	833,10
Pb <sub>v</sub>	g	865,33
Cu <sub>v</sub>	g	30,50
Cr <sub>v</sub>	g	285,14
Pb <sub>sd</sub>	g	3520,82
Cu <sub>sd</sub>	g	88,76
Cr <sub>sd</sub>	g	1512,47
KPK	kg	1506,27

Seveda se ta masa povečuje skladno s povečevanjem gostote prometa, tako da bodo mase parametrov v 20 letih lahko še bistveno večje od izračunanih.

## b) ZBDV 12/61



Slika 41 : ZBDV 12/61 leta 2007

ZBDV 12/61 je opisal v omenjeni raziskovalni nalogi Kompare (2001). Že na samem terenu sem opazila, da gre za zelo zanimivo izvedbo zemeljskega ZBDV-ja. Kasneje sem s pomočjo pregleda stanja iz leta 2001, ki je popisano v omenjeni literaturi ugotovila, da so bile izvedene predlagane izboljšave. Glede na to, da se voda izteka direktno v potok Glinščico je to tudi edino sprejemljivo. Ob samem ogledu ZBDV-ja na terenu mi vzdrževalec ni omenil tega pomembnega dejstva, da se voda iz ZBDV-ja potem steka neposredno v omenjeni vodotok.

To ugotovitev sem razbrala šele kasneje iz preglednice, kjer jasno piše, da se izliva voda direktno v Glinščico, po tem vodotoku tudi vzdrževalci poimenujejo omenjeni ZBDV. Dobila sem pa kljub temu občutek, da se ne zavedajo prav dobro kaj se točno dogaja v ZBDV-ju. Niso prepričani kaj se zgodi z vso padavinsko odpadno vodo, ki priteče na ZBDV in kasneje odteče v bližnji potok, vsaj tisti del, ki se ne ustavi in delno prečisti v zemeljskem ZBDV-ju. Kot sem opazila, so že v raziskovalni nalogi skušali opozoriti na neprimerno varovanje vodnega sveta na območju tega ZBDV-ja. Tako so v raziskovalni nalogi podali naslednji fotografiji, ki prikazujeta nepravilni dotok vode v ZBDV in potem pretakanju vode po njem.

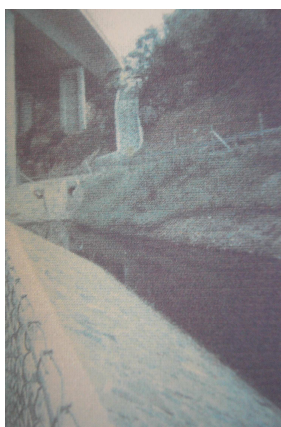


Slika: Vtok v ZBDV



Slika: Deroči tok v ZBDV-ju

V kolikor primerjamo fotografijo iz leta 2001 in fotografijo, ki sem jo jaz posnela na samem ogledu terena leta 2007 (glej Slika 41), vidimo da so ugotovitve v omenjeni raziskovalni nalogi, upoštevali in s tem izboljšali delovanje omenjenega ZBDV-ja.



Slika: ZBDV 12/61 leta 2001 (Vir: Kompare, 2001)

Na moji fotografiji (glej Slika 41) je lepo vidno, da je iz prej deročega toka, sedaj v bazenu voda nižjih hitrosti. Zasaditev (RČN-Rastlinska čistilna naprava) v ZBDV-ju, ki so jo predlagali v raziskovalni nalogi, pomaga da ni več zaradi deročega toka takšnega premešanja in odnašanja onesnaženja naprej v Glinščico. Iztok v potok vidimo na naslednji sliki (glej Slika 42).



Slika 42 : Pogled na iztok iz ZBDV-ja 12/61



### 5.3.3 Problemi in izboljšave ZBDV-jev na obravnavanem odseku

Zaradi obeh podrobnejših raziskav in vsega videnega na terenu ter v pregledani literaturi, sem ugotovila, da je še kako pomembno, da se dela na izboljšavah ZBDV-jev. Ne sme se ustaviti na že obstoječih dosežkih v tej veji v znanosti o vodah in vplivu cest/AC na njih.

V nadaljevanju so opisani nekateri drugi ZBDV-ji in pomanjkljivosti na njih oziroma ponekje kasneje tudi rešitve.

#### a) Dostop

Pomembno je, da je omogočen čim boljši in hitrejši dostop do ZBDV-jev, saj se tako lažje poskrbi za pravočasno ukrepanje, pri lovljenju onesnaženja v primeru katastrofalnih razlitij. Ob ogledu terena mi je vzdrževalec omenil, da so nekateri dostopi težavnejši. Slabo vzdrževana pot do ZBDV-ja pa vse skupaj še otežuje.



Slika 43 : Dostop do enega od ZBDV-jev direktno z AC

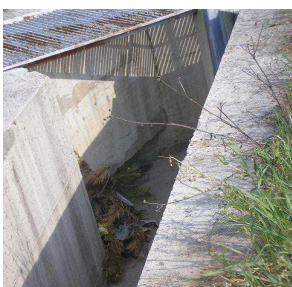
Dostop do bazena je pomemben, saj poskrbi da se onesnaženje lahko varno odstrani, da ne odteče naprej v okolje.



Slika 44 : Dostop do glavnega dela ZBDV-ja

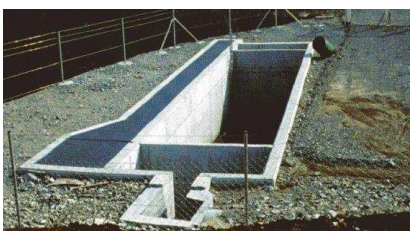
### b) Oblike in velikosti vtoka v ZBDV

Pomembno je skrbeti za ustrezno obliko in velikost ter druge karakteristike, vseh delov ZBDV-ja. Na naslednji sliki (glej Slika 45) lahko vidimo, kako le z enim neprimerno dimenzioniranim elementom, kot je recimo nepravilni vtok, zapolnimo vtočni del ZBDV-ja, kateri potem ne deluje pravilno. Že na začetku smo omenili, da je onesnaženje različnih vrst, najdemo tudi večje kose, kot vidimo tudi na naslednji sliki.



Slika 45 : Detajl vtoka in težave, ki se pojavijo če ta ni pravilno oblikovan

Še en od primerov, ko detajl ZBDV-ja ni bil primerno dimenzioniran, na naslednjih dveh slikah vidimo začetno izvedbo ZBDV-ja 10/61 in po ugotovitvi težav (odplavilo je del peska ob ZBDV-ju), dozidano na vtočnem delu dodatno steno iz betona, ki bolj natančno usmerja vtok v ZBDV. S tem se je preprečilo nadaljnje spodkopavanje brežine.



Slika: Gradnja omenjenega ZBDV-ja (Vir: Knez, Slabe, 2007)



Slika 46 : Detajl rešitve težave z vtokom v ZBDV 10/61

## c) Dodatna zaščita

Ko je potrebno zaščititi, da voda ne odteka nemoteno v razbremenilni kanal, kot vidimo na sliki (glej Slika 47), se to zagotovi tudi s kovinsko zaklopko, na sliki se lepo vidi nastavek, v katerega se vloži zaklopka.



Slika 47 : Detajl nastavka za kovinsko zaklopko

## d) Dodatek – lovilec olj

Odpadna voda, ki odteče v lovilec olj, normalno odteče, seveda v kolikor ni zaznано prekomerno onesnaženje z olji, in podobnimi onesnaževali. Slednje lovilec olj s pomočjo svojega mehanizma merjenja gostote zazna, in zaustavi, pred odtekanjem naprej v kraško okolje.

Vstavljeni so od bazena Z5/60 naprej, saj so s časom strokovnjaki spoznali prednost tega objekta in večji vpliv le tega k zaščiti naravnega okolja. Lovilec olj ima sposobnost zadržati 20 m<sup>3</sup>, torej zadrži lahko celotno cisterno onesnaževala v primeru havarije.



Slika 48 : Detajl lovilec olj

## 6.0 ZAKLJUČEK

Pomen in nujno potrebo po izgradnji ZBDV-jev na kraškem področju v območju AC je kot sledi iz moje naloge velik in bistvenega pomena za ščitenje kraških voda. V nalogi je tako popisanih na odseku od Čebulovice do Srmina skupaj 19 betonskih ZBDV-jev in 9 zemeljskih ZBDV-jev. Samo betonski ZBDV-ji prevladujejo v začetku opisanega odseka, saj je tam tudi pretežno kraški svet.

Čeprav so nazadnje zgrajeni ZBDV-ji že zelo dodelani pa bi bilo smotrno z nadaljnjimi raziskavami in preureditvami konstrukcij ZBDV-jev zagotoviti, da bo izkoristek ZBDV-ja oziroma % zadržanih mas parametrov še večji. Na čim boljše delovanje ZBDV-jev pa bistveno vpliva tudi vzdrževanje in čiščenje le teh, ki mora predvsem na kraškem svetu, kjer se voda slabše filtrira, biti sprotno in pravočasno.

Prav tako kot nemoteno delovanje ZBDV-jev pa je uspeh zaščite vplivov AC na okolje v veliki meri odvisen tudi od vzdrževanja naprav za odvodnjo padavin z AC. Kajti le kvalitetno izdelan in vzdrževan celotni sistem (naprave za odvodno in ZBDV-ji) lahko uspešno ščiti okolje. Pravilno vzdrževanje pomeni, da naprava za odvodno v celotni življenjski dobi ceste funkcionira enako kvalitetno kot takrat, ko je bila zgrajena. Za dobro vzdrževanje so potrebni čim boljši katastrski prostorski (GIS) in vsi ostali podatki o sistemu in napravah, ki se nahajajo v območju AC. Minimalni obseg vzdrževanja zajema kontinuirano zbiranje podatkov in evidentiranje stanja na omrežju in objektih znotraj njega.

Sistematični nadzor delovanja in stanja omrežja in objektov, ki obsega tudi občasne obhode in preglede stanja bi moral biti vsekakor bolj pogost, kot 2x letno, kar je sedanja praksa. To še posebej velja za odstranjevanje v ZBDV-jih zadržanih mas posameznih parametrov.

Poleg tega pa bi bilo smotrno pogostejše preverjanje usposobljenosti ekip, ki so določene za ukrepanje v kriznih situacijah.

Rezultati, ki sem jih preračunala za ZBDV 4/59 (glej poglavje 5.3.2) kažejo da poleg 100% zaščite naravnega okolja v primeru havarij predstavljajo ZBDV-ji nesporno tudi občutno zaščito pred onesnaženjem, ki se s površin AC z ob prvem valu močnih nalivov stalno steka v okolje.

V izračunih sem dobila, da se zadržijo v omenjenem ZBDV-ju pri kritičnem pretoku v času 45 min naslednje količine merjenih parametrov (npr.:  $Pb_v$  0,65 g,  $Cu_v$  0,02 g,  $Cr_v$  0,21 g,  $Pb_{sd}$  2,63 g,  $Cu_{sd}$  0,06 g,  $Cr_{sd}$  1,13). Vse kar ostane v ZBDV-jih pomeni, da ni steklo v naravno okolje in da je v taki meri narava obvarovana. Kljub izmerjenim in ugotovljenim % parametrov, ki jih ZBDV-ji zadržijo, pa odteče v okolje še vedno znatna masa le teh.

V nalogi sem v obsegu, ki so mi ga dovoljevali dostopni podatki izračunala količine celotnih mas posameznih parametrov za odsek od Čebulovice do Kozine. Za vse ZBDV-je na tem odseku AC za obdobje enega leta in za obdobje 20-tih let obratovanja AC.

Ker so te količine posameznih mas parametrov precejšnje (npr.:  $Pb_{sd}$  3520,82 g) še posebno če upoštevamo, da se podobne mase zbirajo tudi na ostalih AC odsekih. Bi bilo smotno določiti centralna mesta, kamor bi se te škodljive usedline neškodljivo deponirale.

Vsekakor pa sem prišla do ugotovitve da je še posebno za kraški svet neprecenljivega pomena izgradnja kvalitetnih ZBDV-jev.

Nikakor pa ne smemo pozabiti tudi na naš doprinos k čistemu okolju. Moramo živeti po bontonu prijaznemu do narave. Okolje nam daje prostor za življenje, katerega si velikokrat sami po čisti malomarnosti zastrupljamo in s tem škodujemo samim sebi, pa seveda našalost tudi našim zanamcem. Ti bodo dobili naravo tako, kot jim jo bomo mi zapustili. Za konec se torej samo še vprašajmo kaj jim želimo pustiti.

## **VIRI**

### **Uporabljeni viri**

#### **Samostojne publikacije**

Aljančič, M. 1988. Kraški svet, pojavi, značilnosti, življenje v podzemlju. Zbirka sprehodi v naravo. Ljubljana, Cankarjeva založba: 79 str.

Bat, M. et al. 2003. Vodno bogastvo Slovenije. Ljubljana : Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija Republike Slovenije za okolje: 131 str.

Cigale, D., Lampič, B., Natek, K., Plut, D., Smrekar, A. 2002. Študija ranljivosti okolja. Špes, M. (ur.), Geographica Slovenica 35/1-2. ZRC. Ljubljana: 150 str.

Navodila projektantom za izdelavo tehnične dokumentacije – odvodnjavanje meteornih voda iz avtocestnih površin druga dopolnjena izdaja 1998. Ljubljana: DARS d.d.: str. 2-48«f«

Gams, I. 1974. Kras, zgodovinski, naravoslovni in geografski oris. Ljubljana, Slovenska matica: 358 str.

Gams, I. 2003. Kras v Sloveniji v prostoru in času. Ljubljana, ZRC SAZU: 516 str.

Knez, M., Slabe, T. 2007. Kraški pojavi, razkriti med gradnjo slovenskih avtocest.

Gabrovšek, F. (ur.), Zbirka Carsologica 7. Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU. Postojna – Ljubljana: 250 str.

Kompare, B. 2001. Analiza delovanja izbranega zadrževalnega objekta na kraškem terenu z meritvami in kakovostnih parametrov dotoka, iztoka in vpliva na okolje. Razvojno-raziskovalna naloga. Končno poročilo v letu 2001. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 37 str.«f«

Korže, A. V., Bricelj, M. 2004. Vodni svet Slovenije. Priročnik za interdisciplinarno preučevanje voda. Zveza geografskih društev Slovenije. Ljubljana: 60 str.

Kunaver, P. 1957. Kraški svet in njegovi pojavi. Mladinska knjiga. Ljubljana: 182 str.

Lah, A. 1998. Vode – vodovje, poglobitni življenjski vir narave in gospodarstva. Zbirka Usklajeno in sonaravno, št. 2/1998.

Mihevc, A. 2001. Speleogeneza Divaškega krasa. Likar, V. (ur.), Zbirka ZRC 27. Ljubljana, ZRC SAZU: 180 str.

Mihevc, A., Babij, V., Hrovat, J. 2005. Kras, voda in življenje v kamniti pokrajini. Likar, V. (ur.), Projekt Aquadapt. Ljubljana, ZRC SAZU: 564 str.

Panjan, J. 2002. Osnove zdravstveno hidrotehnične infrastrukture Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 273 str.

Perič, B. 2004. Škocjanske jame v nederjih klasičnega krasa. Park Škocjanske jame: 44 str.

Ravbar, N. 2007. The protection of karst waters : a comprehensive slovene approach to vulnerability and contamination risk mapping = varovanje kraških voda: obširen slovenski pristop h kartiranju ranljivosti in tveganja za onesnaženje. Gabrovšek, F. (ur.). Zbirka Carsologica 6. Inštitut za raziskovanje krasa Ljubljana, ZRC SAZU: 254 str.

Vojska, M. 2008. ZBDV na primorskem kraku avtoceste odsek Čebulovica do Ankaranskega križišča. Seminar. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 72 str.

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest. 2005. Uradni list RS, št. 47/05.

## Elektronski viri

ARSO. 2005. Statistika padavinskih dni in višine snežne odeje. Meteorološki letopis 2005  
[http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/meteorolo%C5%A1ki%20letopis/2005pad\\_sta.pdf](http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/meteorolo%C5%A1ki%20letopis/2005pad_sta.pdf)  
(28. 08. 2008)

ARSO. 2006. Mreža meteoroloških postaj v letu 2006. Meteorološki letopis 2006.  
<http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/meteorolo%C5%A1ki%20letopis/mreza.pdf> (28. 08. 2008)

DARS. 2008. Avtocestni sistem v republiki Sloveniji. Letni plan razvoja in obnavljanja avtocest za leto 2008.  
<http://www.avtoceste.si/doc/karta%20NPIA2008.pdf> (09. 11. 2008)

Frantar, P. 2007. Geographical overview of water balance of Slovenia 1971 – 2000 by main river basin = Geografski pregled vodne bilance Slovenije 1971 – 2000 po glavnih porečjih. Acta geographica Slovenia, 47-1, 2007: str. 25-45.  
<http://giam.zrc-sazu.si/zbornik/02-Ags47-1-025-045-Frantar.pdf> (28. 08. 2008)

Jakofčič, J. J. 2006. Jame, jamarstvo in jamarska reševalna služba. Ujma, št. 20: str. 250 – 266.  
<http://www.sos112.si/slo/tdocs/ujma/2006/jakofcic.pdf> (03. 08. 2008)

Kralj, P. 2006. Čiščenje padavinske odpadne vode in meritve ogljikovodikov na primeru lovilca olj. Ekolist, št. 02. str. 32-36.  
[http://www.ekolist.si/pdf/s014\\_Ciscenje-padavinske-odpadne-vode-Petra-Kralj.pdf](http://www.ekolist.si/pdf/s014_Ciscenje-padavinske-odpadne-vode-Petra-Kralj.pdf) (10. 06. 2008)

Rižanski vodovod Koper.  
<http://www.rvk-jp.si> (28. 08. 2008)



Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Rižane, 2008, Uradni list RS, št. 49/2008.

<http://www.uradni-list.si/1/content?id=86648> (26. 08. 2008)

Vlada Republike Slovenije. 2008. Zemljevid Slovenije.

<http://www.vlada.si/maps/zemljevid-obris.html> (25. 09. 2008)

## **Ostali viri**

### **Samostojne publikacije**

Habič, P. 1983. Kras in voda. Kraška muzejska zbirka, Vodnik 8. Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU. Postojna – Ljubljana: 24 str.

Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji DARS d.d. 1998. Smernice za določitev načina zaščite podtalnice v odvisnosti od stopnje ranljivosti vodonosnika na območju avtoceste. Ljubljana: DARS d.d.: str. 2-30.«f«

Mencinger, B. 2004. Naravni parki Slovenije. Mladinska knjiga: 218 str.

Panjan, J. 2001. Prvi val onesnaženja, analiza delovanja in nastanitev gis obstoječih zadrževalnih bazenov pri avtocestah. Razvojno-raziskovalna naloga. Zaključno poročilo v letu 2001. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 74 str.«f«

Verbič, T., Reisner, M., Felicijan, Z. 1999. Slovenija, Kozjak, Rogaška Slatina in Boč, Kraški rob, Ljubljana. Gabrovec, M. (ur.), Hočevar, M.(ur.). Vodniki ljubljanskega geografskega društva. Ljubljansko geografsko društvo. Littera Picta, d.o.o., Ljubljana: 35 str.

## **Elektronski viri**

ARSO. Atlas okolja. <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/>