

AZ IDŐJÁRÁS SZEREPE A LÉGSZENNYEZETTSÉGI EPIZÓDOK KIALAKULÁSÁBAN

Bevezetés

Az éghajlat, az időjárás és a levegő minősége az emberek egészségére és környezetére hatással van. Évszázadokon keresztül az emberek úgy választották meg a lakóhelyüket, hogy számukra a környezeti feltételek minél kedvezőbbek legyenek. Az ipari forradalom óriási változást hozott az energia felhasználásban, a technika fejlődésében. Az emberek a kedvezőbb megélhetés reményében a városokba települtek, ahol a levegő a technika aktuális fejlettségi szintjétől függően mindig mással és mással volt szennyezve. A széntüzelés elterjedése után a kén-dioxid szennyezettség okozott problémát, majd néhány száz évvel később a gépkocsik tömeges elterjedése a nitrogén-oxidok és ezzel együtt a troposzférikus ózon feldúsulását eredményezte a légkörben, napjainkban pedig a PM_{10} koncentrációjának megemelkedése tölti el aggodalommal a lakosságot elsősorban a téli évszakban.

Az elmúlt néhány száz évben a levegő minőségének változásával párhuzamosan a klímaváltozással is szembesülnünk kellett. Az éghajlatban, időjárásban és a levegő minőségében tapasztalható változások folyamatosan hatnak egymásra, a szennyezőanyagok módosítják az éghajlatot, ezáltal változik az időjárásunk, de az éghajlat is visszahat a levegőminőségre. Egyre több olyan szélsőséges időjárási helyzet alakulhat ki az éghajlat változása következtében, amely kedvező körülményeket teremthet egyes szennyezőanyagok koncentrációjának jelentős megemelkedéséhez. A meteorológiai szolgálatok szerepe vitathatatlan ezeknek az időjárási helyzeteknek a feltárásában és olyan levegőminőség előrejelző rendszerek kidolgozásában, amelyek segítségével a magas légszennyezettségi helyzeteket előre lehet jelezni.

Légszennyezettségi epizódok Magyarországon

Magyarországon az utóbbi években a PM_{10} légszennyezőhöz, illetve a troposzférikus ózonhoz kapcsolódó epizód helyzetek okozták a legtöbb levegőtisztaság-védelmi problémát. A továbbiakban e két szennyezőanyaghoz kapcsolódó epizód helyzeteket vizsgáljuk meg részletesen.

PM_{10} -nek nevezzük azoknak a levegőben előforduló részecskéknek az összességét, melyek mérete $10\ \mu\text{m}$ -nél kisebb. A PM_{10} antropogén forrásai közül a legfontosabbak a fa- és széntüzelés során a levegőbe kerülő égéstermékek, valamint a gépkocsik kipufogó gázai. Városi körülmények között fontos forrás még az a por, ami a gépjárművek gumi kerekei és az aszfalt utak kölcsönhatása során kerül a levegőbe, különösen rossz állapotban lévő utak esetén. A fentiekből kitűnik, hogy egy városban, éves szinten, azonos gépjárműfoglalom mellett télen nagyobb PM_{10} emisszióval kell számolni.

A PM_{10} azért került az érdeklődés középpontjába, mert maradandó egészségkárosodást okozhat az emberek szervezetében. Ezek az apró részecskék hordozófelületet képeznek sok veszélyes anyag számára. Elsősorban a légzőszerveinkre hatnak károsan, mivel azok szinte minden pontján képesek lerakódni, ahol gyulladáásokat, idővel daganatokat és más rosszindulatú elváltozásokat generálhatnak.

A levegőben kialakuló PM_{10} szennyezettségi szintet alapvetően két tényező határozza meg: az emisszió és a meteorológiai helyzet. Vannak olyan időjárási körülmények, amelyek kimondottan kedveznek a PM_{10} feldúsulásának itt a talaj közelében.

2009 januárjában az ország minden nagyvárosában, sőt még az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) háttérszennyezettség-mérő állomásán is igen magas PM_{10} koncentrációkat mértünk. A kialakult levegőminőségi helyzet elemzéséhez az alábbi meghatározásokat vettük alapul:

- *Egészségügyi határérték:* a légszennyezőanyagok olyan koncentrációja, mely tartós egészségkárosodást nem okoz, és amelyet az emberi egészség védelme érdekében a jogszabályban meghatározott módon és időn belül be kell tartani. Elérése és túllépése esetén a légszennyezettség veszélyesnek tekinthető. (világos szürke színkód)
- *Tájékoztatói küszöbérték:* a légszennyezettségnek egyes légszennyező anyagok tekintetében a lakosság egyes érzékeny (gyermek, időskorú, beteg) csoportjaira megállapított szintje, amelynek túllépése esetén a lakosságot – Budapesten a Fővárosi Önkormányzatnak – tájékoztatni kell. Elérése és túllépése esetén enyhébb intézkedéseket jelentő, tájékoztatói fokozatú szmog-helyzetről beszélünk. (szürke színkód)
- *Riasztási küszöbérték:* a légszennyezettség azon szintje, amelynek rövid idejű túllépése is veszélyeztetheti az emberi egészséget, és amelynél azonnali beavatkozást kell tenni. Elérése és túllépése esetén forgalomkorlátozással járó intézkedéseket jelentő, riasztási fokozatú szmoghelyzetről beszélünk. (sötét szürke színkód)

(A cikkben alkalmazott világos szürke, szürke és sötét szürke színkódoknak a citromsárga, narancs és piros riasztási fokozatok felelnek meg.)

A Fővárosi Önkormányzat rendeletben határozta meg a különböző határértékekhez tartozó koncentrációértékeket az egyes szennyezőanyagokra vonatkozóan. A PM_{10} -re és troposzférikus ózonnra vonatkozó meghatározásokat az 1. és 5. táblázat mutatja.

1. táblázat

2009 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) napi átlag	Égészségtügyi határérték	Tájékoztatósi küszöbérték	Riasztási küszöbérték	Az ell. határérték túllépésének évenkénti átlagos esetszáma	Éves átlag határérték
PM ₁₀	50	75*	100**	35	40

* két egymást követő napon

** két egymást követő napon és az OMSZ szerint a következő napon nem változnak az időjárási feltételek

Különböző határértékek meghatározása PM₁₀-re vonatkozóan a Fővárosi Önkormányzat rendelete alapján.

2. táblázat

napi átlag ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Gilice tér	Pesthideg- kút	Kosztolá- nyi tér	Honvéd utca	Erzsébet tér	Tétény	Gergely utca	Csepel	Teleki tér
Január 8.	80	33	57	47	56	84	70	75	67
Január 9.	98	40	84	85	88	152	85	121	100
Január 10.	160	70	148	131	136	175	151	157	145
Január 11.	100	55	99	101	104	110	101	96	100
Január 12.	88	42	75	59	74	74	62	70	75
Január 13.	59	47	76	59	70	73	55	62	65

A PM₁₀ napi átlagkoncentrációjának alakulása a 2009. január 8-13 közötti időszakban budapesti mérőpontokon.

3. táblázat

napi átlag ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Győr Szt. István út	Győr Ifjúság krt.	Debrecen Kalotaszeg tér	Debrecen Klinika	Miskolc Búza tér	Miskolc Lavotta u.	Pécs Szabadság út	Pécs Nevelési Központ	Szeged
Január 8.	33	41	77	72	104	99	88	48	88
Január 9.	45	43	114	129	153	137	107	74	131
Január 10.	60	79	108	146	146	140	67	61	111
Január 11.	57	74	102	148	148	152	53	52	103
Január 12.	41	50	39	45	82	95	86	79	86
Január 13.	43	52	77	77	89	93	90	84	85

A PM₁₀ napi átlagkoncentrációjának alakulása a 2009. január 8-13 közötti időszakban magyarországi nagyvárosokban.

4. táblázat

napi átlag ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	K-pusztán
Január 8.	54
Január 9.	114
Január 10.	133
Január 11.	114
Január 12.	85
Január 13.	71

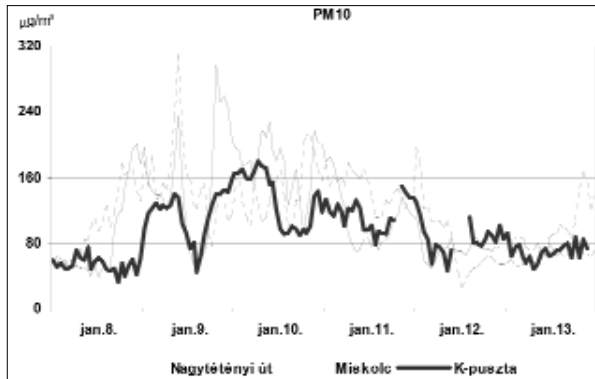
A PM₁₀ napi átlagkoncentrációjának alakulása a 2009. január 8-13 közötti időszakban K-pusztai háttérszennyezettség-mérő állomáson.

A 2., 3. és 4. táblázatokban Budapesten, az ország nagyvárosaiban és K-pusztai háttérszennyezettség-mérő állomáson a vizsgált időszakban mért PM₁₀ koncentrációjának napi átlagértékeit tüntettük fel és az 1. táblázat meghatározásainak megfelelő színezést alkalmaztunk. A táblázatokra pillantva azonnal szembetűnik, hogy szinte csak 1–2 cella maradt színezetlenül, nem ritka a szürke színezés sem, sőt január 10-én és 11-én. több mérőponton a PM₁₀ koncentrációja jelentősen meghaladta a riasztási

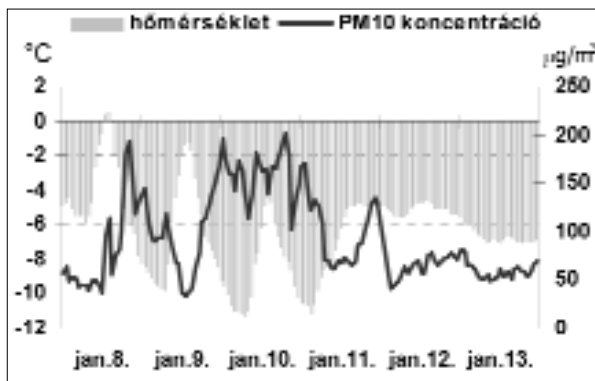
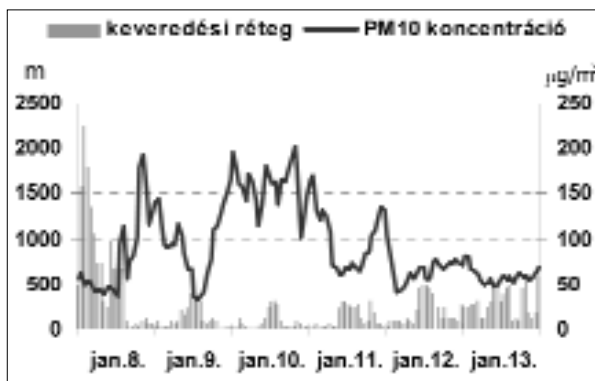
szintet, tehát a rendelet definíciója alapján komoly légszennyezettségű helyzet alakult ki Magyarországon. Hangsúlyozom, hogy nemcsak a nagyvárosokban, hanem a helyi forrásoktól távol található K-pusztai állomáson is. Ennek a mérőhelynek az adatai bizonyították, hogy nem helyi szennyezéssel állunk szembe, hanem az egész ország területére kiterjedő helyzet alakult ki.

A PM₁₀ koncentrációjának ilyen mértékű emelkedését (1. ábra) még a téli időszakra jellemző magasabb emisszió sem indokolta, ezért az időjárási helyzet okolható az epizód helyzet kialakulásával. Az időjárás kulcsszerepét igazolni látszik az a tény is, hogy a riasztási szintet Budapesten szombat és vasárnap érte el a PM₁₀ koncentrációja, mely napokon a közlekedés sűrűsége a hét közben tapasztaltnál kisebb. Sőt, vasárnap is megmaradt a kiugróan magas koncentráció szint Budapesten még azután is, hogy ekkor már életbe lépett a forgalomkorlátozás a fővárosban.

A vizsgált időszakban nagyon hideg volt, -10 °C alatti órási átlaghőmérsékleteket mérünk. Gyenge szél fúj és a keveredési réteg magassága is extrém módon alacsony volt (2. ábra). Sem horizontális, sem pedig vertikális



1. ábra: PM₁₀ koncentráció időbeli menete több magyarországi mérőponton a vizsgált időszakban (2009. január 8-13).



2. ábra: A hőmérséklet, a keveredési réteg vastagság és a PM₁₀ koncentráció alakulása a vizsgált időszakban (2009. január 8-13) Budapest Gilice tér mérőhelyen.

irányban nem volt olyan légmozgás, amely segítette volna a PM₁₀ elkeveredését a környező levegővel. Mindezek a

kedvezőtlen meteorológiai feltételek együttesen járultak hozzá a PM₁₀ jelentős feldúsulásához a Magyarország fölötti légtérben. Sőt az epizód helyzet megszűnése is egyértelműen a meteorológiai helyzet kedvező változásának számlájára írható. Hétfőtől (január 12.) fokozatosan szelesebbé és enyhébbé vált az időjárás, valamint beindultak a vertikális keveredési folyamatok is (2. ábra).

A következő vizsgálandó légszennyező a troposzférikus ózon, amely másodlagos szennyezőanyag. Ez azt jelenti, hogy nem közvetlenül kerül a légkörbe, hanem az ott lévő szennyezőanyagokból fotokémiai reakciók során keletkezik. Az ózon keletkezésében közreműködő szennyezőanyagok a szénhidrogének, nitrogén-oxidok, szén-monoxid, és egyéb szerves anyagok. Adott mérési pontban észlelhető ózon koncentráció kialakulását a fotokémiai folyamatok mellett az emisszió, a transzport folyamatok és az időjárás együttesen határozzák meg. Természetesen a transzport folyamatok meteorológiai tényezőket is tartalmaznak, úgymint szélsébség, szélirány, a légkör stabilitása és még sok egyéb más. A forrásokat leginkább a közlekedés és az ipar adja, de meg kell említeni néhány természetes forrást is, amelyek időnként kiugróan magas koncentráció kialakulásához vezethetnek. Ilyen a sztratoszférikus ózon lekeveredése a troposzférába, mely a tropopauza szakadása esetén történhet meg és leggyakrabban kora tavasszal okozhatja epizódhelyzetek kialakulását. A bioszféra, mint forrás sem hanyagolható el a troposzférikus ózon vizsgálatokor.

Az ózon az emberi egészségre káros, oxidatív hatású gáz. Magas koncentrációban, hasonlóan a PM₁₀-hez, elsősorban a légzőszerveket támadja meg, gyulladást okozhat a tüdőben és a hörgőkben.

A troposzférikus ózon esetében az 5. táblázatban feltüntetett határértékek az iránymutatók a légszennyezettség helyzetek értékelésénél.

A 2007 július 16. és 22. közötti időszakban az ország szinte minden mérőpontján jelentősen megemelkedett a troposzférikus ózon koncentrációja. A legmagasabb ózon koncentrációkat július 19-én mértük mind a háttérszennyezettség-mérő (3. ábra), mind pedig a városi állomásokon (4. ábra). A 8 órás mozgóátlagok napi maximuma alapján számolt egészségügyi határértéket a vizsgált időszakban az ózon koncentrációja mind a háttérszennyezettség-mérő állomásokon (K-pusztá, Hortobágy, Far-

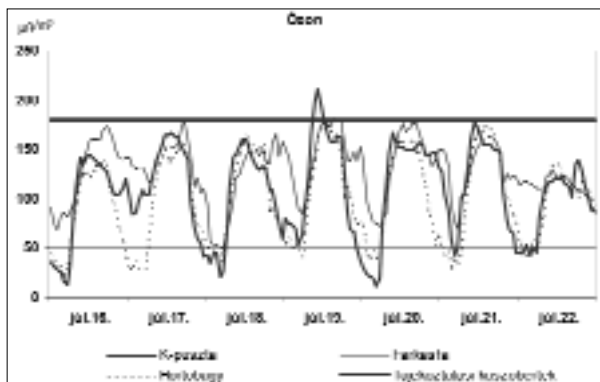
5. táblázat

2009 (µg/m ³)	Egészségügyi határérték	Tájékoztatósi küszöbérték	Riasztási küszöbérték	Az enl. határérték millepítésének évenkénti túrható evetszáma
Ózon 8 óris átlag	-	180	240	-
Ózon (8 óris mozgóátlagok napi maximuma)	120	-	-	80 ^a

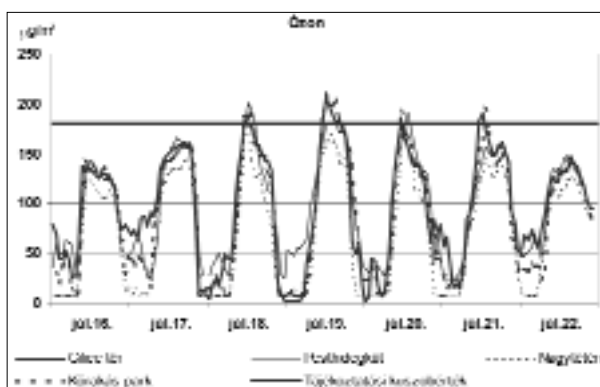
^a az utolsó 3 év átlaga

Különböző határértékek meghatározása troposzférikus ózonnra vonatkozóan a Fővárosi Önkormányzat rendelete alapján.

kasfa), mind pedig a budapesti állomásokon (Gilice tér, Pesthidegkút, Nagytétény, Kőrakás park) meghaladta. Tájékoztatói küszöbérték túllépést július 19-én K-pusztán, valamint a fővárosi állomások esetében Nagytétény kivételével minden állomáson regisztráltunk. A budapesti



3. ábra: Troposzférikus ózon napi menete a háttérszennyezettség-mérő állomásokon a vizsgált időszakban (2007. július 16-22).



4. ábra: Troposzférikus ózon napi menete a fővárosi mérőpontokon a vizsgált időszakban (2007. július 16-22).

állomásokon 18-án, 20-án és 21-én is mértünk tájékoztatói határérték feletti ózon koncentrációt.

Hasonlóan a PM₁₀ epizódhoz, ebben a helyzetben sem az emisszió hirtelen növekedése okozta az ózon koncentráció megemelkedését, hanem az aktuális meteorológiai helyzet. 2007 júliusának közepén az egész ország területén derült, száraz, napos volt az idő. A napi maximum hőmérsékletek 35 °C fok felett voltak és a napi átlag hőmérsékletek 4–5 °C-kal meghaladták a sokéves átlagot. Mivel az ózon fotokémiai reakciók során keletkezik, a napos száraz meleg idő kedvező feltételeket biztosít az ózon képződéséhez vezető kémiai reakciók lejátszódásához. Ilyen időjárási viszonyok kialakulása július - augusztus hónapokban jellemző, ezért is figyelhető meg az ózon epizódok kialakulása ezekben a nyári hónapokban.

Mivel a légszennyezettségi epizódhelyzetek kialakulásában a meteorológia szerepe meghatározó, ezért le kell írni azokat az időjárási helyzeteket, amelyek magas légszennyezettség kialakulásához vezetnek. Ezt a feladatot a meteorológiai szolgálatoknak kell felvállalniuk. E mellett ki kell fejleszteni olyan levegőtisztaság-előrejelző rendszereket, melyek segítségével az epizódhelyzetek előrejelezhetővé válnak. Az OMSZ-nál elindult egy olyan fejlesztő munka, melynek eredménye egy levegőtisztaság-előrejelző rendszer lesz. A modell-rendszer segítségével először Budapestre, majd az ország egész területére 2 napos előrejelzés fog készülni a következő szennyezőanyagokra vonatkozóan: SO₂, NO₂, O₃ és PM₁₀. A Budapestre vonatkozó előrejelzés, amely naponta fog frissülni, 2010 júliusától már az Országos Meteorológiai Szolgálat web oldalán (www.met.hu) is látható lesz.

Ferenczi Zita

KISLEXIKON

[Cikkeinkben csillag jelzi azokat a kifejezéseket, amelyeket a kislexikonban szerepelnek]

térinformatika

(Bihari Z.,: *COST 719 – Térinformatikai rendszerek használatára...*)

Térbeli, azaz helyhez kötött információk kezelésével foglalkozó tudomány. Alkalmazza mind a földmérés, a térképészet, a matematikai statisztika, a közgazdaságtan és az informatika eredményeit.

GIS (Geographical Information System, magyarul: Földrajzi Információs Rendszer),

(Bihari Z.,: *COST 719 – Térinformatikai rendszerek használatára...*)

Egy olyan számítógépes rendszer, melyet egy földrajzi helyhez kapcsolódó adatok gyűjtésére, tárolására, kezelésére, elemzésére, a levezetett információk megjelenítésére, a földrajzi jelenségek megfigyelésére, modellezésére dolgoztak ki.

inverz távolság

(Bihari Z.,: *COST 719 - Térinformatikai rendszerek használatára...*)

Olyan módszer a Földrajzi Információs Rendszer (GIS) által megjelenített információ súlyozására, amikor a súlyozási tényező a távolság reciprokával arányos

kriging

(Bihari Z.,: *COST 719 – Térinformatikai rendszerek használatára...*)

Módszer két földrajzi pont között egy adott érték meghatározására oly módon, hogy az interpolációban az adott mennyiség statisztikai tulajdonságait (pl. átlag, szórás) is figyelembe vesszük.

Összeállította: Gyuró György