

Vplyv magnezitového priemyslu na imisnú zát'áž oblasti Jelšavy tuhými imisiami

Jozef Hančul'ák¹ a Milan Bobro¹

Influence of Magnesite Industry on Imission Load by Solids in the Area of Jelšava

The contribution deals with the assessment of current imission load by magnesium solids in the area with long-term operation of magnesite industry. The imission load being observed by means of the dust fallout analysis has a decreasing trend. The allowable dust imission limits are exceeded only in the closest vicinity of the processing plant. The content of Mg-component in the dust fallout with the increasing distance from the plant diminishes more dramatically than total dust fallout. As to heavy metals, the area of Jelšava is mostly loaded by manganese. This fact is caused by its occurrence in processed magnesite. The contents of other observed heavy metals are also above an average. A decreasing input of alkalising components of solid imissions into the soil horizon enables to expect a reduction of the contaminated soil area by the reclamation.

Key words: solid imissions, dust fallout, magnesite, , emission, heavy metals, soils

Úvod

V oblasti Jelšavy existuje vyše storočná tradícia výroby žiaruvzdorných materiálov na báze magnezitu. Pri termickom rozklade magnezitu okrem plyných emisií vzniká aj veľké množstvo tuhých polydisperzných horečnatých častíc, ktoré je nutné zachytiť. Tento problém nebol dlhodobo dostatočne vyriešený. Najhoršia situácia nastala po spustení veľkokapacitných rotačných a šachtových pecí v Jelšave a v Lubeníku koncom šesťdesiatych a začiatkom sedemdesiatych rokov. Závody v tomto období emitovali do ovzdušia obrovské množstvá týchto tuhých látok (rádovo niekoľko tisíc ton ročne) a spôsobili veľkú devastáciu okolitého prostredia. Množstvo tuhých emisií sa podarilo dostať na prijateľnú úroveň až začiatkom deväťdesiatych rokov po zavedení tkanivových hadicových filtrov typu „Amertherm“.

Od polovice roku 1995 je v oblasti Jelšavy Ústavom geotechniky v spolupráci s SMZ Jelšava, a. s., sledovaná imisná situácia formou merania prašného spadu. Prašný spad reprezentuje znečistenie zemského povrchu sedimentáciou častíc prachu a najhrubšej frakcie aerosólov prírodného aj antropického pôvodu. Ich pôvod je predovšetkým v povrchovej prašnosti spôsobenej dopravou, stavebnou činnosťou a veternou eróziou plôch zbavených vegetačného krytu. V priemyselných oblastiach sa na jeho zložení výrazne podieľajú technologické emisie všade tam, kde dochádza k masívnemu úniku tuhých častíc. Tuhé častice z technológií spracovania magnezitu svojim špecifickým zložením výrazne ovplyvňujú zloženie prašného spadu predovšetkým v blízkosti svojich prevádzok. Po sedimentácii sa prašný spad dostáva do interakcie s pôdou a ostatnými zložkami životného prostredia, čím môže priamo ovplyvňovať ich kvalitu. V príspevku je stručne hodnotená imisná situácia v oblasti, vo vzťahu predovšetkým k tuhým emisiám závodu SMZ, a. s., Jelšava.

Emisná situácia

V súčasnosti v predmetnej oblasti pracujú dva spracovateľské závody v Jelšave a Lubeníku. Špecifikom je ich lokalizácia v pomerne úzkej doline riečky Muráň, SZ-JV orientácie, s pomerne vysokým výskytom bezvetria (nad 30 %) a prevládajúcim veterným prúdením v smere orientácie doliny. Množstvo emitovaných tuhých znečisťujúcich látok v minulosti bolo oproti súčasnosti niekoľkonásobné. Ročné emisie TZL v Jelšave poklesli z maximálnych hodnôt vyše 5000 t v roku 1970 na 117 t v roku 2003, v Lubeníku sa situácia vyvíjala podobne. V tabuľke č. 1 sú uvedené hodnoty emisií TZL z Jelšavského závodu v sledovanom období, kde je možné sledovať výrazný pokles týchto emisií.

Tab. 1. Vývoj tuhých emisií a výroby slinkov v jednotlivých rokoch
Tab. 1. Solid emissions and production of clinkers in the individual years

Rok	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Tuhé emisie [t . rok ⁻¹]	186,0	157,8	152,4	182,0	180,2	145	130,4	113,4	117,1
Výroba slinkov [kt . rok ⁻¹]	228,1	237,8	249,6	305,7	333,9	357,4	359,8	326,7	369,7

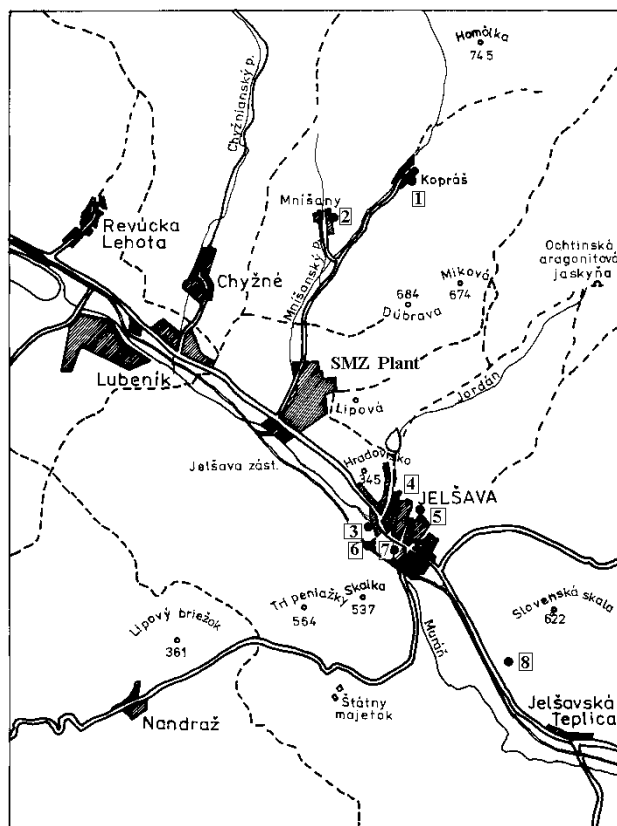
Úlety tuhých látok tvorí hlavne MgO vo forme kryštalickej ako periklas, amorfnej – kaustický MgO, nerozložené častice magnezitu, prípadne dolomitu. Z hľadiska chemického zloženia obsahujú podľa pôvodu

¹ Ing. Jozef Hančul'ák, PhD., hosť. doc. RNDr. Milan Bobro, PhD., Ústav geotechniky SAV, Watsonova 45, 043 53 Košice (Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 29. 11. 2004)

z jednotlivých technologických uzlov výroby slinkov približne 25– 50 % Mg, 5 % Fe, 2 % Ca, 0,5 % SiO₂, 0,3 % Mn a stopové množstvá niektorých ďalších prvkov (Hančulák, 2001). Horečnaté úlety s významným podielom reaktívneho kaustického MgO v styku s pôdnou alebo rastlinnou vlhkosťou tvoria agresívne pôsobiace nasýtené alkalické roztoky, v čom spočíva ich hlavný negatívny vplyv na životné prostredie. Hlavným zdrojom úletov prachových častíc v Jelšavskom závode sú prevádzky rotačných pecí. Predstavujú vyše 50 % evidovaných úletov tuhých častíc. Sú to pomerne jemnozrné prachové úlety s 35,9 % podielom častíc pod 5 µm, emitované 120 m vysokým komínom. V tabuľke 2 sú uvedené priemerné hodnoty obsahov vybraných prvkov v úletoch z amerthermov rotačných pecí z roku 1999 (Hančulák, 2001). Priemerný obsah horčička v úlete z rotačných pecí je 39,45 %, obsahy ťažkých kovov sa pohybujú v stopových množstvách s výnimkou vysokého obsahu mangánu, ktorý je prirodzenou súčasťou spracovávaného magnezitu.

Tab. 2. Priemerné obsahy vybraných prvkov v úletoch z rotačných pecí Jelšavského závodu z roku 1999.
Tab.2. Average content of selected elements in outlets from the furnaces of the Jelšava's plant in 1999.

Mg	Ca	Fe	Mn	Zn	Pb	Cu	Co	Ni	Cr	Cd	As	Hg
			%			ppm						
39,45	1,31	5,36	2700	400	>1	75	14	5	90	>1	3,7	>1



Obr.1. Situačný náčrt lokalizácie odberných miest
Fig.1 Situation map of sampling points

Metodika práce

Určenie prašného spad bolo vykonané v zmysle prílohy metodických pokynov Vestníka MZ SSR č. 13/1982, s niektorými účelovými úpravami. Sedimentujúci prach sa zachytával do voľne vystavených plastových nádob valcového tvaru s priemerom 12,5 cm, umiestnených po dvoch na kovových stojanoch vybavených držiakmi, vo výške 3m nad terénom. Na analytické spracovanie boli gravimetricky vyhodnotené vzorky mesačných prašných spadov z jednotlivých odberných miest kumulované do jednej za polročné obdobie a po mineralizácii analyzované metódou AAS na zariadení Spectr AA – 30, VARIAN. Z týchto chemických analýz a celkového prašného spad boli vypočítané priemerné ročné spady Mg a ďalších sledovaných prvkov, V súčasnosti je prašný spad hodnotený z 8 odberných miest. Jednotlivé odberné miesta sú vyznačené na obr. 1.

Výsledky a diskusia

V tabuľke č. 3 sú uvedené hodnoty prašného spad namerané v jednotlivých mesiacoch roku 2003 (Bobro et al., 2004, Hančulák, Bobro 2004). Najvyššie namerané hodnoty boli zistené na stanovišti č. 3, situované cca. 1 600 m od závodu na juhozápadnom okraji Jelšavy, v smere hlavného JV prúdenia. Hygienicky prípustná hodnota 12,5 g.m⁻².(30 dní)⁻¹ je na tomto stanovišti prekročená v mesiacoch máj až september, keď najvyššia hodnota 21,52 g.m⁻².(30 dní)⁻¹ bola zaznamenaná v auguste. Na ostatných odberných miestach je najvyššia prípustná hodnota tesne prekročená len v júli na stanovišti č. 4. Najnižšie hodnoty prašného spad sú namerané na stanovištiach č. 1 a 2 lokalizovaných S - SV smerom od závodu a na najvzdialenejšom stanovišti č. 8 lokalizovanom JV smerom. V tomto smere je pokles hodnôt prašného spad menej výrazný. V tabuľke č. 4 je uvedený varičný rad štatistických tried prašného spad. Do tried pod 8,5 g. m⁻².(30 dní)⁻¹ je zaradených cca. 87 % všetkých získaných vzoriek.

V tabuľke č. 5 sú uvedené priemerné ročné hodnoty prašného spad na jednotlivých stanovištiach. Od roku 1997 pozorujeme pokles absolútnych hodnôt prašného spad na najviac zaťaženom stanovišti č. 3. Sedimentovaný prach v oblasti magnezitových závodov obsahuje aj značný podiel termicky nerozložených karbonátov (Hančulák, 2001). Z tohto dôvodu a z dôvodu možnosti úniku niektorých prvkov pri žihaní nebol vo vzorkách určený organický podiel, ktorý sa stanovuje žihaním pri 700 °C. Obsah organického podielu sa v sedimentovanom prachu pohybuje v ročnom priemere od cca. 20 do 60 % v závislosti od vzdialenosti hlavného

zdroja emisií . V prípade zohľadnenia tejto skutočnosti by k prekročovaniu limitných hodnôt na území Jelšavy v rokoch 1998 – 2003 dochádzalo len sporadicky.

Tab. 3. Hodnoty prашného spadu na sledovaných stanovištiach v roku 2003 [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot(30\text{ dní})^{-1}$]
Tab. 3. The values of dust fallout on observed sampling points in 2003 [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot(30\text{ days})^{-1}$]

Odborné miesto	mesiac											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,89	0,23	1,07	-	3,61	1,94	4,86	3,45	1,93	1,44	4,51	0,90
2	2,44	0,60	2,49	3,81	3,44	1,70	6,91	4,56	1,92	1,58	6,64	1,81
3	11,46	3,10	11,26	11,83	13,91	17,45	-	21,52	17,63	8,11	-	8,06
4	5,25	2,34	4,55	9,87	8,94	6,34	13,76	7,15	5,87	4,69	7,17	5,17
5	6,32	3,40	6,03	8,50	7,07	4,07	4,67	6,26	6,22	3,64	6,17	5,23
6	4,56	0,95	4,18	6,15	4,51	3,97	4,12	4,13	3,16	6,81	3,18	3,48
7	7,54	3,69	7,40	9,57	7,68	7,94	9,93	7,43	6,17	3,98	5,55	5,11
8	3,48	0,29	3,12	6,82	3,70	2,13	2,61	3,04	1,55	3,77	2,51	2,07

Tab. 4. Variačný rad štatistických tried prашného spadu v r. 2003
Tab. 4. Variance order of statistical classes of dust fallout in 2003

Trieda [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot(30\text{ dní})^{-1}$]	Početný výskyt	Zastúpenie [%]	Trieda [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot(30\text{ dní})^{-1}$]	Početný výskyt	Zastúpenie [%]
0 – 1,7	10	10,75	11,9 – 13,6	0	0
1,7 – 3,4	18	19,36	13,6 – 15,3	2	2,15
3,4 – 5,1	24	25,81	15,3 – 17,0	0	0
5,1 – 6,8	15	16,13	17,0 – 18,7	2	2,15
6,8 – 8,5	14	15,05	18,7 – 20,4	0	0
8,5 – 10,2	4	4,30	20,4 – 22,1	1	1,07
10,2 – 11,9	3	3,23	-	-	-

Tab. 5. Priemerné prашné spady na jednotlivých odborných miestach v rokoch 1995-2003
Tab. 5. Average dust fallouts on individual sampling points in the years 1995 – 2003

Odborné miesto	1995*	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot(30\text{ dní})^{-1}$								
1	3,71	3,87	3,33	3,16	3,91	3,35	3,15	3,76	2,30
2	4,42	4,58	3,87	4,94	3,77	3,43	3,24	3,12	3,16
3	20,59	20,68	10,69	10,66	12,83	14,05	15,55	13,63	12,66
4	8,07	16,60	15,36	7,15	9,33	9,37	7,54	6,62	6,71
5	8,73	9,14	6,88	7,40	10,58	7,43	6,74	5,89	5,63
6	7,26	6,83	5,26	5,26	6,92	5,14	4,67	4,81	4,10
7	10,25	10,27	8,39	8,29	11,10	7,46	6,51	6,45	6,84
8	3,64	3,93	3,23	3,10	3,81	3,05	3,69	4,02	2,92

* Druhý polrok roku 1995

Horčík je hlavnou zložkou tuhých emisií produkovaných magnezitovým priemyslom, čo sa premieta do jeho obsahu v prашnom spade. V tabuľke č. 6 sú uvedené priemerné hodnoty obsahu Mg v sledovaných rokoch pre jednotlivé odborné miesta (Bobro et al., 2004, Hančulák, Bobro 2004). Z údajov v tabuľke je evidentné, že Mg zložka prашného spadu vykazuje výrazne rýchlejší pokles oproti celkovému prашnému spadu so vzrastajúcou vzdialenosťou od závodu. čo je dokumentované aj graficky na obr. č.2. Táto skutočnosť má viac príčin. Odborné miesta v blízkosti závodu sú zaťažované aj prашnosťou zo sekundárnych netepelných prevádzok, s relatívne vyšším obsahom Mg. Mineralogické analýzy preukázali rýchlejšiu sedimentáciu prашných zložiek s vyšším obsahom Mg (hlavne periklas, v menšej miere kaustický MgO) oproti karbonátom. Vplyv má aj rast podielu miestnych zdrojov na celkovom prашnom spade úmerne so vzrastajúcou vzdialenosťou. V absolútnych hodnotách sa priemerný obsah Mg v roku 2003 v prашnom spade pohybuje v rozmedzí maxima (odb. miesto č. 3) $1,86\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot(30\text{ dní})^{-1}$ po minimálne hodnoty $0,09\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot(30\text{ dní})^{-1}$ u odborných miest č. 1 a č. 8.

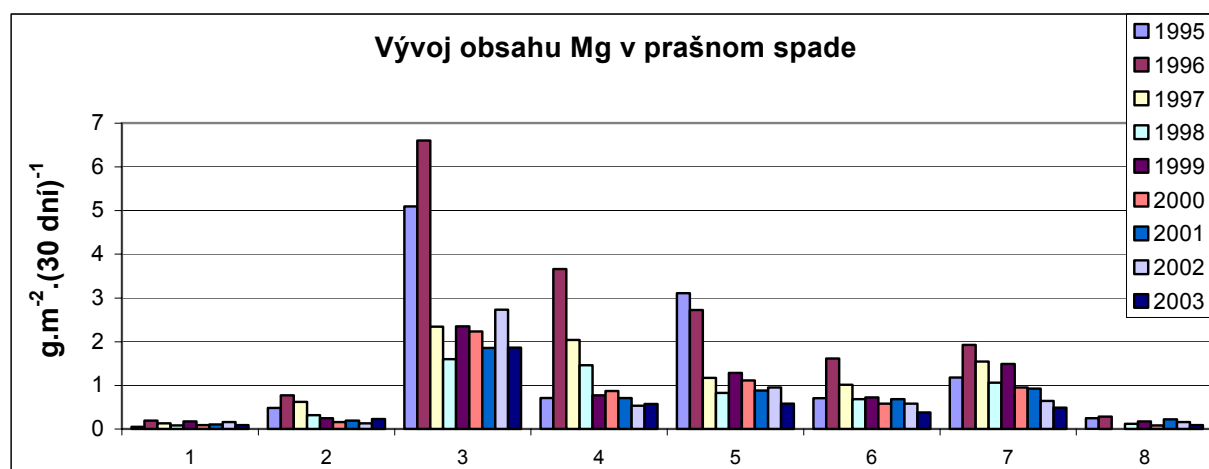
Agrochemické kritéria predpokladajú obsah prijateľného Mg v pôdach do $200\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. V záujmovom území sú pôdy s obsahmi Mg niekoľko násobne vyššími (Hronec, 1996, Bobro et al. 2000). Hodnota udávaného prirodzeného ročného úbytku Mg z pôd ($26\text{--}34\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) predstavuje v prepočte hodnotu $0,21\text{--}0,28\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot(30\text{ dní})^{-1}$ (Hronec, 1996). Hodnoty spadu Mg u odborných miest č. 1, 2 a 8 v posledných rokoch nedosahujú hodnôt prirodzeného úbytku Mg z pôd, čo je základný predpoklad pre možnosť riešenia tohto nepriaznivého stavu.

Zhodnotiť podiel magnezitového priemyslu na celkovom prашnom spade je určitým spôsobom možné na základe porovnania percentuálneho zastúpenia Mg v prашnom spade a v úletoch z emisných zdrojov závodu. V tabuľke č. 7 sú týmto spôsobom zhodnotené jednotlivé stanovišťa porovnaním priemerných obsahov Mg v prашnom spade z roku 2003, s obsahom Mg v úletoch z amerthermov rotačných pecí (obsah Mg 39,45 %). Z tabuľky vyplýva, že magnezitový priemysel sa na celkovom prашnom spade v roku 2003 podieľal na jednotlivých stanovištiach v rozsahu 8,01 až 37,69 %. Takéto zhodnotenie imisnej záťaže však prináša

častočne skreslené výsledky hlavne z dôvodu rýchlejšieho vypadávaní zložiek s vyšším obsahom Mg z úletov produkovaných magnezitovým priemyslom s rastúcou vzdialenosťou, ako aj vplyvom sekundárnych prevádzok závodu na stanovištiach situovaných najbližšie k závodu. Dá sa však predpokladať, že reálny vplyv na spadovú prašnosť sa nebude výrazne líšiť od hodnôt uvedených v tabuľke č. 7.

Tab. 6. Obsah Mg v prašnom spade na jednotlivých odberných miestach v rokoch 1995- 2003
Tab. 6. Mg content in dust fallout on individual sampling points in the years of 1995- 2003

Odberné miesto	1995*	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	[g.m ⁻² .(30 dní) ⁻¹]								
1	0,05	0,19	0,13	0,08	0,17	0,09	0,10	0,16	0,09
2	0,48	0,77	0,62	0,32	0,25	0,16	0,19	0,13	0,23
3	5,09	6,60	2,34	1,60	2,35	2,23	1,85	2,73	1,86
4	0,71	3,66	2,04	1,46	0,77	0,87	0,71	0,53	0,57
5	3,11	2,72	1,17	0,83	1,28	1,11	0,88	0,95	0,58
6	0,70	1,61	1,01	0,68	0,72	0,58	0,68	0,58	0,38
7	1,18	1,92	1,54	1,06	1,49	0,95	0,92	0,64	0,49
8	0,25	0,28	-	0,12	0,17	0,08	0,22	0,16	0,09



Obr. 2. Vývoj obsahu Mg v prašnom spade
Fig. 2. Development in Mg – content in dust fallout

Tab. 7. Podiel zdrojov magnezitového priemyslu na celkovom prašnom spade v roku 2003
Tab. 7. Share of magnesite industry sources on total dust fallout

Odberné miesto	1	2	3	4	5	6	7	8
Obsah Mg v prašnom spade [%]	3,55	7,14	14,87	8,57	10,15	9,35	7,40	3,16
Podiel zdrojov magnezit. priemyslu [%]	8,99	18,10	37,69	21,72	25,73	23,70	18,76	8,01

Prašné úlety z jednotlivých technologických uzlov spracovania magnezitu okrem hlavných horečnatých zložiek obsahujú celý rad ďalších prvkov, medzi nimi aj ťažkých kovov, prevažne v stopových množstvách. Ich pôvod je možné hľadať v spracovávanom magnezite, kde sú viazané izomorfne, alebo ako súčasť heterogénnych prímiesí. Významným zdrojom ťažkých kovov je aj ťažký vykurovací olej (TVO) používaný spolu so zemným plynom na výpal magnezitu a do roku 1998 aj v podnikovej kotolni SMZ, a. s. Jelšava s emisiami popolčeka. Zdrojom niektorých ťažkých kovov hlavne na území Jelšavy, okrem magnezitového priemyslu sú určite aj miestne zdroje komunálnej sféry. V tabuľke č. 8 sú uvedené priemerné obsahy vybraných ťažkých kovov v prašnom spade za celé sledované obdobie (Bobro et al., 2004, Hančulák, Bobro, 2003).

Tab. 8. Priemerný obsah vybraných prvkov v prašnom spade za sledované obdobie
Tab. 8. Average content of selected elements in the dust fallout in the observed period

Odberné miesto	Mn	Zn	Pb	Cu	Cr	Cd	As
	[mg.m ⁻² .(30 dní) ⁻¹]						
1	9,23	4,02	0,27	1,54	0,97	0,060	0,082
2	13,1	6,03	0,51	1,25	0,89	0,048	0,096
3	33,4	5,19	0,87	1,36	1,03	0,052	0,430
4	22,1	6,39	1,44	1,65	0,81	0,092	0,458
5	21,1	4,71	0,93	1,25	0,76	0,042	0,635
6	17,5	5,98	0,57	1,41	0,67	0,048	0,563
7	21,0	5,43	0,36	1,30	0,90	0,060	0,578
8	12,1	3,30	0,52	1,71	0,89	0,044	0,249

Z ťažkých kovov je oblasť Jelšavy najviac zaťažená mangánom. Jeho pôvod je predovšetkým v spracovávanom magnezite, kde Mn izomorfne zastupuje Fe. Obsah Mn v prašnom spade je výrazne najvyšší v blízkosti závodu pretože je viazaný na horečnaté zložky ktoré tvoria hlavnú súčasť tuhých úletov. V posledných rokoch boli namerané aj vysoké hodnoty As predovšetkým na stanovištiach umiestnených v Jelšave. Obsahy ostatných prvkov v prašnom spade sú porovnateľné s hodnotami nameranými v mestskom a priemyselnom prostredí (Hančulák, Bobro, 2003). Neodrážajú rozdiely v absolútnych hodnotách prašného spadu, ktorý s rastom vzdialenosti od hlavného zdroja výrazne klesá. V oblasti bol zisťovaný obsah ťažkých kovov aj v pôde (Holobradý, 1995, Hronec, 1996, Bobro et al., 2000). Boli zistené nadpriemerné koncentrácie Zn, Cu, Cd ale najmä mangánu, čo korešponduje s ich obsahmi v prašnom spade. Riziká z nadpriemerných obsahov ťažkých kovov v pôde znižuje vplyv alkality horečnatých imisií na ich migračnú schopnosť.

Záver

Z výsledkov kvantitatívnej a kvalitatívnej analýzy spadovej prašnosti je možné konštatovať, že imisná záťaž tuhými imisiami predmetnej oblasti v posledných rokoch má klesajúci trend, napriek rastu výroby, čo je možné pripísať realizovaným opatreniam v rámci zvyšovania kvality odprášenia. V roku 1995 na 1 kt vyrobených slinkov pripadalo 0,815 t tuhých znečisťujúcich látok, v roku 2003 to už bolo len 0,316 t. Limitné hodnoty celkového prašného spadu sú prekračované len v najbližšom okolí závodu, v minulosti extrémne zaťaženom meste Jelšava len sporadicky, na jej západnom okraji. Podiel magnezitového priemyslu sa na celkovom prašnom spade na území mesta pohybuje v rozsahu 19 až 38 %. Obsah Mg v prašnom spade presahuje hodnoty jeho prirodzeného úbytku do vzdialenosti maximálne 4 km v najviac zaťaženom JZ smere. V ostatných smeroch je táto vzdialenosť výrazne nižšia. Väčšina rozlohy v minulosti Mg imisiami zaťaženej pôdy sa nachádza vo väčšej vzdialenosti, čo umožňuje uvažovať o jej možnej rekultivácii s malým rizikom opätovnej kontaminácie. Oblasť Jelšavy je z ťažkých kovov najviac zaťažená mangánom, vplyvom jeho vysokého obsahu v spracovávanom magnezite.

Liteatúra - References

- Bobro, M., Hančulák, J., Dorčáková, H., Bálintová, M.: Monitorovanie imisnej záťaže pôd v Muránskej doline., *Acta Montanistica Slovaca.*, 5, 1/2000, s.33-35.
- Bobro, M., Hančulák, J., Gešperová, D., Lucová, K.: Výsledky analytického spracovania spadovej prašnosti v oblasti činnosti závodu SMZ, a.s., *Jelšava v roku 2003, Expertízna správa pre SMZ, a.s, Jelšava, Úgt SAV, Košice, 2004, s.16.*
- Hančulák, J.: Tuhé imisie v oblasti pôsobenia magnezitového priemyslu Jelšavy a Lubeníka, *Doktorandská dizertačná práca, Úgt SAV, Košice, 2001, 187 s.*
- Hančulák, J., Bobro, M.: Effect of magnesium imissions on the environment in the area of Jelšava. In: *Proceedings „6th Conference on Environment and Mineral Processing – Part I“ Ostrava, 2002, , s.45-49.*
- Hančulák, J., Bobro, M.: Heavy Metals in the Dust deposition in the Jelsava Area. In: *Proceedings „ 7th Conference on Environment and Mineral Processing – Part I“ Ostrava, 2003, s.59 – 64.*
- Hančulák, J., Bobro, M.: Current situation of immission loading in the area of Jelšava magnezite industry, In: *Proceedings „8th Conference on Environment and Mineral Processing – Part II“ VŠB – TU Ostrava, 2004, s.313 – 318.*
- Holobradý, K., Martišková J.: Rizikové minerálne látky v pôdach regiónu Jelšava – Lubeník. In: *Zborník referátov zo IV. Sympózia o ekológii vo vybraných aglomeráciach Jelšavy – Lubeníka a stredného Spiša., Hrádok 1995, s. 26 – 31.*
- Hronec, O.: Exhaláty, pôda, vegetácia., *Monografia, TOP, s. r. o., Prešov a SPPK Bratislava, 1996, s.325.*