

Szakértői vélemény

**Xanga Green Borsz Kft. Logisztikai Inkubátor Épület (Debrecen 0237/399
Hrsz.) üzemelése során a közúti közlekedés levegővédelmi hatásainak
meghatározásáról**

Készítette:

Béres András Ph.D.
levegőtisztaság-védelmi szakértő
Szakértői engedély száma: SZKV-le 13-12471

Pécel, 2024. augusztus 26.

1. A légszennyező anyagok légköri terjedését leíró matematikai modell

A terjedési vizsgálatok alapja a légszennyező anyagok légköri terjedését leíró diszperziós modell. A járműfolyam mint vonalforrás okozta szennyezés terjedésének számítását az MSZ 21459/2 számú szabvány tárgyalja. A számítást az alábbi esetekben lehet alkalmazni:

- közel egyenes vonalon, azonos szinten, egyenletes sebességgel mozgó járművek esetén,
- végtelen hosszúnak tekinthető vonalforrás esetén,
- a felszínközeli koncentráció meghatározására (azaz a függőleges irányú immisszió változás nem számítható)
- gázállapotú szennyezőanyagok és 10 µm-nél kisebb átmérőjű szilárd részecskék esetén,
- ha a szélirány és a vonalforrás által bezárt szög 15 fokkal egyenlő vagy nagyobb (az úttal közel párhuzamos szélirány esetén nem használható)
- 1 m/s-nál gyengébb légáramlás esetén 1 m/s-os értékkel számolunk.

Folytonos vonalforrás gázállapotú szennyezőanyag kibocsátása következtében a rövid idejű (1 óra) átlagolási időtartamra vonatkozó koncentrációt (C) a felszínközeli receptorpontban a következőképpen határozzuk meg:

$$C = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{E}{\sin \alpha \cdot \sigma_{zv} \cdot u} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{H}{\sigma_{zv}}\right)^2\right] \cdot \exp\left(\frac{0,693 \cdot x}{u \cdot T_{1/2}^{SZ}}\right) \cdot \exp\left(\frac{0,693 \cdot x}{u \cdot T_{1/2}^A}\right) \cdot \exp\left(\frac{0,693 \cdot x}{u \cdot T_{1/2}^N}\right) \mu\text{g}/\text{m}^3$$

az egyenletben:

- d a receptorpontnak a vonalforrástól való merőleges távolsága [m];
- E folytonosan működő vonalforrás rövid időtartamra vonatkozó gázállapotú szennyezőanyag emissziója [$\mu\text{g}/(\text{s} \times \text{m})$];
Az emissziós faktor (g/km) és a vizsgált időszak (pl. 1 óra) alatt áthaladó járműszám szorzataként - a mértékegységek megfelelő átszámításával - állítjuk elő;
- $f\theta(u, S)$ a vizsgált időszakban a θ szélirány, az u szélssebesség és az S légköri stabilitás-indikátor együttes előfordulásának relatív gyakorisága;
- H a vonalforrás kibocsátásának effektív magassága [m] ha a vonalforrás gépkocsi, akkor értéke 0,3 m;
- S a rövid időtartamra jellemző légköri stabilitás-indikátor;
- $T_{1/2}^A$ a gázállapotú szennyezőanyag kémiai átalakulásának mértékét jellemző felezési idő [s];
- $T_{1/2}^N$ a gázállapotú szennyezőanyag nedves ülepedésének mértékét jellemző felezési idő [s];
- $T_{1/2}^{SZ}$ a gázállapotú szennyezőanyag száraz ülepedésének mértékét jellemző felezési idő [s];
- u folytonos vonalforrás füstfáklyájára jellemző szélssebesség rövid időtartam alatti középértéke [m/s];
- $x = d / \sin \alpha$ a receptorpontnak a vonalforrástól való szélmenti távolsága [m];
- α a szélirány és a vonalforrás által bezárt szög;
- σ_{zo} a függőleges irányú kezdeti szóródási együttható [m];
Ha a vonalforrás gépkocsi, akkor értéke 1,5;
- $\sigma_{zv} = (\sigma_{zo}^2 + \sigma_z^2)^{1/2}$ folytonos vonalforrás esetén a füstfáklya függőleges turbulens szóródási együtthatója [m];
- σ_z folytonos pontforrás esetén a füstfáklya függőleges turbulens szóródási együtthatója (MSZ 21457/4, kiterjesztve 100 m-nél kisebb távolságra) [m];

Mivel a számítás útközeli pontokra történik, a terjedés ideje rövid, ezért sem ülepedéssel, sem kémiai átalakulással nem kell számolni. A számítást száraz időre végezzük, így a nedves ülepedéssel sem számolunk. Ezért az egyenlet az alábbira egyszerűsödik:

$$C = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{E}{\sin \alpha \cdot u \cdot \sigma_{zv}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{H}{\sigma_{zv}} \right)^2 \right] \quad \mu\text{g}/\text{m}^3$$

A σ_z értékét a szabvány szerint többféle módon határozhatjuk meg. Általános esetben az alábbi képlettel (MSZ 21457/4):

$$\sigma_z = 0,38 p^{1,3} \left(8,7 - \ln \frac{H}{z_0} \right) x^{1,55 \exp(-2,35 p)} \quad (\text{m})$$

ahol:

- p a szélprofil egyenlet kitevője;
- H a kibocsátás effektív magassága, m;
- z_0 az érdességi paraméter, m;
- x a kibocsátó forrástól való szélmenti távolság, m.

Az MSZ 21457/4 sz. szabvány megfogalmazása szerint, ha a vonalforrás gépkocsi, akkor nagyforgalmú utaktól 400 m távolságon belül a gépjárművek mozgása által keltett σ_z diszperziós jellemző (empirikus) értékei a terepmérések adatai alapján az alábbi táblázatban közöltek szerint alakulnak.

Gépjárműforgalomból származó légszennyezés vertikális diszperziójának mértéke a vizsgált útszakasztól távolodva

x [m]	kezdeti érték	20	50	100	200	400
Hiba! A hivatkozási forrás nem található. z [m]	1,5	12	33	65	130	330

A táblázat alapján megállapítható, hogy a σ_z az x függvényében 200 méterig gyakorlatilag lineárisan változik (ennél nagyobb távolsággal a hatásvizsgálat során általában nem számolunk), így leírható a

$$\sigma_z = k_1 \times x$$

kifejezéssel, ahol k_1 = konstans (200 m-es távolságig kb. 0,65-nek vehető). Számításaink során σ_z értékét ennek a lineáris egyenletnek megfelelően határoztuk meg.

2 A kibocsátó forrás jellemző adatai, a modell kiinduló paramétereinek meghatározása

A Xanga Green Borsz Kft. Logisztikai Inkubátor Épület Debrecen külterületén (Debrecen 0237/399 Hrsz.) kerül kialakításra. A telephely a Csonka János utca felől közelíthető meg. A telephely üzemeléséhez kapcsolódóan a várható legnagyobb napi teherszállítási forgalom 15 db teherjármű, amely a megközelítési útvonalon a be- és kihajtást is figyelembe véve napi 30 j/nap forgalomterhelés növekedést eredményez. Napi 12 óra szállítási időt feltételezve ez a megközelítési útvonalon 3 j/h teherjármű forgalomterhelés növekedést okoz.

A tehergépkocsik esetén a vizsgált haladási ill. szállítási útvonalon a közlekedési körülményeket is figyelembe véve a feltételezett átlagos haladási sebesség 30 km/h. A várható emisszió számításához a Közlekedéstudományi Intézet Zrt. által meghatározott fajlagos értékeket használtuk fel, ennek megfelelően a vizsgált légszennyező anyagok esetén a figyelembe vett fajlagos kibocsátási tényezők a következők.

Teherjárművek:

- Szén-monoxid 6,02 g/km;
- Nitrogén-oxidok 3,34 g/km;
- Szilárd anyag 0,25 g/km;
- Szénhidrogének (CH) 0,37 g/km.

A vizsgált telephelyen létesítésre kerül 23 db normál méretű személygépkocsi parkoló és 7 db parkoló kisteherautók számára is. Ezen parkolók esetén azt feltételeztük, hogy a reggeli időszakban 1 óra alatt ezek fele megtelik, azaz ez a megközelítési útvonalon 15 j/h személygépkocsi ill. kisteherautó forgalomterhelés növekedést eredményez. A személygépkocsik esetén a vizsgált szállítási útvonalon a közlekedési körülményeket is figyelembe véve a feltételezett átlagos haladási sebesség szintén 30 km/h. A várható emisszió számításához a Közlekedéstudományi Intézet Zrt. által meghatározott fajlagos értékeket használtuk fel, ennek megfelelően a vizsgált légszennyező anyagok esetén a figyelembe vett fajlagos kibocsátási tényezők a gépkocsik esetén a következők:

Személygépkocsik:

- Szén-monoxid 4,24 g/km;
- Nitrogén-oxidok 0,416 g/km;
- Szilárd anyag 0,03 g/k;
- Szénhidrogének (CH) 0,47 g/km.

Adott légszennyező anyagra vonatkozóan az összes emissziót a következők szerint állíthatjuk elő:

$$E = \frac{\text{Fajlagos emisszió} \left(\frac{\text{g}}{\text{km}} \right) \cdot \text{Forgalmiadat} \left(\frac{\text{gépjármű}}{\text{h}} \right)}{1000 \left(\frac{\text{m}}{\text{km}} \right) \cdot 3600 \left(\frac{\text{s}}{\text{h}} \right)} \left[\frac{\text{g}}{\text{s} \cdot \text{m}} \right]$$

A vizsgált szállítási útvonalon az út szélén kialakuló légszennyező anyag koncentráció növekedést határoztuk meg az üzemeléshez köthető személygépkocsi forgalom terhelés növekedés hatására. A terjedés vizsgálata során az útszakaszra merőleges szélirányt vettünk figyelembe, a kibocsátás magasságát 0,3 m-re vettük fel. A vizsgált területen a talajszinten (2 m magasságban) mért szélgyakoriság értékek ismeretében a súlyozott átlagos szélesebbesség 3 m/s. A terjedés vizsgálata során a leggyakoribb meteorológiai viszonyokat vettük figyelembe, ennek megfelelően a légköri stabilitást semleges (D ill. S6) stabilitási kategóriával jellemeztük. A szélesebbesség-profilegységet exponense erre a stabilitási kategóriára vonatkozóan $p=0,282$. A vizsgálatok során a z_0 érdességi paraméter értékét 0,5 m-re (enyhén tagolt, részben létesítményekkel, növényzettel borított terület) vettük fel. A környezeti levegő feltételezett átlagos hőmérséklete 283 K.

Alap levegőterheltség

A 306/2010. (XII. 23.) Korm. rendelet előírja, hogy új légszennyező források létesítése, meglévő forrás üzemelése esetén a levegőterheltség alapállapotát meg kell határozni. A fenti jogszabály 9. § (1) bekezdése szerint a Magyar Köztársaság területén a levegőterheltségi szintet és a légszennyezettségi határértékek betartását az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (a továbbiakban: OLM) vizsgálja. A vizsgált telephelyhez legközelebb található OLM mérőállomás a Debrecen2 mérőállomás (Nagyerdei krt. 98. (Klinika), külvárosi háttér

mérőállomás), a vizsgált környezetben az alap levegőterheltséget ezen mérőállomás 2022. évi mérési eredményei alapján határoztuk meg. Az éves alap levegőterheltség a szálló por (PM_{10}) esetén $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a nitrogén-dioxid esetén $11,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a szén-monoxid esetén pedig $488 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A szénhidrogének esetén a benzolt vettük figyelembe, ennek alap levegőterheltsége $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Debrecen, Kalotaszeg tér). A levegőminőségi mérések alapján a vizsgált környezetben a levegőminőség jónak tekinthető.

Levegőterheltségi szint egészségügyi határértékei

A vizsgált területre vonatkozó, egy órás egészségügyi határérték a nitrogén-dioxid esetén $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, szén-monoxid esetén $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a szálló por (PM_{10}) esetén a 24 órás egészségügyi határérték $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A benzol esetén a 24 órás egészségügyi határérték $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A nitrogén-dioxid koncentráció meghatározásakor – mivel a fajlagos kibocsátási adatok a nitrogén-oxidokra vonatkozó állnak rendelkezésre, de nitrogén-oxidokra jelenleg nem került meghatározásra egészségügyi határérték – a következő megfontolást vettük figyelembe. A nitrogén-oxidok és nitrogén-dioxid párhuzamos levegőterheltségi szint mérése alapján a nitrogén-oxidok koncentráció értéke hosszú időtartamot figyelembe véve átlagosan a nitrogén-dioxid koncentráció 1,7-szeresének felel meg. Ennek megfelelően a nitrogén-dioxid koncentráció értékének meghatározásakor ezt az arányt vettük figyelembe.

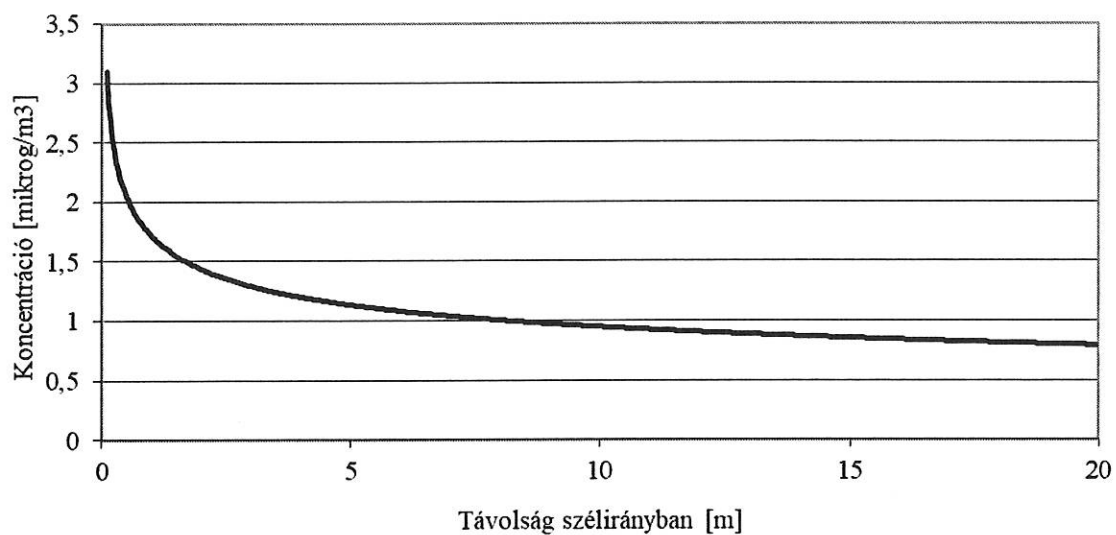
3. Vizsgálati eredmények

A vonalforrás esetén a hatásterület meghatározását a diffúz forrással azonos módon végeztük el. Helyhez kötött diffúz forrás hatásterülete a vizsgált diffúz forrás körül lehatárolható azon legnagyobb terület, ahol a diffúz forrás által maximális kapacitáskihasználás, ennek hiányában jellemző üzemállapot mellett kibocsátott - műszaki becsléssel meghatározható - légszennyező anyag terjedése következtében a légszennyező diffúz forrás környezetében a talajközeli és magaslégköri meteorológiai jellemzők mellett, a füstfáklya tengelye alatt a vonatkoztatási időtartamra számított várható talajközeli levegőterheltség-változás

- a) az egyórás (PM_{10} esetében 24 órás) légszennyezettségi határérték 10%-ánál nagyobb,
- b) a terhelhetőség 20%-ánál nagyobb (terhelhetőség: a légszennyezettségi határérték és az alap levegőterheltség különbsége),
- c) az egyórás (PM_{10} esetében 24 órás) maximális érték 80%-ánál nagyobb, vagy
- d) szagvédelmi hatásterület meghatározása esetén a tervezési irányértékkel egyenlő vagy annál nagyobb.

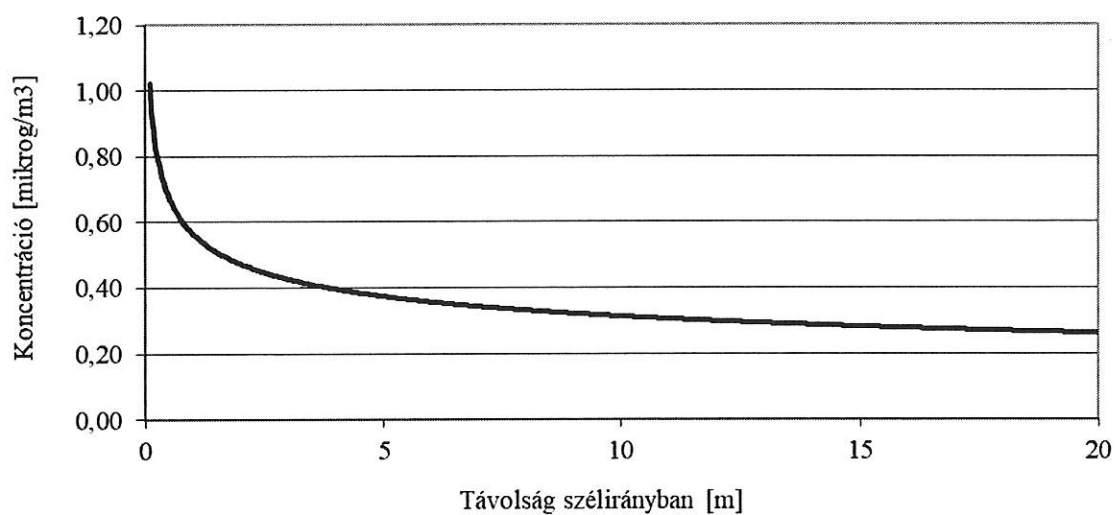
A vizsgált területen a korábban leírtaknak megfelelően a vizsgált légszennyező anyagok esetén a feltételezett az alap levegőterheltség a szálló por (PM_{10}) esetén $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a nitrogén-dioxid esetén $11,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a szén-monoxid esetén $488 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a benzol esetén pedig $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A nitrogén-dioxid esetén az órás egészségügyi határérték 10 %-a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a terhelhetőség $88,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ennek 20 %-a $17,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ugyanezek az adatok a szén-monoxid esetén: az órás egészségügyi határérték 10 %-a $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a terhelhetőség $9512 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ennek 20 %-a $1902 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A szálló por (PM_{10}) esetén a 24 órás egészségügyi határérték 10 %-a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a terhelhetőség $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ennek 20 %-a $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A benzol esetén a 24 órás egészségügyi határérték 10 %-a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a terhelhetőség $8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ennek 20 %-a $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Az elvégzett vizsgálatok eredményeit az 1-4. ábrák szemléltetik. Az ábrákon a vizsgált légszennyező anyagok rövid idejű (1 óra ill. szálló por (PM_{10}) esetén 24 óra) átlagolási időtartamra vonatkozó talajközeli koncentrációit mutatjuk be a vizsgált vonalforrás, megközelítési útvonal szélétől (az útpadkától) szélirányban távolodva. A hatásterület meghatározásához nyújt segítséget az 1. táblázat. Ezekben feltüntetésre kerültek a korábban megfogalmazott *a*, *b* és *c* pontok alapján meghatározott távolságok.



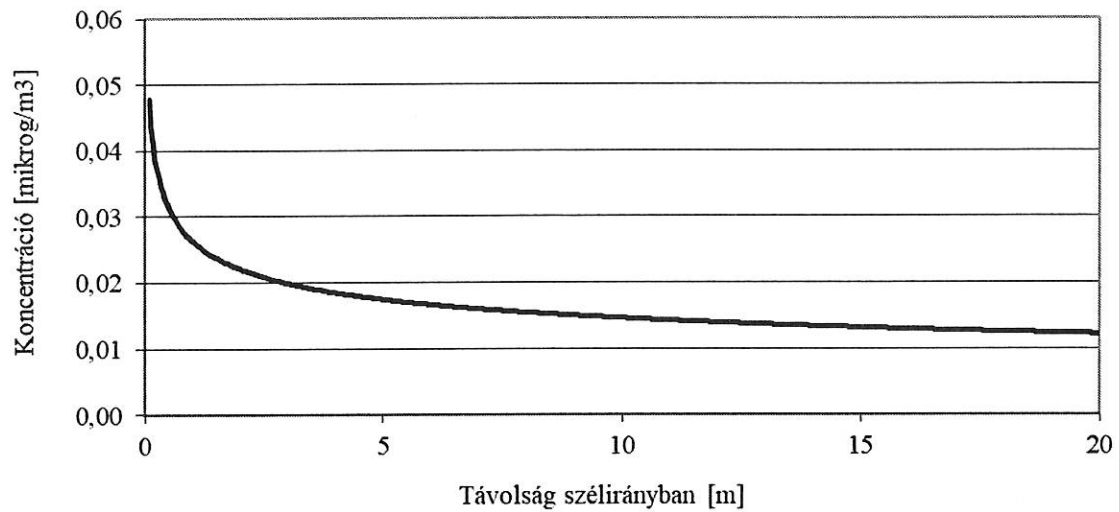
1. ábra

A szén-monoxid esetén a rövid idejű (órás) talajközeli légszennyezettség változás a vizsgált megközelítési útvonal szélétől szélirányban távolodva



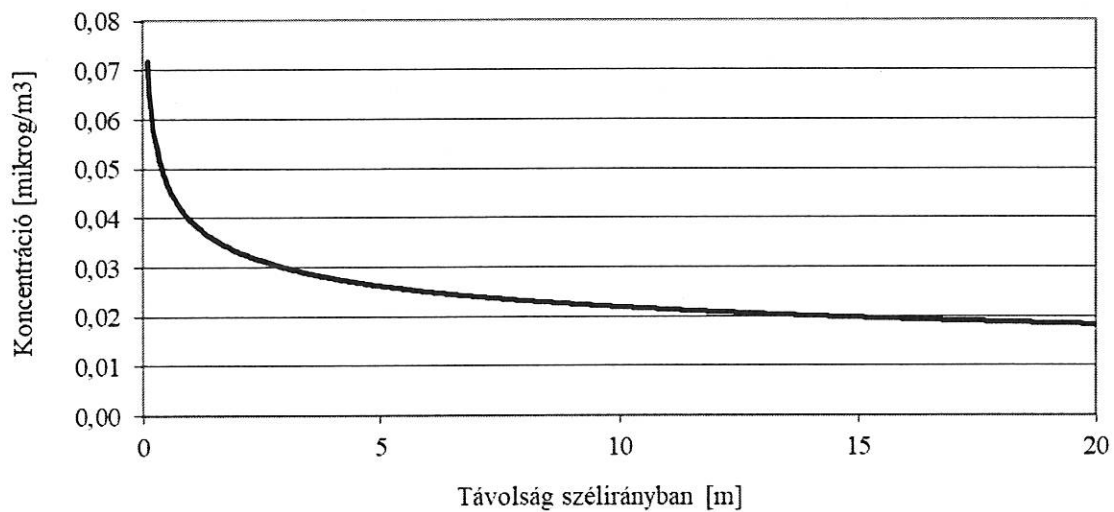
2. ábra

A nitrogén-dioxid esetén a rövid idejű (órás) talajközeli légszennyezettség változás a vizsgált megközelítési útvonal szélétől szélirányban távolodva



3. ábra

A szálló por (PM10) esetén a rövid idejű (24 órás) talajközeli légszennyezettség változás a vizsgált megközelítési útvonal szélétől szélirányban távolodva



4. ábra

A benzol esetén a rövid idejű (24 órás) talajközeli légszennyezettség változás a vizsgált megközelítési útvonal szélétől szélirányban távolodva

1. táblázat
A hatásterület meghatározása az egyes szempontok alapján

Légszennyező anyag	Kialakuló maximális koncentráció [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] az alap levegőterheltség nélkül (aránya a figyelembe vett légsz. határértékhez viszonyítva* [%])	A maximális koncentráció távolsága a forrástól [m]	a. [m]	b. [m]	c. [m]
Nitrogén-dioxid	1,05 (12,8 %)	0	**	***	0,3
Szén-monoxid	3,1 (4,9 %)	0	**	***	0,3
Szálló por (PM10)	0,048 (40 %)	0	**	***	0,3
Benzol	0,072 (14,7 %)	0	**	***	0,3

Jelmagyarázat:

Az a távolság, ahol a meghatározott koncentráció

a) az egy órás légszennyezettségi határérték 10 %-ánál nagyobb;

b) a terhelhetőség 20 %-ánál nagyobb (terhelhetőség: a légszennyezettségi határérték és az alap szennyezettség különbsége);

c) az egyórás (PM10 esetében 24 órás) maximális érték 80%-ánál nagyobb.

* az alap levegőterheltséget is figyelembe véve;

** a maximális koncentráció nem éri el a légszennyezettségi határérték 10 %-át;

*** a maximális koncentráció nem éri el a terhelhetőség 20 %-át.

A bemutatott vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a vizsgált vonalforrás levegővédelmi hatásterülete a vizsgált kibocsátásokhoz köthetően a c. esetben a legnagyobb, 0,3 méter. **Ennek megfelelően a vizsgált vonalforrás, mint légszennyező forrás meghatározott hatásterülete egy, a megközelítési útvonal szélétől (az útpadkától) számított 0,3 méteres sáv.**

Mindenképp hangsúlyozni szeretnénk, hogy a vizsgálati eredmények alapján feltételezhetően a nitrogén-dioxid, a szén-monoxid, a szálló por (PM10) és a benzol esetén a vonalforrás környezetében kialakuló összes rövid idejű légszennyező anyag koncentráció – az alap levegőterheltség figyelembevételével – még a vonalforrás közvetlen közelében sem közelíti meg a vonatkozó levegőterheltségi szint egészségügyi határértékeit. A kialakuló összes koncentráció (az alap levegőterheltség figyelembevételével) a működési terület határán a nitrogén-dioxid esetén a vonatkozó egészségügyi határérték 12,8 %-a, a szén-monoxid esetén 4,9 %-a, a szálló por (PM10) esetén 40 %-a, a benzol esetén pedig a 14,7 %-a. Az is megállapítható, hogy a vizsgált vonalforrás üzemelése, a vizsgált közúti forgalomterhelés növekedés elhanyagolható mértékű levegőterheltségi szint növekedést okoz.