

Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar

Környezetmérnöki és Természettudományi Intézet

KÖLCSÖNKAPOTT LEVEGŐ

Tudományos Diákköri Dolgozat

Székely Áron

Témavezető: Dr. Ágoston Csaba, egyetemi adjunktus

ÓE-RKK 2023.

Tartalom

1. Előzmények, a projekt célja, tartalma	4
2. PM10 és PM2,5 szállóporok egészségre gyakorolt hatásai	5
3. A szállópor környezeti hatása	7
4. Lokális és regionális légszennyezés	7
5. Mintavételezett anyagok.....	9
6. A mintavételi helyek bemutatása	9
7. A mintavételi időszakok	18
8. A vizsgálati eredmények értékelési módszere	18
Határértékeknek való megfelelés.....	19
Helyi jellegzetességek hatása a levegőminőségre	19
9. A vizsgálati eredmények értékelése	22
Határértékeknek való megfelelés.....	22
Helyi jellegzetességek hatása a levegőminőségre	38
10. Összegzés	42
11. Köszönetnyilvánítás.....	42
12. Felhasznált Irodalom:.....	43

1. ábra: PM _{2,5} és PM ₁₀ méretei egy hajszálhoz képest	5
2. ábra: Szállópor bekerülése az emberi szervezetbe	6
3. ábra: Forrás: KSH Nemzetgazdasági ágazatok és háztartások üvegházhatású gáz- és légszennyező anyag kibocsátása	8
4. ábra: Szennyezőanyagok koncentrációja [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] alapján.....	8
5. ábra: Körösi Csoma Sándor - Péterfy Sándor Általános Iskola (forrás: Google Térkép).....	9
6. ábra: Hódmezővásárhelyi Varga Tamás Általános Iskola (forrás: Google Térkép)	10
7. ábra: Szekszárdi Dienes Valéria Általános Iskola (forrás: Google Térkép).....	10
8. ábra: Sárospataki Református Kollégium (forrás: Google Térkép).....	11
9. ábra: Hajdúböszörményi Bocskai István Általános Iskola (forrás: Google Térkép).....	11
10. ábra: Dunaföldvári Beszédes József Általános Iskola és Alapfokú Művészeti Iskola (forrás: Google Térkép)	12
11. ábra: Budakeszi Széchenyi István Általános Iskola (forrás: Google Térkép).....	12
12. ábra: Zalaegerszegi Ady Endre Általános Iskola, Gimnázium és Alapfokú Művészeti Iskola (forrás: Google Térkép)	13
13. ábra: Munkácsy Mihály Német Nemzetiségi Nyelvoktató Általános Iskola (forrás: Google Térkép).....	13
14. ábra: Egressy Béni Két Tanítási Nyelvű Általános Iskola (forrás: Google Térkép).....	14
15. ábra: Eötvös József Református Oktatási Központ (forrás: Google Térkép).....	14
16. ábra: Kossuth Lajos Általános Iskola (forrás: Google Térkép).....	15
17. ábra: Kis Bálint Református Általános Iskola (forrás: Google Térkép)	15
18. ábra: Orosházi Református Két Tanítási Nyelvű Általános Iskola (forrás: Google Térkép)	16
19. ábra: Gyulai Implom József Általános Iskola (forrás: Google Térkép).....	17
20. ábra: 60 perces PM _{2,5} átlag koncentrációk Pápán és K-pusztán, 2023.02.18-án.....	37
21. ábra: 60 perces PM _{2,5} átlag koncentrációk Pápán és K-pusztán, 2023.02.19-én.....	37
22. ábra: 60 perces PM _{2,5} átlag koncentrációk Pápán és K-pusztán, 2023.02.20-án.....	38
23. ábra: 15 perces NO átlag koncentrációk	39
24. ábra: 15 perces O ₃ átlag koncentrációk	39
25. ábra: A vizsgált időszakokban mért koncentrációk különbsége hétköznapiokon százalékban kifejezve, Pápa mintavételi hely vonatkozásában	40
26. ábra: A vizsgált időszakokban mért koncentrációk különbsége hétvégéken százalékban kifejezve, Pápa mintavételi hely vonatkozásában	40

1. Előzmények, a projekt célja, tartalma

A környezeti levegő minősége alapvető fontosságú az emberi egészség megőrzése szempontjából. Magyarország, összhangban nemzetközi kötelezettségvállalásaival folyamatosan monitorozza a környezeti levegő minőségét. A feladatot az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat mérőpontjaira telepített mérőberendezésekkel látják el. A nemzetközi kutatások felhívják a figyelmet a levegőterheltség nagy területeket érintő, úgynevezett regionális jellege mellett a csak kisebb területeken, esetlegesen sajátos meteorológiai állapotok mellett kialakuló lokálisan megfigyelhető levegőterheltségi állapotokra, melyek jelentősen eltérhetnek az adott nagyobb területre jellemző állapotoktól.

A lokális levegőterheltség az érintett területen található kibocsátó forrásokkal hozható kapcsolatba, melyeket jellemzően a lakosság üzemeltet. Ezen belül is kiemelten fontos a lakossági gépjárműforgalom, a fűtés, és (sajnálatos módon) a nem megfelelő tüzelőanyagok, esetleg hulladékok égetése, fűtési célú felhasználása.

Felmerült az igény a levegőterheltségi szintekben a lokális hatás mértékének, jelentőségének részletesebb megismerésére, egyúttal a lakosság tájékoztatására saját tevékenységeinek levegőminőségre gyakorolt hatásairól.

Az Energiaügyi Minisztérium megbízta a Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetségét egy összetett levegőtisztaság-védelemi projekt lebonyolításával. A projekt keretében környezeti levegő-mérések zajlottak 15 helyszínen, egy-egy hetes időtartammal, tanintézmények területén. A méréseket az Országos Meteorológiai Szolgálat, és a Green Lab Kft. akkreditált szervezetek végezték. A projekt keretében szemléletformáló foglalkozások is zajlottak az érintett iskolákban, valamint oktatási segédanyagok is készültek.

A tanintézményekben végzett levegőterheltségi szint vizsgálatok eredményeit összevetve az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat adataival lehetőség nyílik az érintett tanintézmény környezetére vonatkozó helyi hatások értékelésére is.

A vizsgálati eredmények feldolgozására és kiértékelésére a Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetsége megbízta az Óbudai Egyetemet. A vizsgálatok során mért értékeket az

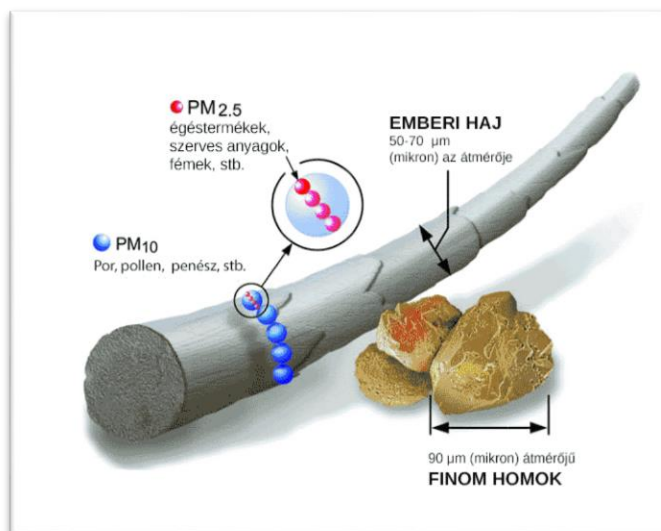
egyetem munkatársai kettős szempont szerint értékelték. Egyrészt vizsgálták a meghatározott időtartamokra vonatkozó átlagkoncentrációk jogszabályban rögzített határértékeknek való megfelelését, másrészt vizsgálták, hogy az adott területen mérhető értékek, azok napi, esetleg heti változásai milyen mértékben mutatnak egyedi jellegzetességeket. Mindemellett az Óbudai egyetem hallgatói részt vettek a szemléletformáló tevékenységben is. Kézi műszerekkel, nem akkreditált méréseket végeztek az érintett iskolák diákjaival, ezzel segítve az elhangzottak mélyebb megértését.

A jelentés a projekt során végzett akkreditált környezeti levegő mérések értékelésével, értelmezésével foglalkozik, elsősorban a levegőterheltségi szinteket befolyásoló helyi hatások vonatkozásában.

A mérési adatok feldolgozásához viszonyítási pontokat alkalmaztunk. A különböző iskolák területén kihelyezett mobil mérőállomások által rögzített adatokat összehasonlítottuk egy-egy közelben lévő nagyobb városban üzemeltetett OLM mérőállomás adataival, valamint a közvetlen helyi terheléseknek kevésbé kitett mérőállomás, K-pusztá adataival.

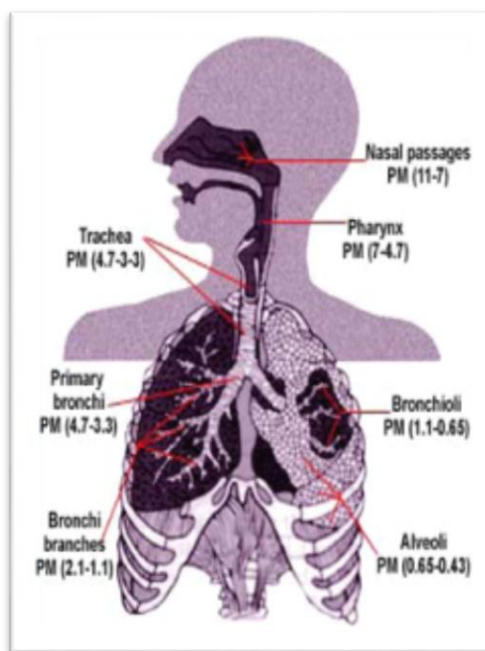
2. PM10 és PM2,5 szállóporok egészségre gyakorolt hatásai

Az egyes szálló port részecskék csoportokba sorolják a méretük szerint, függetlenül kémiai összetételüktől, és ezeket a csoportokat koncentrációs skálán osztályozzák. Az egészségügyi szempontból kiemelten fontosak a 10-16 mikronnál kisebb méretű szálló részecskék, amelyeket általában $10\text{ }\mu\text{m}$, $4\text{ }\mu\text{m}$, $2.5\text{ }\mu\text{m}$ és $1\text{ }\mu\text{m}$ méretűekre mérnek. Ezekre a méretekre utalva gyakran használjuk a PM10 és a PM2,5 stb. kifejezéseket. [6.]



1. ábra: PM2,5 és PM10 méretei egy hajszálhoz képest [6.]

A PM_{2,5}, valamint a PM₁₀ frakció elsősorban a légzési megbetegedések kialakulását okozhatja. A legfrissebb WHO becslések szerint a PM₁₀-részecskék között a PM_{2,5}-re kell különösen nagy figyelmet fordítani az egészségügyi szempontból. Különösen az élettartamra gyakorolt hatás szempontjából az PM_{2,5} részecskék fontossága nagyobb, mint a nagyobb részecskéké. Az PM_{2,5} részecskék a tüdőbe jutva felhalmozódnak, és kettős hatást gyakorolnak. Egyrészt fizikailag károsítják a tüdőt, csökkentik annak gázcserélő képességét, másrészt ezek a részecskék a felületükön különböző mérgező vegyületeket rögzíthetnek, amelyek gyulladás, betegségeket, érszűkületet, születési rendellenességeket és gyermekkori légúti betegségeket okozhatnak. A PM mérete az expozíció szempontjából is fontos, mert a PM₁₀ a hörgőkbe (bronchus), a PM_{2,5} a hörgőcskékbe (bronchiolus) és a léghólyagocskákba (alveolus) is eljut. [7.]



2. ábra: Szállópor bekerülése az emberi szervezetbe [7.]

A legalacsonyabb PM₁₀ koncentráció is káros hatással lehet az emberi szervezetre, ami azt jelenti, hogy még a legkisebb szennyezés is veszélyt jelenthet az érzékeny személyekre. Különösen veszélyeztetettek a csecsemők, az időskorúak, valamint az aktív és passzív dohányosok. Emellett a légzőszervi és keringési problémákkal küzdők is kiemelten érzékenyek, mivel a por belégzése súlyosbíthatja az állapotukat, például asztma vagy bronchitis esetén, és csökkentheti a tüdő ellenálló képességét a fertőzésekkel és toxikus anyagokkal szemben. Asztmás betegek esetében növekedhet az asztma rohamok gyakorisága és a gyógyszerigény is. [7.]

3. A szállópor környezeti hatása

Az egészségi hatásokon kívül a kisméretű részecskék negatívan befolyásolhatják a látási körülményeket is, mivel elnyelik vagy megtörik a fényt. Ezenkívül a forgalmas utakon, például közlekedési balesetek során is veszélyes lehetnek, mivel például út menti tüzeket vagy avarégetéseket is előidézhethetnek.

Az emberi egészség mellett a szálló por károsíthatja a növényeket is. A részecskék lerakódnak a növények levelein, gátolják a fotoszintézist és elzárják a légcsere-nyílásokat, ami a növények fejlődésének visszamaradásához vezethet. Ezen kívül a mezőgazdasági károk is jelentkezhetnek, amikor a termesztett növények és termékek károsodnak.

Fontos megjegyezni, hogy a beltéri levegőminőség is jelentős lehet, és magasabb koncentrációja lehet a szálló por részecskéknek zárt terekben, például közösségi helyiségekben, otthonokban vagy autókban, mint a környezeti levegőben. [7.]

4. Lokális és regionális légszennyezés

Magyarországon a légszennyezés fő okozói a lakossági fűtés, a közlekedés és az ipar. A legnagyobb részét a légszennyező anyagoknak az országos légszennyezettségi mérőhálózat adatai alapján a tüzelőanyagok nem megfelelő égetése eredményezi. Ez gyakran az arra a gyakorlatra vezethető vissza, ahol levegőhiányos és nem teljes égés következik be.

A településeken a szálló por legfontosabb forrása a téli lakossági fa- és széntüzelés. Ezen kívül a háztartási tüzelés jelentős mértékben hozzájárul a kén-dioxid, benzo(a)pirén, szén-monoxid kibocsátásához, és emellett növeli a nehézfémek, például higany, arzén, kadmium és ólom koncentrációját.

A közlekedési és szállítási szektor elsősorban a szén-monoxid (CO) és a nitrogén-oxidok (NOx) kibocsátásáért felelős. A mezőgazdaság a nitrogén-oxidok (NOx) kibocsátásához járul legnagyobb mértékben hozzá. Az energiaipar, ideértve a villamosenergia-termelést, gáz- és gőzellátást, légkondicionálást, kokszyártást és kőolaj-feldolgozást, a kén-dioxid (SO₂) koncentrációjának növeléséért felelős főként. [4-5.]

Levegőszennyező anyag	Lakossági fűtés/hűtés ezer tonna (kibocsátás aránya)	Közlekedés/szállítás ezer tonna (kibocsátás aránya)	Mezőgazdaság ezer tonna (kibocsátás aránya)	Energiaipar ezer tonna (kibocsátás aránya)	Összes kibocsátás ezer tonna (kibocsátás aránya)
PM ₁₀	41 (59%)	3,5 (5%)	9 (13%)	0,5 (0,7%)	69 (100%)
PM _{2,5}	40 (83%)	3 (6%)	1,3 (3%)	0,33 (0,7%)	48 (100%)
CO	297 (70%)	79 (19%)	4,6 (1%)	8 (2%)	423 (100%)
NO _x	12 (10%)	48 (40%)	32 (27%)	13 (11%)	119 (100%)
SO ₂	12 (43%)	0,15 (0,5%)	0,05 (0,2%)	12 (43%)	28 (100%)

3. ábra: Forrás: KSH Nemzetgazdasági ágazatok és háztartások üvegházhatású gáz- és légszennyező anyag kibocsátása [4.]

Azonban a helyi levegőszennyezés nem kizárólag a helyi kibocsátásból származik. Egy OMSZ tanulmány a határokon áterjedő levegőszennyezés modellezését végezte el, különösen a szállópor (PM₁₀, PM_{2.5}) terjedésének tekintetében. A tanulmány szerint a magyarországi szállópor-szennyezés mértékéért körülbelül 70-80% -ban felelős határokon túli források. Az anyagok legnagyobb mértékben Lengyelországból és Romániából érkeznek hazánkba. Emellett az utóbbi időben a hazai kibocsátásból is növekedett a hazánkban maradó szállópor-részecskék száma.[3.]

	Kiváló	Jó	Megfelelő	Szennyezett	Erősen szennyezett	Rendkívül szennyezett
Benzol	0-4	4-8	8-10	10-20	20-30	30-50
CO	0-4000	4000-8000	8000-10000	10000-20000	20000-30000	30000-50000
PM_{2,5}	0-10	10-20	20-25	25-50	50-75	75-800
PM₁₀	0-20	20-40	40-50	50-100	100-150	150-1200
NO₂	0-40	40-90	90-120	120-230	230-340	340-1000
O₃	0-50	50-100	100-130	130-240	240-380	380-800
SO₂	0-100	100-200	200-350	350-500	500-750	750-1250

4. ábra: Szennyezőanyagok koncentrációja [µg/m³] alapján [5.]

5. Mintavételezett anyagok

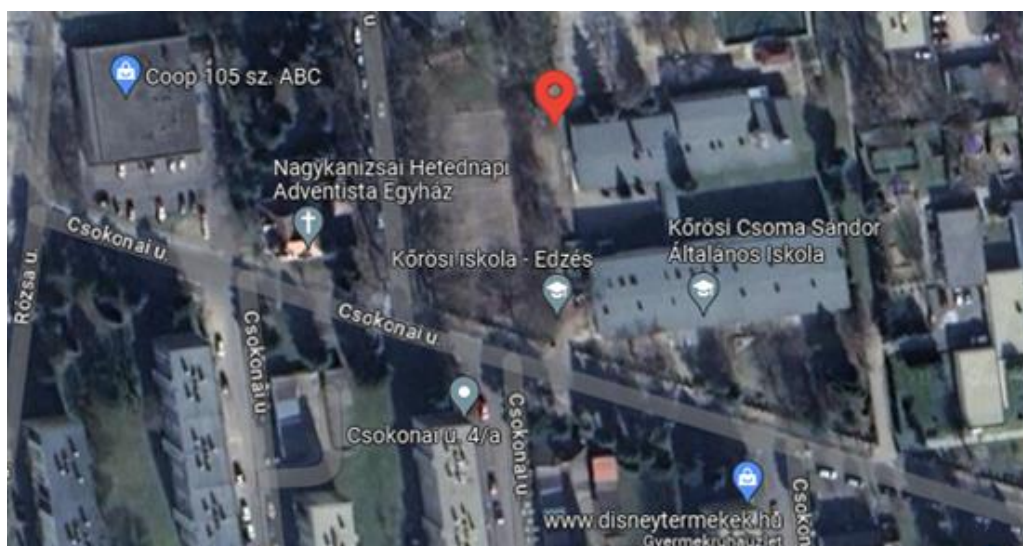
- Benzol (C_6H_6);
- Szén-monoxid (CO)
- Nitrogén-dioxid (NO_2);
- Ózon (O_3)
- Aeroszol részecskék, 10 mikron alatti frakció (PM_{10})
- Aeroszol részecskék, 2,5 mikron alatti frakció ($PM_{2,5}$);
- Kén-dioxid (SO_2). [5.]

6. A mintavételi helyek bemutatása

A projekt kettős céljának (szemléletformálás, illetve helyi légszennyező hatások vizsgálata) megfelelően a mintavételi helyszíneknek több követelményt ki kellett elégíteniük. A mintavételi pontok kijelölésére vonatkozó minimális műszaki követelmények mellett törekedtünk rá, hogy olyan területeken történjenek mintavételek, mely területekről nem rendelkezünk levegőterheltségi-szint értékekkel. Mindemellett a mintavételi pontoknak az érintett oktatási intézmény területén, vagy annak közvetlen közelében kellett elhelyezkednie, hogy a szemléletformáló programokba a mobil mérőállomás közvetlenül bevonható legyen.

Az alábbi 15 helyszínen történtek mérések:

- Kőrösi Csoma Sándor – Péterfy Sándor Általános Iskola
8800 Nagykanizsa, Csokonai u. 1.
EOV X: 125471 Y: 493211



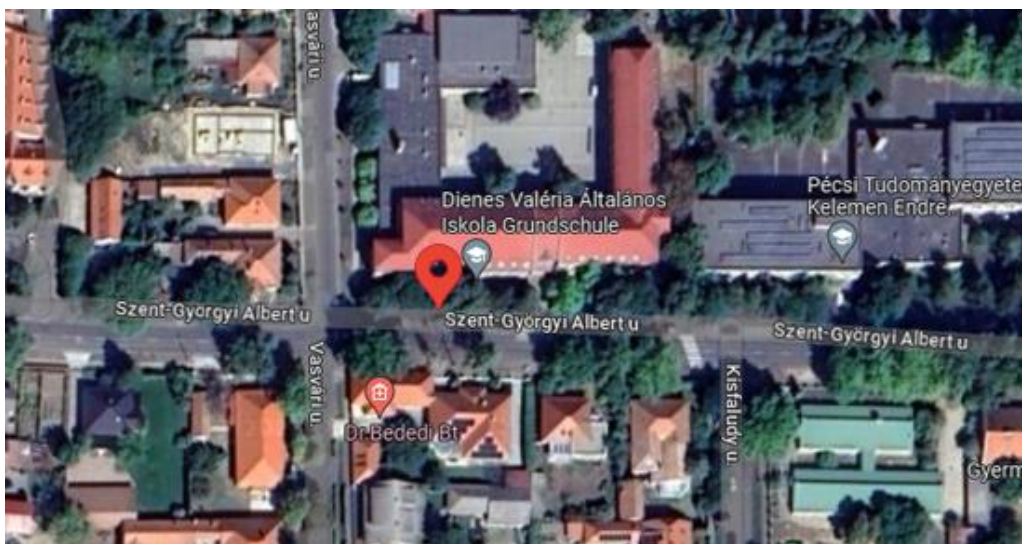
5. ábra: Kőrösi Csoma Sándor - Péterfy Sándor Általános Iskola (forrás: Google Térkép) [2.]

- Hódmezővásárhelyi Varga Tamás Általános Iskola
6800 Hódmezővásárhely, Holló utca 36.
EOV X: 120525 Y: 746982



6. ábra: Hódmezővásárhelyi Varga Tamás Általános Iskola (forrás: Google Térkép) [2.]

- Szekszárdi Dienes Valéria Általános Iskola
7100 Szekszárd, Szent-Györgyi Albert utca 6.
EOV X: 110892 Y: 623674



7. ábra: Szekszárdi Dienes Valéria Általános Iskola (forrás: Google Térkép) [2.]

- Sárospataki Református Kollégium
3950 Sárospatak, József Attila utca 21-23.
EOV X: 334412 Y: 836892



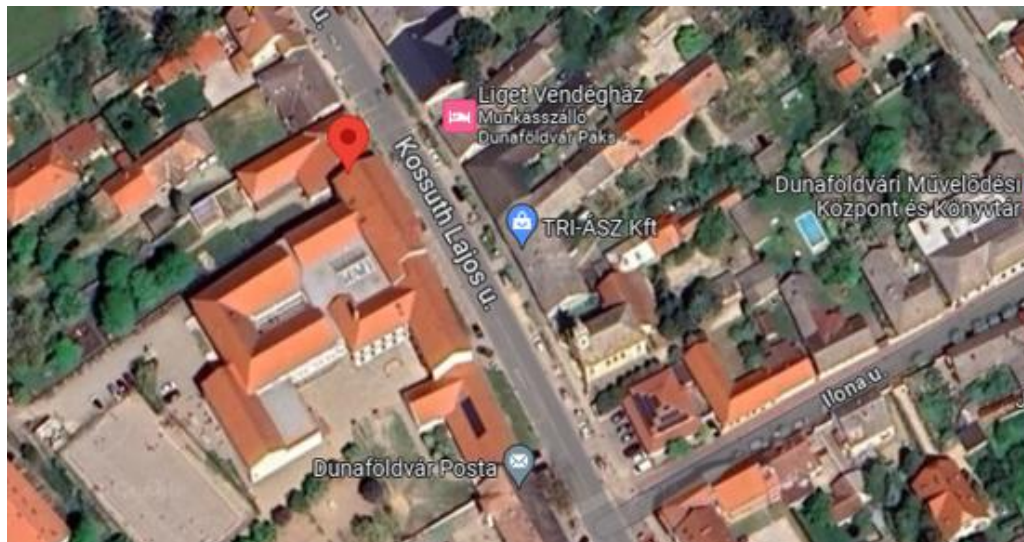
8. ábra: Sárospataki Református Kollégium (forrás: Google Térkép) [2.]

- Hajdúböszörményi Bocskai István Általános Iskola
4220 Hajdúböszörmény, Bocskai István tér 11.
EOV X: 261817 Y: 834567



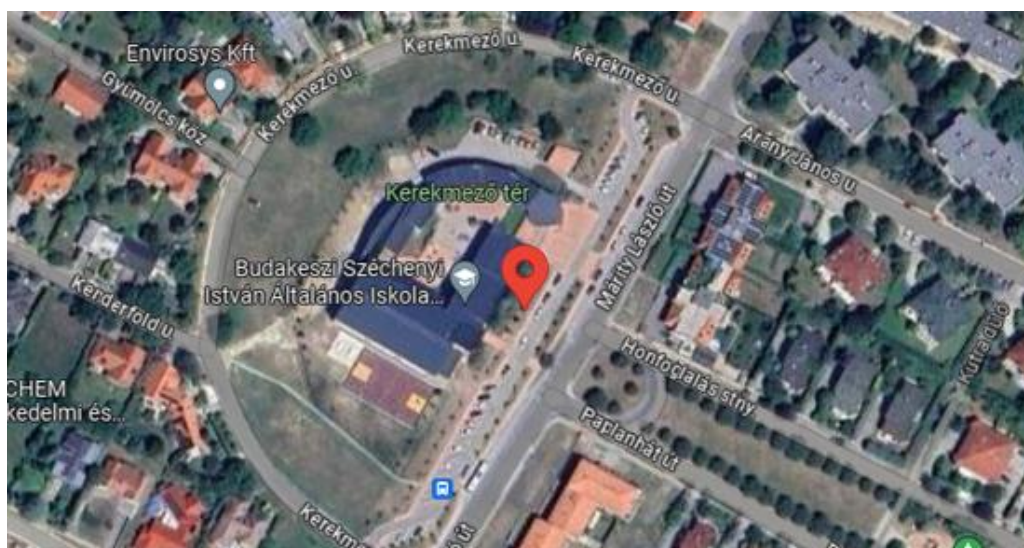
9. ábra: Hajdúböszörményi Bocskai István Általános Iskola (forrás: Google Térkép) [2.]

- Dunaföldvári Beszédes József Általános Iskola és Alapfokú Művészeti Iskola
7020 Dunaföldvár, Kossuth Lajos utca 21.
EOV X: 162730 Y: 640504



10. ábra: Dunaföldvári Beszédes József Általános Iskola és Alapfokú Művészeti Iskola
(forrás: Google Térkép) [2.]

- Budakeszi Széchenyi István Általános Iskola
2092 Budakeszi, Árpád Fejedelem tér 1.
EOV X:241595 Y:640716

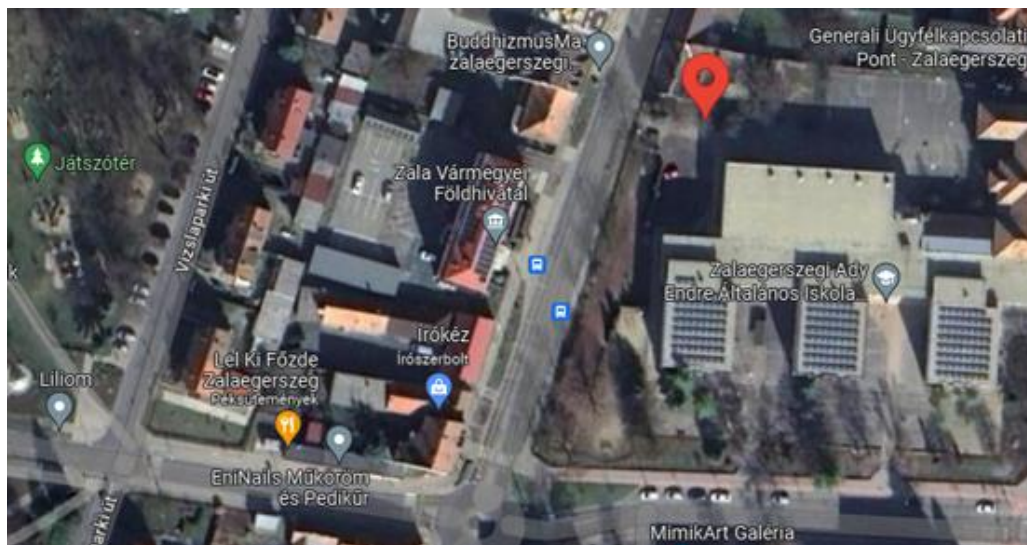


11. ábra: Budakeszi Széchenyi István Általános Iskola (forrás: Google Térkép) [2.]

- Zalaegerszegi Ady Endre Általános Iskola, Gimnázium és Alapfokú Művészeti Iskola

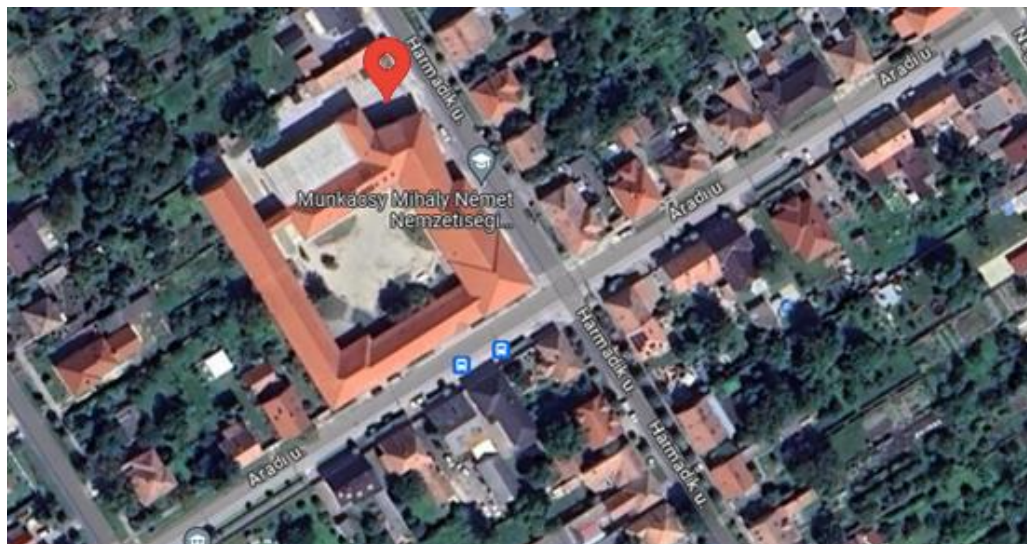
8900 Zalaegerszeg, Kisfaludy Sándor u. 2.

EOV X: 168829 Y: 481850



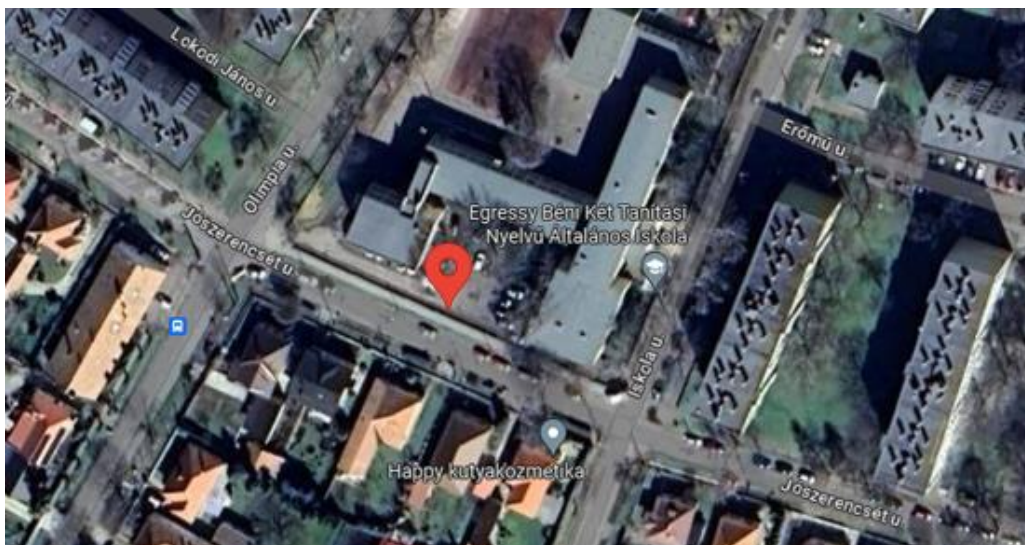
12. ábra: Zalaegerszegi Ady Endre Általános Iskola, Gimnázium és Alapfokú Művészeti Iskola
(forrás: Google Térkép) [2.]

- Munkácsy Mihály Német Nemzetiségi Nyelvoktató Általános Iskola
8500 Pápa, Aradi u. 10-12.
EOV X: 221935 Y: 531331



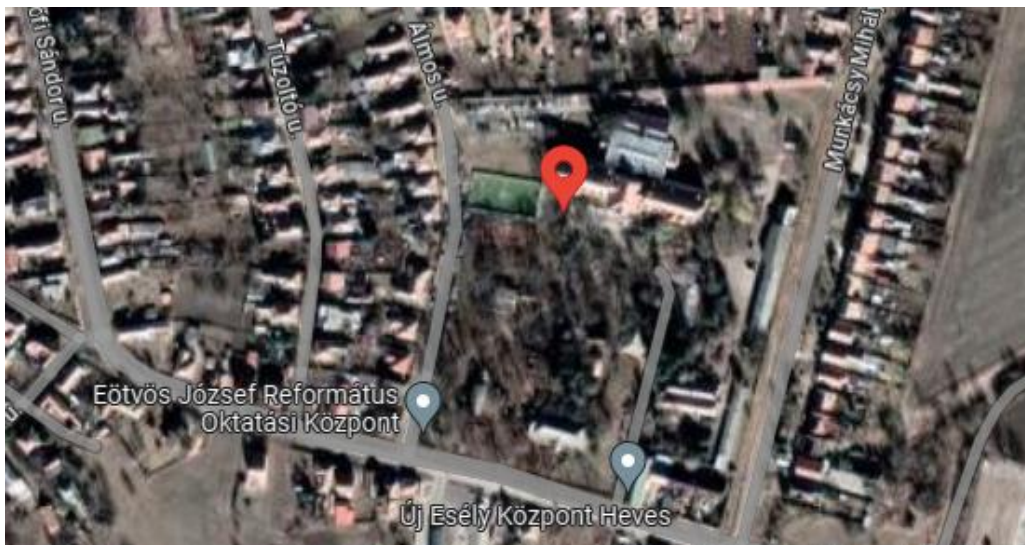
13. ábra: Munkácsy Mihály Német Nemzetiségi Nyelvoktató Általános Iskola (forrás: Google Térkép) [2.]

- Egressy Béni Két Tanítási Nyelvű Általános Iskola
3200 Gyöngyös, Iskola utca 1.
EOV X: 269779 Y: 715580



14. ábra: Egressy Béni Két Tanítási Nyelvű Általános Iskola (forrás: Google Térkép) [2.]

- Eötvös József Református Oktatási Központ
3360 Heves, Dobó István utca 29.
EOV X: 250638 Y: 743807

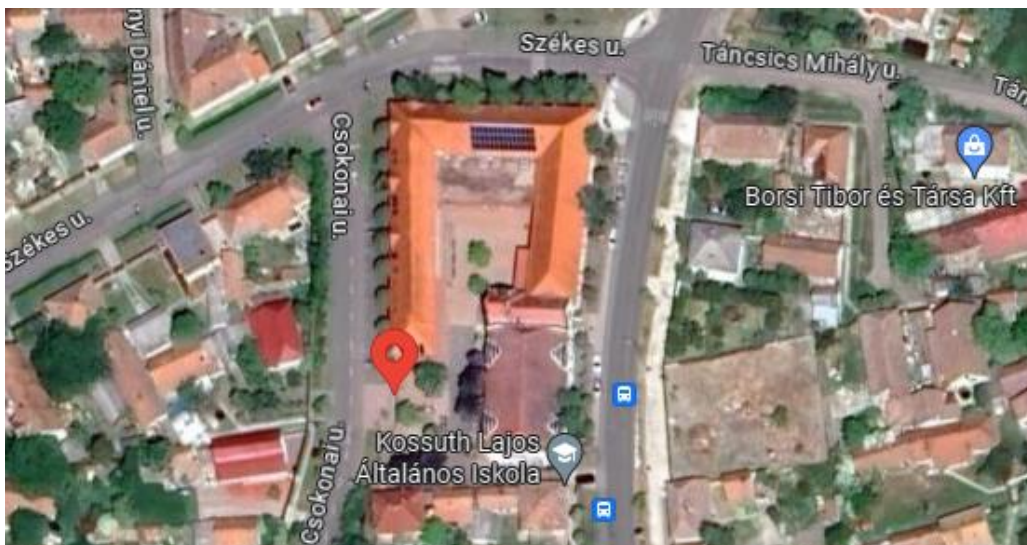


15. ábra: Eötvös József Református Oktatási Központ (forrás: Google Térkép) [2.]

- Kossuth Lajos Általános Iskola

5400 Mezőtúr, Kossuth Lajos utca 82.

EOV X: 186367 Y: 769916

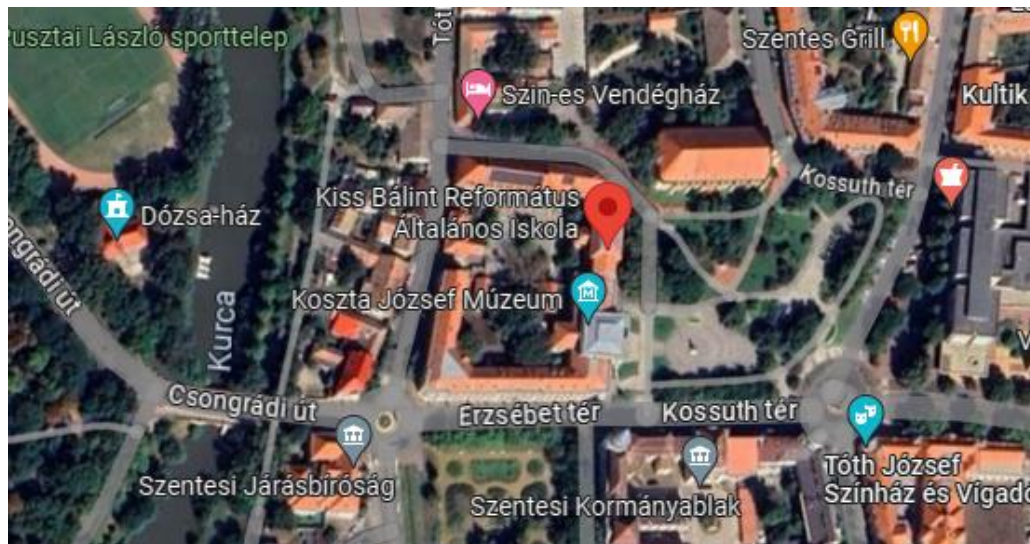


16. ábra: Kossuth Lajos Általános Iskola (forrás: Google Térkép) [2.]

- Kis Bálint Református Általános Iskola

6600 Szentes, Kossuth tér 2.

EOV X: 146075 Y: 742506

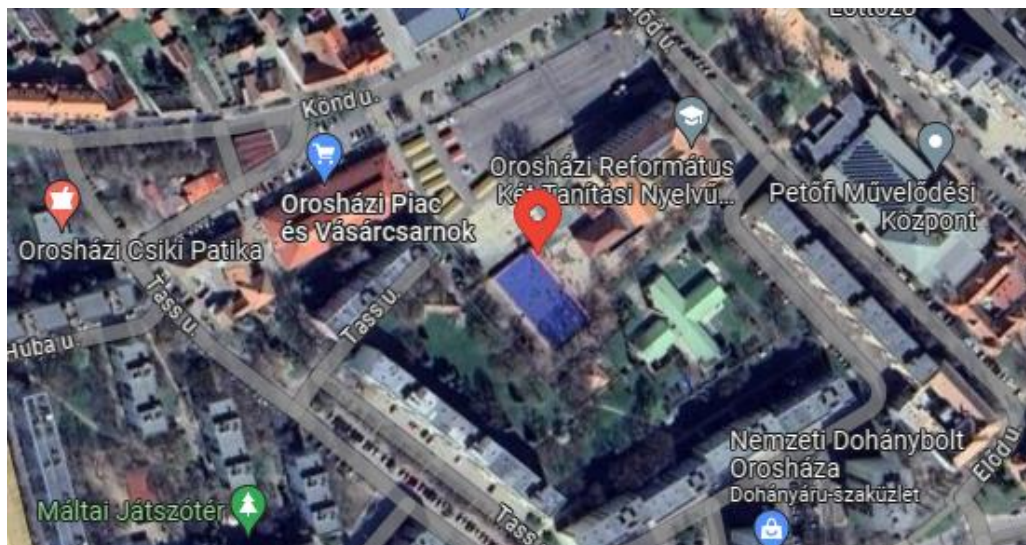


17. ábra: Kis Bálint Református Általános Iskola (forrás: Google Térkép) [2.]

- Orosházi Református Két Tanítási Nyelvű Általános Iskola

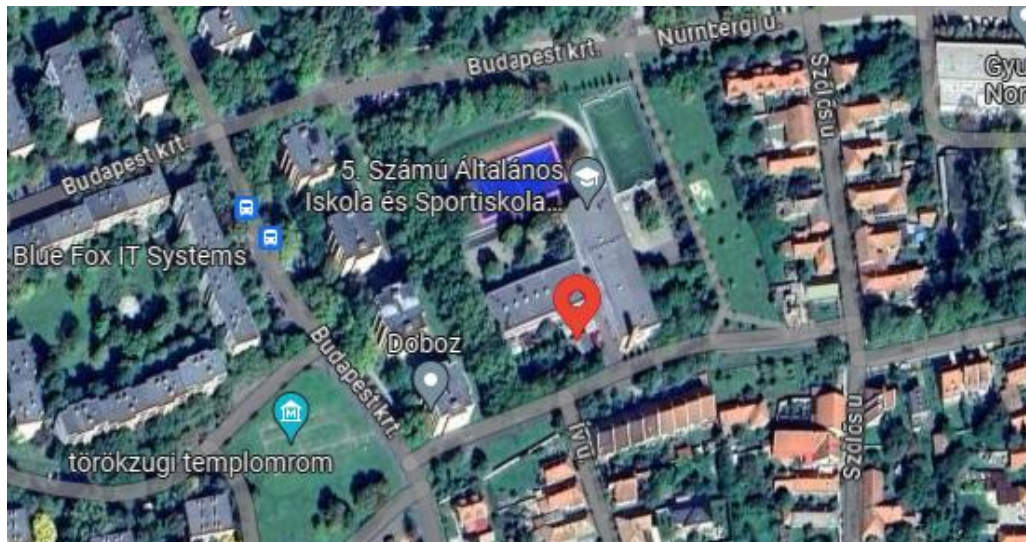
5900 Orosháza, Előd u. 17.

EOV X: 136296 Y: 774072



18. ábra: Orosházi Református Két Tanítási Nyelvű Általános Iskola (forrás: Google Térkép)
[2.]

- Gyulai Implom József Általános Iskola 5. Számú Általános Iskola és Sportiskola
Tagintézménye
5700 Gyula, Nürnbergi utca 2.
EOV X: 147352 Y: 819578



19. ábra: Gyulai Implom József Általános Iskola (forrás: Google Térkép) [2.]

7. A mintavételi időszakok

A mintavételi időszakokat minden mérési ponton legalább egy hetesre (7 nap) terveztük. A megvalósítás során, a méréssorozat logisztikai igényei miatt néhány esetben eltérő időtartamú mérések történtek (1. táblázat).

1. táblázat: Mintavételi időszakok

Helyszín:	Első mérési adat időpontja:		Utolsó mérési adat időpontja:	
Nagykanizsa	2023.03.06	0:00	2023.03.12	24:00
Pápa	2023.02.18	0:00	2023.02.22	24:00
Hódmezővásárhely	2023.04.27	0:00	2023.05.03	24:00
Szekszárd	2023.05.05	1:00	2023.05.15	24:00
Sárospatak	2023.03.28	1:00	2023.04.03	24:00
Dunaföldvár	2023.05.17	0:00	2023.05.23	24:00
Hajdúböszörmény	2023.04.18	0:00	2023.04.24	24:00
Budakeszi	2023.02.08	0:00	2023.02.14	24:00
Zalaegerszeg	2023.02.24	1:00	2023.03.02	24:00
Gyöngyös	2023.03.14	0:00	2023.03.20	24:00
Heves	2023.03.22	0:00	2023.03.28	24:00
Mezőtúr	2023.03.30	0:00	2023.04.05	24:00
Szentés	2023.04.27	0:00	2023.05.03	24:00
Orosháza	2023.05.03	0:00	2023.05.09	24:00
Gyula	2023.05.11	0:00	2023.05.17	24:00

8. A vizsgálati eredmények értékelési módszere

A környezeti levegőben jelenlévő egészségre ártalmas anyagok élettani hatása az egyes anyagok jellemzői mellett alapvetően a belélegzett mennyiségektől függ (dózis). Egy egyén által belélegzett mennyiség az adott anyag légköri koncentrációjával, és a belélegzett levegő térfogatával, tulajdonképpen a belégzés időtartamával, azaz a kitettségi idővel arányos.

Fentiek miatt a környezeti levegőben az egyes egészségre ártalmas alkotókra megállapított határkoncentrációk minden esetben egy adott időtartamra vonatkoztatott átlagkoncentrációk.

Határértékeknek való megfelelés

A kampány során mért értékeket a vonatkozó, jogszabályban (4/2011. (I.14.) VM rendelet) rögzített, adott időtartamra megállapított átlagkoncentrációkra megállapított határértékekkel történő összehasonlítással értékeljük. A méréssorozatok egy adott helyszínen egy hét időtartamot öleltek fel, így lehetőség szerint a 24 órás, vagy annál rövidebb időszakokra vonatkozó határértékeket vettük figyelembe. A szálló por PM_{2,5} frakció esetében a jogszabály csak éves átlagkoncentráció határértéket határoz meg, így ebben az esetben ezt vettük figyelembe (2. táblázat).

2. táblázat: A 4/2011 (I.14.) VM rendeletben szereplő levegőterheltségi szint egészségügyi határértékek

Vizsgált légszennyező	Egészségügyi határérték	Mértékegység	Megjegyzés
PM ₁₀	50	µg/m ³	24 órás átlag
PM _{2,5}	25	µg/m ³	éves átlag
ózon	120	µg/m ³	órás átlagokból képezett 8 órás mozgó átlag
NO ₂	85	µg/m ³	24 órás átlag
SO ₂	125	µg/m ³	24 órás átlag
CO	5000	µg/m ³	24 órás átlag
Benzol	10	µg/m ³	24 órás átlag

[1.]

Helyi jellegzetességek hatása a levegőminőségre

A lokális levegőminőség vonatkozásában két kérdésre kerestük a választ.

A kampány során iskolák területén történtek egy hetes mérések. A gyermekek egy részét a szülők gépkocsival viszik iskolába, ami különösen a tanítás kezdete előtt eredményezhet lokális gépjárműforgalom-növekedést, és így a levegőterheltségi szintek emelkedését.

1. Választ akartunk adni arra a kérdésre, hogy az iskolák közvetlen környezetében mekkora hatást gyakorol a levegőminőségre a gépjárműforgalom reggeli időszakban történő megemelkedése.

A kampány során kiválasztott mérőpontok Magyarország olyan településein helyezkednek el, melyeken nem üzemel fixen telepített levegőtisztaság-védelmi mérőállomás.

Jellemzően a legközelebbi mérőállomás jelentős, több tíz kilométeres távolságban található a mérőpontoktól. A mérőpontok elhelyezkedése lehetőség ad annak vizsgálatára, hogy a helyi hatások milyen mértékben befolyásolják a levegőterheltségi szinteket a mérőhálózati pontokon mért értékekhez képest.

2. Választ akartunk adni arra a kérdésre, hogy a helyi levegőterheltségi értékek milyen mértékben térnek el a mérőhálózat által mért értékektől.

A lokális levegőminőség jellegzetességeit összehasonlító elemzést végezve vizsgáljuk. Az iskolákban telepített ideiglenes mérőpontok adatait összehasonlítjuk a mérőhálózat lehető legközelebbi hasonló (de nem iskolai) környezetben lévő fix mérőpontjának adataival, valamint a mérőhálózat közvetlen hatásoknak legkevésbé kitett mérőpontjának (K-Pusztai) adataival (3. táblázat). Az összehasonlítást az egyes mért alkotók mindegyikénél elvégezve a lokális hatások értékelését megkíséreltük.

3. táblázat: Az eredmények összehasonlító értékelése során összetartozó mérőpontok

Ideiglenes mérőpont, tanintézmény területén	lakóterületen elhelyezkedő OLM hálózati mérőpont	háttér OLM hálózati mérőpont
Nagykanizsa	Pécs-Boszorkány utca	Katalin Puszta
Szekszárd	Pécs, Boszorkány utca	Katalin Puszta
Pápa	Ajka	Katalin Puszta
Budakeszi	Pesthidegkút	Katalin Puszta
Zalaegerszeg	Ajka	Katalin Puszta
Gyöngyös	Eger	Katalin Puszta
Heves	Eger	Katalin Puszta
Mezőtúr	Szolnok	Katalin Puszta
Szentes	Szeged	Katalin Puszta
Orosháza	Szeged	Katalin Puszta
Gyula	Szeged	Katalin Puszta
Hódmezővásárhely	Szeged	Katalin Puszta
Dunaföldvár	Dunaújváros	Katalin Puszta
Sárospatak	Hernádszurdok	Katalin Puszta
Hajdúböszörmény	Debrecen, Kalotaszeg tér	Katalin Puszta

Az összehasonlító értékelés során a jogszabályi határértéktől eltérő átlagolási idővel számított értékeket hasonlítottuk össze. A mérőszervezetek 15 perces (néhány esetben 60 perces) átlagolási idővel számolt értékeket bocsátottak a rendelkezésünkre.

Az összehasonlított értékek ezért az alábbi időszakok voltak:

- 7:30-7:45, (közvetlenül a tanítás kezdete előtt)
- 13:00-13:15, (napközben)
- 18:00-18:15, (délutáni csúcsforgalom végén, lakossági vegyes tüzelés időszaka)
- 2:00-2:15 (éjszakai kis lakossági aktivitás)

A meghatározott adatpárok:

- Ideiglenes mérőponton mért koncentráció, mínusz lakóhelyen elhelyezkedő OLM hálózati mérőponton mért koncentráció
- Ideiglenes mérőponton mért koncentráció, mínusz háttér OLM hálózati mérőponton (K-pusztá) mért koncentráció
- Lakóhelyen elhelyezkedő OLM hálózati mérőponton mért koncentráció, mínusz háttér OLM hálózati mérőponton (K-pusztá) mért koncentráció

9. A vizsgálati eredmények értékelése

Határértékeknek való megfelelés

Az Országos Meteorológiai Szolgálat és a GREEN LAB Kft. akkreditált laboratóriumai által végzett vizsgálatok körülményeit és a vizsgálatok eredményeit a mellékletben csatolt vizsgálati jegyzőkönyvek tartalmazzák.

Az alábbiakban közöljük az adott vizsgálati helyszíneken mért értékeket vizsgálatok helyszínük szerinti megbontásban (4 – 28. táblázatok). A táblázatok tartalmazzák a 4/2011. (I.14.) VM rendeletben szereplő, vonatkozó határértékeket is.

Budakeszi

4. táblázat: Budakeszi mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	SO ₂
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.02.08	22,2	16,1	845	3,2	23,5	28,2	56,4	4,2
2023.02.09	35,8	24,5	768	5,0	27,9	35,4	62,6	4,5
2023.02.10	41,3	28,9	779	7,9	27,7	39,7	69,5	4,7
2023.02.11	41,0	30,5	757	3,9	24,6	30,6	67,1	4,7
2023.02.12	23,8	19,9	623	2,9	18,8	23,2	55,4	4,7
2023.02.13	24,4	18,4	628	11,0	22,1	38,9	65,6	4,3
2023.02.14	13,7	11,7	471	4,6	18,2	25,2	61,6	4,8
U* [%]	6,6	6,6	21	-	13	-	8,5	9,0
határérték** [µg/m ³]	napi: 50	éves: 25	napi: 5000	-	napi: 85	-	napi 8 órás: 120	napi: 125
LoD*** [µg/m ³]	1,0	1,0	20	1,2	1,9	-	2,0	2,6

5. táblázat: Budakeszi mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	benzol	toluol	etil-benzol	m,p-xilol	o-xilol
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.02.08	1,7	0,9	k.h.a.***	0,6	k.h.a.***
2023.02.09	2,1	1,1	k.h.a.***	0,6	k.h.a.***
2023.02.10	2,6	1,6	k.h.a.***	1,0	k.h.a.***
2023.02.11	2,1	1,1	k.h.a.***	0,7	k.h.a.***
2023.02.12	1,5	0,8	k.h.a.***	0,4	k.h.a.***
2023.02.13	1,8	1,5	k.h.a.***	1,1	k.h.a.***
2023.02.14	1,0	0,9	k.h.a.***	0,6	k.h.a.***
U* [%]	14	-	-	-	-
határérték** [µg/m ³]	napi: 10	-	-	-	-
LoD*** [µg/m ³]	0,55	0,54	0,35	1,1	0,60

Pápa

6. táblázat: Pápa mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	SO ₂
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.02.16	72,1	55,3	1530	13,8	22,7	43,6	35,6	3,8
2023.02.17	60,9	49,7	1285	12,8	30,3	49,7	55,6	4,7
2023.02.18	43,8	37,5	856	1,6	15,0	17,4	64,9	4,8
2023.02.19	17,5	14,6	619	k.h.a.***	8,4	9,7	64,3	4,6
2023.02.20	15,8	12,5	480	1,5	12,6	14,9	63,9	4,3
2023.02.21	25,2	19,6	642	8,4	19,9	32,6	70,0	4,8
2023.02.22	29,8	23,0	845	5,0	21,3	28,9	64,0	4,8
U* [%]	6,6	6,6	21	-	13	-	8,5	9,0
határérték** [µg/m ³]	napi: 50	éves: 25	napi: 5000	-	napi: 85		napi 8 órás: 120	napi: 125
LoD*** [µg/m ³]	1,0	1,0	20	1,2	1,9	-	2,0	2,6

7. táblázat: Pápa mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	benzol	toluol	etil-benzol	m,p-xilol	o-xilol
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.02.16	5,5	2,8	0,5	2,1	0,7
2023.02.17	5,2	3,0	0,6	2,2	0,7
2023.02.18	2,5	1,4	k.h.a.***	0,5	k.h.a.***
2023.02.19	1,0	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.02.20	1,4	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.02.21	2,2	1,8	k.h.a.***	1,2	k.h.a.***
2023.02.22	2,7	2,0	k.h.a.***	1,3	k.h.a.***
U* [%]	14	-	-	-	-
határérték** [µg/m ³]	napi: 10	-	-	-	-
LoD*** [µg/m ³]	0,55	0,54	0,35	1,1	0,60

Zalaegerszeg

8. táblázat: Zalaegerszeg mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	SO ₂
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.02.24	40,9	29,4	560	6,9	19,8	30,4	68,1	5,5
2023.02.25	12,4	8,5	311	1,8	13,9	16,6	69,6	5,7
2023.02.26	5,8	5,0	333	k.h.a.***	9,0	10,6	57,6	4,9
2023.02.27	14,2	11,5	419	2,1	12,7	15,8	56,4	4,9
2023.02.28	27,8	21,3	757	5,7	24,7	33,4	55,1	4,5
2023.03.01	34,7	26,9	773	4,2	22,6	28,9	32,9	4,4
2023.03.02	35,5	28,4	728	5,2	28,3	36,0	42,1	5,1
U* [%]	6,6	6,6	21	-	13	-	8,5	9,0
határérték** [µg/m ³]	napi: 50	éves: 25	napi: 5000	-	napi: 85		napi 8 órá: 120	napi: 125
LoD*** [µg/m ³]	1,0	1,0	20	1,2	1,9	-	2,0	2,6

9. táblázat: Zalaegerszeg mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	benzol	toluol	etil-benzol	m,p-xilol	o-xilol
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.02.24	1,4	1,6	k.h.a.***	1,1	k.h.a.***
2023.02.25	0,7	0,6	k.h.a.***	0,4	k.h.a.***
2023.02.26	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.02.27	0,8	0,6	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.02.28	1,9	1,2	k.h.a.***	0,8	k.h.a.***
2023.03.01	2,3	1,6	k.h.a.***	1,0	k.h.a.***
2023.03.02	2,6	1,9	k.h.a.***	1,4	k.h.a.***
U* [%]	14	-	-	-	-
határérték** [µg/m ³]	napi: 10	-	-	-	-
LoD*** [µg/m ³]	0,55	0,54	0,35	1,1	0,60

Nagykanizsa

10. táblázat: Nagykanizsa mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	SO ₂
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.03.04	49,0	39,3	1201	9,7	20,0	34,8	77,4	5,6
2023.03.05	17,5	14,8	531	k.h.a.***	13,3	14,7	62,6	5,2
2023.03.06	27,2	22,4	490	k.h.a.***	15,6	17,0	61,7	9,2
2023.03.07	21,3	18,3	449	k.h.a.***	12,3	13,5	56,1	6,9
2023.03.08	11,6	8,0	n/a	1,3	11,6	13,6	n/a	6,1
2023.03.09	11,2	7,5	483	1,6	18,3	20,7	73,2	6,1
2023.03.10	11,8	8,6	506	1,5	15,5	17,8	68,2	6,6
2023.03.11	5,0	4,0	339	k.h.a.***	9,4	10,5	74,7	6,2
2023.03.12	11,6	9,9	469	k.h.a.***	8,3	9,0	75,4	5,4
U* [%]	6,6	6,6	21	-	13	-	8,5	9,0
határérték** [µg/m ³]	napi: 50	éves: 25	napi: 5000	-	napi: 85		napi 8 órás: 120	napi: 125
LoD*** [µg/m ³]	1,0	1,0	20	1,2	1,9	-	2,0	2,6

11. táblázat: Nagykanizsa mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	benzol	toluol	etil-benzol	m,p-xilol	o-xilol
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.03.04	3,7	2,9	0,5	2,0	k.h.a.***
2023.03.05	0,8	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.06	1,6	0,7	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.07	0,9	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.08	0,7	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.09	0,9	1,2	k.h.a.***	0,7	k.h.a.***
2023.03.10	0,9	0,8	k.h.a.***	0,4	k.h.a.***
2023.03.11	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.12	0,8	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
U* [%]	14	-	-	-	-
határérték** [µg/m ³]	napi: 10	-	-	-	-
LoD*** [µg/m ³]	0,55	0,54	0,35	1,1	0,60

Gyöngyös

12. táblázat: Gyöngyös mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	SO ₂
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.03.14	19,5	10,2	437	1,4	10,8	13,0	70,6	10,2
2023.03.15	6,3	5,2	390	2,3	13,2	16,6	65,8	6,2
2023.03.16	11,7	8,4	529	3,4	19,7	24,7	70,6	5,5
2023.03.17	24,5	16,9	857	9,5	29,3	43,6	79,6	11,2
2023.03.18	18,5	14,0	583	2,5	20,5	24,3	82,3	7,4
2023.03.19	22,7	18,0	632	3,9	29,1	35,0	82,5	6,7
2023.03.20	30,5	18,6	735	7,4	32,5	43,7	83,9	8,5
U ⁺ [%]	6,6	6,6	21	-	13	-	8,5	9,0
határérték** [µg/m ³]	napi: 50	éves: 25	napi: 5000	-	napi: 85		napi 8 órás: 120	napi: 125
LoD*** [µg/m ³]	1,0	1,0	20	1,2	1,9	-	2,0	2,6

13. táblázat: Gyöngyös mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	benzol	toluol	etil-benzol	m,p-xilol	o-xilol
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.03.14	0,8	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.15	0,6	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.16	1,0	0,8	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.17	2,3	1,6	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.18	1,2	0,6	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.19	1,9	1,1	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.20	2,0	2,1	0,4	1,3	k.h.a.***
U ⁺ [%]	14	-	-	-	-
határérték** [µg/m ³]	napi: 10	-	-	-	-
LoD*** [µg/m ³]	0,55	0,54	0,35	1,1	0,60

Heves

14. táblázat: Heves mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	SO ₂
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.03.22	22,4	15,5	429	k.h.a.***	10,2	11,7	73,2	6,4
2023.03.23	26,4	17,1	504	1,5	10,3	12,5	75,6	6,5
2023.03.24	30,4	17,5	360	k.h.a.***	8,6	9,4	84,4	8,5
2023.03.25	14,4	10,4	415	k.h.a.***	6,7	7,5	69,8	7,6
2023.03.26	6,0	4,1	349	k.h.a.***	4,8	5,3	73,6	6,5
2023.03.27	8,3	7,2	394	k.h.a.***	6,3	6,8	62,8	7,2
2023.03.28	17,9	8,6	452	k.h.a.***	6,1	7,0	75,2	6,4
U* [%]	6,6	6,6	21	-	13	-	8,5	9,0
határérték** [µg/m ³]	napi: 50	éves: 25	napi: 5000	-	napi: 85		napi 8 órás: 120	napi: 125
LoD*** [µg/m ³]	1,0	1,0	20	1,2	1,9	-	2,0	2,6

15. táblázat: Heves mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	benzol	toluol	etil-benzol	m,p-xilol	o-xilol
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.03.22	1,2	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.23	1,5	1,9	k.h.a.***	1,2	k.h.a.***
2023.03.24	1,1	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.25	1,1	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.26	0,6	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.27	1,0	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.28	0,8	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
U* [%]	14	-	-	-	-
határérték** [µg/m ³]	napi: 10	-	-	-	-
LoD*** [µg/m ³]	0,55	0,54	0,35	1,1	0,60

Mezőtúr

16. táblázat: Mezőtúr mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	SO ₂
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.03.30	22,7	14,4	812	1,4	9,2	11,3	79,5	10,1
2023.03.31	13,7	9,5	404	1,3	6,7	8,6	84,6	6,8
2023.04.01	9,9	7,3	476	k.h.a.***	6,8	8,3	74,2	7,8
2023.04.02	8,1	6,5	487	k.h.a.***	6,5	7,8	69,6	6,8
2023.04.03	6,2	3,6	380	k.h.a.***	5,2	7,0	68,8	6,3
2023.04.04	9,8	6,0	398	k.h.a.***	4,0	5,3	69,5	6,2
2023.04.05	15,2	11,3	440	1,4	6,6	8,7	70,1	6,5
U* [%]	6,6	6,6	21	-	13	-	8,5	9,0
határérték** [µg/m ³]	napi: 50	éves: 25	napi: 5000	-	napi: 85		napi 8 órás: 120	napi: 125
LoD*** [µg/m ³]	1,0	1,0	20	1,2	1,9	-	2,0	2,6

17. táblázat: Mezőtúr mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	benzol	toluol	etil-benzol	m,p-xilol	o-xilol
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.03.30	1,1	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.03.31	0,9	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.04.01	0,9	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.04.02	0,8	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.04.03	0,7	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.04.04	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.04.05	0,7	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
U* [%]	14	-	-	-	-
határérték** [µg/m ³]	napi: 10	-	-	-	-
LoD*** [µg/m ³]	0,55	0,54	0,35	1,1	0,60

Szentes

18. táblázat: Szentes mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	SO ₂
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.04.25	10,5	7,9	588	k.h.a.***	8,4	9,5	86,5	8,7
2023.04.26	13,2	8,1	545	k.h.a.***	7,6	8,4	91,7	7,2
2023.04.27	13,3	8,4	430	k.h.a.***	8,0	8,9	90,7	7,0
2023.04.28	21,9	12,5	638	1,2	13,4	15,2	98,7	6,7
2023.04.29	24,0	15,4	580	2,0	12,7	15,7	98,0	7,8
2023.04.30	19,9	14,2	505	k.h.a.***	9,3	11,0	85,9	7,4
2023.05.01	13,3	8,0	392	k.h.a.***	5,8	6,4	89,4	7,2
U* [%]	6,6	6,6	21	-	13	-	8,5	9,0
határérték** [µg/m ³]	napi: 50	éves: 25	napi: 5000	-	napi: 85		napi 8 órás: 120	napi: 125
LoD*** [µg/m ³]	1,0	1,0	20	1,2	1,9	-	2,0	2,6

19. táblázat: Szentes mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	benzol	toluol	etil-benzol	m,p-xilol	o-xilol
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.04.25	0,8	0,5	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.04.26	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.04.27	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.04.28	0,9	0,9	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.04.29	1,3	2,1	0,5	1,4	k.h.a.***
2023.04.30	0,8	0,9	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.05.01	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
U* [%]	14	-	-	-	-
határérték** [µg/m ³]	napi: 10	-	-	-	-
LoD*** [µg/m ³]	0,55	0,54	0,35	1,1	0,60

Orosháza

20. táblázat: Orosháza mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	SO ₂
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.05.03	21,3	8,2	322	k.h.a.***	8,3	8,8	99,5	8,1
2023.05.04	15,7	9,4	340	k.h.a.***	7,1	8,0	81,2	7,4
2023.05.05	24,2	13,6	362	k.h.a.***	9,3	10,2	94,1	7,8
2023.05.06	19,7	13,4	389	k.h.a.***	9,3	10,1	107,6	7,8
2023.05.07	15,6	8,3	380	k.h.a.***	6,5	7,0	82,3	9,6
2023.05.08	23,1	6,4	348	1,5	5,8	8,1	65,8	8,2
2023.05.09	19,8	9,2	365	k.h.a.***	7,0	8,2	67,5	8,3
U* [%]	6,6	6,6	21	-	13	-	8,5	9,0
határérték** [µg/m ³]	napi: 50	éves: 25	napi: 5000	-	napi: 85		napi 8 órás: 120	napi: 125
LoD*** [µg/m ³]	1,0	1,0	20	1,2	1,9	-	2,0	2,6

21. táblázat: Orosháza mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	benzol	toluol	etil-benzol	m,p-xilol	o-xilol
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.05.03	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.05.04	0,6	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.05.05	0,8	0,8	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.05.06	0,8	0,9	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.05.07	0,6	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.05.08	0,6	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.05.09	0,6	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
U* [%]	14	-	-	-	-
határérték** [µg/m ³]	napi: 10	-	-	-	-
LoD*** [µg/m ³]	0,55	0,54	0,35	1,1	0,60

Gyula

22. táblázat: Gyula mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	SO ₂
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.05.11	15,1	6,9	404	k.h.a.***	7,6	8,3	81,7	7,8
2023.05.12	11,3	7,9	400	k.h.a.***	8,0	8,9	65,1	7,7
2023.05.13	11,1	8,5	414	k.h.a.***	5,7	6,1	76,6	7,4
2023.05.14	12,6	9,4	441	k.h.a.***	6,3	6,7	61,9	7,9
2023.05.15	15,4	11,3	403	k.h.a.***	8,5	9,7	59,0	8,5
2023.05.16	20,0	14,2	431	1,5	10,0	12,2	31,5	8,8
2023.05.17	19,0	13,2	447	k.h.a.***	7,3	8,5	76,6	9,4
U* [%]	6,6	6,6	21	-	13	-	8,5	9,0
határérték** [µg/m ³]	napi: 50	éves: 25	napi: 5000	-	napi: 85		napi 8 órás: 120	napi: 125
LoD*** [µg/m ³]	1,0	1,0	20	1,2	1,9	-	2,0	2,6

23. táblázat: Gyula mérési eredmények, határértékekkel [1.]

dátum	benzol	toluol	etil-benzol	m,p-xilol	o-xilol
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2023.05.11	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.05.12	0,6	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.05.13	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.05.14	0,7	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.05.15	0,7	0,7	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.05.16	1,1	1,5	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
2023.05.17	0,6	1,1	k.h.a.***	k.h.a.***	k.h.a.***
U* [%]	14	-	-	-	-
határérték** [µg/m ³]	napi: 10	-	-	-	-
LoD*** [µg/m ³]	0,55	0,54	0,35	1,1	0,60

Dunaföldvár

24. táblázat: Dunaföldvár mérési eredmények, határértékekkel [1.]

	NO₂ µg/m ³	Benzol µg/m ³	PM₁₀ µg/m ³	PM_{2,5} µg/m ³
1. nap	11,2	0,6	17,1	5,7
2. nap	13,5	0,7	11,5	4,9
3. nap	11,2	0,6	21,3	6,7
4. nap	10,5	< 0,5	32,6	11,2
5. nap	7,5	< 0,5	33,5	13,2
6. nap	11,2	0,5	33,7	9,9
7. nap	15,0	0,5	41,6	11,5

Hajdúböszörmény

25. táblázat: Hajdúböszörmény mérési eredmények, határértékekkel [1.]

	NO₂ µg/m ³	Benzol µg/m ³	PM₁₀ µg/m ³	PM_{2,5} µg/m ³
1. nap	5,7	< 0,5	17,6	6,1
2. nap	8,0	0,5	35,6	11,2
3. nap	7,6	< 0,5	38,5	12,7
4. nap	8,7	< 0,5	51,7	13,7
5. nap	11,3	1,1	37,4	12,2
6. nap	9,7	1,2	52,7	16,1
7. nap	9,8	0,7	43,3	13,4

Hódmezővásárhely

26. táblázat: Hódmezővásárhely mérési eredmények, határértékekkel [1.]

	NO ₂ µg/m ³	Benzol µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2,5} µg/m ³
1. nap	6,3	< 0,5	31,3	8,9
2. nap	10,3	0,7	31,7	9,9
3. nap	8,2	0,7	27,8	9,5
4. nap	7,1	0,7	25,1	8,5
5. nap	5,8	< 0,5	20,2	7,0
6. nap	6,2	< 0,5	27,0	8,6
7. nap	6,8	< 0,5	25,4	7,6

Sárospatak

27. táblázat: Sárospatak mérési eredmények, határértékekkel [1.]

	NO ₂ µg/m ³	Benzol µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2,5} µg/m ³
1. nap	4,6	< 0,5		
2. nap	6,2	1,3	22,7	
3. nap	9,8	1,9	31,0	
4. nap	6,8	1,1	29,5	14,5
5. nap	6,7	0,9	21,8	9,0
6. nap	5,3	0,5	9,4	4,3
7. nap	4,3	0,7	7,0	3,6

Szekszárd

28. táblázat: Szekszárd mérési eredmények, határértékekkel [1.]

	NO ₂ µg/m ³	Benzol µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2,5} µg/m ³
1. nap				
2. nap	13,7	0,6	29,8	10,2
3. nap	12,2	0,5	26,2	9,2
4. nap	13,6	0,6	19,6	6,7
5. nap	14,3	0,7	25,6	9,1
6. nap	10,4	< 0,5	29,6	14,6
7. nap	9,9	< 0,5	31,4	
8. nap	15,6	0,6	18,5	
9. nap	10,0	< 0,5	28,2	10,2
10. nap	9,6	0,5	20,5	8,4
11. nap	12,4	1,1	17,7	5,3

Határérték túllépés a vizsgált időszakokban kizárólag a PM₁₀ és a PM_{2,5} paraméterek esetében történt, az alábbiak szerint:

PM₁₀ esetén:

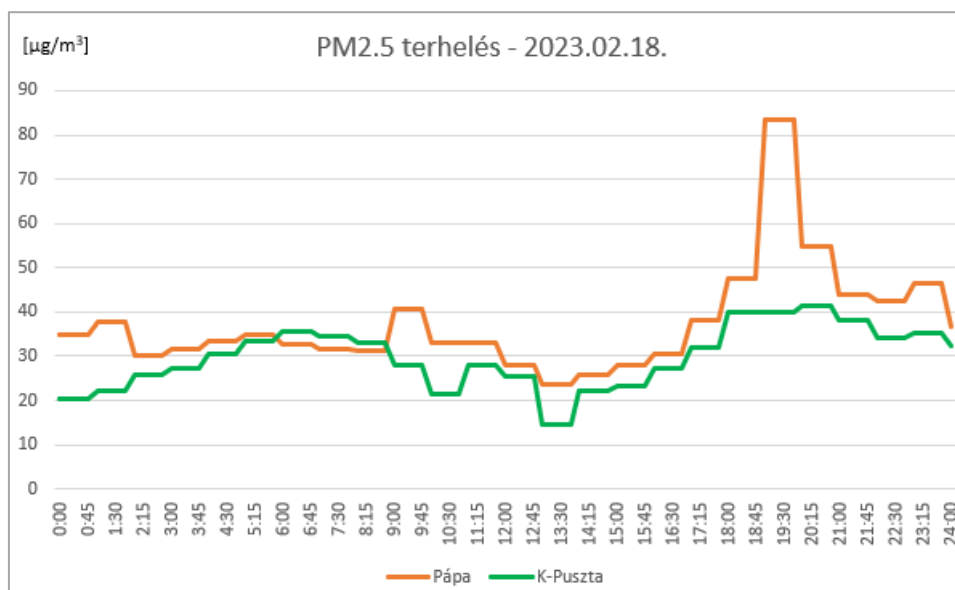
- Hajdúböszörmény
 - 4. nap: 51,7 µg/m³ **(helyi hatás)**
 - 6. nap: 52,7 µg/m³ **(helyi hatás)**
- Pápa
 - 1. nap: 72,1 µg/m³ **(helyi hatás)**
 - 2. nap: 60,9 µg/m³ **(regionális hatás)**

PM_{2,5} esetén:

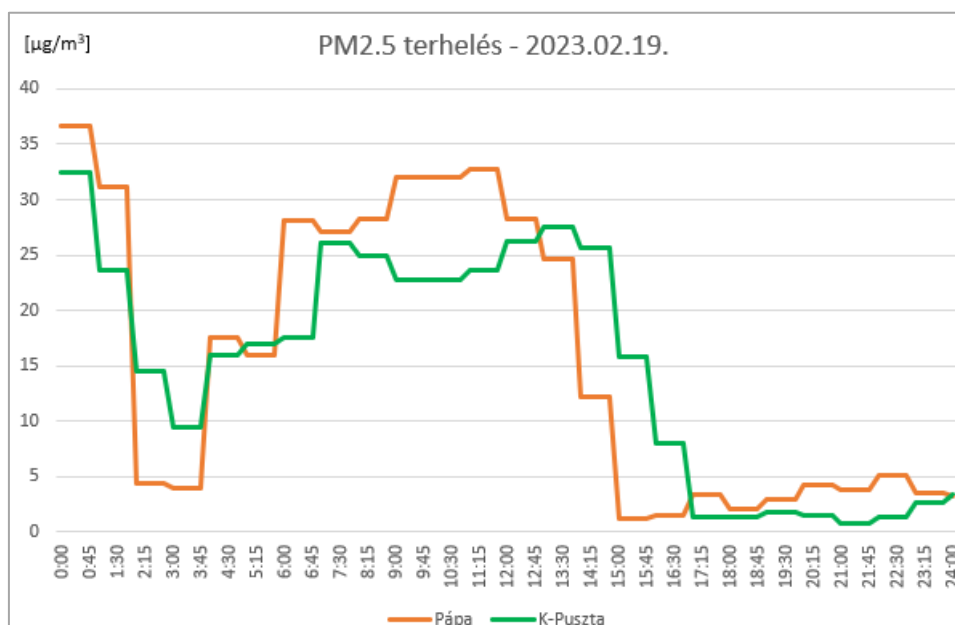
- Budakeszi
 - 3. nap: 28,9 µg/m³ **(helyi hatás)**
 - 4. nap: 30,5 µg/m³ **(regionális hatás)**
- Pápa
 - 1. nap: 55,3 µg/m³ **(helyi hatás)**
 - 2. nap: 49,7 µg/m³ **(regionális hatás)**
 - 3. nap: 37,5 µg/m³ **(helyi hatás)**
- Zalaegerszeg
 - 1. nap: 29,4 µg/m³ **(helyi hatás)**
 - 6. nap: 26,9 µg/m³ **(regionális hatás)**
 - 7. nap: 28,4 µg/m³ **(regionális hatás)**
- Nagykanizsa
 - 1. nap: 39,3 µg/m³ **(helyi hatás)**

Az adott paraméterek időben részletesebb (15 perces átlagok, illetve órás átlagok) koncentráció-idő függvényeit tanulmányozva következtethetünk arra, hogy a határérték túllépés helyi hatás, vagy nagyobb területet érintő hatás miatt következett be.

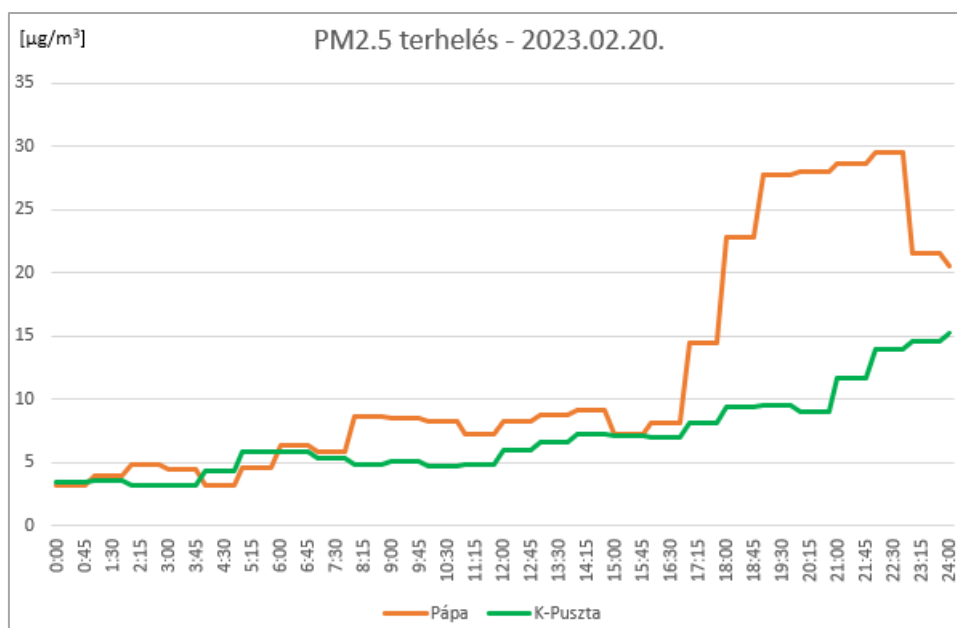
Így például a 20 – 22. ábrákon látható, hogy 2023. február 18-án, és 20-án Pápán a délutáni órákban megfigyelhető jelentős „koncentrációcsúcs” eredményezi a határértéket meghaladó PM_{2,5} átlagkoncentrációt, mely csúcs K-pusztán nem figyelhető meg. Ugyanakkor 2023. február 19-én a mért koncentráció-értékek időbeli lefutása hasonló a két helyszínen, ami a határértéket meghaladó koncentráció kialakulásában nem helyi, hanem nagyobb területet érintő, regionális hatás érvényesülésére utal. [1.]



20. ábra: 60 perces PM2,5 átlag koncentrációk Pápán és K-pusztán, 2023.02.18-án



21. ábra: 60 perces PM2,5 átlag koncentrációk Pápán és K-pusztán, 2023.02.19-én

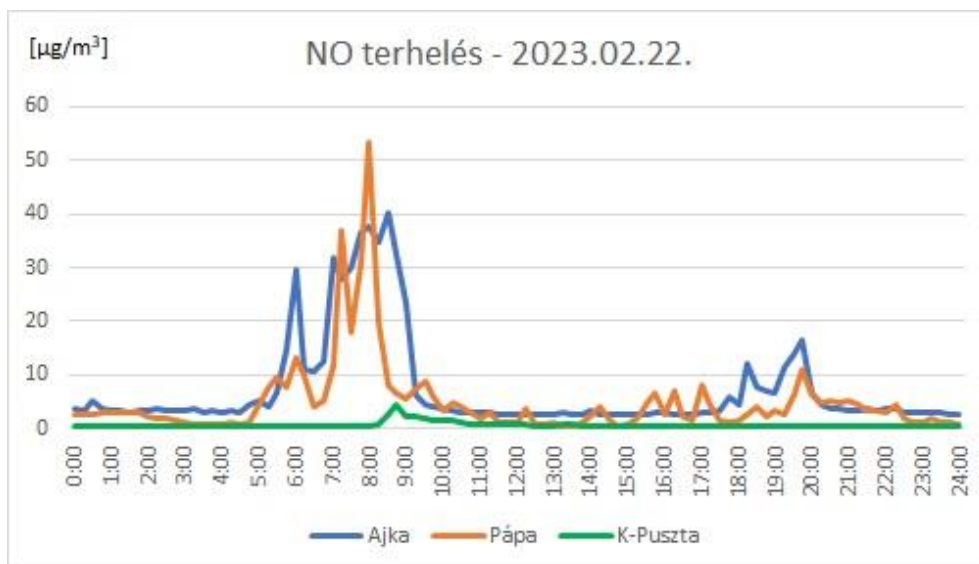


22. ábra: 60 perces PM_{2,5} átlag koncentrációk Pápán és K-pusztán, 2023.02.20-án

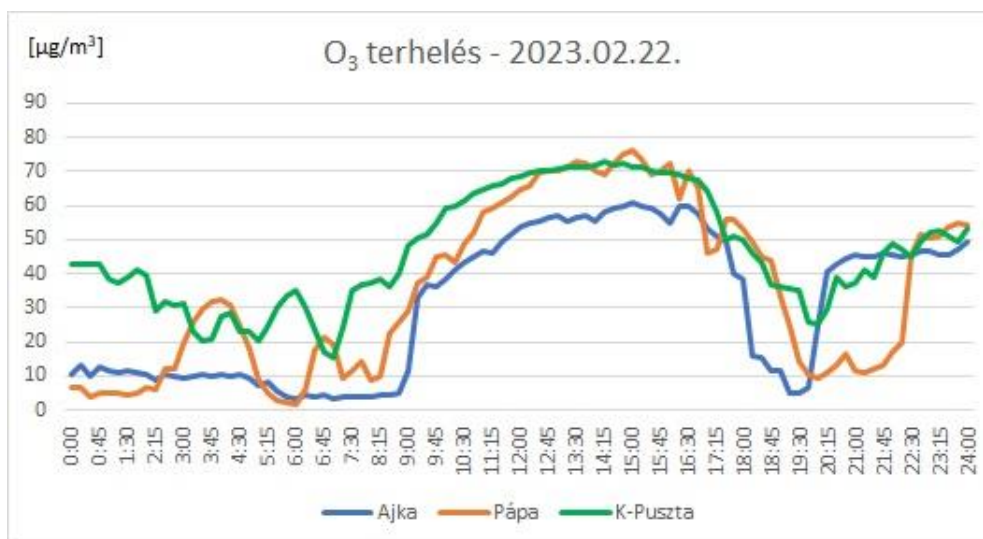
Helyi jellegzetességek hatása a levegőminőségre

Egy településrész, vagy kisebb terület, mint például egy iskola közvetlen környezetének levegőminőségét sok tényező együttes hatása alakítja. A meteorológiai állapotok, a domborzat, és a földrajzi értelemben vett nagyobb kiterjedésű területen történő jelentősebb kibocsátások egyaránt jelentős hatást gyakorolnak a légszennyező anyagok terjedésére, hígulására. A kisebb anyagáramot jelentő, ugyanakkor a lakosság közvetlen közelében jelentkező lokális kibocsátások elviekben kisebb kiterjedésű területeken jelentős légterheltséget eredményezhetnek.

A lokális kibocsátások az egyes légszennyező anyagok környezeti levegőben mérhető koncentrációiban nem azonos hatást eredményeznek. A lakossági közlekedés és fűtés kibocsátásai a PM₁₀, PM_{2,5} és nitrogénformák koncentrációiban nyomonkövethetőek, míg például az ózonkoncentrációra nincs jelentős hatással (23 – 24. ábrák).



23. ábra: 15 perces NO átlag koncentrációk

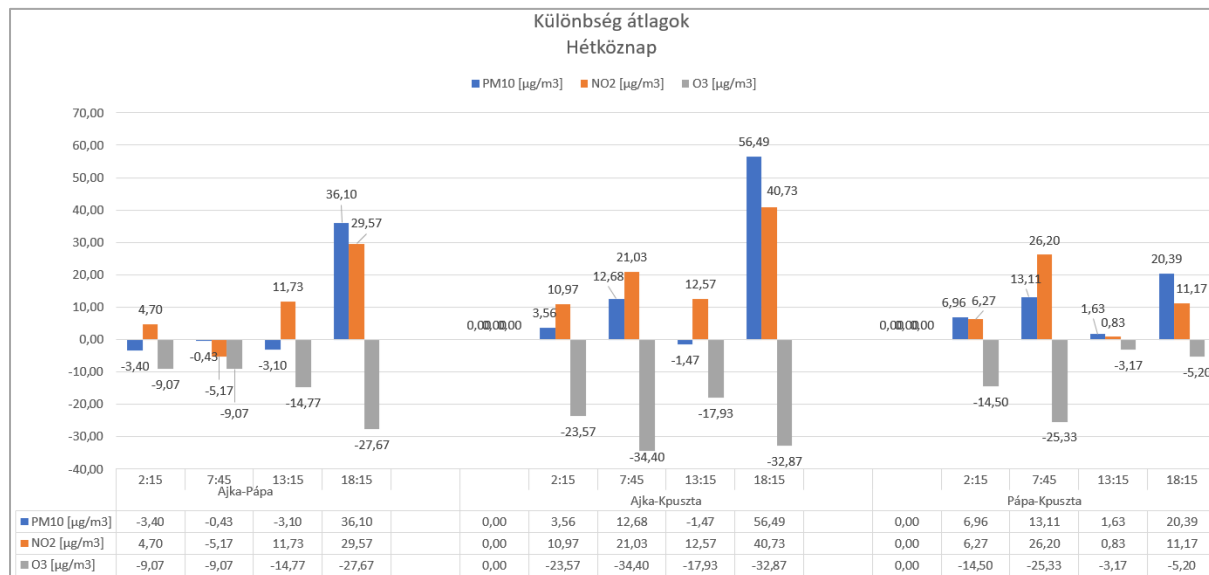


24. ábra: 15 perces O₃ átlag koncentrációk

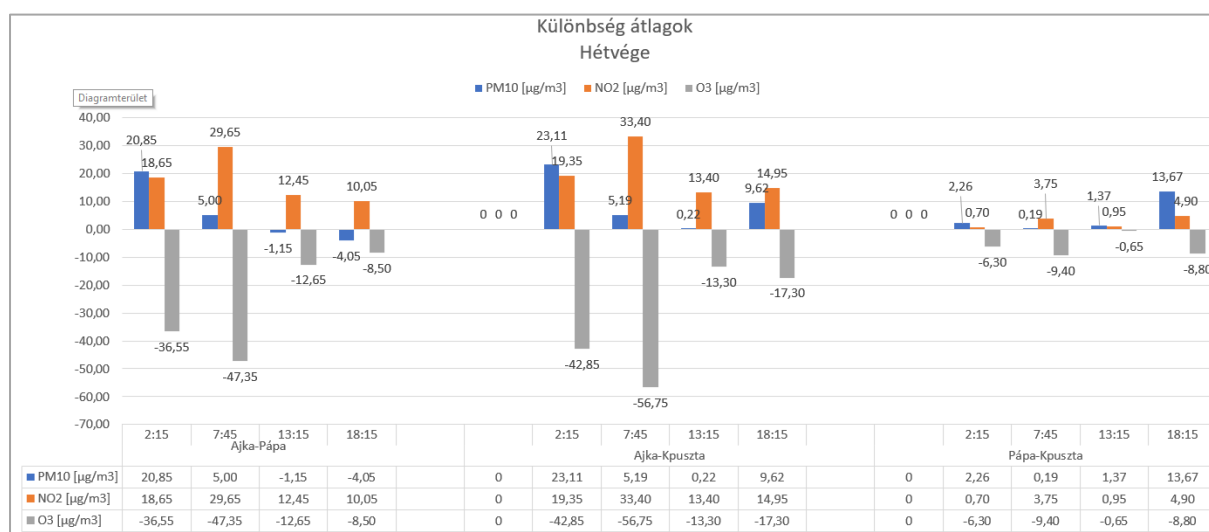
A „pillanatnyi” (15 perces átlag) koncentrációkat adott aktivitásra jellemző napszakokban összehasonlítva megkísérelhetjük az egyes tevékenységek levegőminőségre gyakorolt hatásait azonosítani. Tekintettel az egyéb befolyásoló tényezőkre (pl. meteorológiai állapot) Az összehasonlításokat minden egyes mérési napon elvégeztük az alábbi időszakokban:

- 7:30-7:45, (közvetlenül a tanítás kezdete előtt)
- 13:00-13:15, (napközben)
- 18:00-18:15, (délutáni csúcsforgalom végén, lakossági vegyes tüzelés időszaka)
- 2:00-2:15 (éjszakai kis lakossági aktivitás).

Tekintettel arra, hogy a lakossági tevékenységek eltérőek munkanapokon és a hétvégi időszakban, a százalékosan kifejezett eltéréseket az egyes mérési pontokon munkanapokra és hétvégi napokra külön-külön átlagoltuk és ábrázoltuk (25. és 26. ábra)



25. ábra: A vizsgált időszakokban mért koncentrációk különbsége hétköznapokon százalékban kifejezve, Pápa mintavételi hely vonatkozásában



26. ábra: A vizsgált időszakokban mért koncentrációk különbsége hétvégeken százalékban kifejezve, Pápa mintavételi hely vonatkozásában

A vizsgálatsorozat (mintegy 100 mintavételi nap) tapasztalatai alapján az alábbi kijelentéseket tehetjük:

1. Az iskola területén található mérési ponton mérhető levegőterheltség a reggeli időszakban sem volt szignifikánsan nagyobb, mint a hasonló lakókörnyezetben, de nem iskola környezetében elhelyezkedő OLM vizsgálati pontokon.
2. A hétvégi időszakokban több esetben kisebb volt az eltérés a lakókörnyezetben elhelyezkedő (iskola és lakókörnyezeti OLM) és a közvetlen emberi behatásoktól mentes (K-pusztá) mintavételi pontokon mért koncentrációk között, mint munkanapokon. Ez azonban nem korlátozódott a reggeli időszakra, így nem köthető az iskolakezdés által generált megnövekedett forgalomhoz.
3. Az ideiglenes (iskola területén található), és állandó (OLM) mérési pontokon mérhető levegőterheltségi szintek rövid időskálán (15 perces átlagolási idők adatai) jelentős eltéréseket mutathatnak. A jogszabályi határértékekkel történő összehasonlításához szükséges hosszabb átlagolási idők esetén az eltérések kisebbek, és csak néhány esetben eredményeznek határérték túllépést.

10. Összegzés

Az Energiaügyi Minisztérium megbízásából a Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetsége egy levegőtisztaság-védelmi célú szemléletformálási kampányt bonyolított le 15 iskolában. A kampány szerves részét képezte egy helyszínenként egy-egy hetes környezeti levegő vizsgálat. A feladat végrehajtásában részt vett az Óbudai Egyetem Környezetmérnöki és Természettudományi Intézete. Az intézet munkatársai és hallgatói egyrésztől aktívan részt vettek a szemléletformáló foglalkozások lebonyolításában, másrésztől kiértékelték a mérési sorozatok eredményeit.

A vizsgálati eredményeket egyrészt a hagyományos módon (határértékekkel történő összehasonlítás), másrészt kutatási céllal, rövid átlagolási időkkal számított értékek OLM hálózat által mért értékekkel való összehasonlításával is értékelték.

Főbb megállapítások:

-A vizsgálatok során kizárólag a PM10 és PM2,5 (szálló por) frakciók haladták meg néhány esetben a vonatkozó jogszabályi határértékeket. A határérték-túllépések oka, a rövid átlagolási idejű („pillanatnyi”) értékek összehasonlító elemzése alapján az esetek többségében helyi kibocsátás, míg néhány esetben nagy területre kiterjedő (regionális) hatás volt.

-A tanintézmények környezetében az iskolakezdés időszakában megnövekedett gépjárműforgalom okozta megnövekedett levegőterheltséget nem sikerült mérésekkel igazolni. Ugyanakkor több esetben kimutatható volt a munkaszüneti napokon csökkent lakossági kibocsátás helyi levegőterheltségre gyakorolt pozitív hatása.

11. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom a dolgozat létrejöttéért Dr. Ágoston Csaba egyetemi adjunktusnak, Szeder Andrásnak, az adatok feldolgozásában való segítségért, az OMSZ munkatársainak, az adatok továbbításáért, valamint nem utolsó sorban az Energiaügyi Minisztériumnak a projekt támogatásáért.

12. Felhasznált Irodalom:

1. OMSZ Hivatalos Vizsgálati jegyzőkönyvek, 2023
2. Google Maps 15 helyszín koordinátái a jegyzőkönyv szerint rögzítve
3. Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ): Az országhatáron áterjedő levegőszennyezés modellezése (szerző: Dr. Ferenczi Zita)
http://www.futsokosankampany.hu/uploads/download_category/documents/MuploadDocument_32/2_OMSZ%20hat%E2%80%A0ron%20%E2%80%A0tterjedc%CC%8C%20la%CC%84gszennyeza%CC%84s%20modelleza%CC%84se%202016.pdf (2023. október)
4. KSH Nemzetgazdasági ágazatok és háztartások üvegházhatású gáz- és légszennyező anyag kibocsátása 2017. évi adatok (2023. október)
5. Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (OLM) honlapja:
<https://legszenyezettseg.met.hu/> (2023. október)
6. <https://levegо.enum.hu/wplevegо/index.php/szallo-por/> (2023. október)
7. <https://pm10.kormany.hu/egeszsegugyi> (2023. október)