

# Levegőminőség modellezése: értékelés, előrejelzés, tervezés

FERENCZI ZITA, LÁZÁR KRISZTINA, TÓTH ANITA

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT | 2022. NOVEMBER 17.

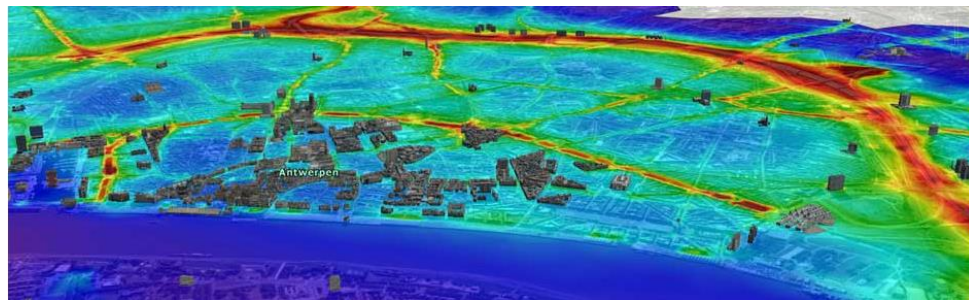
A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE



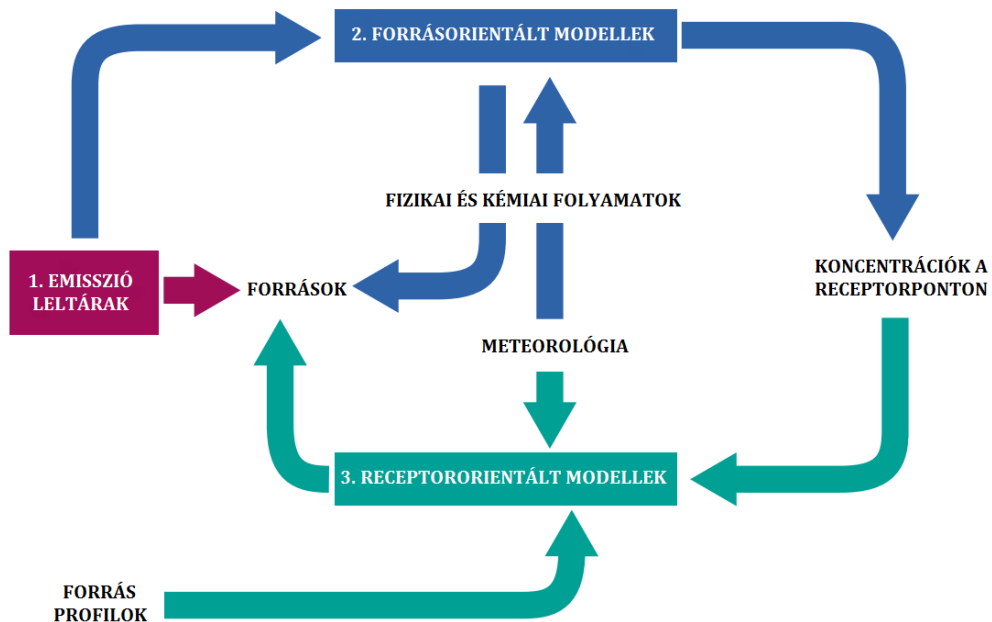
*Tudomány: iránytű az elérhető jövőhöz*

# Levegőminőség modellezése

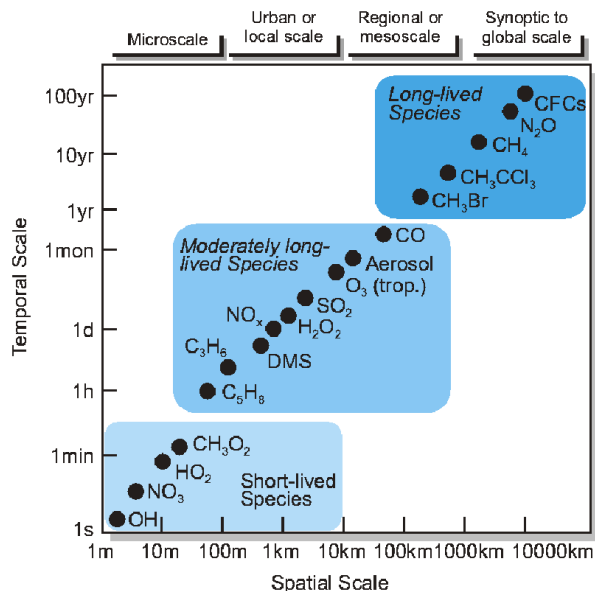
- A levegőminőségi modellek olyan számítógépes szoftverek, amelyek matematikai és numerikus eszközöket használnak, hogy azokat a fizikai és kémiai folyamatokat szimulálják, amelyek a szennyező anyagok koncentrációinak kialakulásáért felelnek.
- A modell segítségével valójában a források és a kialakult levegőminőség közötti kapcsolatot határozhatjuk meg.



# Levegőminőségi modellek

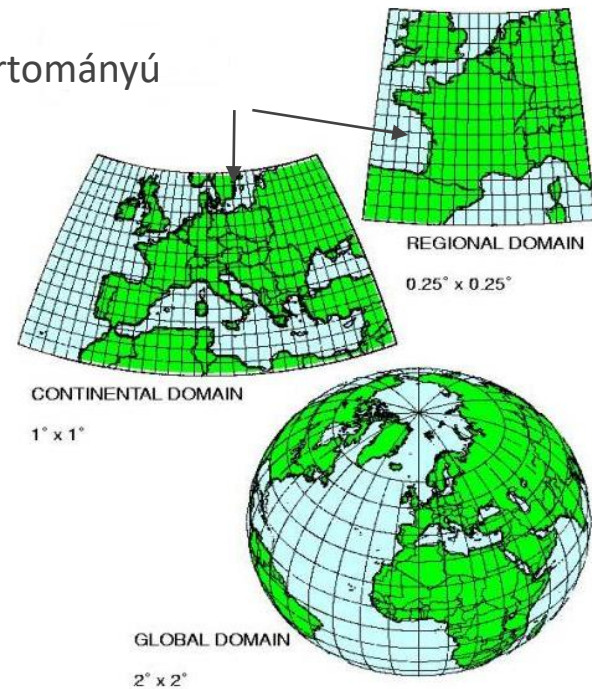


# Tér és időskálák



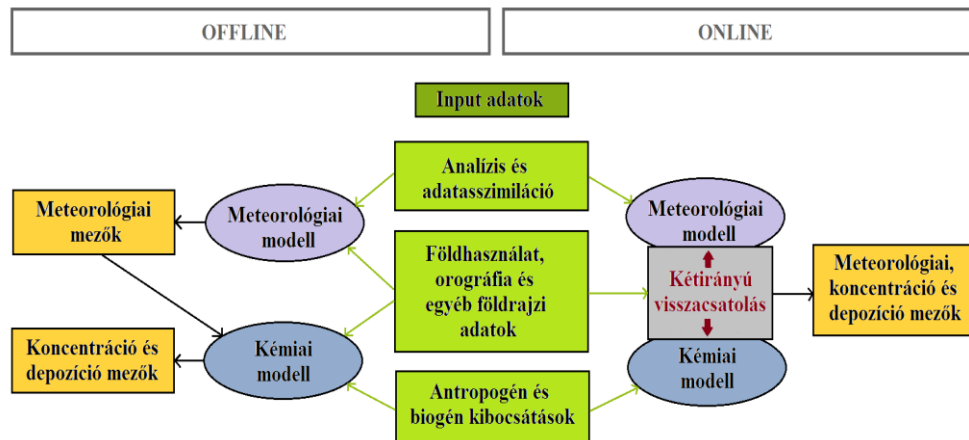
Seinfeld and Pandis [1998]

Korlátos tartományú modellek



# Kémiai transzport modellek

- A kémiai transzport modellek a légszennyezőanyagok térbeli és időbeli eloszlását határozzák meg
  - légkörben lezajló fizikai és kémiai folyamatok leírása differenciálegyenletekkel
- Online vagy Offline típusú modellek
  - Online: online access v. online integrált
- Figyelembe vett legfontosabb folyamatok:
  - az advekció,
  - turbulens diffúzió,
  - légkörben lezajló kémiai átalakulások,
  - aeroszolok összetett hatásai,
  - ülepedések (száraz és nedves),
  - antropogén és természetes eredetű emissziók időbeli és térbeli változékonysága.

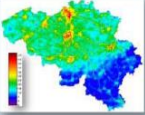


(Baklanov et al. 2014)


# Mire lehet használni a levegőminőségi modelleket?

**Assess**

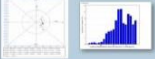
Annual air quality maps including AQ Directive indicators



Time evolution and time series

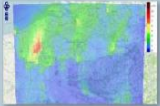


Model evaluation tool & exposure calculation

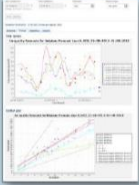


**Forecast**

Regional Air Quality Forecast including data assimilation

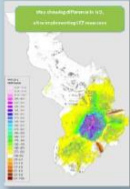


Forecast validation tool




**Plan**

Impact assessment of AQ management plans (traffic, LEZ)



Pollution roses & source apportion

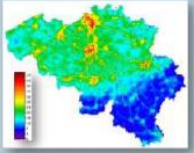


- Levegőminőség **értékelése**
- Levegőminőség **előrejelzése**
- Levegőminőség **tervezése**

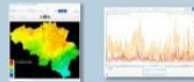
# Levegőminőség - Értékelés

**Assess**

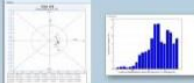
Annual air quality maps including AQ Directive indicators



Time evolution and time series

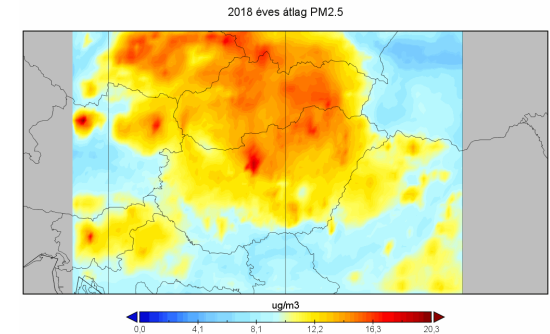


Model evaluation tool & exposure calculation

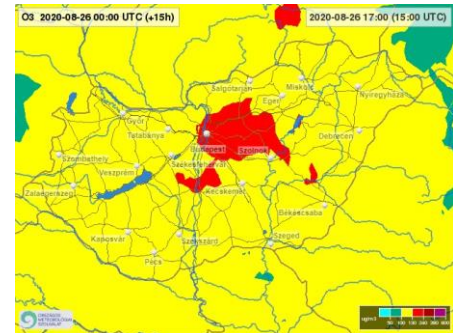


## Kialakult levegőminőségi helyzet értékelése:

- EU ill. hazai határértékek függvényében a levegőminőségi helyzet értékelése
- A rossz levegőminőség által érintett lakosság szám meghatározása, negatív egészségügyi hatások feltérképezése
- Források azonosítása, hozzájárulásuk mértékének meghatározása a kialakult légszennyezettséghez

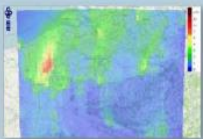


# Levegőminőség - Előrejelzés

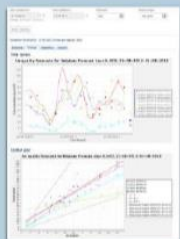


## Forecast

Regional Air Quality  
Forecast including data  
assimilation



Forecast validation tool



## Levegőminőség előrejelzés:

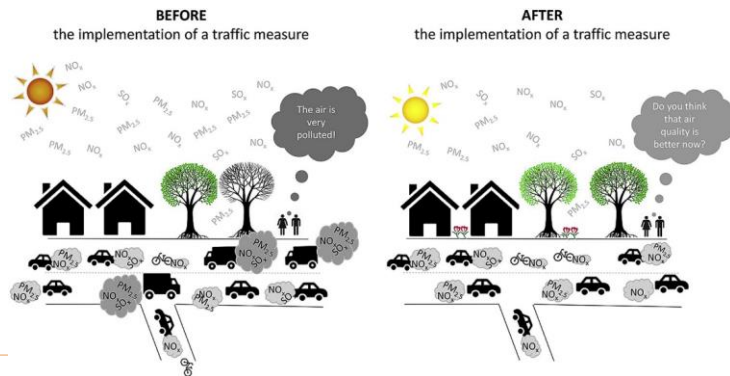
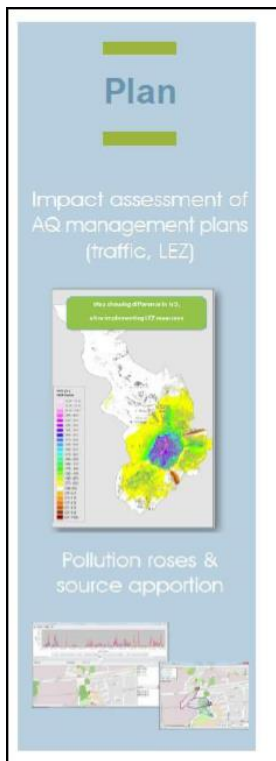
- Cél a lakosság és a döntéshozók tájékoztatása a levegőminőség várható alakulásáról (rossz levegőminőség várható kialakulása, lesz-e határérték túllépés?)
- Levegőminőség javítását célzó intézkedések várható hatásának előrevetítése
- <https://legszenyezettseg.met.hu/modellezes/terkepess>



# Levegőminőség - Tervezés

## Levegőminőség tervezése:

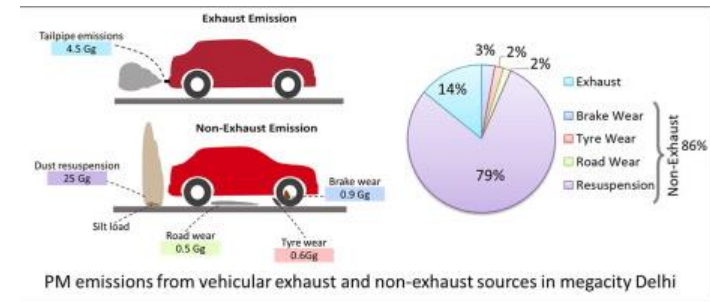
- Szennyezőanyag kibocsátás mérséklésének elősegítésére lehetséges intézkedések azonosítása
- Kibocsátás csökkentési forgatókönyvek kidolgozása
- légszennyezettség-csökkentési intézkedési programok
  - Országos szint: **Országos Levegőterhelés-csökkentési Program**
  - Települési (városi szint) szint: **Levegőminőségi Tervek**



# Input adatok: Emisszió - kibocsátás



- **Emisszió:** adott légszennyező forrásból időegység alatt kijutó szennyezőanyag mennyisége.
- Az emisszió lehet
  - antropogén eredetű (közlekedés, ipar, mezőgazdaság stb.)
    - szabadon elérhető adatbázisok (EMEP, TNO, CAMS...)
  - természetes eredetű (vulkánok, szaharai por stb.)
    - biogén (MEGAN modell)
    - ásványi, talaj eredetű részecskék
    - vulkánok, erdőtüzek
- Reszuszpenzió: a gépjármű forgalom és a szél által felvert részecskék, amelyek során az egyszer már az úttestre kiülepedett főként durva részecskék újra visszajutnak a légkörbe.



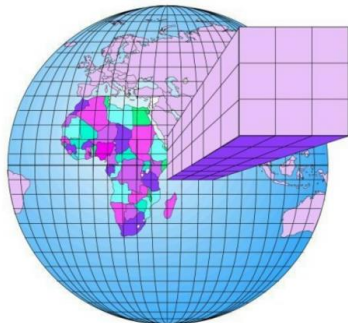
# Emisszió - adatbázisok

- Emissziós adatbázisok:
  - Nemzeti totál - évente
  - Rácsponi:  $0.1^\circ \times 0.1^\circ$  (long-lat) földrajzi felbontás – 4 évente frissül
- Alap légszennyezőkre:
  - $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NH}_3$ , NMVOC, CO,  $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{PM}_{\text{CO}}$ , (nehézfémek és POP-ok)
- Statikus adatbázis – éves összeg (Mg/év vagy kt/év)
  - a modellbe beépített függvényekkel tudjuk az emisszió időbeli változásait szimulálni (éves, évszakos, heti, napi menetek)



# Input adatok - Meteorológia

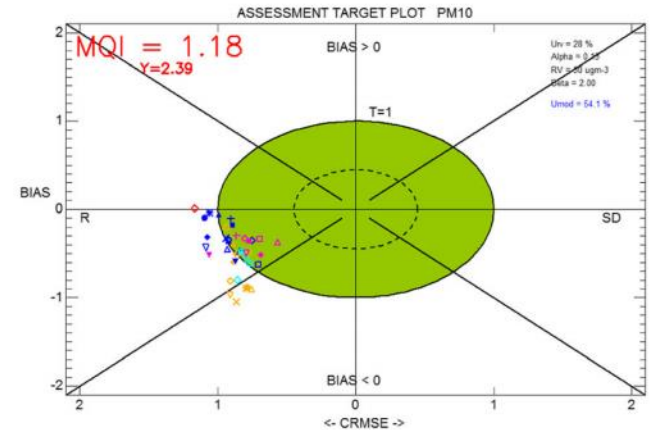
- Rácsponyi meteorológiai adatok
  - Kémiai átalakulások, valamint a szennyezőanyag transzport és ülepedés szempontjából meghatározó meteorológiai paraméterek
  - AROME, ECMWF, WRF NWP adatok



CHIMERE name	Variable	Dimension	Units
<b>Mandatory Variables</b>			
lon	longitude of gridpoints	2D	degrees_east
lat	latitude of gridpoints	2D	degrees_north
tem2	2m Temperature	2D	K
soim	Soil moisture	2D	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
rh2m	2m Relative humidity	2D	0-1
lspc	Large-scale Precipitation	2D	kg/m <sup>2</sup> /hour
copc	Convective Precipitation	2D	kg/m <sup>2</sup> /hour
temp	Temperature	3D	K
cliq	Cloud liquid water content (excluding rain water)	3D	Kg/Kg
sphu	Specific humidity	3D	kg/kg
pres	Pressure	3D	Pa
alti	Altitude of half layer	3D	m
winz	Zonal component of the wind	3D	m/s
winm	Meridional component of the wind	3D	m/s
swrd	Short Wave Radiation	2D	W/m <sup>2</sup>
<b>Optional Variables</b>			
lwrd	Long Wave Radiation	2D	W/m <sup>2</sup>
weas	Water equiv. accum. snow depth	2D	mm
sshf	Surface sensible heat flux	2D	W/m2
slhf	Surface latent heat flux	2D	W/m2
usta	Friction velocity	2D	m/s
hght	Boundary layer height	2D	m
snow	Snow depth	2D	cm
psfc	Surface pressure	2D	Pa
rain	rain water profile	3D	Kg/Kg
cice	ice profile	3D	Kg/Kg

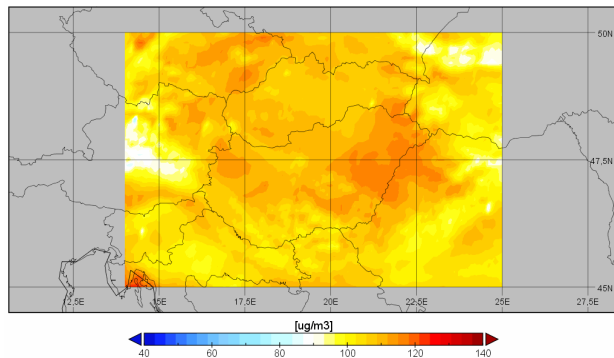
# Számítási eredmények értékelése

- **Delta Tool:** interaktív modell eredmények kiértékelésére alkalmas szoftver
- A legfontosabb indexek:
  - root mean square error (RMSE),
  - correlation coefficient (R),
  - normalised mean bias(NMB),
  - normalised mean standard deviation (NMSD)
  - centred root mean square error (CRMSE)

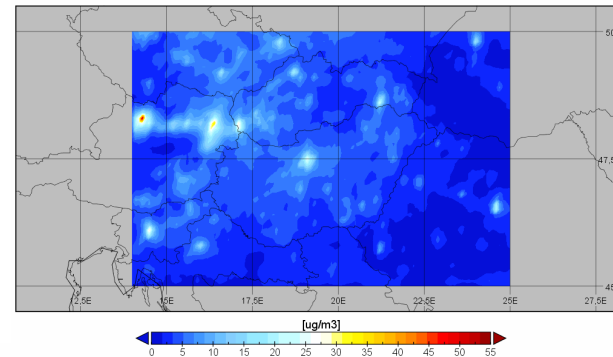


# Modell eredmények: térképek

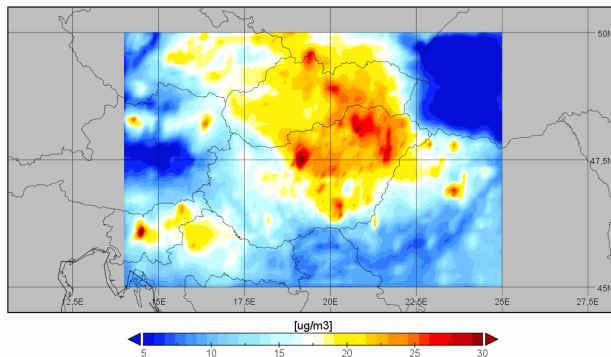
O3 Koncentráció - 2019 július



NO2 Koncentráció - 2019 szeptember

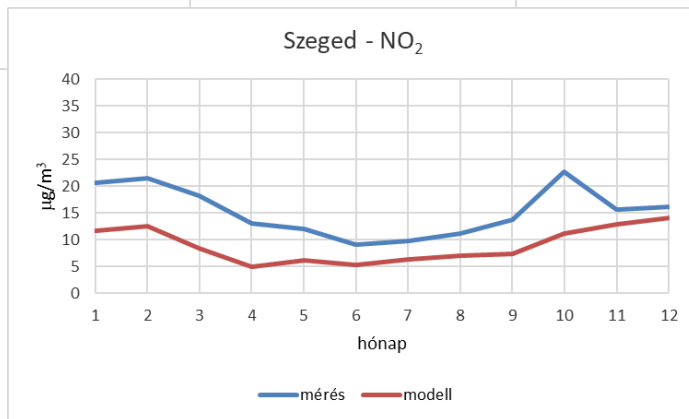
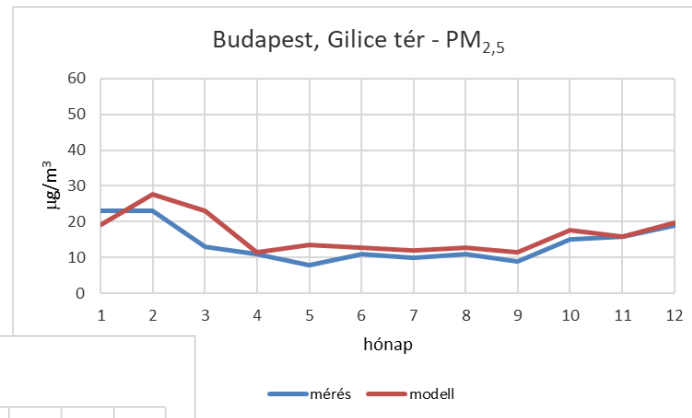
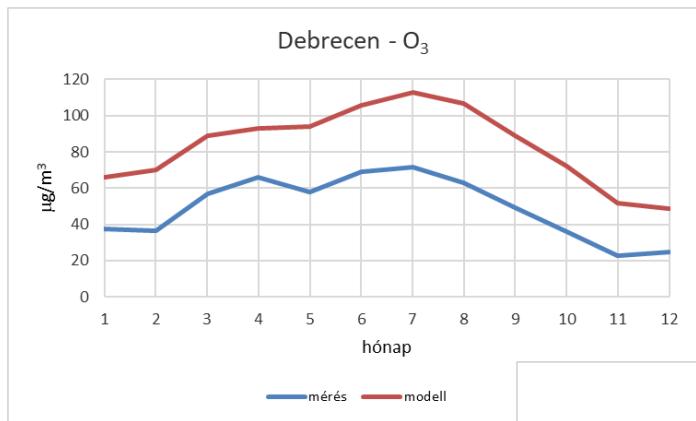


PM2,5 Koncentráció - 2019 február



**Térkép:** jó áttekintést ad a szennyező anyagok térbeli eloszlásáról. Segítségével adott vizsgált régióba az ún. hot spot-ok azonosíthatók.

# Modell eredmények: grafikonok



**Grafikon:** jó áttekintést ad a szennyezőanyag időbeli változásáról egy meghatározott időszakon belül. Meg lehet határozni azt az időpontot/időszakot, amikor a legmagasabb koncentrációértékek várhatók.



A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE

Az MTA programsorozata



KÖSZÖNÖM  
A FIGYELMET!

[mta.hu](http://mta.hu)

