

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

Környezettudományi Centrum



**Talajminták vizsgálata Budapest XI. kerületének
területéről, környezetfizikai módszerekkel**

Tudományos diákköri dolgozat

Készítette:

Karlik Máté

Környezettudomány mesterszakos hallgató

Témavezető:

dr. Angyal Zsuzsanna

egyetemi tanársegéd

Budapest,

2014.

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	2
1. Bevezetés, célkitűzés	5
2. Szakirodalmi feldolgozás	7
2.1. A városi talaj fogalma	7
2.2 A városi talaj általános tulajdonságai	7
2.3. Talajok toxikus fémtartalmát befolyásoló talajtani tényezők	8
2.4 Talajok toxikus fémtartalmának vizsgálata hazai és nemzetközi példákon keresztül	8
2.4.1 Lokális vizsgálatok	8
2.4.1.1 Példa ipari létesítmény esetére	9
2.4.2 Város léptékű vizsgálatok	9
2.4.2.1 Példa Város léptékű esetre	10
2.4.3 Regionális mértékű vizsgálatok	10
2.4.3.1. Példa regionális mértékű vizsgálatra	10
2.5. Jogszabályi háttér	14
3. Anyag és módszer	16
3.1 Mintavétel	16
3.2. Röntgenfluoreszcens spektrometria (XRF)	18
3.2.1 Hullámhossz diszperzív röntgen fluoreszcens spektrométer (WDXRF)	19
3.3. Röntgen pordiffraktometria (XRD)	19
3.3.1. Diffraktométer	19
3.4 Pásztázó elektromikroszkópia- elektronsugaras mikro analízis	19
3.4.1 Energiadiszperzív analitikai pásztázó elektromikroszkóp (SEM-EDX)	20
4. Minta előkészítés	20
4.1. Bórsavas minta előkészítés XRF méréshez	20
4.2. Minta előkészítés XRD méréshez	22
4.3. Minta előkészítés SEM-EDX méréshez	22
5. Eredmények és eredmények értelmezése	23
5.1. Hullámhossz diszperzív röntgen fluoreszcens spektrométer adatai és értelmezése	23
5.1.1. Toxikus eleme(ke)t tartalmazó szelvények elemzése.	23
5.1.1.1 3. Mintavételi pont, Gazdagréti lakótelep (Park) Hrsz.: 1782/24	23

5.1.1.2 5. Mintavételi pont, Függetlenségi park, Hrsz.:4554/1	23
5.1.1.3. 6. mintavételi pont, Fraknó utca (zöldterület) Hrsz.:3302/20	24
5.1.1.4. 7. mintavételi pont, Tétényi út (zöld terület) Hrsz.: 3261/19	24
5.1.1.5 8. Mintavételi pont, Fehérvári út (zöld terület) Hrsz.: 3170/44	25
5.1.1.6. 11. Mintavételi pont, Öörmezei út (felhagyott gyümölcsös) Hrsz.: 739/1....	25
5.1.1.7. 14. Mintavételi pont, Pöfeteg utca (háztartási hulladék lerakó) Hrsz.: 326/3	26
5.1.1.8 20. Mintavételi pont, Kőérberki utca (felhagyott parcella) Hrsz.: 130/6	26
5.1.1.9 21. Mintavételi pont, Dayka Gábor utca (út melletti zöld terület) Hrsz.:2638/2	27
5.1.1.10. 22. Mintavételi pont, Ugron Gábor utca (park) Hrsz.:2570/1	27
5.1.1.11 24. Mintavételi pont, Fibula utca (Duna gátoldala), Hrsz.: 43576/5.....	28
5.1.1.12 26. Mintavételi pont, Hengermalom utca (ipari terület előtti zöld sáv), Hrsz.: 4053	28
5.1.1.13 27. Mintavételi pont, Egyetemisták parkja, Hrsz.:4082/29.....	28
5.1.1.14. 28. Mintavételi pont, ELTE TTK Déli tömb melletti zöld terület, Hrsz.: 4082/31	29
5.2 Röntgen por-diffraktometria eredményei és elemzése	29
5.2.1. 14. Mintavételi pont, Pöfeteg utca (háztartási hulladék lerakó) Hrsz.: 326/3 1 talajszint	30
5.2.2. 20. Mintavételi pont, Kőérberki utca (felhagyott parcella), Hrsz.:130/6, 1. talajszint	30
5.2.3. 21. Mintavételi pont, Dayka Gábor utca (út melletti zöld terület), Hrsz.: 2638/2,.....	31
1. talajszint	31
5.3. Energiadisziperzív pásztázó elektromikroszkópia eredményei	31
6.Konklúzió, ajánlás.....	34
7. Irodalomjegyzék.....	36

8.Mellékletek..... 37

1. Bevezetés, célkitűzés

Környezetünk komplex rendszert alkot, mely számos szférát foglal magában. A különböző szférák között aktív és passzív folyamatok, anyagtranszportok zajlanak. A szférák között kiemelt szerepet kap a pedoszféra, amely az összes többi szférával kölcsönhatásban áll és alapvetően meghatározza az élővilág és az ember életfeltételeit. Emiatt ezzel a szférával kiemelten kell foglalkozni, és nem csak a természetes környezetben, hanem az ember által erősen befolyásolt települési környezetben is. Mindezt az magyarázza, hogy ma a világ népességének több mint a fele (51-52%) városi környezetben él, ahol az ezzel járó infrastruktúra és a fenntartáshoz szükséges rendszerek folyamatos szennyező forrást jelentenek a városi környezetre. Ennek hatására nem csak a szennyezés mértéke nőtt, hanem a nagy népsűrűség miatt a potenciálisan veszélyeztetett népesség száma is. Jelenleg hazánk népességének 17,6%-a Budapesten, 51,8%-a egyéb városokban él (ANDREJCSIK *et al.*, 2014).

Budapest területe számos olyan potenciális szennyező forrással rendelkezik, melyek hathatnak a talajra. Közösségi szempontból idesorolható a közlekedés, kommunális hulladék, utak jégtelenítéséből származó anyagok, egyéni fűtés és aeroszol kibocsátás. Ipari szempontból a különböző üzemek, csatornák, ipari létesítmények.

A városi talajok vizsgálatát kiemelt feladattá teszi egy Budapesten mostanában elterjedő, új tevékenységforma, a városi kertészkedés, a közösségi kertek megjelenése és elterjedése. A városi talajok ebben az esetben mezőgazdasági szempontból, kiskerti növények termesztésekor kerülnek hasznosításra. Maga a törekvés segít a városi embereknek közelebb kerülni a természethez, és ezáltal segíti világnézetük, a természethez való viszonyuk fejlődését. Nem szabad megfeledkeznünk azonban arról, hogy például a toxikus fémekkel szennyezett talaj esetén az itt termesztett növények fajtól és anyagcserétől függően bioakumuláció miatt komoly egészségre ártalmas hatással lehetnek (MOLNÁR, 2013). Magyarországon jelenleg legalább 28 aktív közösségi kert található, ebből 15 Budapesten (www.kozossegekertek.hu).

Dolgozatomban Budapest XI. kerületéből származó városi talajmintákat vizsgállok (**1. ábra**), elsősorban toxikus fémtartalom alapján. Célom az, hogy általános képet nyújtsak a főváros legnépesebb kerületének talajszennyezettségéről, és felhívjam a döntéshozók figyelmét azokra a helyszínekre, ahol beavatkozás szükséges.



1. ábra: Budapest kerülettérképe a XI. kerület kiemelésével

(Forrás: www.budapestinfo.eu)

2. Szakirodalmi feldolgozás

2.1. A városi talaj fogalma

Magyarországon széles körben Stefanovits Pál talajtani definíciója elfogadott, mely szerint „A talaj a Föld legkülső szilárd burka, amely a növények termőhelyéül szolgál” (STEFANOVITS *et al.*, 1999). A talajok szűkebb csoportját képviselik a városi talajok. Ebbe a csoportba tartoznak mindazon városi és külvárosi talajok melyek nem mezőgazdasági jellegű tevékenység hatására változtak, alakultak át és legalább 50 cm mélységű felszíni réteggel rendelkeznek melyet feltöltődés, szennyeződés, átkeveredés vagy ezek együttes hatása eredményezett. (BOCKHEIM, 1974)

2.2 A városi talaj általános tulajdonságai

A városi talajok tulajdonságait legtöbb esetben a rájuk ható mesterséges és természetes hatások befolyásolják, alakítják. Városi környezetben általában jellemző, hogy nagy felületek mesterséges anyaggal például betonnal, aszfalttal fedettek és sűrűn beépítettek. Ebből kifolyólag a talaj tömörebbé válik így szerkezetük leromlik a természetes eredeti talajhoz képest, mely során csökken a szemcsék közötti pórustér. A csökkent pórustér következtében módosul a talaj vízháztartása és szellőzése.

A városi talajokra jellemző a kis szerves anyag tartalom, s számos esetben a talaj pH értéke is ingadozik. Ezt a hatást a talajban élő mikroorganizmusokon keresztül figyelhetjük meg, a holt szerves anyag lebontásához a talajban az ideális tartomány pH = 6-7 érték és 25-50 °C. (SZALAI – JAKAB, 2012). A megváltozott városi talaj eltartó-képessége is módosul, ezáltal csupán kisebb mértékű, főleg gyomokban bővelkedő vegetációt figyelhetünk meg. Elmondhatjuk, hogy a városi talajokra rendkívüli módon jellemző a nagy műtermék tartalom, mely első-sorban az építkezésekből és feltöltésekből származik.

Mindezen hatásokból következik, hogy a városi talajok változékonysága sokkal nagyobb mértékű, mint a természetes talajok esetén. Számos esetben különböző talajtani paraméterek, szennyezőanyag koncentrációk intenzív változékonysága figyelhető, meg mind vertikális mind horizontális kiterjedésben.

2.3. Talajok toxikus fémtartalmát befolyásoló talajtani tényezők

A talajok különböző tulajdonságai befolyásolják a toxikus fémek oldhatóságát és ez által egyes rétegekben, talajokban való mozgékonyágukat. A befolyásoló fő tulajdonságok a következők (SZABÓ, 2000):

Talajok kémhatása: A toxikus fémek oldhatósága nő a talajok kémhatásának csökkenésével (ALLOWAY, 1995).

Talajok szerves anyag tartalma: A szerves anyag mennyiségének növekedésével különös tekintetben a humusz mennyiségére növeli a talaj toxikus fém visszatartó képességét, ugyanis talajok adszorpciós képessége nő a szerves anyagok mennyiségével együtt (ALLOWAY, 1995).

Talajok agyagásvány tartalma: Agyagásványok kőzetek mállástermékeiként kerülnek a talajba, nagyban befolyásolják a talaj fizikai és kémiai tulajdonságát. Elsősorban valamely komplex alkotórészeként fordul elő, önállóan ritkán megfigyelhető. Az agyagásványok nagy felülettel rendelkeznek, mellyel párosul, a rétegek közötti tér negatív töltése, ez által komoly befolyással rendelkeznek a talaj anion és kation tartalmának szabályozásában (ALLOWAY, 1995).

Vas-, alumínium- és mangán-oxidok jelenléte: A vas-, alumínium- és mangán-oxidok száraz talaj esetén kicsapódnak, talajoldatból való kicsapódásuk egy időben következik be számos toxikus fém kationjával, anionjával, így a kicsapódás folyamán abszorbeálják azokat (ALLOWAY, 1995).

2.4 Talajok toxikus fémtartalmának vizsgálata hazai és nemzetközi példákon keresztül.

Számos hazai és nemzetközi vizsgálat, tanulmány született már talajok toxikus fémtartalmának vizsgálatáról, hatásairól. A téma aktualitását jelzi, hogy minduntalan újabb és újabb tanulmányok látnak napvilágot, melyek lokális szinttől regionális szintig vizsgálják, összegzik a városi talajok toxikus fémtartalmát.

2.4.1 Lokális vizsgálatok

Lokális vizsgálatok nagy valószínűséggel két esetben történhetnek, lehetséges ipari szennyezés lehetősége esetén, olyan területeken ahol fokozottan védett fajok élnek, illetve ahol a fémakkumuláció szempontjából veszélyeztetett korosztály sokat tartózkodik (pl. játszóterek).

2.4.1.1 Példa ipari létesítmény esetére

Ipari létesítmény területén történt szennyezés esetén kiugró értékeket is kaphatunk vizsgálatunk eredményeül. Horváth *et al.*, (1980) vizsgálata jó példája ennek az esetnek. Ólomkohó környezetében található talajok 2 mm-nél kisebb szemcseméretű tartományának toxikus fém-szennyezettségét vizsgálták atomabszorpciós spektrométer segítségével, a mintázandó területet a kohó körül egyre nagyobb átmérőjű körökre osztották fel, s a körök mentén történtek a mintavételek. Az egyes mintavételi ponton pedig mélység alapján több tartományt különítettek el ezzel biztosítva a vertikális és horizontális lehatárolást. A kapott értékeiket átlagolták oly kormában, hogy egy adott távolságtartományban vett minták átlagát képezték, mely kapott eredményeik az alábbi **1. táblázat**ban láthatóak (HORVÁTH *et al.*, 1980).

1. táblázat: A felszíni 50 cm-es talajréteg szennyezettsége az ólomkohó 1000 m-es környezetében (HORVÁTH *et al.*, 1980)

Talajréteg, cm	Pb		Zn		Cd		Cu		As	
	Xmedián	Xszórás	Xmedián	Xszórás	Xmedián	Xszórás	Xmedián	Xszórás	Xmedián	Xszórás
	mg/kg									
	Az üzem 300-500 m-es környezetében (9 mérés átlaga)									
0-5	1299	232	2272	493	4,8	0,9	446	94	69	17
20-25	1036	247	1828	123	4,1	0,7	442	79	56	15
50-55	873	215	2161	372	3,6	0,6	423	74	59	14
	Az üzem 500-1000m-es környezetében (13 mérés átlaga)									
0-5	162	16	693	179	1,2	0,2	121	33	13	2
20-25	138	22	646	201	1	0,2	126	31		
50-55	104	24	609	202	0,9	0,2	102	30		

2.4.2 Város léptékű vizsgálatok

A városi léptékű vizsgálatok elsődleges hajtómotorja a nagy népsűrűség, ez által a potenciálisan veszélyeztetettek köre. Célja a lakosság védelme. A toxikus fémek városi talajokban lévő viselkedése is számos kutatót vonz erre a területre. Városok esetén számos pontforrás (ipari üzemek; gyárak, lerakók; erőművek) és diffúz források (közlekedés; lakossági kibocsájtás) fordul elő.

2.4.2.1 Példa Város léptékű esetre

Szegedi (1999) Debrecen toxikus fém-szennyezettségét vizsgálta, elsődleges célja a diffúz források által okozott toxikus fém-szennyezés kimutatása, melyet az indokol, hogy Debrecen területén jelentős tranzitforgalom zajlik. A tranzitforgalomból fakadó szennyezés pedig terheli Debrecen talajrétegeit és potenciálisan veszélyeztetik az ott élőket. Ebből kifolyólag a pontforrásból fakadó szennyeződések nem volt célja vizsgálni. (SZEGERI, 1999)

A vizsgálatok céljából 88 mintavételi pontot határozott meg melyek Debrecen területére és részben azt körülvevő mezőgazdasági területekre szorítkozott. Vizsgálatait 15-20 cm-es mélységből vett átlagmintákon végezte ezzel vizsgálva az esetleges bemosódásokat. (SZEGERI, 1999)

Kutatási módszerét tekintve atomabszorpciós spektrometriát alkalmazott mellyel megfelelő kémiai oldások után a 2 mm –nél kisebb szemcseméretű talajfrakciót vizsgálta. Kimutatta Pb, Cd, Co, Cu, Ni jelenlétét. Mintavételi pontjait terület használat alapján csoportosította. Pb, Cd, Co és Cu esetén kimutatta, hogy a belvárosban és az ipari területeken található az értékek maximuma. Nikkel esetén a maximum a zöld területre esett. (SZEGERI, 1999)

2.4.3 Regionális mértékű vizsgálatok

Regionális méreتي vizsgálatok több alapkutatás összegeként álnak fenn, főként statisztikai alapú nagyobb térrészek összehasonlítására adva lehetőséget.

2.4.3.1. Példa regionális mértékű vizsgálatra

Cheng, H. et al 2014-ben publikált tanulmányukban 31 kínai metropolisz vizsgálati eredményeit összegzi. A tanulmány elkészítését az ipari előretörés és a városok számának ugrásszerű növekedése indokolta. Kínában 1978-ban 122 várost tartottak nyilván, 2011 re ez a szám elérte a 655-öt, jelenleg a népesség 51,3%-a él városokban. Számos szerző által mért önálló kutatási eredményeit foglalja össze, ebből kifolyólag esetenként eltérő logikai alapon jelölték ki a mintavételi helyszíneket. Az összehasonlításra szolgáló adatok 0-20 cm-ről mint a talaj felső rétegéből, illetve a 150-180 cm-es mélységből kerültek ki. Tíz elemre történt az összehasonlítás.(As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Zn) (CHENG *et al.* 2014) Az alábbi **2, 3, 4, 5, táblázatban** az általuk publikált eredmények egy részét láthatjuk mely a teljesség igénye nélkül 0-20 cm es talajmélység adatait tartalmazza mg/kg egységben kifejezve.

2. táblázat: Kínai városok feltalajának (0-20 cm) toxikus fém szennyezettségi értékei (részlet)
(CHENG *et al.*, 2014) (módosította: Karlik Máté)

	n (mintaszám)	As				Cd				Cr			
		átlag	medián	min.	max.	átlag	medián	min.	max.	átlag	medián	min.	max.
Beijing	261	7,7	7,6	4,4	17,3	0,193	0,168	0,083	0,902	58	57	46	129
Changchun	63	12,8	12,4	6,1	28,4	0,207	0,162	0,066	1,760	62	61	48	79
Changsha	196	19,8	16,3	8,5	84,1	0,876	0,509	0,160	6,663	108	100	69	250
Cgengdu	100	13,4	12,1	6,1	27,4	0,231	0,190	0,110	0,710	80	80	59	143
Chongqing	120	5,8	4,9	1,1	18	0,278	0,284	0,063	0,650	75	71	47	137
Fuzhou	90	6,6	6,2	1,3	32,5	0,258	0,250	0,060	1,060	37	37	8	71
Guangzhou	86	18,8	18	2,3	37,4	0,344	0,307	0,045	0,928	55	52	17	95
Guiyang	80	26,2	22,5	7,2	65,1	0,495	0,420	0,140	2,010	112	113	62	155
Harbin	64	8,3	9	3,6	15,2	0,159	0,137	0,041	0,554	56	60	28	73
Haikou	44	3,7	3,5	1,3	9,8	0,088	0,069	0,023	0,259	73	46	17	309
Hangzhou	226	7	6,7	3,8	17,2	0,188	0,169	0,057	1,321	62	60	43	98
Hefei	36	11,1	10,9	8,4	18,5	0,188	0,168	0,069	0,540	72	71	61	112
Huhhot	78	8,4	6,3	4,2	16,2	0,099	0,086	0,035	0,224	48	43	29	74
Jinan	64	11,2	11,4	4,4	16,3	0,191	0,175	0,060	0,270	108	80	56	740
Kunming	86	15,6	12,1	3,9	90	2,087	0,672	0,073	69,87	110	106	79	197
Lanzhou	80	11,5	12,3	3,8	15,4	0,263	0,258	0,089	0,478	64	66	24	91
Lhasa	36	20,7	18,6	13	36,5	0,128	0,120	0,079	0,210	42	39	28	59
Nanchang	160	9,5	9	3,4	26,1	0,186	0,150	0,059	0,750	69	71	21	117
Nanjing	287	10,8	10,2	5,3	42,9	0,253	0,210	0,080	2,220	82	79	29	188
Nanning	157	15	12	3,3	65,2	0,248	0,189	0,045	1,540	56	55	29	119
Shanghai	167	9,5	8,7	6	21	1,091	0,370	0,120	90,90	114	96	72	1341
Shenyang	140	12,8	10,4	4,8	160	1,161	0,560	0,110	30,40	80	78	63	129
Shujiazhuang	42	9,6	9,5	7,2	16,2	0,287	0,215	0,140	1,080	72	69	57	147
Taiyuan	128	9,9	10,3	4,9	20,6	0,181	0,170	0,092	0,640	74	70	56	158
Tianjin	132	11,2	11,1	6,7	21,3	0,413	0,281	0,105	5,392	93	84	65	346
Ürümqi	56	14,2	13	10	23,2	0,208	0,200	0,140	0,360	59	60	48	67
Wuhan	224	13,7	13	6,4	39,6	0,338	0,280	0,080	4,980	91	89	46	271
Xi'an	192	11,2	11,5	5,8	18,9	0,501	0,281	0,149	3,900	77	77	55	174
Xining	28	12	12,2	9,1	14,8	0,241	0,175	0,140	0,700	59	58	46	75
Yinchuan	154	11,1	11,7	3,7	17	0,172	0,173	0,036	0,403	57	60	19	81
Zhengzhou	221	8,1	8,2	3,9	14,8	0,151	0,145	0,069	0,826	70	70	34	103

3. táblázat: Kínai városok feltalajának (0-20 cm) toxikus fém szennyezettségi értékei (részlet)
(CHENG *et al.*, 2014) (módosította: Karlik Máté)

	n (mintaszám)	Cu				Hg				Ni			
		átlag	medián	min.	max.	átlag	medián	min.	max.	átlag	medián	min.	max.
Beijing	261	31,4	27,8	12,8	164,5	0,406	0,282	0,020	3,312	24,1	24,0	16,8	43,2
Changchun	63	29,7	27,0	17,7	104,9	0,133	0,087	0,029	1,434	25,2	25,0	23,0	28,0
Changsha	196	38,5	35,3	17,3	116,5	0,212	0,180	0,057	0,950	27,4	25,6	16,8	109,0
Cgengdu	100	52,2	45,6	31,5	221,0	0,669	0,330	0,110	15,40	38,5	38,0	29,2	49,2
Chongqing	120	29,9	28,6	14,5	92,4	0,118	0,103	0,026	0,503	30,3	29,7	18,1	71,1
Fuzhou	90	31,2	28,5	4,0	98,0	0,517	0,290	0,010	4,730	15,9	15,7	4,1	24,8
Guangzhou	86	48,0	38,5	9,0	378,0	0,531	0,406	0,052	2,444	19,5	17,9	6,0	35,1
Guiyang	80	56,0	53,7	19,7	128,0	0,372	0,260	0,092	5,59	40,4	41,0	16,5	71,8
Harbin	64	24,5	24,5	7,3	64,2	0,151	0,098	0,011	0,871	23,0	24,6	11,2	29,2
Haikou	44	20,2	15,3	3,5	64,9	0,125	0,060	0,003	0,54	33,3	18,2	5,2	157,6
Hangzhou	226	30,5	29,1	8,4	133,4	0,324	0,248	0,027	3,549	25,3	25,0	14,0	38,0
Hefei	36	37,4	34,0	25,5	85,7	0,161	0,097	0,010	1,092	27,5	27,4	21,3	39,7
Huhhot	78	15,1	12,2	7,1	45,7	0,017	0,015	0,005	0,037	19,3	16,3	10,4	35,8
Jinan	64	31,2	28,5	15,9	66,7	0,177	0,110	0,016	1,857	30,6	29,6	22,2	45,0
Kunming	86	126,7	103,1	27,9	462,2	0,385	0,254	0,070	2,981	50,8	46,9	28,0	99,6
Lanzhou	80	28,3	27,1	8,8	76,9	0,089	0,061	0,012	0,418	28,1	29,3	9,2	36,2
Lhasa	36	22,7	22,1	14,9	34,0	0,157	0,075	0,011	0,615	20,8	19,6	13,4	28,6
Nanchang	160	28,5	26,5	9,9	146,0	0,150	0,092	0,023	0,906	23,3	24,1	8,4	33,9
Nanjing	287	42,2	38,4	9,6	278,0	0,230	0,110	0,028	8,090	36,9	35,8	10,7	58,8
Nanning	157	23,7	21,5	8,3	64,5	0,132	0,100	0,043	0,515	16,5	15,0	4,0	50,8
Shanghai	167	63,8	47,9	21,2	420,0	0,358	0,240	0,064	3,350	36,2	35,6	28,0	53,9
Shenyang	140	58,2	45,6	21,3	586,0	0,269	0,205	0,041	1,930	34,1	33,3	25,0	59,1
Shujiazhuang	42	27,8	27,2	19,2	45,5	0,114	0,104	0,052	0,220	28,1	27,7	23,7	41,1
Taiyuan	128	33,1	25,5	17,7	750	0,123	0,094	0,027	0,85	29,5	28,4	20,5	75,8
Tianjin	132	50,1	42,6	21,5	253,8	0,294	0,188	0,042	1,889	35,8	34,1	26,2	96,9
Ürümqi	56	35,2	34,8	25,3	43,9	0,082	0,060	0,016	0,279	29,6	28,9	24,4	43,9
Wuhan	224	50,0	42,4	18,8	1440	0,191	0,114	0,028	2,618	37,5	37,5	16,9	59,4
Xi'an	192	37,6	34,1	14,1	96,1	0,411	0,234	0,023	2,600	33,5	32,8	18,3	348,9
Xining	28	28,6	25,5	18,2	100,2	0,081	0,064	0,010	0,302	26,8	27,4	21,3	33,9
Yinchuan	154	21,7	23,5	5,8	43,8	0,055	0,040	0,008	0,461	26,0	27,6	7,9	37,7
Zhengzhou	221	17,4	17,9	5,6	46,3	0,069	0,053	0,010	0,555	21,0	21,9	8,5	39,1

4. táblázat: Kínai városok feltalajának (0-20 cm) toxikus fém szennyezettségi értékei (részlet)
(CHENG *et al.*, 2014) (módosította: Karlik Máté)

	n (mintaszám)	Pb				Sb				Se			
		átlag	medián	min.	max.	átlag	medián	min.	max.	átlag	medián	min.	max.
Beijing	261	32,8	30,1	16,8	100,2	0,97	0,87	0,42	3,75	0,26	0,23	0,07	5,26
Changchun	63	32,8	30,5	23,8	86,8	1,11	0,98	0,53	3,98	0,26	0,23	0,14	0,80
Changsha	196	48,5	40,9	26,0	216,4	3,34	2,86	1,18	14,13	0,26	0,23	0,25	1,66
Cgengdu	100	57,0	46,0	26,0	311,0	1,24	1,14	0,58	4,13	0,47	0,42	0,16	0,81
Chongqing	120	33,0	31,3	21,0	85,0	0,80	0,74	0,23	3,44	0,40	0,38	0,06	0,73
Fuzhou	90	71,5	66,0	20,0	353,0	0,73	0,58	0,05	2,52	0,29	0,25	0,03	0,79
Guangzhou	86	86,5	73,5	29,0	464,0	2,80	2,16	0,37	26,93	0,38	0,34	0,24	0,92
Guiyang	80	53,0	47,9	23,6	168,0	2,56	2,26	0,75	8,82	0,54	0,52	0,36	2,89
Harbin	64	32,7	29,1	17,1	119,5	0,88	0,89	0,26	1,80	0,99	0,92	0,04	0,44
Haikou	44	19,7	17,3	6,6	73,9	0,46	0,40	0,18	2,82	0,23	0,24	0,06	0,73
Hangzhou	226	38,3	36,1	15,5	196,4	0,90	0,79	0,41	7,44	0,33	0,32	0,07	1,55
Hefei	36	40,5	34,4	24,2	90,8	1,32	1,09	0,63	4,11	0,37	0,37	0,14	3,54
Huhhot	78	16,6	16,2	10,1	23,0	0,69	0,59	0,42	1,46	0,67	0,46	0,04	0,22
Jinan	64	36,7	31,5	12,6	115,9	1,46	1,15	0,37	7,09	0,11	0,08	0,11	1,51
Kunming	86	76,1	60,8	30,3	335,1	3,13	1,98	0,69	22,50	0,40	0,35	0,13	4,14
Lanzhou	80	32,3	26,4	16,8	179,9	1,26	1,07	0,43	8,25	0,39	0,30	0,08	0,69
Lhasa	36	34,6	31,0	24,1	173,8	1,34	1,24	0,79	2,60	0,23	0,22	0,05	0,16
Nanchang	160	36,5	33,6	20,6	134,1	0,99	0,96	0,33	5,93	0,10	0,09	0,11	1,11
Nanjing	287	37,6	33,5	20,1	185,0	1,10	1,00	0,35	3,83	0,31	0,31	0,12	1,02
Nanning	157	30,7	25,8	13,4	142,2	6,21	4,30	0,79	29,25	0,32	0,29	0,21	4,24
Shanghai	167	103,6	53,8	25,3	2521	4,55	1,80	0,54	55,70	0,68	0,58	0,15	2,27
Shenyang	140	115,8	68,5	3,4	2055	3,22	1,59	0,48	73,20	0,52	0,39	0,18	2,51
Shujiazhuang	42	32,9	31,4	20,9	59,5	1,18	1,03	0,74	3,96	0,46	0,40	0,36	1,27
Taiyuan	128	28,7	25,9	14,2	60,2	1,04	0,95	0,47	7,96	0,63	0,58	0,19	10,4
Tianjin	132	58,5	37,4	21,1	2073	1,25	1,12	0,65	3,81	0,86	0,66	0,17	1,32
Ürümqi	56	26,5	22,7	17,8	97,0	1,43	1,14	0,77	14,28	0,52	0,48	0,17	0,68
Wuhan	224	48,4	39,1	20,6	461,0	1,23	1,10	0,43	5,82	0,27	0,24	0,13	10,8
Xi'an	192	42,3	35,0	22,6	258,8	1,16	1,05	0,53	11,00	0,53	0,37	0,11	0,66
Xining	28	28,5	26,2	18,6	66,5	0,23	0,22	0,12	0,46	0,27	0,24	0,61	2,30
Yinchuan	154	21,2	21,2	13,0	46,0	0,95	1,00	0,41	1,51	0,90	0,86	0,05	0,36
Zhengzhou	221	22,1	21,1	15,9	47,3	0,82	0,84	0,30	1,50	0,19	0,20	0,07	0,51

5. táblázat: Kínai városok feltalajának (0-20 cm) toxikus fém szennyezettségi értékei (részlet)
(CHENG *et al.*, 2014) (módosította: Karlik Máté)

	n (mintaszám)	Zn			
		átlag	medián	min.	max.
Beijing	261	90	84	48	289
Changchun	63	88	79	60	240
Changsha	196	133	108	63	512
Cgengdu	100	141	125	89	517
Chongqing	120	104	95	56	330
Fuzhou	90	129	121	20	404
Guangzhou	86	166	128	25	826
Guiyang	80	126	120	54	224
Harbin	64	83	83	36	171
Haikou	44	56	44	13	189
Hangzhou	226	102	92	45	655
Hefei	36	104	93	54	279
Huhhot	78	45	38	24	78
Jinan	64	97	83	51	505
Kunming	86	205	155	59	1353
Lanzhou	80	80	81	21	132
Lhasa	36	72	66	43	125
Nanchang	160	84	77	31	321
Nanjing	287	108	95	44	823
Nanning	157	66	52	21	249
Shanghai	167	244	182	84	1094
Shenyang	140	167	119	61	1268
Shujiazhuang	42	113	96	66	384
Taiyuan	128	89	78	58	337
Tianjin	132	155	132	66	749
Ürümqi	56	97	93	70	181
Wuhan	224	140	107	50	2180
Xi'an	192	112	96	53	740
Xining	28	79	74	51	141
Yinchuan	154	61	67	17	123
Zhengzhou	221	54	55	23	112

2.5. Jogszabályi háttér

Jelenlegi (2014.11.10) érvényben lévő jogszabályok alapján 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről és a szennyezések méréséről szóló dokumentum

szabályozza. A földtani közegre érvényben lévő határértéket a 1. melléklet a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendeleteh tartalmazza. (www.complex.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0900006.KVV) A földtani közegre vonatkozó fém és félfémekre előírt határértékeket az alábbi **6. táblázat** tartalmazza.

6. táblázat: (B) Szennyezettségi, fémekre és félfémekre vonatkozó határérték földtani közegre (www.complex.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0900006.KVV)

<u>1. melléklet a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendeleteh</u>			
Anyagcsoportonként (B) szennyezettségi határértékek földtani közegre			
CAS szám = Chemical Abstract Service azonosító száma			
Ki = a veszélyességet jellemző besorolás, mely szerint K1 a minden esetben veszélyes anyagokat jelöli			
B = (B) szennyezettségi határérték			
1. Fémek („összes” kioldható) és félfémek (mértékegység: mg/kg szárazanyag)			
CAS szám		B	Ki
7440-47-3	Króm összes	75	K2
	Króm VI.	1	K1
7440-48-4	Kobalt	30	K2
7440-02-0	Nikkel	40	K2
7440-50-8	Réz	75	K2
7440-66-6	Cink	200	K2
7440-38-2	Arzén	15	K1
7782-49-2	Szelén	1	K2
7439-98-7	Molibdén	7	K2
7440-43-9	Kadmium	1	K1
7440-31-5	Ón	30	K2
7440-39-3	Bárium	250	K2
7439-97-8	Higany	0,5	K1
7439-92-1	Ólom	100	K2
7440-22-4	Ezüst	2	K2

3. Anyag és módszer

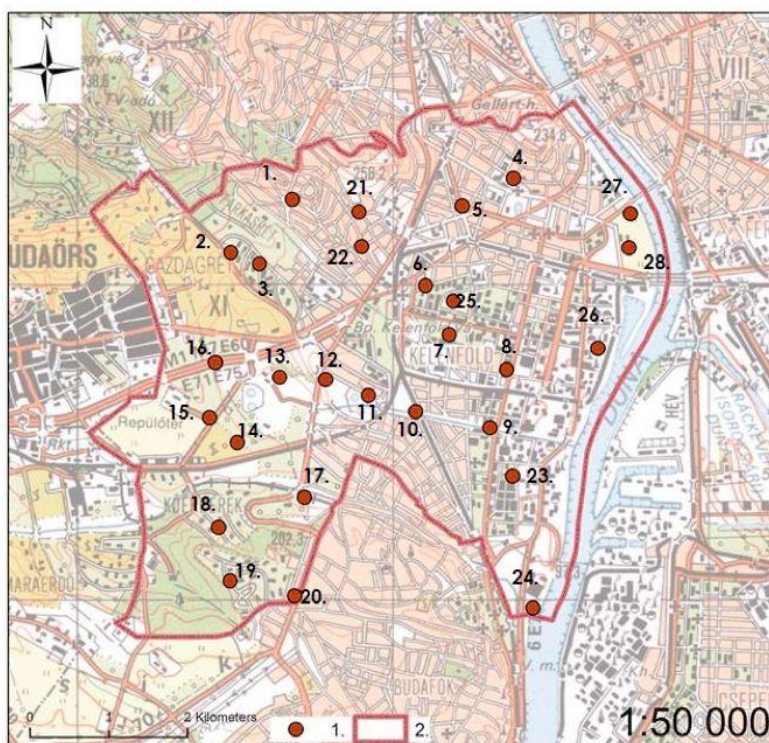
3.1 Mintavétel

A talajmintavétel egy korábbi ELTE TTK Környezettudomány mesterszakos hallgató végezte saját szakdolgozatának elkészítése során, elsősorban talajtani vizsgálatok elvégzéséhez. (TÓTH, 2013)

A mintavételi helyek kijelölése Budapest XI. kerületében történt. A mintavételi pontok kijelölésénél dominált az a szempont, hogy a mintavételi pontok minél több talajtípust és talajhasználatú területet reprezentáljanak, ezzel lehetőséget nyújtva az emberi tevékenység hatását vizsgálva talajokon. A XI. kerület területén számos talajhasználat valósul meg ezzel ideális terepet adva a vizsgálatokhoz. (TÓTH, 2013)

A mintavételi pontok kijelölésénél első lépésként a kerületet felosztották 1*1 km-es cellákra, ezen belül pedig véletlenszerű kiválasztással jelölték ki a vizsgálati helyszíneket. Azon négyzetek esetén ahol a terület kevesebb, mint 50%-a esett a XI. kerület közigazgatása alá nem történt mintavétel. A felosztás és a kiválasztás célja az volt, hogy reprezentatív legyen és törekedjenek az egyenletes elosztásra. (TÓTH, 2013)

A kiválasztott mintavételi helyszínek számos esetben utólag módosításra kerültek, elsősorban tulajdonosi hozzájárulás megtagadása miatt. Ilyen esetekben Újbuda Önkormányzatával egyeztetve a mintavételi pontok az Önkormányzathoz vagy hozzá kapcsolható szerv területére kerültek. Az így meghatározott mintavételi helyszínek a **2. ábrán** láthatóak (TÓTH, 2013). A mintavételi pontok adatai az **7. táblázatban** olvashatóak.



2. ábra: Mintavételi helyszínek Budapest XI. kerületében (TÓTH, 2013)

7. táblázat: Mintavételi helyszínek (TÓTH, 2013; módosította: Karlik Máté)

Furat száma	Mintavétel helyszíne	Mintavételi terület helyrajzi száma
1	Brassó út (út melletti zöldterület)	2318/13
2	Gazdagréti lakótelep (park)	1782/24
3	Gazdagréti lakótelep (park)	1782/24
4	Balogh Tihamér lejtő (út melletti zöldterület)	4982/2
5	Függetlenségi Park	4554/1
6	Fraknó utca (zöldterület)	3302/30
7	Tétényi út (zöldterület)	3261/19
8	Fehérvári út (zöldterület)	3170/44
9	Albert utca (zöldterület)	3023/2
10	Rendőr utca (töltés melletti zöldterület)	44020
11	Órmezei út (felhagyott gyümölcsös)	739/1
12	Létra utca (patak melletti sáv)	941/1
13	Poprádi út (patak melletti terület)	1039/2
14	Pöfeteg utca (háztartási hulladék lerakó)	326/3
15	Repülő út (bolygatatlan zöldterület)	1148/2
16	M1-es autópálya melletti terület	1174/2
17	Kőérberki dűlő (felhagyott parcella)	157/1
18	Pereszke utca (Kamaraerdőbe vezető út)	229/3

19	Vadászhegyi út (Kamaraerdő melletti út)	65
20	Kőérberki utca (felhagyott parcella)	130/6
21	Dayka Gábor utca (út melletti zöldterület)	2638/2
22	Ugron Gábor utca (park)	2570/1
23	Építész utca (zöldterület)	43064/1
24	Fibula utca (Duna gátoldala)	43576/5
25	Bikás park	3467/1
26	Hengermalom utca (ipari terület előtti zöld sáv)	4053
27	Egyetemisták parkja	4082/29
28	ELTE TTK Déli tömb melletti zöldterület	4082/31

A minták megvétele 2013 októberében történt. A nappali hőmérséklet 15-23 °C közötti értéket vett fel, talaj menti fagy sem éjszakai órákban sem nappali órákban nem fordult elő. (TÓTH, 2013)

A talajminták vétele talajfúróval történt (TÓTH, 2013). A talajtani kutatások esetében 5 méternél mélyebbre rendszerint nem fúrnak, ezért kézi fúró készletet használnak a szakemberek. A gépi fúró hátránya, hogy az erőteljes tömörítés miatt nem alkalmas a szolúm mintázására (SZALAI, 2012).

A terület megtisztítása a munkálatok előtt történt, eltávolításra került a felszíni alomtakaró és kavicsos törmelék. A mintavétel folyamán fontos szempont volt, hogy a fúrólyukba anyag bemosódása, beesése ne következzen be. A mintavétel Edeman-féle fúróval történt, mellyel egyszerre 15 cm hosszúságú szelvény került a felszínre. A szelvényeken belül az egyes talajrétegek (minták) elkülönítése szín vagy textúra változás alapján történt. Összesen a 28 fúrásból 75 minta került laboratóriumi feldolgozásra (TÓTH, 2013).

3.2. Röntgenfluoreszcens spektrometria (XRF)

A röntgenfluoreszcens spektrometria a karakterisztikus röntgensugárzás detektálásán alapszik. Számos fajtája létezik azonban mindegyik elvi alapja azonos. A folyamat során az eljárásnak megfelelő minta előkészítés után a mintát gerjesztjük. A minta gerjesztésére felhasználható megfelelő radioaktív izotóp, sugárforrás. A mintából megfelelő gerjesztés esetén karakterisztikus röntgensugárzás lép ki mely, jellemző az adott átmenetre. A mért értékek alapján beazonosítható az adott elem, ugyanis az adott elemre jellemzőek az átmenetek összessége. Tehát egy gerjesztett elem a spektrumon több csúcsot indukál, melyek energiája

megfelel az adott atomban végbemenő átmeneteknek.
(http://nukleariskepalkotas.atomki.hu/documents/Rontgen_fluoreszcencia_analisis.pdf)

3.2.1 Hullámhossz diszperzív röntgen fluoreszcens spektrométer (WDXRF)

Kutatásaim során az ELTE TTK Ásványtani tanszékén található Siemens gyártmányú SRS3300-as típusú műszer került alkalmazásra, mint számomra hozzáférhető legkorszerűbb technológia. Jelen esetben a kapott eredmények fél-kvantitatívak, mivel standard nélküli mérések történtek. A mérések vákuum alatt Rh katóddal szerelt röntgensóvel, 4 mA-es áramerősség és 60keV-os gyorsító feszültség mellett készültek. A mérések kalibrált műszerrel, SpectraPlus vezérlőprogrammal történtek.

3.3. Röntgen pordiffraktometria (XRD)

A röntgen diffrakció során egy megfelelően előkészített mintát röntgensugarakkal világítjuk meg (ahol a rácssíkokon erősítő interferencia valósul meg), melyről a visszavert intenzitást detektáljuk oly módon, hogy a beesési szöget változtatjuk. Az eljárás elvét és matematikai leírását William Henry Bragg és William Lawrence Bragg alkotta meg. (BRAGG – BRAGG, 1913)

Bragg egyenlet: $n\lambda = 2 d \sin \theta$, ahol λ a hullámhossz, d rác s íkok közötti távolság, θ pedig a sugár beesési és visszaverődési szöge. (BRAGG – BRAGG, 1913)

3.3.1. Diffraktométer

Kutatásaim során az ELTE TTK Ásványtani tanszékén található Siemens D5000 diffraktométer került alkalmazásra, a kijelölt minták ásványtani összetételének meghatározására. A felvételek 20 kV gyorsító feszültség, 5 mA csőáram, 2-65° 2 θ szögtartomány, 0,05° lépésköz, lépésközönkénti 2 s-os detektálási idő mellett készültek el. A műszer kimutatási határa 5%-ra tehető, emiatt csak olyan ásványfázisok mutathatók ki, amelyeket legalább 5 térfogatszázalékban tartalmaz a minta.

3.4 Pásztázó elektormikroszkópia- elektronsugaras mikro analízis

Max Knoll 1935-ben megalkotta az első pásztázó elektormikroszkópot (SEM). Mára az egész világon elterjedt eszköz. Pásztázó elektormikroszkópia alapvetően fókuszált

elektronnyalábbal hozza létre a képet, mely során pontról pontra alkotja meg azt. Általánosságban elmondható, hogy a legtöbb ilyen berendezésben a nyaláb energiája szabályozható, legtöbb esetben a maximum 30keV. Az elektronnyaláb anyag kölcsönhatás során számos jelenség alakul ki. A SEM esetén képalkotásra legtöbb esetben az elektronnyaláb anyag kölcsönhatására kilépő szekunder elektronokat alkalmaznak. A szekunder elektronok segítségével első sorban a vizsgált anyag felületéről kapunk információt. Az anyag elektronnyaláb kölcsönhatás hatására keletkező röntgen fotonokat elemanalitikai vizsgálatoknál kerül alkalmazásra, ugyanis a távozó röntgen foton energiája jellemző az elektronnyalábbal kölcsönható atommagra, ez a jelenség az alapja az elektronsugaras mikroanalízisnek (EDX-nek). (POZSGAI, 1995)

3.4.1 Energiadisziperzív analitikai pásztázó elektronmikroszkóp (SEM-EDX)

Az ELTE TTK FFI Mikroszkop Laboratóriumában található Amray-1830i energia disziperzív analitikai pásztázó elektronmikroszkóppal, 20 kV gyorsító feszültség és 1 nA-es mintaáram mellett történt a felvételek előállítás.

4. Minta előkészítés

4.1. Bórsavas minta előkészítés XRF méréshez

A minta előkészítése során minden esetben levegőn szárított desztillált vízzel tisztított eszközöket alkalmaztam, s minden egyes minta előkészítését azonos eszközökkel és eljárási renddel végeztem ezzel biztosítva, hogy a kapott eredmények egymással összehasonlíthatóak legyenek.

A mintavételezés során 28 pontból vett szelvényekből, 75 elkülönített minta született melyeken a vizsgálataimat végeztem. A minta előkészítés során legfontosabb szempontok közé tartozott, hogy a minták és abból vett részminták szennyeződését elkerüljem, illetve, hogy a vett részminták reprezentálják az eredeti sokaságot.

A kiindulási állapotban minden egyes minta légszáraz volt. A minta előkészítés megkezdéséig nátronpapírban, illetve polietilén zacskóban szobahőmérsékleten tároltam, így azok elemi összetétele felhasználásig nem változott meg. Mivel talaj anyaga nem homogén és eltérő szemcseméretű ezért minden esetben homogenizáltam a mintát rész minta vétele előtt. Átlagosan 7-10 gramm tömegű rész mintavétel történt, mely mennyiség megválasztásánál számos szempontot szem előtt tartottam. A kapott 7-10 grammos mennyiség nagyobb valószínűséggel reprezentálja az eredeti sokaságot, mint az eljáráshoz szükséges négygrammos mennyiség ezzel csökkentve a már homogenizált minta esetleges véletlen hibából adódó inhomogenitását. A négy grammos rész minta alkalmas két vizsgálati korong, pasztilla előállítására ez által az esetleges későbbi szennyezések indokolt esetben kimérhetőek, továbbá a 7-10 grammos tömeg emberi léptékkal kezelhető a porítás során.

A porítás feladata a szemcseméret csökkentése 63 mikrométer alá. A kívánt cél eléréséhez achát mozsarat használtam. Az achát mozsár előnye a viszonylag magas keménysége (Mohs skálán 7-es), továbbá hogy alkalmazása esetén csupán kis mennyiségben adhat szilícium-dioxidot a mintához.

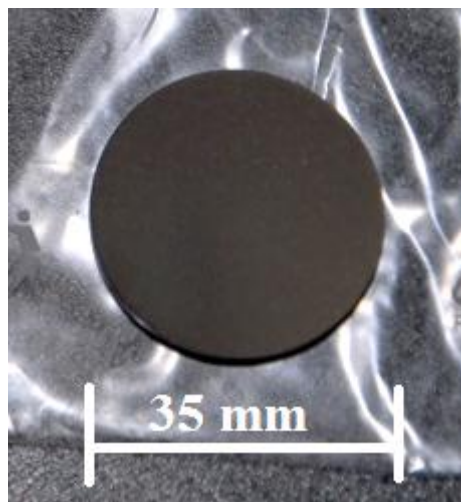
A porítás során időszakosan 63 mikrométeres szita segítségével kerültek elválasztásra a megfelelő méretű frakciók. A porítás során az kisebb keménységű frakciók előbb érték el a szükséges tartományt, időszakos elválasztásuk segítette a porítás menetét, a porítás minden esetben a teljes rész minta átszitálásáig tartott. A már leporított rész mintákat felhasználásig megfelelő jól látható jelöléssel ellátott légmentesen zárható polietilén zacskóban helyeztem el, a talajtani kutatásokban bevett tárolási gyakorlatnak megfelelően. (ÓVÁRI *et al.*, 2012)

A következő fázis első lépéseként a porított mintát újra átkevertem és homogenizáltam a szükséges 4 gramm kimérése előtt ezzel biztosítva, hogy a zacskóban való tárolás szárítás során kialakuló esetleges inhomogenitások megszűnjenek. A homogenizálás után a 4 gramm kimérését labormérleg segítségével végeztem, melynek hibája a második tizedes jegyben található. A kimért porított rész mintát a mérlegelés után achát mozsárba helyeztem. Kimértem 1 gramm analitikai tisztaságú bórsavat, melyet a talajmintát tartalmazó achát mozsárba öntöttem. A bórsav hozzáadását az indokolja, hogy növeli a kész pasztilla keménységét formatartó képességét ezzel biztosítva, hogy mérés során a kész pasztilla nem szennyezi el a mérőkamrát. A két összetevő homogenizálásához analitikai tisztaságú acetont alkalmaztam melynek előnye, hogy megkönnyíti a homogenizálást és gyors párolgása miatt rövid száradási

idővel kell számolnunk. Az aceton hozzáadása tetszőleges mértékű volt, mivel nem változtatja meg a leendő pasztilla elemi összetételét. Homogenizálás minden esetben több percig kevergetéssel zajlott ezzel biztosítva, hogy az aceton elpárolgása után visszamaradt keverék megfelelően homogén legyen jó minőségű pasztilla készítéséhez. A kapott keveréket óraüvegre helyeztem el, melyet egy kisebb méretű jól feliratozott óraüveg ráfordításával védtem az esetleges szennyezésektől.

A keveréket egy erre a célra kialakított prészerszám segítségével összeprézeltem melynek eredményeként 35 mm átmérőjű és ~3.5 mm vastagságú korong úgynevezett pasztilla lett.

(3. ábra)



3. ábra: Pasztilla

4.2. Minta előkészítés XRD méréshez

A minta előkészítés során a kiválasztott eredeti mintából homogenizálás után 1 grammos részmintát képeztem. A részmintát achát mozsár segítségével megfelelő finomságú (~10 mikrométer) porrá porítottam. Az így kapott porított anyagot előre előkészített papírtasakban helyeztem el.

4.3. Minta előkészítés SEM-EDX méréshez

A minta előkészítés során kétkomponensű műgyantát alkalmaztam, melyet tárgylemezre (megfelelő méretű üveglapra) egyenletesen felvittem. A mintából megfelelő mennyiségű anyagot szórtam ügyelve arra, hogy minden szemcsefrakcióból rákerüljön a bevont tárgylemezre. A műgyanta száradása után felpolíroztam, ezzel megfelelő felületet előállítva a vizsgálatához.

5. Eredmények és eredmények értelmezése

5.1. Hullámhossz diszperzív röntgen fluoreszcens spektrométer adatai és értelmezése

A mérések sztenderd alkalmazása nélkül történtek kalibrált műszeren. A kapott eredményeket táblázatos formában az 1. számú melléklet tartalmazza oxidos alakban. Az eredmények kiértékelésekor a tévesen, műszer szerkezetéből származó azonosított elemek a táblázatos formából eltávolításra kerültek és ezt követően történt az adatok normálása.

Mint az 1. számú mellékletben látható, hogy 14 mintavételi pontban került kimutatásra toxikus fémtartalom, 21 darab talajmintában. Toxikus fémek közül réz (Cu); króm (Cr) és cink (Zn) kimutatása történt. A toxikus fémeket tartalmazó minták adatait és spektrumait a **2. számú melléklet** tartalmazza.

5.1.1. Toxikus eleme(ke)t tartalmazó szelvények elemzése.

5.1.1.1 3. Mintavételi pont, Gazdagréti lakótelep (Park) Hrsz.: 1782/24

Mint ahogy látható az 1. számú mellékletben, a 3. számú mintavételi hely oszlopban, kizárólag a legfelső szint talajmintájában van kimutatási határ feletti cink (Zn) tartalom, mely elemként, [mg/kg]-ban kifejezve (**8. táblázat**):

8. táblázat: Toxikus fémtartalom

Talajsztint	Formula	Mennyiség [mg/kg]	Stat. Hiba
1.	Zn	88	7,63%

A 2.5-ös fejezetben bemutatott jogszabály alapján cink tartalomra a szennyezettségi határérték 200 [mg/kg]. A mérés fél-quantitatív jellegéből adódóan, elmondható, hogy a cink koncentráció az adott pontban határérték közeli vagy az alatti.

5.1.1.2 5. Mintavételi pont, Függetlenségi park, Hrsz.:4554/1

Az 1. számú melléklet, 5. számú mintavételi hely oszlopában szereplő adatok alapján, mindkét elkülönített talajsztintben található toxikus fémtartalom cink (Zn), mely elemként, [mg/kg]-ban kifejezve (**9. táblázat**):

9. táblázat: Toxikus fémtartalom

Talajsztint	Formula	Mennyiség [mg/kg]	Stat. Hiba
1	Zn	88	6,82%

2	Zn	131	5,43%
---	----	-----	-------

A 2.5-ös fejezetben bemutatott jogszabály alapján a cink tartalomra a szennyezetségi határérték 200 [mg/kg]. Mérés fél-quantitativ jellegéből és a kapott eredmények alapján elmondható, hogy a cink koncentráció az adott pontban határérték közeli vagy az alatti. Látható, hogy a cink koncentrációja a mélységgel nő, mely utalhat esetleges korábbi szennyezés kimosódására.

5.1.1.3. 6. mintavételi pont, Fraknó utca (zöldterület) Hrsz.:3302/20

Mint ahogy látható az 1. számú mellékletben, az 6. számú mintavételi hely oszlopban, mindkét elkülönített talajszintben kimutatható toxikus fémtartalom (cink, Zn), mely elemi formában, [mg/kg]-ban kifejezve (**10. táblázat**):

10. táblázat: Toxikus fémtartalom

Talaj szint	Formula	Mennyiség [mg/kg]	Stat. Hiba
1	Zn	130	5,53%
2	Zn	255	3,37%

A 2.5-ös fejezetben bemutatott jogszabály alapján cink tartalomra a szennyezetségi határérték 200 [mg/kg]. A mérés standard nélkül történt, azonban elmondható, hogy az 1. szint szennyezetségi határérték közeli vagy az alatti cink mennyiséget tartalmaz. A 2. talajszint értékéről elmondható, hogy határérték közeli vagy a feletti koncentrációban tartalmaz cinket. A cink koncentrációja mélységgel nő, ha feltételezzük, hogy a cink tartalom felszíni szennyezés eredménye, akkor egy korábbi szennyezés mélyebb rétegekbe való bemosódása okozhatta ezt az állapotot.

5.1.1.4. 7. mintavételi pont, Tétényi út (zöld terület) Hrsz.: 3261/19

Mint ahogy látható az 1. számú mellékletben, az 7. számú mintavételi hely oszlopban, egy a furat teljes hossza egy talajszintből származik. Az 1. talajszint elemzése alapján a talajszint cinket (Zn) tartalmaz mely toxikus fém. Elemi formában [mg/kg] egységben kifejezve (**11. táblázat**):

11. táblázat: Toxikus fémtartalom

Talajsztint	Formula	Mennyiség [mg/kg]	Stat. Hiba
1	Zn	96	7,47%

A 2.5-ös fejezetben bemutatott jogszabály alapján cink tartalomra a szennyezettségi határérték 200 [mg/kg]. Mivel a mérés standard alkalmazása nélkül történt ebből kifolyólag, megállapítható, hogy a talajrétegben határérték közeli vagy az alatti a cink koncentrációja.

5.1.1.5 8. Mintavételi pont, Fehérvári út (zöld terület) Hrsz.: 3170/44

1. Számú mellékletben a 8. számú mintavételi hely oszlopban látható, hogy az elkülönített négy rétegből pusztán a legfelső 1. talajsztinten sikerült kimutatni toxikus fémtartalmat, nevezetesen cinket (Zn). Elemi formában [mg/kg] egységben kifejezve (**12. táblázat**):

12. táblázat: Toxikus fémtartalom

Talajsztint	Formula	Mennyiség [mg/kg]	Stat. Hiba
1	Zn	105	7,00%

A 2.5-ös fejezetben bemutatott jogszabály alapján cink tartalomra a szennyezettségi határérték 200 [mg/kg]. Mivel a mérés standard alkalmazása nélkül történt az eredmények alapján elmondható, hogy szennyezettségi határérték alatti vagy a körüli mennyiségű cinket tartalmaz a talajréteg.

5.1.1.6. 11. Mintavételi pont, Örmezei út (felhagyott gyümölcsös) Hrsz.: 739/1

Az 1. számú mellékletben látható a 11. számú mintavételi hely oszlopában látható, hogy a mintavételi pontban elkülönített négy talajsztintből a 2. talajsztintben van jelen kimutatási határ feletti toxikus fém mennyiség. A talált króm (Cr) elemi formában és [mg/kg] egységben kifejezve (**13. táblázat**):

13. táblázat: Toxikus fémtartalom

Talajsztint	Formula	Mennyiség [mg/kg]	Stat. Hiba
2	Cr	420	5,58%

A 2.5-ös fejezetben bemutatott jogszabály alapján króm (összes) tartalomra a szennyezettségi határérték 75 [mg/kg]. A mérés standard nélkül zajlott ebből kifolyólag az eredményről elmondható, hogy a 11. mintavételi pont, 2. talajszintjében szennyezettségi határérték közeli vagy a feletti mennyiségű krómot tartalmaz.

5.1.1.7. 14. Mintavételi pont, Pöfeteg utca (háztartási hulladék lerakó) Hrsz.: 326/3

Az 1. számú melléklet 14. számú furat oszlopában láthatóak az elkülönített talajszintek mérési eredményei. 1. számú talajszint adataiból látható, hogy kimutatási határ feletti krómtartalommal rendelkezik. A talált króm (Cr) elemi formában és [mg/kg] egységben kifejezve (**14. táblázat**):

14. táblázat: Toxikus fémtartalom

Talajszint	Formula	Mennyiség [mg/kg]	Stat. Hiba
1	Cr	212	6,80%

A 2.5-ös fejezetben bemutatott jogszabály alapján króm (összes) tartalomra a szennyezettségi határérték 75 [mg/kg]. A mérés fél-quantitatív jellegéből adódóan elmondható, hogy a talajréteg a szennyezettségi határérték közeli vagy azt meghaladó krómot tartalmaz.

5.1.1.8 20. Mintavételi pont, Kőérberki utca (felhagyott parcella) Hrsz.: 130/6

A mintavételi ponthoz tartozó mérési adatokat az 1. számú melléklet 20. mintavételi ponthoz tartozó oszlop tartalmazza. Az 1. talajszint mérési adatai alapján a talajréteg kimutatási határ feletti króm (Cr) tartalommal rendelkezik. Krómtartalom (Cr) elemi formában és [mg/kg] egységben kifejezve (**15. táblázat**):

15. táblázat: Toxikus fémtartalom

Talajszint	Formula	Mennyiség [mg/kg]	Stat. Hiba
1	Cr	335	6,38%

A 2.5-ös fejezetben bemutatott jogszabály alapján króm (összes) tartalomra a szennyezettségi határérték 75 [mg/kg]. A standard nélküli mérés eredménye alapján határérték közeli vagy a feletti mennyiségben tartalmaz krómot (Cr) az adott réteg.

5.1.1.9 21. Mintavételi pont, Dayka Gábor utca (út melletti zöld terület) Hrsz.:2638/2

A mintavételi ponthoz tartozó adatokat az 1. számú melléklet 21. mintavételi ponthoz tartozó oszlop tartalmazza. Látható, hogy a mintázott talajszelvény két elkülönülő részre lett osztva. Az 1. talajszintben, ahogyan a 2. talajszintben is kimutatási határ feletti króm (Cr) tartalmat sikerült kimutatnom. Krómtartalom (Cr) elemi formában és [mg/kg] egységben kifejezve **(16. táblázat)**:

16. táblázat: Toxikus fémtartalom

Talajszint	Formula	Mennyiség [mg/kg]	Stat. Hiba
1	Cr	421	5,75%
2	Cr	123	9,70%

Az adatok alapján a króm (Cr) tartalom mélységgel csökken. A fél-quantitatív mérési eredmények alapján, a 2.5-ös fejezetben króm (összes)-re vonatkozó szennyezettségi határérték közeli vagy azt meghaladó króm tartalom található a két rétegben.

5.1.1.10. 22. Mintavételi pont, Ugron Gábor utca (park) Hrsz.:2570/1

Az 1. számú melléklet 22. mintavételi ponthoz tartozó oszlopában található adatok alapján jól látható, hogy a szelvényen belül három elkülönített talajszint található. Toxikus fém kimutatási határ feletti mennyiségben, az 1. talajrétegben és a 3. talajrétegben található. A mért cink (Zn) elemi formában és [mg/kg] egységben kifejezve **(17. táblázat)**:

17. táblázat: Toxikus fémtartalom

Talajszint	Formula	Mennyiség [mg/kg]	Stat. Hiba
1	Zn	80	8,60%
3	Zn	222	3,91%

A rétegekben kimutatott cink (Zn) tartalom a 2.5-ös az bemutatott jogszabály és a standard nélküli mérési eredmények alapján az 1. talajszintben a Zn (cink) koncentrációja szennyezettségi határérték alatti vagy a közeli, a 3. talajszintben mért Zn (cink) koncentrációja határérték közeli vagy a feletti.

5.1.1.11 24. Mintavételi pont, Fibula utca (Duna gátoldala), Hrsz.: 43576/5

Az 1. számú melléklet 24. mintavételi ponthoz tartozó adatok alapján, legfelső 1. talajsziint tartalmaz kimutatási határ feletti cink (Zn) tartalmat. A mért cink (Zn) tartalom elemi formában és [mg/kg] egységben kifejezve (**18. táblázat**):

18. táblázat: Toxikus fémtartalom

Talajsziint	Formula	Mennyiség [mg/kg]	Stat. Hiba
1	Zn	128	8,07%

A 2.5-ös fejezetben bemutatott jogszabály és a standard nélküli mérési eredmények alapján elmondható, hogy a cink (Zn) koncentrációja szennyezetségi határérték közeli vagy az alatti.

5.1.1.12 26. Mintavételi pont, Hengermalom utca (ipari terület előtti zöld sáv), Hrsz.: 4053

Az 1. számú melléklet 26. mintavételi pont oszlopban látható adatok alapján elmondható, hogy külön talajsziintek nem kerültek elkülönítésre. Az adatok alapján elmondható, hogy a talajréteg cinket (Zn) tartalmaz, mely elem formában [mg/kg] egységben kifejezve (**19. táblázat**):

19. táblázat: Toxikus fémtartalom

Talajsziint	Formula	Mennyiség [mg/kg]	Stat. Hiba
1	Zn	105	6,51%

A talajréteg a 2.5-ös fejezet alapján és a fél-quantitatív eredmények tükrében szennyezetségi határérték körüli vagy az alatti mennyiségben tartalmaz cinket (Zn).

5.1.1.13 27. Mintavételi pont, Egyetemisták parkja, Hrsz.:4082/29

Az 1. számú melléklet 27. mintavételi ponthoz tartozó oszlopban látható, hogy öt talajsziint került elkülönítésre. Toxikus fémtartalom az 1; 2; 3 és 5-ös talajsziint mintájában került kimutatásra. Elemi formában és [mg/kg] egységben kifejezve (**20. táblázat**):

20. táblázat: Toxikus fémtartalom

Talajsztint	Formula	Mennyiség [mg/kg]	Stat. Hiba
1	Cu	151	6,30%
1	Zn	185	4,52%
2	Zn	120	6,54%
3	Zn	163	5,00%
5	Zn	88	7,32%

2.5-ös fejezet és a standard nélküli mérési eredmények alapján elmondható, hogy a legfelső talajsztint réz (Cu) koncentrációja határérték közeli vagy azt meghaladó értékű. A cink (Zn) tartalom minden esetben határérték közeli vagy az alatti tartományba esik.

5.1.1.14. 28. Mintavételi pont, ELTE TTK Déli tömb melletti zöld terület, Hrsz.: 4082/31

Az 1. számú melléklet 28. mintavételi ponthoz tartozó adatok alapján elmondható, hogy a legalsó 4. talajsztintben került kimutatásra toxikus fémtartalom. Elemi formában és [mg/kg] egységben kifejezve (**21. táblázat**):

21. táblázat

Talajsztint	Formula	Mennyiség [mg/kg]	Stat. Hiba
4	Cu	112	6,67%
4	Zn	104	5,92%

2.5-ös fejezet és a standard nélküli mérési eredmények alapján elmondható, hogy a legalsó elkülönített talajsztint réz (Cu) tartalma szennyezettségi határérték közeli vagy azt meghaladó mennyiségű. A kimutatott cink (Zn) tartalom mennyisége határérték közeli vagy az alatti.

5.2 Röntgen por-diffraktometria eredményei és elemzése

A vizsgálatok azzal a céllal készültek, hogy az esetleges toxikus fémtartalom esetleges ásványtani okait tárja fel. A vizsgálati eredmények alapján kísérleti jelleggel három minta került kiválasztásra. Kiválasztásnál szempont volt, hogy a legfelső talajsztintből származzon a minta, mivel a lakosság ezzel a talajsztinttel érintkezik elsősorban. A kimutatott toxikus fémek

közül a króm (Cr) került kiválasztásra. Tekintettel arra, hogy a krómtartalomra két szennyezettségi határérték áll fent, vegyértékállapottól függően.

A fenti kiválasztási elvek alapján 14. mintavételi pont, 1. talajszintjéből származó minta, 20. mintavételi pont 1. talajszintből származó minta és a 21. mintavételi pont 1. talajszintjéből származó minta került kiválasztásra.

5.2.1. 14. Mintavételi pont, Pöfeteg utca (háztartási hulladék lerakó) Hrsz.: 326/3 1 talajszint

A kiértékelt diffraktogramot a 3. számú melléklet tartalmazza. Mint látható a minta a diffraktogram alapján az alábbi ásványokat tartalmazza:

- kvarc
- kalcit
- dolomit
- montmorillonit
- nontronit
- földpát
- muszkovit

Mivel az alkalmazott beállításokkal a kimutatási határ 5 V/V% ebből kifolyólag nem sikerült kimutatni króm tartalmú ásványt. Azonban króm tartalmú ásvány jelenléte nem kizárható. A króm más ásványokban helyettesítő elemként is megjelenhet. A vizsgálat alapján nem eldönthető, hogy a krómtartalom milyen vegyértékállapotban van jelen.

5.2.2. 20. Mintavételi pont, Kőérberki utca (felhagyott parcella), Hrsz.:130/6, 1. talajszint

A kiértékelt diffraktogramot a 3. számú melléklet tartalmazza. Mint látható a minta a diffraktogram alapján az alábbi ásványokat tartalmazza:

- kvarc
- kalcit
- dolomit
- montmorillonit
- földpát

- muszkovit

Mivel az alkalmazott beállításokkal a kimutatási határ 5 V/V% ebből kifolyólag nem sikerült kimutatni króm tartalmú ásványt. Azonban króm tartalmú ásvány jelenléte nem kizárható. A króm más ásványokban helyettesítő elemként is megjelenhet. A vizsgálat alapján nem eldönthető, hogy a krómtartalom milyen vegyértékállapotban van jelen.

5.2.3. 21. Mintavételi pont, Dayka Gábor utca (út melletti zöld terület), Hrsz.: 2638/2,

1. talajsztint

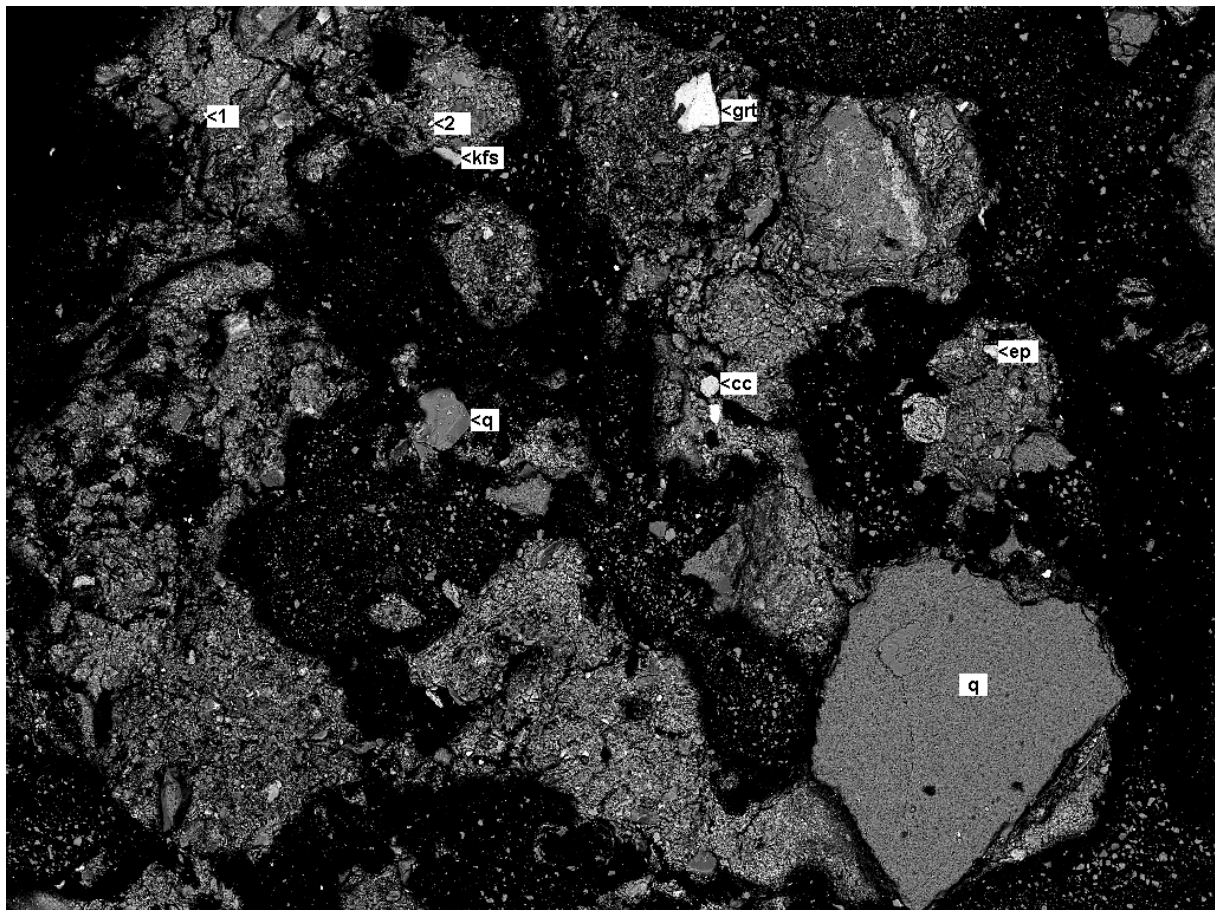
A kiértékelt diffraktogramot a 3. számú melléklet tartalmazza. Mint látható a minta a diffraktogram alapján az alábbi ásványokat tartalmazza:

- kvarc
- kalcit
- montmorillonit
- nontronit
- földpát
- muszkovit

Bár a három minta körül ebben a mintában volt a legmagasabb a króm koncentrációja azonban a mérési eredmények alapján nem található benne króm tartalmú ásvány, természetesen ez nem jelenti ,hogy nincs is a mintában. A vizsgálat paramétereit alapján csak abban az esetben mutatható ki egy ásvány ha 5 V/V% fölötti koncentrációban van jelen a mintában. A króm továbbá ásványokban helyettesítő elemként is megjelenhet.

5.3. Energiadisziperzív pásztázó elektromikroszkópia eredményei

A vizsgálat célja a króm tartalom lehatárolása, mivel az XRD vizsgálat nem hozott eredményt. Vizsgálat során a Dayka Gábor utca első talajsztintjéből vett mintából készült két előkészített rész minta vizsgálata történt. A választás oka a feltalaj minták közül ebben a mintában található a legmagasabb króm koncentráció. A minta előkészítés a 4.3 fejezetben bemutatott módon történt.



HV: 20.0 kV
Satellite ©Tescan

DET: BSE
DATE: 09/25/14

1 mm

4. ábra: SEM-EDX felvétel

A 4. ábrán látható:

q= kvarc

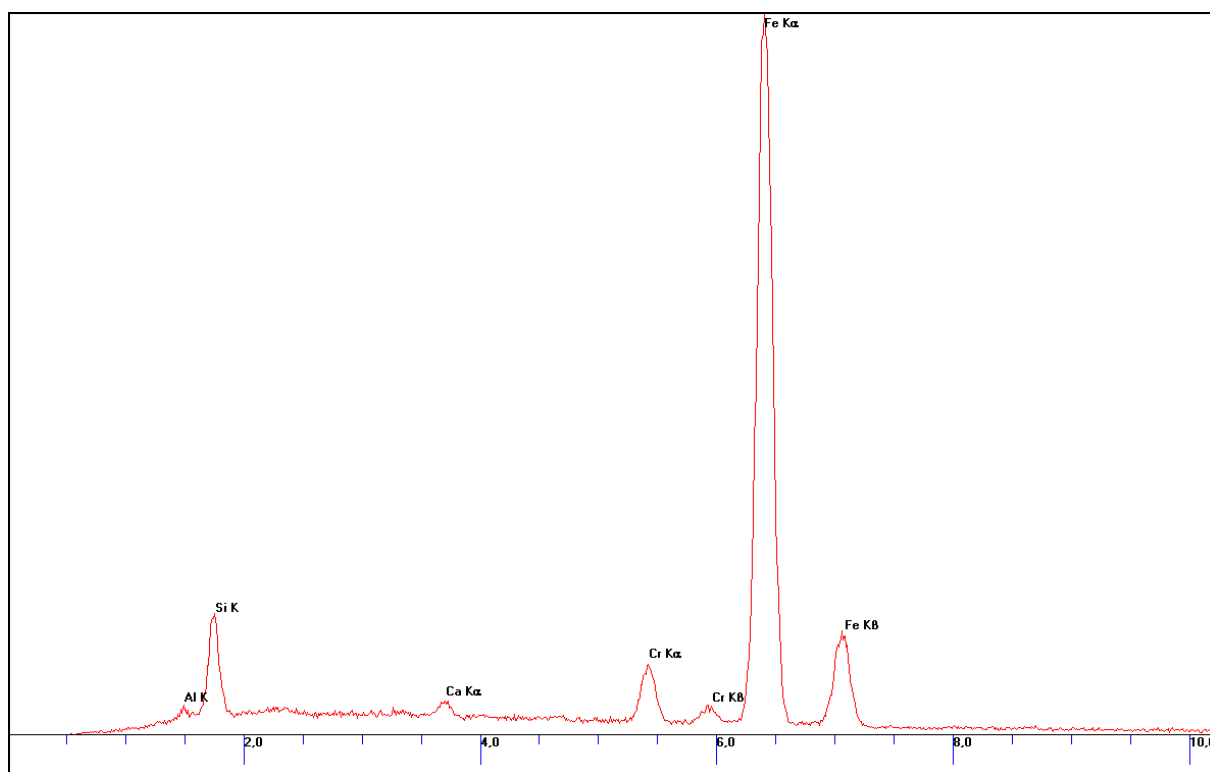
cc= kalcium karbonát

ep= epidot

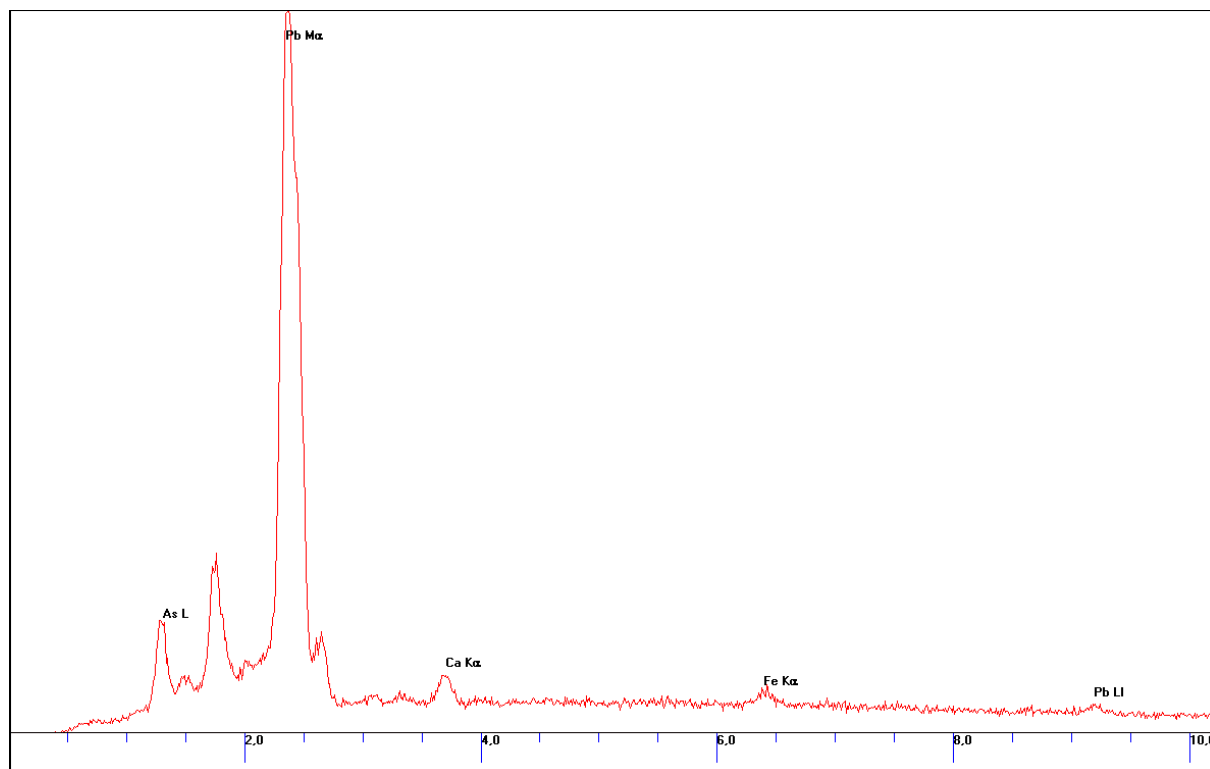
grt= gránát

kfs= káliföldpát

Az 1-es és 2-es pontban azonban a szemcsék elhelyezkedése miatt nem volt tisztán mérhető.



5. ábra: 1.-es pont spektruma

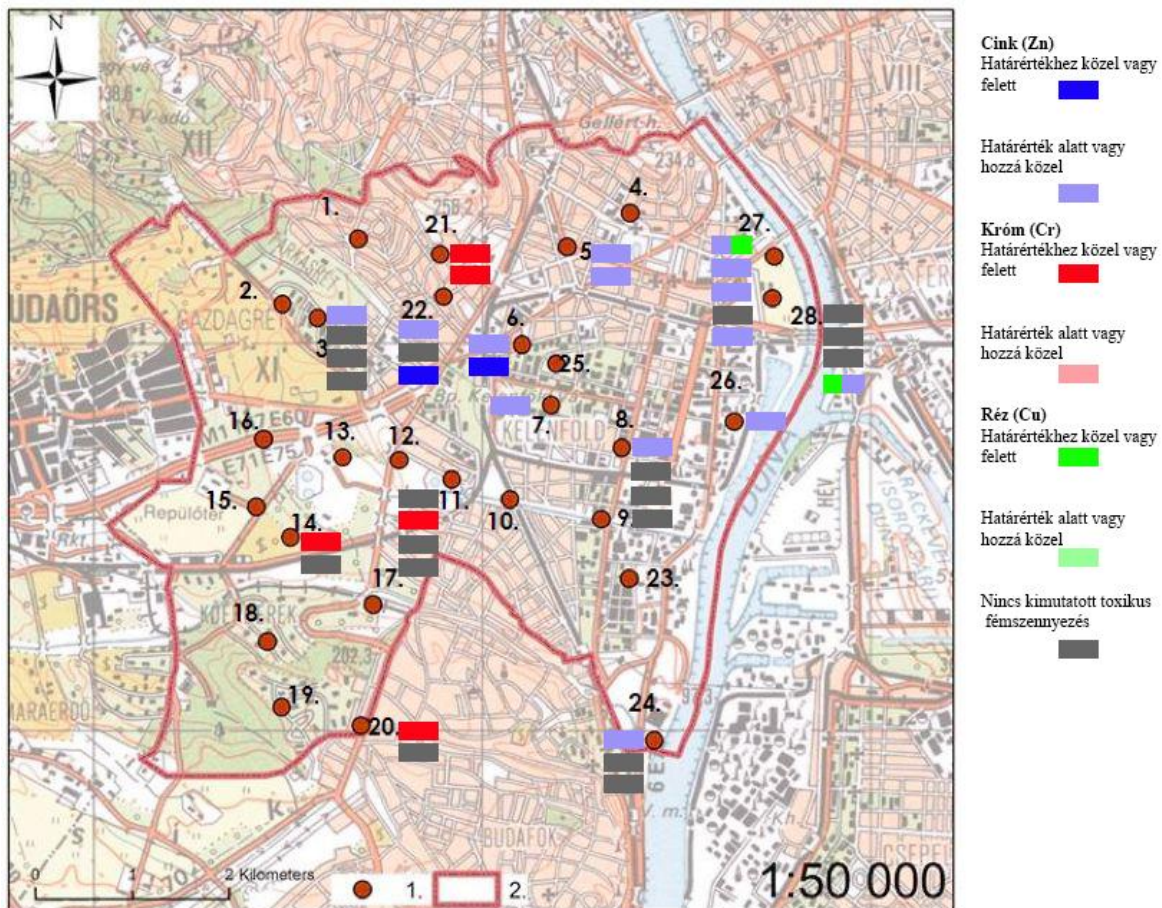


6. ábra: 2.-es pont spektruma

Az 1.-es számú pontban krómot, vasat, szilíciumot, alumíniumot és kalciumot (**5. ábra**), a 2.-es számú pontban arzént, ólmot, vasat és kalcium (**6. ábra**) kimutatása történt. Számos további pont vizsgálata ellenére krómot nem sikerült kimutatni, mely feltehetően a minta előkészítés során került eltávolításra. A króm mellett megjelenő vas, egyik lehetséges oka a 2.3.-as fejezetben bemutatott folyamat. Magyarázatot adhat arra miért található magasabb koncentrációban a króm az 1. talajszinten a 2. talajszinthez képest.

6.Konklúzió, ajánlás

A hullámhossz diszperzív röntgenfluoreszcens spektrométerrel történt standard nélküli mérések alapján elmondható, hogy a vizsgált 28 mintavételi pont közül, 14 mintavételi pontban azonosítottam kimutatási határ feletti toxikus fémtartalmat. 8 mintavételi pont szelvénye tartalmazott olyan talajszintet melyben valamely toxikus fém koncentrációja közelíti vagy meghaladta a 2.5-ös fejezetben bemutatott szennyezettségi határértékeket. Térképi vetületben alábbiakban látható (**7. ábra**):



7. ábra: Térkép a mintavételi pontokról, a toxikus fém tartalmazó mintavételi pontok rétegsoraival (TÓTH, 2013, módosította: Karlik Máté)

A térképen látható azon szelvények rétegsora toxikus fém szempontjából melyekben sikerült kimutatni toxikus fémtartalmat.

A 2.4.-es fejezetben bemutatott példákban látható, hogy igen széles azon toxikus fémek sora melyeket vizsgálnak. Számos toxikus fém kis koncentrációban van jelen a környezetünkben. A kadmium esetén (Cd) szennyezettségi határértéke is csupán 1 mg/kg. A mérések során ezen toxikus fémek határértéket meghaladó mennyisége nem kizárható, mivel a vizsgálati módszer jelen beállításai nem teszi lehetővé az 1 [mg/kg] környéki kimutatást.

Feltétlenül javaslom a mérések megismétlését standard alkalmazásával, s a kapott eredmények fényében a területben mért értékek összehasonlíthatóvá válnak a 2.4. fejezetben bemutatott példák eredményeivel. További vizsgálatokat javaslom XRD és SEM-EDX módszerével, a kapott eredmények és a korábbi talajtani vizsgálatok tükrében vizsgálhatóvá válik az egyes szelvényekben a toxikus fémek felhalmozódásának okai. A terület pontos

történetének felderítése is fontos ugyanis számos helyről és időpontban történt feltöltés a területen.

7. Irodalomjegyzék

Alloway, B.J. (1995): Heavy metals in soils - Blackie Academic and Professional, London, p. 368.

Andrejcsik Linda, Bakos Norbert, Bocz János, Deák Tiborné, Freid Mónika, Hidas Zsuzsanna, Herzog Tamás, Jávorszky Anikó, Kelemen Nóra, Kovács Benedek, Kovács Krisztián, Majoros Marcella, Molnár Beatrix, Nagyné Pakula Urszula, Dr. Oparin-Salamon Melinda, Zeisler Judit 2014: Magyarország, 2013 – Központi statisztikai hivatal, Budapest p.18

Bockheim, J. G. 1974: Nature and properties of highly disturbed urban soils, Philadelphia, Pennsylvania. Paper presented before Division S-5, Soil genesis, morphology and classification.- Annual meeting of the Soil Science Society of America, Chicago.

Bragg, W. H. – Bragg, W. L. 1913: The Diffraction of Short Electromagnetic Waves by a Crystal,- *Proceedings of the Royal Society, Ser.A, 88, 1913, pp. 428-428.*

Cheng, Hangxin - Li, Min – Zhao, Chuandong – Li, Kuo – Peng, Min – Qin, Aihua – Cheng, Xiaomeng 2014: Overview of trace metals in the urban soil of 31 metropolises in China - *Journal of Geochemical Exploration* 139 (2014) pp. 31-35

Farkas J. - Hanh I. –Márialigeti K. –Óvári M. – Romsics Cs. – Szabó Cs.- Szalai Z. – Szövényi G. – Tatár E.- Tóth M. – Török J. K. 2012: Környezeti mintavételezés Typotex Kiadó, Budapest 24p

Horváth Amanda - Bozsai Gábor - Szabados Mária - Károlyi Erzsébet - Szabó Mária 1980: A talaj toxikus fém-szennyezettségének vizsgálata ólomkohó környezetében - *Magyar kémikusok lapja*, ISSN 0025-0163, 1980. (35. évf.) 3. sz. 135-140. old.

Molnár S. 2013: A városi talajok hatása a közösségi kertekre – *Agrokémia és talajtan* 62.sz. pp. 427-434

Pozsgai Imre 1995: Elektronmikroszkópia és az elektronsugaras mikro analízis alapjai. ELTE Eötvös kiadó, Budapest

Stefanovits P. – Filep Gy. – Füleky Gy. 1990: talajtan. – Mezőgazda Kiadó, Budapest. 470 p.

Szabó György 2000: Talajok és növények toxikus fémtartalmának vizsgálata egy bükkaljai mintaterületen – ISSN:0209-4835, Studia Geographica, Debrecen

Szalai Z.- Jakab G. 2012: Bevezetés a talajtanba környezettanósoknak. – Typotex Kiadó, Budapest

Szegedi Sándor 1999: Debrecen toxikus fém-szennyezettsége- Magyar Tudomány- A magyar tudományos akadémia lapja 1999.október.

Tóth Tamara 2013: Antropogén talajok vizsgálata Budapest XI. kerületében – A természetes talajoktól eltérő diagnosztikai tulajdonságok felmérése és a vizsgált talajok besorolása a WRB(2006) talajosztályozási rendszerbe diplomamunka- Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

Internetes források:

http://nukleariskepalkotas.atomki.hu/documents/Rontgen_fluoreszcencia_analizis.pdf (2014.11.20)

www.budapestinfo.eu (2014.11.20)

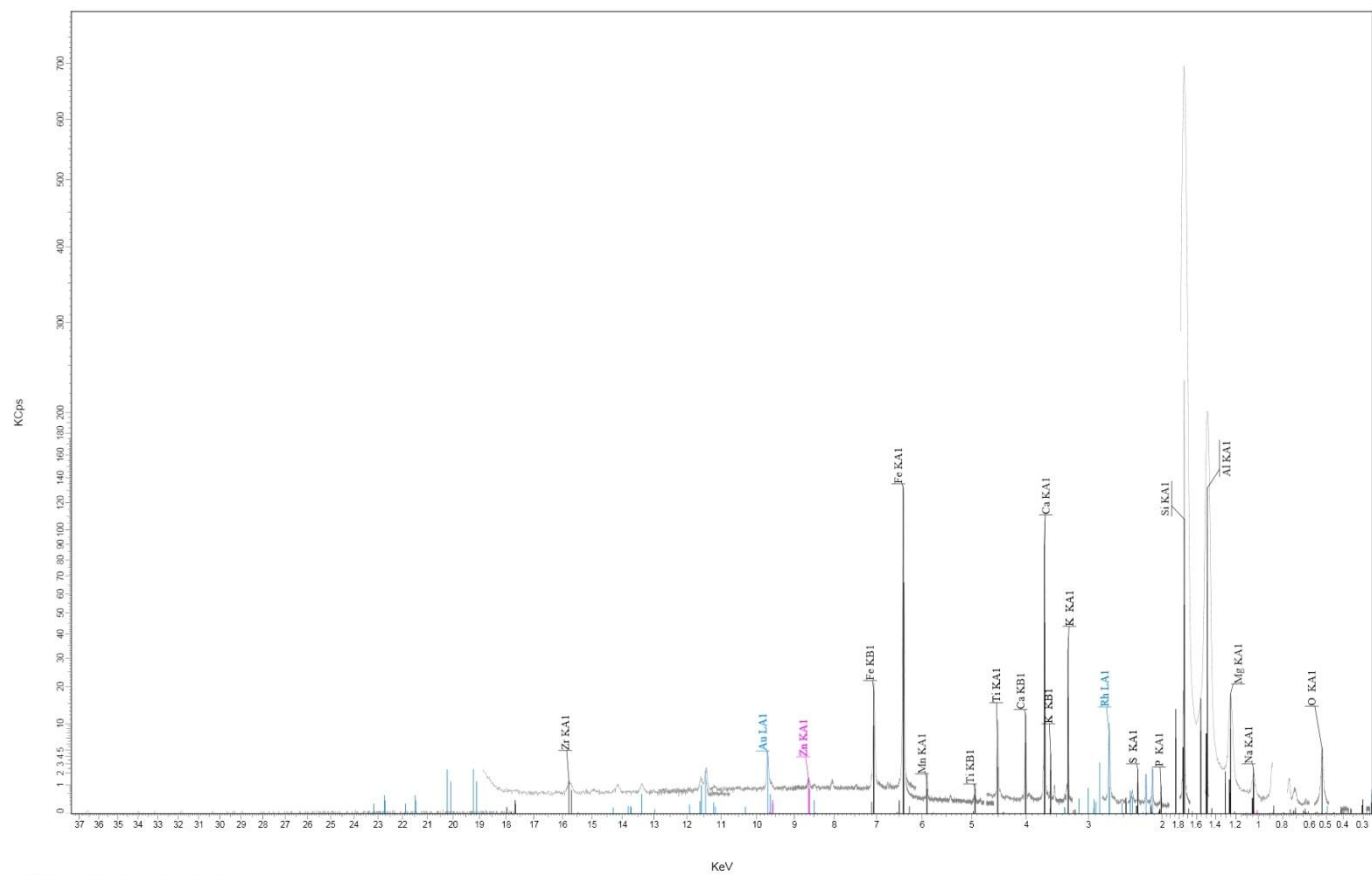
www.complex.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0900006.KVV (2014.11.20)

www.kozossegekertek.hu (2014.11.20)

8.Mellékletek

1. Melléklet: XI. talajminták összesített oxidos összetétele táblázatos formában. Terjedelmi okok miatt olvasható papír alapú leadás esetén a dolgozat végén különálló lapon hajtogatott formában. Elektronikus leadás esetén: <http://kamqaat.web.elte.hu/TDK%20/>

2. Számú melléklet – Toxikus fémet tartalmazó spektrumok és adatsoraik (a spektrumok magasabb felbontásban elérhetők: <http://kamqaat.web.elte.hu/TDK%20/> oldalon):



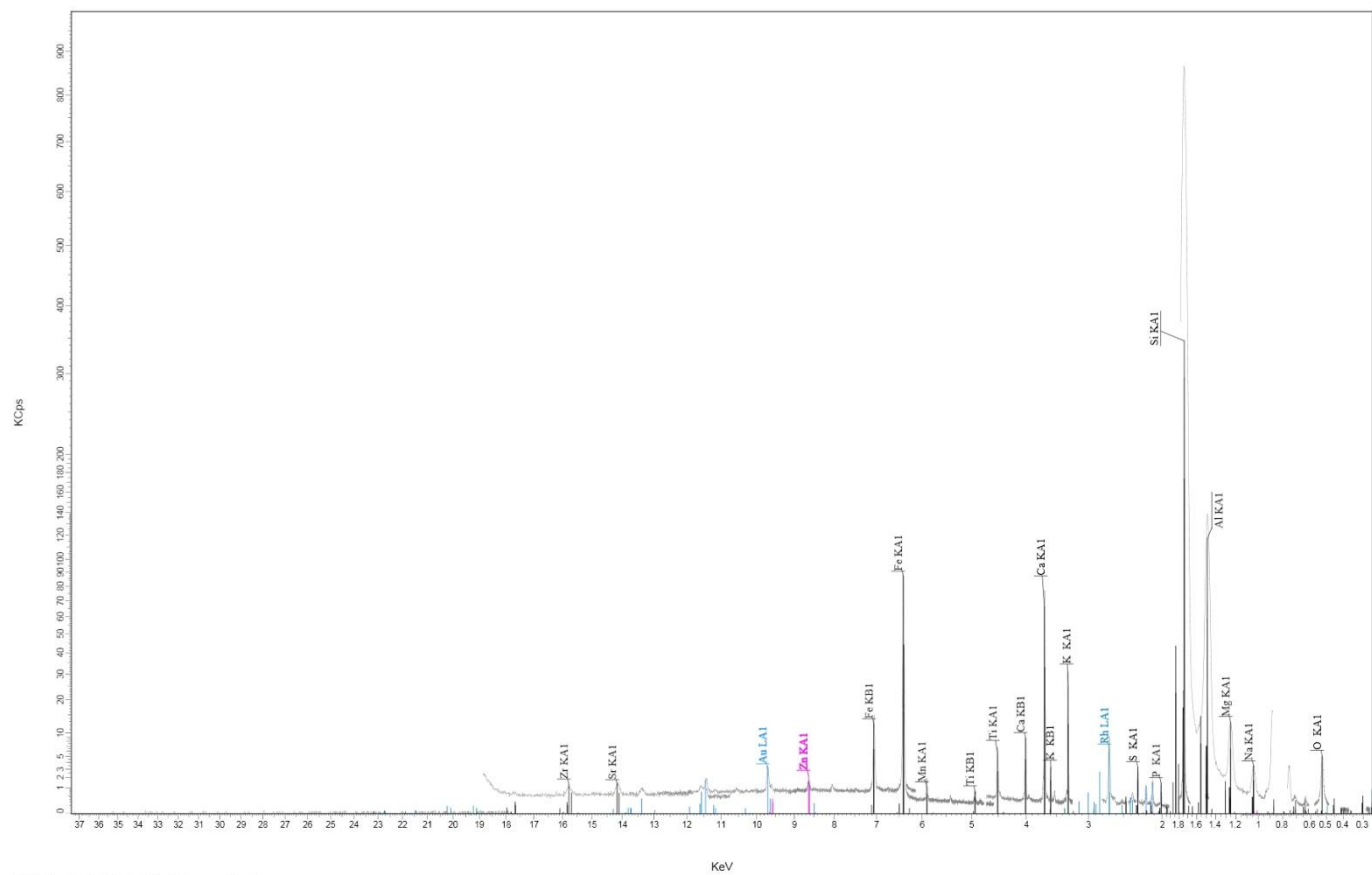
103_13295_HS_Teljes
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 9:10:01 AM

1. spektrum: 3. Mintavételi pont, Gazdagréti lakótelep (park) 1. talajszint, Hrsz.:1782/24

Mint látható cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

1. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények -3. Mintavételi pont, Gazdagréti lakótelep (park) 1. talajszint, Hrsz.:1782/24

Formula	Z	Vonal 1	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	57,7	0,22%	172.8 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	19,59	0,35%	187.8 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	9,522	0,33%	63.4 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	5,433	0,29%	54.4 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,841	0,55%	52.9 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	2,67	0,95%	332.9 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,964	1,06%	75.1 PPM
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,524	3,93%	485.5 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,345	3,27%	137.6 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,308	4,38%	172.2 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,0913	2,91%	39.5 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,011	7,63%	22.0 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,004	6,60%	6.6 PPM



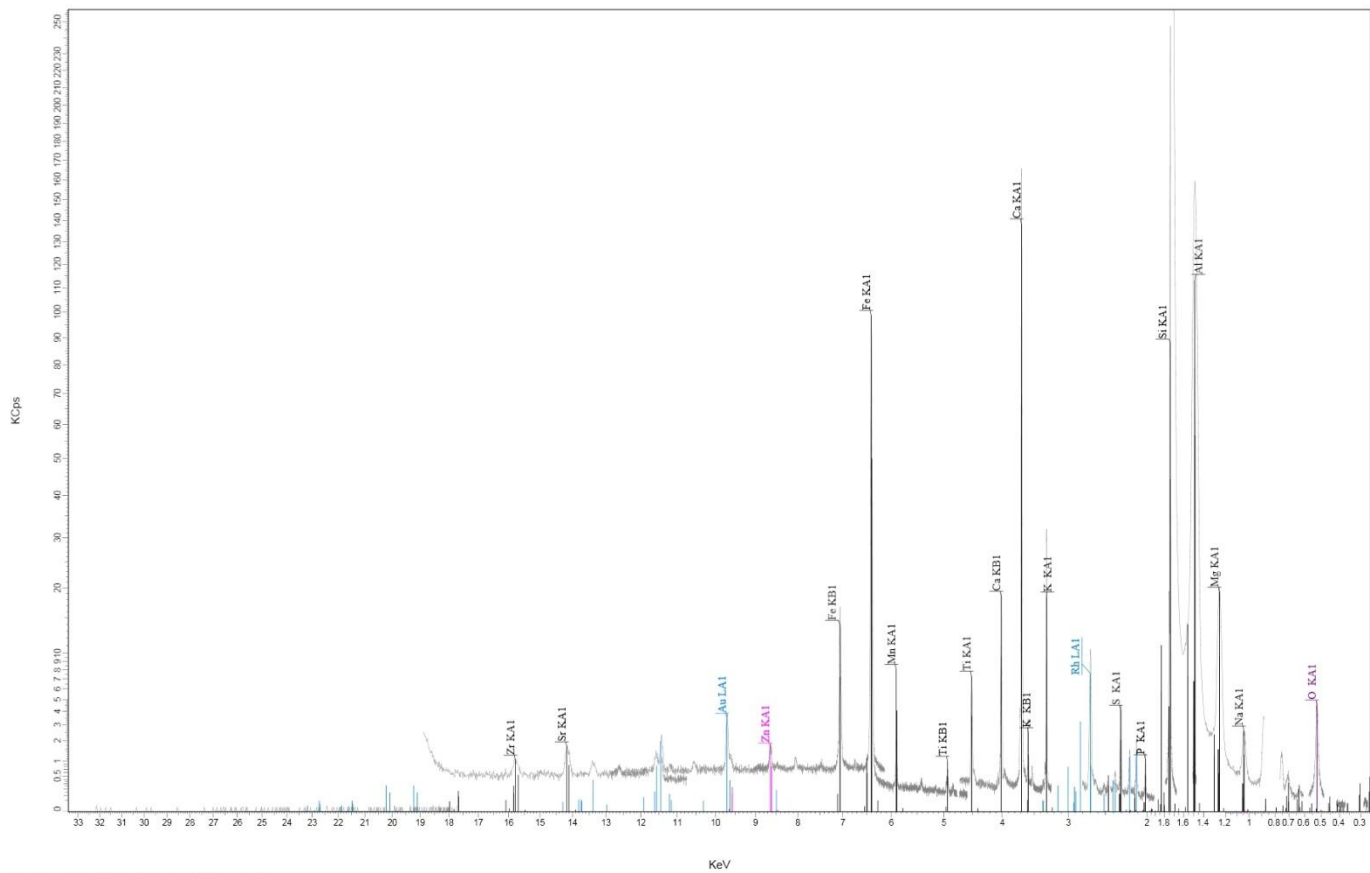
117_13252_Teljes_HS
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 9:22:11 AM

2. Spektrum: 5. Mintavételi pont, Függetlenségi Park, 1. talajszint, Hrsz.:4554/1

Mint látható cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

2. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények- 5. Mintavételi pont, Függetlenségi Park, 1. talajszint, Hrsz.:4554/1

Formula	Z	Vonal 1	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	1,17	2,35%	513.2 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	1,94	1,14%	316.2 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	13,19	0,42%	172.4 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	68,85	0,20%	178.4 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,554	3,25%	186.4 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,862	2,02%	149.9 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,34	0,62%	53.4 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	7,039	0,39%	63.8 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,572	1,40%	75.6 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,0762	3,21%	39.0 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	3,381	0,36%	49.8 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,011	6,82%	19.6 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	0,004	5,85%	5.6 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,002	7,97%	8.9 PPM



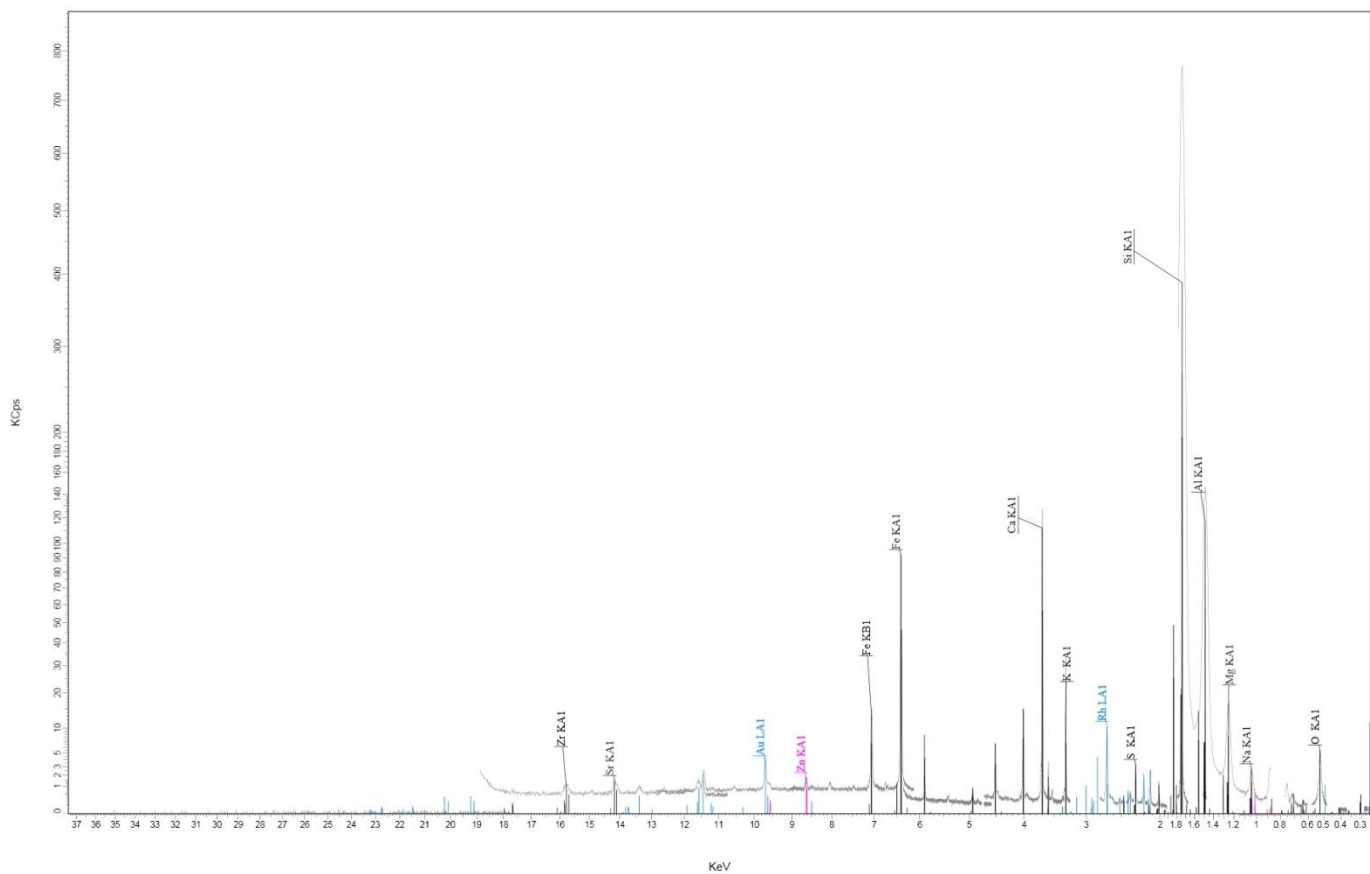
145_13253_TELJES_HS
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 1:54:59 PM

3. Spektrum: 5. Mintavételi pont, Függetlenségi Park, 2. talajszint, Hrsz.:4554/1

Mint látható cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

3. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények- 5. mintavételi pont, Függetlenségi Park, 2. talajszint, Hrsz.:4554/1

Formula	Z	Vonal 1	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,841	2,83%	511.8 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	3,12	0,85%	327.3 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	15,21	0,39%	178.7 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	57,33	0,22%	172.5 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,454	3,45%	171.1 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	1,06	1,72%	141.2 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,25	0,61%	49.8 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	14,75	0,26%	68.7 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,662	1,35%	83.0 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,0938	2,92%	40.2 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	4,204	0,33%	54.7 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,0163	5,43%	21.9 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	0,006	4,67%	6.4 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,002	7,96%	10.7 PPM



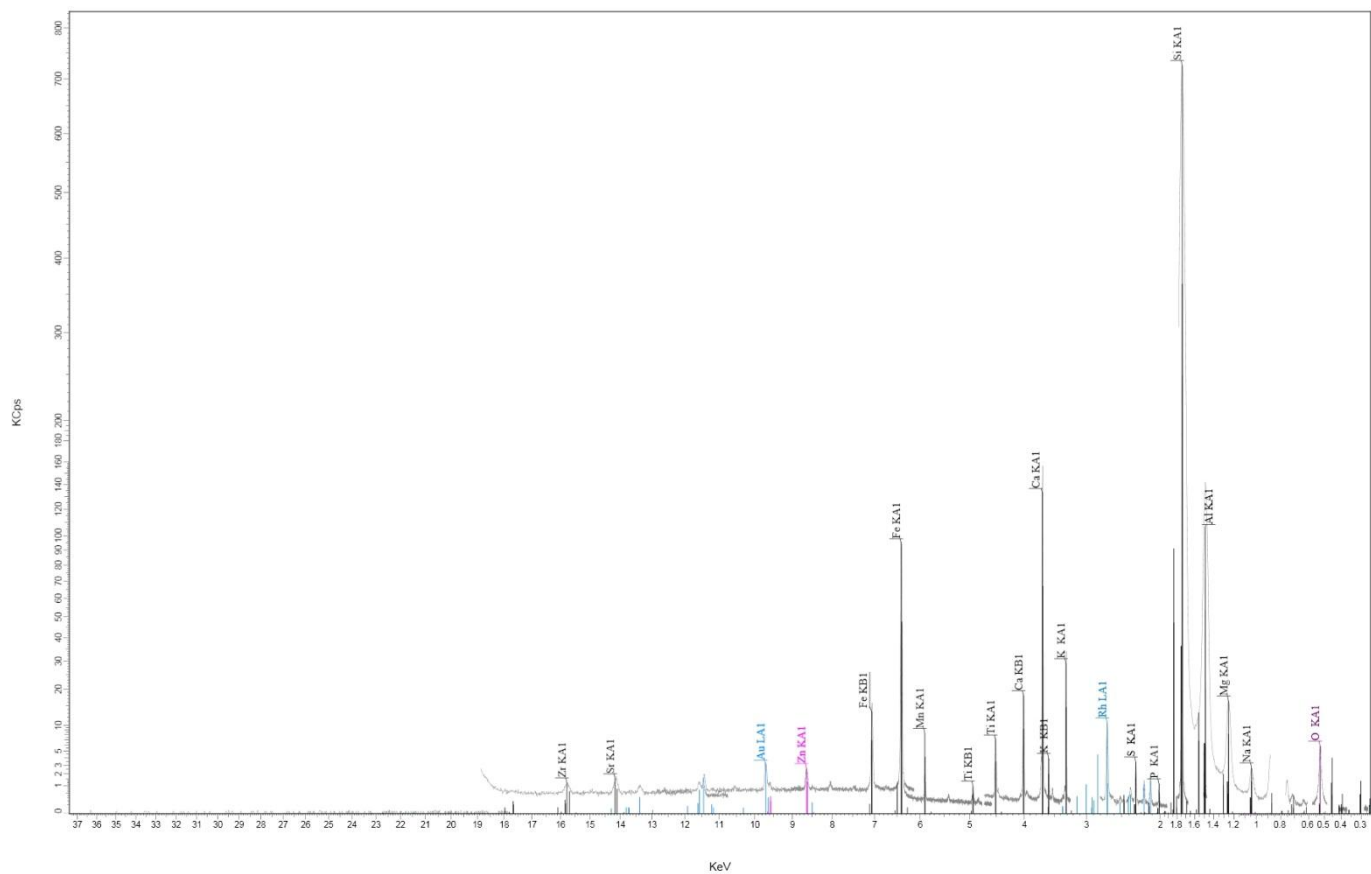
104_13292_HS_Teljes
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 9:32:05 AM

4. Spektrum: 6. Mintavételi pont, Fraknó utca (zöld terület), 1. talajszint, Hrsz.: 3302/30

Mint látható cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

4. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények- 6. Mintavételi pont, Fraknó utca (zöld terület), 1. talajszint, Hrsz.: 3302/30

Formula	Z	Vonal 1	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,895	2,71%	484.9 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	2,69	0,93%	310.9 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	14,03	0,41%	167.1 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	62,25	0,21%	175.4 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,462	3,51%	175.8 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,83	2,01%	138.2 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,54	0,59%	53.8 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	11,75	0,30%	65.5 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,631	1,37%	78.3 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,091	2,97%	40.1 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	3,81	0,35%	55.6 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,0158	5,53%	21.2 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	0,0048	5,51%	6.3 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,002	6,86%	9.9 PPM



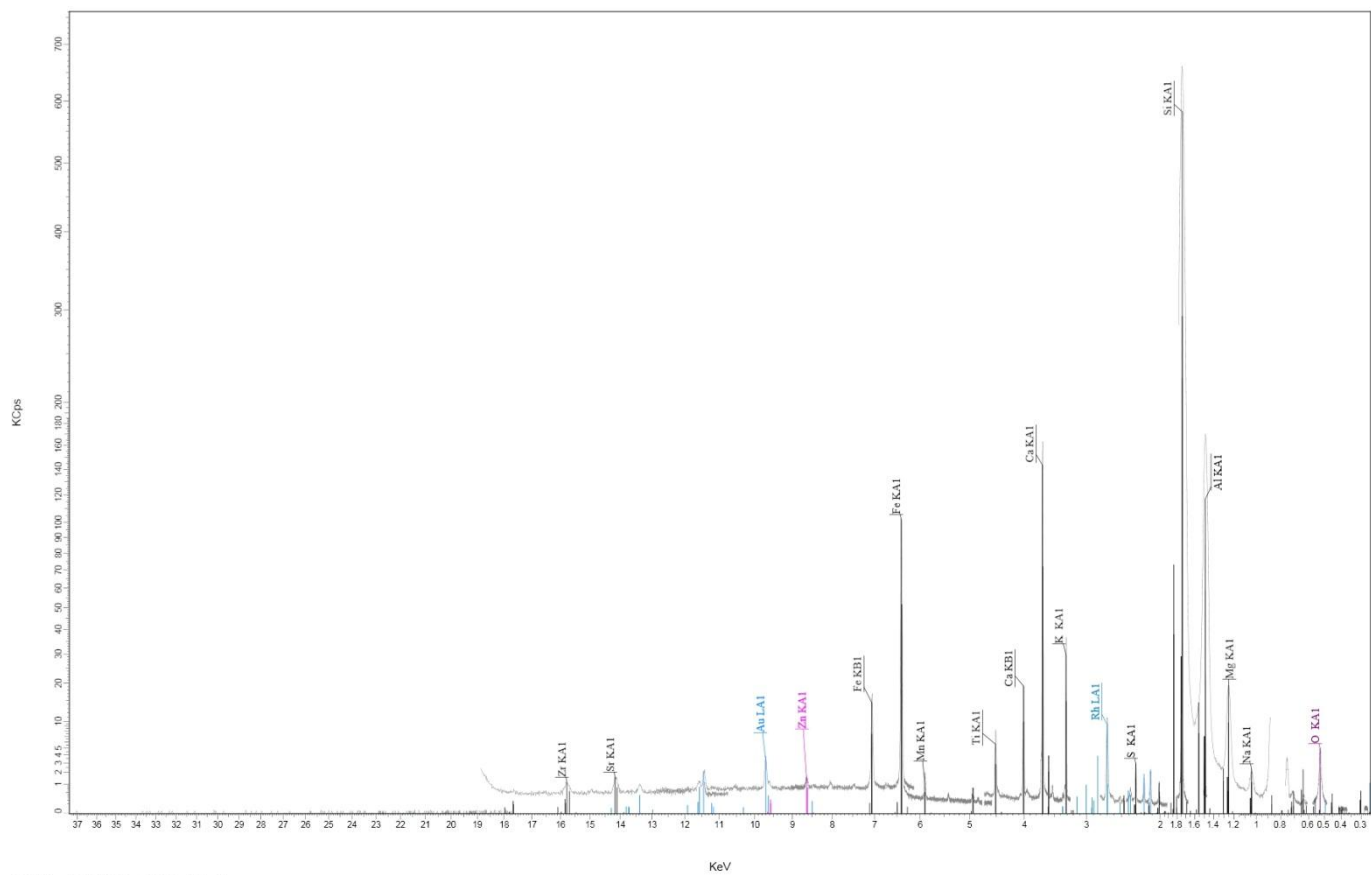
144_13293_TELJES_HS
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 2:02:16 PM

5. Spektrum: 6. Mintavételi pont, Fraknó utca (zöld terület), 2. talajszint, Hrsz,: 3302/30

Mint látható cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

5. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények- 6. Mintavételi pont, Fraknó utca (zöld terület), 2. talajszint, Hrsz.: 3302/30

Formula	Z	Vonal 1	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,853	2,84%	538.2 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	2,65	0,96%	319.3 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	13,94	0,42%	174.7 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	59,26	0,22%	170.0 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,381	3,92%	177.1 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,811	2,04%	143.9 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,556	0,59%	52.4 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	14,45	0,27%	68.2 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,697	1,34%	83.4 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,103	2,86%	42.4 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	4,262	0,34%	55.5 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,0317	3,37%	22.2 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	0,0066	4,46%	6.4 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,002	7,70%	11.2 PPM



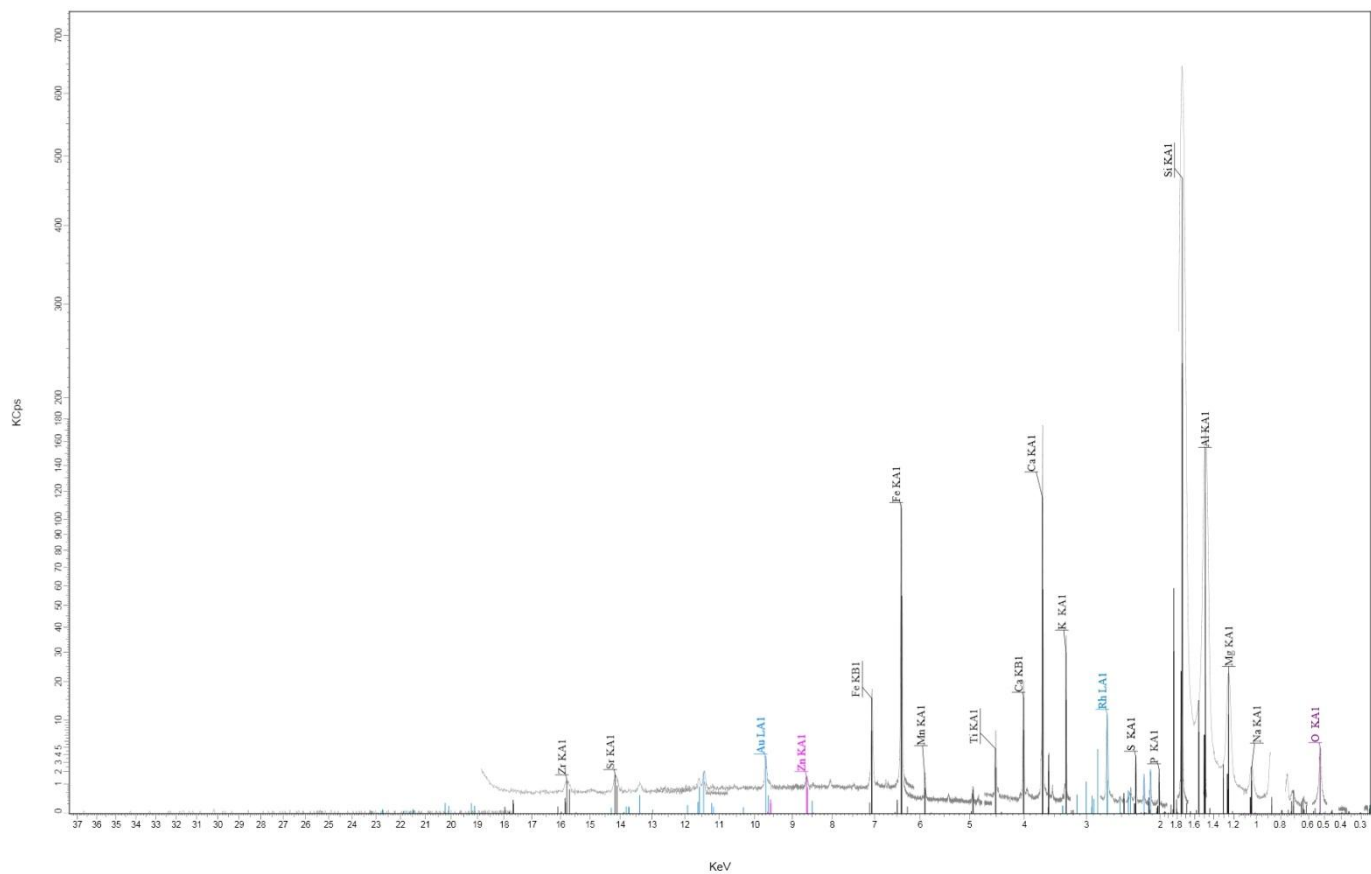
107_13275_HS_Teljes
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 11:19:38 AM

6. Spektrum: 7. Mintavételi pont, Tétényi út (zöld terület), 1. talajszint, Hrsz.: 3261/19

Mint látható cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

6. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények-7. Mintavételi pont, Tétényi út (zöld terület), 1. talajszint, Hrsz.: 3261/19

Formula	Z	Vonal	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,616	3,67%	523.7 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	3,12	0,88%	340.5 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	16,8	0,38%	182.7 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	55,03	0,23%	173.2 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,424	3,69%	184.9 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,743	2,13%	144.3 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,631	0,57%	50.5 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	15,14	0,26%	69.0 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,78	1,26%	84.7 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,0988	2,95%	43.3 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	4,591	0,33%	57.3 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,012	7,47%	22.9 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	0,0062	4,74%	6.5 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,002	7,20%	10.9 PPM



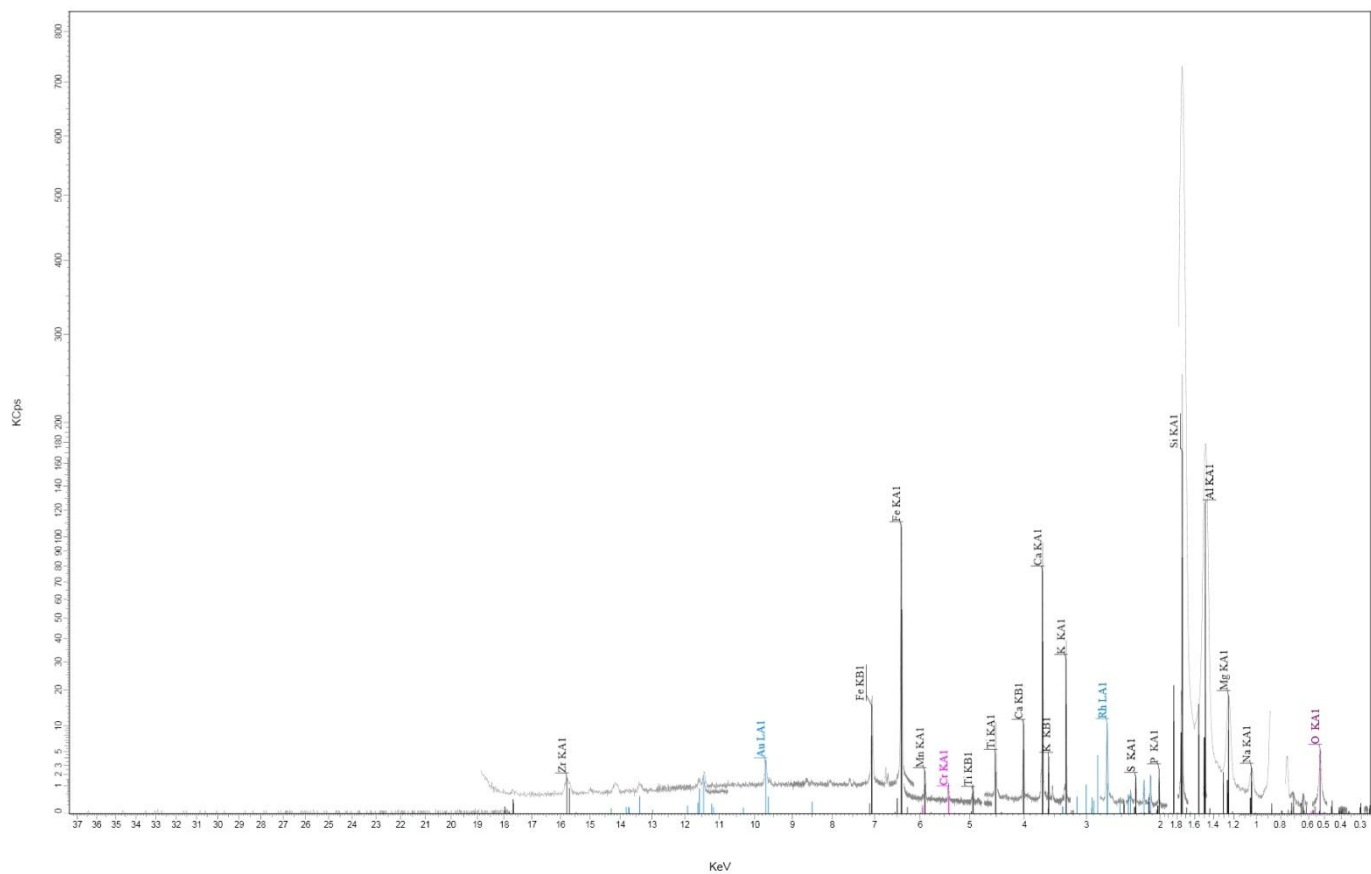
100_13266_HS_Teljes
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 11:33:19 AM

7. Spektrum: 8. Mintavételi pont, Fehérvári út (zöld terület), 1. talajszint, Hrsz.: 3170/44

Mint látható cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

7. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények - 8. Mintavételi pont, Fehérvári út (zöld terület), 1. talajszint, Hrsz.: 3170/44

Formula	Z	Vonal	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,848	2,86%	506.2 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	3,75	0,78%	336.6 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	16,92	0,37%	186.9 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	52,78	0,23%	170.8 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,658	2,82%	176.2 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,939	1,83%	137.1 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,657	0,56%	54.5 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	15,71	0,26%	68.2 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,742	1,29%	85.0 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,094	2,98%	41.9 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	4,881	0,32%	58.7 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,013	7,00%	23.4 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	0,0066	4,55%	6.8 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,002	7,25%	11.6 PPM



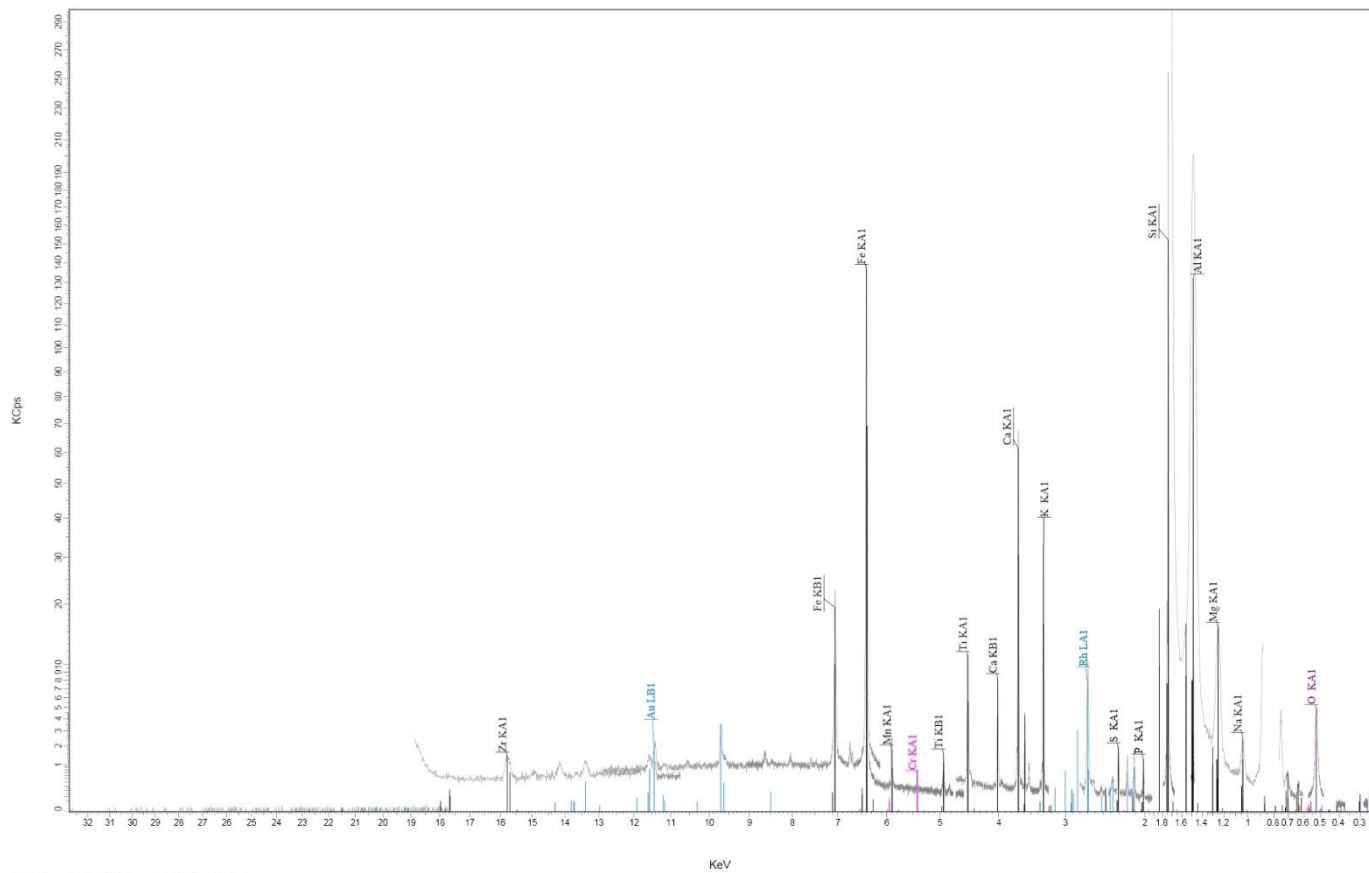
078_13284_HS_teljes_34mm
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 2:12:04 PM

8. Spektrum: 11. Mintavételi pont, Örmezei út (felhagyott gyümölcsös), 2. talajszint, Hrsz.: 739/1

Mint látható króm (Cr) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

8. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények - 11. Mintavételi pont, Örmezei út (felhagyott gyümölcsös), 2. talajszint,
Hrsz.: 739/1

Formula	Z	Vonal 1	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,831	3,66%	555.0 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	2,83	1,12%	408.1 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	17,29	0,45%	233.9 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	60,72	0,26%	224.9 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,569	3,88%	230.4 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,372	3,91%	179.5 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,95	0,67%	66.0 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	8,865	0,42%	80.5 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,981	1,30%	98.8 PPM
Cr ₂ O ₃	24	Cr KA1-HS-Min	0,0616	5,58%	66.1 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,108	3,23%	52.4 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	4,41	0,39%	76.2 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,005	6,41%	7.9 PPM



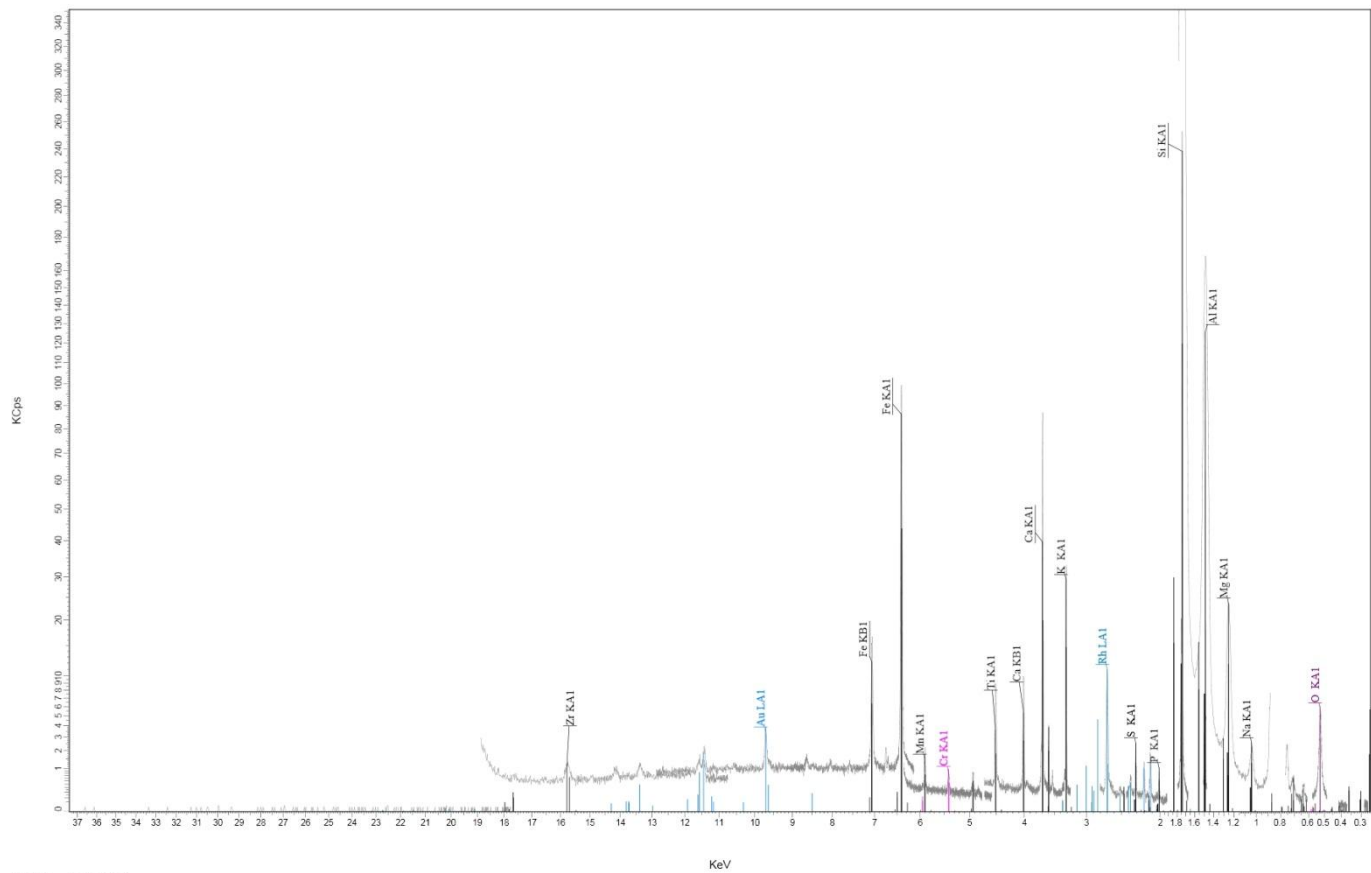
082_13278_d_HS_Teljes
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 11:49:31 AM

9. Spektrum: 14. Mintavételi pont, Pöfeteg utca (háztartási hulladék lerakó), 1. talajszint, Hrsz.: 326/3

Mint látható króm (Cr) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

9. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények - 14. Mintavételi pont, Pöfeteg utca (háztartási hulladék lerakó), 1. talajszint,
Hrsz.: 326/3

Formula	Z	Vonal	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,674	3,43%	454.7 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	2,44	1,00%	338.8 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	19,08	0,35%	192.0 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	61,23	0,21%	180.6 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,424	3,72%	185.5 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,489	2,69%	140.0 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	3,073	0,53%	53.4 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	6,133	0,41%	63.4 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,96	1,04%	77.6 PPM
Cr ₂ O ₃	24	Cr KA1-HS-Min	0,031	6,80%	51.4 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,109	2,54%	40.4 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	5,349	0,28%	56.9 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,0049	5,43%	6.2 PPM



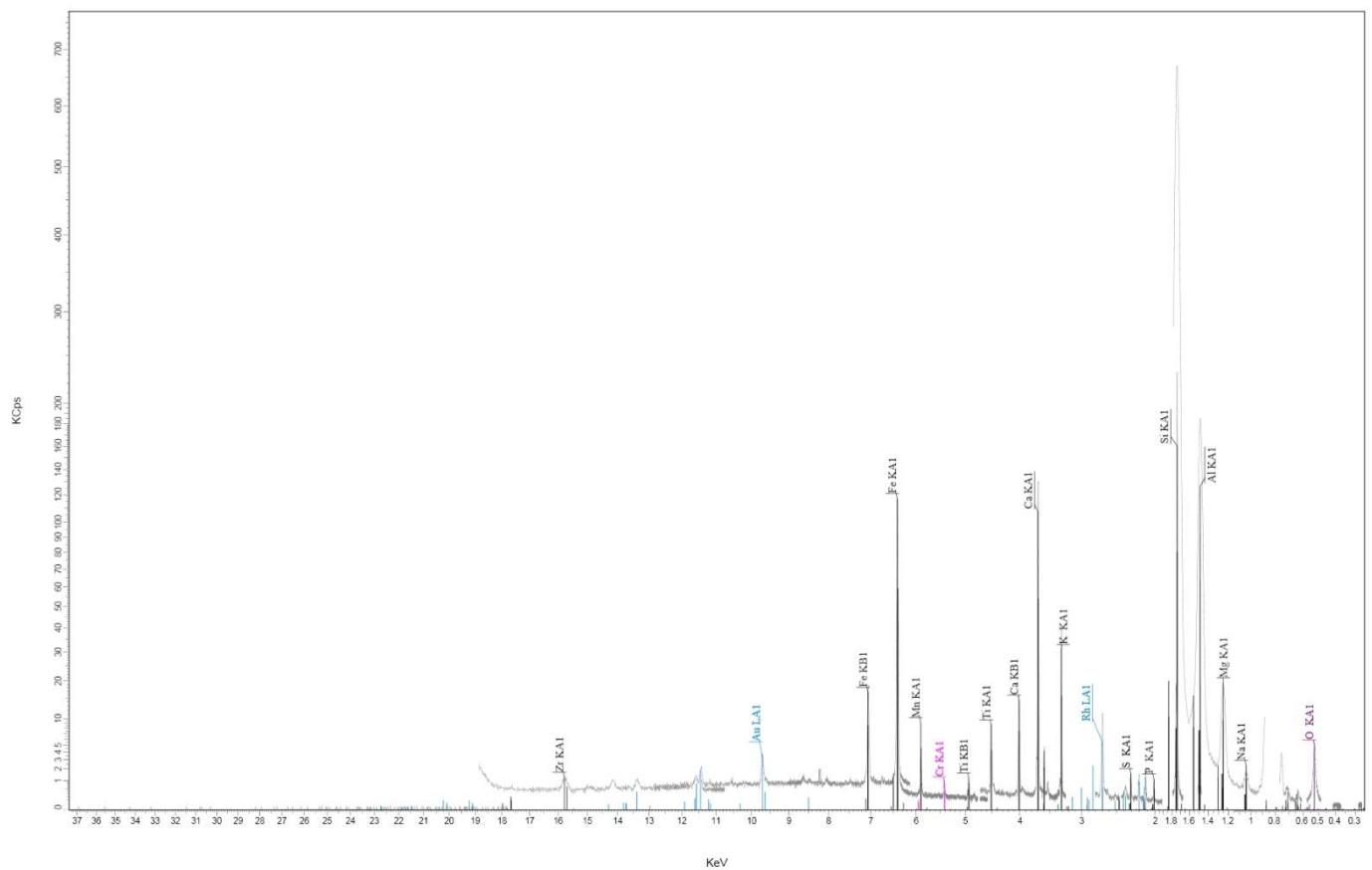
092_13254
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 11:58:00 AM

10. Spektrum: 20. Mintavételi pont, Kőérberki utca (felhagyott parcella), 1. talajszint, Hrsz.: 130/6

Mint látható króm (Cr) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

10. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények - 20. Mintavételi pont, Kőérberki utca (felhagyott parcella), 1. talajszint,
Hrsz.: 130/6

Formula	Z	Vonal 1	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,634	4,40%	528.5 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	3,85	0,95%	405.0 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	16,63	0,47%	219.8 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	62,6	0,26%	217.0 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,26	6,04%	209.5 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,416	3,71%	175.2 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,49	0,74%	63.9 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	8,202	0,44%	76.5 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,781	1,47%	96.2 PPM
Cr ₂ O ₃	24	Cr KA1-HS-Min	0,049	6,38%	62.5 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,0814	3,87%	51.8 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	4,003	0,41%	71.0 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,004	8,05%	7.4 PPM



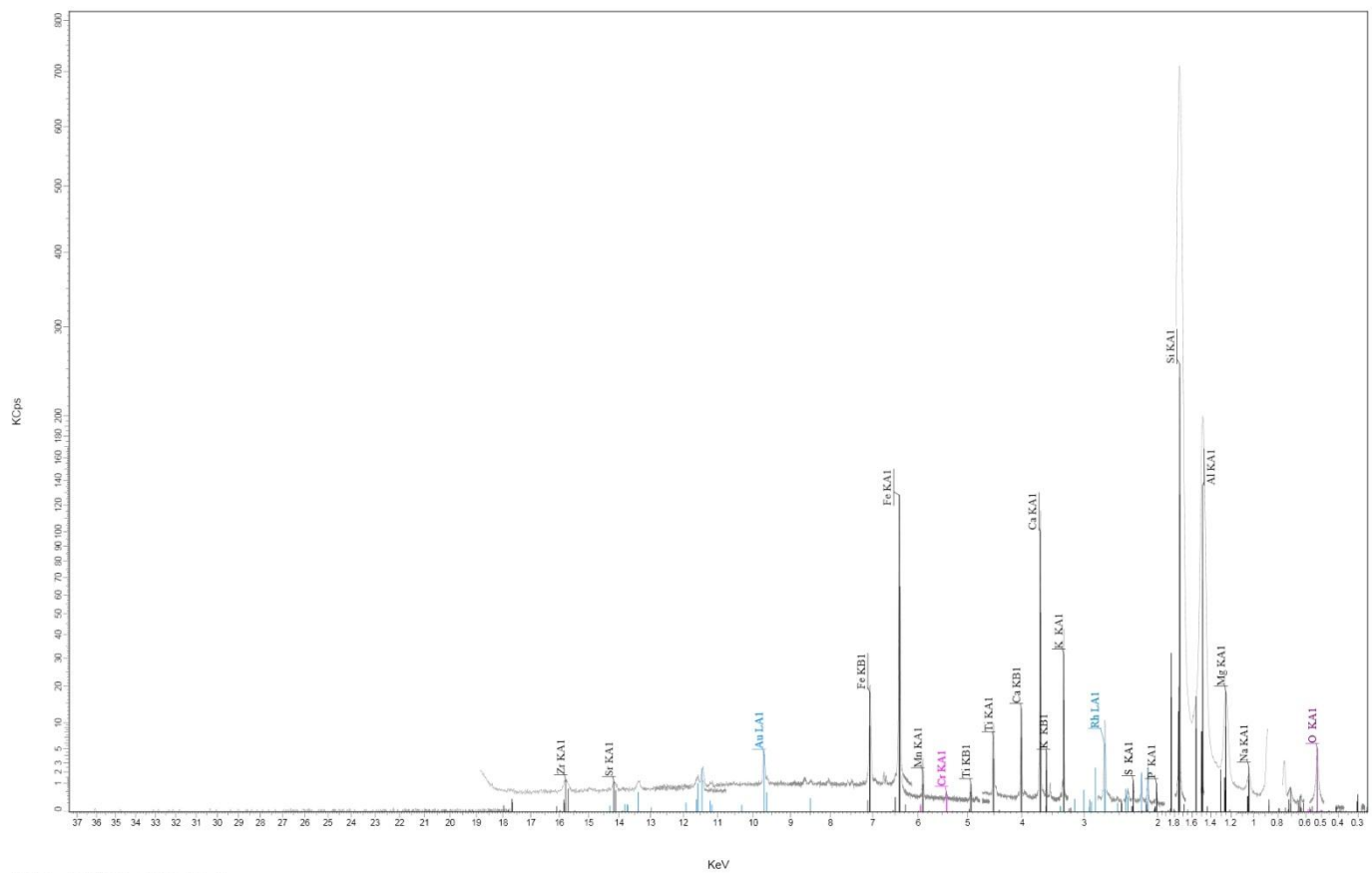
077_13264_HS_teljes_34mm
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 12:07:59 PM

11. Spektrum: 21. Mintavételi pont, Dayka Gábor utca (út melletti zöld terület), 1. talajszint, Hrsz.:2638/2

Mint látható króm (Cr) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

11. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények - 21. Mintavételi pont, Dayka Gábor utca (út melletti zöld terület), 1. talajszint, Hrsz.:2638/2

Formula	Z	Vonal 1	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,464	5,55%	546.2 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	3,05	1,08%	413.0 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	18,14	0,44%	221.7 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	56,57	0,27%	209.1 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,34	5,11%	220.1 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,334	4,11%	176.0 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,99	0,66%	64.6 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	12,07	0,36%	86.1 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,828	1,46%	99.8 PPM
Cr ₂ O ₃	24	Cr KA1-HS-Min	0,0616	5,75%	69.3 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,161	2,62%	55.7 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	4,984	0,38%	70.8 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,004	7,79%	8.0 PPM



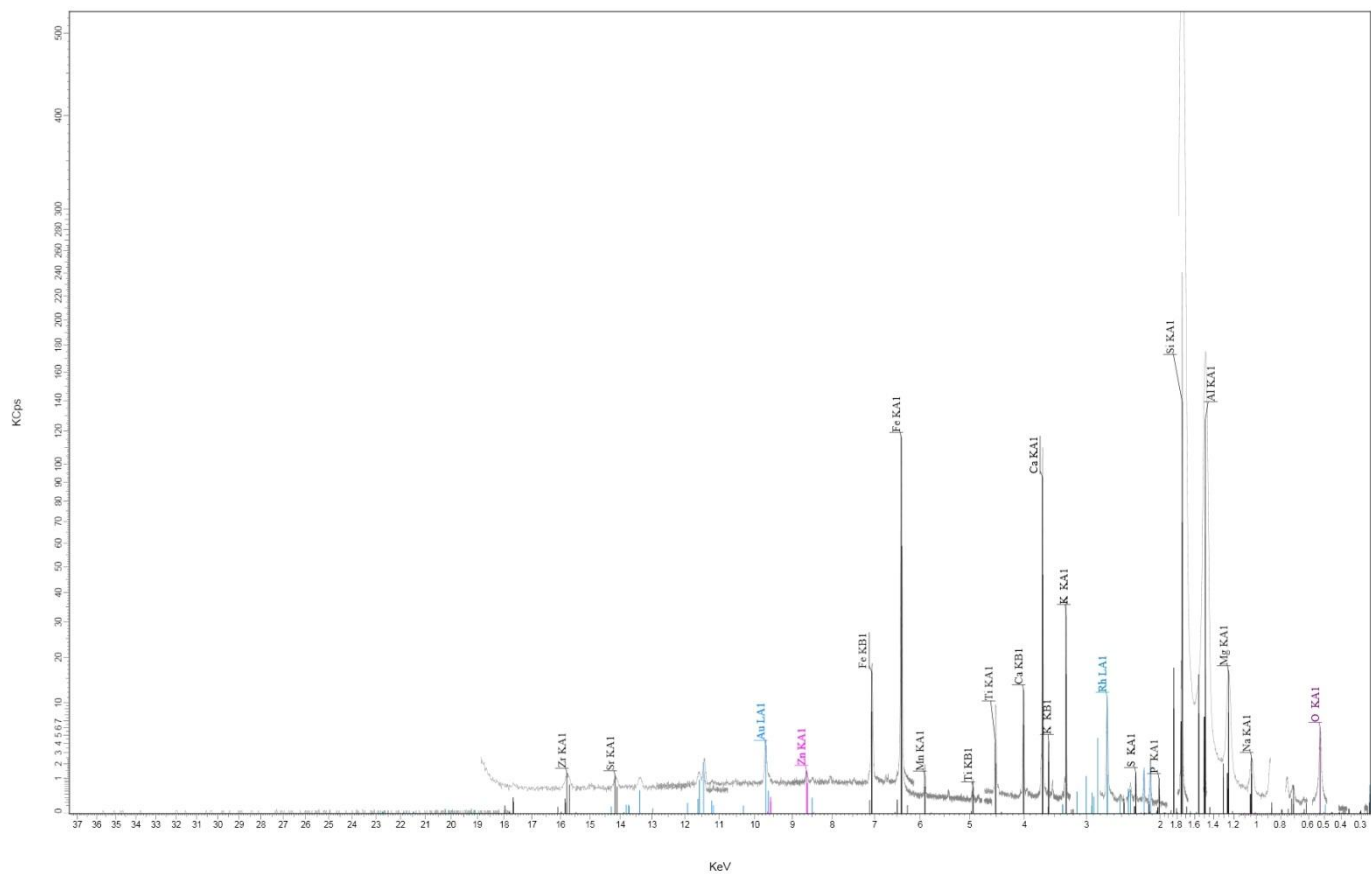
094_13265_HS_Teljes
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 2:24:25 PM

12. Spektrum: 21. Mintavételi pont, Dayka Gábor utca (út melletti zöld terület), 2. talajszint, Hrsz.:2638/2

Mint látható króm (Cr) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

12. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények - 21. Mintavételi pont, Dayka Gábor utca (út melletti zöld terület), 2. talajszint,
Hrsz.:2638/2

Formula	Z	Vonal 1	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,475	4,40%	458.2 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	2,76	0,92%	342.1 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	18,91	0,35%	196.0 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	57,6	0,22%	178.9 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,338	4,12%	180.4 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,266	3,74%	136.7 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	3,04	0,53%	53.6 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	10,36	0,31%	65.7 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,876	1,12%	80.7 PPM
Cr ₂ O ₃	24	Cr KA1-HS-Min	0,018	9,70%	50.6 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,17	2,00%	42.3 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	5,183	0,29%	59.8 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	0,003	8,82%	6.7 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,004	6,15%	9.3 PPM



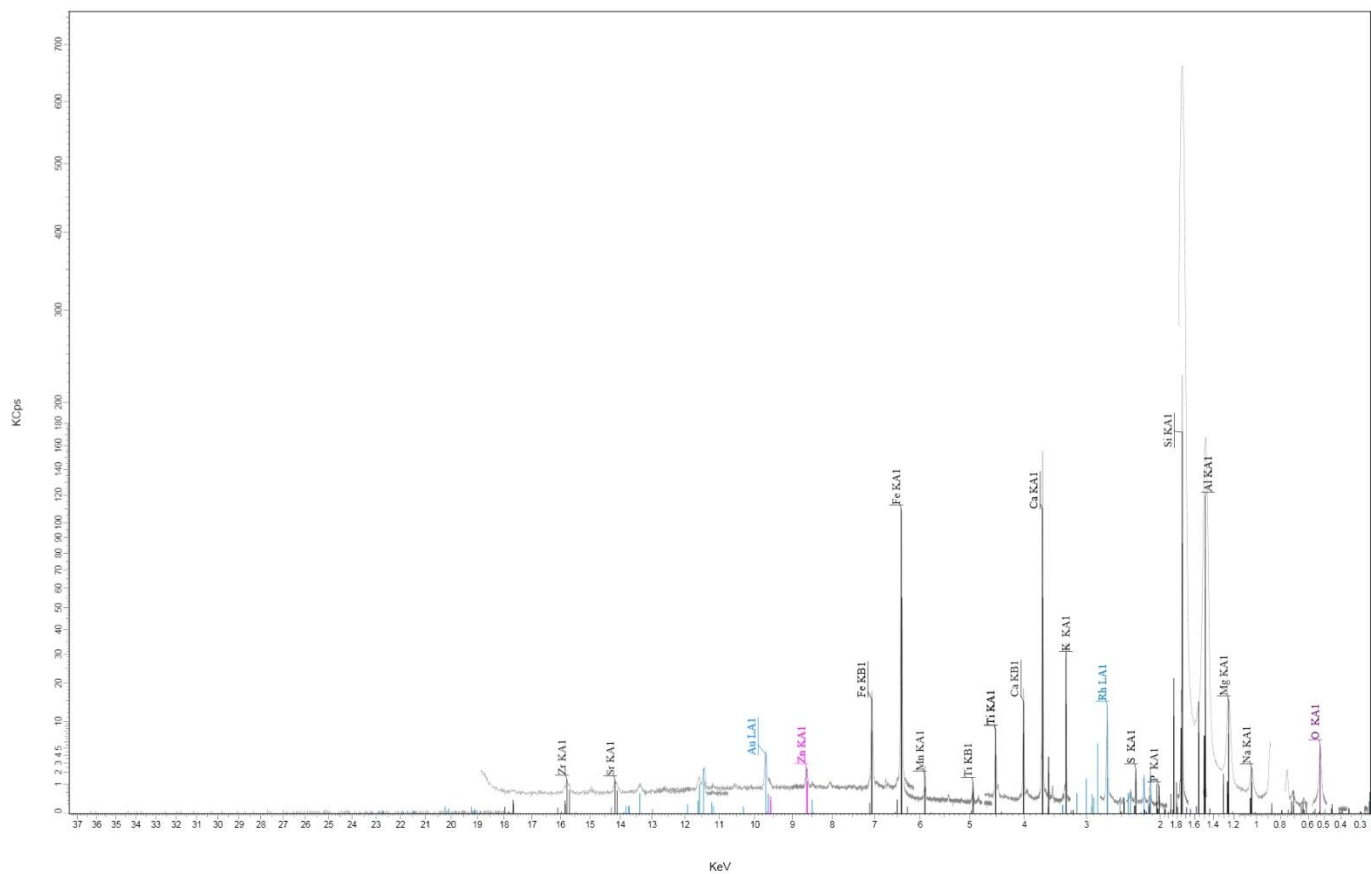
105_13256_HS_Teljes
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 12:41:37 PM

13. Spektrum: 22. Mintavételi pont, Ugron Gábor utca (Park), 1. talajszint, Hrsz.: 2570/1

Mint látható cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

13. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények - 22. Mintavételi pont, Ugron Gábor utca (Park), 1. talajszint, Hrsz.: 2570/1

Formula	Z	Vonal 1	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,84	2,87%	468.9 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	2,72	0,95%	322.0 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	17,5	0,37%	175.8 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	59,17	0,22%	176.0 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,338	4,23%	174.4 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,306	3,59%	141.6 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,952	0,55%	52.3 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	10,24	0,32%	63.8 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,89	1,14%	78.0 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,0947	2,91%	39.4 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	4,927	0,31%	54.4 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,01	8,60%	22.1 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	0,003	8,19%	6.3 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,004	6,11%	9.3 PPM



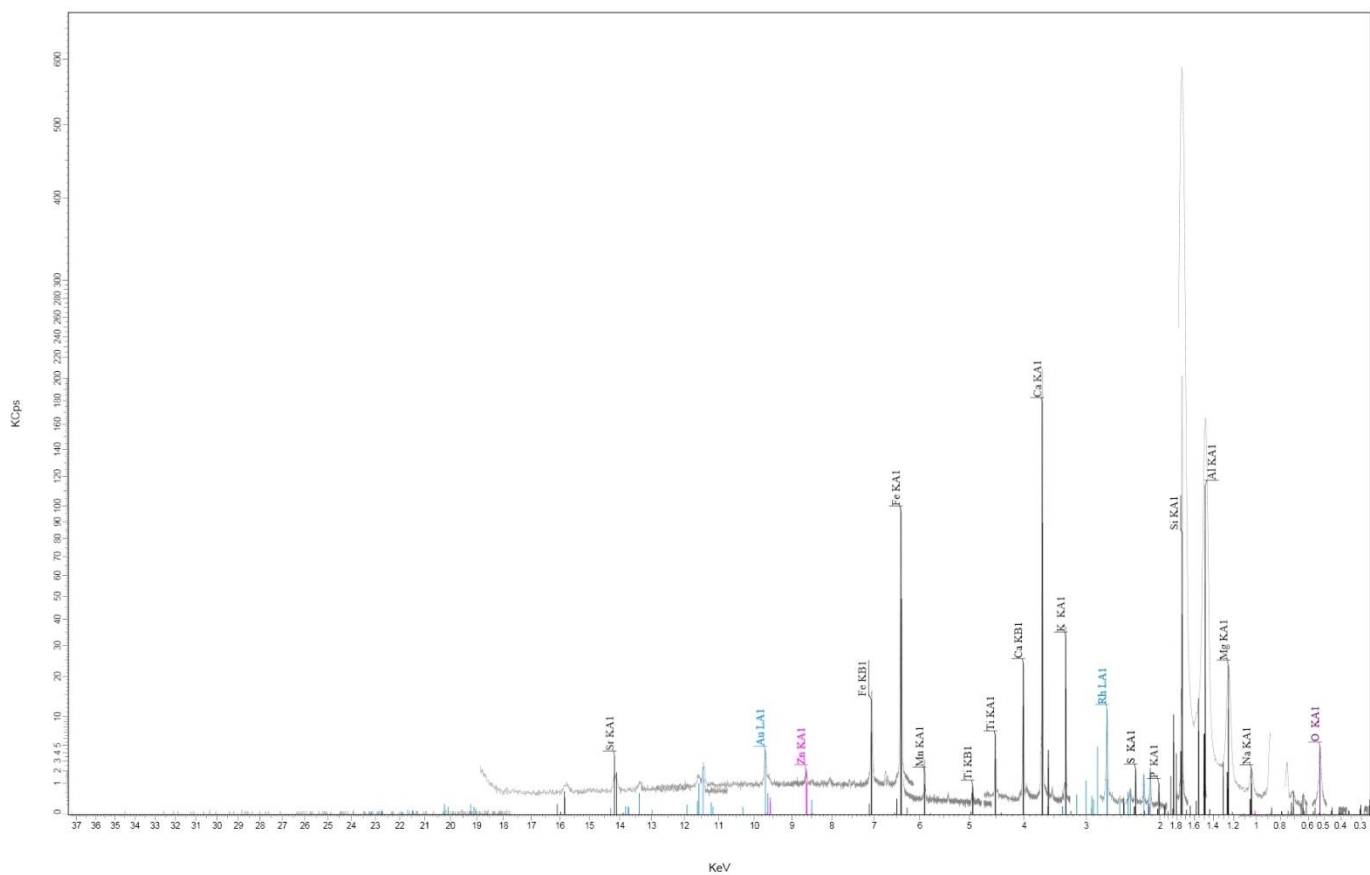
131_13258_Teljes_HS_33
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 2:48:30 PM

14. Spektrum: 22. Mintavételi pont, Ugron Gábor utca (Park), 3. talajszint, Hrsz.: 2570/1

Mint látható cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

14. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények - 22. Mintavételi pont, Ugron Gábor utca (Park), 3. talajszint, Hrsz.: 2570/1

Formula	Z	Vonal 1	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,799	3,03%	551.5 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	2,5	1,00%	327.3 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	16,69	0,38%	180.6 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	56,26	0,22%	168.3 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,292	4,56%	177.3 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,496	2,68%	142.9 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,547	0,59%	53.2 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	14,52	0,27%	67.8 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,817	1,23%	83.0 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,139	2,37%	40.8 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	4,903	0,32%	56.6 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,0277	3,91%	23.9 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	0,004	6,75%	6.6 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,003	6,80%	10.2 PPM



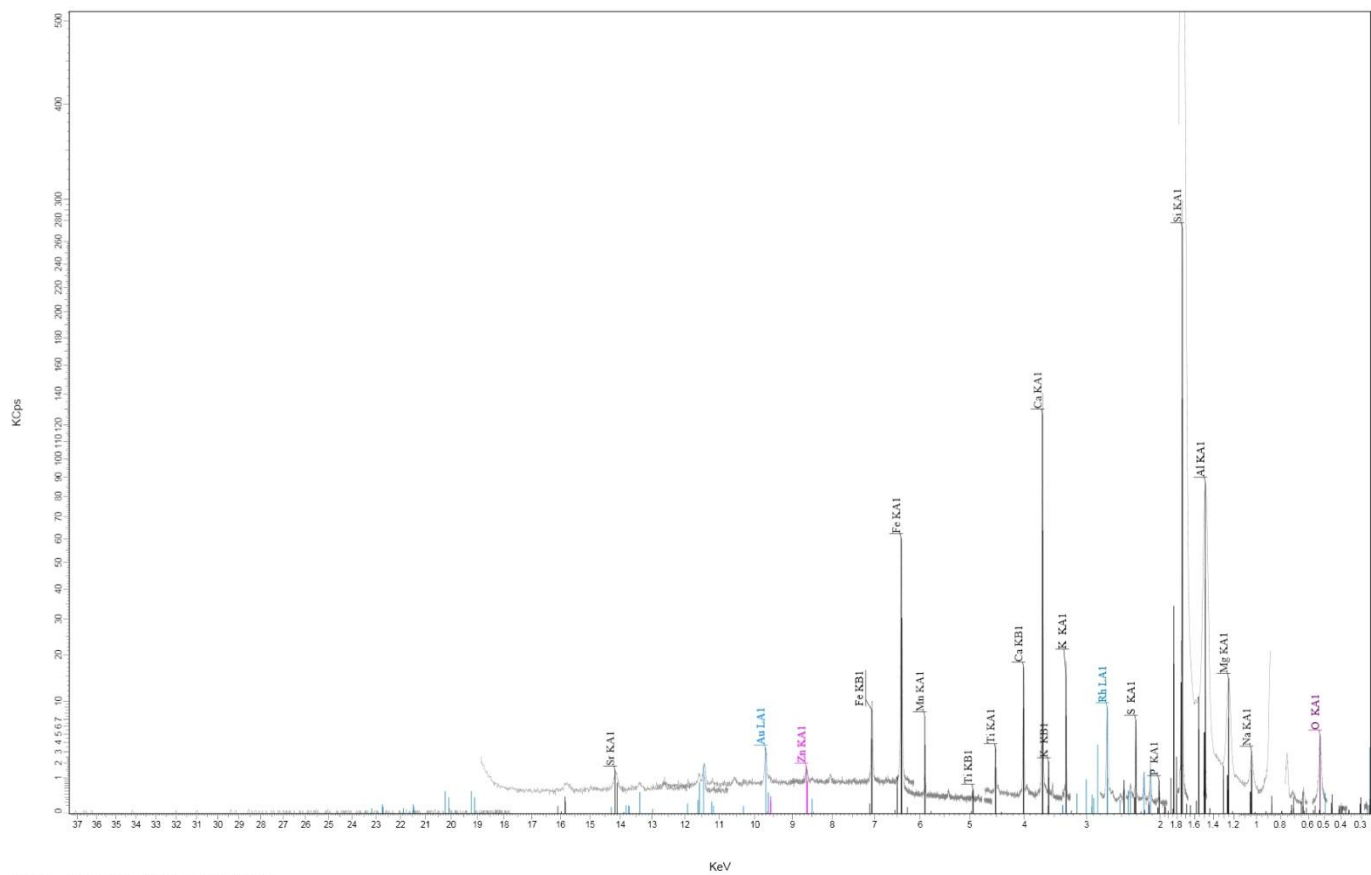
091_13272
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 12:50:08 PM

15. Spektrum: 24. Mintavételi pont, Fibula utca (Duna gátoldala), 1. talajszint, Hrsz.: 43576/5

Mint látható cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

15. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények - 24. Mintavételi pont, Fibula utca (Duna gátoldala), 1. talajszint, Hrsz.: 43576/5

Formula	Z	Vonal 1	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,675	4,22%	652.0 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	3,86	0,96%	427.7 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	16,93	0,47%	222.0 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	49,95	0,29%	206.1 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,307	5,39%	218.2 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,531	3,08%	160.3 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,72	0,69%	64.4 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	19,41	0,29%	89.0 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,696	1,72%	110.6 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,176	2,65%	54.7 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	4,729	0,41%	83.6 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,016	8,07%	33.6 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	0,006	6,75%	9.2 PPM



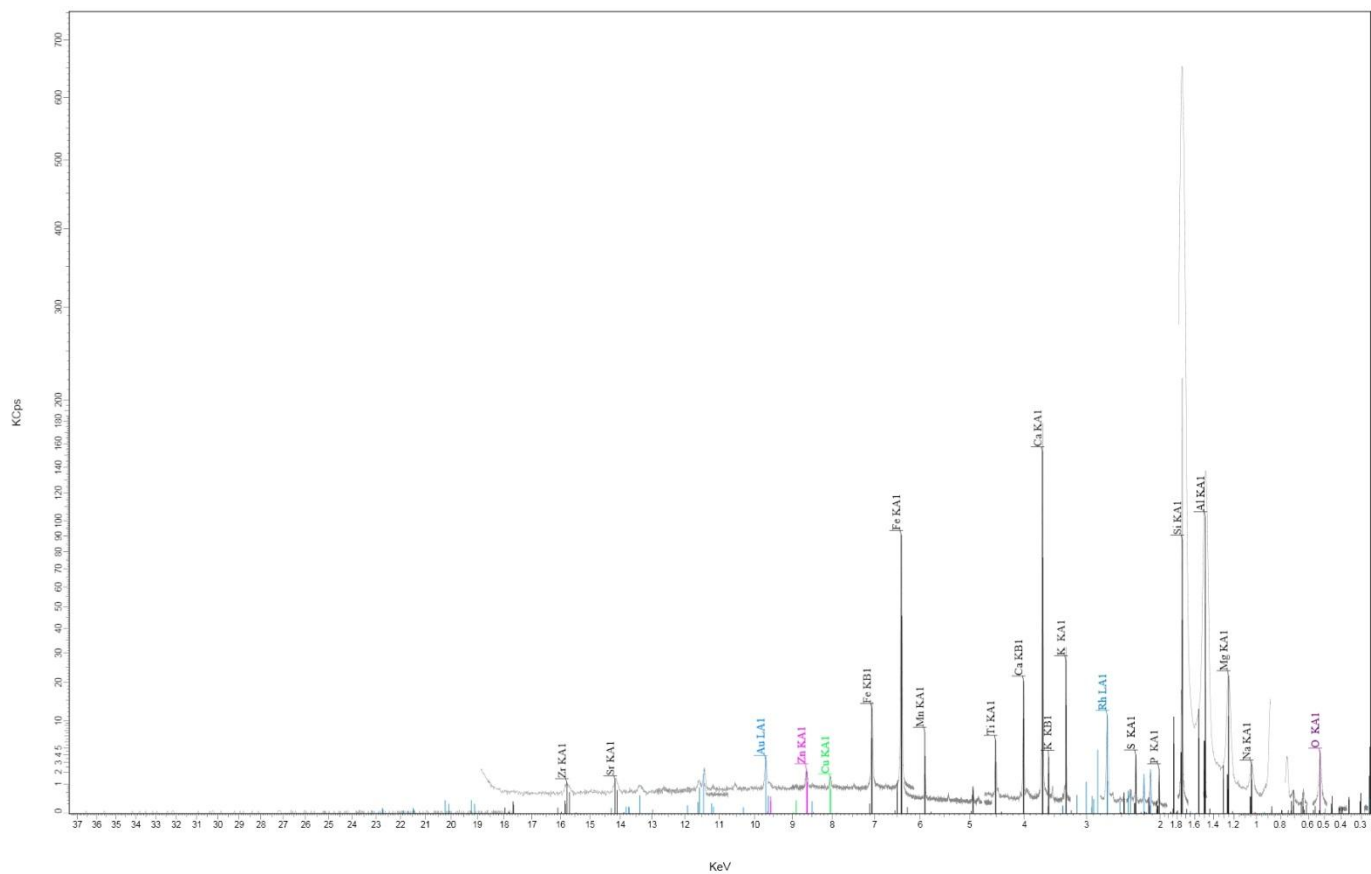
093_13243_HS_TELJES
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 12:57:56 PM

16. Spektrum: 26. Mintavételi pont, Hengermalom utca (ipari terület előtti zöld sáv), 1. talajszint, Hrsz:4053

Mint látható cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

16. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények - 26. Mintavételi pont, Hengermalom utca (ipari terület előtti zöld sáv), 1. talajszint, Hrsz:4053

Formula	Z	Vonal	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	1,861	3,04%	527.2 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	12,22	1,05%	312.3 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	37,66	0,54%	140.1 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	278,7	0,20%	174.0 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,7058	4,42%	180.7 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	6,283	1,34%	148.3 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	16,9	0,81%	51.0 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	131,6	0,29%	66.0 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	3,05	2,08%	81.1 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,8554	4,54%	41.7 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	58,97	0,43%	53.6 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,792	6,51%	20.9 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	0,8796	5,04%	5.4 PPM



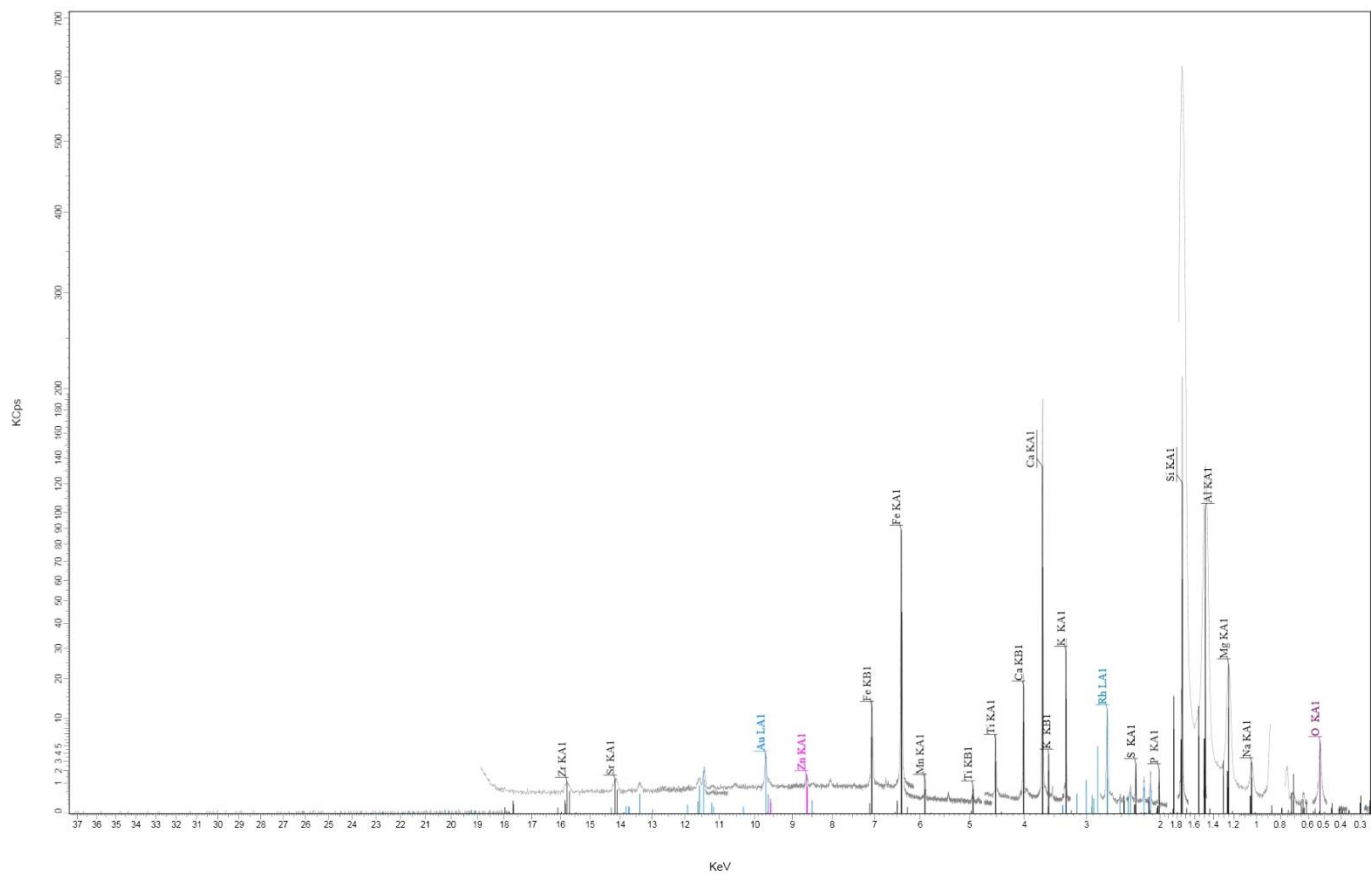
116_13238_teljes_HS
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 1:47:06 PM

17. Spektrum: 27. Mintavételi pont, Egyeteminsták parkja (1. talajszint), Hrsz.:4082/29

Mint látható réz (Cu), cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

17. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények - 27. Mintavételi pont, Egyeteminsták parkja (1. talajszint), Hrsz.:4082/29

Formula	Z	Vonal 1	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,956	2,81%	576.1 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	3,75	0,80%	341.3 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	14,26	0,42%	173.2 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	55,08	0,23%	165.5 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,643	2,94%	174.7 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	1,04	1,79%	137.1 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,44	0,60%	50.6 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	16,81	0,25%	69.4 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,63	1,47%	87.2 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,0927	3,17%	44.2 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	4,244	0,35%	57.5 PPM
CuO	29	Cu KA1-HS-Min	0,019	6,30%	27.9 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,023	4,52%	23.1 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	0,0056	5,18%	6.5 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,002	7,88%	10.8 PPM



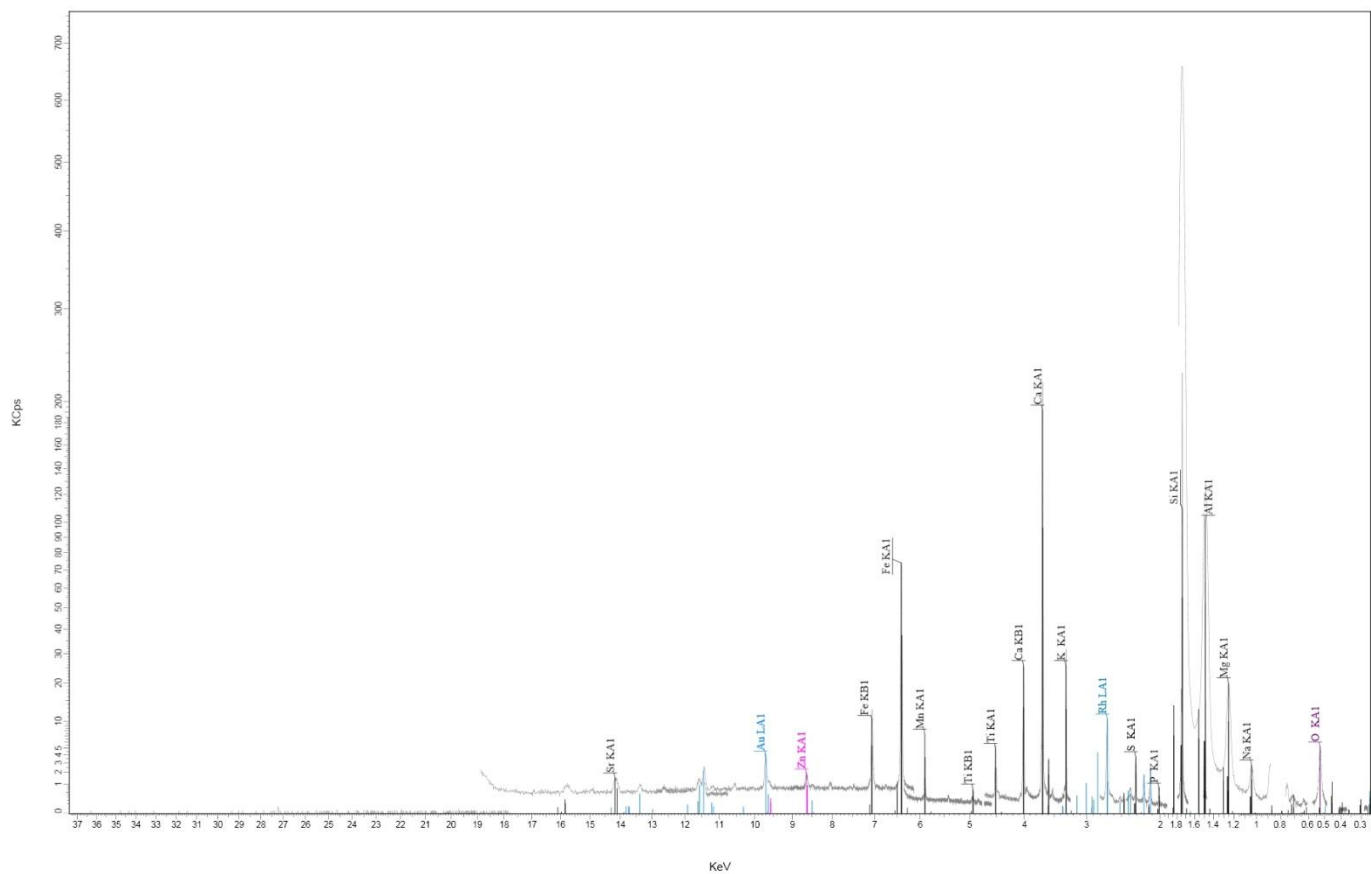
129_13239_Teljes_HS_33
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 2:32:06 PM

18. Spektrum: 27. Mintavételi pont, Egyeteminsták parkja (2. talajszint), Hrsz.:4082/29

Mint látható cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

18. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények - 27. Mintavételi pont, Egyeteminsták parkja (2. talajszint), Hrsz.:4082/29

Formula	Z	Vonal	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	1,01	2,71%	540.0 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	4,34	0,74%	330.8 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	14,16	0,42%	167.7 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	53,38	0,23%	162.4 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,44	3,67%	179.4 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,676	2,29%	148.6 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,602	0,59%	51.4 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	18,28	0,25%	72.8 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,684	1,43%	87.3 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,102	3,02%	43.5 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	4,308	0,35%	60.1 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,015	6,54%	24.2 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	0,005	6,03%	6.9 PPM
ZrO ₂	40	Zr KA1-HS-Min	0,002	8,34%	11.0 PPM



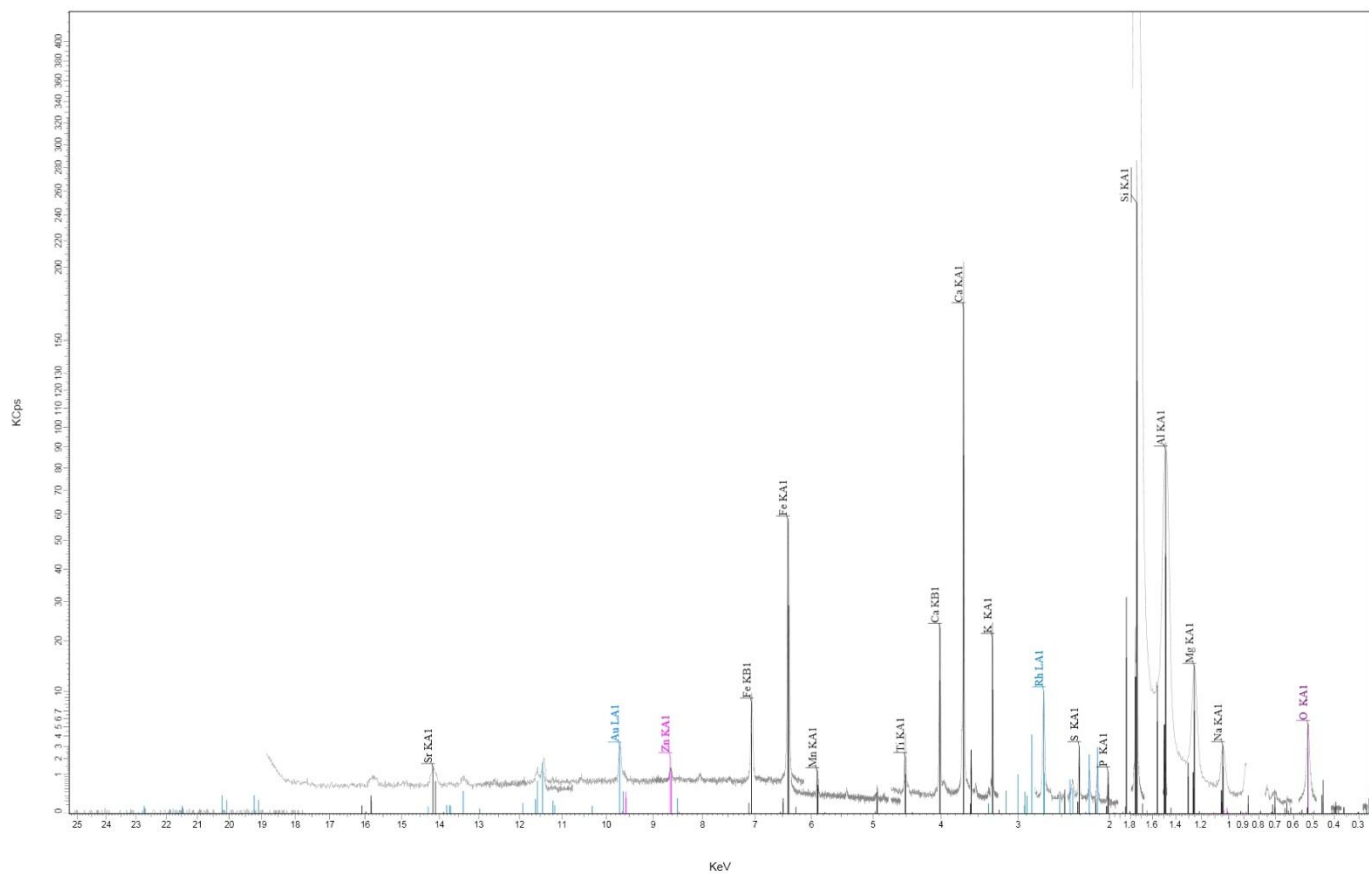
138_13240_hs_teljes
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 2:40:13 PM

19. Spektrum: 27. Mintavételi pont, Egyeteminsták parkja (3. talajszint), Hrsz.:4082/29

Mint látható cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

19. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények - 27. Mintavételi pont, Egyeteminsták parkja (3. talajszint), Hrsz.:4082/29

Formula	Z	Vonal	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	0,922	2,73%	511.5 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	3,32	0,85%	314.4 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	12,8	0,44%	163.0 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	54,69	0,22%	158.0 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,264	4,77%	168.6 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,952	1,86%	146.4 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	2,31	0,61%	51.9 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	20,45	0,23%	71.6 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,577	1,56%	85.9 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,0768	3,59%	43.6 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	3,614	0,39%	58.6 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,0203	5,00%	23.4 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	0,0057	5,30%	6.9 PPM



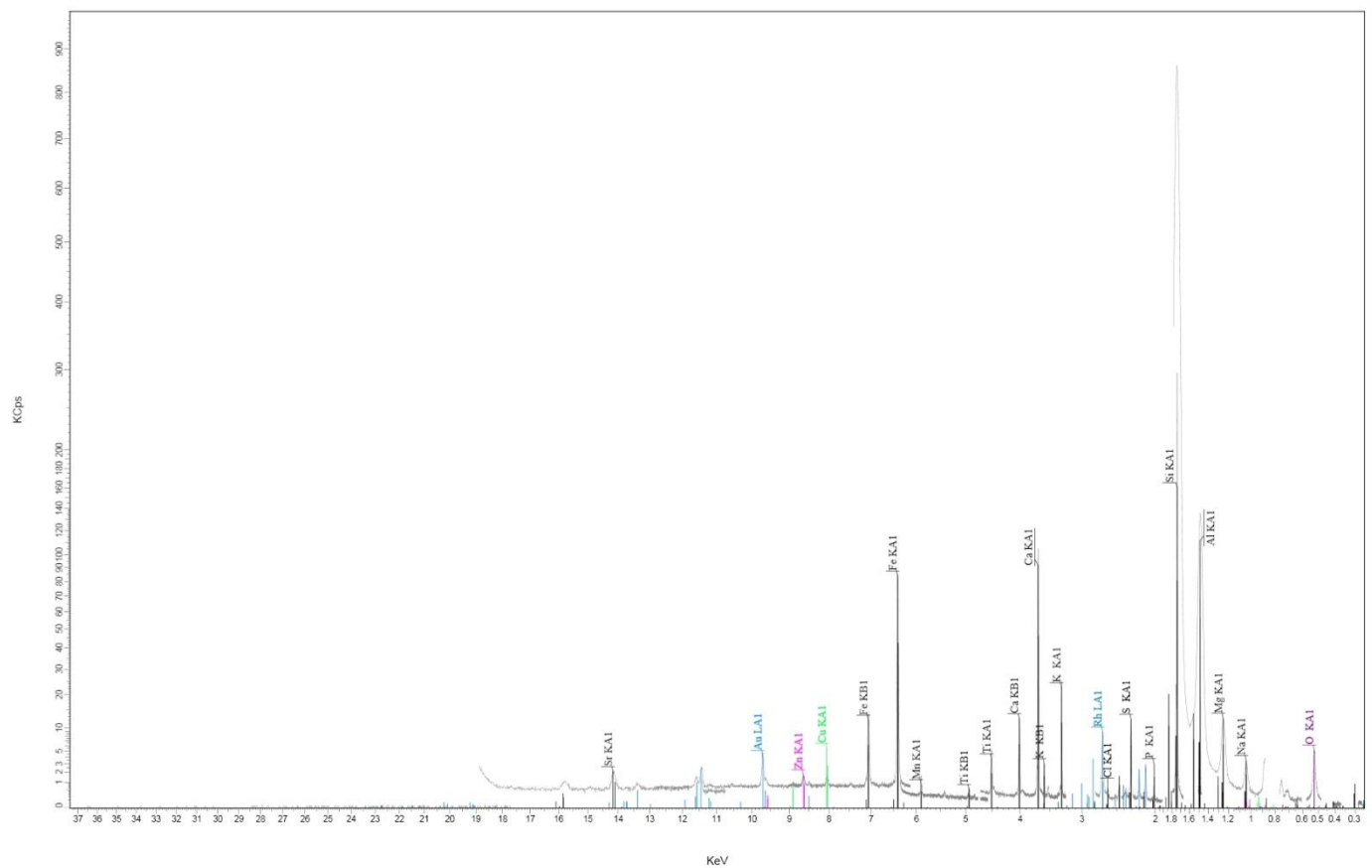
150_13242_teljes_hs
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 3:05:01 PM

20. Spektrum: 27. Mintavételi pont, Egyeteminsták parkja (5. talajszint), Hrsz.:4082/29

Mint látható cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

20. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények - 27. Mintavételi pont, Egyeteminsták parkja (5. talajszint), Hrsz.:4082/29

Formula	Z	Vonal 1	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	1,06	2,43%	468.9 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	2,26	1,03%	295.4 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	8,743	0,52%	149.0 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	63,65	0,20%	171.5 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,233	5,08%	166.7 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	0,681	2,21%	135.7 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	1,78	0,70%	51.5 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	18,49	0,24%	67.1 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	0,399	1,86%	81.8 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	0,0613	3,94%	40.8 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	2,631	0,44%	55.4 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,011	7,32%	21.1 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	0,005	5,40%	6.4 PPM



146_13249_TELJES_HS
 Eval2 V1.7.408 Manager 11/18/2014 2:56:59 PM

21. Spektrum: 28. Mintavételi pont, ELTE TTK Déli Tömb (melletti zöld terület), 4. talajszint, Hrsz.:4082/21

Mint látható réz (Cu) és cink (Zn) szennyezés mutatható ki a spektrum alapján. Az aranyhoz (Au) tartozó csúcsok a mintatartóból, a ródium csúcsai (Rh) a röntgen csőből származnak.

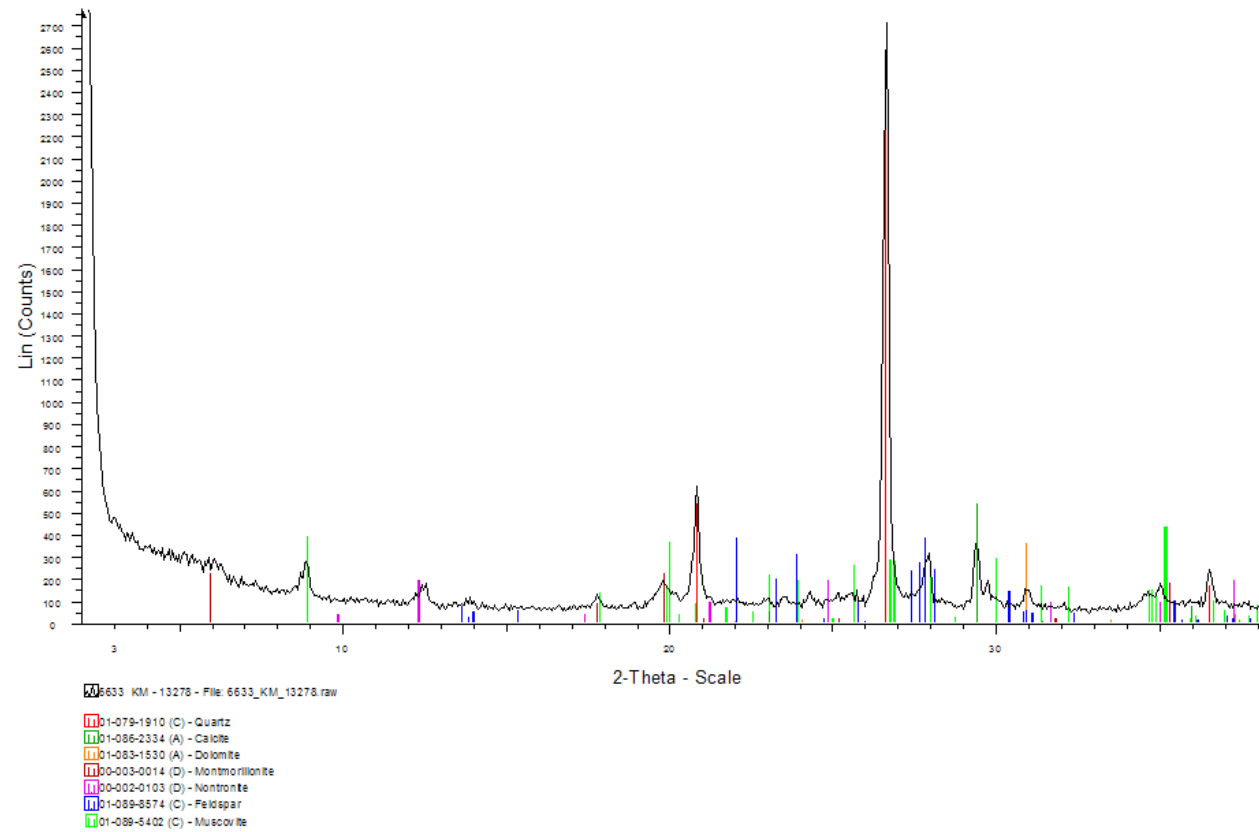
21. Táblázat: Standard nélküli mérési eredmények -28. Mintavételi pont, ELTE TTK Déli Tömb (melletti zöld terület), 4. talajszint,

Hrsz.:4082/21

Formula	Z	Vonal 1	Összetétel m/m%	Stat. Hiba	Kimutatási határ
Na ₂ O	11	Na KA1-HS-Min	2,498	2,44%	490.9 PPM
MgO	12	Mg KA1-HS-Min	10,36	1,16%	310.6 PPM
Al ₂ O ₃	13	Al KA1-HS-Min	60,81	0,42%	164.5 PPM
SiO ₂	14	Si KA1-HS-Min	277,2	0,20%	180.7 PPM
P ₂ O ₅	15	P KA1-HS-Min	0,6198	4,77%	179.8 PPM
SO ₃	16	S KA1-HS-Min	11,42	0,98%	145.8 PPM
Cl	17	Cl KA1-HS-Min	0,3241	8,45%	69.1 PPM
K ₂ O	19	K KA1-HS-Min	22,68	0,69%	51.0 PPM
CaO	20	Ca KA1-HS-Min	99,28	0,33%	62.5 PPM
TiO ₂	22	Ti KA1-HS-Min	4,556	1,64%	72.6 PPM
MnO	25	Mn KA1-HS-Min	1,277	3,43%	38.0 PPM
Fe ₂ O ₃	26	Fe KA1-HS-Min	83,64	0,36%	50.2 PPM
CuO	29	Cu KA1-HS-Min	0,7494	6,67%	24.7 PPM
ZnO	30	Zn KA1-HS-Min	0,8606	5,92%	19.4 PPM
SrO	38	Sr KA1-HS-Min	1,449	3,61%	5.7 PPM

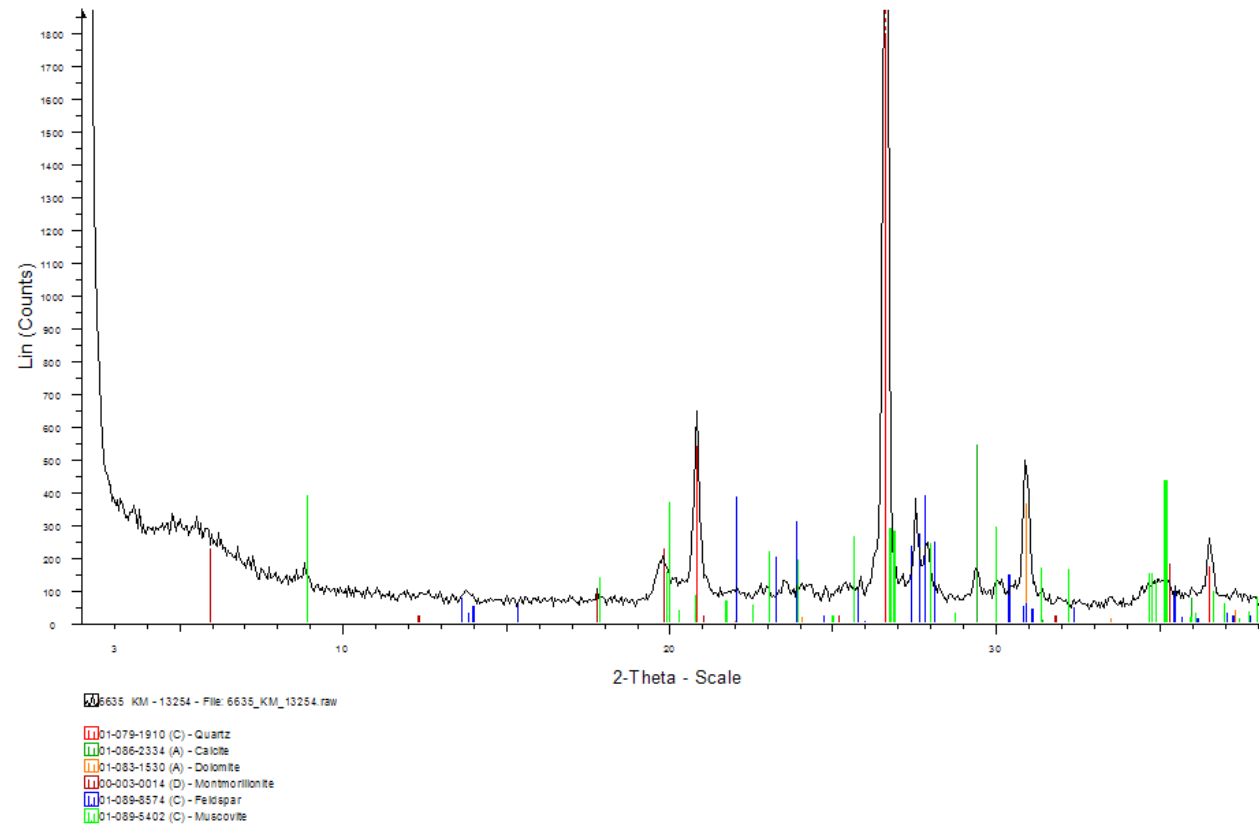
3. Számú melléklet – röntgen por-diffrakció eredményei (diffraktogramok) (Letölthető diffraktogramok: <http://kamqaat.web.elte.hu/TDK%20/>):

6633 KM - 13278



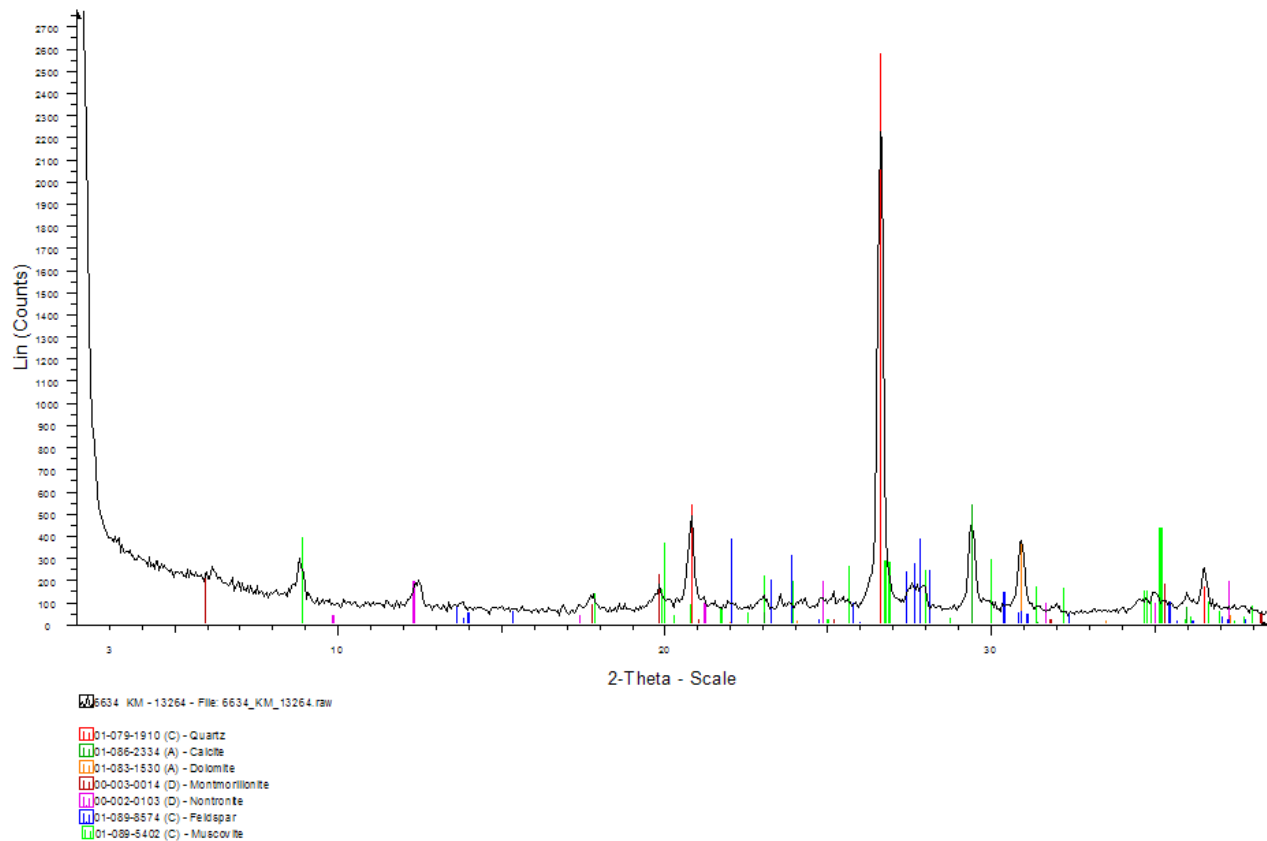
1. diffraktogramm: 14. Mintavételi pont, Pöfeteg utca Hrsz.: 326/3, 1. talajsztint

6635 KM - 13254



2. diffraktogramm: 20. Mintavételi pont, Kőérberki utca (felhagyott parcella) Hrsz.: 130/6, 1. talajszint

6634 KM - 13264



3. diffraktogramm: 21. Mintavételi pont, Dayka Gábor utca (út melletti zöld terület), Hrsz.: 2638/2

Köszönetnyilvánítás

Ez utón szeretnék köszönetet mondani dr. Weiszbürg Tamásnak és az ELTE TTK Ásványtani tanszék dolgozóinak a vizsgálatok során nyújtott támogatásért. Papp Richárd Zoltánnak a vizsgálati módszerekről szerzett tapasztalatcseréért, dr. Angyal Zsuzsannának a konzultációkért és támogatásért.