

# Játszótéri levegőzés?

## Playgrounds's air quality in Budapest

BEREGSZÁSZI TÍMEA, VASKÖVI BÉLÁNÉ, NAGY ESZTER, SZABÓ ZOLTÁN, DURA GYULA

Országos Környezetegészségügyi Intézet

Összefoglalás: Az utóbbi években több helyen láthattuk, hogy újféle játszótereket alakítottak ki Budapest belső kerületeiben, sajnos sok esetben forgalmas utak környezetében. Vizsgálatunk célja volt különböző forgalmú utak – nagy forgalmú út mellett; nagy forgalmú úttól távol; közepes forgalom mellett; kis forgalom mellett; háttér - környezetében található játszóterek levegőminőségének felmérése. A játszóterek levegőkörnyezetének jellemzésére, a közlekedési eredetű légszennyezettség jelenlétére utaló nitrogén-dioxidot és benzolt, mint általánosan elfogadott indikátorokat használtuk. A NO<sub>2</sub> passzív mintavételére a trietanolamin abszorbenst tartalmazó mintavevő eszközt, az ún. Palmes-csővet, a benzol expozíció meghatározásához pedig Radiello típusú mintavevőt használtunk. A vizsgálatokat egy éven keresztül, minden évszakban 2x1 hetes periódusokban végeztük. Összesen 24 játszóter felmérésére került sor Budapest területén. A nagy forgalmú út mellett található játszóterek éves terhelése nitrogén-dioxid tekintetében kismértékben (2,5%-kal) meghaladta, a benzol éves átlagszennyezettsége pedig elérte a vonatkozó egészségügyi határértéket. A legkedvezőbb helyzetet, amint az várható volt, a kis forgalmú utak mellett, és a háttér típusú környezetben lévő játszóterek esetében tapasztaltuk. Mindezek fényében fontosnak tartjuk, hogy a játszóterek tervezési előírásai között szerepeljenek levegőminőségi szempontok is, hogy a gyermekek - mint érzékeny populáció - olyan levegőkörnyezetben játszhasanak, mely nem jelent kockázatot számukra.

Kulcsszavak: légszennyezettség, levegőminőség, nitrogén-dioxid, benzol, illékony szénhidrogének, játszótér, egészségügyi határérték

Abstract: The objective of this study was to estimate the effect of traffic emissions on children in playgrounds, the location of the playgrounds were selected according to traffic density. Nitrogen dioxide and benzene as an indicators were selected to determine the air pollution. Palmes tube inside a surface impregnated with triethanol amine were used for NO<sub>2</sub> sampling and the benzene measurements were performed using Radiello diffusive samplers. The measurements were performed 2x1-week period every season during one year. Altogether 24 playgrounds were surveyed in Budapest. The high traffic roads next to playgrounds of the annual averages on NO<sub>2</sub> pollution at exceeded (2,5%) and the benzene value had reached the threshold limit value. The playing was the most enjoyable, due to the best air quality environment, on the playgrounds next to roads with low traffic. To take into account the necessity of air quality aspects in planning of playgrounds is confirmed by the all conclusions above mentioned.

Keywords: air pollution, air quality, nitrogen-dioxide, benzene, volatile organic compounds, playground, limit value

---

**EGÉSZSÉGTUDOMÁNY**  
**HEALTH SCIENCE**

Közlésre érkezett:

Submitted:

Elfogadva:

Accepted:

**58/4 21-35 (2014)**

**58/4 21-35 (2014)**

2014. március 25.

March 25 2014

2014. április 28.

April 28 2014

**Beregszászi Tímea**

OKI 1097 Budapest,

Albert Flórián út 2-6.

tel: +36-1-476-1341

fax: +36-1-215-2046

e-mail: beregszaszi.timea@oki.antsz.hu

## Bevezetés

A városi levegő minőségét jelentős mértékben meghatározó közlekedés levegőszennyező hatására vonatkozó közlemények már a hatvanas években is megjelentek, azonban az emberi egészségre gyakorolt hatások elemzése csak az utóbbi két évtizedre jellemző.

Azóta számos tudományos felmérés, epidemiológiai vizsgálat bizonyította már, hogy a levegőszennyezés károsan hat az emberek egészségére (1-5), különösen a sérülékeny lakosságcsoportok (öregék, gyermekek, asztmások, szív és érrendszeri betegségben szenvedők, kismamák) a leginkább érintettek. A károsító hatás sokrétű: egészségeseken a légúti fertőzések gyakoribbakká válhatnak, hosszabb ideig tartanak, az asztmás kicsik tünetei fokozódnak, többször kell gyógyszert használniuk, és sűrűbben kell őket fulladás miatt kezelni, rendkívül súlyos szennyezés esetén pedig az újszülöttek, kisgyermekek halandósága is megnövekszik.

Több esetben bizonyították, hogy a krónikus obstrukciós légzőszervi és asztmás betegek állapota rövid és hosszú idejű légszennyezés hatására egyaránt romlik. A légzőszervi tünetek fokozódnak, a légzésfunkció csökken, a gyógyszerfogyasztás emelkedik, és nő a kórházi, illetve a sürgősségi ellátásra való igény (6).

A fentiek szerint tehát a levegőszennyezettség szenzibilizálhat és gyulladást provokálhat, ezért a légúti betegségek oka, predisponáló faktora, és a krónikus betegségek rosszabbodásának okozója lehet. A környezetszennyezés károsító hatása az expozíció milyenségén és mértékén kívül a szervezet immunreakciójától függ. Számos olyan közlemény látott napvilágot, amely az egyéni érzékenységbeli különbségek egyik okát egyes enzimek genetikai polimorfizmusában látja (7).

A közúti gépjárművek égéstermégeit többféle gáznemű és szilárd anyag keveréke képezi, a tökéletlen égés következtében szénmonoxid (CO), szénhidrogének (CH), nitrogénoxidok (NO<sub>x</sub>), poliaromás szénhidrogének (PAH-ok), illékony szerves vegyületek (VOC-k) és aeroszolak kibocsátásával kell számolni. Közismert, hogy ezeknek az összetevőknek nagy része egészségkárosító hatással bír (8).

Egy átfogó epidemiológiai vizsgálat szerint - mely a közlekedés egészségi hatását vizsgálta Ausztriában, Svájcban és Franciaországban - az összhalálozás 3%-a (20.000 eset/év) tulajdonítható kizárólag a közlekedésnek, emellett több mint 25.000 új krónikus bronchitis (felnőttek), több mint 290.000 bronchitis (gyermekek), és több mint 0,5 millió asztmás roham kialakulásával hozták összefüggésbe (9).

Az APHEKOM projektben a légszennyezés egészségi hatását becsülték 25 európai fővárosban, 33 millió lakos adatai alapján a PM<sub>2,5</sub>-re vonatkozóan a WHO Air Quality Guidelines szerint 10µg/m<sup>3</sup> feletti éves átlagkoncentráció évente 19.000 ember (ebből 15.000 fő szív- és érrendszeri betegség miatt) halálához járul hozzá (10).

A levegőszennyezettség, és a heveny légzőszervi morbiditás összefüggéseit világszerte elsősorban gyermekek körében vizsgálják. A gyermekek különösen alkalmas indikátor populációt jelentenek a környezeti tényezők hatása szempontjából, hiszen érzékenyebbek a toxikus ártalmak iránt, nagyobb helyhez kötöttségük miatt expozíciójuk jobban jellemezhető, és náluk nem kell számolni a munkahelyi és dohányzás okozta expozícióval. Számos tanulmány egyértelműen azt mutatja, hogy a gyermekkori asztma súlyossága összefügg a közlekedési emisszió mértékével (11-13).

Az utóbbi néhány évben több olyan megfigyelés született, amely valószínűsíti a levegőszennyezettség (PM, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>) és az asztma gyakoriság közötti összefüggést (14). Egy tanulmány szerint 300m-en belül található forgalmas út esetén a légzésfunkció romlását figyelték meg gyermekek körében, az összefüggés még erősebb, ha az úttest 90m-en belül helyezkedett el (15). Másik vizsgálatban azt találták, hogy a 200m-en belüli, forgalmas helyen élő gyerekek esetében megnövekedett az asztma miatti kórházi kezelések száma (16). Az általában jó levegőminőségű környezetben is találtak összefüggést a gyermekkori asztmás és bronchitises tünetek és a nagy forgalmú út közelsége között (17). Nagy forgalmú úttól 150-200 méterre élő gyerekek esetében nagyobb arányban fordul elő az asztma, mint a közlekedési expozícióval nem érintett gyerekeknél (18).

Mindazok ellenére, hogy számos kutatási eredmény bizonyítja, hogy a légszennyezés károsan hat a légzőszervekre, illetve a szív- és érrendszerre, sportpályákat, iskolákat létesítenek nagy forgalmú utak mellé.

Török kutatók vizsgálták forgalmas utaktól különböző távolságban található játszóterek aeroszol terhelését (PM<sub>10</sub> és PM<sub>2,5</sub>) Isztambulban. A legalacsonyabb koncentrációkat egy parkban található játszótér esetében mérték, de ez is meghaladta a WHO 24 órára vonatkozó (PM<sub>10</sub>:50µg/m<sup>3</sup>; PM<sub>2,5</sub>: 25µg/m<sup>3</sup>) ajánlását. A közlekedési expozíciónak jobban kitett játszótérek tapaszalták a legmagasabb szennyezettséget (19).

A mai játszótérek, „a hinta gömbölyded formájú, lágy anyagból készül, alig lengedez, a tágas homokozóban kölyökkvár várja a pelenkás ostromlókat, puha műanyag réteg takarja a földet, ha netán fenékre huppanna egyik-másik apró gyerkőc”. Intézetünk kiemelten foglalkozik a lakosság - különösen az érzékeny populáció - egészségének a különböző, káros környezeti hatásokkal szembeni védelmével. Ennek kapcsán vetődött fel bennünk a kérdés, hogy jó helyen vannak-e ezek a szép játszóhelyek, ahol alkalmanként órákat töltenek a csöppségek „élénk mászkálással, futkosással”. Sajnos, sok játszótér található nagy forgalmú utak környezetében és jelenthet hosszú távon egészségügyi kockázatot az ott tartózkodó gyermekek és kismamák számára.

Vizsgálatunk célja volt, különböző forgalmú utak – *nagy forgalmú út mellett; nagy forgalmú úttól távol; közepes forgalom mellett; kis forgalom mellett; háttér* - környezetében található játszóterek levegőminőségének felmérése.

### Módszer

A nitrogén-oxidok ( $\text{NO}_x$ ) elsősorban a járművek üzemanyagának égéstermékeiből származnak, valamint az energia-termelésből és a fűtésből. A külső légtérben a nitrogén-monoxid (NO) gyorsan átalakul  $\text{NO}_2$ -á, a légkörben jelenlévő oxidáló anyagok hatására. Az  $\text{NO}_2$  koncentráció a közlekedés eredetű légszennyezés indikátor paramétere. A nitrogén-dioxid terhelés mérhetően magasabb közeli forgalmas utak környezetében, és hatással van a felnőttek és gyerekek légzőszerveinek állapotára (20).

A benzol legnagyobb forrását a benzinüzemű járművek belsőégésű motorjai jelentik, de szén és olajtüzelés, üzemanyag-töltő állomások, olajfinomítók és vegyi üzemek kibocsátása révén is kerül a környezeti levegőbe benzol (21). A benzol nagyon illékony szénhidrogén, és leginkább belégzés útján exponálódunk vele.

Egy tanulmányban, mely az illékony szerves vegyületek jelenlétét vizsgálta forgalmas utak mellett, városi háttér területen és vidéki környezetben, azt találták, hogy a közúti forgalom közelében a benzol és a toluol átlagos koncentrációja  $27$  és  $39\mu\text{g}/\text{m}^3$ , illetve a benzolterhelés gyakran magasabb, mint  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$  (22).

Angol kutatók monoaromás szénhidrogén terhelést mértek mozgó járművekben, és egy fix ponton az úton, illetve gyalogos expozíciót is vizsgáltak forgalmas utak mentén  $1\text{m}$ , és  $1,5\text{m}$  magasságban. A járművekben és az úton mért koncentrációk között kicsi eltérés mutatkozott, mely azt jelezte, hogy a járműben tapasztalható BTEX terhelés fő forrása a környező gépkocsik károsanyag-kibocsátása. Közúton és a járművekben a benzol és toluol szennyezettség többszöröse volt a városi háttérterületen mért értékeknek. A gyalogos expozíció is nagyobb mértékű volt a háttérterheléshez képest (23).

A játszóterek levegőkörnyezetének jellemzésére, a fentiek alapján, a közlekedési eredetű légszennyezettség jelenlétére utaló nitrogén-dioxidot és benzolt, mint általánosan elfogadott indikátorokat használtuk. Széles körben alkalmazzák mind a nitrogén-dioxid, mind a benzol szennyezettség mérésére a passzív mintavételi technikát. A  $\text{NO}_2$  passzív mintavételére *Palmes* típusú diffúziós mintavevő eszközöket használtunk, amelyekben a szorbens felület trietanol-aminnal impregnált, acélból készült szűrő volt (1. ábra). Az expozíciót követően a minták leoldása a szorbens felületéről ultra tiszta vízzel történt. Az oldat analízisét *Saltzman* módszer szerint végeztük, amely a nitrit ion kolorimetriás meghatározásán alapul. A diazo-reagens hozzáadását követően az oldat abszorbanciáját  $540\text{nm}$  hullámhosszon mértük, *Carry 50Scan* típusú UV/VIS spektrométerrel. A környezeti levegő  $\text{NO}_2$  koncentrációját a

minta NO<sub>2</sub> tartalmának, a mintavétel időtartamának, a diffúziós koefficiens, és a mintavevő eszköz geometriai paramétereinek ismeretében számítottuk ki.



**1. ábra:** „Palmes” típusú diffúziós mintavevő

**Fig 1:** *Palmes-type Diffusion Tube*

A benzol expozíció meghatározásához aktív szén szorbenssel töltött *Radiello* típusú diffúziós mintavevő eszközt használtunk (2. ábra). Az exponált minták szénhidrogén tartalmát szén-diszulfiddal történt deszorpció után gázkromatográfiás módszerrel határoztuk meg.



**2. ábra:** *Radiello* diffúziós mintavevő

**Fig. 2:** *The Radiello diffusive sampler*

A vizsgálatokat egy éven keresztül, 2010-2011. közötti időszakban, minden évszakban 2x1 hetes periódusokban végeztük. Összesen 24 játszótér felmérésére került sor Budapest területén. A játszótér méretének függvényében 3-5 mérőponton vizsgáltuk az adott terület nitrogén-dioxid terhelését, a benzol koncentrációk meghatározása egy ponton történt.

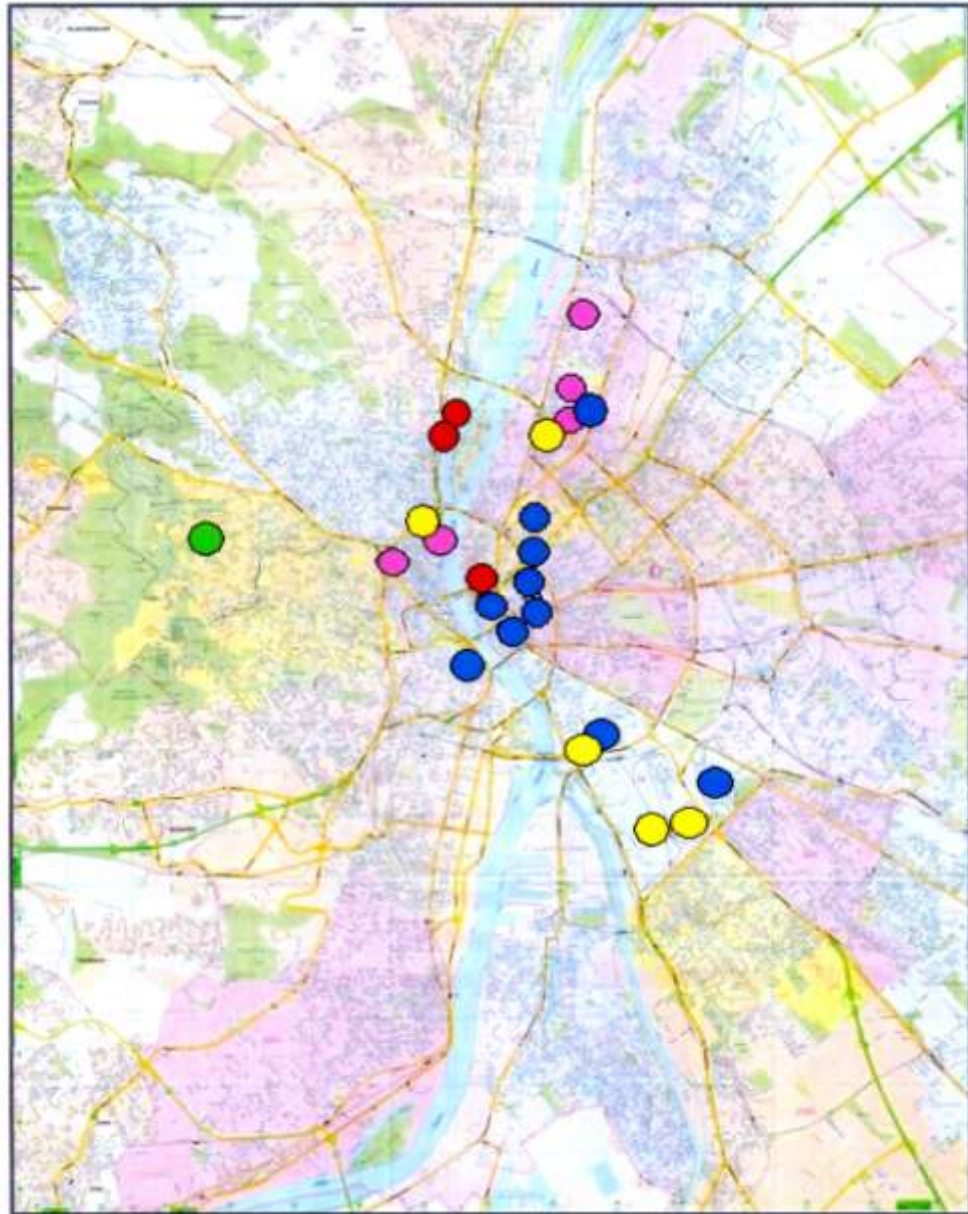
A vizsgált helyszíneket, a különböző forgalmú utak szerinti csoportosításban az *I. táblázat* mutatja be. A monitorozott játszótérek területi elhelyezkedését a *3. ábra* szemlélteti.

I. TÁBLÁZAT: A vizsgálati helyszínek megnevezése különböző játszótér kategóriák szerint

TABLE 1: The sampling sites in different category of the playgrounds

Játszótér típusa/Type of playground	Játszótér helye/Location of playground
Nagy forgalmú út mellett/Near high traffic	Hild tér V.
	Árpád Fejedelem u. III.
	Lajos u. 123 III.
Nagy forgalmú úttól távol/Away from high traffic	Fő u. 70. II.
	Csörsz u. 12. XII.
	Szobor u. XIII.
	Kassai tér XIV
	Ormos u. 10. XIV.
Közepes forgalmú út mellett/Near medium traffic	Tas vezér 1-5. XI
	Hunyadi tér- XIX
	József A. ltp.-IX
	Vezér u. 109 XIV
	Bajza u. VI
	Hunyadi tér VI.
	Klauzál tér VII.
	Kazinczy u. VII.
	Károlyi Kert V.
	Szabadság tér V.
Kis forgalmú út mellett/Near small traffic	Kerekerdő tér IX
	Orsolya u. XX.
	Gárdonyi Géza u. II.
	Pöstyén tér XVIII.
	Felvonulás tér XIV.
Háttér/Background	Normafa





Jelmagyarázat/ Legend:

- Nagy forgalmú út mellett/ Near high traffic
- Nagy forgalmú úttól távol/ Away from high traffic
- Közepes forgalmú út mellett/ Near medium traffic
- Kis forgalom mellett/ Near small traffic
- Háttér/ Background

**3. ábra:** Mérési helyszínek

**Fig 3:** Sampling locations

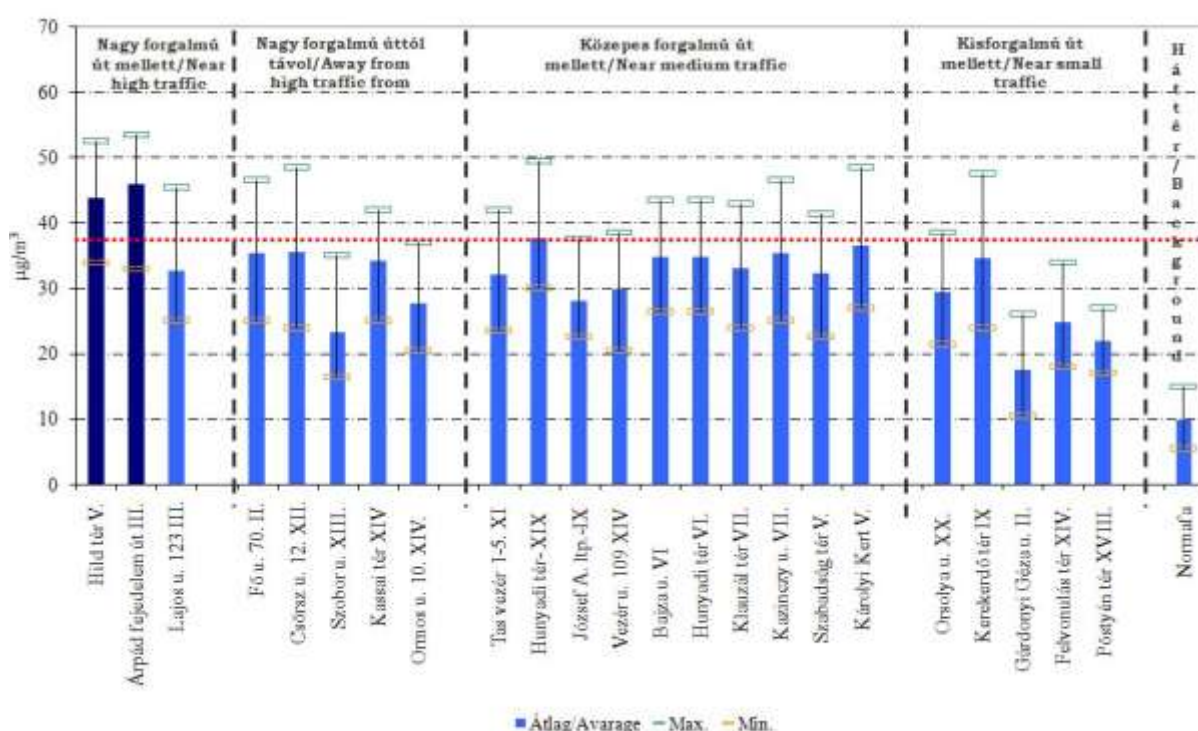
## Eredmények

A mérési eredményeket a terhelés mértéke, illetve a hatályos (4/2011. (I.14.) VM rendelet) éves egészségügyi határérték ( $\text{NO}_2$ :  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ , benzol:  $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) viszonylatában értékeltük.

### A játszóterek nitrogén-dioxid terhelése

A vizsgált szennyező anyag koncentrációjában lényeges különbségeket tapasztaltunk, attól függően, hogy milyen levegő környezetben került kialakításra az adott játszótér.

A 4. ábrán szemléltettük az egyes mérőpontokon mért éves  $\text{NO}_2$  terhelést, a játszóterek környezetében található, különböző forgalmú utak szerinti csoportosításban. Az éves határértéket meghaladó szennyezettséget eltérő színnel emeltük ki.



4. ábra: A vizsgálati helyszínek éves  $\text{NO}_2$  szennyezettsége

Fig 4: Annual average of  $\text{NO}_2$  pollution on each sampling points

A nagy forgalmú út mellett található, két játszótér (V., Hild tér és III., Árpád Fejedelem út.) éves  $\text{NO}_2$  terhelése 10-15%-kal meghaladta a vonatkozó egészségügyi határértéket. Abban az esetben, ha játszóterek nagy forgalmú úttól távolabb kerültek kialakításra ( $23\text{-}36\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), szennyezettségük hasonlóan bizonyult a közepes forgalmú utak mellett ( $28\text{-}38\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) létesített játszóterekhez.

A kisforgalmú utakkal övezett játszóterek esetében a beépítettségi viszonyok, és helyi emisszió források következtében az Orsolya u. és Kerekerdő tér esetében a közepes forgalmú



utakhoz hasonlóan alakult a nitrogén-dioxid terhelés. A többi játszótér, várakozásunknak megfelelően, alacsonyabb koncentrációk (18-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) jellemezték.

A Normafán található játszótéren játszhatnak a gyermekek a legjobb minőségű levegőkörnyezetben, hiszen itt az éves nitrogén-dioxid szint a vonatkozó higiénés normának mindössze 25%-át tette ki.

A játszótérek méretének függvényében, 3-5 mérőponton vizsgáltuk az adott terület nitrogén-dioxid terhelését. Egy nagy, és egy kis forgalmú út környezetében található játszóhelyek esetében mutatjuk be a mintavételi pontok elhelyezkedését és a mért értékeket az 5. ábrán. A játszótérek úttól távolabb eső részein 14-20%-kal alacsonyabb nitrogén-dioxid terhelést tapasztaltunk.

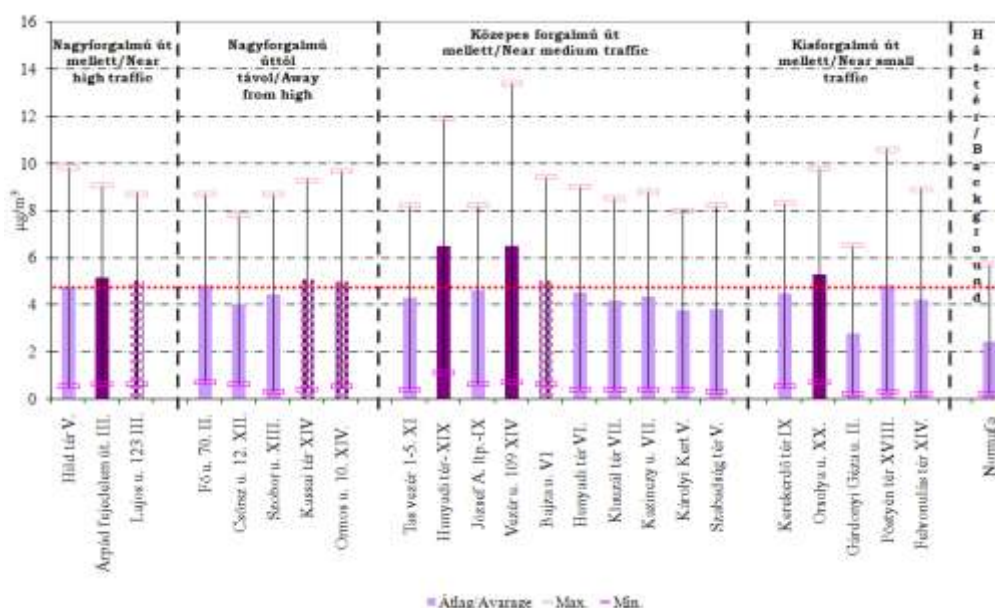
Árpád fejedelem út III./ Árpád fejedelem street III.

Gárdonyi Géza u. II./ Gárdonyi Géza street II.



5. ábra: A NO<sub>2</sub> szennyezettség területi eloszlása játszótérekben belül ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Fig. 5: Regional dispersion for NO<sub>2</sub> pollution in playgrounds ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



6. ábra: A vizsgálati helyszínek éves benzol szennyezettsége

Fig 6: Annual average of benzene pollution on each sampling location

### *A játszóterek benzol szennyezettsége*

A 6. ábrán szemléltetjük a vizsgálati helyszínek éves benzolterhelését, forgalomtípusonkénti bontásban. Az éves határértéket elérő, illetve meghaladó szennyezettséget eltérő színnel emeltük ki.

A benzol terhelés területi eloszlása kis mértékben eltért a nitrogén-dioxid esetében megfigyelt különbségektől.

A nagy forgalmú utak mellett kialakított játszóterek közül az Árpád Fejedelem úti (III.) játszótér éves benzol terhelése kismértékben meghaladta, a Lajos utcai (III.) pedig elérte a higiénés normát.

A nagy forgalmú utaktól távolabb az éves szennyezettség  $4-5\mu\text{g}/\text{m}^3$  között alakult, két játszóhely esetében érte el az egészségügyi határértéket.

A közepes forgalmú utakkal övezett játszóterek közül kettő (Hunyadi tér XIX., Vezér út XIV.) éves benzol terhelése 30%-kal meghaladta a higiénés normát, melynek hátterében a játszótér előtt található buszmegálló állhat. A többi esetben ( $3,8-5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) határérték túllépés nem fordult elő.

A kisforgalmú utak mellett létesített játszóterek esetében az Orsolya u. éves benzol szennyezettsége 6%-kal túllépte a vonatkozó egészségügyi határértéket, helyi emisszió forrás következtében. A többi játszótér terhelése ( $2,8-4,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a higiénés norma alatt.

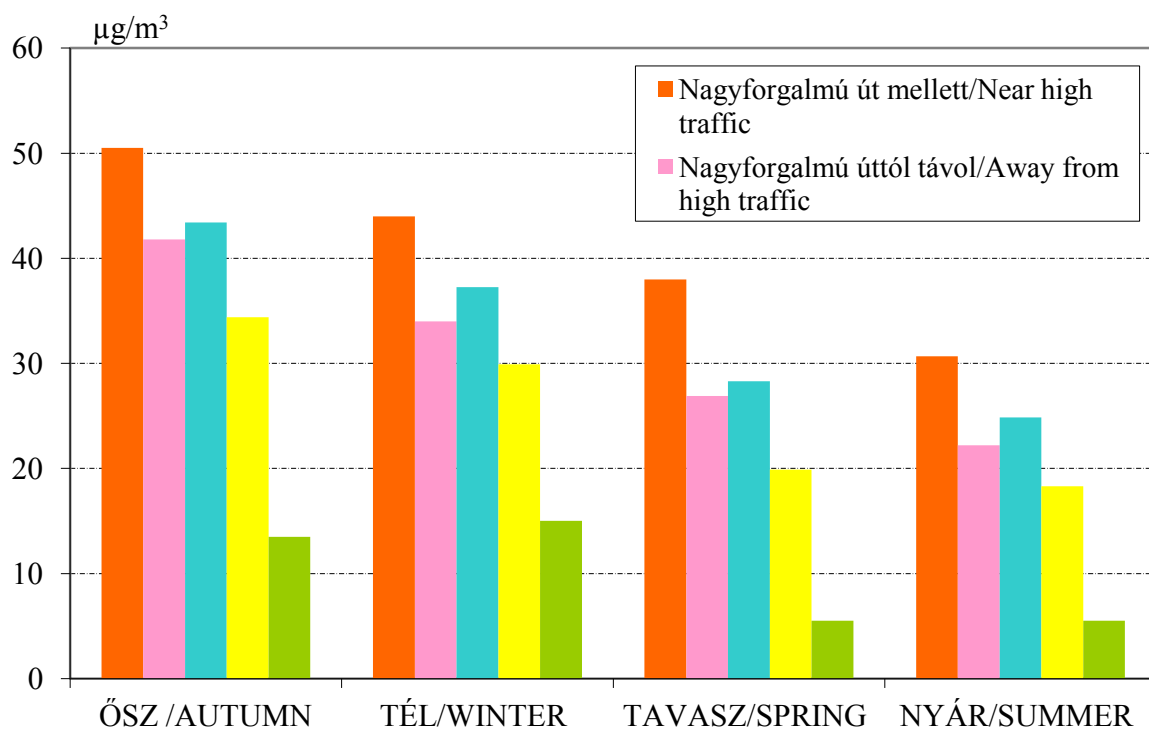
A Normafán található játszótér éves benzol szennyezettsége a megengedett szint felét sem érte el.

### *A levegőterheltség szezonális változása*

A 7. és 8. ábrán szemléltetjük az egyes vizsgálati időszakokban mért területi átlagszennyezettséget, a játszótereket jellemző forgalmi körülmények szerinti bontásban.

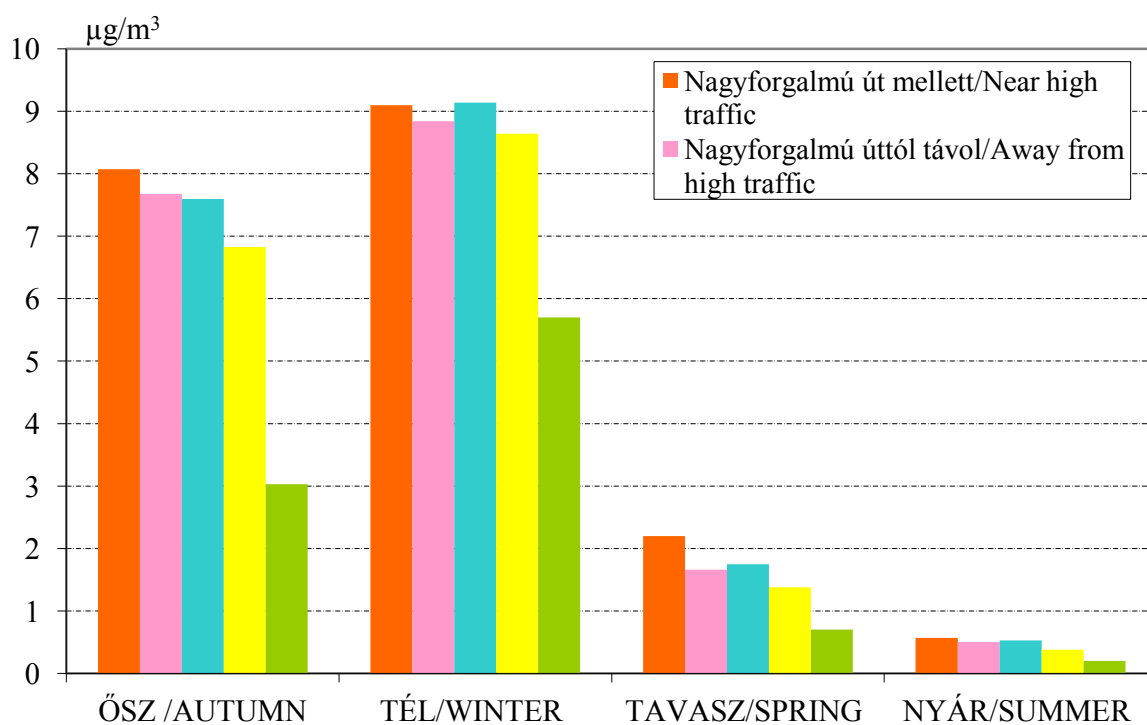
Nitrogén-dioxid esetében az őszi hónapokban tapasztaltuk a legmagasabb terhelést, valamennyi vizsgált játszótér vonatkozásában, a legkedvezőbb időszak a nyári hónapokban volt megfigyelhető, ezt az időszakot jellemző alacsonyabb közlekedési volumennek köszönhetően.

Megállapítható az is, hogy a benzol esetében, illékony tulajdonságának köszönhetően az őszi és téli hónapokban lényegesen nagyobb terhelési szint alakult ki, mint a másik két időszakban.



7. ábra: A nitrogén-dioxid szennyezettség szezonális változása

Fig 7: Seasonal variation of NO<sub>2</sub> pollution



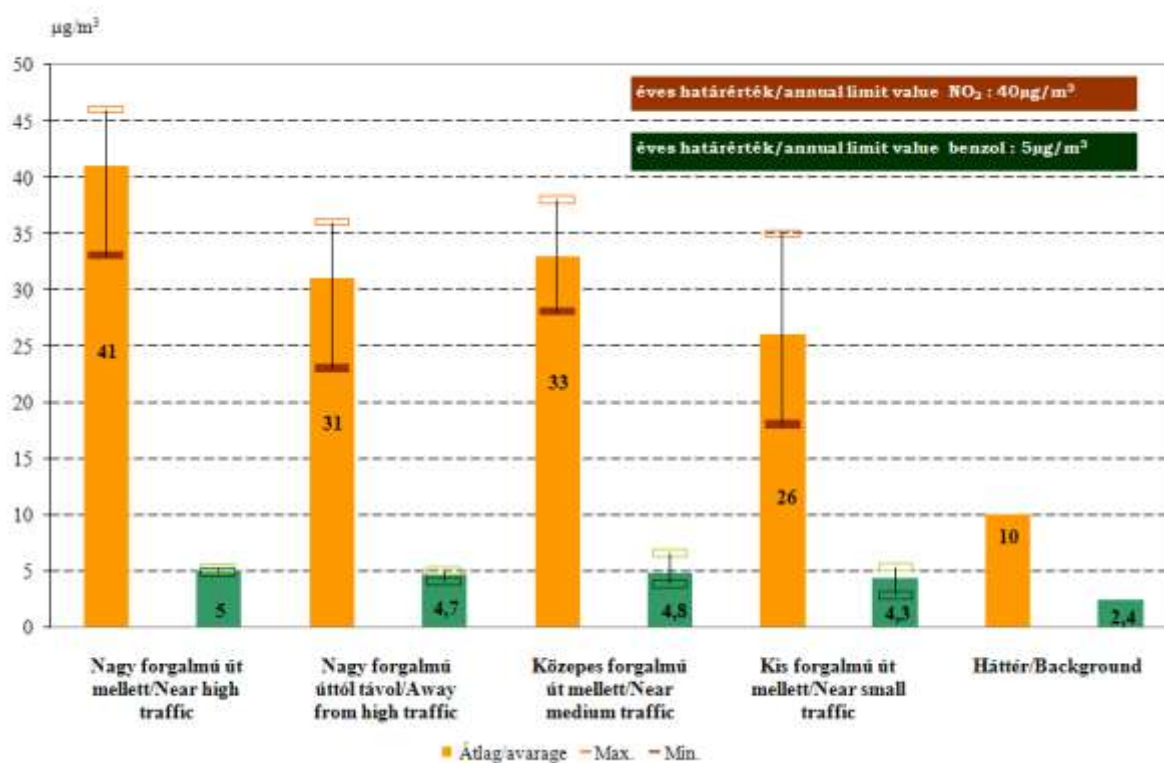
8. ábra: A benzol szennyezettség szezonális változása

Fig 8: Seasonal variation of benzene pollution

## Megbeszélés

A **nitrogén-dioxid** és a **BTEX** szennyezettség területi eloszlásában is megfigyelhető különbségek háttérben az áll, hogy a városi levegő minőségét jelentős mértékben meghatározza a helyi emisszió források és a közúti közlekedés kibocsátása, forgalmas útvonalak mentén nagyobb levegőterhelés várható. Az utak mentén kialakuló légszennyezettséget az utat szegélyező épületek és az úttest másik oldalán lévő házak méretei, közöttük lévő távolság (utca „kanyon” jellege), terek jelenléte is jelentősen befolyásolhatja. Az úttól távolodva, fás-bokros és jobban átszellőző környezetben, illetve magas épületek mögött kedvezőbb levegőminőség tapasztalható.

A **nitrogén-dioxid** tekintetében a *nagy forgalmú út mellett* található játszóterek éves terhelése kismértékben (2,5%-kal) meghaladta a vonatkozó egészségügyi határértéket (lásd 9. ábra). A belvárosban, beépített környezetben lévő, *közepes forgalmú utakkal* övezett játszóterek éves nitrogén-dioxid szennyezettsége ( $33\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) közel hasonlóan bizonyult a *nagy forgalmú úttól távolabb* épített játszóterekéhez ( $31\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). A *kisforgalmú utak mellett*, illetve a *háttérnek* tekinthető környezetben található játszóhelyek terhelése a megengedett szint 65, illetve 25%-át érte el.



9. ábra: A nitrogén-dioxid és a benzol területi éves átlagszennyezettsége forgalomtípusok szerint

Fig 9: Regional annual average for NO<sub>2</sub> and benzene pollution of traffic grouped by type

Ha a forgalmas utak mellett telepített játszótereken mért szennyezettséget együtt tekintve vetjük össze az úttesttől távol telepített, zöldövezetben található játszóhelyek terhelésével, megállapítható, hogy a nagy forgalmú útvonalak mentén játszó gyerekek és kismamák hosszú távú NO<sub>2</sub> expozíciója 4-szer magasabb.

A **benzol** éves átlagszennyezettsége a *nagy forgalmú út mellett* található játszóterek esetében elérte, a *nagy forgalmú úttól távolabb*, illetve a *közepes forgalmú utakkal* övezett játszóterek tekintetében megközelítette (4,7 és 4,8µg/m<sup>3</sup>) a higiénés normát (lásd 9. ábra). A *kisforgalmú utak mellett* található játszóterek benzol terhelése is a megengedett éves szint 86%-át tette ki. Egyedül a *háttérnek* tekinthető környezetben található játszóhely (Normafa, 2,4µg/m<sup>3</sup>) benzol szennyezettsége volt közepesnek mondható. Hangsúlyozandó, hogy a Normafát jellemző levegő környezethez képest a nagy forgalmú utak mellett kialakított játszóterek éves benzol terhelése 2-szer magasabbnak bizonyult a monitorozott évben.

### Következtetés

Összehasonlítva az öt különböző típusú forgalmi környezetben található játszótereken végzett vizsgálatok eredményeit megállapítottuk, hogy nitrogén-dioxid tekintetében a *nagy forgalmú utak* közelében épített játszóterek terhelése a legmagasabb. A legkedvezőbb helyzetet, amint az várható volt, a *kis forgalmú utak* mellett és a *háttér* típusú környezetben lévő játszóterek esetében tapasztaltuk. Egészségi kockázatot nem jelentő benzol expozíciót csak a Normafán, illetve a Gárdonyi Géza utcában (II. kerület, zöldövezet) található játszótereken mértünk, a többi helyszínen a benzol, daganatkeltő hatása miatt komoly kockázatot jelenthet az ott tartózkodók számára.

A gyermekek - mint érzékeny populáció - egészségének preventív védelme érdekében javasoljuk a meglévő játszóterek levegőminőségének felmérését és annak a szülők számára történő on-line közzétételét. Fontosnak tartjuk és javasoljuk, hogy a játszóterek tervezési előírásai között szerepeljenek levegőminőségi szempontok is, hogy a felnövő generáció olyan levegőkörnyezetben játszhasson, mely nem jelent kockázatot számára.

### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetünket fejezzük ki az OKI, Levegőhigiénés Osztály munkatársainak, Sebesi Imrénének, Lőkös Ferencnek, és Mezőffy Lajosnének, akik aktívan részt vettek a mintavételekben. Köszönettel tartozunk a Talajhigiénés osztályról Kment Ferencnének a benzol minták analízisében végzett munkájáért.



## IRODALOM

## REFERENCES

1. *Brunekreef, B., Holgate, S.* Air pollution and health. *The Lancet*, 2002. 360.1233-1242
2. *Heinrich, J., Wichmann, H.E.*: Traffic related pollutants in Europe and their effect on allergic disease. *Current Opinion in Allergy&Clinical Immunology*, 2004. 4. 341-348
3. *Pope, C.A., Dockery, D.W.*: Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association* 2006. 56. 709-742
4. WHO, 2006. Air Quality Guidelines Global Update 2005, Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulphur Dioxide. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen
5. *Rückerl, R., Schneider, A., Breitner, S., et al.*: Health effects of particulate air pollution: A review of epidemiological evidence. *Inhalation Toxicology*, 2011. 23(10). 555-592
6. *Károlyi Alice, Rudnai P., Várkonyi T.*: A környezeti ártalom szerepe a légzőszervi megbetegedésekben, In: Népegészség, orvos, társadalom (szerk. *Glatz F.*), Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 1998. 181-201.
7. *McCunney*: Asthma, genes and air pollution. *J Occup Environ Med*, 2005. 47(12). 1285-91
8. *Brook, R. D., Franklin, B., Cascio, W. et al.*: Air pollution and cardiovascular disease. *Circulation*. 2004. 109(21). 2655-2671
9. *Kunzli, N., Kaiser, R., Medina, S. et al.*: Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *The Lancet*. 2000. 356. 795-801.
10. Assessing the public health impacts of urban air pollution in 25 European cities: Results of the Aphekom project. *Science of the Total Environment*. 2013. 449. 390-400
11. *Edwards, J., Walters, S., and Griffiths, R. K.*: Hospital admissions for asthma in preschool children. *Archives of Environmental Health*. 1994. 49(4). 223- 227
12. *English, P., Neutra, R., Scalf, R. et al.*: Examining associations between childhood asthma and traffic flow using a geographic information system. *Environmental Health Perspectives*. 1999. 107(9). 761- 767
13. *Lin, M., Stieb, D. M., and Chen, Y.*: Coarse particulate matter and hospitalization for
14. respiratory infections in children younger than 15 years in Toronto: A case-crossover analysis. *Pediatrics*, 2009. 116(2). 235-240
15. *Gilmour M.I, Jaakkola M.S, London S.J. et al.*: How exposure to environmental tobacco smoke, outdoor air pollutants and increased pollen burdens influences the incidence of asthma. *Environ Health Perspect*. 2006. 114. 627-633
16. *Brunekreef, B. et al.*: Air pollution from truck traffic and lung function in children living near motorways. *Epidemiology*. 1997. 8. 298-303
17. *Lin, S. et al.* Childhood asthma hospitalization and residential exposure to state route traffic. *Environ Res*. 2002. 88. 73-81

18. *Kim, J.J. et al.*: Traffic-related air pollution near busy roads: the East Bay Children's Respiratory Health Study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2004. 170(5). 520-526
19. *McConnell, R. et al.*: Traffic, Susceptibility, and Childhood Asthma. *Environmental Health Perspectives*. 2006. 114(5). 766–772.
20. *Ozdemir H. et al.*: Case study of PM pollution in playgrounds in Istanbul. *Theor Appl Climatol*. 2012. 108. 553–562
21. *Gilbert, N. L., Goldberg, M. S., Brook, J. R., et al.*: The influence of highway traffic on ambient nitrogen dioxide concentrations beyond the immediate vicinity of highways. *Atmospheric Environment*, 2007. 41(12). 2670– 2673
22. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). *Toxicological Profile for Benzene*. U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta, GA. 2007.
23. *Kerbachi R., Boughedaoui M., Bounoua L., et al.*: Ambient air pollution by aromatic hydrocarbons in Algiers. *Atmospheric Environment*. 2006. 40(21). 3995–4003.
24. *Pei-Ling Leung and Harrison R M*: Traffic-related exposure to benzene and toluene. *International Journal of Vehicle Design*