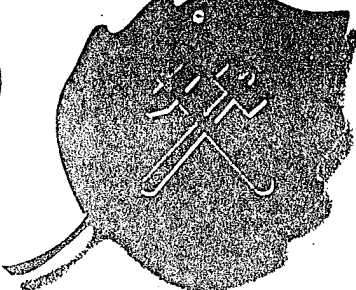


# MEP '98



2nd  
International Symposium

MINING

and

ENVIRONMENTAL

PROTECTION



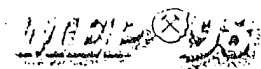
RODARSTVO  
I ZAŠTITA  
ŽIVOTNE SREDINE

II

međunarodni simpozijum

PROCEEDINGS  
ZBORNİK RADOVA

Belgrade, 25-27. V 1998.



**ZAVISNOST IZMEĐU NIVOA DELTA-AMINOLEVULINSKE  
KISELINE U MOKRAĆI I NEKIH PARAMETARA KOD RADNIKA  
U FABRICI ZA AKUMULATORE "ZLETOVO" U PROBIŠTIPU**

**DEPENDENCE BETWEEN THE LEVEL OF DELTA-AMINOLEVU-  
LINIC ACID IN URINE AND SOME PARAMETERS WITH  
WORKERS OF THE ZLETOVO BATTERY FACTORY IN PROBIŠTIP**

**S. Stavreva-Veselinovska**

Pedagoški fakultet, Štip

**J. Živanović**

Rudarsko-geološki fakultet, Štip

**APSTRAKT:** *Olovo zauzima ključno mesto u odnosu na intoksikaciju teškim metalima. I pored velike kontrole i strogih zaštitnih mera u industriji koja se bavi preradom olova, sve češće su profesionalne intoksikacije olovom.*

*Cilj ovog rada je određivanje korelacije između nivoa delta-amino-levulinske kiseline (DALK) u mokraći i nekih drugih parametara kod radnika koji su profesionalno izloženi uticaju olova u raznim pogonima fabrike za proizvodnju akumulatora "Zletovo" u Probištipu. Kao materijal za analizu korišćena je mokraća od 256 ispitanika, od oba pola, sa starosnom granicom od 20 do 50 godina. Dobijeni rezultati su statistički obrađeni pri čemu je ispitivana zavisnost između nivoa DALK-a u mokraći i pripadnosti radnika određenim pogonima. Takođe je ispitivana zavisnost između količine DALK-a i dužine radnog staža i uzrasta ispitanika.*

**Ključne reči:** *olovo, DALK, Zletovo, trovanje, korelacija*

**ABSTRACT:** *Lead has the key part in relation to intoxication by heavy metals. Despite the serious control and strict measures of protection in the industry that deals with processing lead, the professional lead intoxications are increasing.*

*The aim of this study is the determination of correlation between the level of delta-aminolevulinic acid in urine and some other parameters with workers professionally exposed to the influence of lead in different parts of the factory producing batteries "Zletovo" in Probištip. The material being used for analysis was the urine of 256 persons of both sexes, age level 20-50 years. The results have been statistically processed, testing the dependence of the level of delta-aminolevulinic acid in urine on the belonging of workers to different parts of the factory. The dependence of the quantity of delta-aminolevulinic acid on the length of service and age has also been tested.*

**Key words:** *lead, DALK, Zletovo, contamination, correlation*

## 1. UVOD

Još su stari Grci znali za štetno dejstvo olova na čoveka, time se bavio i Hipokrat (IV vek pre naše ere). Mnogobrojna istraživanja štetnog uticaja olova na čovečki organizam su usmerena na određivanje spoline ekspozicije. To se odnosi na određivanje koncentracije olova u životnoj sredini, vazduhu, vodi, zemljištu i dr., a posebno u radnoj sredini. Dalja ispitivanja se odnose na određivanje unutrašnje ekspozicije organizma, kao i određivanje biološkog efekta olova u organizmu, t.j. monitoring biološkog efekta, koji je mnogo kompleksan i nije uvek linerno zavisn sa nivoom unutrašnje opterećenosti organizma.

Biološki efekt olova je najizraženiji u hematopoetskom i nervnom sistemu, kao i sistemu za ekskreciju, no negativni efekt najranije se manifestuje na nivou hematopoeze, pa zato koštana srž se smatra za kritični organ.

DALK je otkriven 1953 godine od strane Šemina i Rasela. Povećana količina DALK-a u krvi i mokraći kod lica koja su izložena uticaju olova je zbog inhibitornog dejstva olova na enzim dehidrataza-delta-aminolevulininske kiseline, a postoje dokazi da olovo vrši aktiviranje enzima DALK-sintetaza, zbog čega dolazi do stvaranja većih količina DALK-a, a drugi enzim D-DALK je inhibiran tako da dolazi do smanjene potrošnje DALK-a za stvaranje porfobilinogena u procesu sinteze hemoglobina. Višak DALK-a cirkulira u krvi i se izlučuje putem bubrega u mokraću.

## 2. MATERIJAL I METOD RADA

Istraživanjem je obuhvaćena grupa od 256 radnika fabrike za akumulatore "Zletovo" u Probištipu koji rade u različitim pogonima. Starost radnika se kreće u rasponu od 20 do 50 godina i obuhvaćena su oba pola. Po prirodi svog posla radnici su izloženi uticaju olova od jedne do 20 godina.

Primerci mokraće su uzimani ujutru po dolasku radnika na posao, a analize su rađene istog dana. Određivanje koncentracije DALK-a u mokraći je izvršena spektrofotometrijskom metodom Grabeckog. Uzorak mokraće se stavlja u acetatni pufer (pH = 4.6) u koji se dodaje acetyl-aceton koji sa delta-aminolevulininskom kiselinom gradi kondenzacioni bezbojni produkt, zatim se dodaje Erlihov reagens i se

dobija crveno obojen kompleks (rastvor). Dobijeni kompleks je pravoproporcionalni sa koncentracijom DALK-a koja se meri spektrofotometrijski, apsorpcionom metodom na talasnoj dužini od 553 nano-metra. Korekcija se vrši doterivanjem na "0" (nulu) apsorpcije pomoću slepe probe.

## 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Svaki pogon posebno ima svoje dodatne karakteristike kao što su uslovi za rad, i zato rezultati nisu sumirani već su dađeni posebno za svaki pogon i komparirani sa referentnom vrednošću za DALK.

U pogonu "Mlinsko", gde se preraduje olovo u pastu za pastiranje rešetaka za akumulatore, analiza je urađena za 18 ispitanika. Apsolutno minimalna vrednost koncentracije DALK-a iznosi 8.39  $\mu\text{mol/l}$ , a apsolutno maksimalna vrednost je 34.18  $\mu\text{mol/l}$ . Izračunata srednja vrednost iznosi 18.97  $\mu\text{mol/l}$  i je manja od dozvoljene referentne granice (27.0  $\mu\text{mol/l}$ ). Samo kod 4 radnika, ili kod 22% ispitanika izmerena je vrednost za DALK koje je veća od referentne granice (Tab.1).

Tabela 1. Koncentracija DALK-a ( $\mu\text{mol/l}$ ) kod radnika u pogonu "Mlinsko"

	min	max	srednja vrednost	referentna vrednost
DALK	8.39	34.18	18.97	5.17 - 27.00
N	18			

U pogonu "Livnica" od ukupno 46 ispitanih radnika, samo kod 5 radnika (10.8%) je izmerena vrednost DALK-a koja je veća od dozvoljene referentne vrednosti, a kod ostalih radnika vrednosti za DALK su u intervalu od 5.82 - 21.96  $\mu\text{mol/l}$ . Srednja vrednost sadržaja DALK-a ove grupe ispitanika iznosi 17.11  $\mu\text{mol/l}$  i je niža od referentne granice (Tab. 2). Kod jednog radnika iz ovog pogona je izmerena vrednost za DALK od 96.01  $\mu\text{mol/l}$  koja je 4 puta veća od dozvoljene koncentracije.

Tabela 2. Koncentracija DALK-a ( $\mu\text{mol/l}$ ) kod radnika u pogonu "Livnica"

	min	max	srednja vrednost	referentna vrednost
DALK	5.82	96.01	17.11	5.17-27.00
N	46			

Statistička obrada dobijenih podataka za sadržaj DALK-a za radnike iz pogona "Pastirno", gde se rešetke akumulatora premazuju olovnom pastom, ukazuje na povećanu srednju vrednost (36.6  $\mu\text{mol/l}$ ) u odnosu na referentnu granicu (Tab.3). Od ukupno 49 ispitanih radnika kod 18 radnika (37%) utvrđena je povećana koncentracija DALK-a koja se kreće u intervalu od 30.2 do 137.14  $\mu\text{mol/l}$ . Kod ostalih radnika koncentracija DALK-a se kreće u intervalu referentnih granica (5.49 - 24.71  $\mu\text{mol/l}$ ).

Tabela 3. Koncentracija DALK-a ( $\mu\text{mol/l}$ ) kod radnika u pogonu "Pastirno"

	min	max	srednja vrednost	referentna vrednost
DALK	5.49	137.11	36.60	5.17-27.00
N	49			

U pogonu "Formacija" gde se formiraju rešetke akumulatora od 38 ispitanih radnika kod 18 radnika (47%) utvrđene su koncentracije DALK-a koje su veće od referentnih vrednosti a kreću se u granicama od 35.69 do 270.37  $\mu\text{mol/l}$ . Dobijena srednja vrednost od 43.21  $\mu\text{mol/l}$  je veća od referentne vrednosti (Tab.4).

Tabela 4. Koncentracija DALK-a ( $\mu\text{mol/l}$ ) kod radnika u pogonu "Formacija"

	min	max	srednja vrednost	referentna vrednost
DALK	7.48	270.37	43.21	5.17-27.00
N	38			

U pogonu "Dorabotka" od ukupno 25 ispitanih radnika, kod 17 radnika (68%) utvrđene su koncentracije DALK-a koje su veće od dozvoljene i se kreću u intervalu od 30.2 do 104.25  $\mu\text{mol/l}$ . Kod ostalih radnika izmerene vrednosti su u granicama od 9.61 do 26.8  $\mu\text{mol/l}$ , a srednja vrednost (38.8  $\mu\text{mol/l}$ ) je veća od referentne granice (Tab.5).

Tabela 5. Koncentracija DALK-a ( $\mu\text{mol/l}$ ) kod radnika u pogonu "Dorabotka"

	min	max	srednja vrednost	referentna vrednost
DALK	6.86	104.25	38.80	5.17-27.00
N	25			

Visoki procenat sadržaja DALK-a kod (68%) je posledica relativno visoke koncentracije olova u vazduhu (olovna para i

prašina) koja iznosi 4.5  $\text{mg/m}^3$  koja je znatno veća od dozvoljene (0.5  $\text{mg/m}^3$ ).

U pogonu "Montaža" od 33 ispitanih radnika, kod 16 radnika (48%) utvrđena je vrednost za DALK koja je veća od dozvoljene koncentracije, a kod dva radnika su izmerene vrednosti od 216.83  $\mu\text{mol/l}$  i 240.88  $\mu\text{mol/l}$ . Srednja vrednost od 42.58  $\mu\text{mol/l}$  je veća u odnosu na referentnu vrednost (Tab.6).

Tabela 6. Koncentracija DALK-a kod radnika u pogonu "Montaža"

	min	max	srednja vrednost	referentna vrednost
DALK	8.39	240.88	42.58	5.17-27.00
N	33			

Od statističke obrade podataka za radnike iz pogona "Plastika" vidi se da je dobijena srednja vrednost od 33.05  $\mu\text{mol/l}$  veća od gornje granice referentne vrednosti (27.0  $\mu\text{mol/l}$ ) (Tab.7). Od ukupno 33 ispitanih radnika kod njih 18, odnosno (54%) su izmerene povišene koncentracije u odnosu na referentne vrednosti, koje se kreću u intervalu od 30.2 do 182.96  $\mu\text{mol/l}$ .

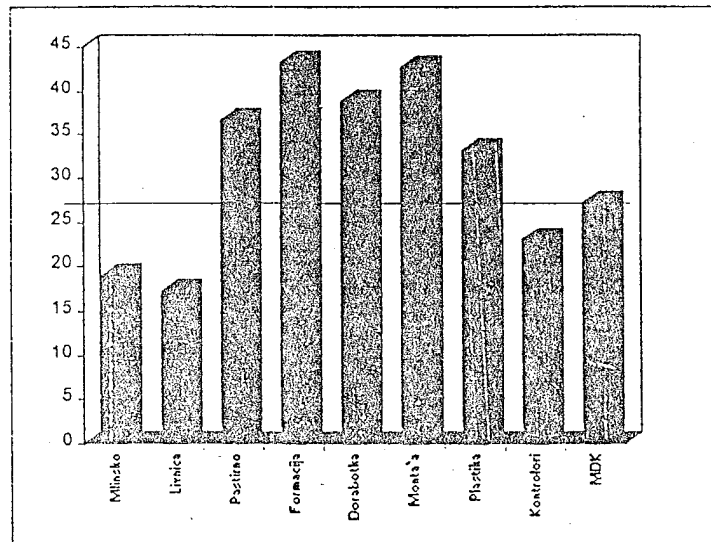
Tabela 7. Koncentracija DALK-a kod radnika u pogonu "Plastika"

	min	max	srednja vrednost	referentna vrednost
DALK	13.51	182.96	33.05	5.17-27.00
N	33			

Poslednju grupu ispitanika "Kontrolori" obrazuju radnici koji nisu vezani za posebni pogon, nego vrše kontrolu toka proizvodnje akumulatora niz sve pogone. Dobijene vrednosti za sadržaj DALK-a kod 9 od ukupno 11 ispitanih radnika od ove grupe su u granicama dozvoljene koncentracije. Samo kod dva radnika registrirana je povišena koncentracija DALK-a (47.97  $\mu\text{mol/l}$ ). Apsolutno minimalne vrednosti sadržaja DALK-a kod ove grupe radnika je 9.61  $\mu\text{mol/l}$ , a dobijena srednja vredost (22.9  $\mu\text{mol/l}$ ) je niža od referentne vrednosti.

Tabela 8. Koncentracija DALK-a ( $\mu\text{mol/l}$ ) kod grupe radnika "Kontrolori"

	min	max	srednja vrednost	referentna vrednost
DALK	9.61	47.97	22.90	5.17 - 27.00
N	11			



Slika 1. Srednje vrednosti koncentracije DALK-a u mokraći ( $\mu\text{mol/l}$ ) po pogonima

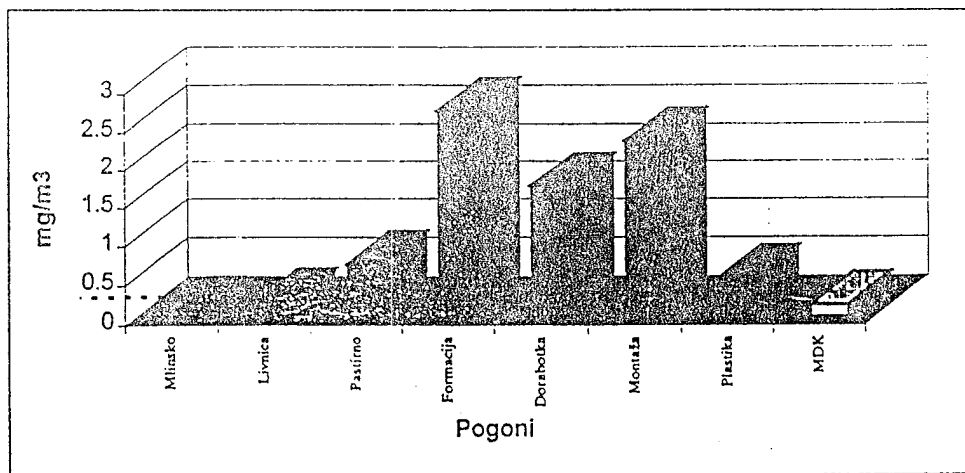
Usled povećane koncentracije DALK-a u mokraći od posebne važnosti je određivanje sadržaja olova u radnoj sredini. Nije sve jedno da li je radnik izložen tokom radnog vremena uticaju niskih i bezopasnih koncentracija olovnih para i prašine, ili je izložen uticaju znatno povećane koncentracije ovih štetnih materija koje mogu ozbiljno da ugroze njegovo zdravlje i radnu sposobnost. Praćenjem distribucije olova u vazduhu u nekom pogonu dolazi se do saznanja za ugroženost radnika. Zato treba da se posveti posebna pažnja ovom problemu.

Maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) za olovo u vazduhu iznosi  $0.150 \text{ mg/m}^3$ . To znači da toj koncentraciji olova mogu da budu izloženi radnici tokom osmočasovnog radnog vremena, u periodu od više meseci ili godina bez veće opasnosti po njihovo zdravlje.

U određenim pogonima fabrike za akumulatore "Zletovo" u Probištupu su izmerene znatno povišene koncentracije olova u vazduhu (Tab. 9) i grafički prikaz na slici 1. Isprekidana linija prikazuje granični sadržaj dozvoljene koncentracije olova u vazduhu.

Tabela 9. Koncentracija olova u vazduhu po pogonima fabrike ( $\text{mg/m}^3$ )

Mlinsko	Livnica	Pastirao	Formacija	Dorabotka	Montaža	Plastika	MDK
0.09	0.20	0.68	2.70	1.70	2.30	0.50	0.15



Slika 2. Koncentracija olova u vazduhu po pogonima i referentna vrednost

### 3. ZAKLJUČAK

Od analiziranih podataka za koncentraciju DALK-a u mokraći kod grupe radnika iz posmatrane fabrike i od statističke obrade podataka po pogonima vidi se da samo u pogonima "Mlinsko" i "Livnica" srednje vrednosti su niže od referentnih. U svim ostalim pogonima odgovarajuće srednje vrednosti su veće od dozvoljenih.

Od ukupno 256 ispitanih radnika kod 96 radnika (35%) su konstatirane vrednosti za sadržaj DALK-a koje su veće od dozvoljenih.

Analizom podataka je ustanovljeno da ne postoji korelaciona zavisnost između nivoa DALK-a i dužine radnog staža što je verovatno posledica nekih drugih uticaja kao što je zagađena životna sredina olovom preko olovne prašine iz jalovišta u neposrednoj blizini grada.

### 4. LITERATURA

- (1) Albahary, C.: Depistage du saturnisme et conduite de la detoxication par le versenate de calcium disodique (Ca E. D. T. A. Na) Entretiens de Bichat, 395-398. Exp. Sc. Fr. ed., Paris, 1988.
- (2) P.E. Desilva, Determination of lead in plasma and studies on its relationship to lead in erythrocytes. Br. I. Ind. Med., 38, 209, 1981.
- (3) A. DuBois (Chairman Committee on Biologic Effects of Atmospheric Pollutants). Biologic effects of lead in man, in Lead: Airborne Lead in Perspective, National Academy of Sciences, Washington, D. C., p.p. 71-177, 1972.
- (4) G. J. DiGregorio, A.P. Ferco, R. G. Sample, E. Bobyock, R. McMichael and W.S. Chernick, Lead and delta-aminolevulinic acid concentrations in human parotid saliva. Toxicol. Appl. Pharmacol., 27, 491 1974.