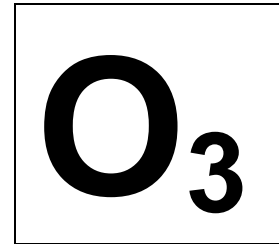


# Háttéranyag a levegő ózon szennyezettségének környezetegészségügyi értékeléséhez



## **Bevezető:**

A megfelelő minőségű, tiszta levegő az emberi egészség megőrzésének egyik legfontosabb alapfeltétele. A légszennyező anyagok közül az ózon egészségkárosító hatását a világ különböző területein számos tanulmány egybehangzóan igazolta. A káros hatások bekövetkezésének valószínűsége a koncentráció függvénye, ugyanakkor meghatározható olyan biztonságos határérték, amely alatt a hatása elenyésző. <sup>(1)</sup>

## **Az ózon tulajdonságai, keletkezése:**

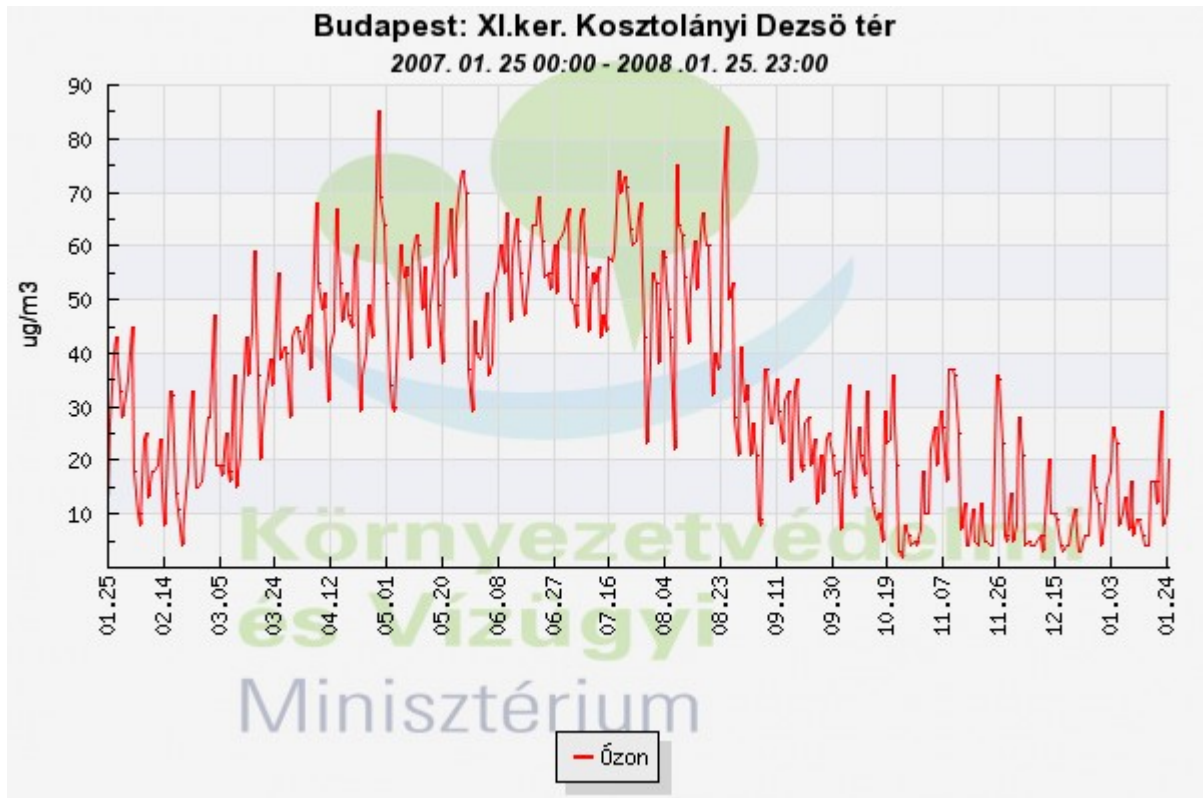
Az ózon egy színtelen, nagy koncentrációban halványkék, szúrós szagú gáz. Döntően nem antropogén eredetű, amely három úton keletkezhet. (I) A sztratoszférában az UV-C sugárzás hatására fotodisszociáció során a kétatomos oxigén molekulából két oxigén atom keletkezik, amelyek kétatomos oxigénmolekulával reagálva kialakítják a háromatomos oxigénmolekulát, az ózont (O<sub>3</sub>). (II) A nitrogén-dioxid és kétatomos oxigén molekula reakciója során a talajközeli légrétegekben szintén keletkezik ózon. Viszont a légszennyezés során, elsősorban nagy közúti forgalmú helyeken keletkező nitrogén-monoxid hatására lebomlik. (III) Kis mennyiségben keletkezhet ózon a villámcsapás során felszabaduló energia hatására bomló kétatomos oxigénmolekulákból is. <sup>(1)</sup>

Az ózon instabil, erős oxidálószer, gyakran képez reaktív oxigéngyököket, egészségre gyakorolt hatásai is elsősorban ebből adódnak. Tekintettel az ózon igen nagy reaktivitására és igen elenyésző vízdékonyságára, a felezési ideje elhanyagolhatóan rövid.

## **Az ózon mérése:**

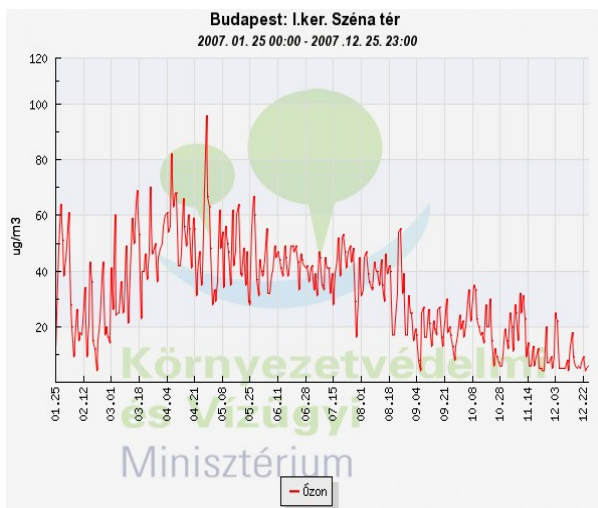
Az alsó, talajközeli légrétegekben elsősorban erős napsugárzás hatására keletkezik számottevő mennyiségben ózon. Az ózon koncentráció nyáron elsősorban a nagyvárosok szélső, külvárosi részein, illetve azokon kívül magasabb, míg a belvárosokban alacsonyabb. Ennek magyarázata a közúti forgalom hatására keletkező nagymennyiségű nitrogén monoxid ózon bontó hatásában keresendő. Ugyanakkor a légáramlatok a belvárosok területére is eljuttathatják az ózont nagy mennyiségben. <sup>(2, 3)</sup> A ózon szennyezettség előfordulásának mérése emiatt a külterületeken, városperemeken is szükséges. A tavaszi-

nyári magasabb, és az őszi-téli alacsonyabb ózon koncentrációkat a budapesti mérőhálózat adatai is egyértelműen alátámasztják (1.ábra).

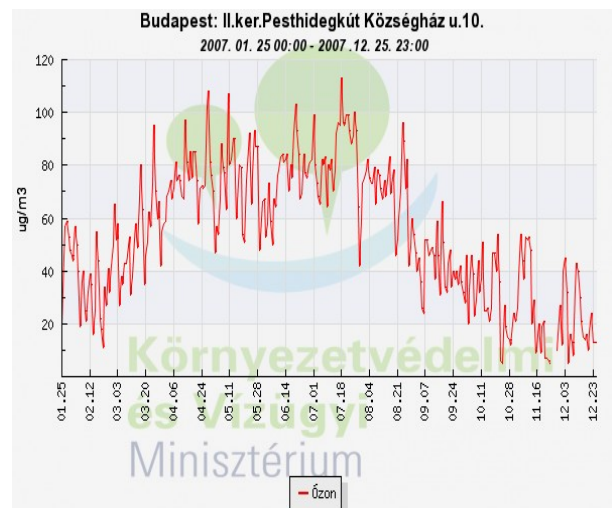


1.ábra:ózon koncentráció évszakonkénti ingadozása a Budapesten <sup>(6)</sup>

A nemzetközi tapasztalatok alapján külterületi magasabb és belvárosi alacsonyabb ózon koncentrációkat a budapesti mérőhálózat adatai is alátámasztják. (2, 3. ábra)



2.ábra: belvárosi ózon koncentráció <sup>(6)</sup>



3.ábra: külvárosi ózon koncentráció <sup>(6)</sup>

### **Expozíció:**

Az ózon elsődleges és legfontosabb expozíciós útja az inhaláció, mindemellett számos egyéb, de jelentéktelen expozíciós út is leírásra került (könnymirigy, könnycsatorna). A vizsgálatok során felmerült esetlegesen a dermális expozíció is, de egyértelmű bizonyítást még nem nyert.

Az inhalációs expozíció elsősorban a felső légutakban és a hörgőkben történik, a teljes inhalált ózon mennyiség 75%-a kerül felvételre, <sup>(4, 5)</sup> ugyanakkor jelentős különbségeket figyeltek meg az orron, illetve a szájon keresztüli belélegzés során. A fokozott fizikai aktivitás elősegíti az ózon abszorpcióját. A nemek között különbségek is jelentős szerepet játszanak az abszorpció mértékében, amely nők és gyermekek esetében fokozott. <sup>(4)</sup>

### **Az ózon egészségre gyakorolt akut és krónikus hatása:**

Az **akut hatások** közül kiemelendő a légző-, szív- és érrendszerre, a mortalitásra és morbiditásra gyakorolt hatása. Az inhaláció következtében gyulladás, a védekező mechanizmusok gyengülése és a szöveti struktúra változása (remodelling) figyelhető meg. Kontrollált expozíciós tanulmányok átmeneti a légutak szűkületével járó (obstruktív pulmonális) funkciókárosodást figyeltek meg, különösen az asztmás és allergiás orrnyálkahártya gyulladásban szenvedő (rhinitises) betegek esetében. Az ózon oxidatív hatása következtében gyengülő antioxidatív védekezési mechanizmusok eredményeként jelentősen növekszik a gyulladást kiváltó anyagok és az adhézions molekulák elválasztása. A szív- és érrendszeri (kardiovaszkuláris) hatás vizsgálata során a rizikó növekedését találta több tanulmány a PM<sub>10</sub> és az ózon koncentrációs csúcsai esetében. Egyértelműen bizonyítható az ózon expozíció akut hatásaként a morbiditás emelkedése is. Több nemzetközi tanulmány talált szoros összefüggést az emelkedett ózon koncentráció és a légzési funkciózavar, légutak krónikus szűkülete (COPD) miatt kórházba szállított betegek száma között. <sup>(7)</sup> A halálózásra (mortalitásra) gyakorolt akut hatás korcsoport és nem alapján igen nagy eltéréseket mutat. Már 20µg/m<sup>3</sup>-es koncentráció emelkedés esetén megfigyelhető mortalitás emelkedés, amely elsősorban légzőszervi (respiratórikus) vagy szív- és érrendszeri (kardiovaszkuláris) eredetű, de Ázsiában végzett tanulmányok az agyérkatasztrófával (Stroke) is találtak szoros összefüggést.

A **krónikus hatások** közül elsősorban a csökkent légzésfunkciós értékek, érelmeszesedés (atherosclerosis) és asztma súlyosbodása, illetve a várható élettartam csökkenése emelendő ki. Számos tanulmány igazolta az összefüggést az ózon expozíció és

a romló légzésfunkciós értékek között, mind felnőttek, mind pedig gyermekek esetében. Az ózon oxidatív hatásával magyarázható a több tanulmány során vizsgált és igazolt atheloslerosis progressziójának fokozódása. A krónikus ózon expozíció hatására gyakoribbá válik az asztma fellángolása (exacerbáció), amelyet több asztmás gyermek csoporton végzett tanulmány igazolt.

### **Kockázatértékelés:**

Az ózon egészségre gyakorolt fent említett hatásai egyértelműen az expozíció mértékétől függenek. Ez alapján a WHO létrehozott egy értékelési rendszert, amely az ózon expozíció egészségre gyakorolt hatását koncentráció alapján három kategóriába sorolja (High Levels, Interim target 1, AQG). A „ High levels” kategóriának megfelelő koncentráció mellett szignifikáns egészségre gyakorolt hatás figyelhető meg, elsősorban az érzékeny populáció körében (gyermekek, nők, idősök). Az IT-1 kategóriának megfelelő koncentráció esetében jelentős hatás várható, gyulladással járó tüdőelváltozások formájában, elsősorban gyermekek esetében, emellett a várható mortalitásnövekedés 3-5%. Az AQG kategóriának megfelelő 100 µg/m<sup>3</sup>-es koncentráció alatt minimális egészségkárosító hatás várható, a mortalitásnövekedés 1-2%-ra tehető (1.táblázat).

	<b>Napi 8 órás maximum (µg/m<sup>3</sup>)*</b>	<b>Várható hatás</b>
<b>High levels</b> <i>/egészségkárosító hatás/</i>	<b>240</b>	Szignifikáns egészségkárosító hatás, különös tekintettel az érzékeny populációra
<b>Interim target-1 (IT-1)</b> <i>/átmeneti célkoncentráció/</i>	<b>160</b>	Jelentős egészségre gyakorolt hatás: <ul style="list-style-type: none"> <li>– gyulladással járó tüdőelváltozások egészséges fiatal felnőttekben 6,6 órás expozíció esetében</li> <li>– várható mortalitásnövekedés 3-5%</li> </ul>
<b>Magyarországon érvényben lévő határérték</b>	<b>110</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 14/2001.(V.9) KÖM-EÜM-FVM együttes rendelet szerint tolerálható hatás</li> </ul>
<b>Air quality guideline (AQG)</b> <i>/ajánlott koncentráció/</i>	<b>100</b>	Közegészségügyi szempontból biztonságos, elfogadható szint: <ul style="list-style-type: none"> <li>– várható mortalitásnövekedés max. 1-2%</li> </ul>

1. táblázat <sup>(1)</sup>

\*8 órás középértékre, mely egy nem-átfedő mozgó átlag; naponta négyszer kell kiszámítani a 8 órás középértékekből 0 és 9.00, 8.00 és 17.00, 16.00 és 1.00, 12.00 és 21.00 óra között.

### **Összefoglalás:**

Az WHO által javasolt immissziós szint elérésével (AQG) mérhetően (3-4%) csökkenne az ózon hatására visszavezethető mortalitás és morbiditás, különös tekintettel az igen nagyszámú obstruktív tüdőbetegekre és asztmában szenvedőkre. Nem utolsó sorban megemlíjtük az OKI munkatársainak az elmúlt években készített tanulmányait, amely során vizsgálták Budapesten 2 mérőponton mért O<sub>3</sub> - rövid távú koncentráció változásának a napi össz- és okspecifikus halálózásra gyakorolt hatását ([Levegő szennyezettség rövid távú koncentráció változásának hatása a napi halálózásra Budapesten APHEA-2 vizsgálat.](#)).

#### **Irodalomjegyzék:**

1. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005
2. Suh, HH et al. Criteria air pollutants and toxic pollutants. Environmental Health Perspectives, 2000, 108 (Suppl.4): 625-633
3. Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2000 (WHO Regional Publications, European Series, No.91)
4. Bush ML et. Al. Longitudinal distribution of ozone absorption in the lung: gender differences and intersubject variability. Journal of applied Physiology, 1996, 81: 1651-1657
5. Sarangapani R et al., Evaluation of the potential impact of age- and gender-specific lung morphology and ventilation rate on the dosimetry of vapors. Inhalation Toxicology, 2003, 15: 987-1016
6. Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat, mérési adatok, 2007
7. Anderson HR et al. Air pollution and daily admissions for chronic obstructive pulmonary disease in 6 European cities: results from the APHEA project. European Respiratory Journal 1997, 10:1064-1071

Összeállította: Dr. Dura Gyula, mb. főigazgató  
Dr. Pándics Tamás, orvos munkatárs