

A Budakalász Önkormányzata megbízásából Budakalász területén végzett ultrafinom részecskeszám mérés értékelése – 2020.01.20.

A mérés célja

Budakalász területén első sorban a fűtési és közlekedési eredetű ultrafinom részecske szennyezettség megállapítása, több mérés alapján.

Előzmények, mérési körülmények

A mérést a hivatal és a képviselő-testület tagjaival történt egyeztetés előzte meg, ahol rögzítettük a mérés célját, a mérési módszert, a hozzávetőleges területi kiterjedését, az útvonal hosszát, hogy mely időjárási körülmények között végezzük a mérést és milyen formában értékeljük a mért adatokat. Rögzítettük, hogy első sorban nyugati és északi szélirányok esetén végezzük a mérést, hogy a településre érkező levegő háttér szennyezettsége a lehető legalacsonyabb legyen, ne a Budapestről érkező (általában szennyezett) légtömeg szennyezettsége legyen az alap. Rögzítettük, hogy törekszünk minél hidegebb időjárás mellett mérni, hogy a fűtési eredetű szennyezők jól kimutathatók legyenek. Rögzítettük, hogy végzünk egy reggeli mérést, amely a csúcsforgalom közlekedési eredetű szennyezőit mutatja. Egyeztetettük az útvonalat, mely mentén a mérést elvégezzük, erről pontos térképet kaptunk a hivatal munkatársaitól. Az első mérési napnak 2020. január 20-át jelöltük ki, 16:00 óras találkozóval a mérési útvonal kezdetén.

Alkalmazott műszer, mérési módszer

A mérést a TSI P-TRAK 8525 típusú 8525-09130008 gyártási számú kondenzációs részecskeszámlálóval végeztük 1 másodperces átlagok felhasználásával. A műszer kalibrációja 2018. június 1. A műszer mintavételezése 100 mérés/másodperc, ezeket átlagolja tetszés szerint 1 másodperc vagy annál hosszabb időtartamra. GPS adatok rögzítésére az OsmAnd 3.5.5 applikációt használtuk Huawei P20 Pro telefonon (A-GPS, GLONASS, GALILEO).

Időjárási viszonyok¹ 2020.01.20.

Mérés kezdete: 16.15

Mérés vége: 18.07

Légnyomás: 1045,5 hPa (rendkívül magas!)

Szélirány: NY-ÉNY (induláskor)

Szélirány: É-ÉNY (Erdőhát u. végén)

Szélirány: K-ÉK (Zrínyi u.)

¹ Az idokep.hu online időjárási térképeiről leolvasva a mérési helyszínen a legközelebbi mérőállomás adatai alapján, illetve a szélirány a helyszínen iránytű és a kéményekből távozó füst irányából megállapítva.

Szélirány: ÉNY (Budakalász Lenfonó)

Szélesség: 3 km/h

Hőmérséklet: 1 °C

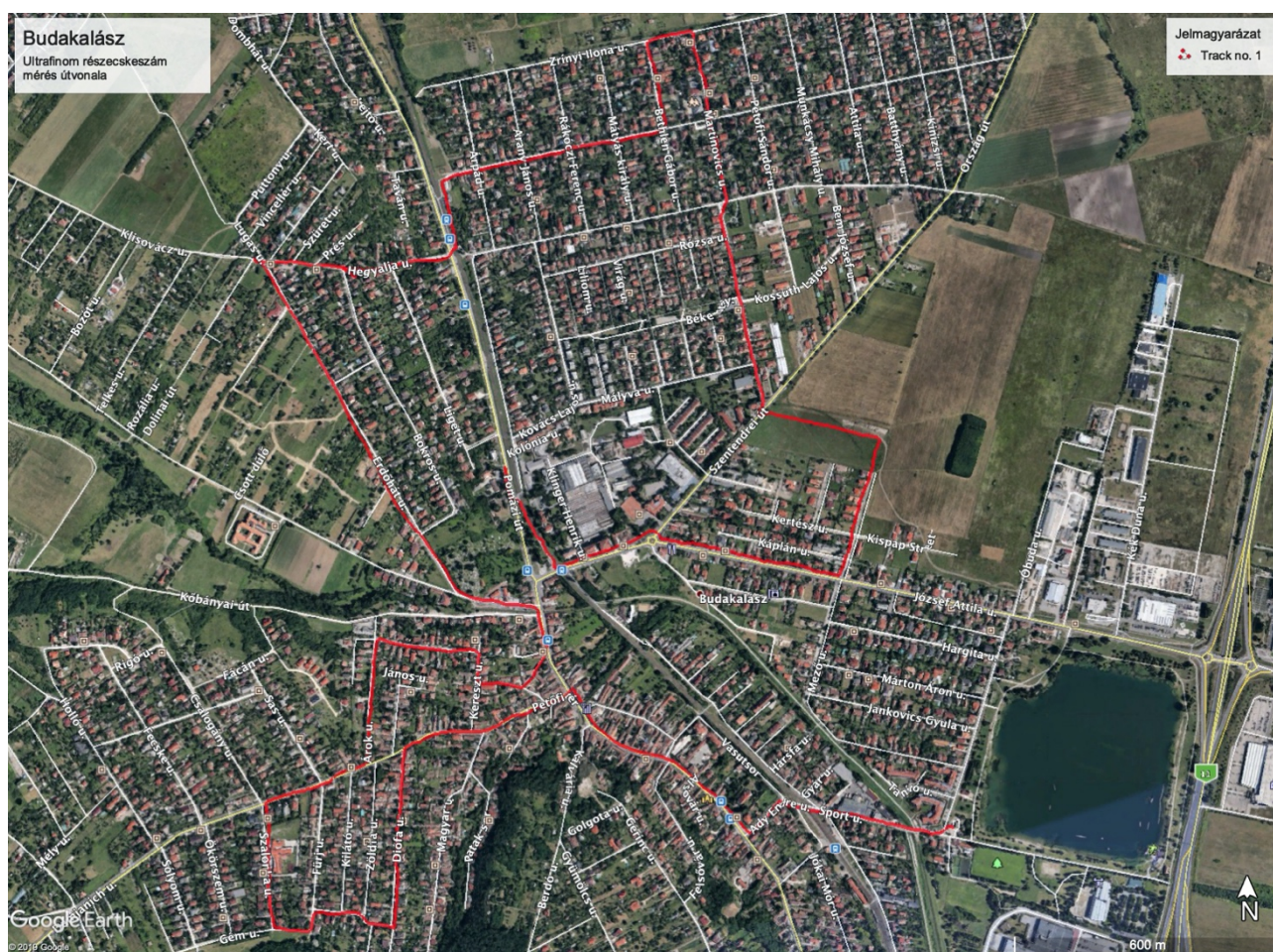
Relatív páratartalom: 86%

Égkép: derült, párás idő

Csapadék: -

A mérési útvonal

A mérési útvonal (lásd 1. ábra) a Tanító u. Sport u. kereszteződése mellett az Omszk park parkolójából indult és a Pomázi úti óvoda előtt fejeződött be. Érintett olyan területeket, ahol kizárólag a fűtés légszennyezése meghatározó, illetve olyan pontokat, ahol a közlekedés domináns, például az Ürömi úton az emelkedő miatt. A háttérszennyezettség értékét előzetes számításaink szerint az Erdőhát utca - Hegyalja utca sarok, illetve a Zrínyi utca szolgáltatta. A mérési útvonal



1. ábra, az ultrafinom részecskeszám mérés útvonala a GPS által rögzített adatok alapján összesen 8,53 km hosszú.

Miért szükséges mérni az ultrafinom részecskéket?

Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) állásfoglalása ² szerint az ultrafinom részecskék ³ koncentrációjára nem határozható meg olyan határérték, amely alatt biztosan nem károsítják az emberi egészséget. Álláspontja szerint ezek a részecskék bizonyítottan rákkeltők. Belélegezve lerakódnak a tüdő legmélyén, ott gyulladást váltanak ki. A részecskék felszínén megtapadó, súlyosan egészségkárosító, gyakran rákkeltő anyagok a véráramba is bekerülnek. Szív- és érrendszeri megbetegedéseket (vérrög-képződés révén), asztmát és allergiát is előidézhettek, agyi trombózist is okozhatnak⁴. Patkánykísérletek szerint az ultrafinom részecskék belső vérzéseket is kiválthatnak a tüdőben. Kutatások rámutattak, hogy a részecskék a levegőből a tüdőn keresztül közvetlenül a véráramba juthatnak és ott fejtik ki károsító hatásukat, az érfalakon a gyulladásban lévő területeken rakódnak le.⁵

A légszennyező részecskék a növényi pollenek felületére tapadva a polleneket is sokkal agresszívabbá teszik, illetve a velük együtt ezek a káros anyagok is bejutnak a szervezetünkbe⁶.

Az ultrafinom részecskék (PM_{2,5}) hazánkban évente mintegy 11 970 ember idő előtti elhalálózását okozzák az Európai Környezetvédelmi Ügynökség 2019. évi jelentése⁷ szerint. Ez 130 000 életév elvesztését jelenti évente, tehát aki emiatt a szennyező miatt halálozik el idő előtt, átlagosan 11 évet veszít életéből az Európai Bizottság által készített tanulmány szerint. A PM_{2,5} okozta megbetegedések miatt 2010-ben Magyarországon 2,6 millió munkanap esett ki⁸. A szennyezés okozta kár hazánkban évente a GDP 19%-át éri el a WHO szerint⁹. Egy átfogó friss nemzetközi tanulmány¹⁰ szerint az idő előtti elhalálózások száma mintegy 30%-al magasabb, 8,9 millió világszerte mint a korábbi modellekkel számították, ez különösen a magas szennyezettségi koncentrációkra igaz. Egy másik friss tanulmány¹¹ is hasonló eredményre jutott, a WHO módszertan által számításba vett 5 fő betegségtípuson felül további megbetegedéseknél és abból következő elhalálózásoknál vizsgálták a légszennyezés szerepét. A kutatás Magyarországon 2015-ben 18 567 személy idő előtti elhalálózását mutatta ki a légszennyezettség miatt, melynek döntő többsége a finom részecske szennyezés.

Városi környezetben a részecskék egyik fő összetevője a korom, mely a légekörzéssel a sarkvidékre is eljut. A jégsapkára lerakódva jelentősen gyorsítja a sarki jégtakaró olvadását, és hozzájárul az éghajlatváltozáshoz ¹². Ennek közvetett hatása Budapesten nyáron megnövekedett számú hőségnapok és egyéb szélsőséges időjárási jelenségek formájában jelentkezik. A hőség Budapesten évi 118-120 személy idő előtti halálózását és komoly gazdasági károkat okoz¹³. A fűtési és közlekedési eredetű korom jelentős üvegházgáz, úgy nevezett rövid élettartamú üvegházgáz (SLCP),

²http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf

³Lásd angolul: http://en.wikipedia.org/wiki/Ultrafine_particle

⁴<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19560508>

⁵Inhaled Nanoparticles Accumulate at Sites of Vascular Disease
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsnano.6b08551>

⁶<http://www.lelegzet.hu/archivum/1995/07/1240.hpp.html>

⁷https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017/at_download/file

⁸Cost-benefit Analysis of Final Policy Scenarios for the EU Clean Air Package, Version 2, Corresponding to IASA TSAP Report #11, Version 2a, October 2014, Lásd itt: Table A3.4. Time series: Lost working days to acute PM_{2.5} exposure
<http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/TSAP%20CBA.pdf>

⁹[http://www.euro.who.int/en/media-centre/sections/press-releases/2015/04/air-pollution-costs-european-economies-us\\$-1.6-trillion-a-year-in-diseases-and-deaths,-new-who-study-says](http://www.euro.who.int/en/media-centre/sections/press-releases/2015/04/air-pollution-costs-european-economies-us$-1.6-trillion-a-year-in-diseases-and-deaths,-new-who-study-says)

¹⁰Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter
<http://www.pnas.org/content/early/2018/08/28/1803222115>

¹¹ <https://academic.oup.com/eurheartj/article/40/20/1590/5372326>

¹²<http://www.nature.com/news/soot-a-major-contributor-to-climate-change-1.12225>

¹³http://www.met.hu/doc/rendezvenyek/metnapok-2013/P3_Paldy_etal.pdf

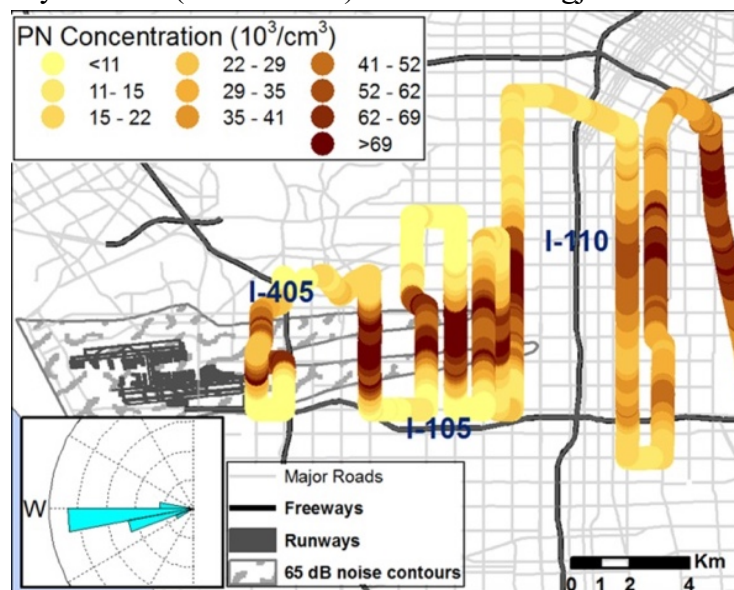
hozzájárul az éghajlatváltozáshoz. Egy gramm levegőben lebegő korom melegítő hatása megfelel egy tonna szén-dioxidénak¹⁴.

Az ultrafinom részecskék elsősorban a fűtésből, égetésből (különösen a szén, fa és egyéb szilárd anyagok eltüzeléséből), valamint a közlekedésből (elsősorban a dízeljárművekből és a kétüteműekből) származnak, de nem elhanyagolható a keletkezésükben az egyéb emberi tevékenységek során használt egyéb nem közlekedési gépek (például a fűnyírók, áramfejlesztők) szerepe sem, valamint beltéri források, mint dohányzás, füstölők, gyertyák¹⁵.

Számos nemzetközi tanulmány bizonyítja, hogy a részecskeszám mérése jobban jellemzi a légszennyezés egészségkárosító hatását, mert a fajlagos felülettől függ a részecskéken hordozott egészségkárosító anyagok (PAH-ok, nehézfémek) mennyisége. Azonos részecske tömeg esetén a fajlagos felület a részecskék méretével fordítottan arányos.¹⁶ A tudományos kutatások során arra jutottak, hogy a részecskék felülete és mérete összefügg az oxidatív stresszel és a mitokondriális DNS károsodásával, az ultrafinom részecskék okozta károsító hatás nagyobb, mint a nagyobb részecskéké, különösen magas részecskeszámok esetén.¹⁷

Az adatok értékelésére alkalmazott módszertan

Az eddig általam fellelt, adott útvonal mentén végzett ultrafinom részecskeszám mérések legfeljebb színekkel jelölték a szennyezettség értékét. Ilyen kutatás volt a Hudda et al által elvégzett, a holland Schiphol reptér ultrafinom részecske szennyezését feltáró vizsgálat¹⁸, mely során ugyanezen gyártó hasonló kézi részecskeszámlálóját használták, egy előre eltervezett útvonalon végeztek méréseket meghatározott szélirány mellett (lásd 2. ábra). Ez az adatmegjelenítés azonban számunkra nem



2. ábra, Hudda et al, ultrafinom részecskeszám vizsgálata a Schiphol reptér környezetében

¹⁴ <http://www.matud.iif.h>

¹⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=NHU9qfveQNA>

¹⁶ Ultrafine Particle Health Effects, John R. Froines, Ph.D. John R. Froines, Ph.D. ,Southern California Particle Center, 9. old.

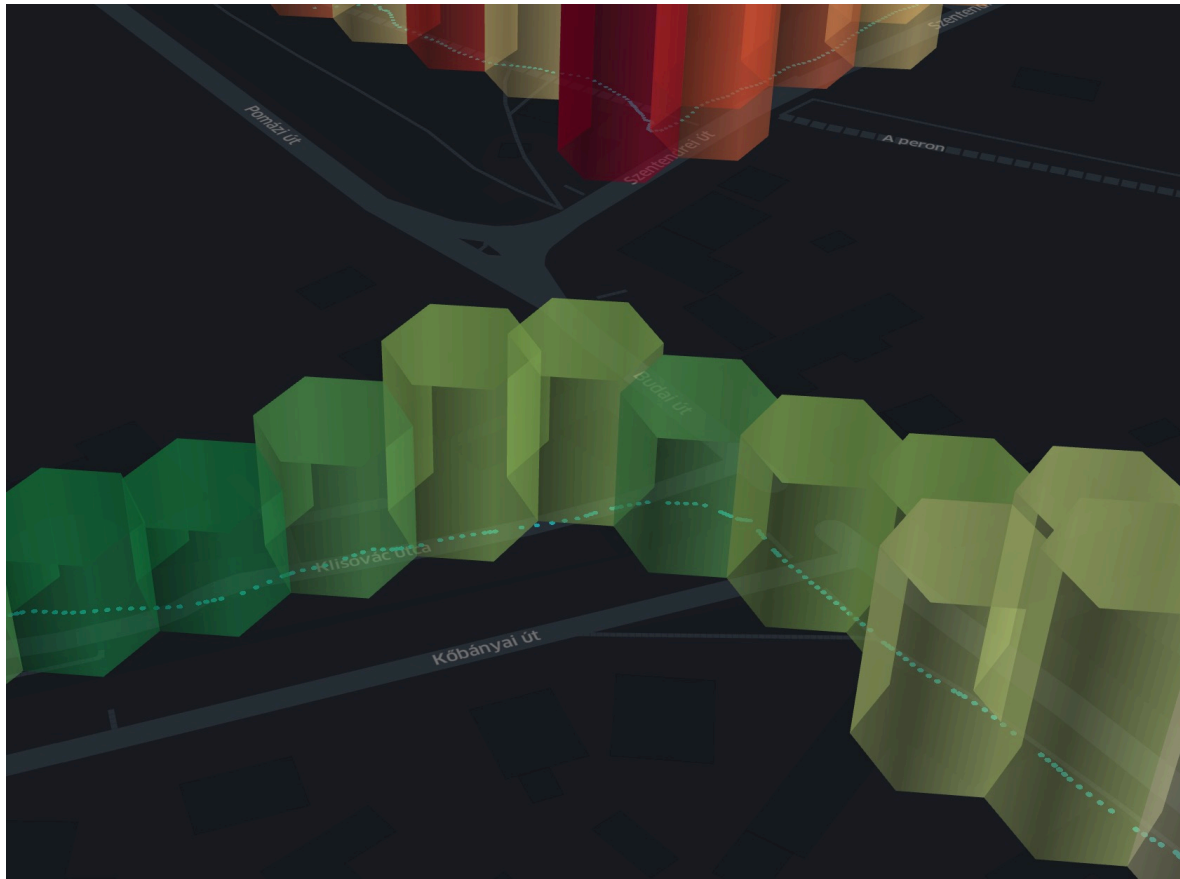
http://www.aqmd.gov/docs/default-source/technology-research/ultrafine-particles-conference/pre-conference_2_froines.pdf?sfvrsn=2

¹⁷ Ultrafine particulate pollutants induce oxidative stress and mitochondrial damage. Li et al. in Environ Health Perspect. 2003 Apr;111(4):455-60.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1241427/pdf/ehp0111-000455.pdf>

¹⁸ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24871496> Environ Sci Technol. 2014 Jun 17;48(12):6628-35. Emissions from an international airport increase particle number concentrations 4-fold at 10 km downwind. Hudda et al.

kielégítő, mert nem ad lehetőséget interaktivitásra. Más utat választottam, az adatok értékelését a részecskeszám és a mérési helyszín együttes értékelésével végeztem el. Az adatok megjelenítésére a Mapbox¹⁹ alapú adatvizualizációt, a kepler.gl-t²⁰ alkalmaztam. Az adatok előfeldolgozása során a részecskeszámláló által rögzített, másodperc alapú adatbázist összekapcsoltam a GPS által rögzített útvonalpontokkal. A GPS alapú mérésnél, ahol több, mint 1 másodperc volt a két útvonal pont közötti távolság, az általam készített Excel makró segítségével 1 másodpercenként átlagolással köztes pontokat számítottam ki, hogy a két adatsor összekapcsolását lehetővé tegyem a közös attribútum, az idő alapján. Utána ez az összekapcsolás szintén egy Excel makró segítségével történt.



3. ábra, Hexbin rácsháló, alatta a kék pontsor az egyes adatpontokat jeleníti meg a térben.

Ezzel minden rögzített, vagy létrehozott útponthez egy mérési adat kapcsolódik, tehát az útvonal mentén 1 másodpercenként rendelkezésünkre áll egy adat, ez nagyjából 50 cm és 1,5 méter közötti felbontást jelent. A kepler.gl megjelenítőben a térképen Hexbin (méhsejt-lefedés) alapú rácshálót választottam, vonalas adatsorok megjelenítésére ez a legalkalmasabb (lásd **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**). A térképen tetszőleges átmérőjű méhsejt alakú poligonokat jelenít meg ott, ahol a méhsejt területe lefed a felületével valamennyi útpontot. Ezeket kiválasztott érték (esetünkben részecskeszám) alapján ki lehet színezn előre definiált vagy egyedileg megalkotható tetszőleges színskálával, jelen esetben 11 lépésű zöld-piros skálát választottam, a kis értékeket a zöld szín képviseli. A hatszögek a lefedett pontok átlagát jelenítik meg. Ezzel a megoldással más időpontokban végzett mérések adatai – amennyiben az útvonalon nem változtatunk – azonos hatszög alá esnek, így több mérés egyidejű átlagolása lehetséges. A hatszögek magassága szintén valamely adathoz kapcsolható, jelen esetben a részecskeszámhoz, így háromdimenziós színes ábrán

¹⁹ <https://www.mapbox.com/> A Mapbox helymeghatározó platform a mobil és az internetes alkalmazások számára, online térinformatikai keretrendszer.

²⁰ <https://kepler.gl/> A kepler.gle nyílt forráskódú adatvizualizációs platform, mely nagy méretű adatbázisok térinformatikai megjelenítésére és elemzésére alkalmas.

jelenik meg az érték.

A 2020. január 20-án mért adatok értékelése

A mérésen a mérést végző személyeken kívül Budakalász Önkormányzatától Czinke Zsuzsanna önkormányzati képviselő vett részt. A mérési útvonalat 1 óra 52 perc alatt jártuk végig. Az átlagosnál kisebb gépjármű járműforgalom volt, bár a Budai úton a Felsővár utcától torlódtak az autók. A Barát- és Majdán patak völgyéből szemmel láthatóan áramlott a szilárd tüzelés füstje keleti,



délkeleti irányba a mérés kezdetén, ezt a magas értékek is mutatnak. A mérés alatt a legalacsonyabb értéket a Majdán-fennsíkron mértük, 3930 részecskét. Ugyanitt mértük a legmagasabb értéket is, az Erdőhát utcában, 308 000 részecskét egy dízel autó hatására. Összességében elmondható, hogy Budakalász belterületén jelentős, a háttér szennyezettség kétszerese-tízszere értékek mérhetők, az Ürömi út járdáján hússzoros is.

Javaslataink a méréssel kapcsolatban

Ezeket a 4. mérés végén tesszük meg.

Mellékletek

1. számú melléklet: Budakalasz_2020_01_20_meres_kepler.gl.html, ez a fájl tartalmazza a kepler.gl adatvizualizációt és a mérési adatokat csv exportálható formában.
2. számú melléklet: Budakalasz_2020_01_20_meres_kepek.pdf, ez a fájl tartalmazza a mérés során készített fényképfelvételeket.

A méréseket elvégezte: Lenkei Péter és Marozs Ágnes

Az értékelést összeállította: Lenkei Péter

Pomáz, 2020.01.28.