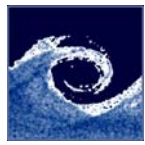


# A TERVEZETT M0 ÚTGYŰRŰ ÉSZAKI SZEKTORÁNAK 11. ÉS 10. SZ. FŐUTAK KÖZÖTTI SZAKASZÁN VÁRHATÓ LÉGSZENNYEZETTSÉG



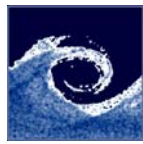


# Az M0 útgyűrű

M0 útgyűrű, Budapest, északi szektor, 10. és 11. út közötti szakasz







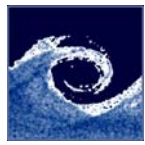
# Vizsgált nyomvonalak

- domborzat
- 5 település
- alagutak és hidak



- A forgalmi előrejelzés alapján az emisszió meghatározása
  - Szélstatisztika meghatározása a területre
  - Légszennyezettség (NO<sub>x</sub>, CO, PM<sub>10</sub>) az 5\* nyomvonalra
  - Javaslatok kidolgozása a határértékátlépések elkerülésére
  - Kommunikáció: az eredmények bemutatása a nyilvánosságnak.
- \*ezekből mára már csak az alagutas változatok maradtak.*

Megbízó: NIF Zrt.  
 Időtartam: 2007. február-július  
 Alvállalkozó: Vibrocomp Kft - zajvédelmi vizsgálat



## Szennyezők terjedése az atmoszférában



A szennyezők mozgását a levegő áramlása határozza meg. Ezért az áramlást modellezzük. A modellezés két módszere:

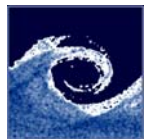
a) **Szélcsatorna modellkísérlet**

b) **Áramlástan numerikus szimuláció:** az áramlási és a terjedési folyamatok számításal történő leírása, elemzése (számítógépen)

A helyes eredmények fontos feltétele az atmoszféra alsó u.n. határrétegében kialakuló áramlás, a sebességmegoszlás, a *turbulencia* gondos modellezése.







# A szélcsatorna és a modell



**1:1000  
léptékű  
modell**

**28.5 km<sup>2</sup>**

**Épületek,  
domborzat,  
vegetáció  
modellezése**

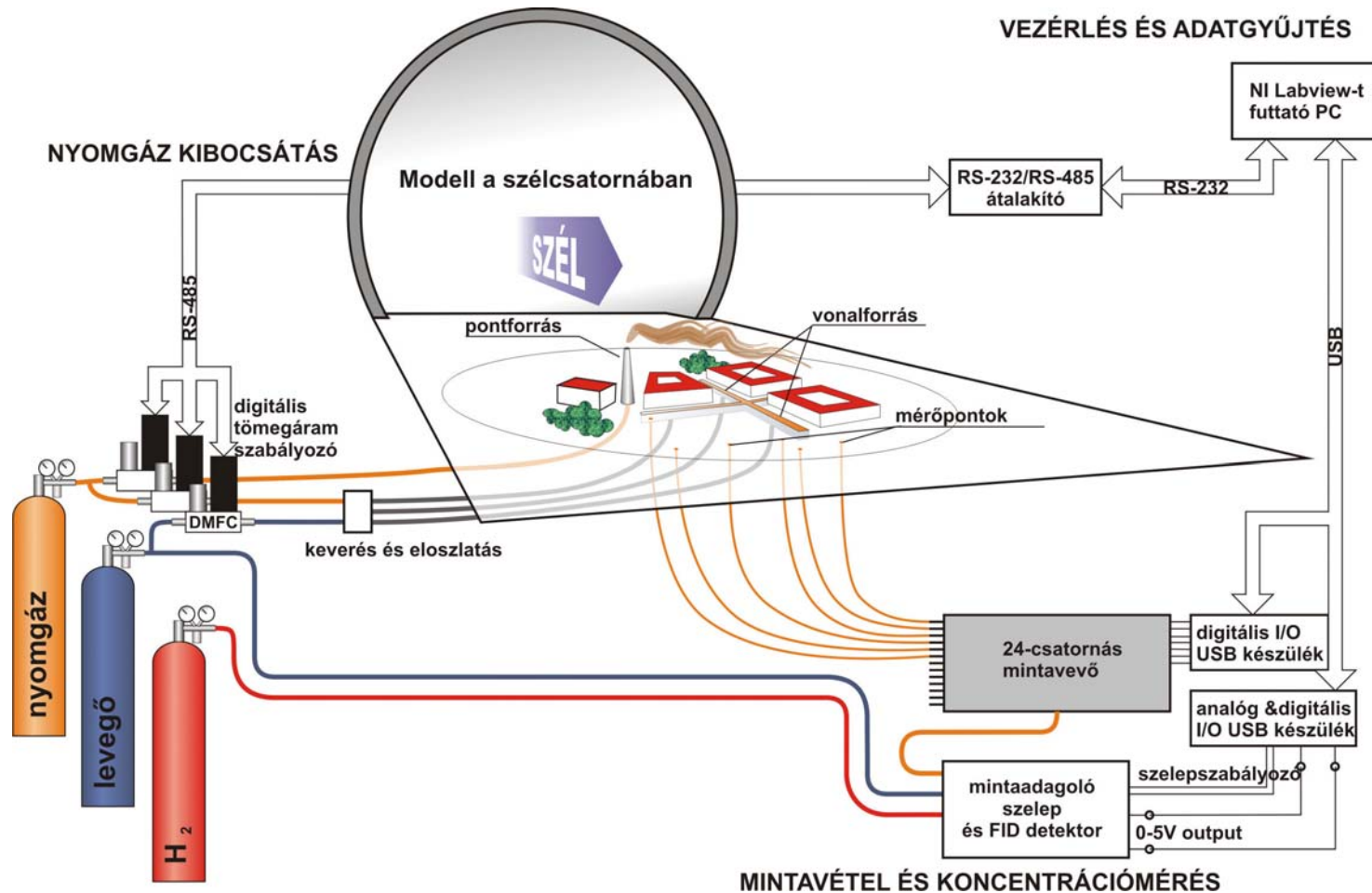
**Utak, mint  
szennyező-  
források**

**Több mint  
1000  
koncentráció  
mérés**



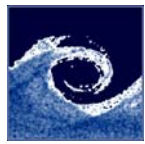
**Levegősugár átmérő: 2.6 m | mérőtér hossz: 8 m  
max. szélesség: 220 km/h | teljesítmény: 600 kW**

# Levegőszennyezettség vizsgálata szélcsatornában



- A nyomgáz bebocsátása pontforrásokon (alagút kijáratok) és vonalforrásokon (utak) keresztül
- Mintavétel a mérőpontokban
- A gázmintában lévő nyomgáz koncentrációjának mérése



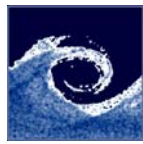


## MISKAM – Mikroskaliges Strömung-und Ausbreitungsmodell (mikroskálájú áramlás- és terjedésmodell) - Mainzi Egyetem

- A szoftvert több körülbelül 70 helyen alkalmazzák német nyelvterületen, Franciaországban és Hollandiában szakértői tevékenységhez.
- **Meredek domborzat, komplex beépítettség, vegetáció (erdő) befolyásolta áramlás és terjedés modellezésére képes.**
- Szélcsend közeli állapot, erősen stabil vagy labilis légköri állapot, hőmérsékleti hatások, kémiai reakciók számítását nem teszi lehetővé.

- Szimulációk futtatása : 8 Intel processzoron kb. 1 hónapig tartott.

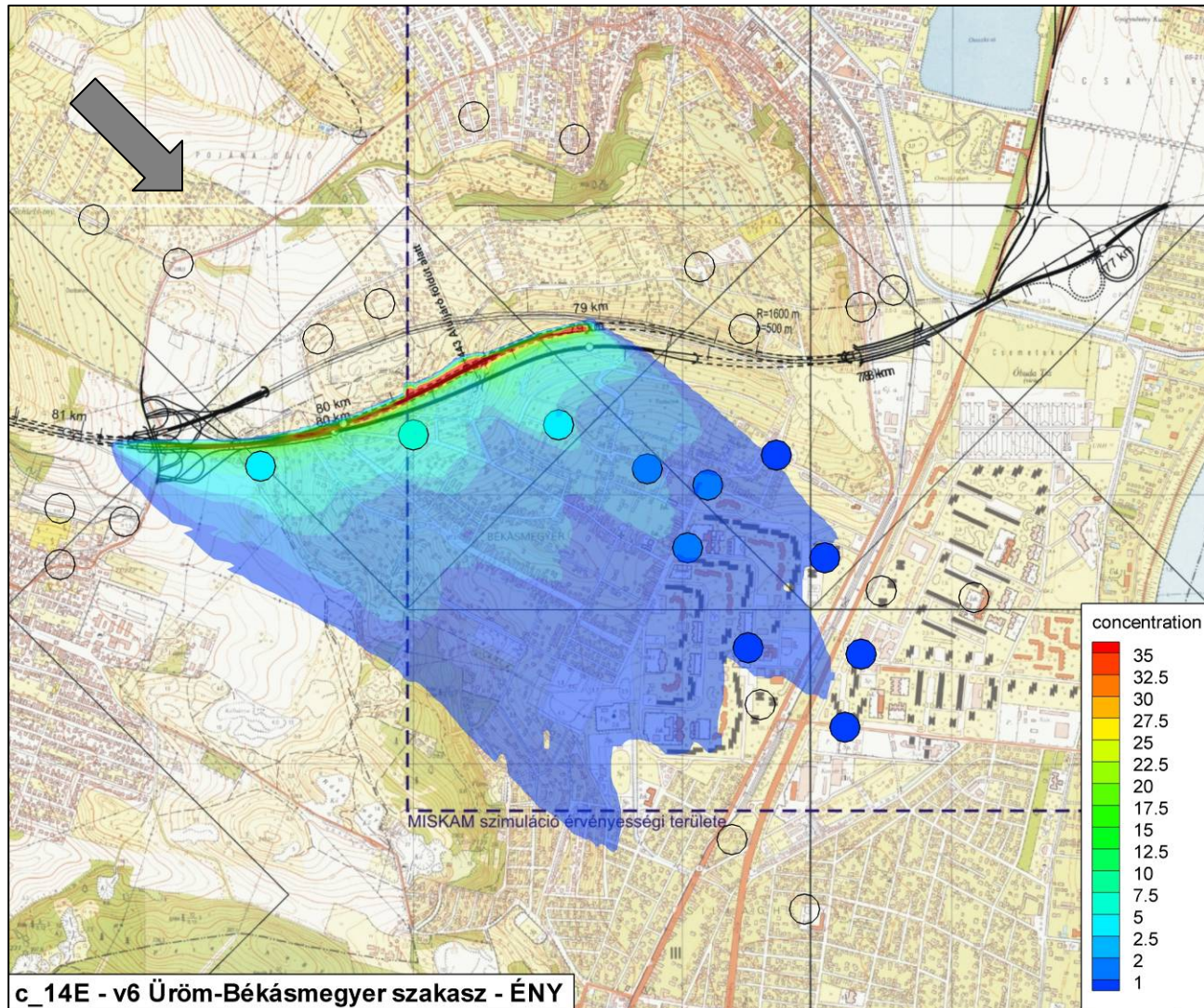




# Szélcsatorna és szimulációs eredmények összevetése

Színezés: koncentráció szerint (kék – alacsony, piros – magas koncentráció)

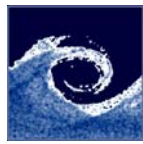
**Körök:** szélcsatorna mérés | **Eloszlás:** MISKAM-szimuláció



c\_14E - v6 Üröm-Békásmegyer szakasz - ÉNY

A szélcsatorna mérések és a MISKAM-szimulációs eredmények a részletes kiértékelés során is jó egyezést mutattak. Ezért mindkét módszert hitelesnek fogadjuk el (amit a nemzetközi szakirodalom is megerősít.)





# Eredmények - példa: 3-as változat, ürömi csomópont

Legrosszabb eset:

- csúcsórai forgalom
- alacsony szélesebbesség

## Felszíni szakaszok:

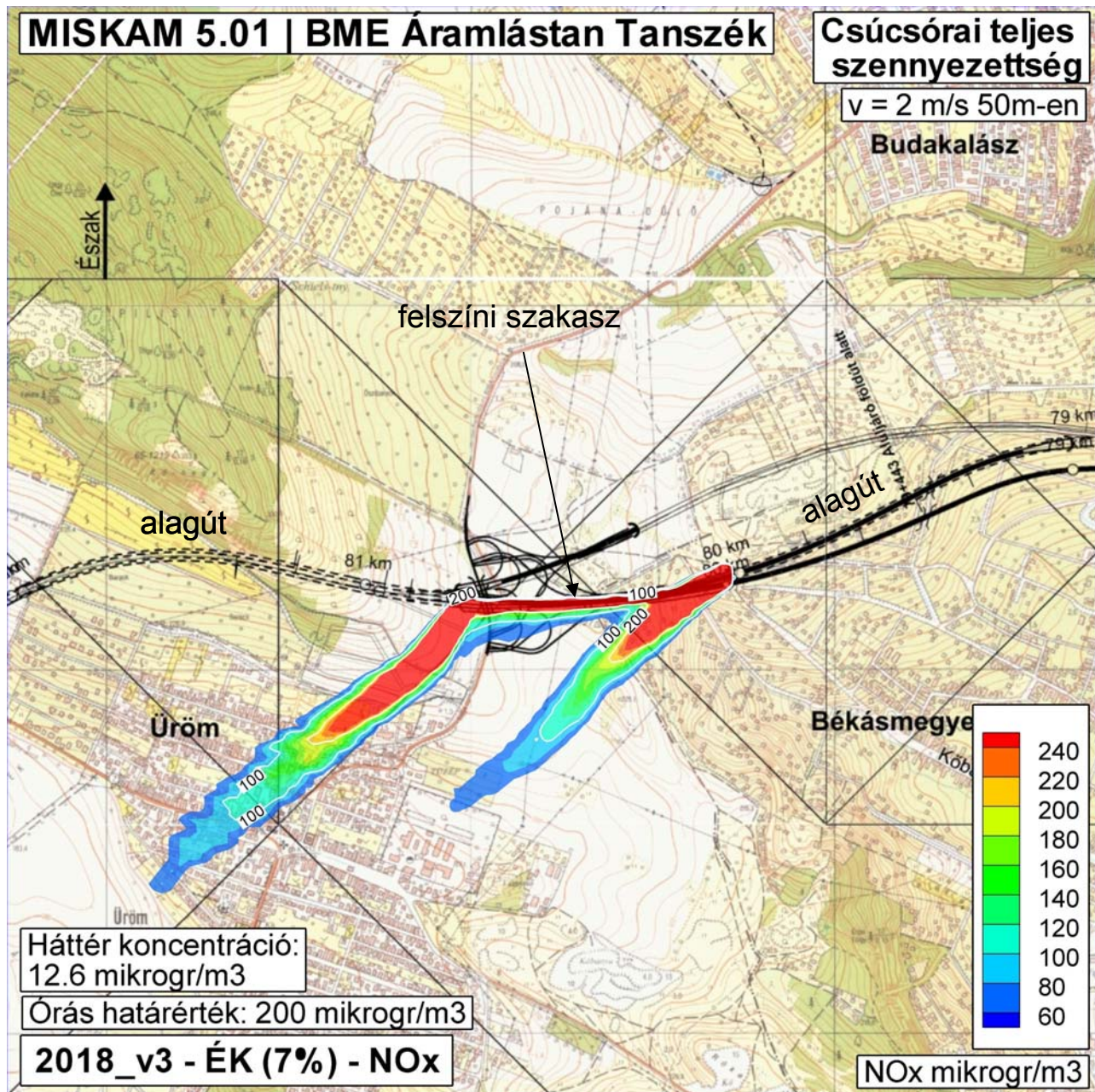
Határértékátlépés csak a kibocsátás közvetlen közelében

## Alagutak:

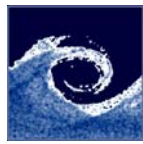
A teljes hosszon keletkezett szennyeződés a kapun lép ki. Jelentős túllépések

⇒ **műszaki megoldás**

**kell a kilépő szennyezők eltávolítására**







# Eredmények - példa: 3-as változat, ürömi csomópont

Legrosszabb eset:

- csúcsórai forgalom
- alacsony szélesebség

## Felszíni szakaszok:

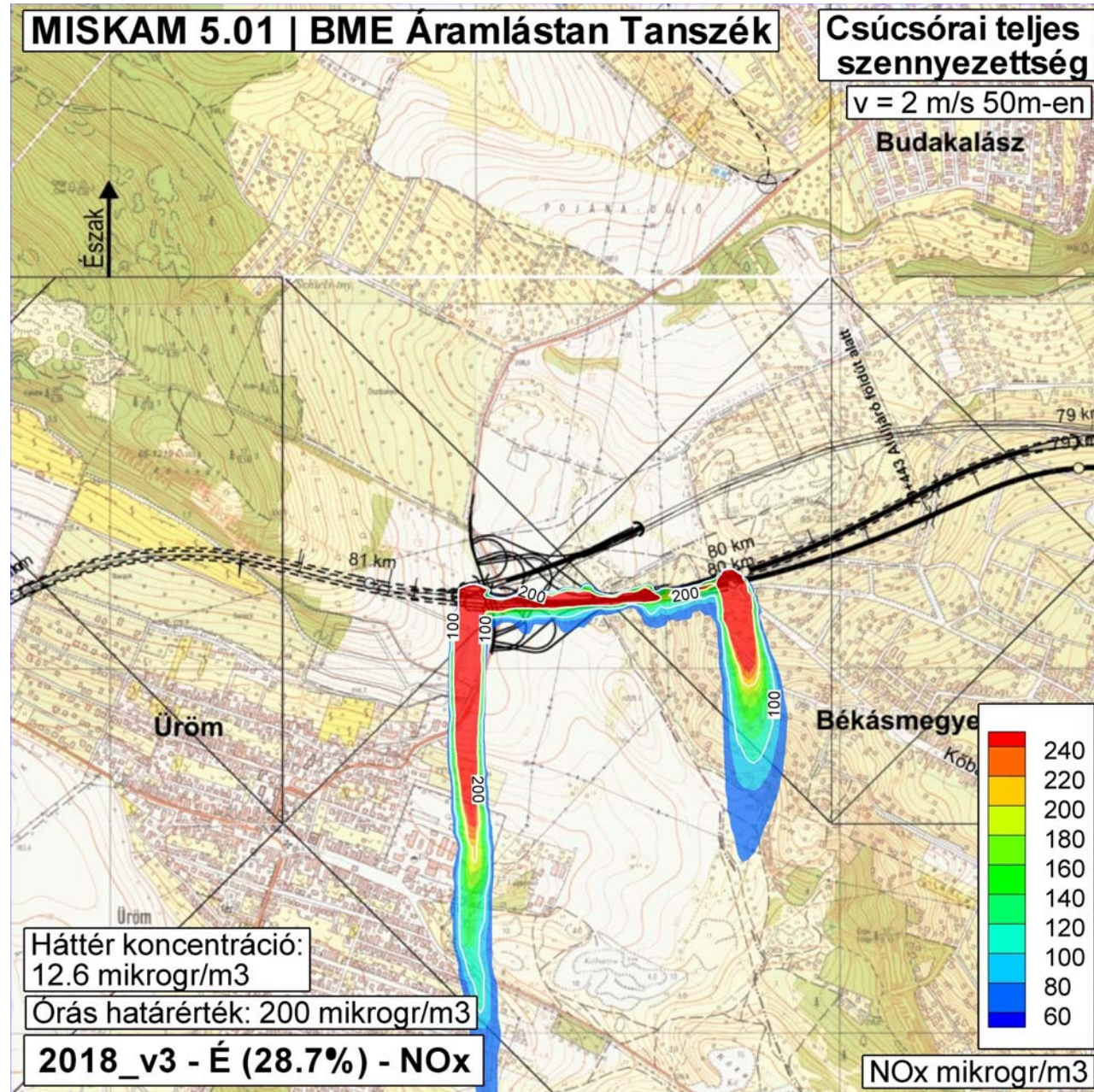
Határértékátlépés csak a kibocsátás közvetlen közelében

## Alagutak:

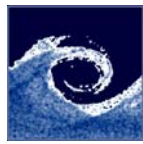
A teljes hosszon keletkezett szennyeződés a kapun lép ki. Jelentős túllépések

⇒ **műszaki megoldás**

**kell a kilépő szennyezők eltávolítására**







# Eredmények - példa: 3-as változat, ürömi csomópont

Legrosszabb eset:

- csúcsórai forgalom
- alacsony szélesség

## Felszíni szakaszok:

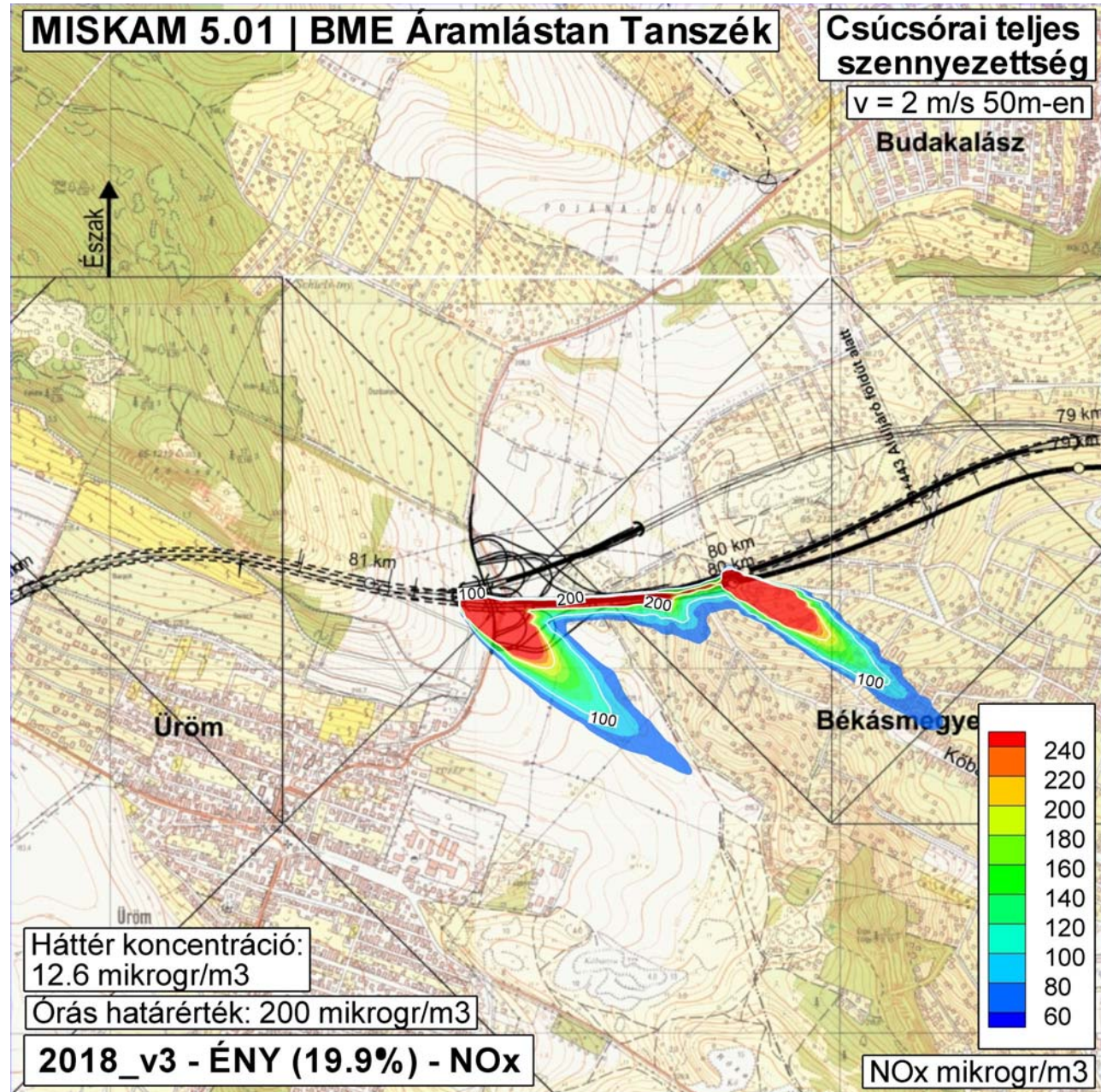
Határértékátlépés csak a kibocsátás közvetlen közelében

## Alagutak:

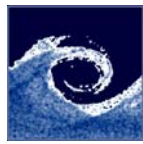
A teljes hosszon keletkezett szennyeződés a kapun lép ki. Jelentős túllépések

⇒ **műszaki megoldás**

**kell a kilépő szennyezők eltávolítására**







## Eredmények - példa: 3-as változat, ürömi csomópont

Legrosszabb eset:

- csúcsórai forgalom
- alacsony szélesség

### Felszíni szakaszok:

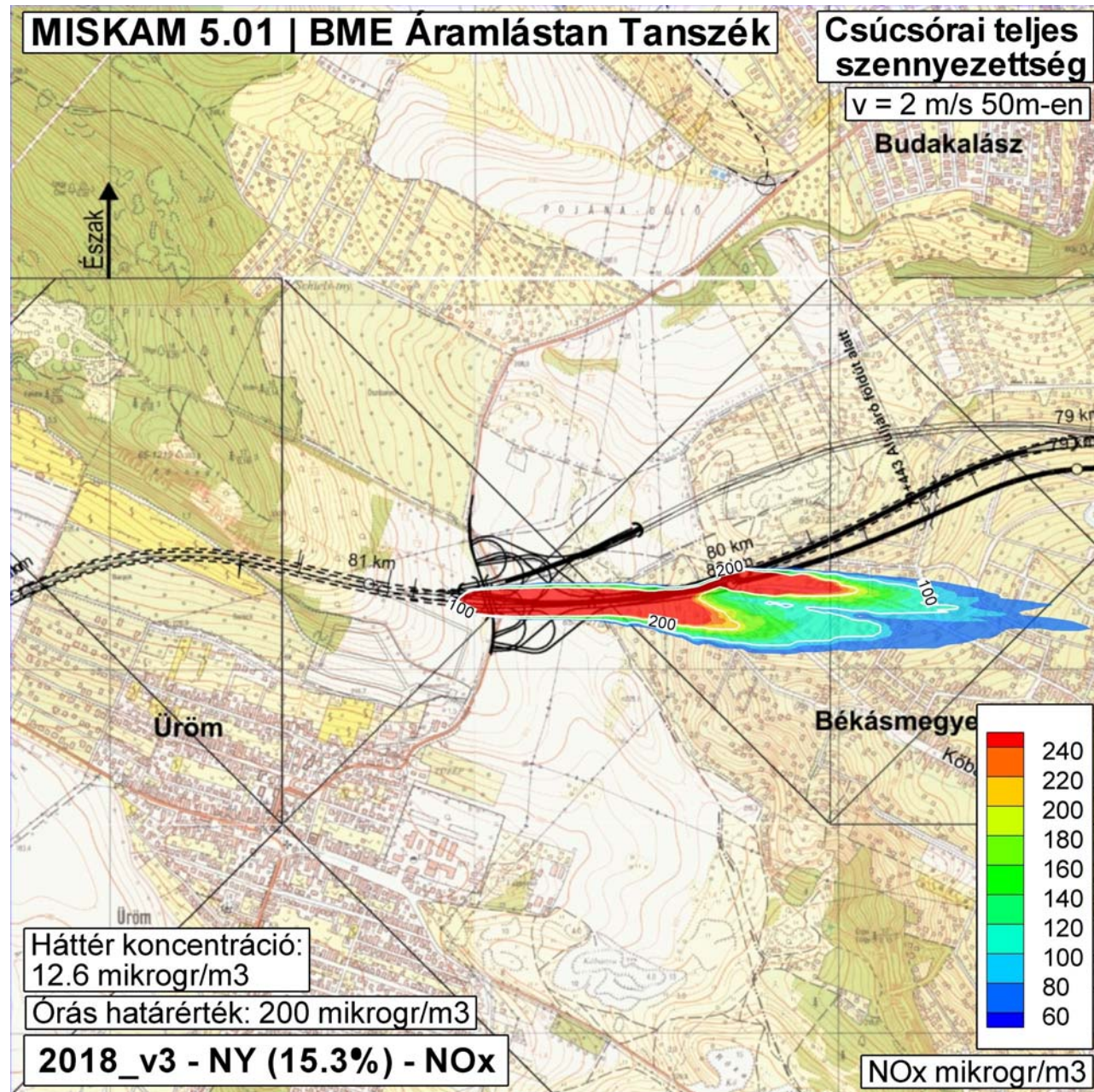
Határértékátlépés csak a kibocsátás közvetlen közelében

### Alagutak:

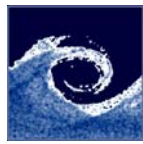
A teljes hosszon keletkezett szennyeződés a kapun lép ki. Jelentős túllépések

⇒ **műszaki megoldás**

**kell a kilépő szennyezők eltávolítására**







# Eredmények - példa: 3-as változat, ürömi csomópont

Legrosszabb eset:

- csúcsórai forgalom
- alacsony szélesség

## Felszíni szakaszok:

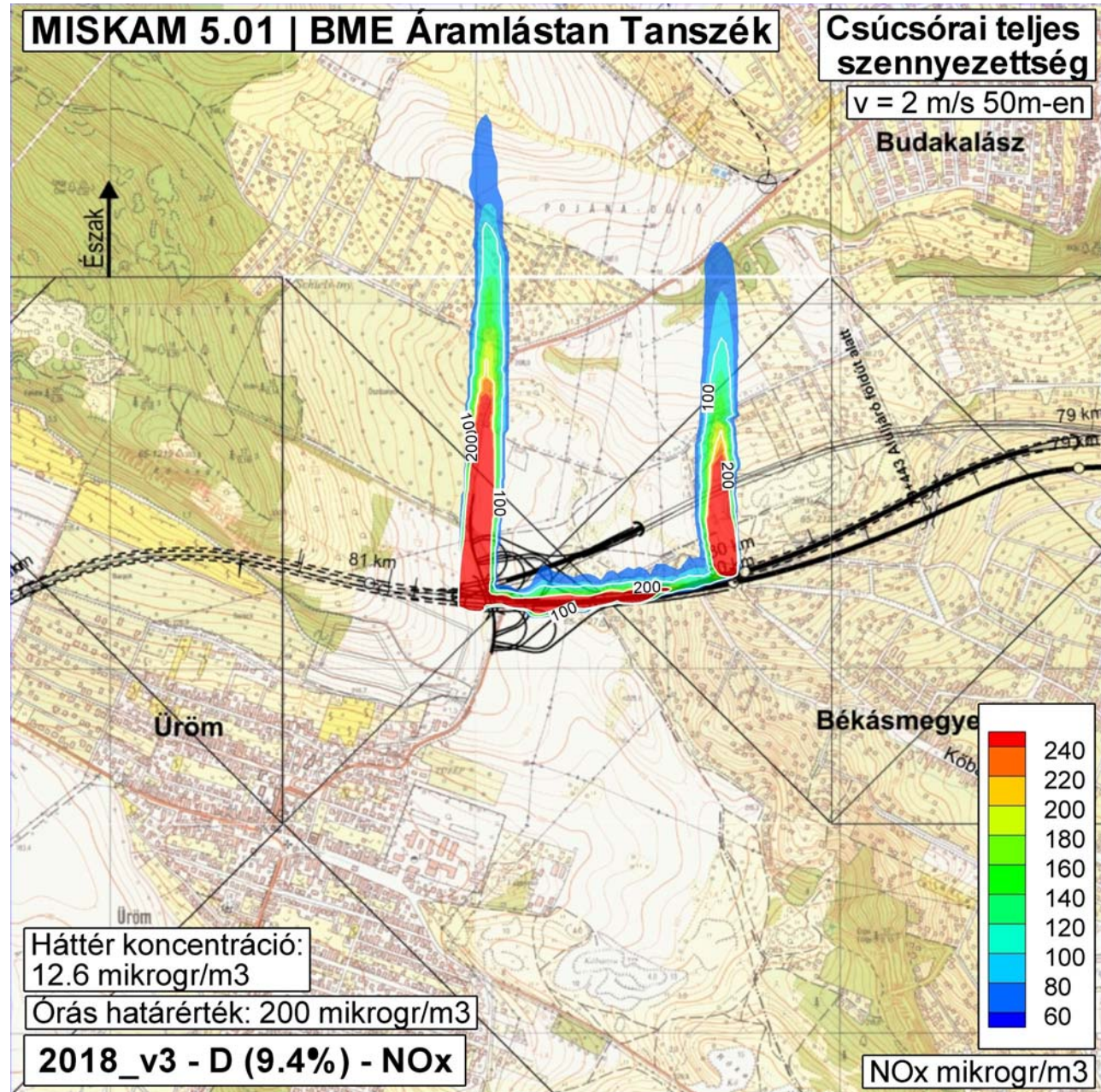
Határértékátlépés csak a kibocsátás közvetlen közelében

## Alagutak:

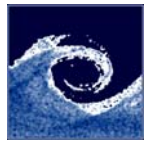
A teljes hosszon keletkezett szennyeződés a kapun lép ki. Jelentős túllépések

⇒ **műszaki megoldás**

**kell a kilépő szennyezők eltávolítására**

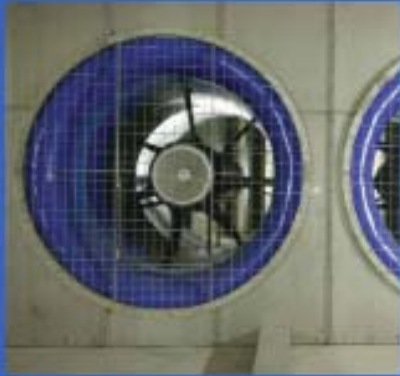






## Javaslatok

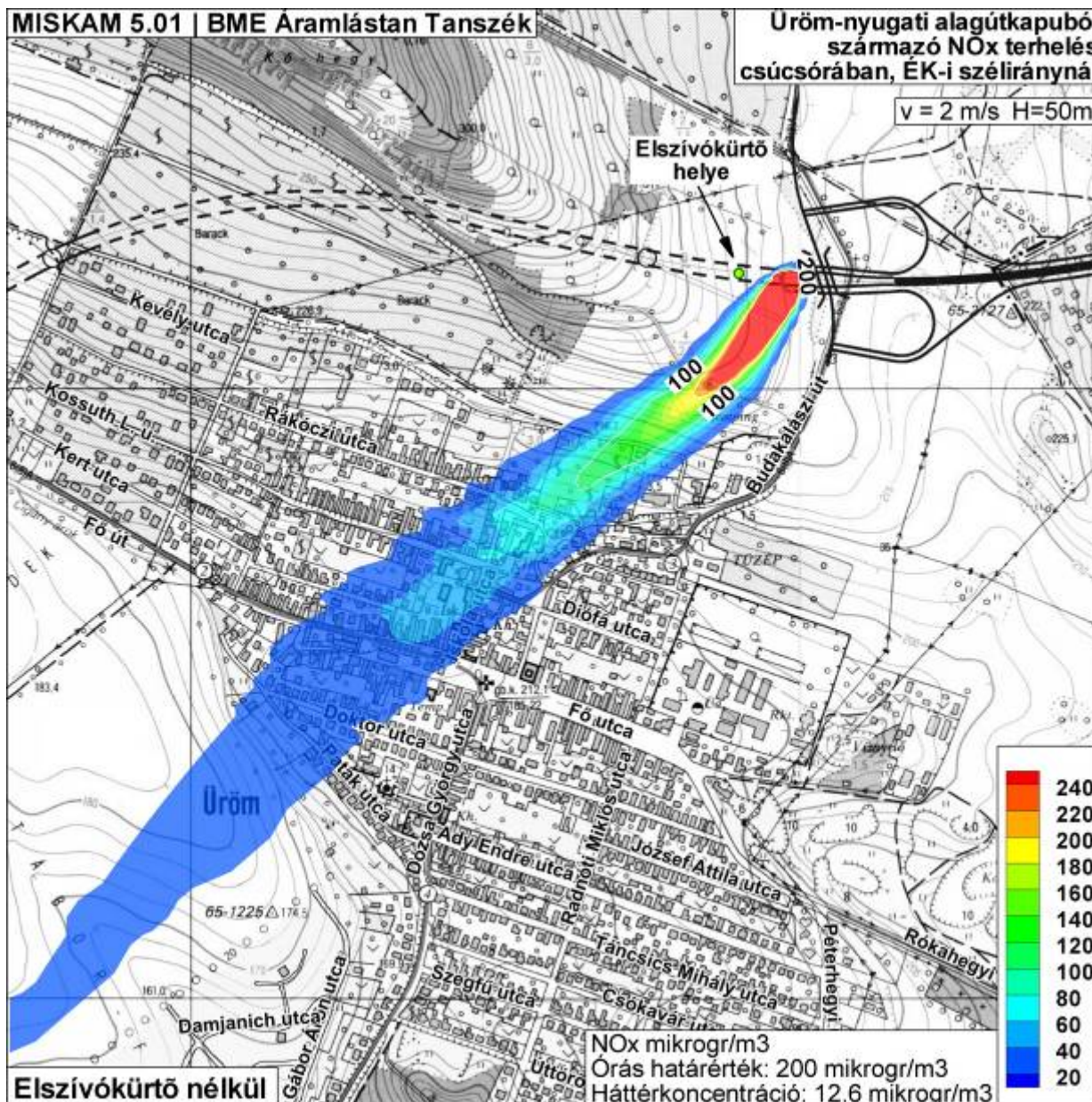
Kürtök építése az alagút szennyezett levegőjének elszívására, magasan történő kibocsátására



Nyugati példák a kürtök kialakítására városi és vidéki környezetben



# Javaslatok – A kürtők működésének ellenőrzése



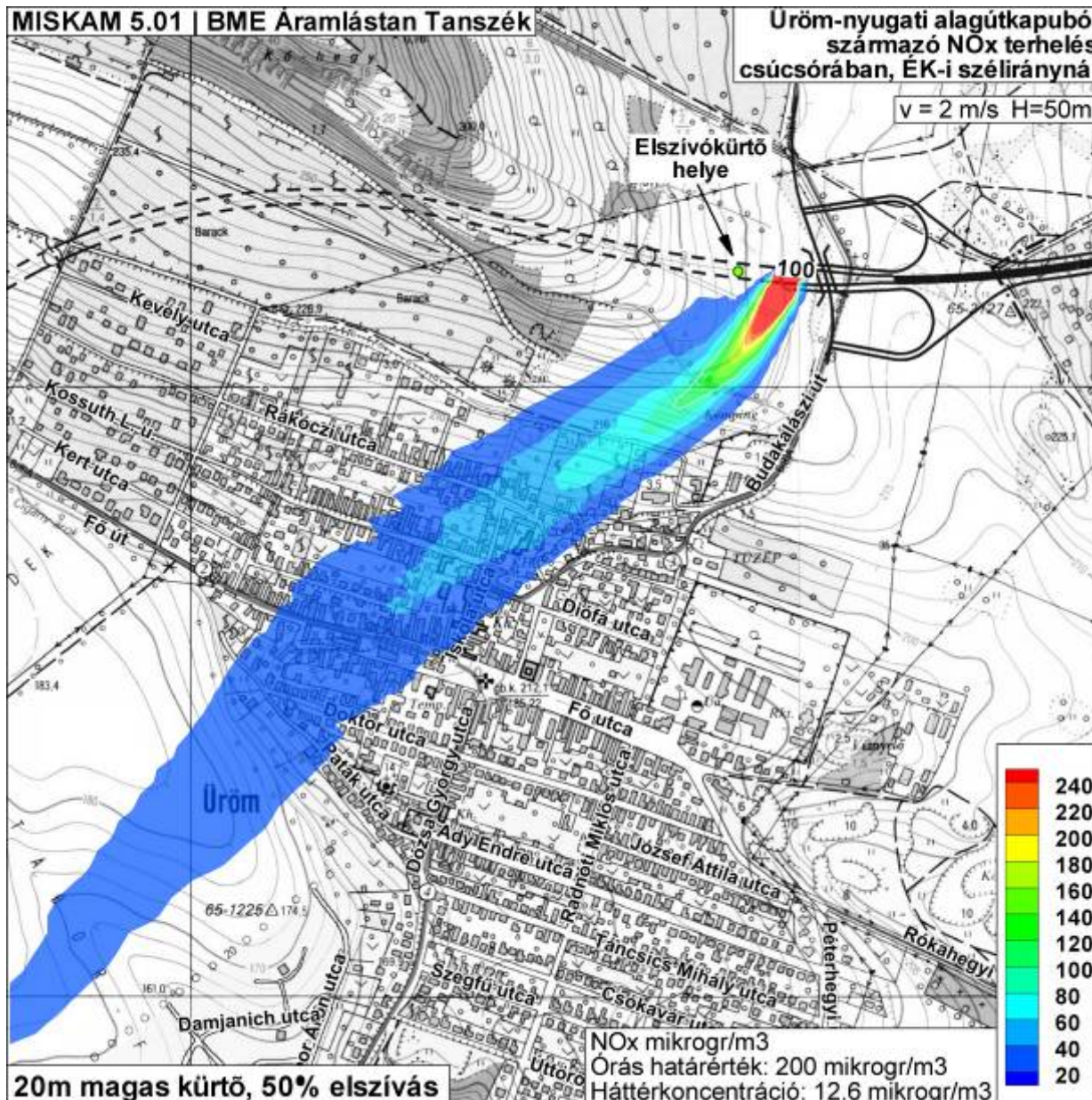
Az Ürömi csomópontban az alagútkapun kilépő szennyezettség kis sebességű északkeleti szélnél\*

- **Elszívás nélkül**
- 50% elszívásával
- 100% elszívásával

\* „legrosszabb eset”



# Javaslatok – A kürtők működésének ellenőrzése



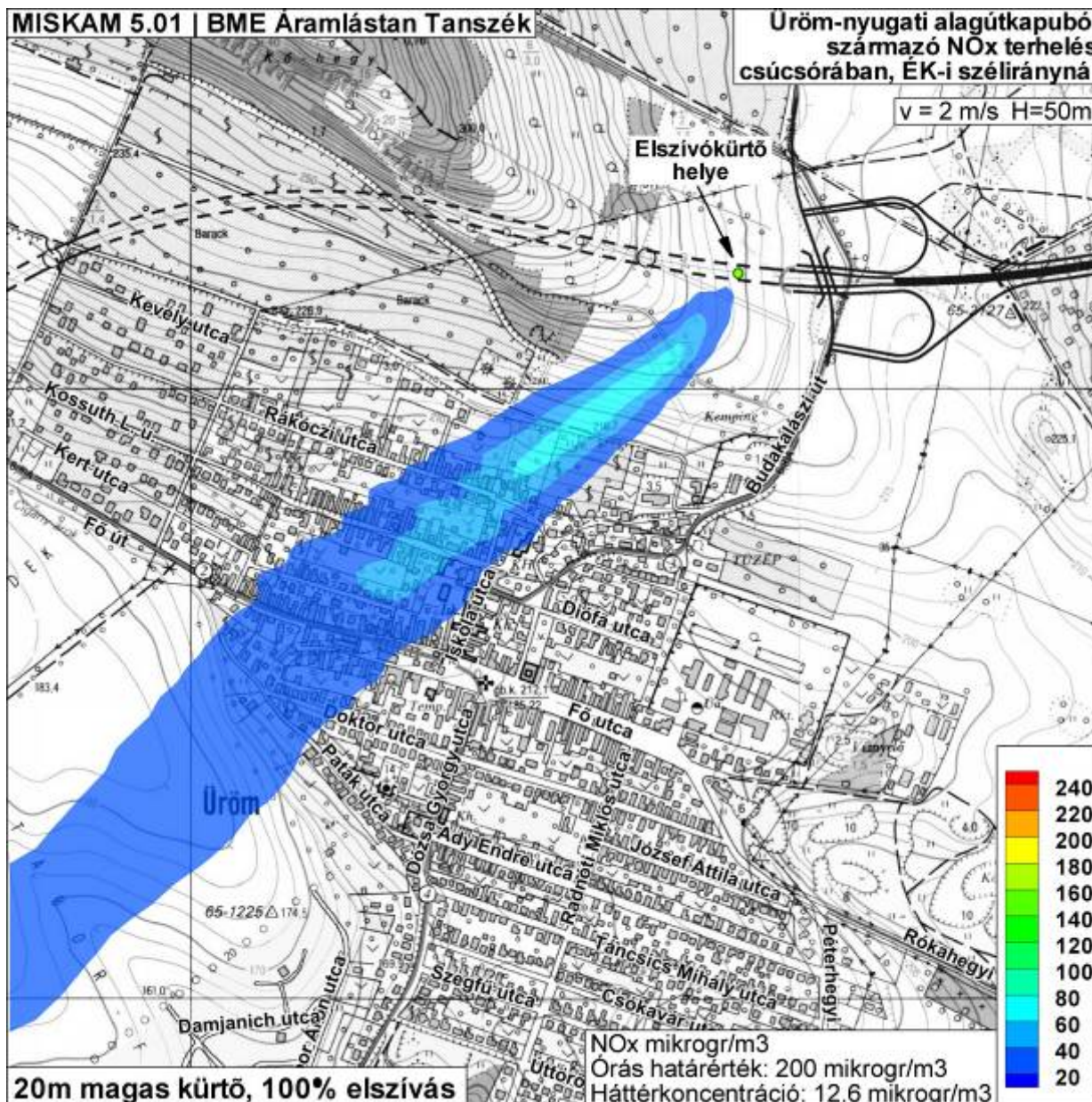
Az Ürömi csomópontban az alagútkapun kilépő szennyezettség kis sebességű északkeleti szélnél\*

- Elszívás nélkül
- **50% elszívásával**
- 100% elszívásával

\* „legrosszabb eset”



# Javaslatok – A kürtők működésének ellenőrzése

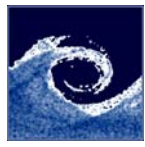


Az Ürömi csomópontban az alagútkapun kilépő szennyezettség **kis sebességű északkeleti szélnél\***

- Elszívás nélkül
- 50% elszívásával
- **100% elszívásával**

Következtetés:  
A megfelelő elszívás kiépítésével a határérték feletti terhelés teljesen megszüntethető.





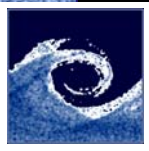
## Tapasztalatok, összegzés



- **Felszíni vezetésnél** az autót 50-100 m-es környezetében határérték felett van a szennyeződés. *(Elsősorban  $NO_x$ , másodsorban  $PM_{10}$ )*
- Kb. 300 m távolságban az útszakasz szennyező hatása már nem jelentős.
- Hidakon haladó utak esetében a nagyobb szélesebbesség miatt a felszínen alacsony koncentráció várható.
- **Alagútban történő vezetésnél** - ha a teljes szennyezőmennyiség az alagútkapun keresztül kerül a szabadba – több száz méteres szennyezőcsóvák alakulhatnak ki az alagútkapuk közelében.
- Ennek elkerülésére hosszú alagutakban szellőzőrendszer kiépítésére és a szennyezett levegő magas **kürtön** való kibocsátására van szükség.

**A fent említett – ökölszabályszerű - megállapítások szélcsatorna vizsgálattal és numerikus szimulációval számszerűsíthetőek és a meteorológiai és földrajzi viszonyok hatását figyelembe véve pontosíthatóak.**





Budapest University of Technology and Economics (BME)  
Department of Fluid Mechanics

**Köszönöm a figyelmet!**

 **Theodore von Kármán**  
Wind Tunnel Laboratory

Az M0 projekttel kapcsolatos információk elérhetőek honlapunkon is:

[www.karman-wtl.com](http://www.karman-wtl.com)