

## TRIDESET GODINA ISTRAŽIVANJA OLOVA (Pb) U ZEMLJI, SIJENU, SILAŽI I KRVU KRAVA U MEŽIŠKOJ DOLINI

## THIRTY YEARS OF INVESTIGATION LEAD (Pb) CONCENTRATION IN THE SOIL, HAY, SILAGE AND DAIRY COWS BLOOD IN THE MEŽA VALLEY

**T. Zadnik, I. Jazbec, J. Starič, V. Pori**

Izvorni znanstveni članak  
UDK:636.2.087.72.  
Primljeno: 22. svibanj 2003.

### SAŽETAK

Prikazani su rezultati praćenja nazočnosti olova u zemlji, sijenu, silaži i krvi krava sa stacionarnog zagađenog područja kroz tri desetljeća, u udaljenosti od jednog do deset kilometara od bivšeg rudnika i sadašnje Velike talionice automobilskih baterija u Sloveniji (Gornja Mežiška dolina). U razdoblju od 1975. do 2003. godine je naša klinika sa sustavnim istraživanjima razine olova u zemlji, sijenu, silaži i krvi krava objektivno utvrdila stupanj apsorpcije Pb iz zagađenog okoliša. Gornji sloj zemlje, trava, sijeno, silaža i krv krava u blizini rudnika i talionice značajno su kontaminirani olovom, zbog čega je ugroženo zdravlje stoke. Razine olova u sijenu su u drastičnom padu. Godine 1975. koncentracija je iznosila u četiri uzorka sijena između 227 do 953 mg Pb/kg ST. U godini 2002. (n = 12) izmjerena je prosječna koncentracija  $5,46 \pm 3,27$  mg Pb/kg ST, što znači skoro sto puta manje. Razine olova u sijenu i silaži su vrlo slične. Na koncentraciju utječu kao čimbenici: kiša, visina otkosa trave i kukuruza, broj krtičnjaka koji dopuštaju zagađenje izvornog materijala sa zemljom pri skupljanju i pripremi sijena i silaže. Sličnu dinamiku u padu razine olova ustanovljeni su i u krvi ispitivanih krava. Godine 1975. (n = 9) prosječna razina bila je  $1,25 \pm 0,58$  mg Pb/kg krvi, a godine 2002 oko dvadeset puta manje, tj.  $0,069 \pm 0,047$  mg Pb/kg krvi. Razlika je uvjetovana provedbom uspješne sanacije (montažom vrećastih filtera) glavnog izvora emisije, 1978. godine, kad su se razine olova u lebdećim česticama zraka značajno smanjile. Napomenuti treba da su prosječne koncentracije olova u krvi ispitivanja krava poslije 1982. godine bile u granicama normale ( $<0,250$  mg/kg). Ustanovljene prosječne razine olova u krvi krava još uvijek su jedan do dva puta veće nego u tzv. nezagađenim područjima (kontrolama) u Sloveniji. Na temelju rezultata analiza može se zaključiti, da je gornji sloj zemlje na livadama, travnjacima i poljima, koji je na ovom području zbog više od stogodišnjeg zagađivanja veoma bogat olovom, glavni izvor zagađenja sijena, trave i silaže. Zbog prirodnog vrlo dugog uklanjanja olova u zemlji problem kontaminacije bit će u Mežiškoj dolini još dugo nazočan. Razina olova u krvi krava pokazala se kao dobar biomarker zagađenja okoliša tim metalom.

Doc. dr. Tomaz Zadnik, dr. vet. med., prof. dr. Ivan Jazbec, dr. vet. med., asistent Jože Starič, dr. vet. med. tel. +386 1 283 27 17, Veterinarska fakulteta, Klinika za prežvekovalce, Cesta v Mestni log 47, 1000 Ljubljana; tel. +386 1 4479 214, fax +386 1 28 32 3304, E-mail Tomaz.Zadnik(@).vf.uni-lj.si; Vlado Pori, dr. vet. med, Veterinarska postaja Prevalje, Pri postaji 9, 2391 Prevalje, tel. +386 2 824 07 48.

## UVOD

Zgornja Mežiška dolina, koja je bila više od 100 godina zagađivana zbog intenzivne metalurgije olova, svrstana je u regiju s jako degradiranim i onečišćenim okolišem, te ju je potrebno sanirati (Plut, 1999., Prpić-Majić i sur., 1984.a). Zbog reljefno zatvorene i loše provjetravane doline te minimalnog regeneracijskog i samozaštitnog prirodnog potencijala, zdravstveni je status životinja zbog polucije okoliša olovom u ovom aktivnom metalurško-industrijskom području još i danas mnogo puta više ugrožen nego u drugim područjima Slovenije. Zanimanje za apsorpciju olova u krava potaknuto je ispitivanjem u ljudi, a pod pretpostavkom da je apsorpcija olova u krava u direktnoj povezanosti s onečišćenjem okoliša u zraku, vodi i zemlji (Prpić-Majić, 1996. i 1984.b). Rizik za pojavu kroničnog ili akutnog plumbizma stoke koja pase ili se hrani sijenom ili silažom s tih olovom onečišćenih livada i pašnjaka je još i danas u ovom žarištu ekološke opasnosti veoma velik. Vlasnike stoke i predstavnike Rudnika i topionice Mežica također je zanimalo da se sustavnim istraživanjima objektivno utvrdi stupanj intenziteta apsorpcije olova zbog čestih sporova oko naknade štete. U 1969. godini, u području Žerjava, najviša koncentracija olova u travnju bila je 886 mg/kg, a u sijenu 514 mg/kg (Kerin, 1974.). Prva istraživanja koncentracije olova u krvi krava obavljena su 1975. (Gregorović i sur., 1987., Bertancelj, 1978., Karačić,

1984.) a od 1979. do 2003. koncentracija olova u krvi krava ispitivana je svake godine (Jazbec i Zadnik, 1992., Zadnik i Jazbec, 1995., Prpić-Majić i sur., 1990., Gregorović i sur., 1978., Gregorović i sur., 1987., Zadnik i Jazbec, 1996.). U ovom radu prikazana je dinamika tridesetodišnjega ispitivanja koncentracije olova u zemlji, sijenu, silaži i krvi krava, koje žive u gospodarstvima od jednog do deset kilometara udaljenosti od bivšeg rudnika i sadašnje goleme talionice automobilskih baterija.

## MATERIJAL I METODE RADA

Tri desetljeća duga sustavna ispitivanja o prisutnosti olova u zemlji, sijenu, silaži i krvi krava na gospodarstvima u promjeru od 1 do 10 km oko rudnika i topionice olova, počela se provoditi 1975. godine. U godini 1976. akcija se produžila. Od 1977. do 1979. godine naša klinika nije bila uključena u istraživanja. Anketiranje, anamnestički podaci, kliničke pretrage i uzimanje biološkog materijala u suradnji s lokalnom veterinarskom službom, odvijale su se krajem travnja ili u prvim danima svibnja po pravilu u 60 krava muzara na 13 najugroženijih seljačkih imanja na području gornje Mežiške doline. U to vrijeme životinje primaju "zimске" obroke. Istraživani biološki materijal, broj analiza, mjerne jedinice i metode laboratorijskih analiza prikazani su na tablici 1.

**Tablica 1. Biološki materijal ispitivanja, ukupni broj uzoraka, mjerne jedinice i metode laboratorijske analize koncentracije olova (Pb) u razdoblju od 1975. do 2003. godine u gornjoj Mežiškoj dolini**

**Table 1. Biological investigation material, total number of samples, units of measure and methods of laboratory analysis of lead concentration (Pb) from 1975 to 2003 in the upper Meža valley**

Uzorci - Samples	Broj uzoraka No of samples	Mjerna jedinica Unit of measure	Metoda laboratorijske analize Laboratory analysis method
- zemlje (gornji sloj do 10 cm dubine) - soil (upper layer to 10 cm deep)	24	g Pb/kg	Plamenska atomska apsorpcijska spektrofotometrija - Flame atomic absorption spectrophotometry (AAS)
- sijena - hay	259	mg Pb/kg suhe tvari - dry matter	AAS
- silaže - silage	35	mg Pb/kg suhe tvari - dry matter	AAS
- krvi krava - cow blood	1279	mg Pb/kg krvi - blood	AAS

U ovom razdoblju su se u tri regije u Sloveniji (gornja Savinjska dolina 1976., ispod planine Kravec 1995., oko toplana Moste u Ljubljani 2002.) za komparaciju koncentracije olova u krvi uzeli uzorci krvi od 32 krave.

## REZULTATI

Dinamika rezultata prosječnih koncentracija olova u sijenu, silaži i zemlji prikazana je na tablici 2. Dinamika olova u krvi krava prikazana je na tablici 3. Na tablici 4 prikazane su prosječne koncentracije olova u krvi krava kontrolnih skupina.

**Tablica 2. Količina olova u sijenu, silaži i zemlji prije ugrađivanja filtera 1975. i 1976. godine te dinamika olova nakon ugrađivanja filtera od 1979. do 2003. godine**

**Table 2. Amount of lead in hay, silage and soil before installing filters in 1975 and 1976 and the dynamic of lead after installing filters from 1979 to to 2003**

Godina istraživanja Year of investigation	Prosječno mg Pb/kg suhe tvari u sijenu - Average mg Pb/kg dry matter in hay	Prosječno mg Pb/kg suhe tvari u silaži - Average mg Pb/kg dry matter in silage	Prosječno g Pb/kg u zemlji Average g Pb/kg in soil
1975	584,0 (n=4)	-	3 do 5 (Kerin, ) (n=33*)
1976	821,0 (n=2)	-	3 do 5 (Ž. Kerin, D. Kerin, 1972.) (n=33*)
1979	69,13 (n=13)	-	-
1980	48,90 (n=13)	-	-
1981	40,01 (n=13)	-	-
1982	12,83 (n=13)	-	0,350 (Faguš i sur., 1986., Hršak i sur., 1991.) (n=9)
1983	21,57 (n=13)	-	0,320 (Faguš i sur., 1986., Hršak i sur., 1991.) (n=9)
1984	40,93 (n=13)	-	0,370 (Faguš i sur., 1986., Hršak i sur., 1991.) (n=9)
1985	22,05 (n=13)	-	0,310 -5.1 (Lapajne, 1086.) (n=9)
1986	19,26 (n=11)	-	0,720 -4.2 (Lapajne, 1986.) (n=5)
1987	18,51 (n=10)	-	0,390 (Faguš i sur., 1986., Hršak i sur., 1991.) (n=9)
1989	17,95 (n=12)	-	0,400 (Faguš i sur., 1986., Hršak i sur., 1991.) (n=9)
1990	17,19 (n=12)	-	-
1991	18,11 (n=12)	-	-
1992	13,59 (n=12)	-	-
1993	7,95 (n=2)	-	-
1994	3,43 (n=4)	-	-
1995	11,40 (n=4)	-	-
1996	6,88 (n=6)	12,48 (n=4)	-
1997	6,54 (n=14)	12,75 (n=10)	-
1998	8,31 (n=12)	3,47 (n=1)	-
1999	10,31 (n=13)	14,95 (n=3)	0,619 (n=3)
2000	7,16 (n=14)	7,22 (n=6)	0,454 (n=3)
2001	6,47 (n=12)	4,69 (n=6)	0,283 (n=8)
2002	5,49 (n=12)	8,82 (n=5)	0,347 (n=10)

\*Istraživanja zemlje iz seljačkih imanja svrstana su u područje B koje zahvaća širu okolicu topionice u Žerjavu, osobito prema Mežici. Uzorci zemlje iz kontrolnog područja Mislinje sadržavali su "normalne vrijednosti" olova <20 mg/kg zemlje (Ž. Kerin, D. Kerin, 1972.)

**Tablica 3. Količina olova u krvi krava prije ugrađivanja filtera 1975. i 1976. godine te dinamika olova nakon postavljanja filtera od 1979. do 2003. godine**

**Table 3. Amount of lead in blood of cows before installing filters in 1975 and 1976 and dynamic of lead after installing filters from 1979 to 2003**

Godina Year	Broj seljačkih imanja No of farms	Broj pretraženih krava - No of examined cows	Prosječno mg Pb/kg krvi Average mg Pb/kg of blood	±SD mg Pb/kg krvi SD mg Pb/kg of blood	Min. - max. mg Pb/kg krvi Min - max mg Pb/kg of blood
1975	2	9	1,251	0,580	0,501 -2,301
1976	5	28	0,645	0,239	0,251-1,130
1979	13	43	0,870	0,410	0,351-1,890
1980	13	57	0,478	0,290	0,180-2,080
1981	13	60	0,320	0,062	0,140-0,450
1982	13	53	0,241	0,127	0,080-0,660
1983	13	58	0,248	0,134	0,103-0,960
1984	13	60	0,179	0,048	0,094-0,311
1985	13	58	0,191	0,065	0,100-0,410
1986	12	57	0,173	0,051	0,070-0,270
1987	10	44	0,213	0,087	0,110-0,430
1989	12	60	0,195	0,041	0,120-0,320
1990	12	59	0,202	0,073	0,060-0,380
1991	12	60	0,150	0,034	0,061-0,230
1992	12	60	0,098	0,072	0,040-0,320
1993	1	27	0,112	0,138	0,050-0,710
1994	2	15	0,095	0,013	0,070-0,113
1995	6	106	0,158	0,052	0,070-0,280
1996	6	30	0,164	0,039	0,095-0,238
1997	14	59	0,161	0,028	0,021-0,580
1998	14	59	0,109	0,022	0,010-0,267
1999	14	58	0,087	0,019	0,015-0,129
2000	14	57	0,073	0,011	0,024-0,160
2001	12	51	0,131	0,143	0,002-0,581
2002	12	51	0,069	0,041	0,004-0,174

**Tablica 4. Prosječna koncentracija olova u krvi krava s tri nekontaminirana kontrolna područja u Sloveniji**

**Table 4. Average lead concentration in cow blood from three not contaminated control areas in Slovenia**

Godina istraživanja Year of investigation	Područje - Area	Broj krava No of cows	Prosječna vrijednost olova u krvi Average value of lead in blood (mg/kg)
1976. (Prpič-Majič, 1996. i 1984.a)	Ljubno ob Savinji	22	0,0600
1996.	ispod Kravca	6	0,0390
2002.	kod toplane u Ljubljani (Moste)	4	0,0375
Ukupno		32	0,0455

## RASPRAVA

### *Olovo u zemlji*

Višegodišnjim određivanjem cjelokupnog olova u zemlji doline Meže dobio se uvid u cjelokupno onečišćenje zemlje koje se zbog neodgovornog rada talionice sve do 1978. godine taložilo na površinu zemlje s emisijama para i prašine iz dimnjaka. Emisija je bila izvanredno jaka oko talionice u Žerjavu do 1978. godine, tj. do montaže zaštitnih vrećastih filtera od igličastog poliestera (Souvent, 1978.). Ovo područje je još i danas jako devastirano i naziva se "dolina smrti". Dobiveni podaci upućuju na to da je onečišćenje zemlje olovom funkcija udaljenosti od glavnog izvora onečišćenja, tj. topionice. Rezultati su značajni i u odnosu ispitivanja resorpcije olova u travi, silaži i krvi krava. Istraživanja razine olova u zemlji počela su 1968. godine. Na 9 stalnih mjesta u kojima se nalaze i ispitivana seljačka imanja određena je prosječna koncentracija olova u zemlji 1968. (Ž. Kerin i D. Kerin, 1972., Đurić, i sur., 1970.) i 1969. godine. Ispitivanja su nastavljena u 1970. i 1971. godine (Kerin, 1974.). Na tablici 2. prikazani su rezultati analize uzoraka prvih 10 cm zemlje, jer se oni u odnosu na kontrolno područje najviše razlikuju. Usporedbom koncentracije olova u zemlji u razdoblju, 1981. do 1989. (Faguš i sur., 1986., Hršak i sur., 1991.) s koncentracijama koje su objavljene (Ž. Kerin i D. Kerin, 1972.) u razdoblju od 1968. do 1969. u odnosu na izvor emisije ustanovljeno je da na sedam od ukupno devet mjesta nije nakon sanacije glavnog izvora emisije (poslije 1978. godine) došlo do sniženja koncentracije olova u zemlji. Tome u prilog govore još uvijek visoke koncentracije olova u zemlji u godinama između 1999. i 2002. Olovo koje se zbog dugogodišnje emisije natolazilo na površini zemlje pri prolazu kroz zemlju većim dijelom prelazi u netopljivi oblik i tako ostaje trajno u zemljištu (Hršak, 1987.).

### *Olovo u sijenu i silaži*

Iz tablice 2 može se vidjeti da je prosječna koncentracija olova u 4 uzorka sijena 1975. godine i u 2 uzorka 1976. godine, t.j. 3 godine prije ugrađivanja filtera, bila od 25 - do 40 puta veća

nego u nezagađenom području u Gornjoj Savinjskoj dolini (Gregorović i sur., 1987.). Nešto manje vrijednosti navode i drugi autori za travu s područja trajno zagađenih emisijama olovnih para i prašine (Lapajne, 1986.). Na području Mežiške doline 1975. godine četinari su zbog olovne prašine bili "srebrne" boje. Zanimljiv monitor jake kontaminacije okoline bile su mačke, naročito mlade, koje su - ližući mokru dlaku nakon noćnog lova - vrlo često umirale u grčevima od akutnog trovanja olovom. Osim goveda i konja oboljevale su i ovce, naročito mlade. Dalje se može iz tablice uočiti, da se prosječna količina olova u sijenu nakon ugrađivanja filtera sve do 1992. godine progresivno smanjivala, a do 2002. godine vrijednosti su se kretale unutar normalnih (<10,0 mg Pb/kg suhe tvari). Do trovanja goveda poslije 1982. godine stvarno nije dolazilo. Iz literature je poznato da do akutnih trovanja najčešće dolazi ukoliko je u silaži 140 (Blood i sur., 1983.) a u sijenu 150 mg Pb/kg (Sexton i sur., 1981.). Kolebanja koncentracije olova u travi, odnosno u sijenu i silaži, objašnjavaju se jačom ili slabom kontaminacijom vegetacije gornjih slojeva zemlje (u Mežiškoj dolini u prosjeku 630 mg P/b/kg (Prpić-Majić, i sur., 1984. a i b). Treba napomenuti da su sve do 1980. godine postojale stanovite mogućnosti pojedinih slučajeva klinički manifestnih trovanja, što se stvarno i događalo.

### *Olovo u krvi*

Dinamika olova u krvi prikazana je na tablici 3. Iz tablice se može uočiti da je prosječna koncentracija olova u 1975. i 1976. godini, tj. nekoliko godina prije ugrađivanja filtera bila  $1,251 \pm 0,580$  odnosno  $0,645 \pm 0,239$  mg/kg. Zatim se koncentracija olova progresivno smanjivala i u 1982. godini dostigla razinu za koju se smatra da je već u granicama normale, tj. unutar vrijednosti 0,05 do 0,250 mg Pb/kg krvi (Gregorović i sur., 1987. a,b, Zadnik i Jazbec, 1996., Rosenberg, 1970.). U tri navrata kod 27 krava iz nekontaminiranog područja u Sloveniji izmjerena je prosječna koncentracija  $0,0475 \pm 0,012$  mg Pb/kg. Villegas-Navarro i sur., 1993. su u krvi goveda s nezagađenog područja ustanovili prosječnu koncentraciju  $0,035 \pm 0,013$  mg Pb/kg. Nakon 1982. godine prosječne vrijednosti Pb u krvi kretale su se unutar tih granica i dostigle najnižu razinu tj.  $0,069 \pm 0,041$  mg Pb/kg, što je ipak još dva puta više nego u

drugim nekontaminiranim područjima Slovenije. Prema tome usporedo s koncentracijom olova u sijenu i silaži smanjivala se i koncentracija olova u krvi krava.

## ZAKLJUČAK

Danas, dvadesetčetiri godine nakon ugrađivanja filtera - smatra se da je osnovni izvor kontaminacije voluminoznih krmiva, osobito trave, sijena i silaže, velika koncentracija olova u gornjem sloju zemlje, koje kontaminira travu, osobito u vrijeme jakih kiša i kosidbe (visina otkosa trave i kukuruza, broj krtičnjaka). Još uvijek je umjereno visoka koncentracija olova u krvi posljedica trajnog uzimanja olova s travom, sijenom i silažom, pa i povremene mobilizacije olova iz kostura, gdje je deponirano 90 do 98% čitavog olova u organizmu. Zbog toga što je postojanost olova u zemlji praktički neograničena, vjerujemo da bi povremeno i u određenim situacijama u gornjoj Mežiškoj dolini još uvijek moglo doći do supkliničkog, pa i kliničkog oblika plumbizma kod goveda.

Rezultati istraživanja pokazuju učinkovitost filtera; u razdoblju od dvadeset i četiri godine (1979.-2003.), prosječna količina olova u sijenu smanjila se od 828 mg/kg na svega 5,49 u 2002. godini. U tom razdoblju smanjila se i prosječna količina olova u krvi od 1,25 mg Pb /kg na 0,069 mg Pb/kg.

Uspoređivanjem koncentracije olova u zemlji u razdoblju 1968. do 2002. godine u odnosu na izvor emisije ustanovljeno je da nakon sanacije glavnog izvora emisije - poslije montaže efikasnih vrećastih filtera 1978. godine - nije došlo do značajnog sniženja koncentracije olova u zemlji.

## LITERATURA

- Prpić-Majić, D. (1996.): Istraživanja olova, kadmija i cinka u dolini rijeke Meže. Monografija. Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada. Zagreb, 1 - 151.
- Gregorović, V., I. Jazbec, R. Čretnik (1987.): Dinamika vsebnosti svinca (Pb) in kadmija (Cd) v senu in organizmu goveda na območju Mežiške doline. *Geographica Slovenica* 18: 245 - 256.
- Jazbec, I., T. Zadnik (1992.): Hematološki in biokemijski profil pri govedu ter obremenjenost s svincem (Pb) in kadmijem (Cd) v Mežiški dolini leta 1992. *Zb. Vet. Fak. Univ. Ljubljana*, 29: 257 - 273.
- Zadnik, T., I. Jazbec (1995.): Dvajset let ugotavljanja vsebnosti svinca v krvi molznic - indikatorja onesnaženosti okolja v Mežiški dolini. *Veterinarska fakulteta. Ljubljana*, 1- 42.
- Zadnik, T., I. Jazbec (1996): Lead concentration in blood of dairy cows as an indicator of environmental contamination. *Zb. Vet. Fak. Univ. Ljubljana* 33: 211 - 217.
- Gregorović, V., I. Jazbec, R. Čretnik, F. Skušek, T., Zadnik, M. Klinkon(1987.): Rezultati višegodišnjeg praćenja koncentracije olova u sijenu i organizmu krava na području Mežiške doline. *Veterinarski glasnik* 41: 99-106.
- Bertoncelj, S. (1978.): Vsebnost svinca v mesu in organih zaklanih goveda s područja Koroške. *Zdravstveni vestnik* 47: 277 - 280.
- Karačić, V., D. Prpić-Majić, Lj. Skender (1984): Lead absorption in cows. Biological indicators of ambient lead exposure. *Bull. Environ. Contain. Toxicol.* 129 - 134.
- Prpić-Majić, D., V. Karačić, Lj. Skender (1990): A follow-up study of lead absorption in cows as an indicator of environmental lead pollution. *Bull Environ Contam Toxicol* 45: 19-24.
- Gregorović, V, I. Jazbec, F. Skušek (1978.): Rezultati kliničnih in laboratorijskih preiskav pri kravah v Gornji Savinjski in Mežiški dolini. *Znanost in praksa v govedoreji* 2: 121-136.
- Plut, D. (1999.): Slovenija in globalna okoljevarstvena politika. Problem težkih kovin v zgornji Mežiški dolini. *Zbornik referatov, ERIC Velenje. Institut za ekološke raziskave, Velenje*, 5 - 13.
- Prpić-Majić, D., J. Mezner, S. Telišman, A. Keršanc (1984a): Biological monitoring of lead effects in a smelter community before and after emission control. *Sci. Total. Environ.* 32: 227 - 288.
- Prpić-Majić, D., S. Kežič, S. Telišman, V. Karačić (1984b): Biological indices of lead absorption in pregnant women living in a contaminated area. In *Proceedings of the International Conference Environmental Contamination, London 1984. Edinburgh: CEP Consultants*, 444 - 447.
- Kerin, Ž. (1974.): Ekološki parametri kontaminacije biosfere z industrijskimi ekshalacijami aerosolov svinca v Mežiški dolini. *Disertacija. Univerza v Ljubljani, Ljubljana*, p. 186.
- Kerin, Ž., D. Kerin (1972): Lead contamination of environment in Meža Valley. Lead content of the soil. *Int Arch Arbeitsmed* 29: 129 - 138.
- Đurić, D., Ž. Kerin, Lj. Graovac-Leposavić, Lj. Seničar, H. Seničar (1970): Lead contamination of environment in Meža Valley. A preliminary Report.

- In: Proceedings of the Special Foreign Currency Program Symposium, Dubrovnik 1979. US Dept of HEW, PHS, NIOSH, 33-47.
17. Faguš, M., J. Hršak, M. Šisernik (1991.): Praćenje koncentracije olova, cinka i kadmija u okolini talionice olova. Izveštaj 1979 - 1986. Zagreb: Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, 1979 - 1986.
  18. Hršak, J., I. Balagović, M. Šisernik (1991.): Praćenje koncentracije olova, cinka i kadmija u okolici talionice olova. Izveštaj 1987. Zagreb: Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, 1987-1991.
  19. Hršak, J. (1987.) Emisija i transformacija aerosola olova, cinka i kadmija u okolici talionice olova. Disertacija. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu p. 146.
  20. Lapajne, S., S. Brumen, M. Medved (1986.): Kemijske preiskave zemljin in sočivja na vsebnost svinca na področju Žerjava. Izveštaj. Maribor: Zavod za zdravstveno varstvo, Center za varstvo okolja.
  21. Sexton, W., W. B. Buck, V. Lead (1981): Current veterinary therapy. Philadelphia-London-Toronto, Saunders comp.
  22. Blood, D. C., J. A. Henderson, O. M. Radostits (1983): Veterinary medicine, 6th Ed. London, Tindall.
  23. Rosenberger, G. (1970): Krankheiten des Rindes. Berlin und Hamburg, Parey.
  24. Villegas-Navarro, A., M. Oscar-Doria, A. Bustos, A. Raymundo, T. A. Dieck, R. Reyes (1993): Determination of lead in paired samples of blood and synovial fluid of bovines. *Exp Toxic Pathol* 45: 47 - 49.
  25. Souvent, P. (1978.): Ukrepi za zmanjšanje onečiščenja okolja metalurških obratov rudnika Mežica. *Zdravstveni vestnik* 47: 287 - 1 89.

#### SUMMARY

Results of a thirty-year long investigation on lead value in soil, hay, silage and blood in cows from the polluted area one to ten kilometers from former lead mine and today's huge smelter of car batteries in Slovenia (Meža Valley) are reported. From 1975 to 2003 systematic investigation revealed high lead absorption from the polluted environment in all live organisms. Surface soil, grass, hay, silage and blood of cows were significantly contaminated with lead and adversely affected the health status of cattle. The data obtained showed that the value of lead in hay samples is drastically decreasing after 1993. In 1975, we determined on four samples from 221.0 to 953.0 mg/kg DM of lead. In 2002 (n = 12) the measured mean concentration was  $5.46 \pm 3.27$  mg/kg DM of lead which was approximately 100-fold lower. Both lead concentrations (hay and silage) were nearly identical. The level of concentration was influenced by factors like moisture, rain, height of the grass and cut corn, percentage of mole-hills on meadows, etc. These factors had significant influence on polluted primary material during the time of haymaking or silage making. The same, drastically decreased values, were observed in blood lead concentrations. In 1975 (n = 9) the mean lead value was  $1.25 \pm 0.123$  mg/kg lead of blood, while in 2002 it was about 20-times lower, which means  $0.069 \pm 0.047$  mg/kg of lead. A significant decreasing trend in concentrations of lead in blood revealed a marked reduction of pollution from the smelter after an efficient bag filter system had been installed in 1978. After 1982 the mean concentrations of lead in blood samples were below normal reference value (<0.250 mg/kg), however, concentrations from 1 to 2 exceeded concentrations, which were established in non-polluted areas in Slovenia. According to our research, a rather high mean lead concentration in blood of cows resulted from ingestion of grass, hay, grass and maize silage with soil containing high lead concentration. Because lead in soil has very long life period, the problem of pollution may last. A systematic monitoring of lead levels in blood has proved as a reliable bio indicator of the environmental lead pollution.