

A lakosság közúti ólomszennyezés kitettségének tanulmányozása valamint a szennyezés csökkentésének lehetőségei Marosvásárhelyen

Domahidi János¹, Orbán Antónia¹, Fárr Anna-Mária¹, Fărcaș Ovidiu³, Drăgoi Simona¹, Tarcea Monica², Marcos Tünde¹, Csiszér Attila¹, Péter Katica¹, Comșa Maria¹, Silvas Edit¹, Dénes Melinda¹, Iurian Anabela¹, Rác Virág-Lilla¹
¹Marosvásárhelyi Közegészségügyi Központ, ²Marosvásárhelyi Orvosi és Gyógyszerészeti Egyetem, Közegészségtani Tanszék, ³Marosmegyei Közegészségügyi Hatóság

Evaluarea expunerii populației municipiului Tg-Mureș la plumb datorită traficului rutier, conștientizarea populației privind riscul expunerii la plumb

Transportul rutier reprezintă o sursă majoră de poluare cu Pb, Studiile epidemiologice au identificat asocierea dintre expunerea cronică la plumb și evoluția negativă a unor parametri somatici ai dezvoltării fătului și copilului mic. Am studiat evaluarea expunerii la plumb datorită transportului rutier, și modalitățile de reducere poluării mediului cu plumb. Pentru determinarea plumbului din aer și sol și a particulelor de praf M10 din aer, am ales 3 artere cu circulație intensă, 3 artere de circulație redusă și 3 intersecții cu circulație intensă, de la nivelul cărora am recoltat 10 probe de aer, și 33 probe de sol. Ca probe martor am recoltat 7 probe de aer și 9 probe de sol din zona verde. Concentrația medie a pulberilor MP10 (mg/m³) la nivelul zonelor verzi este de 0,120, și 0,210 la nivelul străzilor și în intersecții. Concentrația medie a Pb (μg/m³) din aerul atmosferic: la nivelul zonelor verzi este de 0,032; la nivelul străzilor și a intersecțiilor 0,064; iar Pb (mg/g) din sol, la nivelul zonelor verzi este de 0,077, la nivelul străzilor și intersecțiilor este de 0,098. Recomandări: înlocuirea parcului auto învechit; curățirea și udarea cu frecvență mai mare a străzilor; creșterea spațiilor verzi; evitarea pe cât posibil a plimbării cu copii mici și a gravidelor pe trotuarul străzilor în timpul orelor de vârf al circulației; construirea drumurilor ocolitoare pentru tranzit.

Evaluating the population's exposure to lead in Tg. Mures due to road traffic and making them aware of the risk of exposure to lead

Road traffic represents a major source of pollution with Pb. Epidemiological studies have identified an association between chronic lead exposure and negative evolution of certain somatic parameters of foetus and child development. We are studying the ways of evaluating road traffic-caused lead exposure and the ways of reducing environmental lead pollution. To determine Pb from air and soil and M10 dust particles from air, we have chosen 3 arteries of heavy traffic, 3 of reduced traffic and 3 crossroads with heavy traffic, where we have collected air (10) and soil (33) samples. As standards we have collected air (7) and soil (9) samples from a green area. The average concentration of MP10 dust (in mg/m³) is 0.120 at the level of green areas and 0.210 at the level of streets and crossroads. The average Pb concentration (μg/m³) of the atmospheric air is 0.032 at the level of green areas and 0.064 at the level of streets and crossroads. The Pb concentration of soil is 0.077 mg/g at the level of green areas and 0.098 mg/g at the level of streets and crossroads. Recommendation: replacement of the worn-out car park; cleaning and wetting streets and roads more frequently; avoiding to go out with small children and pregnant women on the streets in peak hours of traffic; constructing detour roads for transit traffic.

Orvostudományi Értesítő, 2007, 80 (2): 148-151

www.emeogysz.ro

A városi környezet szennyezését elsősorban a fűtési rendszerek, az ipari tevékenység, valamint a közúti szállítás okozzák. A légköri ólomszennyezés legfőbb forrása a városi közlekedés, háromszorosát képezi az ipar által okozott szennyezésnek. Az autópark éves bővülése, valamint egyes járművek nem megfelelő technikai állapota egyre növekvő káros hatást fejt ki a környezetre.

A közúti forgalomból származó ólom a porszemcsékhez kötődik, a légáramlatok a levegőben szállítják majd a gravitáció vagy a csapadékhullás segítségével lerakódnak a talajfelszínre. A talajban az ólom sorsa a talaj típusától és pH értékétől függ: fennmaradhat a felszíni rétegekben, bekerülhet a talajvízbe vagy felszívódhat a növényzetbe, ahonnan az emberi táplálékláncba kerül [16].

Az ólom leginkább a légréteggel kerül az emberi szervezetbe, a tüdőben a belélegzett mennyiség 50-70%-a felszívódik. Felnőtteknél a tápcsatornán a felszívódás mértéke 5-10% és gyerekeknél megközelíti a 40%-ot. A bőrön át csak a szerves összetevők (Pb tetraetil) jutnak a szervezetbe.

A betegségek kialakulásában leginkább veszélyeztetett népességcsoport az 1-6 éves korú gyerekek, fejlődésben levő szervezetük, fejletlen immunrendszerük miatt [8], akiknél a kitettség fő okai a por, a talaj, valamint kis mértékben a víz, a táplálék szennyezettsége [3,5,7,9].

Elkerülhetetlen a halmozott, egyidejűleg ható, különféle forrásokon át történő ólom kitettség [10].

Az ólom hatása az egészségi állapotra: a hem-szintézis gátlása és a vérszegénység megjelenése; a perifériás idegká-

rosodás, ezáltal a vezetési sebesség csökkenése és a perifériás neuropátia megjelenése; a pszichológiai és idegrendszeri tényezők érintése, viselkedészavarok. Ólomszennyezésnek kitett gyerekek esetén gyakori az encefalopátia. A vesék szintjén a Fanconi-szindróma megjelenését okozhatja [2,4].

Az ólommérgezést az alábbi klinikai tünetek jellemzik: tápcsatornai tünetcsoport (étvágytalanság, hányinger, hastáji diszkonfort, esetleg fájdalom, ami lehet heves vagy görcsös jellegű); idegrendszeri tünetek (szédülés, fejfájás, ingerlékenység, alvászavar, mozgásszervi neuropátiák, amelyek akár paralízis jellegűvé fajulhatnak, encefalopátia); pszeudoreumatikus tünetek (izület és izomfájdalmak); allergiás és vesepanaszok megjelenése [18].

A kisgyerekek, terhes nők és magzataik érzékeny csoportot képeznek, akiknél a kockázati tényezők fokozottabb hatást gyakorolnak akkor is ha az ólomszennyezés értéke nem túl magas [13]. Napjainkban már bizonyított az összefüggés a krónikus ólomkitettség és egyes szomatikus paraméterek negatív alakulása magzatok és kisgyerekek esetében, valamint a terhes nők és vetélések, koraszülések számának növekedése között [5]. Jelentős eltéréseket, akár lemaradást mutathatnak 1-1,5 éves a szomatikus fejlődési mutatók, mint a magasság és a súly [1,6].

Dolgozatunk célja a közúti közlekedés által okozott por- és ólomkitettség mértékének meghatározása, a lakosság tájékoztatása a szennyezés egészségkárosító hatásairól, valamint a közúti közlekedés okozta környezetszennyezés csökkentési lehetőségeinek feltárása.



Anyag és módszer

Az ólomszennyezés (talaj, levegő) valamint az M10 porszemcsék (levegő) meghatározásához 3 sűrű és 3 kis forgalmú útvonalat, valamint 3 zsúfolt közlekedési csomópontot választottunk, ahonnan levegő és talajmintát gyűjtöttünk. Viszonyítási alapként, zöldövezetek (parkok, játszótérek, kertek) levegő- és talajmintáit vizsgáltuk.

17 levegőmintát gyűjtöttünk, ebből 10-et az utak és forgalmas csomópontok mentén, 7-et zöldövezeti részekben. A levegőminták gyűjtésére Brava R PM10 típusú stacionális készüléket használtunk, ennek kapacitása 16 l/perc, a mért levegőmennyiség 2m^3 , a mintavétel ideje 2 óra. A levegőminták gyűjtése és értékelése az OAP 592/2002 és SR ISO 876-1996 előírásai szerint történt. A talaj ólomtelítettségének meghatározásához 42 mintát gyűjtöttünk, amiből 3-at az utak és közlekedési csomópontok mentén, 9-et pedig a zöldövezeti részekben. A talajpróbákat az előírás szerint gyűjtöttük – STAS 7184/1-84, ISO 10381-6, SR ISO 11464 – talajminta gyűjtővel, (mélység 20 cm -ig). A próbát, a gyűj-

tési pont körüli 150-200 m sugarú felületről 20 részleges minta alkotta. Egy próba súlya átlag 450 g.

A minták gyűjtésére kiválasztott utak és közlekedési csomópontok: sűrű forgalmú utak: Dózsa György utca, Rózsák-tere (a város központja), 1918 December 1 sugárút; átlagos forgalmú utak: Kossuth utca, Gheorghe Marinescu utca, 1989 December 22 sugárút; csomópontok: „Fortuna” (1918 December 1 sugárút és a Pandúrok sétánya közti útkereszteződés), „Aranykakas” (Kossuth és Sinaia utcák, valamint a Corvin Mátyás tér közti útkereszteződés), „Postapalota” (Cuza Vodă utca, 1918 December 1 sugárút, Dózsa György utca valamint a Győzelem-tér közti útkereszteződés).

Eredmények és megbeszélés

A lebegő porszemcsék (PM10) és a levegőben levő Pb koncentrációja (1. táblázat)

Az M10 porszemcsék legnagyobb töménységét a Gheorghe Marinescu utca mentén találtuk $290\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ koncentrációban,

1 táblázat. Marosvásárhely területén gyűjtött levegő- és talajmintákban mért lebegő porszemcsék (PM 10), és ólom (Pb) koncentrációja

| Gyűjtési pontok | Levegő | | Talaj |
|--|--|-----------------------------|-----------------|
| | Porszemcsék PM 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Pb $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Pb (v.m.) mg/kg |
| I. A város központi része | | | |
| Rózsák-tere | 260 | 0,210 | 136 (4) |
| II. Utcák | | | |
| Gh. Marinescu utca | 270 | 0,082 | 128 (4) |
| Gh. Marinescu utca | 320 | 0,021 | |
| Dózsa György utca | 140 | 0,044 | 84 (4) |
| 1989 December 22 sugárút | 230 | 0,007 | 93 (4) |
| Kossuth utca | 180 | 0,071 | 117 (3) |
| 1918 December 1 sugárút | 170 | 0,042 | 78 (4) |
| Átlagérték | 210 | 0,044 | 99 |
| III. Útkereszteződések | | | |
| Fortuna | 210 | 0,062 | 66 (3) |
| Postapalota | 160 | 0,052 | 39 (3) |
| Aranykakas | 160 | 0,052 | 123 (4) |
| Átlagérték | 170 | 0,055 | 80 |
| IV. Zöldövezetek | | | |
| Művészet utcai park (Posta Palota) | 150 | 0,068 | 39 |
| Hősök Temetője park (Gh. Marinescu utca) | 90 | 0,050 | 29 |
| L. Rebreanu utcai park 1-9. (Dózsa Gy. utca) | 120 | 0,030 | 81 |
| Asztalosok utcája 4-6 (1989 Dec. 22 sugárút) | 150 | 0,025 | 38 |
| Arany János utca 3 (Kossuth utca) | 170 | Sub LD | 237 |
| Mimóza utcai park 1 (1918 Dec. 1 sugárút) | 90 | Sub LD | 52 |
| Stadion park (Aranykakas) | 130 | 0,056 | 123 |
| Köteles Sámuel utcai park (Rózsák-tere) | - | - | 56 |
| Parkok, játszótérek (Fortuna) | - | - | 40 |
| Átlagérték | 120 | 0,032 | 77 |

(n) gyűjtött minták száma

amely érték két mérés átlaga. Ezt követte a Rózsák-tere $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$, az 1989 December 22 sugárút $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$, és a Dózsa György utca $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ értékekkel. A csomópontok esetében a legmagasabb koncentrációt a következő helyeken találtuk: „Fortuna” $210 \mu\text{g}/\text{m}^3$, „Aranykakas” és „Postapalota” $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A zöldövezetek területén vett minták minden esetben az előbbieknél kisebb értékeket mutattak.

A legmagasabb ólomkoncentrációt az utak mentén vett levegőmintákban mértük: a Rózsák-terén $0,210 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a Kossuth utcában $0,071 \mu\text{g}/\text{m}^3$, és a Gheorghe Marinescu utcában $0,051 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A legalacsonyabb értéket, $0,007 \mu\text{g}/\text{m}^3$, az 1989 December 22 sugárút mentén találtuk. Az útkereszteződések mentén a legmagasabb ólomkoncentrációt a „Fortuna” ($0,062 \mu\text{g}/\text{m}^3$), majd a „Postapalota” és az „Aranykakas” ($0,052 \mu\text{g}/\text{m}^3$) körül mértük. A zöldövezetek esetében a legmagasabb ólomszennyezést a Művészet utcai parkban mértük $0,069 \mu\text{g}/\text{m}^3$ értékben. A levegőmintákban talált ólomkoncentráció átlagértéke az utak és útkereszteződések esetében $0,064 \mu\text{g}/\text{m}^3$, magasabb mint a zöldövezeti részekben mért $0,032 \mu\text{g}/\text{m}^3$ átlag.

A zöldövezetek fontos szerepet játszanak a levegő szennyezettségének csökkentésében. A növényzet által lekötött por akár 3-6-szorosa lehet a hasonló atmoszférikus feltételek mellett más, nem növényi felületekre lerakódott pormennyiségnek. A fák akár pár száz kilónyi port is képesek lekötni a falevelek felületén [12]. A rögzített mennyiség a fák fajtájától, a levelek nagyságától és felületének sajátosságaitól függ. Az emberi szervezetre káros $2,5-10 \mu\text{m}$ nagyságú szemcsék nagy hányadát kötik le a falevelek [11]. Az előbb említett módon lekötött pormennyiséget az esővíz lemossa, ezúton eltávolítva a szennyezést a városokból. A talajból felszívott és a levelekben felhalmozott nehézfémek a falevelek hullásával és eltakarításával szintén csökkentik a talajszennyezés mértékét [12]. A közúti forgalom hozzájárulása az átlag ólomkoncentráció értékhez Marosvásárhely atmoszférájában 62%.

Megengedett értékek: a levegőben 24 h alatt mért lebegő porszemcsék (PM10) megengedett alsó határértéke $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A levegőben mért ólomkoncentráció éves megengedett határértéke az emberi szervezet egészségének védelmében $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [20].

Az általunk végzett mérések 2 órás, csúcsgorgalomban végzett felmérés során mért adatok eredményei. A szabvány szerint a 24 órás intervallumokban, vagy több rész mérésben elvégzett mérések pontosabb képet adnának a por és ólomszennyezettséget illetően.

Az ólom koncentrációja a talajban (1. táblázat)

A legmagasabb ólomkoncentrációt az utak mentén begyűjtött talajmintákban találtuk. A Rózsák-terén $136 \text{mg}/\text{kg}$ értékkel, majd a Gheorghe Marinescu úton $128 \text{mg}/\text{kg}$, ezeket követte a Kossuth utca $117 \text{mg}/\text{kg}$ értékkel, míg a legalacsonyabb értéket a Dózsa György utcában mértük. Megjegyzendő, hogy a Dózsa György utcát 4-5 éve újították fel, a járdaszéleken és a két menetirányt elválasztó sávon a talajt kicserélték, felrísították, zöldövezetet létesítettek. Fővárosi (Bukarest) mérések a nagyon forgalmas helyeken, terelőutak, sugárutak mentén, emelkedett nehézfém szennyezést mutatnak a talajban

de nem érik el az intézkedési szintet [14].

Az útkereszteződések esetén a legmagasabb ólomkoncentrációt, $123 \text{mg}/\text{kg}$ értéket az „Aranykakas” csomópontban, míg a legkisebb értéket, $39 \text{mg}/\text{kg}$ a „Postapalota” csomópontban mértünk. A Postapalota előtti csomópont átépítése több éve kezdődött és még mindig tart.

A közúti forgalom által okozott por, ólom szétszóródási irányát valamint lerakódási helyeit az utak mentén található épületek magassága, szélessége és sűrűsége határozza meg [17]. Az ólomkoncentráció változását a talajban az út vagy csomóponttól mért viszonylag kis távon (50 m) lehet nyomomonkövetni [17]. Ha a talaj nincs felásva vagy felkapálva, az ólom a talajfelszíntől mért 15 cm-nyi mélységig van lerakódva. Minél nagyobb a talaj humusztartalma annál nagyobb a tárolt ólom mennyiség, a humusz koncentrációja csökken a mélységgel. A talaj pH-ja segíti az ólom rögzítését a felületi talajrétegekben [15].

A zöldövezeti területeken a legmagasabb ólomkoncentrációt, $237 \text{mg}/\text{kg}$ értéket a Kossuth utca mentén levő kertekben mértük, megemlítendő, hogy az út és a kertek közötti távolság átlagosan 100 m. Ezt követi az „Aranykakas” útkereszteződés szomszédságában levő Stadion parkja a Turbina-árok mellett $123 \text{mg}/\text{kg}$ értékkel, majd a Dózsa György utca környékén található parkok, kertek $81 \text{mg}/\text{kg}$ értékkel. Bukarest területén a legszennyezettebb park a Cișmigiu ahol a talált értékek 150ppm felett voltak [14].

A talajban mért ólomkoncentráció átlagértékei csökkenő sorrendben: Rózsák-tere $136 \text{mg}/\text{kg}$; utak, útkereszteződések $98 \text{mg}/\text{kg}$; parkok $77 \text{mg}/\text{kg}$. A legkisebb ólomkoncentráció értékeket a forgalomtól távol eső zöldövezetekben találtuk.

Összehasonlítva az utak mentén mért talaj ólomkoncentrációját ezen utakhoz tartozó zöldövezetekben mért értékekkel azt tapasztaltuk, hogy hat esetből ötben a zöldövezetben mért értékek kisebbek. A Kossuth utca esetén a talaj ólomtelítettsége a környező kertekben, parkokban $237 \text{mg}/\text{kg}$, nagyobb mint az útmenti talajmintákban mért $117 \text{mg}/\text{kg}$ érték.

Az utak és útkereszteződések mentén vett talajminták pH értéke $7,458-8,822$, míg a zöldövezetekben vett minták esetén $7,451-8,064$.

A talaj Pb koncentrációjának megengedett értékei az OAP 756/1997 szerint: $20 \text{mg}/\text{kg}$ szárazanyag; figyelmeztető határérték érzékeny területen $50 \text{mg}/\text{kg}$, kevésbé érzékeny területen $250 \text{mg}/\text{kg}$; intézkedési határérték érzékeny területen $100 \text{mg}/\text{kg}$, kevésbé érzékeny területen $1000 \text{mg}/\text{kg}$ szárazanyag.

Következtetések

A lebegő porszemcsék (PM10) koncentrációja. A zöldövezeti zónákban mért értékek kisebbek mint az utak és útkereszteződések mentén.

Az utak mentén és az útkereszteződésekben mért lebegő porszemcsék koncentrációja függ az utca tisztasági fokától, az úttest állapotától, a forgalom intenzitásától és az időjárástól.

Az utak mentén levő zöldövezetekben mért lebegő por-szemcsék koncentrációja függ a forgalmas szakasztól mért távolságtól, egyéb szennyező források jelenlététől, az időjárási tényezőktől, mint légmozgások, szélcsend, csapadék-hullás, valamint a növényzet sűrűségétől és magasságától.

A levegő ólomkoncentrációja. Az utak mentén és útkereszteződésekben végzett mérések értékei magasabbak mint az ezek környékén levő zöldövezetekben.

Az utak mentén és az útkereszteződésekben mért ólomkoncentráció függ a forgalomban résztvevő, nem ólommentes benzinnel működő járművek számától, ezek technikai állapotától, a levegő alap ólomkoncentrációjától, az időjárási viszonyoktól, az érintett utak, csomópontok zsúfoltságától.

A talaj ólomkoncentrációja. A talajmérések esetében, a megengedett határértéknél nagyobb értékeket kaptunk, még a parkok esetében is. Sok esetben a talajminta ólomkoncentráció értéke meghaladja az érzékeny területek intézkedési határértékét. Az utak mentén levő zöldövezetekben mért értékek az esetek többségében kisebbek mint az utak és útkereszteződések mérési eredményei. Léteznek olyan területek a városban, ahol a talajban talált ólom mennyisége magasabb a zöldövezeti részen, valamint a járdák mentén, mint a város más pontjain (Kossuth utca, „Aranykakas” útkereszteződés). A talaj ólomteltettségi foka elsősorban az ólom tartalmú üzemanyagokat fogyasztó járművek számától, technikai állapotától, valamint az ipari ólomszennyezés mértékétől függ.

A zöldövezetekben mért magasabb ólomkoncentráció azon kertek talajában fordult elő ahol hulladékokat tároltak (a Turbina árok mellett), és olyan parkokban ahol nemrég még építkezések folytak.

Az utak és útkereszteződések mentén levő zöldövezetekben vett talajminták ólomkoncentrációja függ az ipari ólomforrások jelenlététől, valamint az ólom tartalmú üzemanyaggal működő járművek forgalmától.

Ajánlások

A közúti közlekedés okozta problémák megoldására több javaslat létezik:

- az elévült autópark felújítása olyan járművekkel amelyek ólommentes üzemanyagot használnak,
- katalitikus konvertorok használata,
- terelőutak építése,
- közszállítás igénybevétele batorítása,
- a gyaloglás és kerékpározás felkarolása,
- fák ültetése az utak mentén és a zöldövezetekben,
- a terhes nők, valamint kisgyerekes anyák nevelése, hogy kerüljék a közlekedési csúcsidőben történő sétákat a zsúfolt utak mentén.

Irodalom

1. Amitay Z. et al. - *Hazards of developing homes of children with lead poisoning*, Am. J. Dis. Child., 1987, 141: 758-760.
2. Bascolo P. et al. - *Neurohumoral blood pressure regulation in lead exposure*, Env. Health.Persp., 1988, 78: 101-106.
3. Bellinger D. et al. - *Low-level lead exposure and children cognitive function in the preschool years*, Pediatrics, 1991, 87: 219-227.

4. Bellinger D. et al. - *Neurodevelopmental effects of low-level lead exposure in children*, in Human lead exposure, Boca Raturer, CRC Press, 1992, 191-208.
5. Benton D., Buts J.P. - *Vitamin/mineral supplements and intelligence*, Lancet, 1990, 335: 1158-1160.
6. Gurzäu E.S. et al. - *Aspecte privind poluarea cu metale grele în localitatea Copșa Mică. Impactul asupra stării de sănătate a populației în vârstă de 7-11 ani*, Sibiul Medical, 1993, 3: 7-14.
7. Gurzäu E.S. et al. - *Enviromental health assessment of irritants and heavy metals in Transylvania, Romania*, J. Occup. Env. Health. CEE, 1995, 1: 63-67.
8. Gurzäu E.S. et al. - *Evaluarea riscului și a impactului asupra populației infantile din Baia-Mare expusă la metale grele*, Acta Med. Trans., 1996, 1: 27-30.
9. Gurzäu E.S. et al. - *Health status of children aged 7 to 11 living in area (Pb, Cd)*, Env. Contam., in CEE, 1992, 4675-469.
10. Gurzäu E.S., Negru C., Gurzäu A.E., - *Essential metals-case study on iron*, Ecotoxicol Environ Saf. 2003 sep; 56 (1): 190-200.
11. Jouraeva V.A., Johnson D.L., Hassett J.P., Nowak D.J. - *Differences in accumulation of PHs and metal son the leaves of Tilliaxeuchlora and Pyrus calleryana*, Environ. Pollut. 2002. 120(2); 331-8.
12. Kovács M. - *A nagyvárosok környezete*. Gondolat Kiadó, Budapest, 1985.
13. NRC, *Measuring Lead Exposure in Infants, Children and Other Sensitive Populations*, National Research Council, Washington D.C. National Academy Press, 1993.
14. Panaiotu C.G., Necula C., Panaiotu C.E. et al. - *A magnetic investigation of heavy metals pollution in Bucharest, , Scientific reunion of the special program of Alexander von Humboldt Foundation concerning the reconstruction of the South Eastern Europe - Sustainability for humanity & environment in the extended connection field science-economy-policy*, Editura Politehnica, Timisoara, 2005, 83-86
15. Szabó Gy. - *A talaj nehézfém-tartalmát befolyásoló földrajzi tényezők vizsgálata egy bükkaljai mintaterületen*, Hungeo Szekcióülések – Geografia B7 Debreceni Egyetem 2000, Programfüzet 8.
16. Szegedi S. - *Debrecen nehézfém-szennyezettsége*, Magyar Tudomány CVI/XLVI. k. 10. sz. 1999,1192-1200.
17. Szegedi S. - *The study of the factors determining the heavy metal pollution of the soil in Debrecen*, Acta Geographica Debrecina, 1996/1997 Tomus XXXIV Debrecen, 127-150.
18. Wild K., Eliasson R., Berlin M. - *Effects of occupational exposure to lead on sperm and semen*. In Reproductive and Developmental Toxicity of Metals. (J.W. Clarkson, G.F. Nordberg, P.R: Sager, eds.) Plenum Press 1983 .
19. ***ISO 10381-6 STANDARD ROMÂN - *Linii directoare pentru colectarea, manipularea și conservarea solurilor destinate unui studiu în laborator*.
20. ***ORDIN ADMINISTRATIE PUBLICA 592/2002 (M.O. 765/2002) - *Normativ privind stabilirea valorilor limită, a valorilor de prag și a criteriilor de evaluare a dioxidului de sulf, dioxidului de azot și oxizilor se azot, pulberilor în suspensie (PM10 și PM2,5), plumbului, benzenului, monoxidului de carbon și ozonului în aerul înconjurător*.
21. *** ORDIN ADMINISTRATIE PUBLICA 756/1997(M.O. 303/1997) - *Reglementare privind evaluarea poluării mediului*.
22. *** SR ISO 11464 - *Calitatea solului. Pretratamentul eșantioanelor pentru analizele fizico-chimice*.
23. *** SR ISO 8756-1996 - *Calitatea aerului. Prelucrarea datelor de temperatură, presiune și umiditate..*