

CSUPA POR

BE ALL OVER DUST

Szász Ágota Judit
Bolyai Farkas Elméleti Líceum

ÖSSZEFOGLALÁS

A szállópor, ami a levegőben szuszpendált szilárd és folyékony részecskék elegye, a talaj és az utak kopásából, ipari tevékenységekből, valamint a kipufogógázakból származó részecskéket tartalmazza. Annak ellenére, hogy egyik legveszélyesebb aktuális légszennyező tényező, elég keveset tudunk róla, ezért a tudományos kutatómunka iránt érdeklődő tanulókkal megfigyeltük, megnéztük és gravimetriás módszerrel megmértük a levegő szállópor koncentrációját iskolánk különböző helyszínein. Ennek a munkának a módszereiből és eredményeiből mutatok be egy néhányat.

ABSTRACT

The particulate matter (PM), which is a mixture of solid and liquid particles suspended in air, can also contain soil and tear of roads, or the exhaust gas from industrial activities. Despite the fact that PM is one of the most dangerous polluting factors of air, we know very little about it. Students interested in scientific research have observed it, and measured with a gravimetric method the air concentrations of dust (PM) in different school sites. In this work the methods and the results are presented.

KULCSSZAVAK/KEYWORDS

Szállópor koncentráció, gravimetria, légszennyezés
Dust pollution, Particulate Matter, PM10

MI IS A POR?

A por finom eloszlású szilárd anyag, amelyet a légmozgások diszpergálnak és szállítanak. Kémiai és ásványtani összetételével, valamint szemcsenagyságával jellemezhető [1]. A por összetétele rendkívül változatos: oxidok, szulfátok, foszfátok, kloridok, kokszipor, műanyag szemcsék, fémek, szilikátok és mások. Ezen légszennyeződések eredete is sokrétű: az energiatermelés, a szénfeldolgozás, a kémiai és építőanyag iparok, valamint a közlekedésből származnak. **A por káros hatásai** az összetételtől és a szemcsemérettől is függenek. Légzőszervi megbetegedéseket okozhatnak, és bizonyítottan növelik a daganatos megbetegedések kockázatát (pl. azbeszt tartalmú por).

Nagyság tekintetében a por kétféle lehet:

Ülepedő por: a szennyező forrás körzetében lerakódik és a részecskék 10 µm-nél nagyobbak.

Lebegő vagy szállópor: ezek észecskei 10 µm-nél kisebbek, sokáig tartózkodnak a levegőben, a szél messze sodorhatja őket. A 3-4 µm közötti porszemek 1000 m magasságból kb. egy év múlva jutnak vissza a földfelszínre. A szállóport két nagy csoportra lehet bontani szemcseméret alapján: a 10 µm átmérőjű szemcséket **durva részecskéknek** (PM10¹) nevezik, ezek a szemcsék lejutnak az alsó légutakba. A 2,5 mikrométernél kisebb átmérőjű, **finom** porszemcsék (PM2,5) alkotják a belélegezhető frakciónak azon részét, melyek lejutnak a tüdő lég hólyagocskáiba.

Tanulmányunk célja a szállópor bizonyos fizikai tulajdonságainak a tanulmányozása: kinézet, méret, a levegőbeli koncentrációja, ólom tartalmának vizsgálata atomabszorpciós analitikai módszerrel és radioaktivitásának vizsgálata. A mérések helyszínül iskolánkat választottuk, mert ez az a hely ahol hétköznapjaink jelentős részét töltjük. Arra is kíváncsiak voltunk, hogy milyen eredményt kapunk, hiszen iskolánk forgalmas városunk központjában helyezkedik el és ehhez hasonló méréseket még nem végeztek intézményünkben. Ez a tudományos kutatómunka lehetőséget kínált számos tanuló számára, hogy ismereteit bővítse, hogy konkrét feladatokat vállaljanak el és, hogy különböző iskolai rendezvényeken a kapott eredményeket, valamint a levont következtetéseket bemutathassák. Mindez nagy érdeklődést és népszerűséget váltott ki, mindenki tudta és kíváncsi is volt arra, hogy mi mit mérünk. A továbbiakban munkánkból a szállópor levegőbeli koncentrációjának a meghatározását mutatom be.

A SZÁLLÓPOR

A PM10 frakció, amit mi vizsgálunk még a legalacsonyabb koncentrációban is káros, és mennyiségének rövid távú emelkedése is izgatja a nyálkahártyákat, köhögést, torokkaparást és nehézlégzést válthat ki. Ezen felül a tüdőben felszívódva gyulladással indíthat el, aminek következtében növekszik a vér alvadékonysága, fokozott vérrögképződés is kialakulhat.

Munkánk során az első kihívásunk a **porminták begyűjtése** volt. Erre az egyetlen lehetséges megoldás egy olyan kumulatív módszer alkalmazása, amely 24 órás levegőmérések során, impaktor elvén működő mintavevő fejjel ellátott szívó berendezéssel működik. A gép a porrészecskéket méretük szerint egy benne található szűrőre² gyűjti. Az 1. ábrán látható maga a berendezés, mérés közben, aminek a két legfontosabb része a szívófej (2) és a pumpa (3). Erről a pillanatnyi hozamot és az átszívott térfogatot tudtuk leolvasni. Fontos megjegyezni, hogy a por koncentrációja időben és térben változó, ezért csak átlagot lehet számítani a különböző környezeti tényezők figyelembevételével. Ezért, minden helyszínen a mérések alkalmával feljegyeztük a levegő hőmérsékletét, a légnyomást, a relatív nedvességtartalmát, valamint az átszívott levegő térfogatát.

¹ PM= Particulate Matter

² 0,8 mikrométer porozitású, 47 mm átmérőjű, síkfelületű cellulóz



1. ábra. A porbegyűjtő berendezés

Mérésünk első helyszíne a fizikum volt. Már az első mintánál döbbenetes látványban volt részünk. Minden elvárásunkat felülmúlva a szűrő koromfekete volt (2. ábra) a felfogott portól.



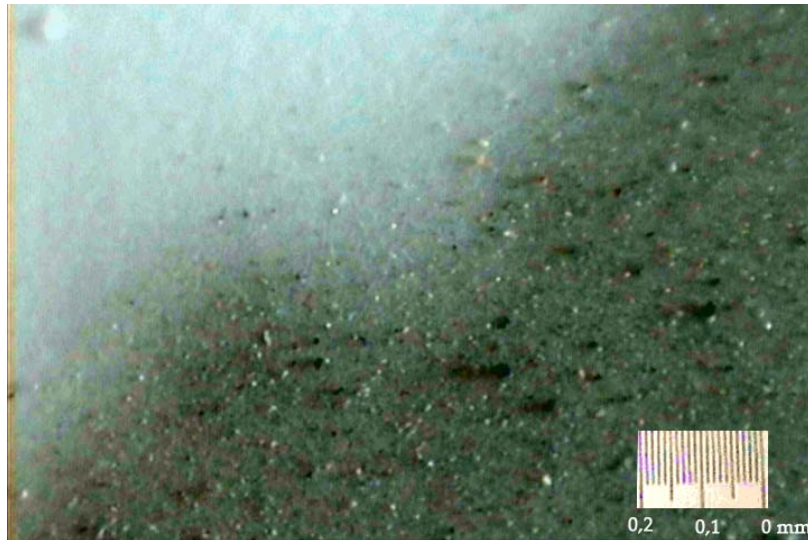
2. ábra. A felfogott szállópor.

HOGYAN NÉZ KI A POR?

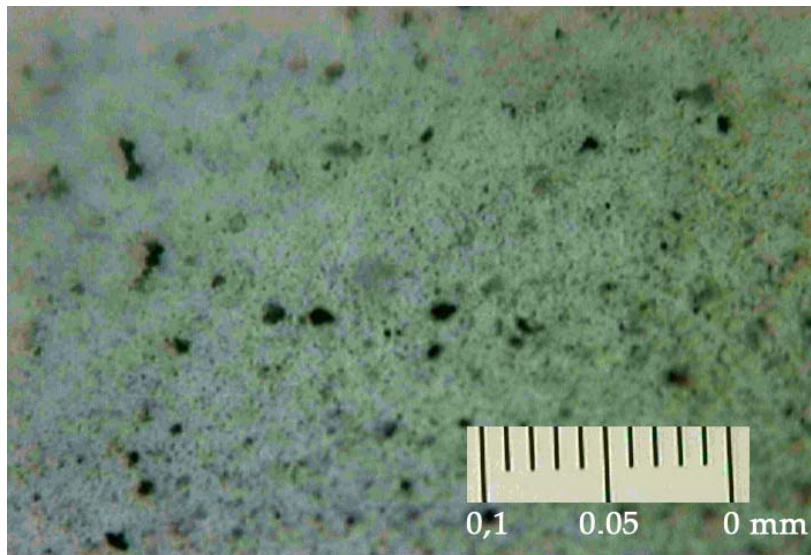
Ha egyáltalán valaha is feltettük ezt a kérdést magunkban, valószínűleg a por mindenkinek azon idegesítő „tényező”, amit ismét elfelejtett letörölni az íróasztaláról és még mindig ott ékeskedik - de minek is letörölni? -kérdézhetnénk, és jogosan: percekben belül, ha nem is az előző mennyiségben, de megint ott lesz, hogy aztán megint letörölhessük. Viszont ez a tényező igen is leírható. Képzeljünk el egy sivatagot az íróasztalunkra, felnagyítva az íróasztalunkon levő port, ha ez régi, valóban úgy néz ki, mint egy sivatag felülnézetből.

Mintáinkat egy CCD kamerával³ ellátott optikai mikroszkóp segítségével is tanulmányoztuk. Ennek segítségével készítettük a 3. és 4. ábrákon látható felvételeket. A képeken látható nagyítás méretarányos etalonfelvétellel volt meghatározva. Így megnézhattuk, hogy hogyan is néz ki a por.

³ CCD (Charge-coupled Device)= töltés-csatolt eszköz, amely a fényt elektromos jellé alakítja



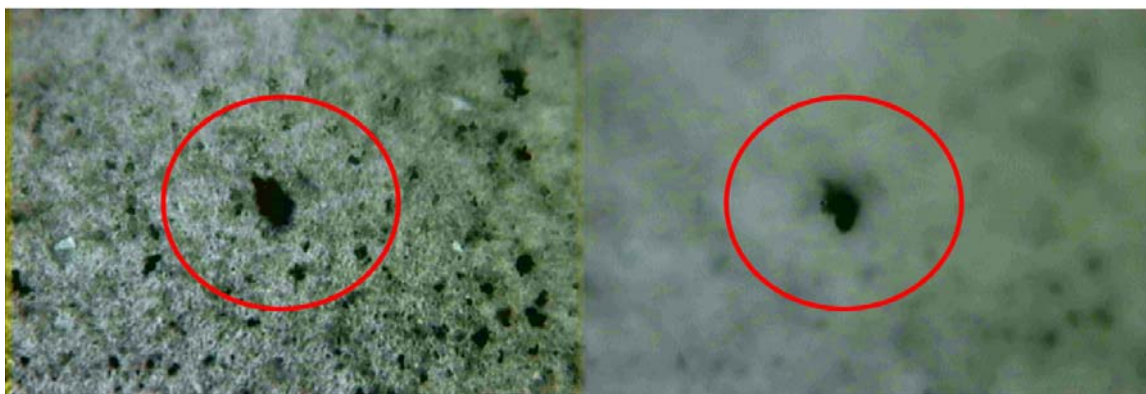
3. ábra. Nagyításban a por.



4. ábra. Nagyításban a por.

A mikroszkóppal ellenőrizni tudtuk porgyűjtő műszerünk pontosságát is, hogy valójában 50 %-ban csak a 10 μm -nél kisebb részecskéket gyűjtött-e be. Ezt az objektív mélységélességének állításával oldottuk meg. A látómezőben elvétve található legnagyobb porszemcse mérete (magassága) is 15 μm körüli volt. Az 5. ábrán látható a porszemcse teteje élesre állítva, míg a mellette levő képen a porszemcse alja. Ezek a mérések segítettek abban, hogy meggyőződjünk, hogy a porbegyűjtő berendezésünk a leírásnak megfelelően működött⁴.

⁴ 50%-a a pornak 10 μm alatt van



5. ábra. A por magassága.

A PORMINTÁK TÖMEGÉNEK MEGHATÁROZÁSA

A begyűjtött porminták tömegének a pontos meghatározására az analitikai kémiában használatos **gravimetriás mérési módszert** alkalmaztuk. Először a tiszta szűrőmembránokat és a kontrollfiltert kondicionáltuk egy szárítószekrényben, ami 24 órás időtartamot vett igénybe, míg egyensúlyba kerültek környezetükkel. Az analitikai mérleg ellenőrzése után, ami hitelesített súlymintákkal történt, a filterek tömege 10 µg pontossággal volt megmérve. A pormintákkal teli filterek kondicionálása hasonlóan történt, mint az üres szűrőmembránok kondicionálása. Annak érdekében, hogy a mérleg pontosságát maximálisan ki tudjuk használni, mérés előtt a szűrőmembránokat alumínium fóliára helyeztük, hogy elvezesse a mintáról az elektromos töltéseket. Ezt követték a mérések. A kontrollfilter tömegéből származó korrekció figyelembevételével a mért adatokból meghatároztuk a por tömegét, ami a következő egyszerű kifejezéssel számítható ki:

$$M_{PM10} = m_{filter_végső} - m_{filter_javított} \quad (1)$$

A fent említett mérések adataiból és az ezekből származó számítások eredményeiből a 1. táblázatban mutatunk be egy néhányat.

Minta kódja	M kontroll filter 1 (g)	M filter (g)	M kontroll filter 2 (g)	M filter javított (g)	M filter végső (g)	M _{PM10} (mg)
01AA	0.07370	0.08805	0.07360	0.08793	0.09016	2.229
02AA	0.07370	0.08763	0.07360	0.08751	0.08870	1.189
03AA	0.07370	0.08666	0.07360	0.08654	0.08711	0.573
04AA	0.07370	0.08970	0.07360	0.08958	0.09003	0.452
05AA	0.07370	0.09184	0.07360	0.09172	0.09409	2.375
21AA	0.07370	0.08923	0.07360	0.08911	0.09027	1.161
22AA	0.07370	0.08920	0.07360	0.08908	0.09005	0.971
23AA	0.07370	0.08947	0.07360	0.08935	0.09019	0.841
24AA	0.07370	0.08785	0.07360	0.08773	0.08847	0.739
25AA	0.07370	0.08883	0.07360	0.08871	0.09004	1.331

1. táblázat. A szállópor tömege.

A LEVEGŐ SZÁLLÓPOR KONCENTRÁCIÓJA

Ha m_{por} jelöli a por tömegét és $V_{levegő}$ az átszívott levegő térfogatát, akkor a levegő szállópor koncentrációját megadhatjuk a következő összefüggéssel:

$$C_{PM10} = \frac{m_{por}}{V_{levegő}} \quad (2)$$

A 2. táblázat tartalmazza a különböző helyszíneken végzett mérési adatokat és a kapott szállópor PM10 koncentrációinak értékeit.

Minta kódja	Dátum 2008	Hely	Mérési időtartam (óra)	Térfogat m ³	Hőmérsklet C	légnomás (Hgmm)	nedvesség (%)	m por mg	C _{PM10} µg/m ³
21AA	24-Sep	Fizika d.	24:35:00	30.76	20.5	725	55	1.16	37.75
22AA	25-Sep	Fizika d.	24:00:00	23.172	13	725	55	0.97	41.91
23AA	26-Sep	Fizika d.	24:00:00	22.768	14	725	49	0.84	36.96
24AA	27-Sep	Fizika m.	24:00:00	21.294	13	727	48	0.74	34.71
25AA	28-Sep	Fizika m.	24:00:00	20.738	14.5	728	48	1.33	64.16
01AA	2-Oct	91. terem	17:38:00	16.119	15.75	727	58.25	2.23	138.31
02AA	3-Oct	Orvosi r.	24:12:00	23.22	18	726	67	1.19	51.2
03AA	4-Oct	Orvosi r.	24:00:00	22.794	18.5	726	64	0.57	25.12
04AA	5-Oct	Orvosi r.	25:55:00	24.27	16	726	72	0.45	18.61
05AA	6-Oct	Fizikum	21:37:00	19.998	16.75	726.5	60.5	2.37	118.74
06AA	10-Oct	Fizikum	62:40:00	58.087	20	726	58	1.69	29.04
07AA	14-Oct	Kémikum	23:40:00	20.861	19	726	58	1.93	92.71
08AA	15-Oct	Kémikum	24:08:00	20.919	16	726	72	2.52	120.41
09AA	16-Oct	Kémikum	19:45:00	16.846	17	726	67	1.53	91.03
11AA	18-Oct	Tornaterem	24:00:00	21.936	14	728	52	0.83	38.06
12AA	19-Oct	Tornaterem	23:48:00	22	14	727	50	1.33	60.42
14AA	28-Oct	Pince	24:00:00	21.934	16	727	49	1.46	66.47
15AA	3-Nov	Fizikum	48:40:00	44.06	14	726	77	5.8	131.59
16AA	29-Oct	Pince	24:05:00	21.073	22	726	55	0.72	33.93
17AA	5-Nov	Fizika	47:50:00	42.88	11	726	85	5.14	119.98

2. táblázat. Szállópor adatok és eredmények.

Pirossal jelöltük meg azokat az eredményeket, amelyek meghaladják a törvény által⁵ megengedett **napi 50 µg/m³ PM10** koncentrációértéket. A 21 mérés során 11 alkalommal kaptunk a megengedettnél nagyobb értéket. Ugyancsak a törvény írja elő, hogy a megengedett érték évi 35 alkalommal léphető túl. Mivel a mi méréseinkben összehasonlíthatlanul több alkalommal nagyobb koncentráció értéket kaptunk, ezért kötelességünknek éreztük a Bolyais diákság körében ismertetni ezeket a méréseket. Érdekesnek számít az a tény, hogy a legnagyobb értékeket a II. Emeleti termekben kaptunk. Itt a megengedett értéknek több mint duplája. Ez az eredmény is igazolja, hogy a szállópor koncentrációja a magassággal nő.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönet Péter Katicának, hogy segített a mérések elvégzésében.

⁵ 592/2002 Közigazgatási törvény

IRODALOM

1. <http://www.sulinet.hu/tart/fncikk/Kidj/0/3537/legvaros.htm>
2. <http://www.calitateaer.ro/parametri.php>
3. Dr. Budó Ágoston, Dr. Mátrai Tibor: Kísérleti fizika III., Tankönyvkiadó, Budapest, 1997
4. http://www.gtm.hu/hir.php?hir_id=65

SZERZŐ

Szász Ágota Judit, fizika szakos tanár, Bolyai Farkas Elméleti Líceum, agota@bolyai.ro