



CNOSSOS-EU újgenerációs zajterjedési modell felépítése és meteorológiai adatháttere

WEIDINGER TAMÁS¹, PARÁSZKA VIOLA², BALOGH EDINA², FRITZ PETRA¹, ARUN GANDHI¹,
MENDYL ABDERRAHMANE¹, TORDAI ÁGOSTON VILMOS¹

¹ELTE FÖLDRAJZ ÉS FÖLDTUDOMÁNYI INTÉZET, METEOROLÓGIAI TANSZÉK

²KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI INTÉZET NONPROFIT KFT.

2022. NOVEMBER 17.

A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE



Tudomány: út a világ megismeréséhez

Főbb témakörök

Zajterjedés mint környezeti probléma

Meteorológia szerepe a zajterjedés modellezésében

- hangsebesség magasságszerinti változása, szél, hőmérséklet, turbulencia, talajállapot

CNOSSOS EU modell hazai meteorológiai preprocesszora

- zajterjedés szempontjából kedvező (p_f) és kedvezőtlen ($1-p_f$) esetek elkülönítése
- alkalmazott adatbázisok (SYNOP, ERA5)

Eredmények

- hangterjedési profilok irány és napszak szerinti eloszlásai
- meteorológiai preprocesszor alkalmazása modellszámításokban
- esettanulmány a SoundPLAN zajmodellező szoftver alkalmazásával

Összefoglalás, következtetések



WHO szerint a zaj
a második
legjelentősebb
környezetszennyező



65 dB felett zajszennyezés
75 dB felett káros hatások
120 dB felett fájdalomérzés

Zajszennyezés – tények, feladatok

Európa lakosságának 20%-a érintett

Éjszakai zajterhelés 50 millió embert érint

Hosszú távú egészségkárosodás (20 millió lakos)

Időszakos zajterhelés: **Budapest** lakosságának
30-35%-a érintett.

A hazai stratégiai küszöbértékek:

közlekedés: nappal: 63 dB, éjszaka 55 dB

ipari források: nappal: 46 dB, éjszaka: 40 dB

CNOSSOS-EU módszer: közös uniós zajszámítási
módszer a stratégiai zajtérképek készítéséhez

Zajterjedés és meteorológia

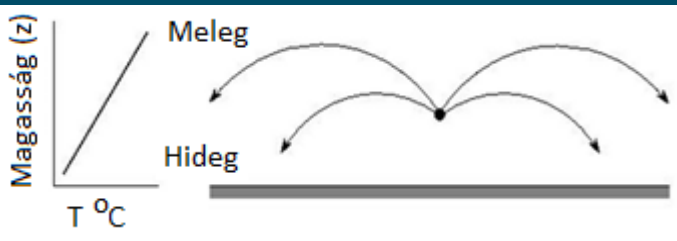
Hang – adiabatikus sűrűségi hullám

$$c_{ad} = \sqrt{k \cdot R_d \cdot T_v}, \quad k = c_p/c_v$$

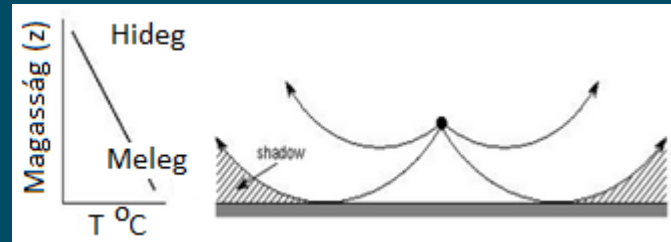
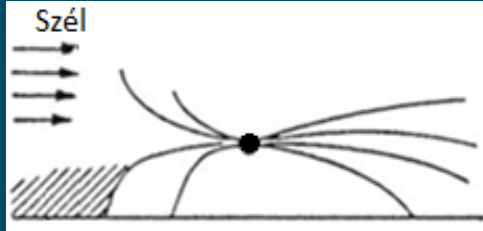
T_v – virtuális hőmérséklet

Hangsebesség magasságszerinti változása a szélesebbesség és a hőmérséklet profil függvénye, Meghatározása:

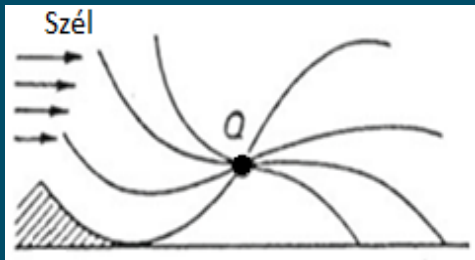
- standard meteorológiai adatok → Monin–Obukhov-féle hasonlósági elmélet
- turbulencia paramétereinek (energiamérleg komponensek)

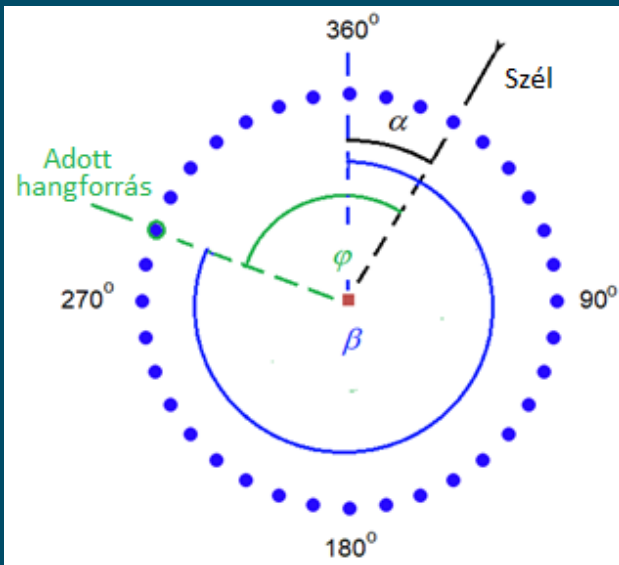


Éjszaka



Nappal





Zajforrás hatása a
receptor-pontra)
 Szél + hőmérsékleti profil
 (stabilitás + **relatív szélirány**)

Log-lineáris profilszámítás

$$c(z) = c_{ad}(z) + u(z) = a \cdot \ln \left(1 + \frac{z}{z_0} \right) + b \cdot z + c_0$$

$$c_{ad}(z) \approx c_0 + a_c \cdot \ln \left(1 + \frac{z}{z_0} \right) + b_c \cdot z$$

$$u(z) = V(z) \cdot \cos \varphi \approx +a_u \cdot \ln \left(1 + \frac{z}{z_0} \right) + b_u$$

$$a = a_u + a_c, b = b_u + b_c$$

ami függ a stabilitástól szélesebségtől és a relatív széliránytól (25 stabilitási osztály)

Zajterjedési preprocessor kialakítása

Kedvező zajterjedés: $\frac{\partial c}{\partial z} > 0$

Kedvezőtlen zajterjedés: $\frac{\partial c}{\partial z} \leq 0$

$$\frac{\partial c}{\partial z} = \frac{a}{z+z_0} + b, \text{ ahol } z = 4 \text{ m, } z_0 = 0.1 \text{ m}$$

p_f számítása: átlagolás adott napszak adott irányú eseteiből (25 → 2 típus)

Hangnyomásszint (L_{LT}) számítása

$$L_{LT} = 10 \times \lg \left(p_f \cdot 10^{\frac{L_F}{10}} + (1 - p_f) \cdot 10^{\frac{L_H}{10}} \right)$$

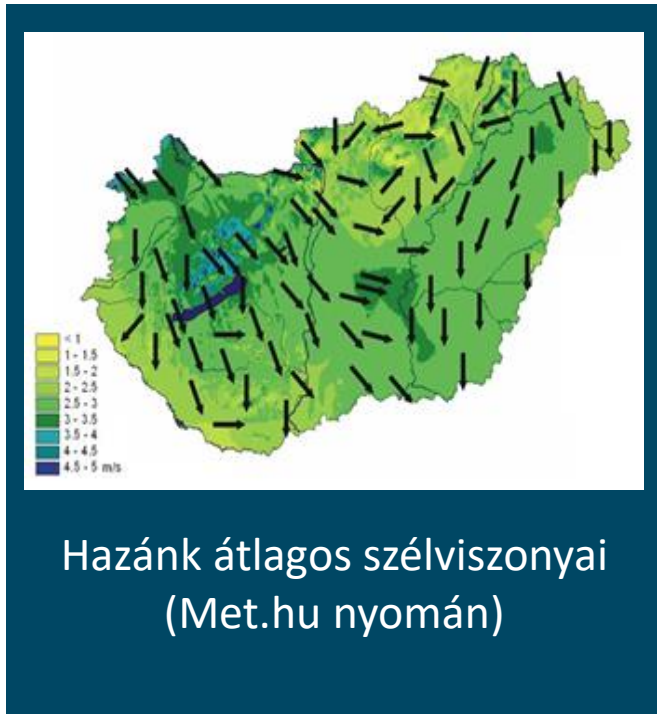
L_F, L_H – modellezett hangnyomásszint (dB) kedvező és kedvezőtlen zajterjedési viszonyok mellett



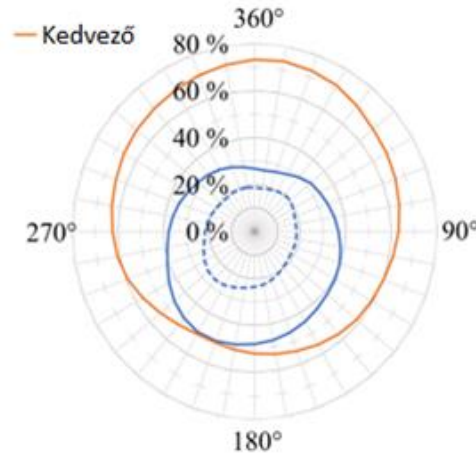
Eredmények

- Kedvező és kedvezőtlen zajterjedési viszonyok budapestre
- Évek közötti változékonyság
- Országon belüli különbségek → útban a rácsponti adatbázis felé
- ERA5 reanalízis alkalmazhatósága
- Esettanulmány(soundplan szoftver)
miért is kell a zajterjedési preprocessor?

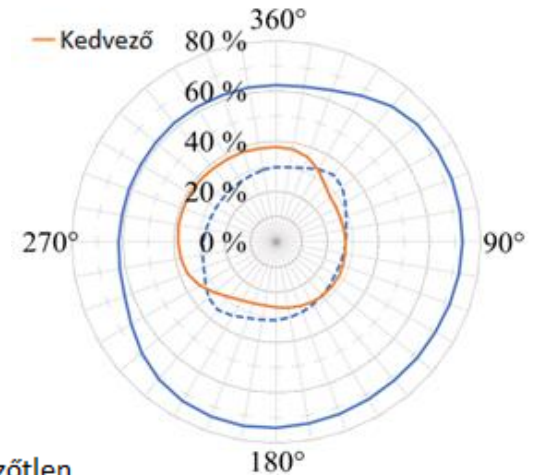
Kedvező (p_f) és kedvezőtlen ($1-p_f$) zajterjedés gyakorisága éjszaka és nappal (semleges rétegződés külön kiemelve), Budapest, 2009-2018.



„Zajmérés közepén”



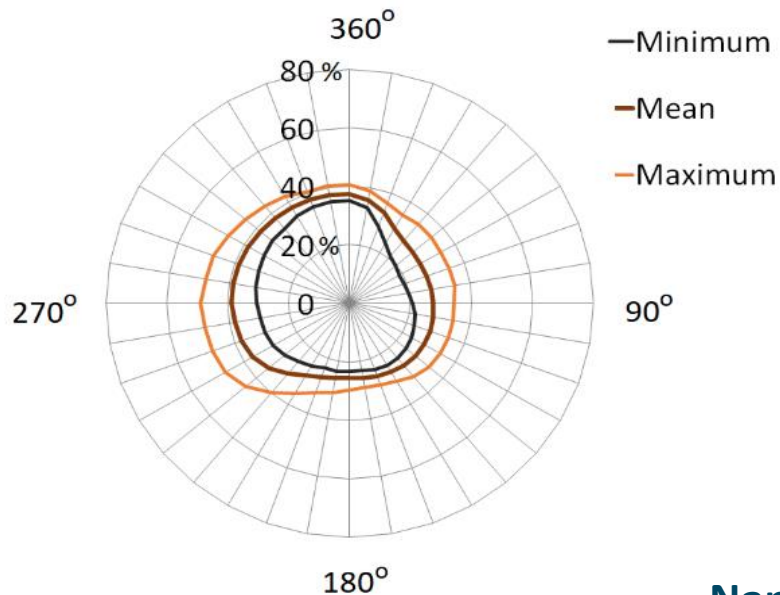
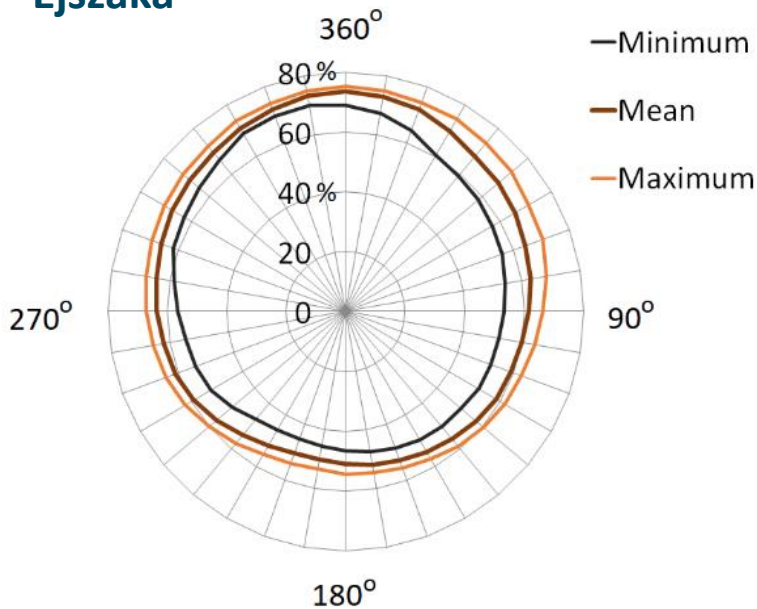
Éjszaka



Nappal

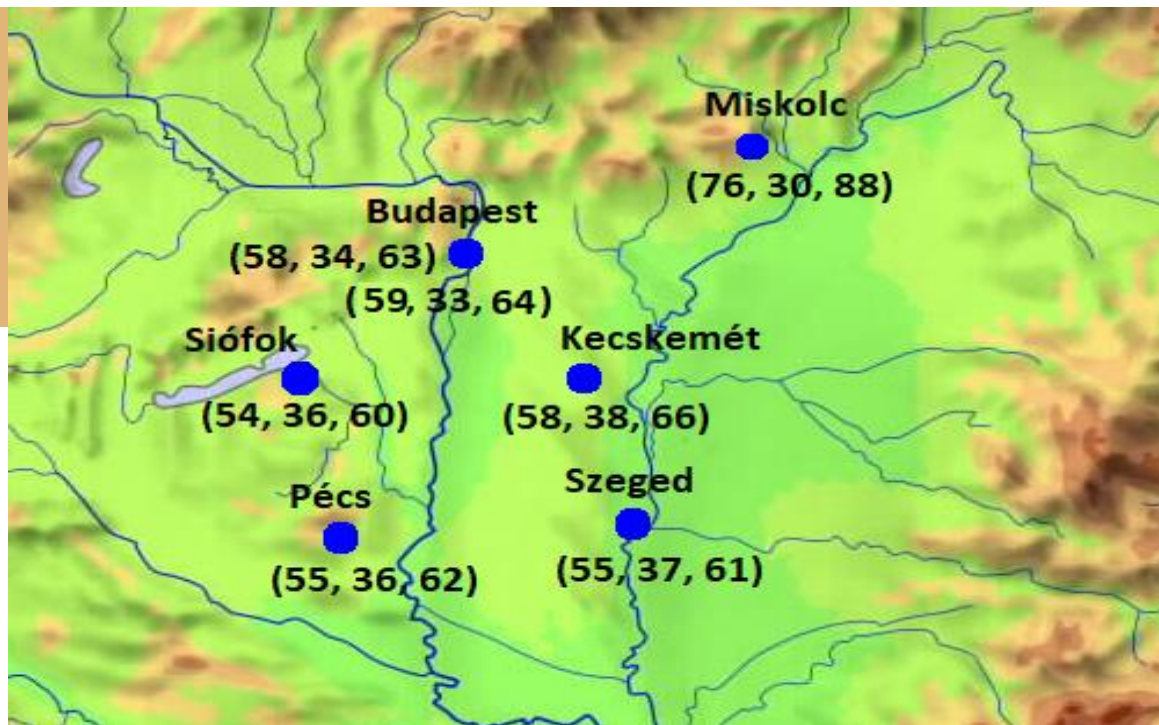
Minimális maximális és átlagos évi kedvező (p_f) zajterjedési helyzetek, Budapest, 2009-2018

Éjszaka



Nappal

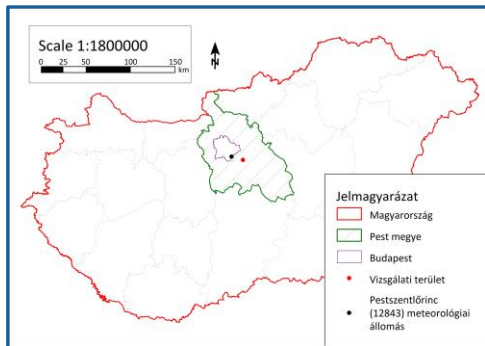
Órás meteorológiai mérések adatai számított p_f értékek öt vidéki állomásra (2014-2018) és Budapestre (209-2013 és 2014-2018)



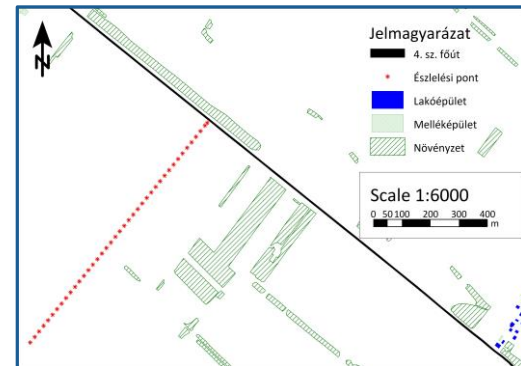
(éjszaka, nappal, este)

Órás meteorológiai mérések, illetve az ERA5 reanalízis standard meteorológiai adatai (met) és a felszínközeli réteg turbulencia paramétereit (flux) alapján számított p_f értékek, Budapest, 2014

Adatforrás	Éjszaka	Nappal	Este
SYNOP	59%	33%	65%
ERA5 met	48%	35%	51%
ERA5 flux	58%	36%	68%



- **Üllő település**
- Pestszentlőrinctől 13 km
- 4-es főút (> 3 millió jármű/év)
- 41 db virtuális észlelési pont



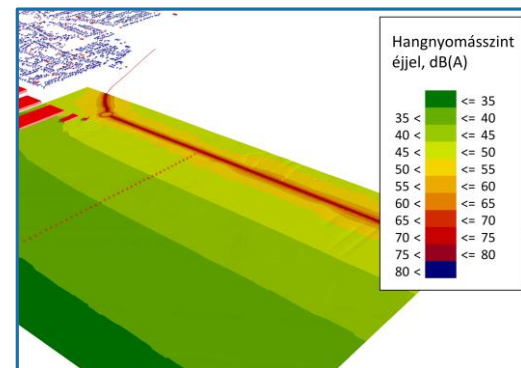
SoundPLANnoise modell 8.2

• Emisszió:

- 2021. évi átlagos napi forgalmi adatok (Magyar Közút Nonprofit Zrt.)
- sebességhatárok:
 - 90 km/h (CNOSSOS 1. és 4b. járműkategória)
 - 70 km/h (CNOSSOS 2. és 3. járműkategória)
- CNOSSOS-EU közúti emissziószámítási módszer → napszakonkénti hangteljesítményszintek

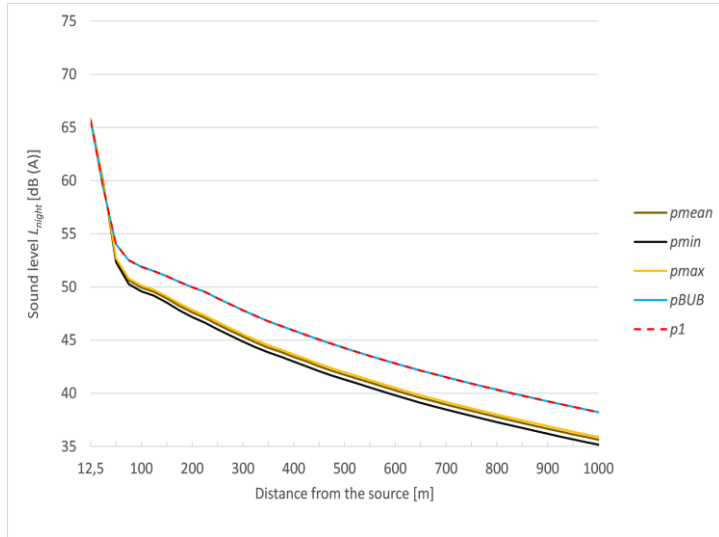
• **Digitális terepmodell, út geometria:**

legutóbbi stratégiai zajtérképezési ütem adatai (2018)

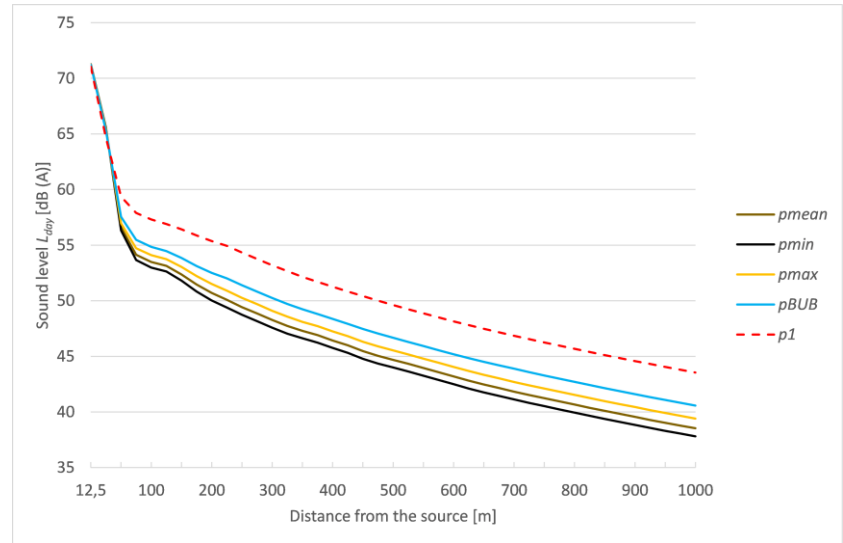


Egyenértékű hangnyomásszintek a forrástól (4. sz. főút) való távolság, a napszak és p_f függvényében (Üllő, 2021)

Éjszaka (22–06 óra, helyi idő)



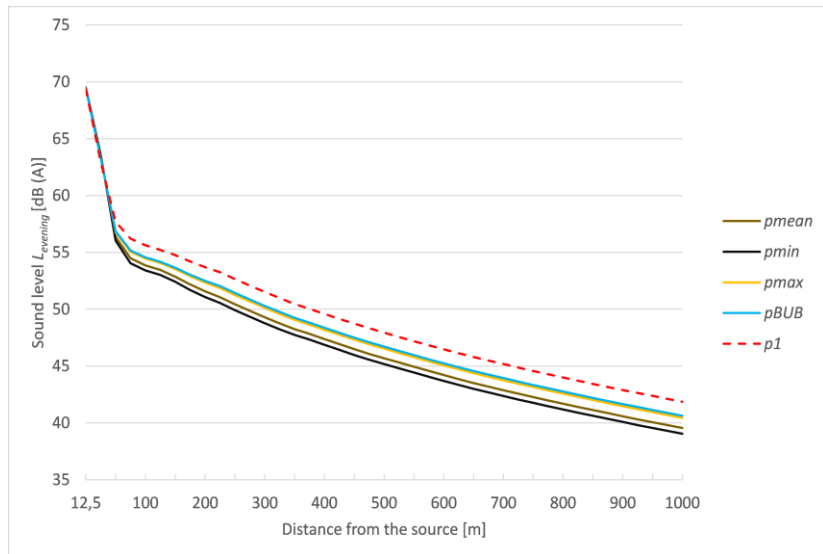
Nappal (06–18 óra)



p_{mean} , p_{min} , p_{max} – sokévi átlagos, minimális és maximális p_f értékek (%), Budapest 2009-2018
 p_1 : $p_f=100\%$, **p_{BUB}** : német szabvány (p_f értéke nappal 50%, este 75%, éjjel 100%)

Egyenértékű hangnyomásszintek a forrástól (4. sz. főút) való távolság a napszak és p_f függvényében (Üllő, 2021)

Este (18–22 óra)



Kibocsátási hangteljesítményszint: 85,6 dB(A)

Főbb megállapítások

- **p_1 változat:** szignifikánsan nagyobb hang-nyomásszintek (esetenként >5 dB különbség)
- **p_{min} és p_{max} változat:** nappal és este nagyobb különbségek → ok: eltérő p_f értéke
- **p_{BUB} és a generált értékek (p_{max} , p_{min} , $p_{átlag}$):** előbbi magasabb szinteket eredményez → ok: az indifferens esetek homogén esetekhez történő besorolása

Következtetések, Innovációs célok

- **Elkészült** a meteorológiai preprocesszor az új generációs terjedési modellekhez
- A p_f paraméter felvételének **jelentős hatása van** a CNOSSOS-EU zajterjedési modell eredményeire
- **Fontos feladat** a p_f paraméter értékeinek megalapozott, a helyi meteorológiai viszonyokat is figyelembe vevő meghatározása
- Érzékenységi vizsgálatok, modellfejlesztés (univerzális függvények)
- **Országos rácsponti adatbázis kialakítása** (SYNOP, ERA5 reanalízis)

Köszönetnyilvánítás: Schmelz Tamásnak (KTI) a kutatásban való részvételért. A munkát támogatta az Innovációs és Technológiai Minisztérium (GVF/337/2021-ITM_SZERZ) és az OTKA No. K-138176 pályázata.



A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE

Az MTA programsorozata



KÖSZÖNÖM
A FIGYELMET!

mta.hu

