

VPLIV POPLAV NA TLA IN VEGETACIJO V POREČJU KAMNIŠKE BISTRICE, SAVINJE IN SAVE — 2. del

Marta Hrustel Majcen*, Marko Zupan*, Franc Lobnik**,
Andreja Hodnik*, Miran Medved***, Vida Hudnik****

UDK 556.166 : 631.47 (497.12)

Narejene so bile fizikalne, kemične in biološke analize materiala, nanešenega v poplavih novembra 1990. Komentar obsega analize štirih reprezentativnih vzorcev iz porečja Kamniške Bistrice, Savinje in Save in primerjavo analiz s stanjem pred poplavami v občini Celje. Laboratorijske preiskave so pokazale, da naplavin ne spadajo med posebno kontaminirane. Povišane koncentracije kovin (Cd, Pb, Zn, Cu) in nekaterih organskih substanc so bile le v vzorcu tal in mulja iz Celja.

Projekt terenskega pregledovanja in kartiranja poplavljenega območja je bil dopolnjen z rezultati laboratorijskih analiz štirih reprezentativnih vzorcev. Na osnovi opravljenega pregleda in kartiranja na kartah v merilu 1:25 000 so bila določena štiri reprezentativna mesta vzorčenja:

- Domžale za čistilno napravo,
- v Celju na vrtovih med Oblakovo, Jenkovo, Ipavčevo in Kersnikovo ulico,
- pred Laškim in
- v Krškem (Žadovinek).

Poleg štirih reprezentativnih vzorcev sedimentov je bilo odvzetih še 50 drugih vzorcev nanosov, tal in rastlin zaradi možnosti kontaminacije iz prizadetih industrijskih odlagališč in čistilnih naprav. Vzorčenje nanosov in tal je bilo opravljeno s plastično lopatko. Vzeti so bili pov-

prečni vzorci nanosov (združeni iz okrog 20 vzorčnih mest).

Analize

Pedološke analize (6, 1, 2, 7):

- reakcija tal (pH)
- rastlinam dostopna fosfor in kalij
- skupni dušik (N)
- izmenljivi, bazični, kovinski kationi (Ca^{++} , Mg^{++} , K^{+} , Na^{+})
- izmenljivi H^{+}
- vsota bazično delujočih kationov (S)
- kationska izmenjalna kapaciteta (T)
- stopnja nasičenosti z bazičnimi, kovinskimi kationi (V)

Analiza anorganskih komponent:

- sušilni ostanek — DIN 38414-S2
- žarilni ostanek — DIN 38414-S3
- skupni cianidi — DIN 38405-D13-1-3
- sulfidi
- kislinski razklop (1, 3): Cd, Cr, Cu, Pb, Mn, Fe, Zn s plamensko atomsko absorpcijsko spektrometrijo
- analiza živega srebra (5)

Analiza organskih komponent

- ekstrakt organskih snovi — DIN 38409-H17
- AOX — organoklorne spojine, izolirane z adsorpcijo — DIN 38409-H14
- EOX — organoklorne spojine, izolirane z ekstrakcijo
- PCB — poliklorirani bifenili — DIN 51527, T1
- lahkoahlapne organske snovi

Razredi preskrbljenosti tal s hranili:

A — slabo preskrbljena tla

B — srednje preskrbljena tla

C — dobro preskrbljena tla

D — pretirano preskrbljena tla

E — ekstremno preskrbljena tla

Št. vz.: 1 Oznaka: Bišče PZ 10 Naročnik: poplave 90 KŠ parcele:

FOSFOR (P205):	A < 6	B 7—15	C 15—25	D 26—35	E > 35		(mg/100 g)
2,1 mg/100 g	* * - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -		
KALIJ (K20):	A < 12	B 13—19	C 20—30	D 31—40	E > 41		(mg/100 g)
4,2 mg/100 g	* * - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -		
pH = 7,8 0,1 N KCl	3 * * * * *	4 * * * * *	5 * * * * *	6 * * * * *	7 * * * * *	8	

Št. vz.: 2 Oznaka: Celje PH 6 Naročnik: poplave 90 KŠ parcele:

FOSFOR (P205):	A < 6	B 7—15	C 15—25	D 26—35	E > 35		(mg/100 g)
97,0 mg/100 g	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* >	
KALIJ (K20):	A < 12	B 13—19	C 20—30	D 31—40	E > 41		(mg/100 g)
68,0 mg/100 g	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* >	
pH = 6,8 0,1 N KCl	3 * * * * *	4 * * * * *	5 * * * * *	6 * * * * *	7 - - - - -	8	

Št. vz.: 3 Oznaka: Laško PŠ 8 Naročnik: poplave 90 KŠ parcele:

FOSFOR (P205):	A < 6	B 7—15	C 15—25	D 26—35	E > 35		(mg/100 g)
1,8 mg/100 g	* - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -		
KALIJ (K20):	A < 12	B 13—19	C 20—30	D 31—40	E > 41		(mg/100 g)
16,9 mg/100 g	* * * * *	* * * * *	- - - - -	- - - - -	- - - - -		
pH = 7,5 0,1 N KCl	3 * * * * *	4 * * * * *	5 * * * * *	6 * * * * *	7 * * * * *	8	

Št. vz.: 4 Oznaka: Žadovinek PP 4 Naročnik: poplave 90 KŠ parcele:

FOSFOR (P205):	A < 6	B 7—15	C 15—25	D 26—35	E > 35		(mg/100 g)
18,4 mg/100 g	* * * * *	* * * * *	* * * * *	- - - - -	- - - - -		
KALIJ (K20):	A < 12	B 13—19	C 20—30	D 31—40	E > 41		(mg/100 g)
10,6 mg/100 g	* * * * *	* - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -		
pH = 7,5 0,1 N KCl	3 * * * * *	4 * * * * *	5 * * * * *	6 * * * * *	7 * * * * *	8	

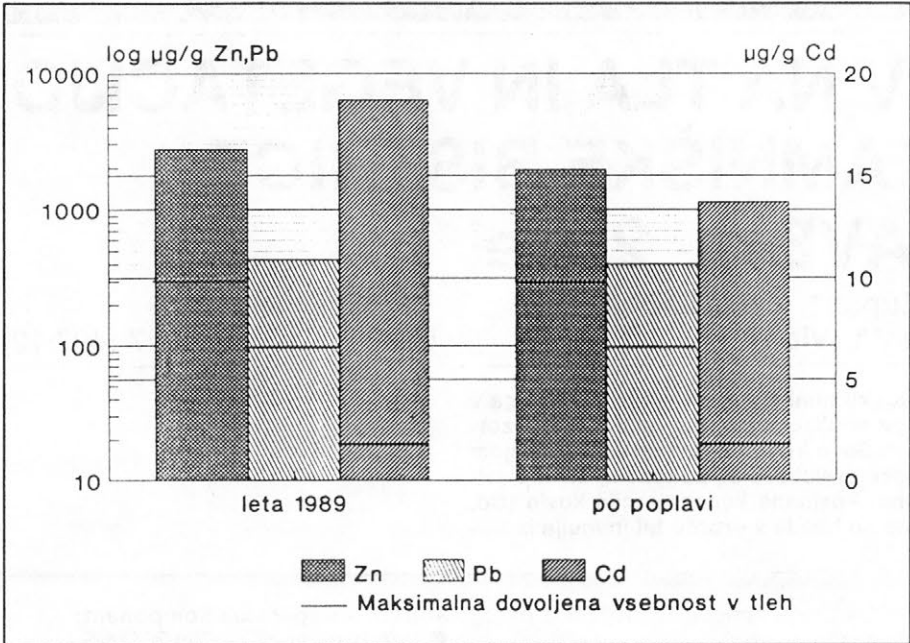
Slika 1. Shematični prikaz založenosti s hranili in reakcija vzorcev.

* Biotehniška fakulteta — Agronomija, Katedra za pedologijo, prehrano rastlin in ekologijo, Jamnikarjeva 101, Ljubljana.

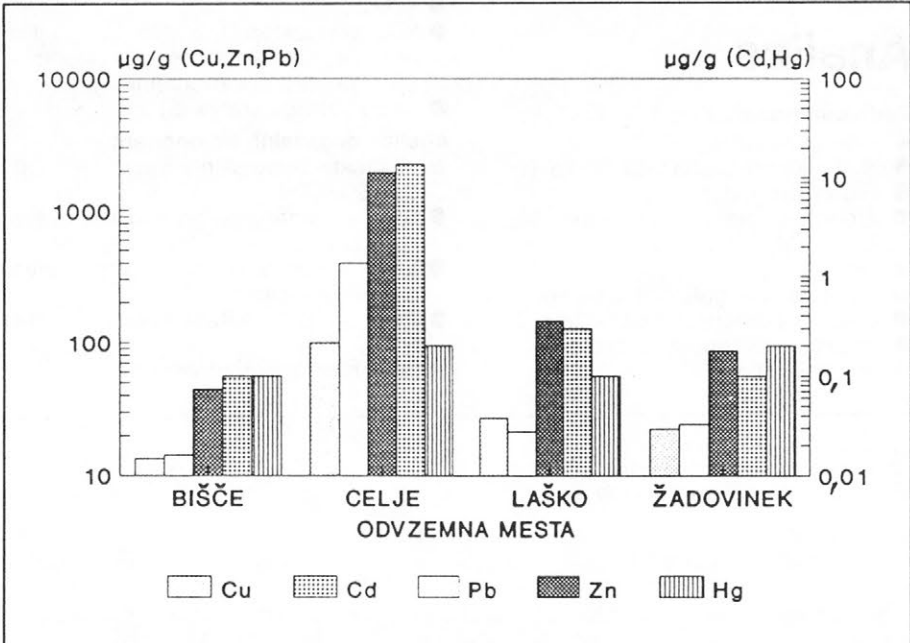
** Prof. dr., Biotehniška fakulteta — Agronomija, Katedra za pedologijo, prehrano rastlin in ekologijo, Jamnikarjeva 101, Ljubljana.

*** Doc. dr., Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, Center za varstvo okolja, Prvomajska 1, Maribor.

**** Doc. dr., Kemijski inštitut Borisa Kidriča, Hajdrihova 19, Ljubljana.



Slika 2. Vsebnost nekaterih elementov v vzorcu tal iz Celja pred poplavo (vzorec 39/X iz projekta Tematska karta onesnaženosti zemljišč celjske občine) in po njej.



Slika 3. Vsebnost nekaterih elementov v štirih izbranih vzorcih tal.

Preglednica 1. Osnovni pedološki parametri

Oznaka vzorca	pH H ₂ O	pH KCl	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	N %	Ca	Mg	K mg/100g	Na mg/100g	H tal	S	T	V %
Bišče PZ 10	8,6	7,8	2,1	4,2	0,05	17,23	0,77	0,02	0,08	0,16	18,10	18,26	99,1
Celje PH 6	7,1	6,8	97,0	68,2	0,31	26,19	2,58	1,22	0,12	5,86	30,11	35,97	83,7
Laško PŠ 8	8,1	7,5	1,8	16,9	0,09	28,15	1,79	0,30	0,20	1,24	30,44	31,68	96,1
Žadovinek PP 4	8,2	7,5	18,4	10,6	0,14	26,23	1,83	0,18	0,11	1,76	28,35	30,11	94,2

Preglednica 2. Rezultati analiz anorganskih komponent.

Oznaka vzorca	Suha snov (105° C) %	Žarilni ostanek %	Skupni cianidi mgCN-/kg	Sulfidi mgS2-/kg	Fe	Mn	Cu	Zn	Cd	Pb	Cr	Hg
Bišče PZ 10	80	79	<0,1	<5	11400	275	13,5	44,5	<0,1	14,3	9,1	<0,1
Celje PH 6	75	66	<0,1	<5	25075	863	100,0	1943,0	13,7	400,0	20,8	0,2
Laško PŠ 8	66	63	<0,1	<5	23325	613	27,3	145,0	0,3	21,5	17,2	0,1
Žadovinek PP 4	74	70	<0,1	<5	19950	522	22,4	87,0	<0,1	24,3	10,3	0,2

- PAH — policiklični aromatski ogljikovodiki
- posnetek spektra z identifikacijo organskih spojin
- Mikrobiološka analiza**
- MPN koliformnih bakterij ter koliformnih bakterij fekalnega izvora
- število streptokokov fekalnega izvora
- patogene črevesne bakterije
- črevesni protozoi in črevesni helminti

Rezultati in komentar analiz izbranih vzorcev

Pedološke analize

Osnovne pedološke analize so pokazale, da gre za material slabo alkalne reakcije z visokim deležem kalcija na sorptivnem delu, zaradi česar je tudi vrednost V visoka (83,7 %—99,1 %). Kationska izmenjalna kapaciteta (vrednost T) je pri vzorcu iz Domžal (PZ10) majhna, pri ostalih treh vzorcih pa srednja in se giblje od 30 do 36 mekv/100 g (preglednica 1).

Vsebnost fosforja in kalija je v rečnih naplavinah majhna (PZ10) do srednja (PP4), medtem ko vzorec tal iz Celja (PH6) vsebuje dokaj visoke količine lahkodostopnega fosforja in kalija (slika 1). Tako velike razlike so zaradi različnega porekla vzorcev. Vzorec iz Celja predstavlja površinski sloj tal skupaj z nanosom mulja, sestavljen pa je iz 30 podvzorcev, odvzetih na različnih vrtovih in zelenicah; ostali trije vzorci so bolj ali manj fini rečni nanosi, kjer je delež elementov močno odvisen od geološke osnove.

Komentar analiz anorganskih substanc

Rezultati analiz anorganskih substanc so prikazani v preglednici 2. Skupnih cianidov in sulfidov ni bilo, čeprav bi v Celju glede na industrijo lahko predvideli kontaminacijo s cianidi.

Ekstrakcija vzorcev z zlatotopko za analizo težkih kovin je pokazala, da so največje vsebnosti v vzorcu iz Celja. V tem vzorcu vsebnosti cinka, svineca in kadmija močno presegajo maksimalne dopustne koncentracije v tleh (8, 9). Nadalje vidimo, da so sedaj ugotovljene vrednosti zelo blizu tistim, ki so bile za to območje določene ob izdelavi Tematske karte onesnaženosti zemljišč celjske občine leta 1989 (4). Primerjava rezultatov analiz

Preglednica 3. Rezultati analiz organskih komponent.

Oznaka vzorca	Ekstrakt org. snovi (topilo metilenklorid) mg/kg s.s.	EOX	AOX	PCB	Lahkohlapne org. snovi mg/kg	PAH skupaj
Bišče Pz 10	170	<20	<20	<0,01	<0,005	0,16
Celje PH 6	770	<20	<20	<0,01	<0,005	2,4
Laško PŠ 8	300	<20	<20	<0,01	<0,005	0,39
Žadovinek PP 4	220	<20	<20	<0,01	<0,005	0,045

EOX — organoklorne spojine, izolirane z ekstrakcijo

AOX — organoklorne spojine, izolirane z adsorpcijo

PCB — poliklorirani bifenili

PAH — policiklični aromatski ogljikovodiki

Preglednica 4. Koncentracija policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH) v vzorcih tal po poplavih (μg/g suhe snovi).

	BIŠČE	LAŠKO	CELJE	ŽADOVINEK
Naftalen	9,2	4,2	4,2	8,2
Acenaften	1,8	1,6	2,1	1,4
Acenaften	1,7	2,3	4,3	0,6
Fluoren	2,4	4,3	24	1,0
Fenantren	19	49	130	4,8
Antracen	8,4	17	35	1,2
Fluoranten*	36	86	230	6,8
Piren	31	82	240	5,7
Benzo(a)antracen	12	35	320	2,2
Krizen	10	25	190	2,2
Benzo(b)fluoranten*	5,3	17	180	1,6
Benzo(k)fluoranten*	7,4	22	260	2,2
Benzo(a)piren*	7,7	23	310	2,8
Benzo(ghi)perilen*	3,8	10	170	1,0
Dibenzo(a, h)antracen	0,7	2,6	55	<0,1
Indeno(1, 2, 3, -cd)piren*	3,8	13	220	1,1
PAH*	64	171	1370	16
PAH skupaj	160	394	2374	43

* = kancerogena spojina

vzorca iz Celja (PH 6), odvzetega po poplavih, s stanjem pred poplavo (točka TK 39/X, Tematska karta onesnaženosti zemljišč celjske občine), kaže nekoliko nižje vrednosti v tleh po poplavih (slika 2).

Vsebnosti Fe, Mn, Pb, Zn, Cu, Cd, Cr in Hg so v ostalih treh vzorcih v okviru normalnih vrednosti (slika 3).

Rezultati analiz organskih komponent

Vzorci nanosov in tal, odvzeti na štirih različnih lokacijah po poplavih, ne spadajo med posebno kontaminirane. Razmeroma visoka vsebnost organskih snovi izrazito izstopa pri vzorcu iz Celja. V istem vzorcu so bile določene tudi za velikostni razred višje koncentracije policikličnih aromatskih ogljikovodikov kot v ostalih treh vzorcih. Kljub temu da v nobenem od vzorcev ni bilo zaznanih pomembnejših količin halogeniranih organskih snovi, PCB-jev in lahkohlapnih organskih snovi, bi lahko vzorec iz Celja uvrstili v kategorijo odpadnega materiala, ki je primeren za deponiranje na komunalnem odlagališču. V vzorcu iz Celja se pojavljajo tudi povišane količine mineralnih olj, v nekoliko nižjih koncentracijah (faktor 10—100) pa se iste snovi pojavljajo v nanosu v Laškem. Podatki analiz so zbrani v preglednicah 3 in 4.

Rezultati mikrobioloških preiskav

V štirih izbranih vzorcih ni bilo patogenih črevesnih bakterij (Salmonella, Shigella). Ravno tako v omenjenih vzorcih ni bilo črevesnih protozojev, črevesnih helmintov in njihovih razvojnih oblik. Ostali rezultati so prikazani v preglednici 5.

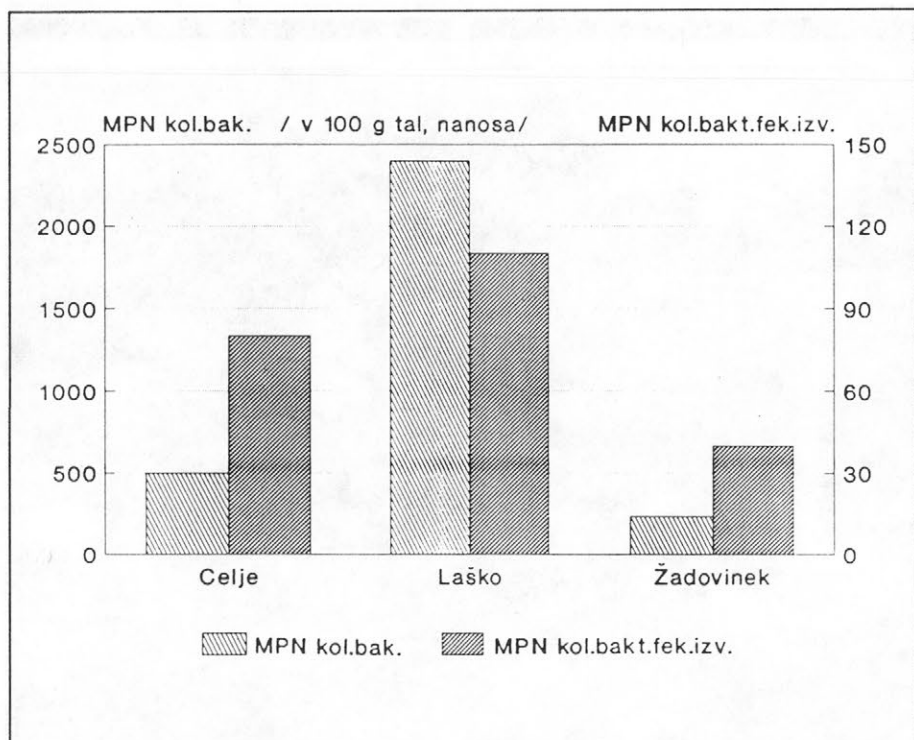
Priporočila (10) za države EGS za maksimalno dovoljeno vsebnost indikatorjev patogenih mikroorganizmov v organskih substratih in kompostih (velja za naravne neoporečne substrate, kot so tla, šota ...):

- patogene črevesne bakterije (Salmonella) ne smejo biti prisotne,
- črevesni paraziti in njihove razvojne oblike ne smejo biti prisotne,
- število MPN koliformnih bakterij fekalnega izvora v 1 g ne sme presegati 500,
- število streptokokov fekalnega izvora v 1 g ne sme presegati 5000.

Glede na zgornja priporočila lahko vse štiri vzorce prištevamo med fekalno onesnažene.

POVZETEK

Da bi lahko ocenili stopnjo onesnaženosti poplavljenega območja, so bile izbrane štiri lokacije vzorčenja: Bišče, center Celja, Laško in Žadovinek pri Krškem. Analizirane so bile organske in anorgan-



Slika 4. Primerjava vsebnosti MPN bakterij v vzorcih tal po poplavih.

Preglednica 5. Rezultati mikrobioloških analiz.

(Zavod za zdravstveno varstvo Ljubljana)

Oznaka vzorca	MPN koliformnih bakterij v 100 g	MPN koliformnih bakterij fekalnega izvora v 100 g	Št. streptokokov fekalnega izvora v 1 g
Bišče PZ 10	3000	230	< 100
Celje PH 6	500	80	200
Laško PŠ 8	2400	110	< 100
Žadovinek PP 4	230	40	< 100

ske substance, ki jih lahko pripisujemo dejavnostim na teh območjih. Opravljene so bile tudi mikrobiološke raziskave. Iz rezultatov (glej preglednice in slike) ugotavljamo, da analizirane naplavine ne spadajo med posebno kontaminirane. Povprečni vzorec iz Celja predstavlja naplavino in tla do globine 8 cm. Kot je bilo pričakovati na osnovi rezultatov predhodnih raziskav (Tematska karta onesnaženosti zemljišč celjske občine) je vsebnost Cd, Zn, Pb, Cu in nekaterih organskih substanc večja kot na ostalih treh lokacijah.

1. Blum, W. E. H., O. H. Danneberg, G. Glatzel, H. Grall, W. Killian, F. Mutsch, D. Stohr, 1986. Waldbodenuntersuchung. Oesterreichische bodenkundliche Gesellschaft.
2. Head, K. H., 1984. Manual of Soil Laboratory Testing, Volume 1: Soil Classification and Compaction Tests, Pentch Press, London, str. 143—217.
3. Husz, G., 1987. Lebensraum Vorarlberg, Band 2, Bregenz.
4. Lobnik, F., in sod., 1989. Tematska karta onesnaženosti zemljišč celjske občine. BF, Agronomija, Ljubljana, 159 str. (A 3)+ karte
5. Nicholson, R. A., 1977. Rapid-Termal decomposition Technique for the Atomic absorption Determination of Mercury in

Rocks, Soils and Sediments. — Analyst, Vol. 102, str. 399—403.

6. Page, A. L., in sod., 1982. Methods of soil analysis, Part 2, second edition; Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin USA.
7. Pantović, M., R. Džamić, M. Petorović, M. Jakovljević, 1985. Praktikum iz agrohemije. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Zemun.
8. Uradni list RS 6/90. Uredba o ugotavljanju onesnaženosti kmetijskih zemljišč in gozda. Ljubljana, februar 1990, str. 355—357.
9. Uradni list RS 7—9/90. Pravilnik o normativih, analitskih postopkih in metodah ugotavljanja onesnaženosti tal in vegetacije ter pogojev za uporabo nekaterih snovi v kmetijstvu in gozdarstvu. Ljubljana, marec 1990, str. 416—417.
10. Zucchini, F., M. Bertoldi, 1986. Compost Specifications for the Production and Characterization of Compost: Production, Quality and Use. Proceedings of a symposium organized by the Commission of the European Communities Italy, 17.—19. april 1986.



Marta Hrustel-Majcen, Marko Zupan, Franc Lobnik, Andreja Hodnik, Miran Medved, Vida Hudnik

Effect of Flooding on Soil and Vegetation in the Basins of the Kamniška Bistrica, Savinja, and Sava Rivers — Part 2

In order to evaluate the degree of contamination of the flooded area, four sample locations were chosen: Bišče, the center of Celje, Laško, and Žadovinek near Krško. Organic and inorganic substances were analyzed which can be attributed to activities in the selected areas. Microbiological analyses were also performed. The results show (see tables and graphs) that the analyzed drifts cannot be classified as particularly contaminated. An average sample from Celje is drift and earth to a depth of 8 cm. As expected from the results of earlier investigations (Thematic Map of Contamination of Land in the Celje District), the content of Cd, Zn, Pb, Cu, and some organic substances is higher here than at the other three locations (Bišče, Laško, Žadovinek).



Slika 5. Kamniška Bistrica v Radomljah.