

Frigy Éva Gyöngyi¹

Éltető levegő – Magyarországra jellemző levegőszennyező anyagok jellemzése, egészségügyi hatásai I. rész

Sustaining Air – Characterisation of Air Polluting Materials Regarding Hungary and Their Sanitary Impact, Part I.

A 19. századtól két ütemben kiinduló ipari forradalom következtében a világ légköri szennyezettsége exponenciális iramban növekedik. Mára odáig jutottunk, hogy külön tanulmányok foglalkoznak ezzel a problémával, és a világ országai együttesen és külön-külön is többé-kevésbé igyekeznek megoldásokat találni rá. Azonban a megfelelő megoldások keresésekor, valamint a jelenlegi megoldások alkalmazása során számos tényezőt kell figyelembe venni és folyamatosan vizsgálni, így az adott technológia vagy intézkedés – gazdasági, politikai és társadalmi befolyása mellett – a bioszféra elemeire gyakorolt hatását is. Figyelemfelhívásként egy cikksorozatban a teljesség igénye nélkül kívánom bemutatni a hazánkra jellemző levegőszennyező anyagokat a különböző egészségügyi hatásaikon keresztül, valamint előfordulásaiknak koncentrációját egyes városaink levegőjében.

Kulcsszavak: levegőszennyezés, egészségügyi határértékek, koncentráció, kén-dioxid, nitrogén-oxid, nitrogén-dioxid, nitrogén-monoxid.

Since the wake of the two-staged industrial revolution of the 19th century, the world's atmospheric pollution grows exponentially. To date, whole studies researching this problem, and most countries of the world together and alone, try to find solutions for it. However, while searching for the proper solutions, and during the application of the current solutions, some factors must be taken into account and be constantly examined, such as the effect of the given technology or measure on the elements of the biosphere (besides their economic, political and social influence). In order to call attention to the problem, I wish to introduce in a series of articles

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz, e-mail: freevick@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0432-5385>

the air polluting materials regarding our country, their sanitary impact, and their concentration level in some of our cities.

Keywords: air pollution, sanitary limits, concentration, sulfur-dioxide, nitrogene-oxide, nitrogene-dioxide, nitrogene-monoxide

Bevezetés

Az emberiség történelme – a háborúk mellett – a látványos fejlődés sorozatából áll. A tűz felfedezésétől kezdve, a kerék feltalálásán át az ipari forradalomig (amely manapság is tart) folyamatosan születtek meg a mindennapi életünket megkönnyítő technológiák. Azonban az elmúlt 150-200 év folyamán azt is felfedezték, hogy az újfajta technológiák némelyikének ára van: ellenőrizetlenül használva képesek komoly kárt tenni a környezetünkben, ezáltal közvetve negatívan hatnak a mi és az utódaink fizikai, szellemi egészségére is.

Globális problémává vált az exponenciálisan növekvő légszennyezettség, amellyel egyre több tanulmány, illetve kutatás foglalkozik, hiszen ez a környezeti elemeink minőségében olyan jelentős romlást eredményezett, amely már kihat az egészségünkre, a gazdaságunkra, társadalmunkra, ezáltal politikai vitákat is szül. Ennek megoldása összefogásra készíti a nemzeteket, illetve az országokat, figyelembe véve a gazdasági, politikai, társadalmi érdekeket és magát a bioszférára gyakorolt hatást is.

Mindezen kérdőjelek ellenére mára szinte az összes ország egyetért abban, hogy változtatásokra van szükség a globális klímapolitikát illetően, ugyanis a globális felmelegedés negatív hatásai mindenhová begyűrűztek, elég csak a braziliai erdőtüzekre gondolni, amelyek évek óta folyamatos problémaként vannak jelen nemcsak a dél-amerikai kontinens, hanem a világ többi részének lakói számára is.² De a legfrissebb hírek alapján Oroszországot is megemlíthetjük, amelynek felségterületén öt új szigetet fedeztek fel, és bár más körülmények között ez örömteli felfedezésnek számítana, mégsem az, mivel ezek a szigetek az addig jelen lévő hó- és jégtakaró eltűnésével váltak láthatóvá.³

Bár Magyarország mint az Európai Unió tagja részt vett a 2019. június 20-án összehívott uniós klímakonferencián, amelyen a tagállamok célként tűzték ki azt, hogy 2050-re klímasemlegessé (zéró közeli szén-dioxid-kibocsátás) tegyék Európát, gazdasági okokra hivatkozva végül Csehországgal és Lengyelországgal közösen megvétózta azt, mondván, hogy 2030-ig egyébként is ki van tűzve egy ehhez hasonló klímastratégia.⁴

² Újabb több száz helyen ég a brazil őserdő. Magyar Távirati Iroda, 2019. Elérhető: www.portfolio.hu/gazdasag/20190824/ujabb-tobb-szaz-helyen-eg-a-brazil-oserdo-335201 (A letöltés dátuma: 2019. 09. 15.)

³ Új szigeteket azonosítottak Oroszországban. National Geographic, 2019. Elérhető: <https://ng.hu/tudomany/2019/09/02/uj-szigeteket-azonositottak-oroszorszagban/> (A letöltés dátuma: 2019. 09. 15.)

⁴ Környezetvédelmi Tanács. 2019. június 26. Európai Unió Tanácsa. Elérhető: www.consilium.europa.eu/hu/meetings/env/2019/06/26/ (A letöltés dátuma: 2019. 09. 15.); Nem született megállapodás a 2050-es klímasemlegességi célkitűzésről az EU-csúcson. Magyar Távirati Iroda, 2019. Elérhető: www.hirado.hu/kulfold/kulpolitika/cikk/2019/06/21/nem-szuletett-megallapodas-a-2050-es-klimasemlegességi-celkituzesrol-az-eu-csucsoson (A letöltés dátuma: 2019. 09. 15.)

Pedig – mint ahogy arról az előző cikkemben⁵ is igyekeztem beszámolni – az európai uniós figyelmeztetések ellenére Magyarország légszennyezettségi szintje továbbra is kritikus eredményeket mutat.

Már 1998-ban – egy Magyarországról készült tanulmányban – olyan különböző elemzéseket végeztek, amelyek a városi és vidéki népességtartó képességen túl a közegészséget, az építőanyagok és a mezőgazdasági növények sérülékenységét is vizsgálta. Az eredmények alapján összefüggést fedeztek fel a levegőszennyezettség csökkenése és a krónikus légzőszervi megbetegedések ritkulása között, továbbá kimutatták, hogy a tisztább levegő arányosan kisebb mértékben károsítja az épületek anyagát is, így éves szinten – az akkori árviszonylatban – csak Budapesten a felújításokra körülbelül 30-35 millió dollárral kevesebb összeget kellett fordítani, amelyből még Magyarország gazdag megújuló energiaforrásainak (víz, nap, geotermikus hőenergia) kiaknázásával további költségeket is le lehetett volna faragni.⁶

Figyelemfelhívásként egy cikksorozatban a teljesség igénye nélkül kívánom bemutatni a hazánkra jellemző levegőszennyező anyagokat a különböző egészségügyi hatásaikon keresztül, valamint előfordulásaiknak koncentrációját egyes városaink levegőjében. Jelen cikkben elsőként a kén-dioxidot (SO_2) és nitrogén-oxid vegyületeket (NO_x , NO_2 , NO) veszem górcső alá.

Hazánk légszennyezettsége

Magyarország levegőminőségét károsan befolyásoló szennyezőanyagok – az összetett vegyipar, az ősze, téli hónapokban rosszul megválasztott fűtési technológiák és az eltérő földrajzi jellegzetességek miatt – évszakonként és városonként eltérő módon és mértékben terhelik hazánk légkörét. Ezt bizonyítja az is, hogy az éves károsanyag-kibocsátásnak kimagasló méréseredményei még mindig ennek az időszaknak (ősz, tél) a fűtési szezonjában jellemzőek, amelyek országunk egyes elmaradottabb vidékein mérhetők a leginkább. Ennek egyik oka a távfűtés kiépítésének hiánya és/vagy a legszegényebbek számára magas földgázdíjak miatt alkalmazott rossz fűtési technológia és fűtőanyag. A nem megfelelő, sok esetben mérgező (rákkeltő) anyagok, mint a gumi, a szemét, a műanyagalapú hulladék fűtőanyagként való hasznosítása, valamint a forgalom szempontjából túlterhelt városok autóforgalmából eredő szén-monoxid és egyéb mérgező anyagoknak a levegőbe jutása és – Magyarország hegységekkel körülvett földrajzi paramétereinek köszönhetően – bennmaradása terheli jelentősen hazánk levegőminőségét. A légszennyezés koncentrálódik és hatványozódik hazánk éghajlatára jellemző tartós hideg, illetve ködös, párás időjárása esetén, amikor is a nehéz hideg, illetve nedves levegő leszorítja (inverzió), és talajközelségben tartja a levegőbe kibocsátott anyagokat, többek között – az ebben a tanulmányban is taglalt – kén-dioxidot (SO_2), szén-monoxidot (CO), nitrogén-oxidokat (NO_x) és egyes vegyületeit (NO_2 , NO), ózont (O_3), ammóniát (NH_3), benzolt (C_6H_6), valamint kis méretű szálló port (PM_{10} ,

⁵ Frigy Éva Gy.: Éltető levegő – A levegő minőségével kapcsolatos problémák összefoglalása. *Hadmérnök*, 14. (2019), 3. 21–34.

⁶ Kristin Aunan – Pátzay György – H. Asbjørn Aaheim – Martin H. Seip: Health and environmental benefits from air pollution reductions in Hungary. Norway, Oslo: *The Science of the Total Environment*, 212. (1998), 2–3. 245–268.

PM_{2,5}). Ugyan az elmúlt évtizedek során a megszorításoknak és az új technológiáknak köszönhetően egyes szennyezők mértékét sikerült visszaszorítani, de e tényezők miatt hazánk több településén összeadódnak a levegőterhelési faktorok, amelyek ezáltal túllépik az EU által megszabott határértékeket. Ilyen levegőszennyezettséggel terhelt városok például Budapest, Miskolc, Szeged, Nyíregyháza és Dorog.⁷

A cikkben tárgyalt légszennyező anyagok előfordulását az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (OLM)⁸ által közölt adatok alapján az előbb említett városokra vonatkozóan vizsgáltam az elmúlt három év (2017-től 2019-ig) intervallumában. Minden városban az ott működő mérőállomás által mért adatokat dolgoztam fel. Budapest kivételével, ahol három mérőállomás adatait vettem alapul, a többi városból mindig csak egy (minél több légszennyező anyagot kimutató) mérőállomáson mért értékeket elemeztem.

Magyarország kén-dioxid (SO₂) -kibocsátásának alakulása

A kén-dioxid mintegy 80%-a természetes úton a vulkánok, óceánok és erdőtüzek által kerül a légkörbe, amely jobban és egyenletesebben oszlik el, mint a fennmaradó 20%-nyi mesterséges (antropogén) forrású kibocsátás. Jellemzően a fosszilis energiahordozók (például erőművekben, háztartásokban szén és olaj) égetése, illetve az ipari gyártási folyamat (például kénsavgyártás, kohászat, ércelőkészítés, elemi kén feldolgozása, cellulózgyártás, valamint bányászat) során koncentráliódik az ipari területek, városok felett. Vízzel érintkezve kénessav, majd oxigénnel keveredve kénsav jön létre, amely savas esőt (savas ülepedés) okoz, amelynek erdőpusztító hatása, tavak savasodása (halállomány és puhatestű állatok pusztulása) révén jelentős mértékben befolyásolja az ökoszisztémát. Továbbá az épületek, műemlékek állagromlását okozza. Az atmoszférában szulfáttá alakul át, amely az aeroszolrészecskéket meghatározó másodlagos (szekunder) szennyezőanyag. (A később megemlítendő London-típusú füstköd fő összetevője is a kén-dioxid.)⁹

A levegőbe jutó jellemző szagú, színtelen, mérgező kén-dioxid – irritálva az ornyálkahártyát, a légcsövet, a tüdőt és a szemet – elsősorban légzőszervi megbetegedésekhez (például asztma, súlyos esetben reflexes gégegörcs, légzésbénulás), hosszú távú kitettség mellett pedig krónikus hörghuruthoz vezet.

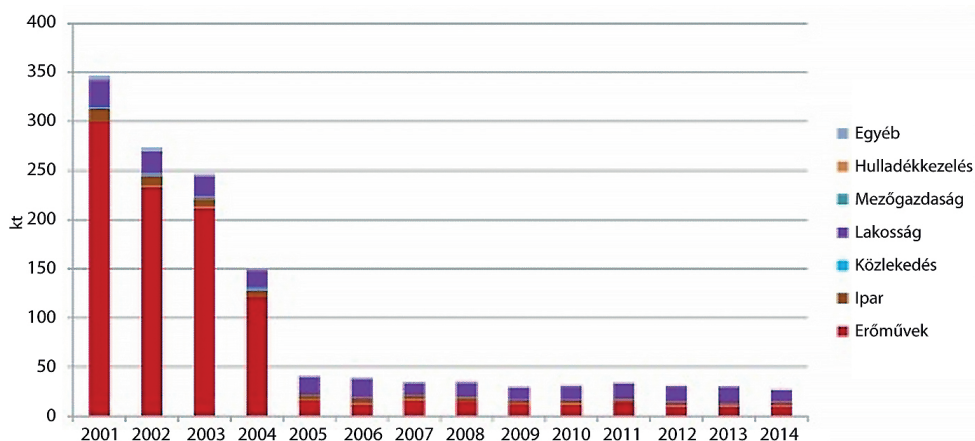
A Hermann Ottó Intézet 2016-ban kiadott *Magyarország környezeti állapota 2015* című jelentésében Magyarország kén-dioxid (SO₂) -kibocsátásának 2001 és 2014 közötti alakulásáról készített grafikonján (1. ábra) jól látható, hogy 2001 és 2004 között a szénerőművek miatt rendkívül magas volt a levegő kén-dioxid-koncentrációja, amit aztán a 2005-ös évtől kezdve sikerült jelentősen visszaszorítani az energetikai szektor – már említett – megújulását követően.¹⁰

⁷ Riesz Lóránt (szerk.): *Magyarország környezeti állapota 2015*. Budapest, Hermann Ottó Intézet, 2016.; Holes Annamária (szerk.): *Magyarország környezeti állapota 2017*. Budapest, Hermann Ottó Intézet, 2018.

⁸ Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat. Földművelésügyi Minisztérium. Elérhető: www.levegominoseg.hu/automata-merohalozat (A letöltés dátuma: 2020. 03. 01.)

⁹ Anda Angéla: *Levegőtisztaság védelme*. 2011. Elérhető: www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_Levegőtisztasagvedelem/adatok.html (A letöltés dátuma: 2019. 02. 13.)

¹⁰ Riesz i. m. (7. l.)

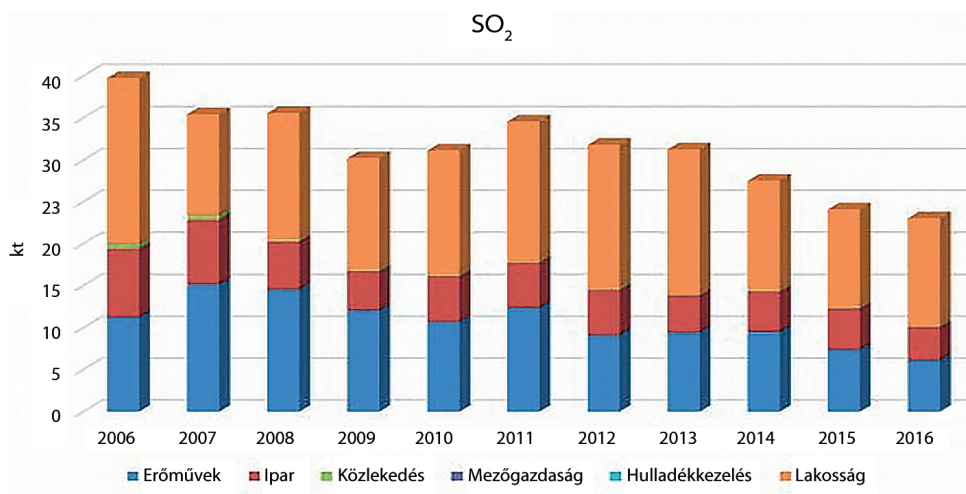


1. ábra

Magyarország SO_2 -kibocsátásának 2001 és 2014 közötti alakulása szektorokra bontva.

Forrás: Riesz i. m. (7. l.j.) 36.

A Hermann Ottó Intézet 2018-ban kiadott *Magyarország környezeti állapota 2017* című jelentése alapján Magyarország kén-dioxid (SO_2) kibocsátása 2006 és 2016 között már jellemzően a lakossági szektorra koncentrálódik (2. ábra), ugyanakkor elmondható, hogy ennek mértéke 2013-tól folyamatos csökkenést mutat:¹¹



2. ábra

Magyarország SO_2 kibocsátásának 2006 és 2016 közötti alakulása szektorokra bontva.

Forrás: Holes i. m. (7. l.j.) 36.)

¹¹ Holes i. m. (7. l.j.)

A 2017. január 1-jétől 2019. december 31-ig tartó vizsgált időszakban – bár jóval az egészségügyi határértéken (24 órás viszonylatban $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$)¹² belül maradva – az OLM¹³ által nyilvántartott általam vizsgált városok mérési adatai szerint főként a téli, illetve a fűtési szezonban mértek magasabb kén-dioxid (SO_2) -koncentrációt. Ennek oka lehet továbbra is a már említett rossz fűtési technológiák. A tárgyalt intervallumban és városok közül a legmagasabb napi értéket Miskolcon mérték 2017. január végén, egymást követő három napon (38,2; 44,5 és 44,2). Ennek ellenére a hónap többi napján mért adatok miatt a havi átlag nem érte el a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -t sem (1. táblázat), így a többi városhoz képest a lenti diagramból (3. ábra) Szeged 2018. februári havi átlagértéke (24,8) tűnik kiemelkedőnek leginkább.

1. táblázat

Magyarország – általam vizsgált – mérőállomásainak 2017. és 2018. évi kén-dioxid (SO_2) havi átlagértékei.

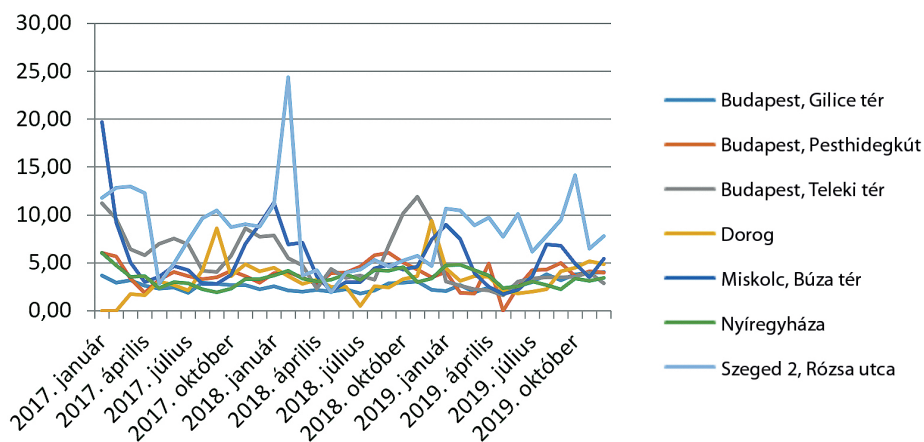
Forrás: Országos Légszennyezettségi Mérés-hálózat i. m. (8. lj.) adatai alapján a szerző szerkesztése

	SO_2						
	Budapest, Gilice tér	Budapest, Pest- hidegkút	Budapest, Teleki tér	Dorog	Miskolc, Búza tér	Nyíregy- háza	Szeged 2, Rózsa u.
Határértékek	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
2017. január	3,66	6,06	11,21	Nincs adat	19,73	6,01	11,79
2017. február	2,90	5,64	9,59	Nincs adat	9,24	4,70	12,87
2017. március	3,19	3,36	6,39	1,72	5,03	3,54	12,94
2017. április	2,63	1,88	5,80	1,60	3,00	3,59	12,28
2017. május	2,28	3,22	7,00	3,07	3,55	2,39	2,81
2017. június	2,45	4,07	7,57	2,70	4,66	2,99	4,91
2017. július	1,88	3,59	6,93	2,08	4,26	2,84	7,33
2017. augusztus	2,92	3,29	4,15	4,23	2,83	2,24	9,66
2017. szeptember	2,80	3,50	4,07	8,61	2,82	1,94	10,46
2017. október	2,67	4,18	5,74	3,60	3,74	2,28	8,76
2017. november	2,68	3,63	8,61	4,85	6,99	3,32	9,06
2017. december	2,21	2,90	7,73	4,08	9,03	3,27	8,80
2018. január	2,54	3,94	7,87	4,48	11,29	3,68	11,10
2018. február	2,12	3,96	5,48	3,60	6,89	4,16	24,39
2018. március	1,96	3,46	4,76	2,80	7,12	3,34	3,69
2018. április	2,18	2,75	2,29	3,26	3,59	3,05	4,26
2018. május	1,97	3,92	4,34	2,46	2,04	3,26	1,92
2018. június	2,21	3,99	3,45	2,48	2,98	3,77	3,99
2018. július	1,78	4,58	3,69	0,50	2,96	3,26	4,33

¹² 4/2011. (I. 14.) VM rendelet a levegőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről.

¹³ Országos Légszennyezettségi Mérés-hálózat i. m. (8. lj.)

	SO ₂						
	Budapest, Gilice tér	Budapest, Pest-hidegkút	Budapest, Teleki tér	Dorog	Miskolc, Búza tér	Nyíregyháza	Szeged 2, Rózsa u.
Határértékek	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
2018. augusztus	2,12	5,81	3,25	2,55	4,44	4,23	5,29
2018. szeptember	2,87	6,04	6,84	2,42	4,82	4,14	4,63
2018. október	2,95	5,06	10,17	3,28	4,31	4,56	5,21
2018. november	3,02	4,32	11,93	3,62	4,62	2,98	5,76
2018. december	2,20	3,48	9,36	9,44	7,44	3,37	4,64
2019. január	2,03	4,02	3,08	4,39	8,99	4,74	10,65
2019. február	2,65	1,88	2,63	3,12	7,48	4,82	10,45
2019. március	1,94	1,77	2,22	3,59	3,90	4,23	8,94
2019. április	2,42	4,91	2,13	3,56	2,50	3,65	9,73
2019. május	1,87	Nincs adat	1,63	2,10	1,71	2,34	7,73
2019. június	2,53	2,51	3,04	1,80	2,20	2,54	10,11
2019. július	2,97	4,21	3,34	1,96	3,61	3,04	6,20
2019. augusztus	3,77	4,28	3,50	2,24	6,92	2,69	7,80
2019. szeptember	3,16	4,98	3,45	4,09	6,79	2,23	9,45
2019. október	3,77	3,59	3,56	4,51	4,90	3,34	14,15
2019. november	3,90	4,11	3,99	5,17	3,49	3,11	6,48
2019. december	4,03	4,00	2,87	4,86	5,42	3,39	7,76



3. ábra

Magyarország – általam vizsgált – mérőállomásaira vonatkozó 2017–2019. éves intervallumban mért kén-dioxid (SO₂) havi átlagértékei.

Forrás: Országos Légszennyezettségi Mérés-hálózat i. m. (8. lj.) adatai alapján a szerző szerkesztése

Magyarország nitrogén-oxidok (NO_x) kibocsátásának alakulása

A légkört 78%-ban stabil nitrogén gáz (N_2) alkotja, amelyből a nitrogén-oxidok (NO_x), úgymint nitrogén-monoxid (NO), nitrogén-dioxid (NO_2), valamint dinitrogén-oxid (N_2O) keletkezhetnek: a) természetes úton legnagyobb mennyiségben a nitrogénmegkötő baktériumok által kerülnek a légkörbe, illetve villámlás és erdőtüzek hatására; b) emberi tevékenység által mesterséges (antropogén) módon – a közlekedésben a kipufogócsöveken keresztül az üzemanyag-, az energiatermelésben a fosszilis tüzelőanyagok elégetése, illetve az erdőégetés során, továbbá a vegyipari, illetve a nitrogénműtrágya- és salétromsav-gyártás, valamint műtrágyázás folyamán – hő hatására oxidációval jönnek létre.

Hazánk levegőjében is légszennyezőként mindháromféle nitrogén-oxid-vegyület kimutatható.

Bár a nitrogén-monoxid (NO) az élő szervezetben is megtalálható, azonban túl magas koncentrációban kitágítva a vérereket elsősorban szemkötőhártya-gyulladást és légúti nyálkahártya irritációt okoz, valamint 200 mg/m^3 fölötti koncentrációban a tüdő szöveteit is roncsolja. Az ipari országokban a nitrogén-oxid-kibocsátás 50%-át a háztartási, illetve az ipari tüzelés, 40%-át a szállítóipar (közlekedés) és csak 10%-át a természetes források és a vegyipar teszik ki. Jelentős szerepe van a fotokémiai szmog, savas eső és az ózonlyuk kialakulásában. A nitrogén-monoxid – a növényzet által kibocsátott és a kipufogógázok szén-monoxidjából, illetve szénhidrogénjeiből kialakuló – szerves gyökökkel oxidálódva az emberi szervezetre rendkívül ártalmas (nagyon reakcióképes, töményen vörösesbarna színű, levegőnél nehezebb) nitrogén-dioxid (NO_2) gázt eredményez, amely a napsugárzás, illetve hő hatására visszabomlik nitrogén-monoxiddá (NO) és atomos oxigénné (O). Ez az atomos oxigén a légkörben lévő oxigén (O_2) -molekulákkal egyesülve ózonná (O_3) alakul át. Oxigénnel és vízzel vegyülve a nitrogén-dioxid salétromsavat eredményez, amely (a kénsavhoz hasonlóan) savas esőt (savas ülepedés) okoz. (A később említett Los Angeles-típusú, fotokémiai szmog fő összetevője a nitrogén-dioxid.)¹⁴

A Hermann Ottó Intézet 2016-ban kiadott *Magyarország környezeti állapota 2015* című jelentésében Magyarország nitrogén-oxid (NO_x) -kibocsátásának 2005 és 2014 közötti alakulásáról készített grafikonja (4. ábra) szerint ennek a levegőszennyezőnek rendkívül magas a levegőterhelése, amelynek jelentős hányadát a közlekedés okozza. Ugyanakkor az is látszik, hogy az említett szektorban – a különböző levegőminőség-védelmi szabályozások (például gépjárműforgalom-korlátozások és tűzgyújtási tilalom) bevezetésével – évről évre folyamatos csökkenő tendenciát jelez a kibocsátás mértéke:¹⁵

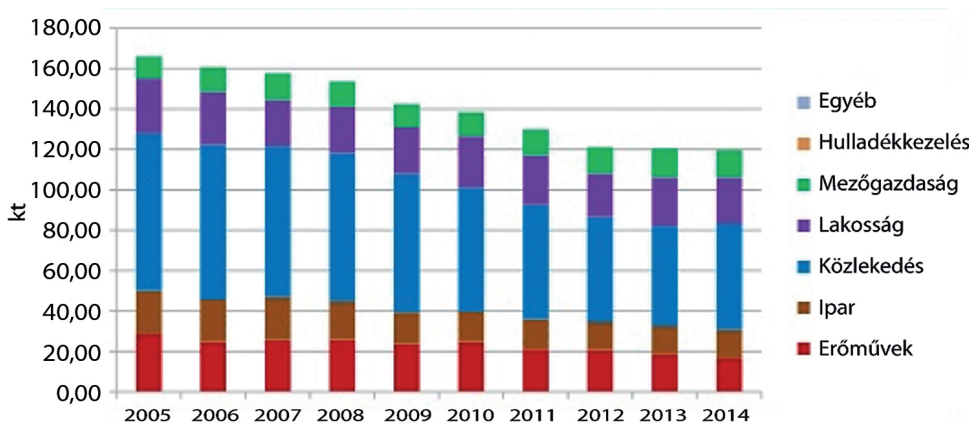
A Hermann Ottó Intézet 2018-ban kiadott *Magyarország környezeti állapota 2017* című jelentése szerint Magyarország nitrogén-oxid (NO_x) -kibocsátásának alakulásában továbbra is a közlekedés szektora játszik nagy szerepet (5. ábra). Hazánk légkörébe jutó nitrogén-oxidok koncentrációjának fokozatos csökkenő tendenciáját a 2015-ben és – a KSH környezeti adatai alapján¹⁶ – a 2017-ben mért valamivel magasabb

¹⁴ Anda i. m. (9. l.)

¹⁵ Riesz i. m. (7. l.)

¹⁶ Táblák (STADAT) – Idősoros éves adatok – Környezet. Központi Statisztikai Hivatal. Elérhető: www.ksh.hu/stadat_eves_5 (A letöltés dátuma: 2019. 06. 21.)

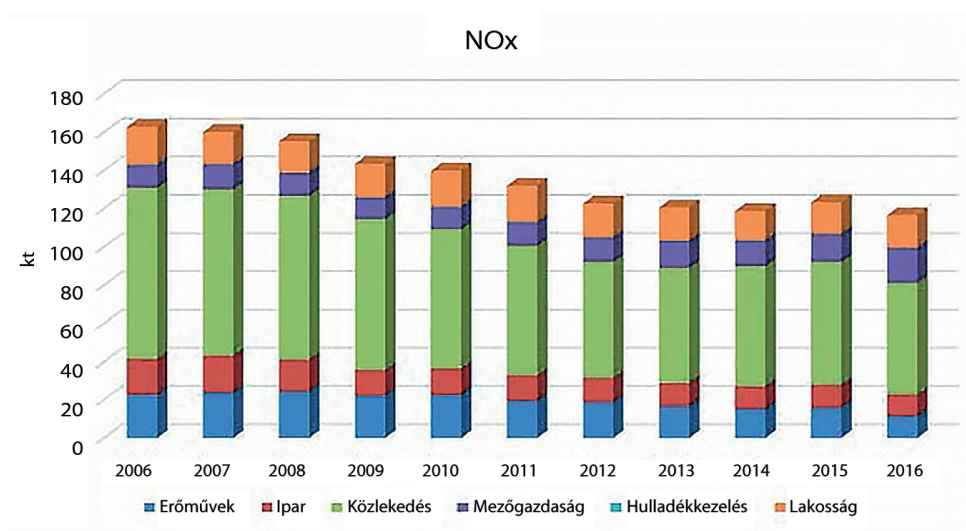
eredmények megtörték. Sajnos a koncentráció mérséklődése továbbra sem kielégítő mértékű, hiszen rendkívül lassú a régi – főként dízel – autók forgalomból való kivonásának és az elektromos gépjárművek bevezetésének folyamata:¹⁷



4. ábra

Magyarország NO_x-kibocsátásának 2005 és 2014 közötti alakulása szektorokra bontva.

Forrás: Riesz i. m. (7. l.) 37.



5. ábra

Magyarország NO_x kibocsátásának 2006 és 2016 közötti alakulása szektorokra bontva.

Forrás: Holes i. m. (7. l.) 37.

¹⁷ Holes i. m. (7. l.)

Az általam vizsgált városok OLM¹⁸ által összegyűjtött mérési adatai alapján megint csak a tárgyalt évek fűtési szezonja során Budapesten mérték a legkiugróbb napi NO_x-értékeket (2017. december: 303,8 µg/m³; 2018. december: 523,1 µg/m³; 2019. február: 298,2 µg/m³) (2. táblázat). Az említett városokban mért csúcserőtelékek megmutatják, hogy ugyan 2019. évre mérséklődött a nitrogén-oxidok (NO_x) kibocsátásának mértéke, azonban még így is meghaladta a 150 µg/m³ 24 órás egészségügyi határértéket. A havi átlagértékeket tekintve (6. ábra) az is jól látszik, hogy bár nem Miskolcon mérték a legkiemelkedőbb napi értékeket, mégis a vizsgált intervallumban – Budapest mellett – az egészségügyi határértéket tartósan meghaladó magas NO_x-koncentráció végig kimutatható volt. Budapesten minden évben akadt egy-egy olyan időszak, amikor négy-öt egymást követő napon át mérték 150 µg/m³-nál magasabb NO_x-értékeket: 2017 és 2018 évek októberében, illetve 2019 év februárjában. Ez utóbbi időszakban Nyíregyházán is hat napon keresztül, Miskolcon pedig 2017 év januárjában öt napon keresztül fordult elő magasabb érték (2. táblázat).

2. táblázat

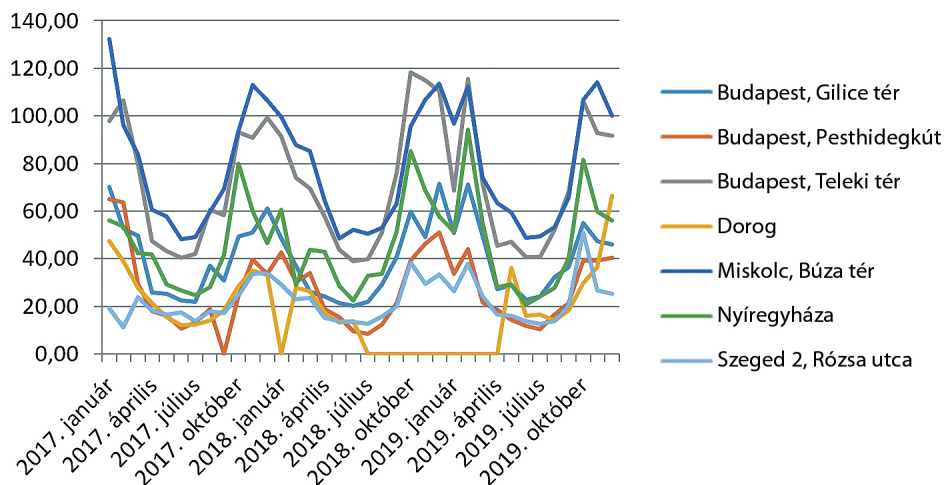
Magyarország – általam vizsgált – mérőállomásainak 2017 és 2019 között mért 24 órás egészségügyi határértéket meghaladó nitrogén-oxidok (NO_x) napi értékeiről készített kimutatásmetszet.

Forrás: Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat i. m. (8. l.) adatai alapján a szerző szerkesztése

NO _x							
Dátum	Budapest, Gilice tér	Budapest, Pesthidegkút	Budapest, Teleki tér	Dorog	Miskolc, Búza tér	Nyíregyháza	Szeged 2, Rózsa u.
Határértékek	150 µg/m ³	150 µg/m ³	150 µg/m ³	150 µg/m ³	150 µg/m ³	150 µg/m ³	150 µg/m ³
2017. 01. 23.	77,8	68	112,7	48,3	209,7	Nincs adat	11,9
2017. 01. 24.	146,9	77,3	146,6	37,9	193,2	75	9,7
2017. 01. 25.	134,6	45,5	119,8	31,4	159,7	103,3	10,9
2017. 01. 26.	42,7	98,5	107	50	242,9	59,4	9,3
2017. 10. 16.	93,1	Nincs adat	193,9	38	118,9	132,8	Nincs adat
2017. 10. 17.	97,8	Nincs adat	234,8	51,9	129,2	123	Nincs adat
2017. 10. 18.	62	Nincs adat	163,1	54,8	142,8	119,7	Nincs adat
2017. 10. 19.	88,7	Nincs adat	155,2	56,5	138,4	194,9	Nincs adat
2017. 10. 20.	113,6	Nincs adat	229,5	35,9	108,2	100,5	Nincs adat
2017. 12. 20.	188	94,5	210,1	Nincs adat	161	91,6	43,8
2017. 12. 21.	189,1	52,1	303,8	Nincs adat	100,4	70,3	68,1
2018. 10. 15.	73,5	Nincs adat	203,7	Nincs adat	100,6	173,8	57,5
2018. 10. 16.	64,5	72,3	196,2	Nincs adat	116,2	216,5	63,9
2018. 10. 17.	67,7	78,7	214,9	Nincs adat	120,1	163,1	60,8
2018. 10. 18.	131,2	96,5	213,1	Nincs adat	Nincs adat	89,4	35,5
2018. 10. 19.	177,3	74,9	221,9	Nincs adat	143,3	101,1	30,1

¹⁸ Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat i. m. (8. l.)

NO _x							
Dátum	Budapest, Gilice tér	Budapest, Pesthidegkút	Budapest, Teleki tér	Dorog	Miskolc, Búza tér	Nyíregyháza	Szeged 2, Rózsa u.
Határértékek	150 µg/m ³	150 µg/m ³	150 µg/m ³	150 µg/m ³	150 µg/m ³	150 µg/m ³	150 µg/m ³
2018. 12. 17.	173,9	92,7	253,8	Nincs adat	137,6	56,2	18,6
2018. 12. 18.	350,5	224,2	523,1	Nincs adat	177,9	Nincs adat	71,6
2018. 12. 19.	216,6	170,2	241	Nincs adat	97,4	41,9	45,1
2019. 02. 07.	Nincs adat	Nincs adat	233,2	Nincs adat	132,2	67,9	41,8
2019. 02. 08.	138,9	Nincs adat	202,2	Nincs adat	155,2	213,7	43,8
2019. 02. 15.	127,9	95,4	166,5	Nincs adat	143,9	162,9	63,7
2019. 02. 16.	136,3	52,7	239,9	Nincs adat	109,9	181	48,3
2019. 02. 17.	Nincs adat	49,4	242	Nincs adat	105,9	165,4	76,8
2019. 02. 18.	157,7	122,6	298,2	Nincs adat	Nincs adat	207,3	155,5
2019. 02. 19.	115,8	97	177,1	Nincs adat	131,8	228,9	125
2019. 02. 20.	Nincs adat	34,7	58,6	Nincs adat	157,1	165,6	24,1



6. ábra

Magyarország – általam vizsgált – mérőállomásaira vonatkozó 2017–2019. éves intervallumban mért nitrogén-oxidok (NO_x) havi átlagértékei.

Forrás: Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat i. m. (8. l.) alapján a szerző szerkesztése

A tárgyalt intervallumban a nitrogén-oxidok (NO_x) csúcserőrtékeinek megfelelően ugyanazokon a napokon és ugyancsak Budapesten mérték a legmagasabb nitrogén-monoxid (NO) napi értékeket is (2017. december: 157,3 µg/m³; 2018. december: 272,1 µg/m³;

2019. február: $136,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$), amelyek jócskán meghaladták a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ napi 8 órás egészségügyi határértéket (3. táblázat).¹⁹

Mindhárom év fűtési szezonjában leginkább Miskolcon, de Budapesten is többször fordult elő, hogy az adott hónap 65–80%-ában $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fölött volt a levegő nitrogén-monoxid (NO) -koncentrációja. A vizsgált években több olyan időszak volt, amikor négy vagy annál több egymást követő napon keresztül fennállt a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ napi 8 órás egészségügyi határértéket meghaladó nitrogén-monoxid (NO) -érték (4. táblázat). 2017 októberében (12 nap) és 2019. október (11 nap) és november (14 nap) hónapjában Miskolcon volt a leghosszabb ilyen időszak, 2018 október (16 nap), illetve november (15 nap) hónapjában pedig Budapesten (5. táblázat).

3. táblázat

Magyarország – általam vizsgált – mérőállomásainak 2017 és 2019 között mért 8 órás egészségügyi határértéket meghaladó nitrogén-monoxid (NO) napi értékeiről készített kimutatásmetszet.

Forrás: Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat i. m. (8. l.) alapján a szerző szerkesztése

NO							
Dátum	Budapest, Gilice tér	Budapest, Pest-hidegkút	Budapest, Teleki tér	Dorog	Miskolc, Búza tér	Nyíregyháza	Szeged 2, Rózsa u.
Határértékek	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2017. 12. 17.	19,1	Nincs adat	31	Nincs adat	29,3	6,3	2,1
2017. 12. 18.	46,9	Nincs adat	72,1	Nincs adat	45	6,2	5,2
2017. 12. 19.	61,1	Nincs adat	57,2	Nincs adat	67,9	12,7	19,5
2017. 12. 20.	88,7	39,4	98,9	Nincs adat	73,5	37,3	8,6
2017. 12. 21.	96,6	14,9	157,3	Nincs adat	40,4	26,4	23
2017. 12. 22.	27,9	3,5	48	Nincs adat	41,8	27	25,6
2018. 12. 16.	26,3	11,6	58	Nincs adat	32	11,4	9,7
2018. 12. 17.	78,3	36,8	119,5	Nincs adat	61,9	19	1,8
2018. 12. 18.	177,2	109,9	272	Nincs adat	79,7	Nincs adat	16,8
2018. 12. 19.	105,8	68	111,8	Nincs adat	35,6	7,5	6,9
2018. 12. 20.	8,3	23,6	38,3	Nincs adat	26	15,9	4,3
2018. 12. 21.	14,7	34,9	48,4	Nincs adat	28	15,1	5,5
2018. 12. 22.	17	6,4	40,3	Nincs adat	36,9	12,5	6,5
2019. 02. 05.	29,9	Nincs adat	38,8	Nincs adat	46,7	Nincs adat	1,5
2019. 02. 06.	31,5	Nincs adat	47,2	Nincs adat	Nincs adat	12,6	1,5
2019. 02. 07.	Nincs adat	Nincs adat	105,2	Nincs adat	55,5	20,7	10,2
2019. 02. 08.	54,3	Nincs adat	84,5	Nincs adat	69,5	106,1	11,5
2019. 02. 15.	49,3	41,8	69,8	Nincs adat	63,8	82,6	23,8
2019. 02. 16.	59,8	14,4	114,5	Nincs adat	45,9	85,1	11,2
2019. 02. 17.	Nincs adat	10,8	110,8	Nincs adat	42,8	79,3	26,5
2019. 02. 18.	60,5	44,7	136,8	Nincs adat	Nincs adat	102,7	71
2019. 02. 19.	34,8	32,3	66,7	Nincs adat	51,1	109,1	54,1
2019. 02. 20.	Nincs adat	6,8	10,4	Nincs adat	67,6	75,9	1,9

¹⁹ Uo.

4. táblázat

Magyarország – általam vizsgált – városainak 2017 és 2019 között mért 8 órás egészségügyi határértéket (30 µg/m³) meghaladó nitrogén-monoxid (NO) -koncentrációjú napjainak száma havi bontásban.

Forrás: Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat i. m. (8. lj.) alapján a szerző szerkesztése

		Hónapok											
		01.	02.	03.	04.	05.	06.	07.	08.	09.	10.	11.	12.
2017.	Budapest	13	14	9	1	0	0	0	1	6	15	10	16
	Dorog	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Miskolc	21	11	16	3	2	0	0	0	11	19	22	23
	Nyíregyháza	4	4	3	1	0	0	0	0	0	11	5	3
	Szeged	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2018.	Budapest	14	4	3	0	0	0	0	0	5	20	20	16
	Dorog	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Miskolc	20	11	12	4	0	1	0	0	4	20	20	25
	Nyíregyháza	5	0	0	2	0	0	0	0	2	13	11	4
	Szeged	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
2019.	Budapest	6	14	6	0	0	0	0	0	2	18	17	14
	Dorog	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
	Miskolc	14	20	8	3	6	0	0	0	10	25	23	22
	Nyíregyháza	3	10	5	0	0	0	0	0	1	11	6	6
	Szeged	0	2	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0

5. táblázat

Magyarország – általam vizsgált – városainak 2017 és 2019 között 4 vagy több egymást követő napon mért 8 órás egészségügyi határértéket (30 µg/m³) meghaladó nitrogén-monoxid (NO) -koncentrációjú napjai.

Forrás: Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat i. m. (8. lj.) alapján²⁰ a szerző szerkesztése

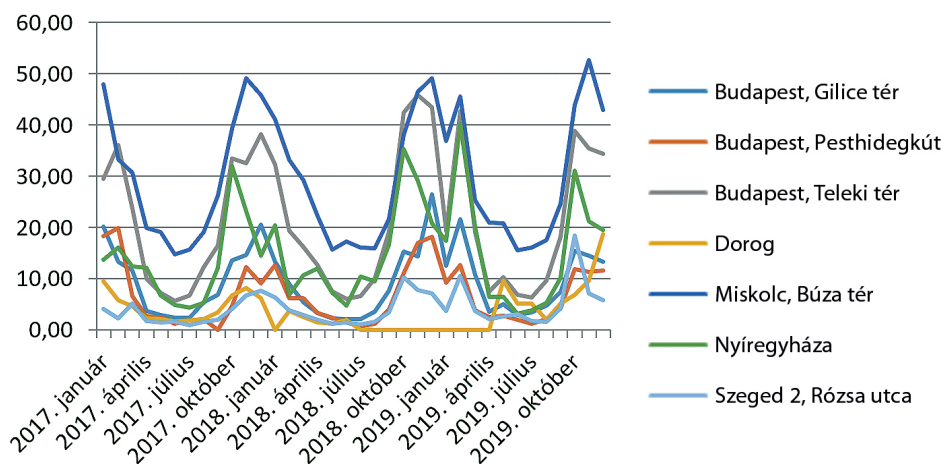
	Budapest		Miskolc		Nyíregyháza	
	időszak	nap	időszak	nap	időszak	nap
2017.	2017. 01. 01–2017. 01. 05.	5	2017. 01. 18–2017. 01. 21.	4		
			2017. 01. 23–2017. 01. 27.	5		
			2017. 01. 29–2017. 02. 01.	4		
			2017. 02. 03–2017. 02. 07.	5		
			2017. 03. 06–2017. 03. 09.	4		
	2017. 09. 28–2017. 10. 03.	6	2017. 09. 25–2017. 09. 29.	5		
	2017. 10. 15–2017. 10. 21.	7	2017. 10. 10–2017. 10. 21.	12	2017. 10. 13–2017. 10. 20.	8
			2017. 11. 04–2017. 11. 10.	7		
			2017. 11. 14–2017. 11. 18.	5		
			2017. 11. 27–2017. 12. 02.	6		
			2017. 12. 04–2017. 12. 10.	7		
			2017. 12. 12–2017. 12. 16.	5		

²⁰ Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat i. m. (8. lj.)

	Budapest		Miskolc		Nyíregyháza	
	időszak	nap	időszak	nap	időszak	nap
2017.	2017. 12. 17–2017. 12. 22.	6	2017. 12. 18–2017. 12. 22.	5		
	2017. 12. 25–2017. 12. 28.	4	2017. 12. 26–2017. 12. 29.	4		
2018.	2018. 01. 05–2018. 01. 10.	6	2018. 01. 06–2018. 01. 12.	7		
			2018. 01. 25–2018. 01. 29.	5		
			2018. 02. 14–2018. 02. 17.	4		
			2018. 03. 05–2018. 03.10.	6		
	2018. 10. 04–2018. 10. 19.	16	2018. 10. 25–2018. 10. 28.	4	2018. 10. 10–2018. 10. 13.	4
	2018. 10. 30–2018. 11. 13.	15	2018.10. 30–2018. 11. 02.	4		
			2018. 11. 04–2018. 11. 10.	7	2018. 11. 02–2018. 11. 09.	8
			2018. 11. 12–2018. 11. 16.	5		
			2018. 11. 20–2018. 11. 23.	4		
	2018. 12. 05–2018. 12. 09.	5	2018. 12. 03–2018. 12. 08.	6		
	2018. 12. 16–2018. 12. 22.	7	2018. 12. 14–2018.12. 19.	6		
			2018. 12. 25–2018.12. 31.	7		
			2019. 01. 16–2019. 01. 19.	4		
			2019. 02. 11–2019. 02. 17.	7	2019. 02. 13–2019. 02. 20.	8
2019.	2019. 02. 05–2019. 02. 08.	4	2019. 02.19–2019. 02. 22.	4		
	2019. 03. 21–2019. 03. 24.	4	2019. 02. 25–2019. 02. 28.	4		
			2019. 10. 01–2019. 10. 04.	4		
	2019. 10. 13–2019. 10. 18.	6	2019. 10. 11–2019. 10. 21.	11	2019. 10. 12–2019. 10. 15.	4
	2019. 10. 25–2019. 10. 28.	4	2019. 10. 27–2019. 11. 01.	6	2019. 10. 24–2019. 10. 27.	4
	2019. 11. 11–2019. 11. 16.	6	2019. 11. 11–2019. 11. 24.	14		
			2019. 11. 26–2019. 11. 29.	4		
	2019. 12. 15–2019. 12. 21.	7	2019. 12. 09–2019. 12. 15.	7		
			2019. 12. 17–2019. 12. 20.	4		

Az OLM²¹ által nyilvántartott budapesti, dorogi, miskolci, nyíregyházi és szegedi mérési adatok alapján 2017. január 1-jétől 2019. december 31-ig tartó időintervallumban valószínűleg ugyancsak a fűtési szezonnal hozható összefüggésbe az a néhány egészségügyi határértéket meghaladó nitrogén-dioxid (NO₂)-kibocsátás, amelyet főként Budapesten, valamint Miskolcon és Nyíregyházán is mérni lehetett (6. táblázat). Az utóbbi két városban csupán 2017. év telén volt néhány kiugró eredmény (2017. január 30–31. Miskolcon: 127; 110,5; Nyíregyházán: 91,2), Budapesten azonban az említett időszakban minden évben tapasztalható volt néhány nap, amikor jócskán a 85 µg/m³ egészségügyi határérték fölé kerültek az értékek. Szerencsére azonban a vizsgált városok közül egyikre sem volt jellemző az egymást követő két napnál hosszabb ideig tartó magas nitrogén-dioxid (NO₂)-koncentráció.

²¹ Országos Legszennyezettségi Mérőhálózat i. m. (8. lj.)



7. ábra

Magyarország – általam vizsgált – mérőállomásaira vonatkozó 2017–2019. éves intervallumban mért nitrogén-monoxid (NO) havi átlagértékei.

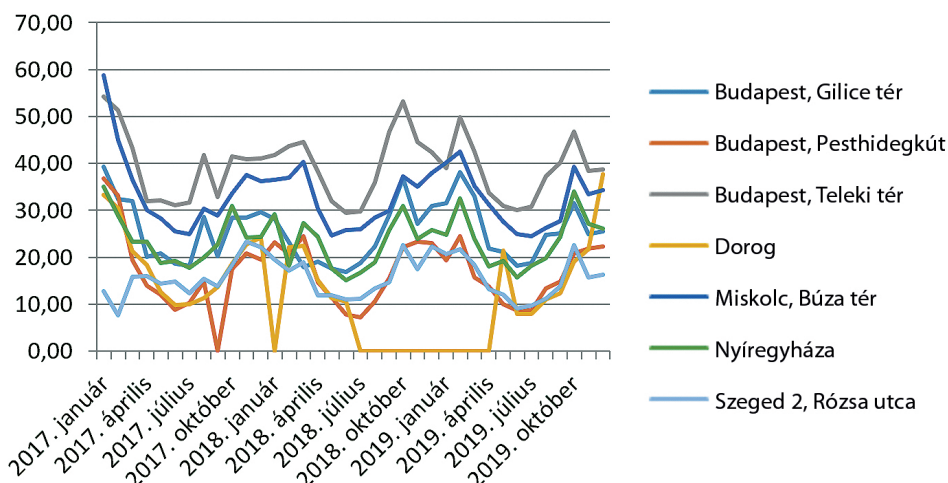
Forrás: Országos Légszennyezettségi Mérés-hálózat i. m. (8. l.) alapján a szerző szerkesztése

6. táblázat

Magyarország – általam vizsgált – mérőállomásainak 2017. és 2019. között mért 24 órás egészségügyi határértéket meghaladó nitrogén-dioxid (NO₂) napi értékeiről készített kimutatásmetszet.

Forrás: Országos Légszennyezettségi Mérés-hálózat i. m. (8. l.) alapján a szerző szerkesztése

NO ₂							
Dátum	Budapest, Gilice tér	Budapest, Pesthidegkút	Budapest, Teleki tér	Dorog	Miskolc, Búza tér	Nyíregyháza	Szeged 2, Rózsa u.
Határ-értékek	85 µg/m ³	85 µg/m ³	85 µg/m ³	85 µg/m ³	85 µg/m ³	85 µg/m ³	85 µg/m ³
2017. 01. 20.	76,6	58,6	104	52,8	93,1	64,6	18,2
2017. 01. 21.	58,7	72,9	96,3	53,9	89,8	68,2	18,3
2017. 01. 30.	23,7	50,3	50	39,3	127	91,2	9,8
2017. 01. 31.	24,8	38,3	52,2	25,9	110,5	86,4	9,2
2018. 10. 17.	46,5	41,8	85,9	Nincs adat	51,3	51,6	36,2
2018. 10. 18.	74,5	42,5	87,3	Nincs adat	Nincs adat	43,3	30
2018. 12. 18.	79,1	55,7	106,1	Nincs adat	55,6	Nincs adat	45,8
2019. 02. 18.	65,1	54,1	88,4	Nincs adat	Nincs adat	49,8	46,7
2019. 03. 22.	81,1	38,7	91,4	Nincs adat	37,1	29,6	31,8



8. ábra

Magyarország – általam vizsgált – mérőállomásaira vonatkozó 2017–2019. éves intervallumban mért nitrogén-dioxid (NO_2) havi átlagértékei.

Forrás: Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat i. m. (8. lj.) alapján a szerző szerkesztése

Következtetés

A jelen cikkben tárgyalt két légszennyező anyag kibocsátási mennyiségéről az általam vizsgált elmúlt három év tükrében is elmondható, hogy mindkettő koncentrációja – az év többi napjában mértekhez képest – leginkább a fűtési szezonban ért el magasabb értéket (legalábbis az általam vizsgált 5 városban). Ugyanakkor a két anyag közül csak az egyik vegyületcsoport: a nitrogén-oxidok (NO_x , NO_2 , NO) esetében beszélhetünk egészségügyi határérték túllépéséről, amelyek közül a nitrogén-dioxid kivételével, mind a nitrogén-oxidok (NO_x), mind a nitrogén-monoxid (NO) huzamosabb ideig (több mint három napon keresztül) a hatóságilag megengedett mértékhatáron felüli volt. Mint azt a cikkben kifejtettem, a túl magas nitrogén-monoxid (NO) -koncentráció rosszul vagy egyáltalán nem karbantartott fűtési rendszerek mellett zárt térben akár három napon belül is komoly egészségügyi kockázatot jelenthet.

Ezzel szemben az OLM oldaláról²² kigyűjtött és kiemelt mérési adatok alapján a kén-dioxid (SO_2) koncentrációja – beleértve a fűtési időszakot is – mindvégig jóval az egészségügyi határértéken belül mozgott.

Ebből azt a következtetést lehet levonni, hogy a nitrogén-oxidok (NO_x) és a nitrogén-monoxid (NO) csökkentése érdekében – a magyar szabályozásokat és fejlesztéseket tekintve – még szükséges lenne további lépéseket tenni. Ebben nagy segítséget nyújthat a házak, épületek megfelelő szigetelése, illetve javítása, modernizációja, az elektromos

²² Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat i. m. (8. lj.)

fűtési (infrapanel) technológia és az alternatív energiaforrások könnyebben hozzáférhetővé tétele, valamint a közúti közlekedésben az elektromos autók elterjedése.

A cikksorozat folytatásában szó lesz még az ózon (O_3), a benzol (C_6H_6), az ammónia (NH_3), a szén-monoxid (CO) és a szállópor (PM10 és PM2,5) magyarországi koncentrációjáról és egészségügyi hatásairól.

Felhasznált irodalom

- Anda Angéla: *Levegőtisztaság védelme*. 2011. Elérhető: www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_Levegotisztasagvedelem/adatok.html (A letöltés dátuma: 2019. 02. 13.)
- Aunan, Kristin – Pátzay György – H. Asbjørn Aaheim – Martin H. Seip: Health and environmental benefits from air pollution reductions in Hungary. Norway, Oslo: *The Science of the Total Environment*, 212. (1998), 2–3. 245–268. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0048-9697\(98\)00002-3](https://doi.org/10.1016/s0048-9697(98)00002-3)
- Frigy Éva Gy.: Éltető levegő – A levegő minőségével kapcsolatos problémák összefoglalása. *Hadmérnök*, 14. (2019), 3. 21–34. DOI: <http://doi.org/10.32567/hm.2019.3.3>
- Holes Annamária (szerk.): *Magyarország környezeti állapota 2017*. Budapest, Hermann Ottó Intézet, 2018.
- Környezetvédelmi Tanács. 2019 június 26. Európai Unió Tanácsa. Elérhető: www.consilium.europa.eu/hu/meetings/env/2019/06/26/ (A letöltés dátuma: 2019. 09. 15.)
- Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat. Földművelésügyi Minisztérium. Elérhető: www.levegominoseg.hu/automata-merohalozat (A letöltés dátuma: 2020. 03. 01.)
- Nem született megállapodás a 2050-es klímasemlegességi célkitűzésről az EU-csúcson. Magyar Távirati Iroda, 2019. Elérhető: www.hirado.hu/kulfold/kulpolitika/cikk/2019/06/21/nem-szuletett-megallapodas-a-2050-es-klimasemlegességi-celkituzesrol-az-eu-csucs-on (A letöltés dátuma: 2019. 09. 15.)
- Riesz Lóránt (szerk.): *Magyarország környezeti állapota 2015.*, Budapest, Hermann Ottó Intézet, 2016.
- Táblák (STADAT) – Idősoros éves adatok – Környezet. Központi Statisztikai Hivatal. Elérhető: www.ksh.hu/stadat_eves_5 (A letöltés dátuma: 2019. 06. 21.)
- Újabb több száz helyen ég a brazil őserdő. Magyar Távirati Iroda, 2019. Elérhető: www.portfolio.hu/gazdasag/20190824/ujabb-tobb-szaz-helyen-eg-a-brazil-oserdo-335201 (A letöltés dátuma: 2019. 09. 15.)
- Új szigeteket azonosítottak Oroszországban. National Geographic, 2019. Elérhető: <https://ng.hu/tudomany/2019/09/02/uj-szigeteket-azonositottak-oroszorszagban/> (A letöltés dátuma: 2019. 09. 15.)

Jogi forrás

- 4/2011. (I. 14.) VM rendelet a levegőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről