

Lakossági levegőminőség mérés a Dunakanyarban - 2020. januári adatok elemzése

Vásárhelyi Gábor, PhD
Verőce, 2020.02.02.

www.civilveroce.hu
vasarhelyi@hal.elte.hu

Tartalomjegyzék

[Bevezetés](#)
[Levegőminőség, páratartalom és szél](#)
[Összevetés az OLM hitelesített adataival](#)
[Nem a páratartalom a hunyó, hanem a köd](#)
[Porfelhők terjedése](#)
[Táblázatos összefoglaló](#)
[Összefoglaló](#)
[Tennivalók](#)

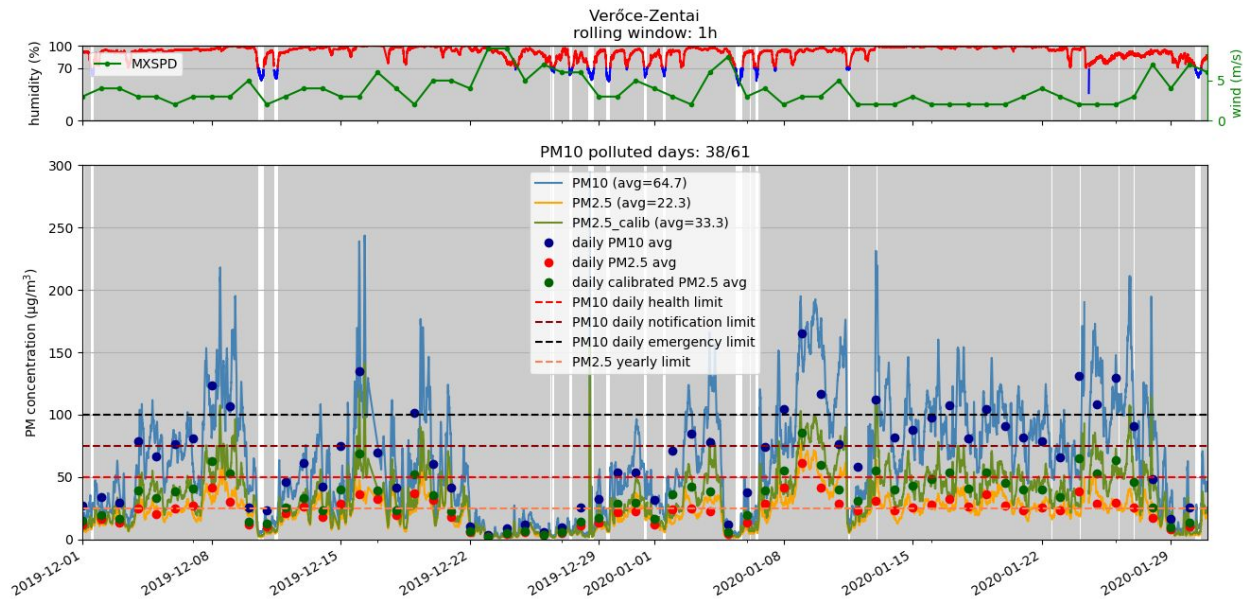
Bevezetés

A <https://luftdaten.info/> egyetemi kezdeményezéséhez csatlakozva 2019. decemberében lakossági levegőminőség mérőhálózatot kezdtünk kialakítani Verőcén, tágabb értelemben a Dunakanyarban illetve Magyarországon is. Az első mérő első havi adatainak elemzését [ebben a dokumentumban](#) végeztem. Januárban már nem egy, hanem két helyi érzékelő szolgáltatott végig adatot, január 21-én pedig egy workshop keretében közel 20 további érzékelőt raktunk össze Verőcére és a Dunakanyarba. Jelen dokumentumban folytatom az elemzést, azzal a fókusszal, hogy megvizsgáljuk, mire lehet jól használni egy lakossági szenzorokból álló mérőhálózatot, akkor is, ha az egyes mérők olcsók és pontatlanok.

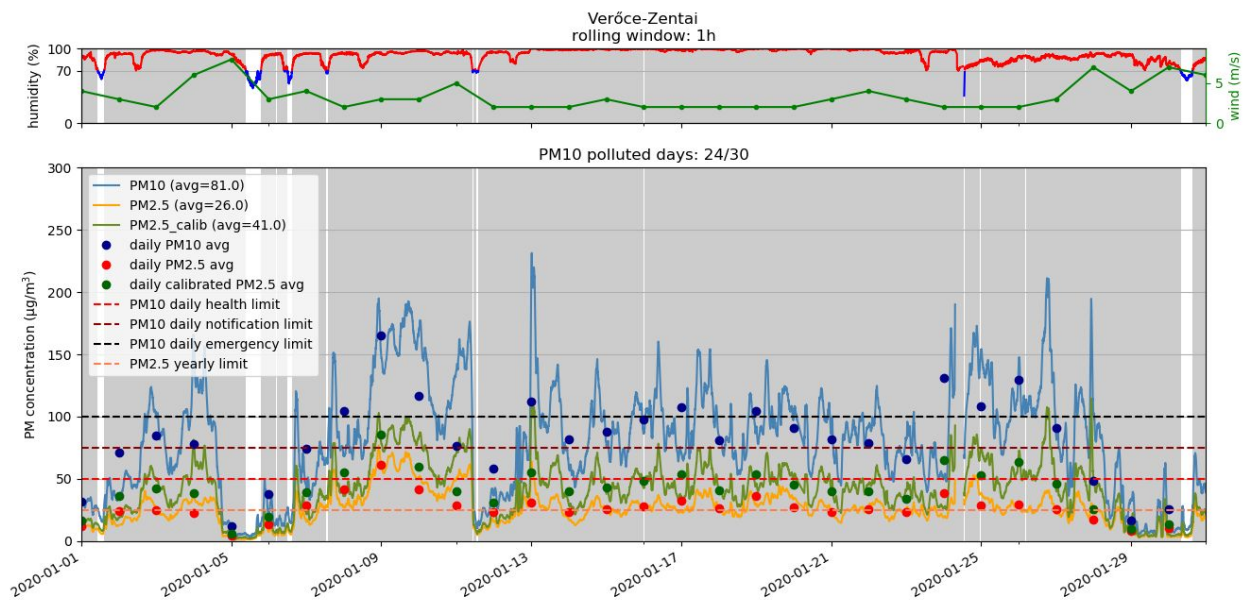
Levegőminőség, páratartalom és szél

A saját mérőm két havi teljes adatsorát (1 órás mozgóablakkal átlagolva zajszűrésésként), összevettem a mért páratartalommal és a WMO (World Meteorological Organization) által előírt publikus gyűjtés kapcsán elérhető, PESTSZENTLŐRINC állomásról szerzett [GSOD \(Global Surface Summary of the Day\)](#) szél adatokkal. Megj.: köszönet az OMSZ-nek a tippért,

tőlük direktben sajnos csak fizetős vagy használhatatlan formátumú adatokat lehet volna szerezni. Szeretnék majd közelebbi, modell széladatokat is szerezni, de egyelőre ezzel kell beérem, ez is hasznos.



1. ábra: Verőce Zentai úti mérő adatsora 2019.12.02-2020.01.31. között, összevetve PESTSZENTLŐRINC állomás GSOD szél (MXSPD) adatával.



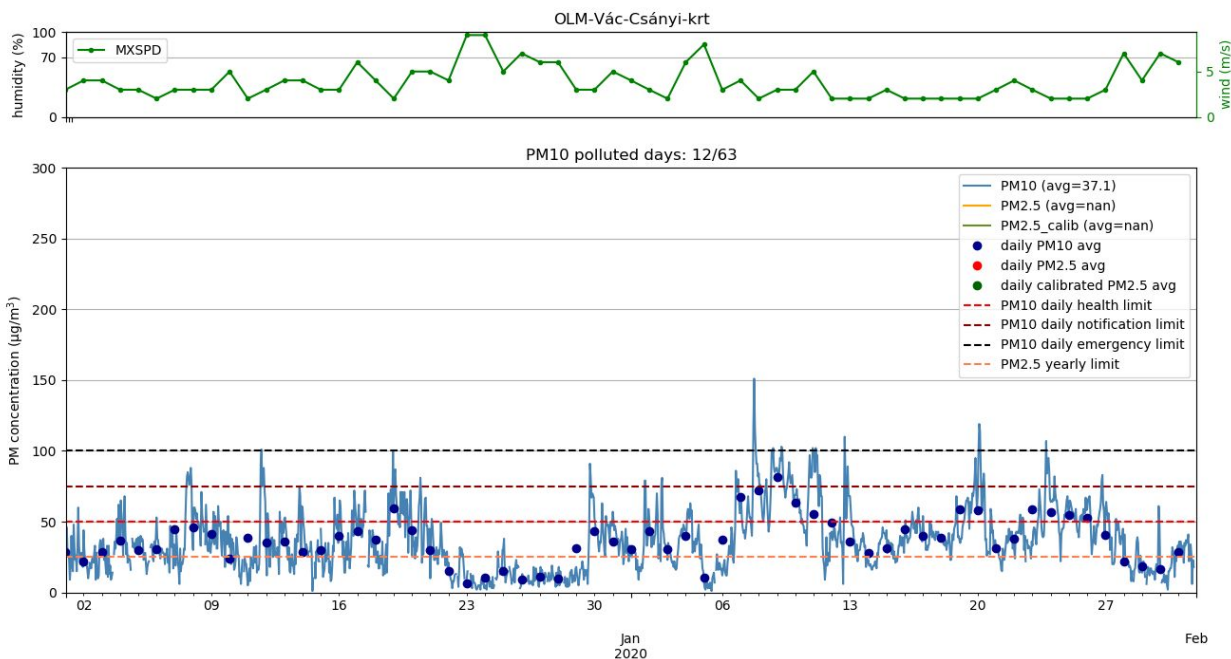
2. ábra: Verőce Zentai úti mérő adatsora 2020.01.01-2020.01.31. között, összevetve PESTSZENTLŐRINC állomás GSOD szél (MXSPD) adatával.

Az ábrák rengeteg tanulságot tartalmaznak önmagukban:

- A páratartalom (szürke részek) szinte mindig 70% feletti, ebben a téli időszakban csak a déli órákban megy le a szálló por mérő hitelesített tartománya alá. Ezzel együtt kell élni.
- Viszont a pormérő a 70% feletti páratartalomban is nagyon széles dinamikai tartományban mér, előfordul, hogy teljesen tiszta levegőt mér és van, hogy nagyon nagy részecskeszennyezést, **tehát önmagában a magas páratartalom nem ok arra, hogy a pormérő mérése elszálljon**, az adatainak valószínűleg ilyen körülmények között is van jelentős információtartalma. Hogy mennyi, azt egyelőre nem tudom számszerűsíteni, de messze nem nulla.
- Tovább erősíti a pormérő hitelességét az a megfigyelés, hogy a ritka **tiszta levegős időszakok** (dec. 10., dec. 22-28., jan. 5, jan. 29-30.) minden esetben **kiemelkedően széles** (és általában hidegfronthoz köthető) időszakok (lásd a zöld görbét a felső ábra részen), amik végre kisöprik a helyi telített szennyezettségű levegőt, a szennyezés pedig ezen időszakok után fűrészfogszerűen növekszik, azaz valószínűleg helyi emisszió hatására szép lassan telítődik.
- Saját személyes orr-megfigyelésem is egybevág a görbékkel: valóban, csak a megjelölt hidegfront utáni időszakokban tudtam úgy kimenni a kertbe, hogy élvezettel tudjak szippantani egyet a friss levegőből, olyan eset nem fordult elő, hogy a mérő keveset mért volna és mégis rossz lett volna a levegő, se olyan, hogy jó volt a levegő de az érzékelő sokat mért éppen! Ez a megfigyelés persze tudományosan sajnos mit sem ér, pedig az orrunk igen érzékeny, összetett mérőműszer...

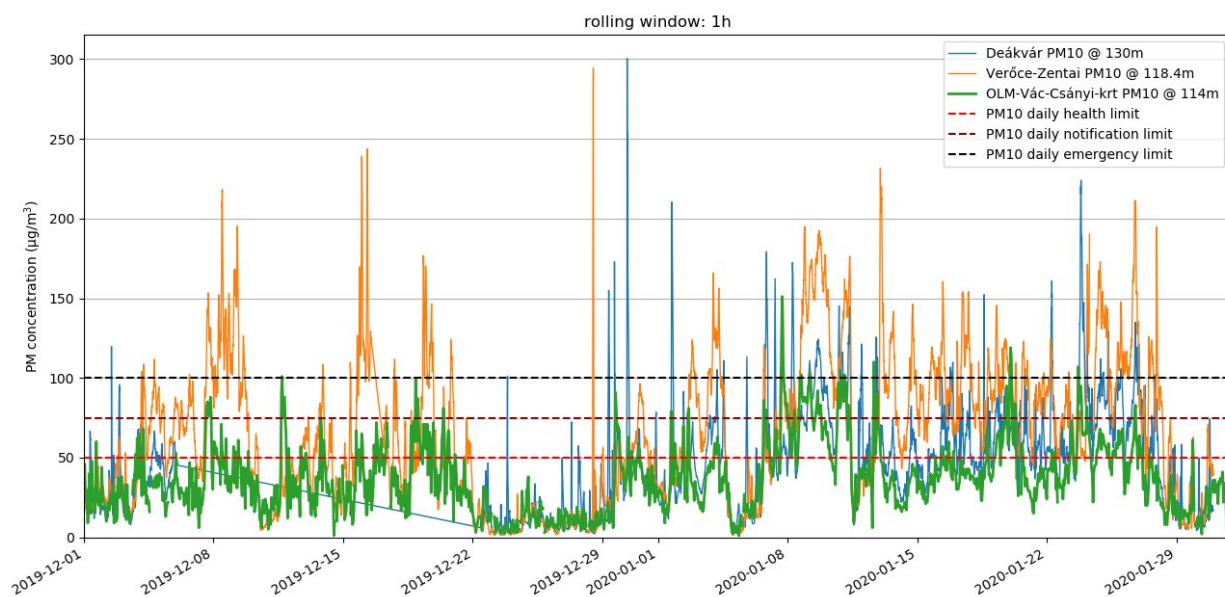
Összevetés az OLM hitelesített adataival

A saját pormérő szerint **a levegő igen szennyezettnek** volt mondható ebben a két hónapos időtartamban. A Verőce-Zentai mérő által közölt átlag PM10 érték 64.7 µg/m³, ami az egészségügyi határérték feletti. A határérték feletti átlagú napok száma **38/61**, azaz a napok körülbelül kétharmada, de csak januárra nézve **24/30**, ami már négyötöd arány! Megjegyzés, hogy ebben az időszakban Budapesten is szmogriadó tájékoztatási időszak volt és a hitelesített OLM mérők is rendre magas értékeket mutattak. Csatolva pl. a [Hitelesített váci OLM állomás PM10 mérése](#) a két hónapra:



3. ábra: Az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat Vác Csányi-krt állomásának órás átlagolt adatai 2020. januárban, az 1. ábrán bemutatott szél adatokkal.

A váci állomás ugyan alacsonyabb szennyezettséget mutat ("csak" 12/63 szennyezett nap, ami az éves megengedett 35 nap közel egy harmada, azaz átlagban az éves megengedett szennyezés duplája), viszont a hitelesített mérés görbéjét érdemes összevetni a lakossági mérés görbéivel.



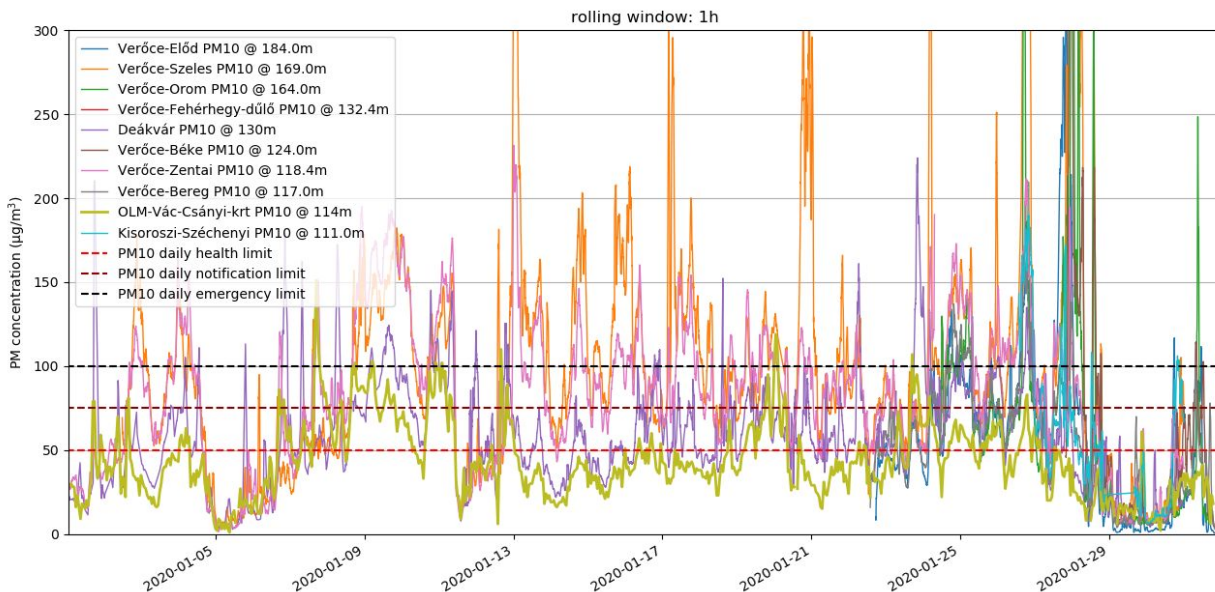
4. ábra: Az OLM hitelesített Váci állomásának mérése összevetve két lakossági olcsó méréssel, egy Verőcén, egy Deákváron. Mérési időszak: 2019. december 1 - 2020.

január 31. Pearson korrelációk órás átlagolt adatokon: Vác-Deákvár: 0.719416, Vác-VerőceZentai: 0.631365, Deákvár-VerőceZentai: 0.691865

Az összevetésből megint sok izgalmas dolog látszik:

- A görbék nagyon hasonló jelleget mutatnak, a köztük lévő Pearson korrelációk igen magasak.
- A görbék ránézésre is együtt mozognak, főleg ami a korábban vázolt szeles időjárási trendeket illeti. Hidegfront, erős szél hatására minden érzékelő jele tisztul, utána közös emelkedésbe kezdenek az érzékelők hasonló telítődési görbék mellett (a hitelesített és a lakossági egyaránt, ugyanúgy), majd a lakossági (és főleg a verőcei) műszer magasabbra kúszik a szélmentes időszakokban, feltételezésem szerint elsősorban a magasabb falusi lakossági fűtési terhelés miatt, de lehet, hogy részben a páratartalommal összefüggésben. Amúgy a deákvári szenzoron 20 volt a szennyezett napok száma egy hónap alatt (vö: OLM-Vác 12, Verőce 38).
- A falusi érzékelők jelein ezen kívül nagy kiugró tüskék is láthatók, amik betudhatók a lokális lakossági fűtésnek is, ami Deákváron is jelen van, Vác belvárosában talán kevésbé, Verőcén meg durván intenzíven

Az eddigi elemzés mind azt támasztja alá, hogy az olcsó érzékelők igenis jó és a hiteles méréshez nagyon hasonló dolgokat mutatnak. Még egy összehasonlító ábrát mutatok, amin a Váci OLM állomás 12 km-es körzetén belüli lakossági szenzorok jeleit mind ábrázoltam:



5. ábra: A Vác-Csányi-krt OLM állomás és a 12 km-es körzetén belüli lakossági pomérők PM10 adatainak összehasonlítása, 2020. január.

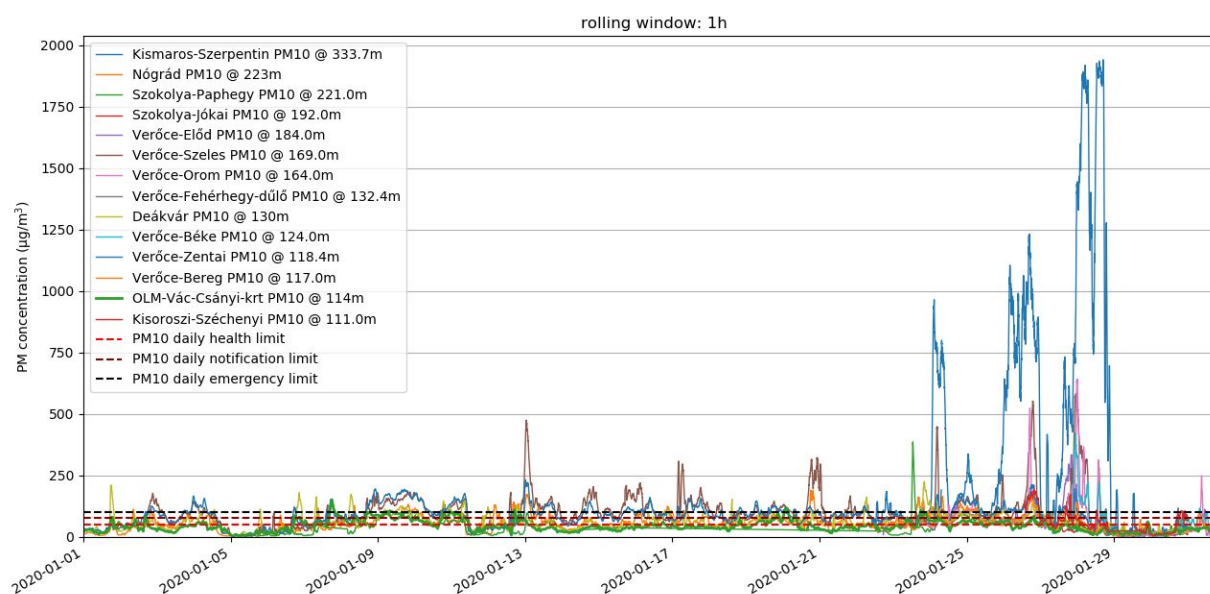
Ezen az ábrán is az látszik, hogy a trendeket tekintve nagyon hasonló dolgokat mérnek az érzékelők, összességében viszont az összes lakossági érzékelő a Váci állomás fölé mér

valamennyivel, azaz vagy mindenhol nagyobb a szennyezés, mint Vác-on, vagy vízrészecskéket is mérnek a lakossági szenzorok, vagy egyszerűen felül van becsülve nemlineárisan a PM10 mérés. Ennek eldöntésére az ELTE Meteorológiai Tanszék vizsgálja most éppen informálisan a lakossági mérőinket...

Nem a páratartalom a hunyó, hanem a köd

Az eddigi leghevesebb viták az érzékelőkkel kapcsolatban arról szóltak, hogy miként lehet hiteles adatot kapni egy olyan mérőről, ami hivatalosan csak 70% (a luftdaten.info informális közlése alapján pedig kb. 85-90%) alatti páratartalomban mér csak a megadott 15%-os pontossággal. Egy extrém rossz példát akkor látunk, ha a Verőce-Zentai állomás 12 km-es körzetét nézzük meg

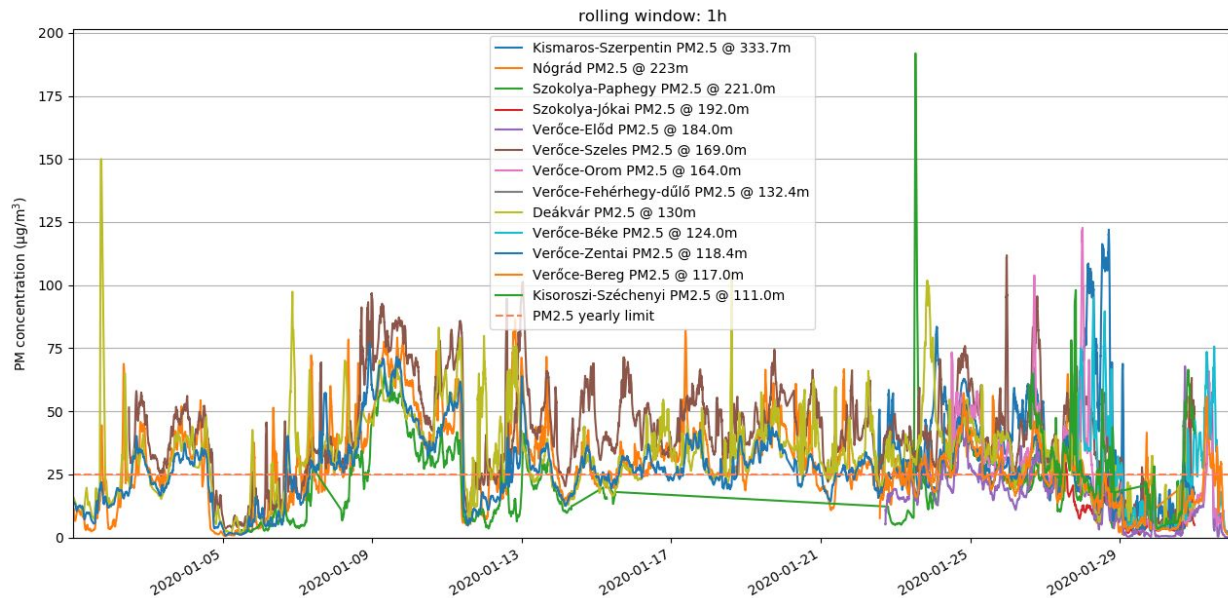
0



6. ábra: Verőce-Zentai állomás 12 km-es körzetén belüli érzékelők PM10 jelei, tengerszint feletti magasság szerint rendezve.

A fenti ábrán az eddigi egyetlen kismarosi érzékelő extrém magas kiugró PM10 értékei láthatók. Ennek az oka szinte biztosan nem a magas porszenyezés, hanem a január utolsó hetében a környéken lévő hidegcsepp és mozdulatlan levegő közben kialakuló ködfelhő, amiben a többihez képest kb. 100 méterrel magasabban lévő kismarosi érzékelő belecsúszott (tulajdonos megerősítette, hogy tejköd volt náluk ezeken a napokon), a többi érzékelő a völgyben pedig az alacsony felhőalap alatt volt. A mérési technológia ismeretében logikus is sajnos ez: a köd nem más, mint apró kondenzálódott vízcseppek sokasága, amit a lézeres mérő ugyanúgy mér részecskéként, mint a port, hiszen részecske is, csak vízből van. Tehát tisztul a képünk: **a magas páratartalom önmagában nem rontja el a mérést jelentősen, de a köd, a kondenzálódott vízcseppek igen.** Ugyanezt egy felhasználó is megerősítette, aki beltéren mért az érzékelővel alacsony páratartalom mellett, és amikor bekapcsolta a párásítót, ami

kondenz vízcseppeket szór a levegőbe, nála is extrém módon megugrott a mérés. Az, hogy a vízködnék milyen a méretösszetétele, az megint nagyon sok tényezőtől függ, ha ugyanezekre a szenzorokra megnézzük a PM2.5 mérést is, akkor az extrém deviancia eltűnik, tehát az itteni köd például nagy vízrészecskékből állt.

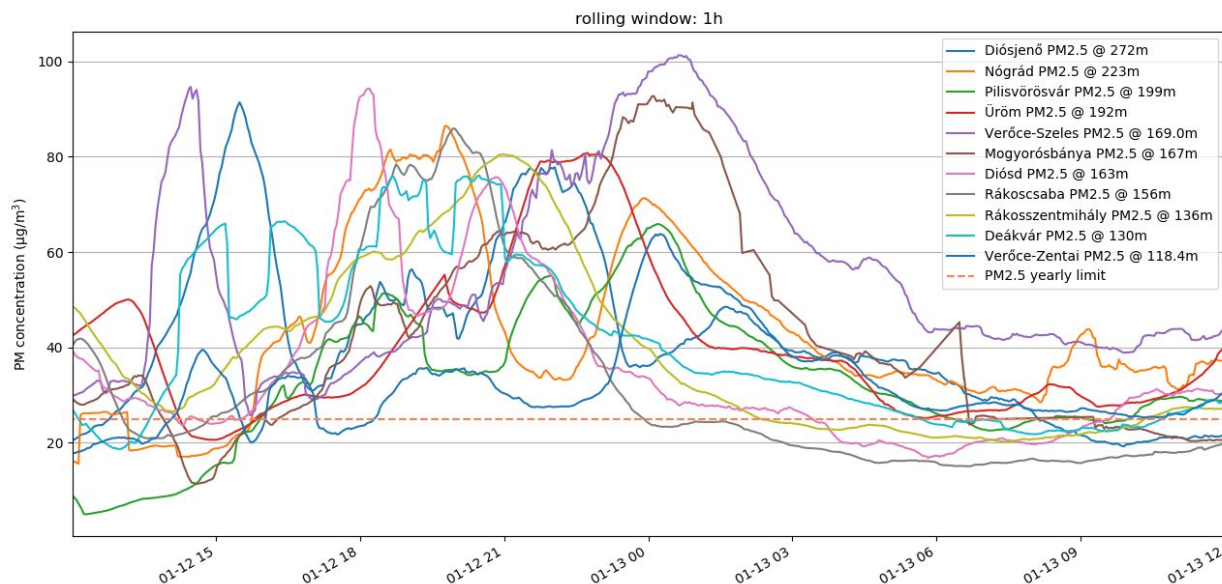


7. ábra: Verőce-Zentai állomás 12 km-es körzetén belüli érzékelők PM2.5 jelei, tengerszint feletti magasság szerint rendezve.

A fenti ábrán az is látszik, hogy a lakossági érzékelők sokkal hasonlóbb jeleket mutatnak PM2.5-re, mint PM10-re. Sajnos ezt hitelesített közeli mérővel nem tudjuk összevetni, mert a Váci állomás NEM mér PM2.5-öt. Sőt, az egész országban sokkal kevésbé exponált a hivatalos PM2.5 mérés, sőt, a határértékek is csak éves átlagra vannak megszabva, annak ellenére, hogy egyre több tanulmány mutatja ki, hogy a PM10 részeként a PM2.5 az igazi bűnbak egy halom egészségügyi következményben. Ahogy látjuk, a januári mérések az éves határérték feletti, a tiszta levegős időszakok itt is csak a szeles hidegfronti időre korlátozódnak.

Porfelhők terjedése

Ha tüzetesen megvizsgáljuk a 6. és 7. ábrát, feltűnhet, hogy van bennük néhány extrém magas lokális, pár órás csúcs, amik egymástól függetlenül több érzékelő adataiban is megjelennek. Az egyik ilyen eset január 12-13 éjszaka volt, amikor az egyik Verőcei érzékelőn detektáltunk nagyon magas értéket, és elkezdtünk utánanézni, hogy mi lehet az oka. A szél itt enyhe, dél-délkeleti volt, tehát az első tippünk a Váci DCM volt az éjszakai pár órás szennyezésre, írtunk is nekik levelet, de korrektül válaszoltak, hogy épp nincs is üzem, átépítés van, tehát más forrás után kellett néznünk. Megnéztem nagyobb országos kiterjedésben is több érzékelő jelét, amiből az alábbi ábra született.

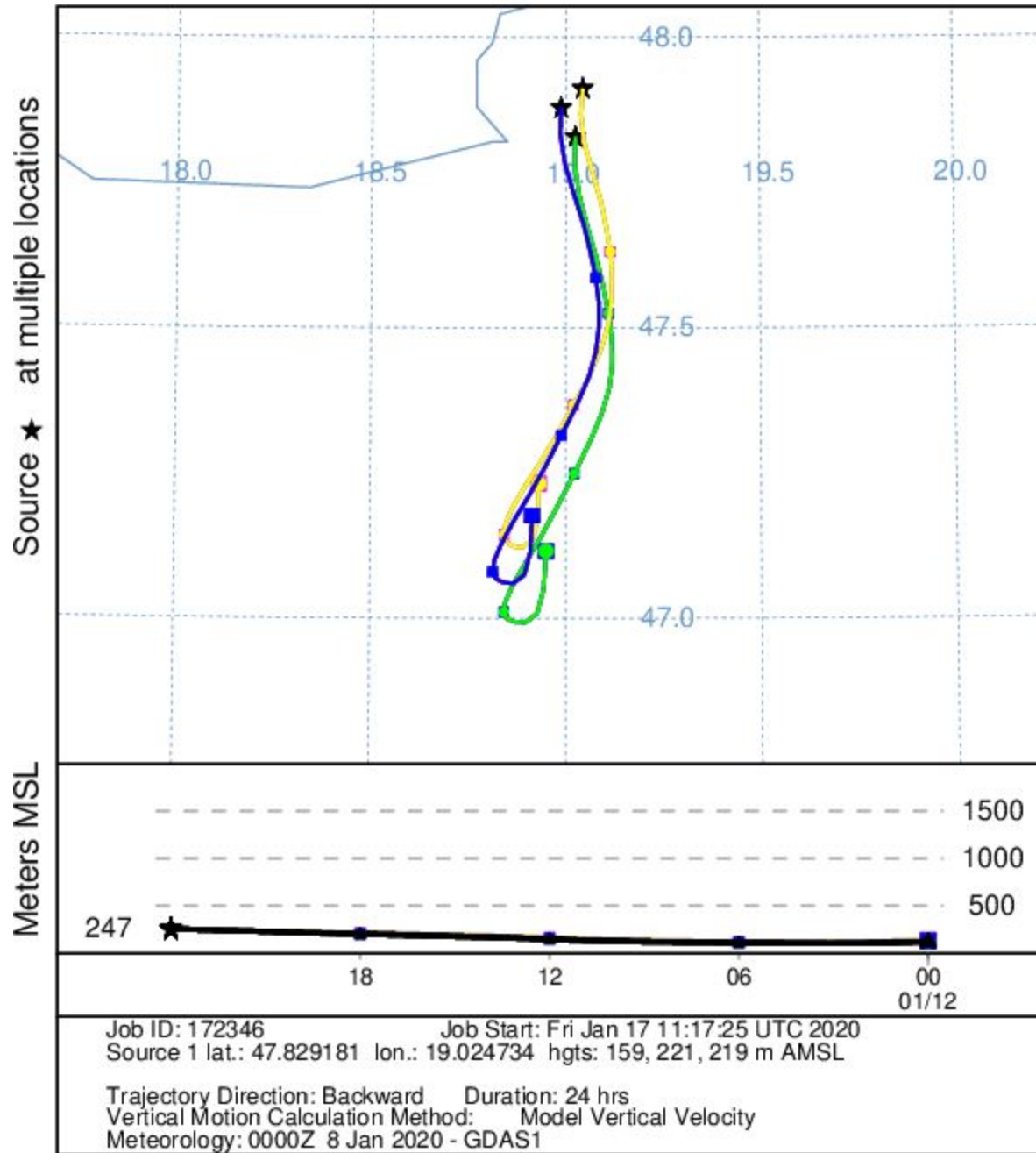


8. ábra: PM2.5 adatok január 12-13 éjjel, független lakossági mérésekből

A 8. ábra alapján a szennyezés felhő egymástól nagy távolságra lévő érzékelőkön is megjelent, nem teljesen tisztán, de némileg időben eltolva egymáshoz képest. Az ELTE Meteorológiai Tanszéktől kapott linken lefuttattam egy [HYSPLIT visszamenőleges szél trajektória analízist](#) (azaz hogy az adott időre és helyre HONNAN érkezett a légtömeg), ennek eredménye a 9. ábrán látható. A szél enyhe déli irányból érkezett. Azaz a 8. ábrán azt kellene látnunk, hogy a déli mérőpontokon a csúcsok előbb jelentkeznek, mint az északiakon. A helyzet nem egyértelmű, mert több csúcs is van, de annyi talán látszik, hogy a legutolsó, tisztulás előtti magas csúcs először jelentkezik Rákocscsabán, Rákosszentmihályon és Diósdon 19-21 óra között, utána jön Üröm 22 óra körül, majd a dunakanyari és mogyorósbányai szenzorok éjjel körül.

Nem pontosan tudom, hogy mi volt ez a szennyezésfelhő, de elég izgi, hogy láthatóan nagy területen terjedt, és ha lenne országosan sok-sok érzékelőnk, akkor részletes elemzéssel akár a kiugró szennyezés forrásának helyét és idejét is meg tudnánk állapítani - ehhez éppen hogy nem a néhány nagyon hiteles mérő kell, hanem pont a nagyon sok, térbeli részletes adat, még akkor is, ha nem annyira pontos. A jelenlegi országos helyzetben, ahol pl. a Mátrai erőmű súlyos szennyezése körül ilyen botrányok lehetnek következmény nélkül, mindennél fontosabb a lakossági éberség és közös odafigyelés!

NOAA HYSPLIT MODEL
 Backward trajectories ending at 0000 UTC 13 Jan 20
 GDAS Meteorological Data



9. Ábra: Honnan jött január 12-13 éjfélkor a szél Verőcére? A HYSPLIT modell szerint szép lassan, Budapest felől, délről.

Táblázatos összefoglaló

Íme némi 2020. januári statisztika az eddig állományba vett érzékelőkről (több is van, ha neked is van, kérlek töltsd ki [ezt a google form](#)-ot, hogy a Te érzékelőd adatát is fel tudjam dolgozni legközelebb).

name	days	PM10_avg	PM2.5_avg	temperature_avg	humidity_avg	PM10>50	PM10>75	PM10>100	PM2.5>25	PM2.5>50
Kismaros-Szerpentin	9	370.133528	37.608493	0.048892	95.326766	7	6	5	7	3
Tiszafüred	30	181.566011	55.319021	2.121784	93.243653	27	26	24	27	18
Rákosszentmihály	30	120.689049	41.893662	1.028906	88.294968	21	20	18	21	7
Diósd	21	118.896834	34.616168	1.351201	95.286328	19	16	14	19	1
Úröm	30	112.105791	37.856666	1.868502	78.729892	25	23	18	24	6
Regöly	29	107.231731	35.240421	2.607742	88.079723	24	21	16	22	4
Pilisvörösvár	23	105.947444	32.912626	1.467847	99.741444	20	14	12	17	2
Kecskemét-Ladánybenei	29	98.330178	32.451681	NaN	NaN	25	23	14	23	4
Verőce-Szeles	29	97.922254	40.972206	-0.954060	92.699260	25	21	15	25	8
Budapest-II.-János-Pál-Pápa	26	90.143369	32.551138	1.005121	96.350364	22	18	12	20	3
Mogyorósbánya	20	89.368525	32.043392	2.882136	84.730390	13	9	6	13	1
Diósjenő	21	89.335529	28.126180	-2.024372	98.216848	19	13	8	11	3
Budapest-Honvéd	30	85.754683	34.324897	2.064828	70.208333	25	19	12	23	4
Erdőkertes	29	82.625732	37.190663	5.714060	43.946507	24	13	8	22	5
Verőce-Zentai	30	81.019956	25.968163	-0.239722	91.188365	24	20	9	17	1
Rákoscaba	29	69.102602	32.531320	NaN	NaN	22	11	1	21	2
Verőce-Orom	8	65.515642	25.860325	1.377077	94.717401	5	5	2	5	1
Kisoroszi-Széchenyi	5	60.548059	28.214293	3.076080	84.092264	2	1	1	3	0
Deákvár	30	60.323957	32.828827	NaN	NaN	20	6	1	23	1
Verőce-Előd	10	56.935306	17.659975	1.481708	88.778307	4	3	1	2	0
Nógrád	30	55.576901	29.861612	1.145897	84.579175	15	7	1	21	1
Verőce-Bereg	10	52.628374	21.344740	1.180423	91.121301	5	3	0	3	0
Verőce-Béke	5	52.224391	24.253966	2.517059	92.147749	2	2	1	3	1
OLM-Vác-Csányi-krt	31	43.306122	NaN	NaN	NaN	12	1	0	0	0
Szokolya-Paphegy	26	38.539211	20.138366	1.472984	87.269926	6	1	0	5	1
Budapest-Kiss-János-altábornagy	9	36.944408	12.624675	3.662321	97.957072	3	0	0	1	0
Jakabszállás	22	30.185908	16.080497	16.300127	57.743627	3	2	1	3	0
Szokolya-Jókai	4	17.709711	10.125928	2.581366	88.268427	0	0	0	0	0
Verőce-Fehérhegy-dűlő	3	NaN	NaN	2.782522	87.938791	0	0	0	0	0

Összefoglaló

Hosszúra nyúlt az elemzés, úgyhogy foglaljuk össze röviden a fejleményeket:

- Van már hiteles széladatunk és hiteles OLM adatunk, amivel a lakossági mérőket össze lehet hasonlítani. A mérések korreláltak, de a lakossági érzékelők általánosságban nagyobb PM10 szennyezést mutatnak mint a hiteles váci adat. Ennek oka nem teljesen tisztázott és valószínűleg összetett: 1) a lakossági szenzorok párát és ködöt is részecskének mérnek 2) a mérésük lehet nemlineáris, azaz nagy szennyezésnél aránytalanul többet mutathatnak 3) nem kizárt, hogy a falusi fűtés súlyos légszennyezés teher, amit a városi hiteles mérő nem mutat.
- Az ELTE Meteorológiai Tanszéknek is nagyon hálás vagyok, akik segítenek végtelen szakértelemmel, illetve épp két mérőnként hasonlítják össze a saját profi mérőegységükkel - ennek eredményéről a következő havi beszámolóban írok majd.
- A levegőminőség januárban is pocsék volt, ezt a hitelesített mérők is mutatták, a lakossági falusi érzékelők még inkább.
- A lakossági érzékelők magasabb értékeket mutatnak magas pára és ködös idő esetén, ennek kalibrációja, illetve kompenzációja még mindig hátra van. Remélem van rá megoldás.

- A Dunakanyarban 10-20 közötti érzékelő lett az utóbbi hetekben beüzemelve, nagyon várom a februári adatokat, ahol már sok érzékelő jelét lehet összehasonlítani érdemben

Tennivalók

- Ha valaki kedvet kap az érzékelős játékhoz, építsen magának érzékelőt, ehhez útmutatót Magyarországon [Koller Csaba egyre jobb weboldala](#) ad.
- Ha országos egyenletes lefedettséget akarunk, akkor érdemes megnézni a [térképes megjelenítést](#), és szólni első körben 1-1 havernak, ismerősnek az alábbi városok környékén, hogy csatlakozzanak: **Székesfehérvár, Békéscsaba, Debrecen, Eger, Salgótarján, Kaposvár, Győr, Szolnok, Miskolc, Dunaújváros, Pápa**. Ha van az alábbi helyeken ismerősöd akit érdekelhet ez a buli, próbáld meggyőzni!
- Továbbra is nyitott kérdés a köd-pára függőség. Ennek megoldásához szívesen veszek bármilyen segítséget, ötletet, adatot, kalibrációs függvényt, tippet, javaslatot.
- **Ki kellene mérni a verőcei falusi levegőt hiteles műszerekkel is, még a fűtési szezonban. Ki tud ebben segíteni?**
- Továbbra is tessék odafigyelni a **fűtési szokásokra**. Aki szilárd tüzelést használ, legalább ne fűtsön rossz fűtőértékű, nedves, nem keményfa, OSB, bútortlap, pozdorja, ipari hulladék stb. alapanyagokkal, mert súlyosan károsítja környezetét!