

LÉGSZENNYEZŐ FORRÁSOK HATÁSTERÜLETÉNEK BECSLÉSE PROGRAM

A programot írta Nagy Tibor és Légrádi Attila.
Közép-Tisza vidéki Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi felügyelőség



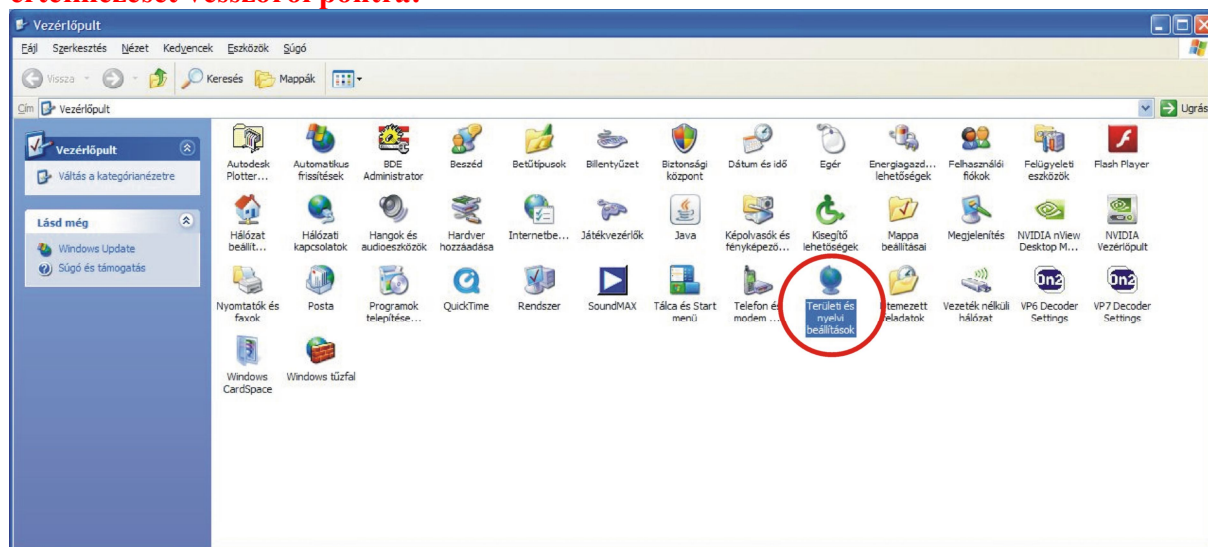
HASZNÁLATI UTASÍTÁS

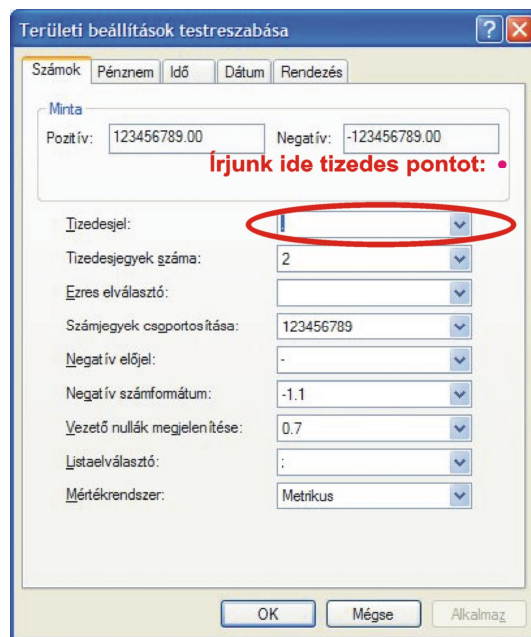
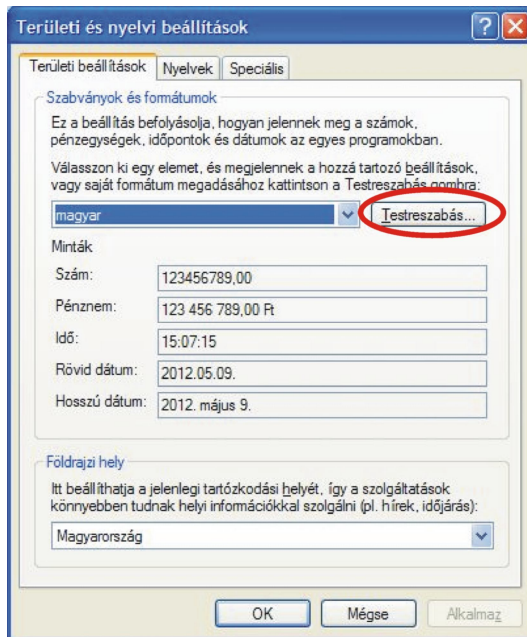
A program szabadon felhasználható és terjeszthető pontforrások, vonalas források és felületi források közvetlen hatástávolságának becslésére.

FONTOS!!!

A programot mindenki saját felelősségére használhatja, készítői semmilyen felelősséget nem vállalnak a használatból eredő bármilyen probléma miatt.

Mielőtt a programot használjuk, állítsuk át a VEZÉRLŐPULT/TERÜLETI ÉS NYELVI BEÁLLÍTÁSOK menüben a TESTRESZABÁS almenüben a tizedesjel értelmezését vesszőről pontra:





E nélkül a beállítás nélkül az 1-nél kisebb számokat nullának értelmezi a program, illetve az alábbi hibaüzenetet kapjuk: Run-time error '13': Type mismatch
 Szükséges konfiguráció: minimum Windows XP

Telepítés

A telepítéskor a **Hatastelepit.exe** fájlt kell futtatni és követni az utasításokat.

A telepítő a kiválasztott könyvtárba az alábbi fájlokat telepíti:

- **Pfminta_adatok.adatok** (szöveg fájl, a jegyzetömb programmal olvasható)
- **Pfminta_riport.riport** (szöveg fájl, a jegyzetömb programmal olvasható)
- **Vfminta_adatok.adatok** (szöveg fájl, a jegyzetömb programmal olvasható)
- **Vfminta_riport.riport** (szöveg fájl, a jegyzetömb programmal olvasható)
- **Ffminta_adatok.adatok** (szöveg fájl, a jegyzetömb programmal olvasható)
- **Ffminta_riport.riport** (szöveg fájl, a jegyzetömb programmal olvasható)
- **Hatastav.exe**
- **Hatasterulet.pdf**
- **PfhatHelp.chm**
- **VonalHelp.chm**
- **FFHelp.chm**

Futtatás

A programot a **Hatastav.exe** ikonra egérgattintással indíthatjuk el, s az alábbi nyitó ablak jelenik meg:



A megfelelő gombra kattintással indíthatók az egyes számítások, ill. a „Kilépés a programból” gombbal kiléphetünk az alkalmazásból.

Pontforrás hatásterületét számító eljárás

A programot a légszennyező pontforrások hatástávolságának a levegő védelméről szóló 306/2010. (XII.23.) Kormányrendelet 2.§. 14. a)-b) pontjaiban meghatározott kritériumok szerinti meghatározására lehet használni:

„14. helyhez kötött pontforrás hatásterülete: a vizsgált pontforrás körül lehatárolható azon legnagyobb terület, ahol a pontforrás által maximális kapacitáskihasználás mellett kibocsátott légszennyező anyag terjedése következtében a vonatkoztatási időtartamra számított, a légszennyező pontforrás környezetében fellépő leggyakoribb meteorológiai viszonyok mellett, a füstfáklya tengelye alatt várható talajközeli levegőterheltség-változás

a) az egyórás (PM₁₀ esetében 24 órás) légszennyezettségi határérték 10%-ánál nagyobb, vagy

b) a terhelhetőség 20%-ánál nagyobb.”

Több, egymáshoz közeli forrás esetén a térfogatáramok, az emissziók és a keresztmetszetek összeadódnak, a kilépési sebességnek és a magasságnak, valamint a hőmérsékleteknek az átlagát kell venni.

A **Pfminta-adatok.adatok szöveges** fájl betöltésével lehet tanulmányozni az eljárás működését.

Az számításhoz szükséges bemeneti adatokat a beviteli maszkban kell megadni (**1. ábra**):





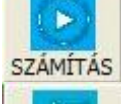



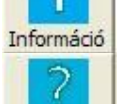


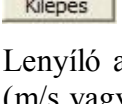


A programból csak a Kilépés gombra (Kilépés) kattintva lehet kilépni.

1. ábra Adatbeviteli maszk

Az adatbevitel után a beviteli mezőkből az Enter, a TAB billentyűkkel vagy egérrel lehet tovább lépni.

Az adatbeviteli menüsor gombjai:

	Új számítási feladat indítása.
	Szöveges fájlként mentett számítás megnyitása.
	A számítási eredmények elmentése szöveges fájlba. A program .TXT vagy .CSV kiterjesztésű állományban menti az adatokat.
	Az adatbevitel, ill. az eredmények elmentése képként. A felkínált lehetőségek: .BMP, .JPEG, .JPG, .PNG és .TIF formátumok.
	A számítások elvégzése.
	Az adatok és/vagy eredmények kinyomtatása képként.
	Az eredmények grafikus megjelenítése. E gombra kattintással az ún. grafikon ablak jelenik meg.
	Az input adatok és a számítási eredmények megjelenítése szöveges fájlban.
	Információk a programról.
	Help fájl megnyitása.
	A KÖTI-KTVF honlapjára ugrás, új Pfhath.exe verzió ellenőrzése.
	Kilépés a programból.

Lenyíló ablakokból választhatjuk ki a kilépő véggáz/füstgáz mennyiségének mértékegységét (m/s vagy m³/h), a kürtő/kémény kilépési keresztmetszetének mértékegységét (m vagy m²), a vizsgált területre jellemző légköri stabilitás indexét (S=1-7), valamint a felületi érdességet (z₀, m) (2., 3., 4., 5. ábrák).

PONTFORRÁSOK HATÁSTÁVOLSÁGÁNAK SZÁMÍTÁSA A 306/2011. (XII. 23.) KORMÁNYRENDELET 2.§ 14. A)-B) PONTJAI ALAPJÁN

Új Megnyitás Mentés Képmentés SZÁMÍTÁS Nyomtatás Grafikon Riport Információ Segítség Internet Kikapcsolás

A PROJEKT CÍME:

FIZIKAI KÉMÉNY/KÜRTŐ MAGASSÁG, h = m

KILÉPÉSI SEB., v (m/s) vagy TÉRFOGATÁRAM, V (m³/h) = m/s **KÉREM VÁLASSZON!**

KILÉPÉSI ÁTMÉRŐ, d(m) vagy KERESZTMETSZET, A(m²) = m **KÉREM VÁLASSZON!**

FÜSTGÁZ/VÉGGÁZ HŐMÉRSÉKLETE, ts (Celsius) = °C K

KÖRNYEZETI LEVEGŐ HŐMÉRSÉKLETE, th (Celsius) = °C K

A VIZSGÁLANDÓ LÉGKÖRI STABILITÁSI INDEX, S = 1.7 **KÉREM VÁLASSZON!**

A TERÜLETRE JELLEMZŐ FELÜLETI ÉRDESSÉG, z0 = m

MÉRT SZÉLSEBESSÉG, u = m/s SEBESSÉGMÉRÉS MAGASSÁGA A TALAJSZINTTŐL (SZABVÁNYOS MÉRÉS ESETÉN 10 M), m = m

A VIZSGÁLANDÓ LÉGSZENNYEZŐ ANYAG: **KÉREM VÁLASSZON!**

1 órás (PM10 esetén 24 órás) határérték µg/m³ Alap levegőterheltség µg/m³

EMISSZIÓ, E = g/h mg/s **A VIZSGÁLANDÓ TÁVOLSÁG (0 < X <= 32767 LEHET), X =** m

SZÁMÍTÁSOK 2012.11.22. 11:46 NUM CAPS INS Copyright © 2012 Nagy Tibor, Légrádi Attila KÖTI-KTVF, Szolnok

2. ábra A kilépési sebesség mértékegységének kiválasztása

PONTFORRÁSOK HATÁSTÁVOLSÁGÁNAK SZÁMÍTÁSA A 306/2011. (XII. 23.) KORMÁNYRENDELET 2.§ 14. A)-B) PONTJAI ALAPJÁN

Új Megnyitás Mentés Képmentés SZÁMÍTÁS Nyomtatás Grafikon Riport Információ Segítség Internet Kikapcsolás

A PROJEKT CÍME:

FIZIKAI KÉMÉNY/KÜRTŐ MAGASSÁG, h = m

KILÉPÉSI SEB., v (m/s) vagy TÉRFOGATÁRAM, V (m³/h) = m/s **KÉREM VÁLASSZON!**

KILÉPÉSI ÁTMÉRŐ, d(m) vagy KERESZTMETSZET, A(m²) = m **KÉREM VÁLASSZON!**

FÜSTGÁZ/VÉGGÁZ HŐMÉRSÉKLETE, ts (Celsius) = °C K

KÖRNYEZETI LEVEGŐ HŐMÉRSÉKLETE, th (Celsius) = °C K

A VIZSGÁLANDÓ LÉGKÖRI STABILITÁSI INDEX, S = 1.7 **KÉREM VÁLASSZON!**

A TERÜLETRE JELLEMZŐ FELÜLETI ÉRDESSÉG, z0 = m

MÉRT SZÉLSEBESSÉG, u = m/s SEBESSÉGMÉRÉS MAGASSÁGA A TALAJSZINTTŐL (SZABVÁNYOS MÉRÉS ESETÉN 10 M), m = m

A VIZSGÁLANDÓ LÉGSZENNYEZŐ ANYAG: **KÉREM VÁLASSZON!**

1 órás (PM10 esetén 24 órás) határérték µg/m³ Alap levegőterheltség µg/m³

EMISSZIÓ, E = g/h mg/s **A VIZSGÁLANDÓ TÁVOLSÁG (0 < X <= 32767 LEHET), X =** m

SZÁMÍTÁSOK 2012.11.22. 11:47 NUM CAPS INS Copyright © 2012 Nagy Tibor, Légrádi Attila KÖTI-KTVF, Szolnok

3. ábra A kilépési keresztmetszet mértékegységének kiválasztása

PONTFORRÁSOK HATÁSTÁVOLSÁGÁNAK SZÁMÍTÁSA A 306/2011. (XII. 23.) KORMÁNYRENDELET 2.§ 14. A)-B) PONTJAI ALAPJÁN

Új Megnyitás Mentés Képmentés SZÁMÍTÁS Nyomtatás Grafikon Riport Információ Segítség Internet Kikapcsolás

A PROJEKT CÍME:

FIZIKAI KÉMÉNY/KÜRTŐ MAGASSÁG, h = m

KILÉPÉSI SEB., v (m/s) vagy TÉRFOGATÁRAM, V (m³/h) = m/s **KÉREM VÁLASZSON!**

KILÉPÉSI ÁTMÉRŐ, d(m) vagy KERESZTMETSZET, A(m²) = m **KÉREM VÁLASZSON!**

FÜSTGÁZ/VÉGGÁZ HŐMÉRSÉKLETE, ts (Celsius) = °C K

KÖRNYEZETI LEVEGŐ HŐMÉRSÉKLETE, th (Celsius) = °C K

A VIZSGÁLANDÓ LÉGKÖRI STABILITÁSI INDEX, S = 1-7 **KÉREM VÁLASZSON!**

A TERÜLETRE JELLEMZŐ FELÜLETI ÉRDESSÉG, z0 = m

MÉRT SZÉLSEBESSÉG, u = m/s

A VIZSGÁLANDÓ LÉGSZENNYEZŐ ANYAG: **KÉREM VÁLASZSON!**

1 óras (PM10 esetén 24 óras) határérték µg/m³ Alap levegőterheltség µg/m³

EMISSZIÓ, E = g/h mg/s **A VIZSGÁLANDÓ TÁVOLSÁG (0 < X <= 32767 LEHET), X =** m

SZÁMÍTÁSOK 2012.11.22. 11:48 NUM CAPS INS Copyright © 2012 Nagy Tibor, Légrádi Attila KÖTI-KTVF, Szolnok

4. ábra A légköri stabilitás kiválasztása

PONTFORRÁSOK HATÁSTÁVOLSÁGÁNAK SZÁMÍTÁSA A 306/2011. (XII. 23.) KORMÁNYRENDELET 2.§ 14. A)-B) PONTJAI ALAPJÁN

Új Megnyitás Mentés Képmentés SZÁMÍTÁS Nyomtatás Grafikon Riport Információ Segítség Internet Kikapcsolás

A PROJEKT CÍME:

FIZIKAI KÉMÉNY/KÜRTŐ MAGASSÁG, h = m

KILÉPÉSI SEB., v (m/s) vagy TÉRFOGATÁRAM, V (m³/h) = m/s **KÉREM VÁLASZSON!**

KILÉPÉSI ÁTMÉRŐ, d(m) vagy KERESZTMETSZET, A(m²) = m **KÉREM VÁLASZSON!**

FÜSTGÁZ/VÉGGÁZ HŐMÉRSÉKLETE, ts (Celsius) = °C K

KÖRNYEZETI LEVEGŐ HŐMÉRSÉKLETE, th (Celsius) = °C K

A VIZSGÁLANDÓ LÉGKÖRI STABILITÁSI INDEX, S = 1-7 **KÉREM VÁLASZSON!**

A TERÜLETRE JELLEMZŐ FELÜLETI ÉRDESSÉG, z0 = m

MÉRT SZÉLSEBESSÉG, u = m/s

A VIZSGÁLANDÓ LÉGSZENNYEZŐ ANYAG: **KÉREM VÁLASZSON!**

1 óras (PM10 esetén 24 óras) határérték µg/m³ Alap levegőterheltség µg/m³

EMISSZIÓ, E = g/h mg/s **A VIZSGÁLANDÓ TÁVOLSÁG (0 < X <= 32767 LEHET), X =** m

SZÁMÍTÁSOK 2012.11.22. 11:49 NUM CAPS INS Copyright © 2012 Nagy Tibor, Légrádi Attila KÖTI-KTVF, Szolnok

5. ábra A felületi érdesség kiválasztása

Alaphelyzetben az alábbi szennyező anyagok közül választhatunk (6. ábra):

6. ábra A vizsgálandó szennyező anyag kiválasztása

Az **SO₂**, **CO**, **NO₂**, **NO_x**, **PM₁₀**, **TSPM** anyagok kiválasztásakor automatikusan töltődik be az 1 óras (PM₁₀ esetén a 24 óras) határérték. Ilyenkor csak az alapterheltséget kell/lehet megadni.

A határértékeket a 71/2012. (VII. 16.) VM rendelettel módosított 4/2011. (I. 14.) VM rendelet 1-2. sz. mellékletei szerint alkalmaztuk.

Egyéb anyagok esetén ezeket az értékeket meg kell adnunk.

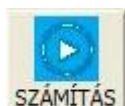
Az alap levegőterheltséget, ha mérések vannak a vizsgált területen, a <http://www.kvvm.hu/olm> honlapról lehet megadni, ahonnan megtudhatjuk az éves átlagos levegőterheltségeket.

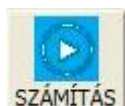
Ha a vizsgált területről nincsenek adataink, úgy jó közelítést jelenthetnek

- a hasonló méretű és adottságú települések adatai;
- nagyobb városban gáz alakú légszennyezők esetén az éves határérték 20-30%-a, por szennyező anyagnál (PM₁₀) az éves határérték 40-60%-a;
- kisebb településeken az éves határérték 10-25%-a, por szennyező anyagnál (PM₁₀) az éves határérték 20-40%-a;
- településen kívül az éves határérték 10%-a, por szennyező anyagnál (PM₁₀) az éves határérték 20%-a.

A vizsgát távolság maximális értéke $x=32767$ m lehet.

Számítások:



A számításokat a program a  gombra klikkelésre végzi el (7. ábra).

PONTFORRÁSOK HATÁSTÁVOLSÁGÁNAK SZÁMÍTÁSA A 306/2011. (XII. 23.) KORMÁNYRENDLET 2.§ 14. A)-B) PONTJAI ALAPJÁN

Új Megnyitás Mentés Képmentés SZÁMÍTÁS Nyomtatás Grafikon Riport Információ Segítség Internet Kilépés

A PROJEKT CÍME:

FIZIKAI KÉMÉNY/KÜRTŐ MAGASSÁG, h = m

KILÉPÉSI SEB., v (m/s) vagy TÉRFOGATÁRAM, V (m³/h) = m³/h **KÉREM VÁLASSZON!**

KILÉPÉSI ÁTMÉRŐ, d(m) vagy KERESZTMETSZET, A(m²) = m **KÉREM VÁLASSZON!**

FÜSTGÁZ/VÉGGÁZ HŐMÉRSÉKLETE, ts (Celsius) = °C K

KÖRNYEZETI LEVEGŐ HŐMÉRSÉKLETE, th (Celsius) = °C K

A VIZSGÁLANDÓ LÉGKÖRI STABILITÁSI INDEX, S = 1.7 **KÉREM VÁLASSZON!**

A TERÜLETRE JELLEMZŐ FELÜLETI ÉRDESSÉG, z0 = m

MÉRT SZÉLSEBBSÉG, u = m/s SEBESSÉGMÉRÉS MAGASSÁGA A TALAJSZINTTŐL (SZABVÁNYOS MÉRÉS ESETÉN 10 M), m= m

A VIZSGÁLANDÓ LÉGSZENNYEZŐ ANYAG: **KÉREM VÁLASSZON!**

1 óras (PM10 esetén 24 óras) határérték µg/m³ Alap levegőterheltség µg/m³

EMISSZIÓ, E = g/h mg/s **A VIZSGÁLANDÓ TÁVOLSÁG (0 < X <= 32767 LEHET), X =** m

SZÁMÍTÁSI EREDMÉNYEK

A VÉGGÁZZAL/FÜSTGÁZZAL TÁVOZÓ HŐTELJESÍTMÉNY, Qh = kW

EFFEKTÍV KIBOCSÁTÁSI MAGASSÁG, H = m

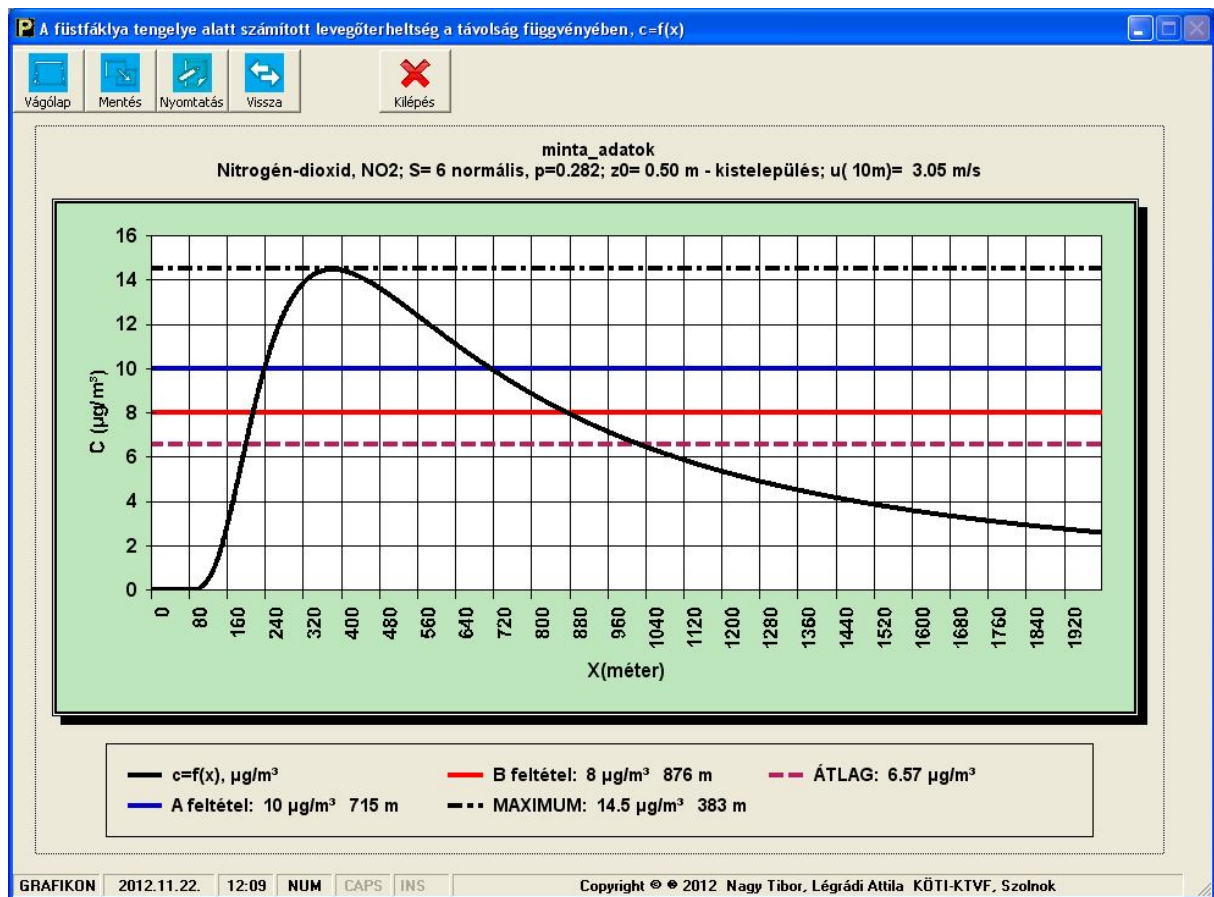
Maximum	<input type="text" value="14.5"/>	µg/m ³	Maximum helye	<input type="text" value="383"/>	m
"A" feltétel	<input type="text" value="10"/>	µg/m ³	Hatástávolság - "A"	<input type="text" value="715"/>	m
"B" feltétel	<input type="text" value="8"/>	µg/m ³	Hatástávolság - "B"	<input type="text" value="876"/>	m

SZÁMÍTÁSOK 2012.11.22. 12:08 NUM CAPS INS Copyright © 2012 Nagy Tibor, Légrádi Attila KÖTI-KTVF, Szolnok

7. ábra A számítási eredmények



A **Grafikon** gombra klikkelve a számítási eredményeket grafikusán is megjeleníthetjük (8. ábra).



8. ábra A számítási eredmények grafikus megjelenítése

Az grafikon ablak menüsora gombjai:



A grafikon vágólapra mentése, ahonnan bármely dokumentumba beilleszthető.

A grafikon elmentése kép fájlba. A felkínált lehetőségek: .BMP, .JPEG, .JPG, .PNG és .TIF formátumok.

A grafikon kinyomtatása.

Visszatérés a számításhoz.

Kilépés a programból.

A programból, ill. a grafikus ablakból való kilépéskor a program felkínálja az adatok, valamint a grafikon mentésének lehetőségét.

FÜSTFÁKLYA-MODELLEK JELLEMZŐI A GAUSS-FÉLE FÜSTFÁKLYA-MODELL ÉS HASZNÁLATA¹

A füstfáklya-modellek jellemzői

Általános jellemzés

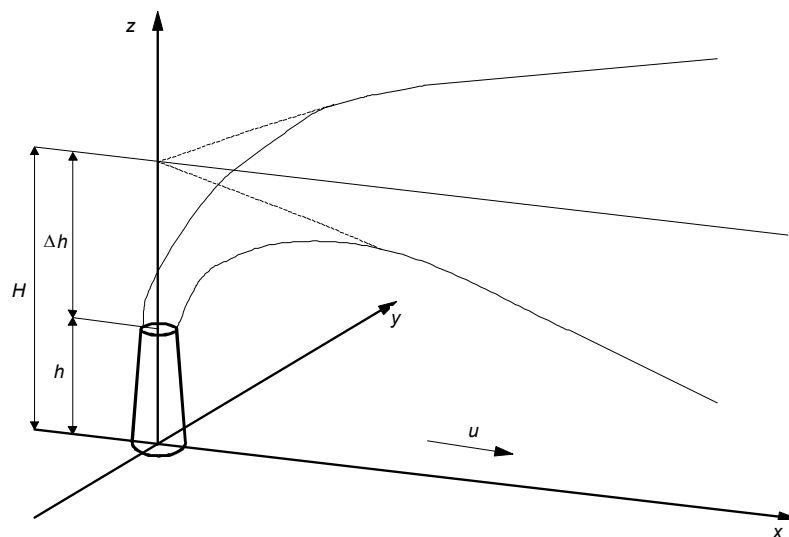
Az egyszerű füstfáklya modellek:

- egyedi kibocsátások közvetlen lokális hatásának vizsgálatára
- többnyire stacioner állapotok vizsgálatára
- sík felszín feletti terjedésre
- érvényesség: általában néhányszor tíz kilométerre, a stacioner kibocsátási és meteorológiai állapotok fennállásának idejére
- Nem vagy csak nehézkesen, pontatlanul használhatók komplex felszín feletti vagy extrém meteorológiai körülmények közötti terjedés követésére
- Feltételezik, hogy a kialakuló koncentráció arányos a forráserejével és fordítottan arányos a szélességgel
- A kiszélesedési folyamatot a szélmező turbulenciájának tulajdonítják
- Igen sokféle modell, ezek közül leginkább bevált: **GAUSS TÍPUSÚ MODELL**

Füstfáklya terjedése: igen bonyolult folyamat \Rightarrow egyszerűsítés: elkülönült vizsgálatok:

1/ füstszázló emelkedési szakasza - a kiszélesedést nem vizsgáljuk, de az emelkedésnek megfelelő "effektív forrásmagasság" megállapítása

2/ terjedési szakasz: mintha a forrás fölött az effektív forrásmagasságban lévő pont lenne a forrás és nem lenne járulékos kéménymagasság



1. ábra. A füstfáklya helyzete a koordináta-rendszerben²

¹ Dr. Vad János – BGME, Bp. előadása alapján

² Gács Iván: Szennyezőanyagok légköri terjedése. Előadásjegyzet. BME Energetika Tanszék, 1996.

A Gauss-modell használatának lépései

- 1/ Az effektív forrásmagasság meghatározása
 - A hőkibocsátás meghatározása
 - Az átlagos szélesség meghatározása
 - A légköri jellemzők meghatározása (- stabilitás)
 - A járulékos kéménymagasság számítása
- 2/ A Gauss-féle terjedési egyenlet felírása és alkalmazása az effektív forrásmagasságra
 - Terjedési egyenlet
 - A turbulens szórások meghatározása
 - A szélesség számítása
 - A tükröződés hatásának figyelembevétele
 - A szennyezőanyagok kikerülési folyamatainak figyelembevétele
 - A szennyezőanyagok ülepedési folyamatainak figyelembevétele

2. Az effektív forrásmagasság meghatározása

2.1. A járulékos kéménymagasság számítása

A légkörbe bocsátott szennyezőanyag: forrás \Rightarrow a forrásnál nagyobb magasságban fekvő légrétegbe emelkedik.

Emelkedési folyamat okai:

- függőleges irányú kibocsátásnál (pl. kémények): a kibocsátott anyag mozgási energiája
- a kibocsátott szennyezőanyag környezeti levegőtől eltérő sűrűsége - felhajtóerő. Elsősorban a kibocsátás környezetnél magasabb hőmérsékletéből. Kisebb jelentőségű az eltérő anyagi összetétel okozta sűrűségkülönbség.

Járulékos kéménymagasság, Δh : a kibocsátott szennyezőanyag forrásból való kilépése utáni emelkedésének mértéke

A forrás geometriai (épített) magassága, h

Effektív forrásmagasság, H : az a magasság, amelyben a vízszintes tengelyű terjedés és hígulás lejátszódik

$$H = h_k + \Delta h, \quad (1)$$

ahol

h_k = korigált kéménymagasság.

Ha a véggáz sebessége kisebb, mint a szélesség másfélszerese (azaz van leáramlás):

$$h_k = 2d(v/u_m - 1,5) + h,$$

ahol:

d = a kibocsátás átmérője (m)

v = gáz kilépési sebesség (m/s)

u_m = szélesség a kéménymagasságban (m/s)

Ha a véggáz sebessége nagyobb, vagy egyenlő, mint a szélesség másfélszerese (azaz nincs leáramlás): $h_k = h$ a korigált kéménymagasság egyenlő a tényleges kéménymagassággal.

Járulékos kéménymagasság: bonyolult függés egyéb tényezőktől - különféle kutatócsoportok: egymástól formailag és számszerű eredményeiben egyaránt jelentősen eltérő empirikus összefüggések.

Általános formula:

$$\Delta h = \frac{k \cdot E}{u^a} = \frac{k}{u^a} \cdot (c_1 \cdot v \cdot d + c_2 \cdot Q_h) \quad [\text{m}] \quad (2)$$

- k : [-] léggöri stabilitástól függő tényező (0.85 - 1.15)
 E : a meteorológiai tényezőktől független tényező
 u : [m/s] (átlagos) szélesség
 v : [m/s] a füstgáz kilépő sebessége
 d : [m] a kémény kilépő átmérője
 Q_h [kW] a füstgázzal kibocsátott hőteljesítmény
 a, b, c_1, c_2 empirikus konstansok

Hatályos magyar szabvány³:

- Holland formula, ha a $T_s - T_h$ (véggáz és környezeti levegő közötti) hőmérséklet különbség 50°C-nál és a hőkibocsátás 100 MW-nál kisebb,
- CONCAWE (CONversation of Clean Air and Water in Europe) formula, ha a $T_s - T_h$ hőmérséklet különbség 50°C-nál vagy a hőkibocsátás 100 MW-nál nagyobb.

1. táblázat. Formulák a járulékos kéménymagasság számításához

Formula	stabilitás	a	b	c_1	c_2
Holland	mind	1	1	$1.5 \cdot k$	$0.0096 \cdot k$
CONCAWE	mind	0.75	0.5	0	2.71

Holland formula: $\Delta h = \frac{k}{u} \cdot (1.5 \cdot k \cdot v \cdot d + 0.0096 \cdot k \cdot Q_h)$

CONCAWE formula: $\Delta h = \frac{k}{u^{0.75}} \cdot (2.71 \cdot Q_h^{0.5})$

2.2. A hőkibocsátás számítása

(2) használatához, valamint a Holland/Concawe formulák megválasztásához: a hordozó gázzal kibocsátott hőteljesítmény:

$$Q_h = m \cdot c_p \cdot (T_s - T_h) = V \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_s - T_h) \quad (3)$$

$$V = \frac{d^2 \cdot \pi \cdot v}{4} \quad (4)$$

- m [kg/s] füstgáz tömegárama
 V [m³/s] fg. térfogatárama
 c_p [J/kgK] fg. izobár fajhője
 ρ [kg/m³] fg. sűrűsége
 T_s [K] fg. hőmérséklete
 v [m/s] fg. kilépő sebessége
 d [m] a kémény kilépő keresztmetszetének belső átmérője
 T_h [K] a levegő hőmérséklete h magasságban.

³ MSZ 21459/5-85. Légszennyező anyagok transzmissziójának meghatározása. A kibocsátás effektív magasságának meghatározása.

Hatályos magyar szabvány³

Levegő kibocsátása esetén egyszerűsített formula (levezethető (3)-ból a levegő anyagi jellemzőinek, az univerzális gáztörvénynek és a h magasságra feltételezett 0.99 bar légnyomásnak megfelelően):

$$Q_h = 271 \cdot \frac{T_S - T_h}{T_S} \cdot d^2 \cdot v \quad [\text{kW}] \quad (5)$$

Az (5) alapján a füstgázokkal kibocsátott hőteljesítmény is számítható, ekkor azonban a (5)-ből számolt értéket a füstgázok eltérő jellemzői miatt a következő mértékben kell megnövelni:

gázturbina kipufogógáza	2...2.5 %-kal,
szénhidrogén-tüzelés kazánban	4...6 %-kal,
feketeszén, koksztüzelés	5...7 %-kal,
barnaszén, lignit tüzelés	7...9 %-kal.

2.3. Az átlagos szélesség számítása

(2)-be: a kémény geometriai és effektív magassága között tartományban uralkodó átlagos szélességet kell helyettesíteni.

$$u(z) = u_1 \left(\frac{z}{z_1} \right)^p \quad (6)$$

ahol u_1 a z_1 magasságban mért (ismert) szélesség, p pedig az ún. szélprofil kitevő.

$$\hat{u} = \frac{u_1}{(p+1) \cdot z_1^p} \cdot \frac{H^{p+1} - h^{p+1}}{H - h} \quad (6a)$$

(1)(2)(6) egyenletrendszere:

- A CONCAWE formula esetén iterációval oldható csak meg, vagy a leírt egyszerűsítés alkalmazásával megkerülhető³.
- A Holland-formulára ($a = 1$) explicit megoldás³:

$$H = \left[h^{p+1} + \frac{k \cdot (1.5 \cdot v \cdot d + 0.0096 \cdot Q_h) \cdot (p+1) \cdot z_1^p}{u_1} \right]^{\frac{1}{p+1}} \quad (7)$$

2.4. A légköri jellemzők meghatározása

1/ p szélprofil-kitevő:

Helyszíni szélmérésből, meteorológiai adatokból, ennek hiányában: szakirodalomból^{3, 4}.

2/ k tényező³:

2. táblázat. a légköri stabilitás és a k tényező közti összefüggés

Pasquill-féle stabilitási indikátor	Stabilitási kategória	k értékek
F*	1	0.88
F	2	0.92
-	3	0.96
E	4	0.99
-	5	1.02
D	6	1.05
A, B, C	7	1.08

⁴ Sutton, O.G.: *Micrometeorology*. McGraw Hill, London, 1953.

2.5. A légköri stabilitás minősítése

A k tényező meghatározásához, valamint a turbulens szórások számításához (lásd később).

2.5.1. Pasquill-féle stabilitási kategóriák

Könnyen észlelhető jelenségekhez kapcsolódóan.

- A - erősen labilis
- B - közepesen labilis
- C - enyhén labilis
- D - semleges
- E - enyhén stabil
- F - erősen stabil

3. táblázat. A légköri stabilitás legvalószínűbb értékei Pasquill szerint ([1])

Szélsebesség a talajközelen u_1 , m/s	Nappal a besugárzás mértéke			Éjszaka a felhőzet aránya	
	erős	közepes	gyenge	### 4/8	### 3/8
< 2	A	A - B	B	-	-
2 - 3	A - B	B	C	E	F
3 - 5	B	B - C	C	D	E
5 - 6	C	C - D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

2.5.2. Stabilitási kategóriák a hőmérsékleti gradiens szerint (Szepesi⁵)

Hazánk jórészt síksági területeket foglal magában - a légkör stabilitása igen jól jellemezhető a függőleges hőmérsékleti gradiens értékével. Kiterjedt mérések a légkör alsó 300 m-es szakaszára vonatkozóan.

4. táblázat. A függőleges hőmérsékleti gradienssel jellemzett stabilitási kategóriák ²

	Stabilitási kategória s	$\Delta T / \Delta z$ K/100 m
erős inverzió	1	###1,51
inverzió	2	1,01..1,5
gyenge inverzió	3	0,51..1,00
pozitív izoterm	4	0,01..0,50
negatív izoterm	5	-0,50..0,00
normális	6	-1,00..-0,51
labilis	7	###-1,01

⁵ Szepesi D.: Légszennyező anyagok turbulens diffúziójának meteorológiai feltételei Magyarországon. OMI Hivatalos Kiadványai XXXII. Budapest, 1967.

3. A légszennyezők terjedésének Gauss-modellje

3.1. A terjedés differenciálegyenlete

Szokásos alak: az 1. ábra koordinátarendszerében - a szennyezőanyag egységnyi térfogatban található mennyiségének változása:

$$\frac{\partial q}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} K_x \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_y \frac{\partial q}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial q}{\partial z} - u \frac{\partial q}{\partial x} + w \frac{\partial q}{\partial z} - \lambda q + S \quad (8)$$

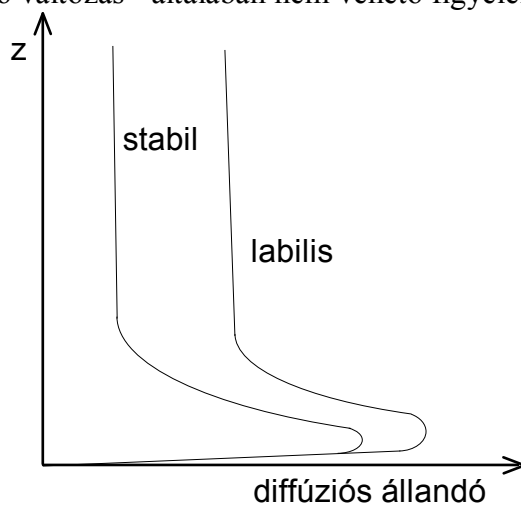
$q = q(x,y,z,t)$	[g/m ³]	a szennyezőanyag térben és időben változó koncentrációja
K_x, K_y, K_z	[m ² /s]	a diffúziós állandók a három térirányban
u	[m/s]	szélsebesség (vízszintes)
w	[m/s]	ülepedési sebesség (függőleges, lefelé irányul)
λ	[1/s]	bomlási, átalakulási, kimosódási állandó
S	[g/m ³ s]	forrástag

Áramlástanai szemlélet: homogén, izotróp diffúzió esetére: K diffúziós együttható: (8) alakja:

$$\frac{dq}{dt} = \frac{\partial q}{\partial t} + \underline{v} \cdot \underline{\text{grad}} q = K \cdot \text{div} \underline{\text{grad}} q - \lambda q + S \quad (9)$$

(8) A baloldali + a jobboldali első három tagja: a **Fick-féle diffúziós törvény** inhomogén és anizotróp diffúzió esetére.

Diffúziós állandók helyfüggése: csak a függőleges (z) irányú változás mutat határozott karakterű jelleget. A másik két térirányban: a határoló felület véletlenszerű egyenetlenségeiből adódó változás - általában nem vehető figyelembe



2. ábra. A diffúziós együttható magassághoz tartó függése²

A diffúziós együttható alakulása a Prandtl- és Ekman-rétegben⁶

(8) A jobboldali negyedik és ötödik tagja a szél és az ülepedés szállító hatását veszi figyelembe (a koncentráció konvektív megváltozása) (az eltérő előjel a w sebesség fordított előjelű értelmezéséből adódik).

(8) Hatodik tag: a szennyezőanyag légkörből való kikerülési folyamatok (bomlás, átalakulás, kimosódás, ab- és adszorpció) intenzitásának leírása

⁶ Rákóczi Ferenc: *Életterünk a légkör.* Mundus Magyar Egyetemi Kiadó, Budapest 1998.

(8) Utolsó tag: forrásintenzitás. Általános esetben: $S(x,y,z,t)$ időben változó térbeli eloszlás lehet, ekkor S térfogati forrás-sűrűség, (8)-nak megfelelően $[(g/s)/m^3]$. Stacionárius pontforrás esetén a forrásponttól különböző minden pontban ($r \neq 0$) nulla az értéke - Egységnyi emisszióra (forráserősségre) Dirac delta függvény:

$$S(x,y,z) = \delta(r) = \delta\left(\sqrt{x^2 + y^2 + (H-z)^2}\right) \quad (10)$$

Pontforrás esetén: forráserősség, $S = Q$ [g/s]. Ebből úgy lesz szemléletes a (8)-nak megfelelő $[(g/s)/m^3]$, hogy a vizsgált, forrás-közeli elemi térfogatra vonatkozóan a pontforrás erősségét elosztjuk az elemi térfogatra, így definiálhatunk térfogati forráserősséget.

3.2. A differenciálegyenlet egyszerűsített megoldásai

- stacionárius állapot
- helyfüggetlen (homogén), irányfüggetlen (izotróp) diffúzió: K
- helyfüggetlen (homogén) szélesség
- ülepedés hatásának elhanyagolása ($w = 0$)
- a szennyezőanyag nem alakul át és nem nyelődik el ($### = 0$)

(8)-ből:

$$u \cdot \frac{\partial q}{\partial x} = K \cdot \Delta q + Q \cdot \delta(r) \quad (11)$$

K [m²/s] a diffúziós állandó az összes irányban

Q [g/s] forráserősség (az emisszió mértéke)

δ (div grad) Laplace-operátor

További közelítés: szélirányban a diffúzió szennyezőanyag szállító hatása a szél általi szállításhoz képest elhanyagolhatóan kismértékű \Rightarrow az x irányú diffúziót jelentő tagot elhagyjuk, így (11)-ből:

$$u \frac{\partial q}{\partial x} = K \left(\frac{\partial^2 q}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 q}{\partial z^2} \right) + Q \cdot \delta \left[\sqrt{x^2 + y^2 + (H-z)^2} \right] \quad (12)$$

(9.12) megoldása:

$$q = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot K \cdot x} \cdot \exp \left[-\frac{u}{4 \cdot K \cdot x} \cdot (y^2 + (H-z)^2) \right] \quad (13)$$

A z és y irányú koncentrációváltozást Gauss-féle normális eloszlás formájában írja le. Fizikai szemlélet: a szennyezőanyag füstfáklya tengelye körüli szétszóródása: a turbulens örvények általi szétszállítás véletlenszerű jellege következtében mindkét irányban Gauss-eloszlás szerint alakul, amelyek legvalószínűbb értéke $y = 0$, ill. $z = H$.

Szórásnégyzet bevezetése - az x -függést ez tartalmazza:

$$\sigma^2 = \frac{2 \cdot K \cdot x}{u} \quad (14)$$

Ennek megfelelően (13):

$$q = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot \sigma^2 \cdot u} \cdot \exp\left[-\frac{y^2 + (H - z)^2}{2 \cdot \sigma^2}\right] \quad (15)$$

Súlyos elhanyagolás: a diffúzió izotróp voltának feltételezése. Feloldása: a K_z és K_y diffúziós tényezők eltérésének megfelelően az y és a z irányú szórások eltérő értékeivel. Ekkor (15)-ből - KETTŐS GAUSS-ELOSZLÁS:

$$\sigma_y^2 = \frac{2K_y x}{u} \text{ [m]} \text{ és } \sigma_z^2 = \frac{2K_z x}{u} \text{ [m]}, \text{ amelyekkel (15)-ből:} \quad (15a)$$

$$q = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot u} \cdot \exp\left[-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2} - \frac{(H - z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right] \quad (16)$$

A (16) egyenlet a közelítések, elhanyagolások ellenére helyesen tükrözi a szennyezőanyag szélre merőleges irányú vándorlásának statisztikus jellegét. Értékes alapja a koncentráció-eloszlást leíró összefüggések empirikus pontosításának.

A (16)-ból adódó koncentráció-eloszlás természetesen kielégíti az anyagmegmaradás törvényét. Bármely x értékkel jellemzett, x tengelyre merőleges síkra: az időegység alatt áthaladó szennyezőanyag-mennyiség (tömegáram) azonos a forrásereőséggel:

$$Q = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} u(z) \cdot q(x, y, z) \cdot dy \cdot dz = u \cdot \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} q(x, y, z) \cdot dy \cdot dz \quad (17)$$

3.3. A szórások meghatározása

(16) alkalmazhatóságához: szükséges a szórásnégyzetek valamint szórások meghatározása. Különbféle megadási módok:

Hatályos magyar szabvány⁷:

- a szórásnégyzetek alakilag a (14a)-tól eltérő módon számíthatóak,
- a szórások függenek az x koordinátától,
- a szórások p_0 segédparaméteren keresztül függenek a légkör stabilitási állapotától (-termikus turbulencia: lásd 2.5. alfejezet) - **ez a paraméter nem keverendő össze a p szélprofil-kitevővel !!!!**,
- a szórások z_0 érdességi paraméteren keresztül függenek a felszín érdességétől (-mechanikai turbulencia).

$$\sigma_y = 0.08 \cdot \left(6 \cdot p_0^{-0.3} + 1 - \ln \frac{H}{z_0}\right) \cdot x^{0.367 \cdot (2.5 - p_0)} \text{ [m]} \quad (18a)$$

$$\sigma_z = 0.38 \cdot p_0^{1.3} \cdot \left(8.7 - \ln \frac{H}{z_0}\right) \cdot x^{1.55 \cdot \exp(-2.35 \cdot p_0)} \text{ [m]} \quad (18b)$$

Ha a H/z_0 arány a számítások során 2000-nél nagyobbra adódik, akkor 2000-nek kell tekinteni.

⁷ MSz 21457/4-80. Légszennyező anyagok transzmissziós paraméterei. A turbulens szóródás mértékének meghatározása.

5. táblázat. A p_0 tényező értékei⁷

Stabilitási kategória:

	7	6	5	4	3	2	1
p_0	0.170	0.282	0.343	0.384	0.427	0.446	0.464

Pasquill-féle stabilitási indikátor:

	A	B	C	D	E	F és F*
p_0	0.079	0.143	0.196	0.270	0.363	0.440

6. táblázat. Az érdességi paraméter jellemzőbb értékei⁷

A terület jellege	z_0 , m
Sík, növényzettel borított terület	0.1
Erdő	0.3
Település	1.0
Város	1.2 ... 2.0
Nagyváros	3.0

Az érdességi paraméter helyes meghatározása: a terjedési vizsgálatok egyik kritikus pontja. Gond: általában nincs nagy kiterjedésű, homogén érdességű terület a terjedés alatt, ugyanakkor a terjedés-számítás eredménye igen érzékeny az érdességi paraméterre.

3.4. A szélesebbesség átlagolása

(16)-ban: az u szélesebbesség magasságfüggését elhanyagoltuk. \Rightarrow az összefüggés alkalmazásakor a homogénnek tekintendő szélmező sebességét a tényleges szélmező átlagos sebességével vesszük számításba.

Immisszió megfigyelési pontja (a szennyeződés környezeti behatása): talajszinten vagy annak közvetlen közelében \Rightarrow átlagolás a $z = 0 \dots H$ tartományon:

$$\bar{u} = \frac{1}{H} \cdot \int_0^H u(z) \cdot dz = \frac{1}{H} \cdot \int_0^H u_1 \cdot \left(\frac{z}{z_1}\right)^p \cdot dz = u_1 \cdot \frac{H^p}{(1+p) \cdot z_1^p} = \frac{u(H)}{p+1} \quad (19)$$

Vonalforrás levegőterhelését számító eljárás

A program a „Légszennyező anyagok transzmissziójának meghatározása. Területi (felületi) forrás és vonalforrás szennyező hatásának számítása” című MSZ 21459/2:1981 szabványban foglaltak alapján készült.

A **Vfminta-adatok.adatok szöveges** fájl betöltésével lehet tanulmányozni az eljárás működését.

A számításhoz szükséges bemeneti adatokat a beviteli maszkban kell megadni (**1. ábra**):



A programból csak a Kilépés gombra (Kilépés) kattintva lehet kilépni.

VONALAS FORRÁSOK HATÁSTÁVOLSÁGÁNAK SZÁMÍTÁSA AZ MSZ 21459/2:1981 ALAPJÁN

Új Megnyitás Mentés Képmntés SZÁMÍTÁS Nyomtatás Grafikon Riport Információ Segítség Internet Kilépés

A PROJEKT CÍME: []

NAPI GÉPJÁRMŰ FORGALOM

SZEMÉLYGÉPJÁRMŰ	[]	JÁRMŰ/NAP	MÉRTÉKADÓ ÓRAI FORGALOM (MÓF)	[]	JÁRMŰ/ÓRA
3,5t <TEHERGÉPJÁRMŰ	[]	JÁRMŰ/NAP	MÉRTÉKADÓ ÓRAI FORGALOM (MÓF)	[]	JÁRMŰ/ÓRA
AUTÓBUSZ	[]	JÁRMŰ/NAP	MÉRTÉKADÓ ÓRAI FORGALOM (MÓF)	[]	JÁRMŰ/ÓRA

A VIZSGÁLANDÓ LÉGKÖRI STABILITÁSI INDEX, S = 1-7
KÉREM VÁLASSZON! []

A TERÜLETRE JELLEMZŐ FELÜLETI ÉRDESSÉG, z0 = [] m
KÉREM VÁLASSZON!

MÉRT SZÉLSEBESSÉG, u = [] m/s

SEBESSÉGMÉRÉS MAGASSÁGA A TALAJSZINTTŐL (SZABVÁNYOS MÉRÉS ESETÉN 10 M), m= [] m

A SZÉLIRÁNY ÉS AZ ÚT ÁLTAL BEZÁRT SZÖG (0 - 180° KÖZÖTTI ÉRTÉKET LEHET MEGADNI), alfa= [] °

A VIZSGÁLANDÓ LÉGSZENNYEZŐ ANYAG:
KÉREM VÁLASSZON! []

1 ÓRÁS (PM10 ESETÉN 24 ÓRÁS) HATÁRÉRTÉK: [] µg/m3

JÁRMŰVEK ÁTLAGOS SEBESSÉGE: [] km/h

A VONAL AS FORRÁS EMISSZIÓJA: [] mg/s*m

A VIZSGÁLANDÓ TÁVOLSÁG (0 < X <= 500 m ÉRTÉKET LEHET MEGADNI), X = [] m

SZÁMÍTÁSOK 2012.11.22. 12:09 NUM CAPS INS Copyright © 2012 Nagy Tibor, Légrádi Attila KÖTI-KTVF, Szolnok

1. ábra Adatbeviteli maszk

Az adatbevitel után a beviteli mezőkből az Enter, a TAB billentyűvel vagy egérrel lehet tovább lépni.

Az adatbeviteli menüsor gombjai:











Új számítási feladat indítása.

Szöveges fájlként mentett számítás megnyitása.

A számítási eredmények elmentése szöveges fájlba. A program .TXT vagy .CSV kiterjesztésű állományban menti az adatokat.

Az adatbevitel, ill. az eredmények elmentése képként. A felkínált lehetőségek: .BMP, .JPEG, .JPG, .PNG és .TIF formátumok.

	A számítások elvégzése.
	Az adatok és/vagy eredmények kinyomtatása képként.
	Az eredmények grafikus megjelenítése. E gombra kattintással az ún. grafikon ablak jelenik meg.
	Az input adatok és a számítási eredmények megjelenítése szöveges fájlban.
	Információk a programról.
	Help fájl megnyitása.
	A KÖTI-KTVF honlapjára ugrás, új Vonalforr.exe verzió ellenőrzése.
	Kilépés a programból.

Lenyíló ablakokból választhatjuk ki a vizsgált területre jellemző légköri stabilitás indexét ($S=1-7$), a felületi érdességet (z_0 , m), valamint a vizsgálandó szennyező anyagokat (2., 3. 4. ábrák).

2. ábra A légköri stabilitási index kiválasztása

VONALAS FORRÁSOK HATÁSTÁVOLSÁGÁNAK SZÁMÍTÁSA AZ MSZ 21459/2:1981 ALAPJÁN

Új Megnyitás Mentés Képmentés SZÁMÍTÁS Nyomtatás Grafikon Riport Információ Segítség Internet Kilépés

A PROJEKT CÍME: _____

NAPI GÉPJÁRMŰ FORGALOM

SZEMÉLYGÉPJÁRMŰ	<input type="text"/>	JÁRMŰ/NAP	MÉRTÉKADÓ ÓRAI FORGALOM (MÓF)	<input type="text"/>	JÁRMŰ/ÓRA
3,5t <TEHERGÉPJÁRMŰ	<input type="text"/>	JÁRMŰ/NAP	MÉRTÉKADÓ ÓRAI FORGALOM (MÓF)	<input type="text"/>	JÁRMŰ/ÓRA
AUTÓBUSZ	<input type="text"/>	JÁRMŰ/NAP	MÉRTÉKADÓ ÓRAI FORGALOM (MÓF)	<input type="text"/>	JÁRMŰ/ÓRA

A VIZSGÁLANDÓ LÉGKÖRI STABILITÁSI INDEX, S = 1-7
KÉREM VÁLASSZON!

A TERÜLETRE JELLEMZŐ FELÜLETI ÉRDESSÉG, z0 = _____ m
KÉREM VÁLASSZON!

MÉRT SZÉLSEBESSÉG, u = m/s

A SZÉLIRÁNY ÉS AZ ÚT ÁLTAL BEZÁRT SZÖG (0 - 180° KÖZÖL)
KÉREM VÁLASSZON!

A VIZSGÁLANDÓ LÉGSZENNYEZŐ ANYAG:
KÉREM VÁLASSZON!

0.0001 - jégtakaró
0.0003 - hótakaró sík felszínen
0.0003 - vízfelszín
0.003 - sík talaj növényzet nélkül
0.005 - alacsony vegetáció, füves puszta
0.02 - közepes vegetáció sík területen
0.05 - fűves-fás-bokros sík terület
0.10 - sík, növényzettel borított terület

1 ÓRÁS (PM10 ESETÉN 24 ÓRÁS) HATÁRÉRTÉK: _____ µg/m3

JÁRMŰVEK ÁTLAGOS SEBESSÉGE: km/h A VONALAS FORRÁS EMISSZIÓJA: mg/s*m

A VIZSGÁLANDÓ TÁVOLSÁG (0 < X <= 500 m ÉRTÉKET LEHET MEGADNI), X = m

SZÁMÍTÁSOK 2012.11.22. 12:10 NUM CAPS INS Copyright © 2012 Nagy Tibor, Légrádi Attila KÖTI-KTVF, Szolnok

3. ábra A felületi érdelesség kiválasztása

VONALAS FORRÁSOK HATÁSTÁVOLSÁGÁNAK SZÁMÍTÁSA AZ MSZ 21459/2:1981 ALAPJÁN

Új Megnyitás Mentés Képmentés SZÁMÍTÁS Nyomtatás Grafikon Riport Információ Segítség Internet Kilépés

A PROJEKT CÍME: _____

NAPI GÉPJÁRMŰ FORGALOM

SZEMÉLYGÉPJÁRMŰ	<input type="text"/>	JÁRMŰ/NAP	MÉRTÉKADÓ ÓRAI FORGALOM (MÓF)	<input type="text"/>	JÁRMŰ/ÓRA
3,5t <TEHERGÉPJÁRMŰ	<input type="text"/>	JÁRMŰ/NAP	MÉRTÉKADÓ ÓRAI FORGALOM (MÓF)	<input type="text"/>	JÁRMŰ/ÓRA
AUTÓBUSZ	<input type="text"/>	JÁRMŰ/NAP	MÉRTÉKADÓ ÓRAI FORGALOM (MÓF)	<input type="text"/>	JÁRMŰ/ÓRA

A VIZSGÁLANDÓ LÉGKÖRI STABILITÁSI INDEX, S = 1-7
KÉREM VÁLASSZON!

A TERÜLETRE JELLEMZŐ FELÜLETI ÉRDESSÉG, z0 = _____ m
KÉREM VÁLASSZON!

MÉRT SZÉLSEBESSÉG, u = m/s

SEBESSÉGMÉRÉS MAGASSÁGA A TALAJSZINTTŐL (SZABVÁNYOS MÉRÉS ESETÉN 10 M), m= m

A SZÉLIRÁNY ÉS AZ ÚT ÁLTAL BEZÁRT SZÖG (0 - 180° KÖZÖTTI ÉRTÉKET LEHET MEGADNI), alfa= °

A VIZSGÁLANDÓ LÉGSZENNYEZŐ ANYAG:
KÉREM VÁLASSZON!

1 ÓRÁS (PM10 ESETÉN 24 ÓRÁS) HATÁRÉRTÉK: _____ µg/m3

JÁRMŰVEK ÁTLAGOS SEBESSÉGE: km/h A VONALAS FORRÁS EMISSZIÓJA: mg/s*m

KÉREM VÁLASSZON!

Szén-monoxid, CO
Összes szerves anyag, HC
Nitrogén-dioxid, NO2
Kén-dioxid, SO2
PM10 szálló por
Szén-dioxid, CO2

A VIZSGÁLANDÓ TÁVOLSÁG (0 < X <= 500 m ÉRTÉKET LEHET MEGADNI), X = m

SZÁMÍTÁSOK 2012.11.22. 12:11 NUM CAPS INS Copyright © 2012 Nagy Tibor, Légrádi Attila KÖTI-KTVF, Szolnok

4. ábra A vizsgálandó szennyező anyag kiválasztása

Az CO, szénhidrogének (HC), NO2, SO2, PM10, CO2 anyagok kiválasztásakor automatikusan töltődik be az 1 órás (PM10 esetén a 24 órás határérték).

A határértékeket a módosított 4/2011. (I. 14.) VM rendelet 1-2. sz. mellékletei szerint alkalmaztuk.

A vonalforrás emissziójának ($\text{mg/s}\cdot\text{m}$) kiszámításához ki kell választani a vonalforrásra jellemző jármű sebesség kategóriát (**5. ábra**).

VONALAS FORRÁSOK HATÁSTÁVOLSÁGÁNAK SZÁMÍTÁSA AZ MSZ 21459/2:1981 ALAPJÁN

Új Megnyitás Mentés Képmentés SZÁMÍTÁS Nyomtatás Grafikon Riport Információ Segítség Internet Kilépés

A PROJEKT CÍME: _____

NAPI GÉPJÁRMŰ FORGALOM

SZEMÉLYGÉPJÁRMŰ	<input type="text"/>	JÁRMŰ/NAP	MÉRTÉKADÓ ÓRAI FORGALOM (MÓF)	<input type="text"/>	JÁRMŰ/ÓRA
3,5t <TEHERGÉPJÁRMŰ	<input type="text"/>	JÁRMŰ/NAP	MÉRTÉKADÓ ÓRAI FORGALOM (MÓF)	<input type="text"/>	JÁRMŰ/ÓRA
AUTÓBUSZ	<input type="text"/>	JÁRMŰ/NAP	MÉRTÉKADÓ ÓRAI FORGALOM (MÓF)	<input type="text"/>	JÁRMŰ/ÓRA

A VIZSGÁLANDÓ LÉGKÖRI STABILITÁSI INDEX, S = 1-7 **KÉREM VÁLASSZON!**

A TERÜLETRE JELLEMZŐ FELÜLETI ÉRDESSÉG, z0 = m **KÉREM VÁLASSZON!**

MÉRT SZÉLSEBESSÉG, u = m/s

SEBESSÉGMÉRÉS MAGASSÁGA A TALAJSZINTTŐL (SZABVÁNYOS MÉRÉS ESETÉN 10 M), m = m

A SZÉLIRÁNY ÉS AZ ÚT ÁLTAL BEZÁRT SZÖG φ - 180° KÖZÖTTI ÉRTÉKET LEHET MEGADNI), alfa = °

A VIZSGÁLANDÓ LÉGSZENNYEZŐ ANYAG: **KÉREM VÁLASSZON!**

1 ÓRÁS (PM10 ESETÉN 24 ÓRÁS) HATÁRÉRTÉK: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

JÁRMŰVEK ÁTLAGOS SEBESSÉGE: km/h **KÉREM VÁLASSZON!**

A VONALAS FORRÁS EMISSZIÓJA: $\text{mg}/\text{s}\cdot\text{m}$

A VIZSGÁLANDÓ TÁVOLSÁG ($0 < x <= 500$ M) LEHET MEGADNI), x = m

SZÁMÍTÁSOK 2012.11.22. 40


Copyright © 2012 Nagy Tibor, Légrádi Attila KÖTI-KTVF, Szolnok

5. ábra A járműsebesség kiválasztása

A vizsgát távolság értéke $x \leq 500$ m lehet.

Számítások:



A számításokat a program a  gombra klikkelésre végzi el (6. ábra).

VONALAS FORRÁSOK HATÁSTÁVOLSÁGÁNAK SZÁMÍTÁSA AZ MSZ 21459/2:1981 ALAPJÁN

Új Megnyitás Mentés Képmentés SZÁMÍTÁS Nyomtatás Grafikon Riport Információ Segítség Internet Kilépés

A PROJEKT CÍME: Vonalas forrás számítási minta

NAPI GÉPJÁRMŰ FORGALOM

SZEMÉLYGÉPJÁRMŰ	10000	JÁRMŰ/NAP	MÉRTÉKADÓ ÓRAI FORGALOM (MÓF)	575	JÁRMŰ/ÓRA
3,5t <TEHERGÉPJÁRMŰ	1000	JÁRMŰ/NAP	MÉRTÉKADÓ ÓRAI FORGALOM (MÓF)	57.5	JÁRMŰ/ÓRA
AUTÓBUSZ	100	JÁRMŰ/NAP	MÉRTÉKADÓ ÓRAI FORGALOM (MÓF)	5.75	JÁRMŰ/ÓRA

A VIZSGÁLANDÓ LÉGKÖRI STABILITÁSI INDEX, S = 1.7
KÉREM VÁLASSZON! S=6 normális, p=0.282

A TERÜLETRE JELLEMZŐ FELÜLETI ÉRDESSÉG, z0 =
KÉREM VÁLASSZON! 0.80 - ritkás erdő alacsony (9 m) fákkal m

MÉRT SZÉLSEBESSÉG, u = 3 m/s SEBESSÉGMÉRÉS MAGASSÁGA A TALAJSZINTTŐL (SZABVÁNYOS MÉRÉS ESETÉN 10 M), m= 10 m

A SZÉLIRÁNY ÉS AZ ÚT ÁLTAL BEZÁRT SZÖG (0 - 180° KÖZÖTTI ÉRTÉKET LEHET MEGADNI), alfa= 45 °

A VIZSGÁLANDÓ LÉGSZENNYEZŐ ANYAG:
KÉREM VÁLASSZON! Nitrogén-dioxid, NO2

1 ÓRÁS (PM10 ESETÉN 24 ÓRÁS) HATÁRÉRTÉK: 100 µg/m3

JÁRMŰVEK ÁTLAGOS SEBESSÉGE: 60 km/h A VONALAS FORRÁS EMISSZIÓJA: 0.369 mg/s*m

A VIZSGÁLANDÓ TÁVOLSÁG (0 < x <= 500 m ÉRTÉKET LEHET MEGADNI), x = 200 m

SZÁMÍTÁSI EREDMÉNYEK


x (m)	C (µg/m3)	x (m)	C (µg/m3)	x (m)	C (µg/m3)	x (m)	C (µg/m3)
1	83.6	40	10.2	80	5.89	120	4.26
20	17.5	60	7.4	100	4.93	140	3.77

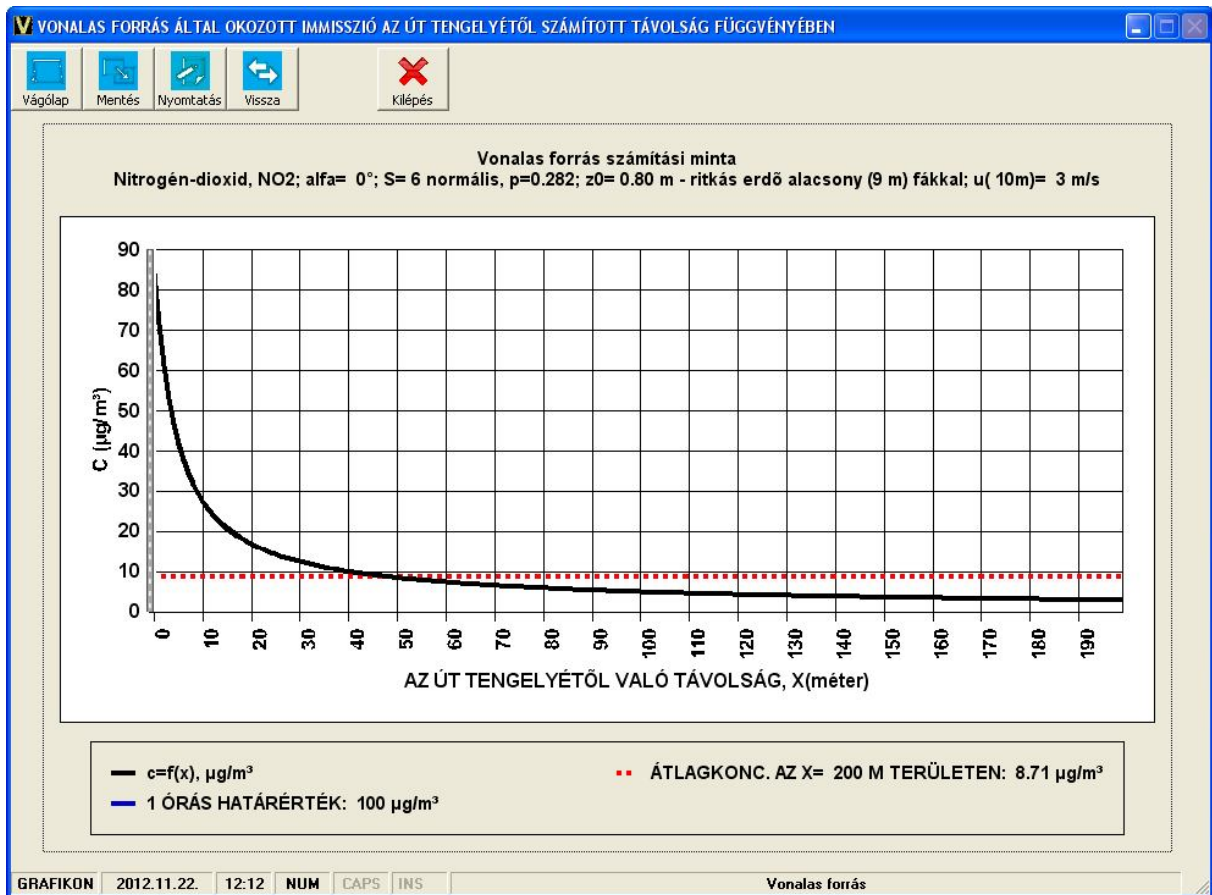
1 ÓRÁS HATÁRÉRTÉK HELYE: — m

SZÁMÍTÁSOK 2012.11.22. 12:11 NUM CAPS INS Copyright © 2012 Nagy Tibor, Légrádi Attila KÖTI-KTVF, Szolnok

6. ábra A számítási eredmények



A  gombra klikkelve a számítási eredményeket grafikusán is megjeleníthetjük (7. ábra).



7. ábra A számítási eredmények grafikus megjelenítése

Az grafikon ablak menüjére gombjai:



A grafikon vágólapra mentése, ahonnan bármely dokumentumba beilleszthető.

A grafikon elmentése kép fájlba. A felkínált lehetőségek: .BMP, .JPEG, .JPG, .PNG és .TIF formátumok.

A grafikon kinyomtatása.

Visszatérés a számításhoz.

Kilépés a programból.

A programból, ill. a grafikus ablakból való kilépéskor a program felkínálja az adatok, valamint a grafikon mentésének lehetőségét.

VONALFORRÁS LÉGSZENNYEZŐ HATÁSÁNAK SZÁMÍTÁSA

Az **MSZ 21459/2:1981** szabvány alapján elvégeztük az érintett utak légszennyező hatásának számításait.

A vizsgált útszakaszok szennyező anyag kibocsátásainak számítása a következő módon lehetséges:

$$E_i = \frac{\left(\sum_{j=1}^3 n_j \cdot e_{ij} \right)}{3.6 \cdot 10^3},$$

- ahol: E_i a vizsgált útszakaszon áthaladó teljes légszennyező anyag kibocsátása az i -edik szennyező anyag komponensből [mg/s m];
 e_{ij} a j -edik járműfajta kibocsátása az i -edik szennyező anyag komponensből a járműfolyam tényleges sebességénél [g/km]
 n_j a járműfolyam járműszáma az adott járműtípusból ($j=1$ – személygépkocsi, $j=2$ – 3,5 t-nál nagyobb tömegű tehergépjármű, $j=3$ – autóbusz) [db/óra];
 $1/3.6 \cdot 10^3$ a [g/km óra] és a [mg/s m] közötti váltószám.

Folytonos vonalforrás esetén a rövid idejű átlagolási időtartamra (1 óra) vonatkozó koncentráció számítása az út tengelyétől szélirányba számított távolság függvényében, felszín közeli receptor pontban, ha eltekintünk az ülepedéstől és a kémiai átalakulástól, az alábbi egyenlettel történik:

$$C_i = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{1000 \cdot E_i}{\sin \alpha \cdot u \cdot \sigma_{zv}},$$

- ahol: C_i szennyező anyag koncentráció [$\mu\text{g}/\text{m}^3$];
 E_i a vonalforrás emissziója [mg/s m];
 α a szélirány és az út által bezárt szög [$^\circ$];
 σ_{zv} folytonos vonalforrás esetén a függőleges turbulens szóródási együttható [m];
 $\sigma_{zv} = \sqrt{(\sigma_{z0}^2 + \sigma_z^2)}$,
 ahol σ_{z0} a függőleges irányú kezdeti szóródási együttható, gépjárművek esetén $\sigma_{z0} = 1,5 \text{ m}$
 σ_z a függőleges irányú kezdeti szóródási együttható⁸ [m] és

$$\sigma_z = 0.38 \cdot p^{1.3} \cdot \left(8.7 - \ln \left(\frac{H}{z_0} \right) \right) \cdot x^{1.55 \cdot \exp(-2.35 \cdot p)},$$

- ahol H a kibocsátás effektív magassága [m], gépkocsi esetén $H=0.3 \text{ m}$;

⁸ MSz 21457/4-80. Légszennyező anyagok transzmissziós paraméterei. A turbulens szóródás mértékének meghatározása.

- x az út tengelyétől mért távolság [m];
 z_0 a vizsgált területen az érdességi paraméter [m];
 p a szélprofil egyenlet kitevője, értéke a stabilitási indikátortól függ.

A légköri stabilitás minősítése

Stabilitási kategóriák a hőmérsékleti gradiens szerint (Szepesi⁹)

Hazánk jórészt síksági területeket foglal magában - a légkör stabilitása igen jól jellemezhető a függőleges hőmérsékleti gradiens értékével. Kiterjedt mérések a légkör alsó 300 m-es szakaszára vonatkozóan.

A függőleges hőmérsékleti gradienssel jellemzett stabilitási kategóriák²

	Stabilitási kategória s	$\Delta T / \Delta z$ K/100 m
erős inverzió	1	###1,51
inverzió	2	1,01..1,5
gyenge inverzió	3	0,51..1,00
pozitív izoterm	4	0,01..0,50
negatív izoterm	5	-0,50..0,00
normális	6	-1,00..-0,51
labilis	7	###-1,01

A „p” szélprofil kitevőt az alábbiak szerint lehet meghatározni:

	7	6	5	4	3	2	1
p_0	0.170	0.282	0.343	0.384	0.427	0.446	0.464

Az érdességi paraméter jellemzőbb értékei

A terület jellege	z_0 , m
Sík, növényzettel borított terület	0.1
Erdő	0.3
Település	1.0
Város	1.2 ... 2.0
Nagyváros	3.0

Az érdességi paraméter helyes meghatározása: a terjedési vizsgálatok egyik kritikus pontja. Gond: általában nincs nagy kiterjedésű, homogén érdességű terület a terjedés alatt, ugyanakkor a terjedés-számítás eredménye igen érzékeny az érdességi paraméterre.

⁹ Szepesi D.: Légszennyező anyagok turbulens diffúziójának meteorológiai feltételei Magyarországon. OMI Hivatalos Kiadványai XXXII. Budapest, 1967.

Felületi forrás hatásterületét számító eljárás

A programot tájékoztató jelleggel a légszennyező felületi források hatástávolságának a levegő védelméről szóló 306/2010. (XII.23.) Kormányrendelet 2.§. 14. a)-b) pontjaiban meghatározott kritériumok szerinti meghatározására lehet használni.

E kormányrendelet csak a pontforrások hatástávolságának meghatározását definiálja:

„14. helyhez kötött pontforrás hatásterülete: a vizsgált pontforrás körül lehatárolható azon legnagyobb terület, ahol a pontforrás által maximális kapacitáskihasználás mellett kibocsátott légszennyező anyag terjedése következtében a vonatkoztatási időtartamra számított, a légszennyező pontforrás környezetében fellépő leggyakoribb meteorológiai viszonyok mellett, a füstfáklya tengelye alatt várható talaj közeli levegőterheltség-változás

a) az egyórás (PM₁₀ esetében 24 órás) légszennyezettségi határérték 10%-ánál nagyobb, vagy

b) a terhelhetőség 20%-ánál nagyobb.”

A Ffminta-adatok.adatok szöveges fájl betöltésével lehet tanulmányozni az eljárás működését.

Az számításhoz szükséges bemeneti adatokat a beviteli maszkban kell megadni (1. ábra):



A programból csak a Kilépés gombra (Kilépés) kattintva lehet kilépni.

FELÜLETI FORRÁS HATÁSTÁVOLSÁGÁNAK SZÁMÍTÁSA A 306/2011. (XII. 23.) KORMÁNYRENDELET 2.§ 14. A)-B) PONTJAI ALAPJÁN

Új Megnyitás Mentés Képmntés SZÁMÍTÁS Nyomtatás Grafikon Riport Információ Segítség Internet Kilépés

A PROJEKT CÍME:

A FELÜLETI FORRÁS HOSSZABB OLDALA: m A FELÜLETI FORRÁS RÖVIDEBB OLDALA: m

A SZENNYEZŐ ANYAG KIBOCSÁTÁSÁNAK MAGASSÁGA: m

A VIZSGÁLANDÓ LÉGKÖRI STABILITÁSI INDEX, S = 1.7 KÉREM VÁLASSZON!

A TERÜLETRE JELLEMZŐ FELÜLETI ÉRDESSÉG, z₀ = KÉREM VÁLASSZON! m

MÉRT SZÉLSEBESSÉG, u = m/s SEBESSÉGMÉRÉS MAGASSÁGA A TALAJSZINTTŐL (SZABVÁNYOS MÉRÉS ESETÉN 10 M). m = m

A VIZSGÁLANDÓ LÉGSZENNYEZŐ ANYAG: KÉREM VÁLASSZON!

1 órás (PM₁₀ esetén 24 órás) határérték µg/m³ Alap levegőterheltség µg/m³

EMISSZIÓ, E = g/h mg/s A VIZSGÁLANDÓ TÁVOLSÁG, X = m

SZÁMÍTÁSOK 2012.09.28. 11:25 NUM CAPS INS Copyright © 2012 Nagy Tibor, Légrádi Attila KÖTI-KTVF, Szolnok








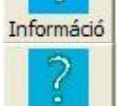


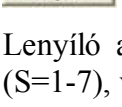
1. ábra Adatbeviteli maszk

Az adatbevitel után a beviteli mezőkből az Enter, a TAB billentyűkkel vagy egérrel lehet tovább lépni.

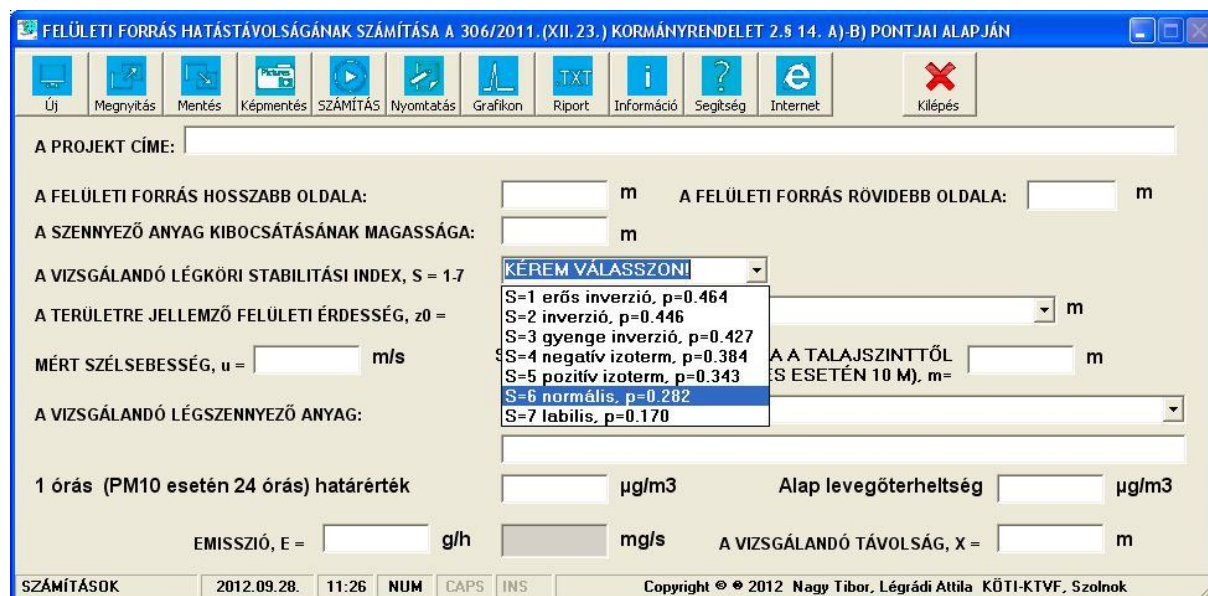
Az adatbeviteli menüsor gombjai:



Új számítási feladat indítása.

	Szöveges fájlként mentett számítás megnyitása.
	A számítási eredmények elmentése szöveges fájlba. A program .TXT vagy .CSV kiterjesztésű állományban menti az adatokat.
	Az adatbevitel, ill. az eredmények elmentése képként. A felkínált lehetőségek: .BMP, .JPEG, .JPG, .PNG és .TIF formátumok.
	A számítások elvégzése.
	Az adatok és/vagy eredmények kinyomtatása képként.
	Az eredmények grafikus megjelenítése. E gombra kattintással az ún. grafikon ablak jelenik meg.
	Az input adatok és a számítási eredmények megjelenítése szöveges fájlban.
	Információk a programról.
	Help fájl megnyitása.
	A KÖTI-KTVF honlapjára ugrás, új Pthat.exe verzió ellenőrzése.
	Kilépés a programból.

Lenyíló ablakokból választhatjuk ki a vizsgált területre jellemző légköri stabilitás indexét (S=1-7), valamint a felületi érdességet (z_0 , m) (**2., 3., ábrák**).



FELÜLETI FORRÁS HATÁSTÁVOLSÁGÁNAK SZÁMÍTÁSA A 306/2011. (XII. 23.) KORMÁNYRENDELET 2.§ 14. A)-B) PONTJAI ALAPJÁN

Új Megnyitás Mentés Képmntés SZÁMÍTÁS Nyomatás Grafikon Riport Információ Segítség Internet Kilépés

A PROJEKT CÍME:

A FELÜLETI FORRÁS HOSSZABB OLDALA: m A FELÜLETI FORRÁS RÖVIDEBB OLDALA: m

A SZENNYEZŐ ANYAG KIBOCSÁTÁSÁNAK MAGASSÁGA: m

A VIZSGÁLANDÓ LÉGKÖRI STABILITÁSI INDEX, S = 1-7 **KÉREM VÁLASZSON!**

A TERÜLETRE JELLEMZŐ FELÜLETI ÉRDESSÉG, z_0 = m

MÉRT SZÉLSEBESSÉG, u = m/s

A VIZSGÁLANDÓ LÉGSZENNYEZŐ ANYAG:

1 óras (PM10 esetén 24 órás) határérték $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Alap levegőterheltség $\mu\text{g}/\text{m}^3$

EMISSION, E = g/h mg/s A VIZSGÁLANDÓ TÁVOLSÁG, X = m

SZÁMÍTÁSOK 2012.09.28. 11:26 NUM CAPS INS Copyright © 2012 Nagy Tibor, Légrádi Attila KÖTI-KTVF, Szolnok

2. ábra A légköri stabilitás kiválasztása

3. ábra A felületi érdesség kiválasztása

Alaphelyzetben az alábbi szennyező anyagok közül választhatunk (4. ábra):

4. ábra A vizsgálandó szennyező anyag kiválasztása

Az **SO₂**, **CO**, **NO₂**, **NO_x**, **PM₁₀**, **TSPM** anyagok kiválasztásakor automatikusan töltődik be az 1 órás (PM₁₀ esetén a 24 órás) határérték. Ilyenkor csak az alapterheltséget kell/lehet megadni.

A határértékeket a 71/2012. (VII. 16.) VM rendelettel módosított 4/2011. (I. 14.) VM rendelet 1-2. sz. mellékletei szerint alkalmaztuk.

Egyéb anyagok esetén ezeket az értékeket meg kell adnunk.

Az alap levegőterheltséget, ha mérések vannak a vizsgált területen, a <http://www.kvvm.hu/olm> honlapról lehet megadni, ahonnan megtudhatjuk az éves átlagos levegőterheltségeket.


Ha a vizsgált területről nincsenek adataink, úgy jó közelítést jelenthetnek

- a hasonló méretű és adottságú települések adatai;
- nagyobb városban gáz alakú légszennyezők esetén az éves határérték 20-30%-a, por szennyező anyagnál (PM10) az éves határérték 40-60%-a;
- kisebb településeken az éves határérték 10-25%-a, por szennyező anyagnál (PM10) az éves határérték 20-40%-a;
- településen kívül az éves határérték 10%-a, por szennyező anyagnál (PM10) az éves határérték 20%-a.

A vizsgát távolság maximális értéke $x=32767$ m lehet.

Számítások:



A számításokat a program a  gombra klikkelésre végzi el (5. ábra).

FELÜLETI FORRÁS HATÁSTÁVOLSÁGÁNAK SZÁMÍTÁSA A 306/2011. (XII. 23.) KORMÁNYRENDELET 2.§ 14. A) B) PONTJAI ALAPJÁN

Új Megnyitás Mentés Képmentés SZÁMÍTÁS Nyomtatás Grafikon Riport Információ Segítség Internet Kilépés

A PROJEKT CÍME: minta-adatok

A FELÜLETI FORRÁS HOSSZABB OLDALA: 500 m A FELÜLETI FORRÁS RÖVIDEBB OLDALA: 300 m

A SZENNYEZŐ ANYAG KIBOCSÁTÁSÁNAK MAGASSÁGA: 3 m

A VIZSGÁLANDÓ LÉGKÖRI STABILITÁSI INDEX, S = 1.7 S=6 normális, p=0.282

A TERÜLETRE JELLEMZŐ FELÜLETI ÉRDESSÉG, z0 = 0.50 - kistelepülés m

MÉRT SZÉLSEBBSÉG, u = 3 m/s SEBESSÉG MÉRÉS MAGASSÁGA A TALAJSZINTTŐL (SZABVÁNYOS MÉRÉS ESETÉN 10 M), m = 10 m

A VIZSGÁLANDÓ LÉGSZENNYEZŐ ANYAG: Nitrogén-dioxid, NO2

1 óras (PM10 esetén 24 órás) határérték 100 µg/m3 Alap levegőterheltség 29 µg/m3

EMISSZIÓ, E = 1000 g/h 278 mg/s A VIZSGÁLANDÓ TÁVOLSÁG, X = 1000 m


SZÁMÍTÁSI EREDMÉNYEK

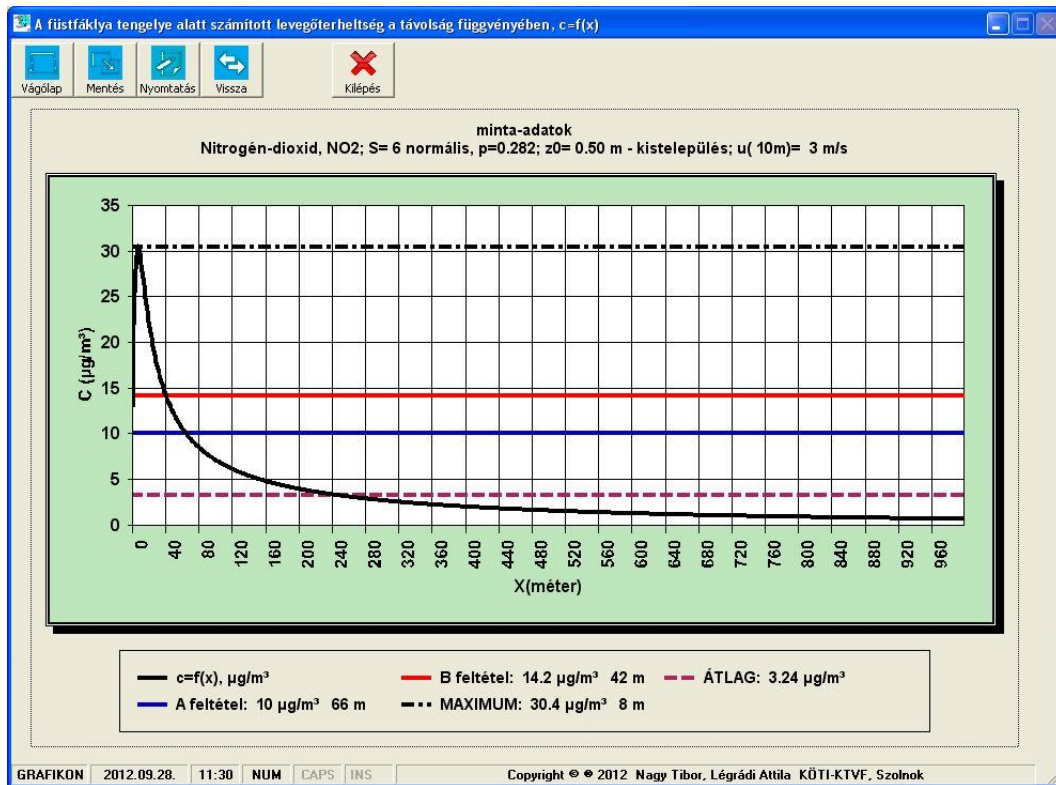
Maximum	30.4	µg/m3	Maximum helye	8	m
"A" feltétel	10	µg/m3	Hatástávolság - "A"	66	m
"B" feltétel	14.2	µg/m3	Hatástávolság - "B"	42	m

SZÁMÍTÁSOK 2012.09.28. 11:29 NUM CAPS INS Copyright © 2012 Nagy Tibor, Légrádi Attila KÖTI-KTVF. Szolnok

5. ábra A számítási eredmények



A  gombra klikkelve a számítási eredményeket grafikusán is megjeleníthetjük (6. ábra).



6. ábra A számítási eredmények grafikus megjelenítése

Az grafikus ablak menüsora gombjai:



A grafikon vágólapra mentése, ahonnan bármely dokumentumba beilleszthető.

A grafikon elmentése kép fájlba. A felkínált lehetőségek: .BMP, .JPEG, .JPG, .PNG és .TIF formátumok.

A grafikon kinyomtatása.

Visszatérés a számításhoz.

Kilépés a programból.

A programból, ill. a grafikus ablakból való kilépéskor a program felkínálja az adatok, valamint a grafikon mentésének lehetőségét.

A számítások az MSZ 21457/4: 1980 és az MSZ 21459/1, 2: 1981 szabványok előírásain alapulnak.