

Szennyvíz alapú epidemiológia

2025. év 40. heti eredmények

Mi a szennyvíz alapú epidemiológia?

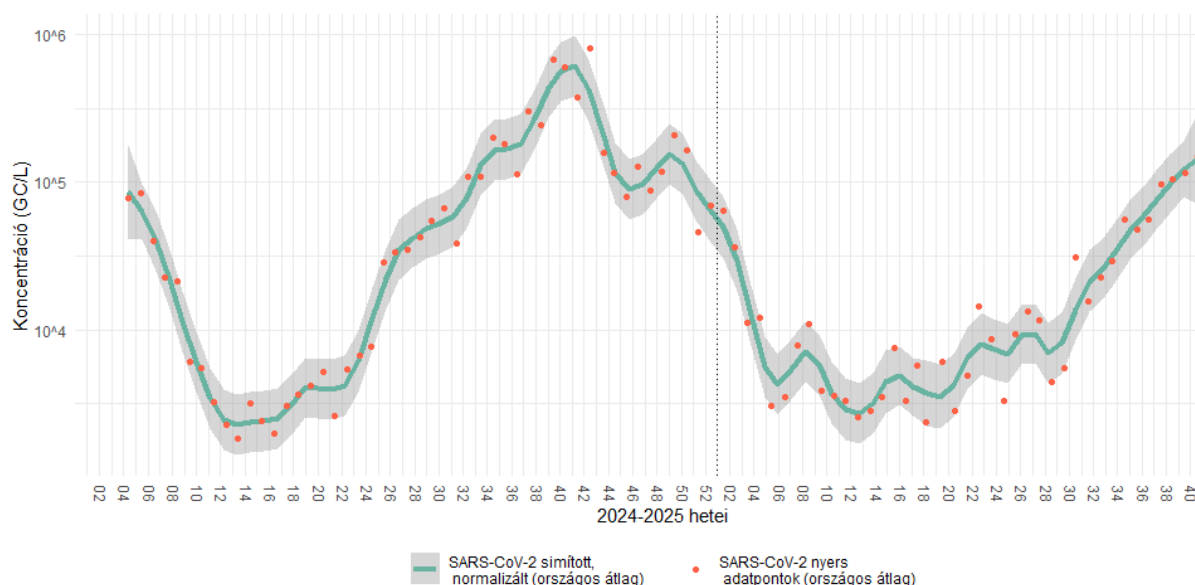
A szennyvíz alapú epidemiológia segítségével a lakosság egészségi állapotára vonatkozó információkat nyerhetünk a szennyvíz vizsgálatával. Olyan kórokozók is vizsgálhatók ezzel a módszerrel, amelyek nem képesek szennyvíz közvetítésével terjedni, mint pl. a SARS-CoV-2 vagy az influenza vírus. Nemzetközi tapasztalatok mellett már hazai eredmények is bizonyítják, hogy a szennyvízvizsgálatok eredményei előre jelezhetnek tendenciákat az emberi megbetegedésekben, így hatékonyan egészíthetik ki az egyéb járványkövetési rendszereket a koronavírus járványra, szezonális influenzajárványra, vagy egy esetleges újabb világjárványra vonatkozó terjedési információkkal. Ez lehetővé teszi, hogy mind a szakemberek, mind a lakosság felkészülhessen a járványhelyzet változására.

SARS-CoV-2

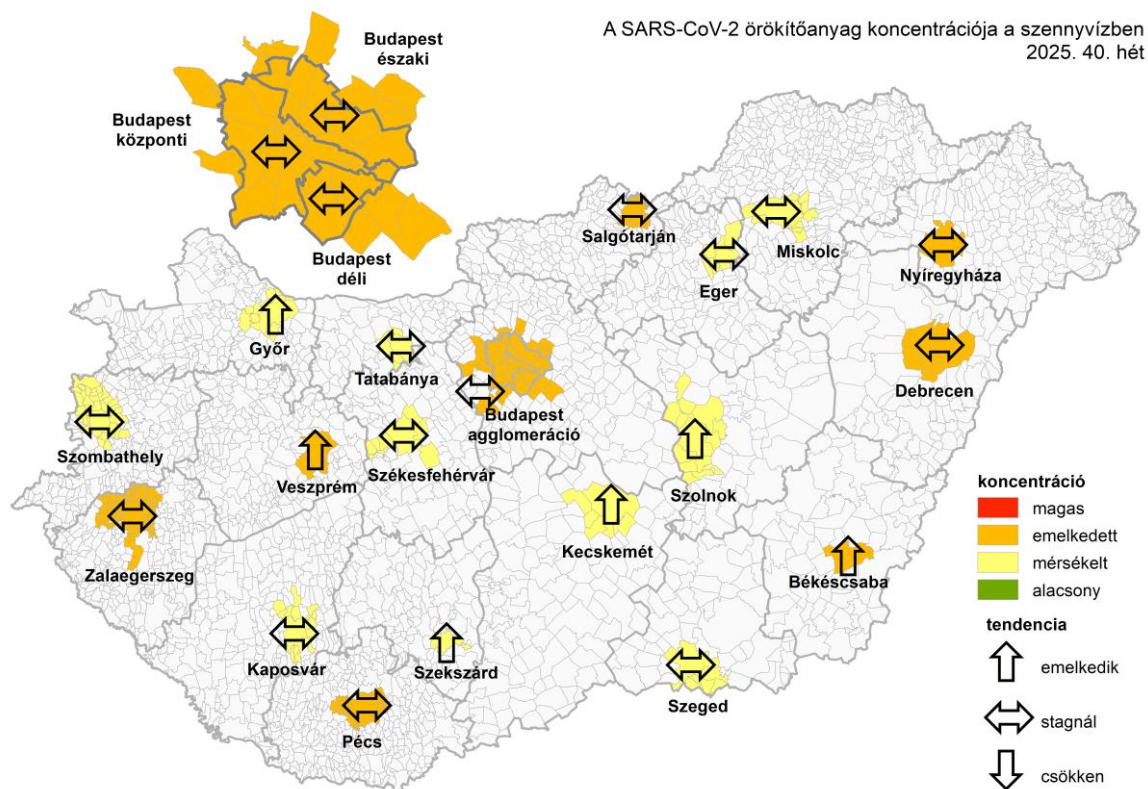
A 40. naptári héten a szennyvizek SARS-CoV-2 koncentrációja országos szinten emelkedik (1. ábra). Emelkedés tapasztalható Békéscsabán, Győrött, Kecskeméten, Szekszárdon, Szolnokon és Veszprémben. 16 ellátási területre stagnálás jellemző, csökkenés egyik szennyvízminta esetében sem látható (2. ábra).

A SARS-CoV-2 örökítőanyag koncentrációváltozását az egyes településeket ellátó szennyvíztisztítókra vonatkozóan – egy éves időszakban – a 3. ábra szemlélteti.

A szennyvíz eredmények alapján a COVID-19 fertőzésszámok további emelkedése várható a következő hetekben.



1. ábra A szennyvízben mért SARS-CoV-2 kópiaszám országos, lakosságarányos súlyozott átlaga. A véletlenszerű ingadozások hatásának kiszűrése érdekében nem-parametrikus regressziós LOWESS (LOcally WEighted Scatter-plot Smoother) módszer felhasználásával létrehozott simított görbe (zöld). A piros pontok a nyers adatokat mutatják, a szürke sáv a 95%-os konfidencia-intervallumot jelöli.



2. ábra A SARS-CoV-2 örökítőanyag koncentráció-kategóriája és a változás iránya a vizsgált szennyvíztisztító-telepekre érkező nyers szennyvízben.

év	2024												2025																																							
hét	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Békéscsaba																																																				
Budapest-É																																																				
Budapest-D																																																				
Budapest-KP																																																				
Budapest aggl.																																																				
Debrecen																																																				
Eger																																																				
Győr																																																				
Kaposvár																																																				
Kecskemét																																																				
Miskolc																																																				
Nyíregyháza																																																				
Pécs																																																				
Salgótarján																																																				
Szeged																																																				
Székesfehérvár																																																				
Székszárd																																																				
Szolnok																																																				
Szombathely																																																				
Tatabánya																																																				
Veszprém																																																				
Zalaegerszeg																																																				

3. ábra A SARS-CoV-2 örökítőanyagának koncentráció-kategóriája az utóbbi egy évben a vizsgált települések szennyvizében, heti bontásban. Koncentráció-kategóriák: piros – magas, narancs – emelkedett, sárga – mérsékelt, zöld – alacsony.

SARS-CoV-2 variánsok

A szennyvíz mintákban országos átlagot tekintve 2024 januárjától szinte kizárólagossá vált a JN.1 variáns (a BA.2.86 alvariánsa), ezzel párhuzamosan az egyéb leszármazási vonalak örökítőanyaga a minták többségében a kimutatható szint alá csökkent. Februártól (2024. év 6. hetétől) a SARS-CoV-2 örökítőanyag koncentrációjának folyamatos csökkenése miatt a szennyvíz minták már nem bizonyultak alkalmasnak variánsvizsgálatra, a variánsok relatív gyakoriságának megállapításához. Egy új módszer bevezetésével lehetőség nyílt az alacsony koncentrációjú mintákból történő variáns-elemzésre, ezáltal sikerült kimutatni szennyvízmintából a KP.2 (FLiRT) koronavírus alvariánst a 20. naptári hét mintáiból. A 26. héttől megfigyelhető emelkedő tendencia már a KP.3 variáns terjedésének volt köszönhető, az év végére pedig (50. héttől) az XEC alvariáns dominanciáját lehetett kimutatni. Az XEC tetőzés 2025-ben volt kimutatható, azt követően a szennyvizek csökkenő SARS-CoV-2 tartalma miatt a variánsanalízis már nem volt lehetséges. Az utóbbi hetekben Európában az XFG, valamint a Nimbus (NB.1.8.1) variánsok térhódítása figyelhető meg. Hazai szennyvízmintákból eseti jelleggel az XFG variáns és a Nimbus variáns is kimutatható volt. Az új variánsok megjelenésével várhatóan újabb emelkedés várható a közeljövőben, azonban országos szinten jelenleg továbbra is a BA.2.86 variánsból fejlődött leszármazási vonal tagjai a meghatározók, amelyek nem okoznak a korábbi változatoknál súlyosabb, vagy eltérő kórképekkel járó betegséget.

A SARS-CoV-2 kimutatásának módszere

Az új koronavírus szennyvízből történő kimutatását 2020 júliusa óta végzi a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ (NNGYK). A mintavételi helyek kiválasztása olyan megfontolás alapján történt, hogy a minták a lakosság minél nagyobb részét és lehetőség szerint az ország minden földrajzi területét reprezentálják. Így esett a választás a vármegyeszékhelyekre, a Budapest teljes területét és az agglomeráció egy részét ellátó három szennyvíztelepre, valamint öt további agglomerációs településre, amelyek szennyvizét egyesített mintaként vizsgálják. A vírusok egyenetlen eloszlása a szennyvízben kisebb települések esetén nagy mintavételi hibát okoz, és megnehezíti az eredmények értékelését, ezért is indokolt nagyobb létszámú lakosságot ellátó szennyvíztelepeket mintavételi helyszínnak választani. Fontos kiemelni, hogy a szennyvíztelepek által ellátott terület leggyakrabban nem esik egybe egy-egy település közigazgatási határával, a legtöbb telep jellemzően több települést lát el (az ellátott településeket a 2. ábra szemlélteti). A vizsgálatok így a hazai lakosság több mint 40%-át fedik le.

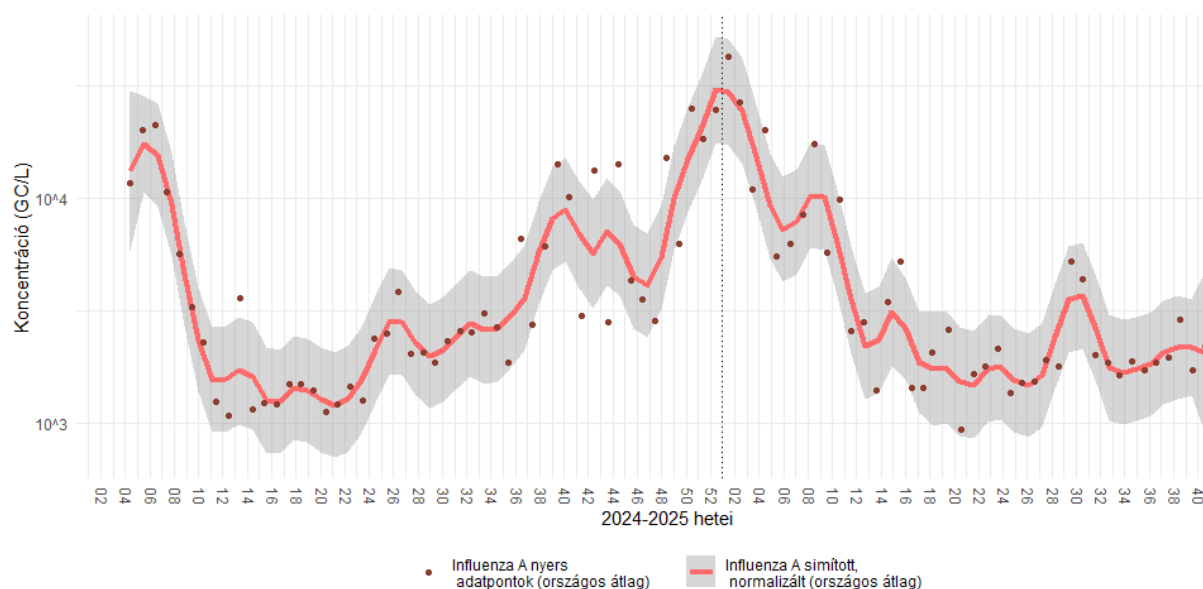
A szennyvíz mintákat a szennyvíztelepek üzemeltetői veszik, majd a vármegyei kormányhivatalok Népegészségügyi Főosztályainak munkatársai szállítják a NNGYK laboratóriumába. A vizsgálatok a mintavételt követő 48 órán belül kezdődnek el. A mintákból az ülepedő szennyeződések eltávolítása után ultraszűréssel koncentrálnak a vívrészecskéket, azután a koncentráció mérése a tisztított nukleinsavból digitális PCR technológiával történik. A módszerről részletesebb leírás található a Kutatási jelentésben: <https://www.nnk.gov.hu/index.php/kozegegeszsegugyi-laboratoriumi-foosztaly/kornyezetegeszsegugyi-laboratoriumi-osztaly/vizhigienes-laboratorium/szennyvizvizsgalatok/szennyviz-koronavirus-monitorozas-kutatasi-jelentes>

A variánsok meghatározása újgenerációs szekvenálás módszerével történik, amelyet az adatok bioinformatikai elemzése követ.

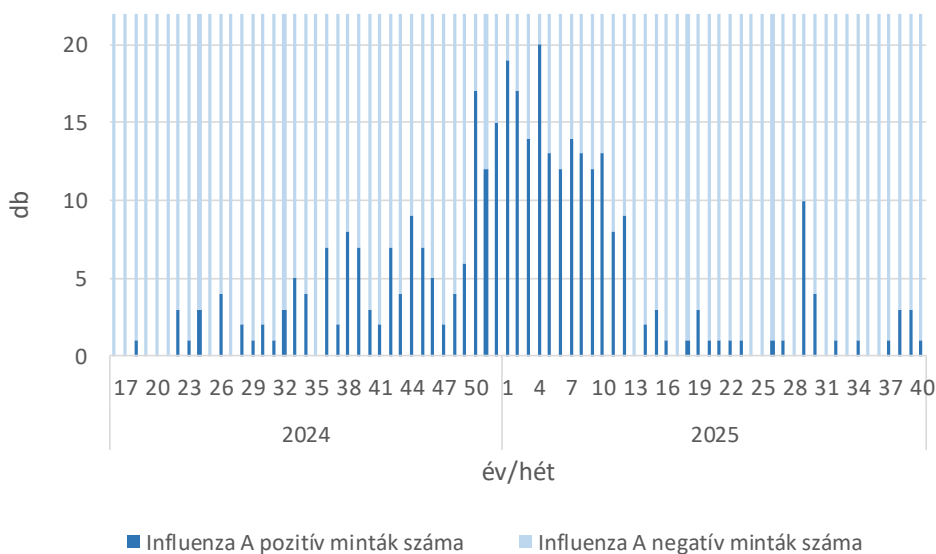
Influenza A

Az Influenza A örökítőanyag koncentrációja országos átlagban az előző héthez képest stagnál. A 40. naptári héten Nyíregyházán volt kimutatási határ felett az Influenza A örökítőanyagának mennyisége (4. és 5. ábra).

A szennyvíz eredmények alapján az Influenza A fertőzések számának emelkedése a következő hetekben nem várható.



4. ábra A szennyvízben mért Influenza A kópiaszám országos, lakosságarányos súlyozott átlaga. A véletlenszerű ingadozások hatásának kiszűrése érdekében nem-parametrikus regressziós LOWESS (LOcally WEighted Scatter-plot Smoother) módszer felhasználásával létrehozott simított görbe (piros). A sötétbarna pontok a nyers adatokat mutatják, a szürke sáv a 95%-os konfidencia-intervallumot jelöli.

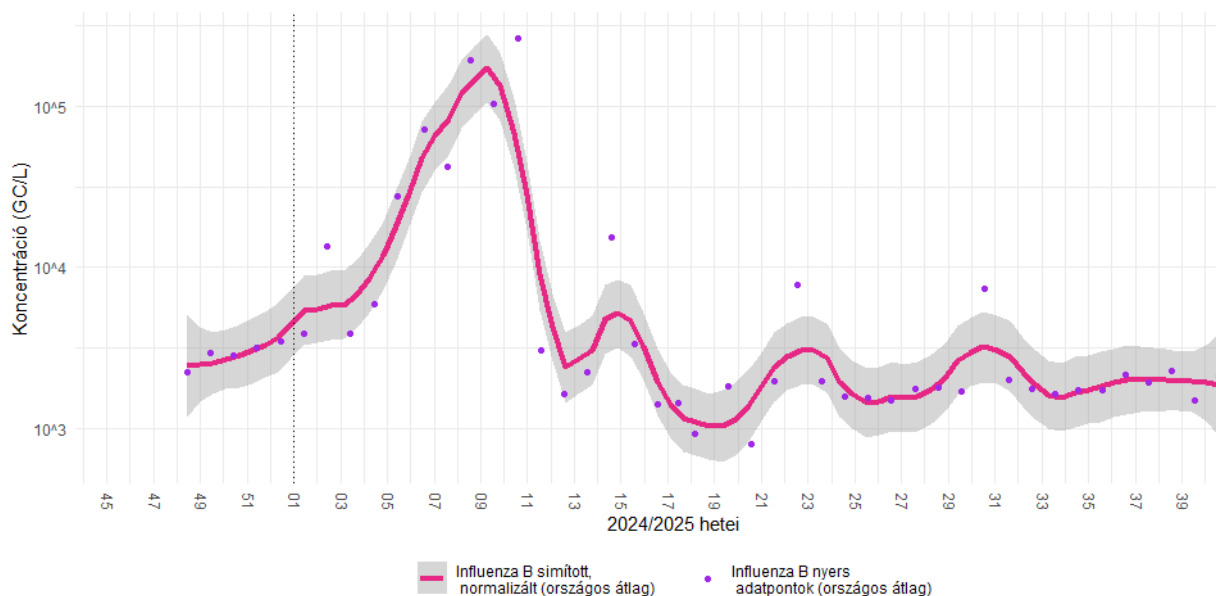


5. ábra Influenza A vírusra pozitív szennyvíz minták száma, heti bontásban. Az Influenza A vírus a SARS-CoV-2-nél jelentősen alacsonyabb kópiaszámban mutatható ki a szennyvíz mintákban, így az eredmények is nagyobb szórást mutatnak. Az eredmények az egyes mintavételi helyek szerinti bontásban így a tapasztalatok szerint kevésbé reprezentatívak, az eredmények országos összesítésben értelmezhetők.

Influenza B

Az Influenza B örökítőanyag koncentrációja országos szinten stagnál. A 40. naptári héten Miskolcon és Szekszárdon volt kimutatási határ felett az Influenza B örökítőanyagának mennyisége (6. ábra).

A szennyvízben mérhető örökítőanyag-koncentráció alapján az Influenza B vírus szórványosan alacsony szinten cirkulál a lakosság körében, de a fertőzésszámok növekedése nem várható a következő hetekben.



6. ábra A szennyvízben mért Influenza B kópiaszám országos, lakosságarányos súlyozott átlaga. A véletlenszerű ingadozások hatásának kiszűrése érdekében nem-parametrikus regressziós LOWESS (LOcally WEighted Scatter-plot Smoother) módszer felhasználásával létrehozott simított görbe (magenta). A lila színű pontok a nyers adatokat mutatják, a szürke sáv a 95%-os konfidencia-intervallumot jelöli.

Az Influenza A és B kimutatásának módszere

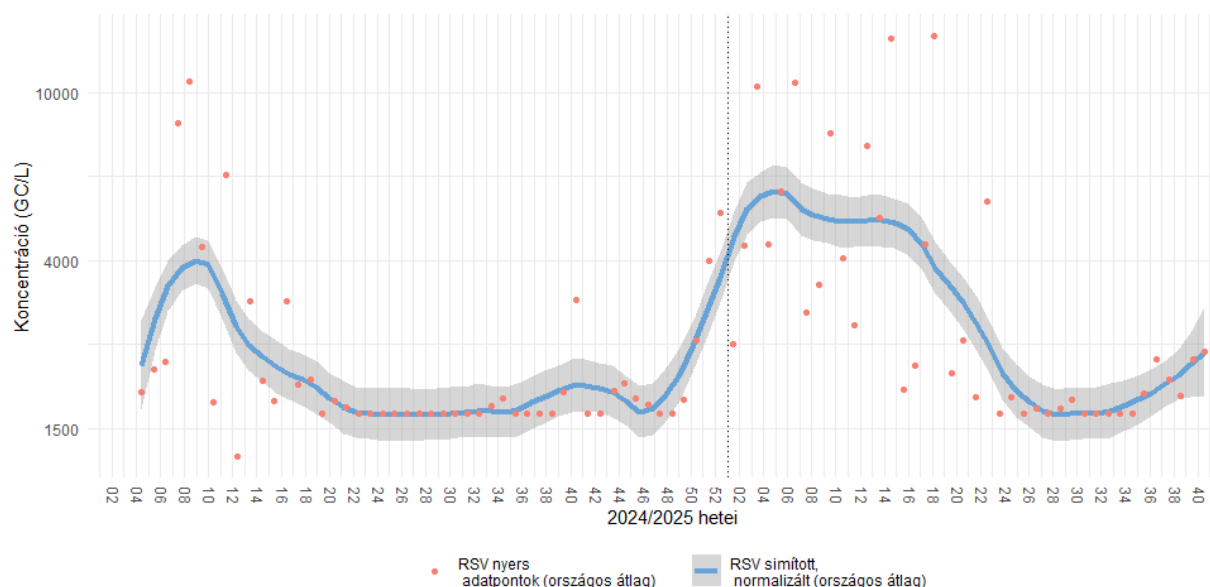
Az Influenza A vírus szennyvízből történő kimutatását 2023 januárja óta, az Influenza B vírus kimutatását 2024 novembere óta végzi az NNGYK. A mintavételi helyek megegyeznek a SARS-CoV-2 kimutatásnál bemutatott nagyvárosokkal, így a vizsgálatok ebben az esetben is a hazai lakosság több mint 40%-át fedik le.

A szennyvíz mintákat a szennyvíztelepek üzemeltetői veszik, majd a vármegyei kormányhivatalok Népegészségügyi Főosztályainak munkatársai szállítják az NNGYK laboratóriumába. A vizsgálatok a mintavételt követő 48 órán belül kezdődnek el. A mintákból az ülepedő szennyeződések eltávolítása után ultraszűréssel koncentrálják a vírusrészecskéket, azután a koncentráció mérése a tisztított nukleinsavból digitális PCR technológiával történik. A folyamat azonos reakcióterben zajlik a SARS-CoV-2 kimutatással (multiplex PCR).

Légúti óriássejtes vírus (RSV)

RSV örökítőanyag koncentrációja országos átlagban az előző heti adatokhoz képest enyhén emelkedik. A 40. naptári héten Győrött, Miskolcon, Szekszárdon és Tatabányán volt kimutatási határ felett az RSV örökítőanyagának mennyisége (7. ábra).

A szennyvízben mérhető örökítőanyag-koncentráció alapján a 39. héthez viszonyítva az RSV magasabb szinten cirkulál a lakosság körében.



7. ábra A szennyvízben mért RSV kópiaszám országos, lakosságarányos súlyozott átlaga. A véletlenszerű ingadozások hatásának kiszűrése érdekében nem-parametrikus regressziós LOWESS (LOcally WEighted Scatter-plot Smoother) módszer felhasználásával létrehozott simított görbe (kék). A narancssárga pontok a nyers adatokat mutatják, a szürke sáv a 95%-os konfidencia-intervallumot jelöli.

Az RSV kimutatásának módszere

A légúti óriássejtes vírus (RSV) szennyvízből történő kimutatását 2024 januárja óta végzi az NNGYK. A mintavételi helyek megegyeznek a SARS-CoV-2 kimutatásnál bemutatott nagyvárosokkal, így a vizsgálatok ebben az esetben is a hazai lakosság több mint 40%-át fedik le.

A szennyvíz mintákat a szennyvíztelepek üzemeltetői veszik, majd a vármegyei kormányhivatalok Népegészségügyi Főosztályainak munkatársai szállítják az NNGYK laboratóriumába. A vizsgálatok a mintavételt követő 48 órán belül kezdődnek el. A mintákból az ülepedő szennyeződések eltávolítása után ultraszűrővel koncentrálik a vírusrészecskéket, azután a koncentráció mérése a tisztított nukleinsavból valós idejű PCR technológiával történik.