

Szennyvíz alapú epidemiológia

2025. év 34. heti eredmények

Mi a szennyvíz alapú epidemiológia?

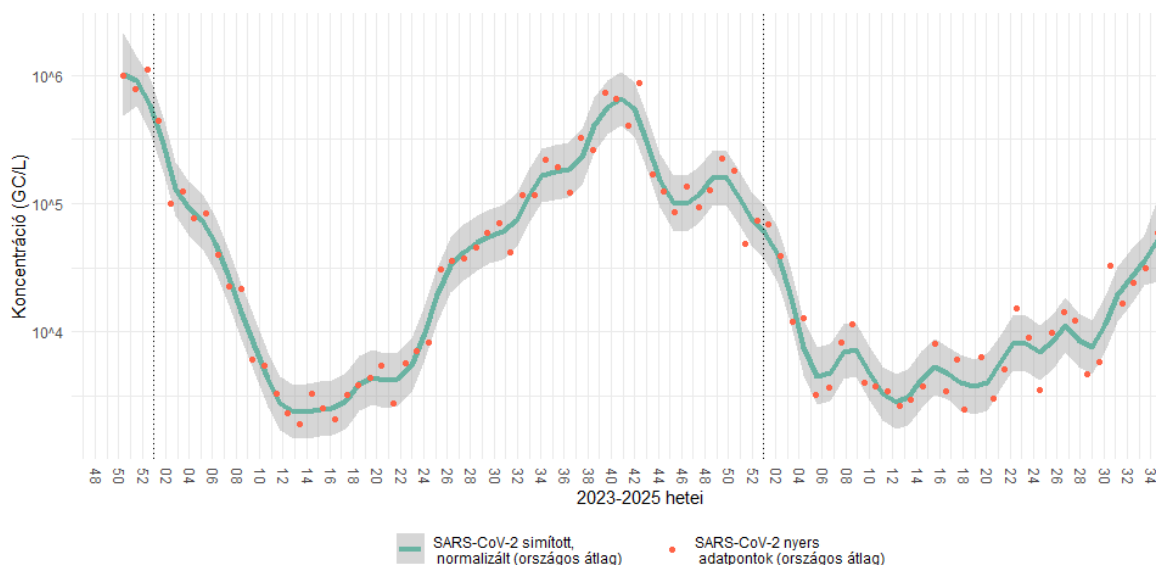
A szennyvíz alapú epidemiológia segítségével a lakosság egészségi állapotára vonatkozó információkat nyerhetünk a szennyvíz vizsgálatával. Olyan kórokozók is vizsgálhatók ezzel a módszerrel, amelyek nem képesek szennyvíz közvetítésével terjedni, mint pl. a SARS-CoV-2 vagy az influenza vírus. Nemzetközi 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

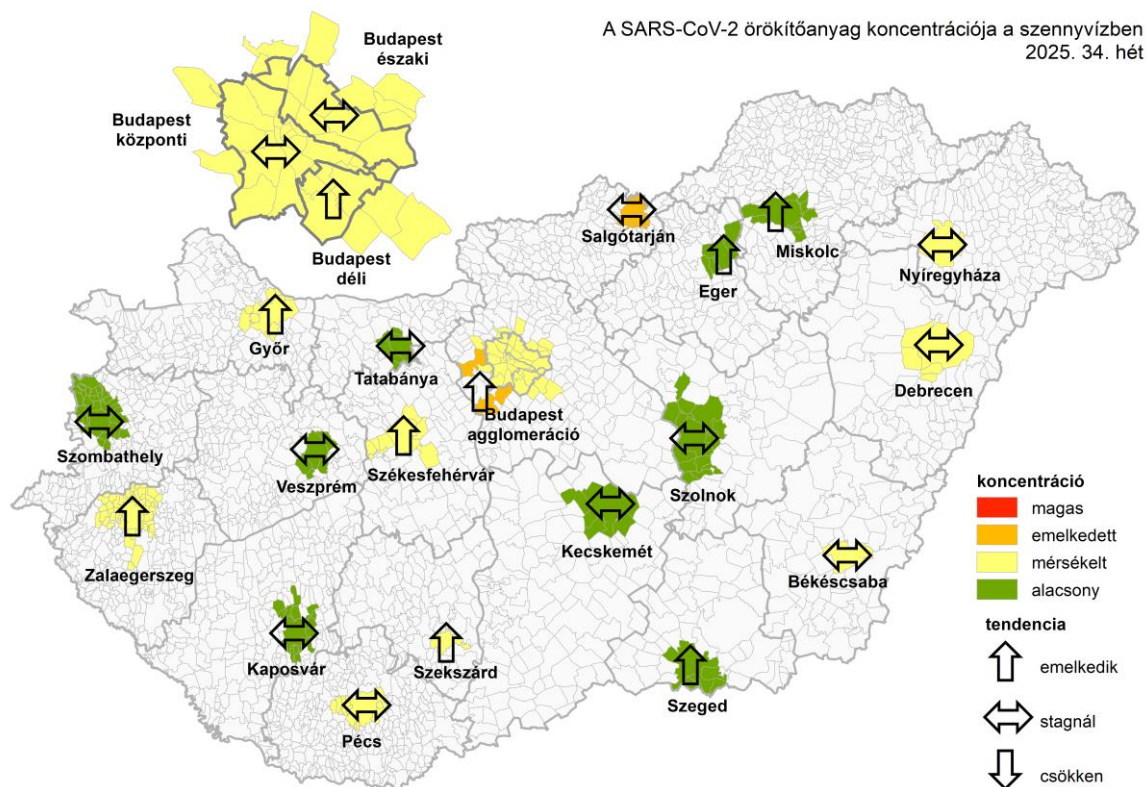
A 34. naptári héten a szennyvizek SARS-CoV-2 koncentrációja országos szinten emelkedik (1. ábra). Emelkedés tapasztalható Budapest Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep ellátási területén, Budapest agglomerációs településeinek egyesített mintájában, Egerben, Győrött, Miskolcon, Szegeden, Székesfehérváron, Szekszárdon és Zalaegerszegen. 13 ellátási területre stagnálás jellemző, csökkenés egyik ellátási terület szennyvízmintájában sem volt tapasztalható (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 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	35	36	37	38	39	40	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
Békéscsaba																																																				
Budapest-É																																																				
Budapest-D																																																				
Budapest-KP																																																				
Budapest aggl.																																																				
Debrecen																																																				
Eger																																																				
Győr																																																				
Kaposvár																																																				
Kecskemét																																																				
Miskolc																																																				
Nyíregyháza																																																				
Pécs																																																				
Salgótarján																																																				
Szeged																																																				
Székesfehérvár																																																				
Széksárd																																																				
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 helyszíneknek 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.

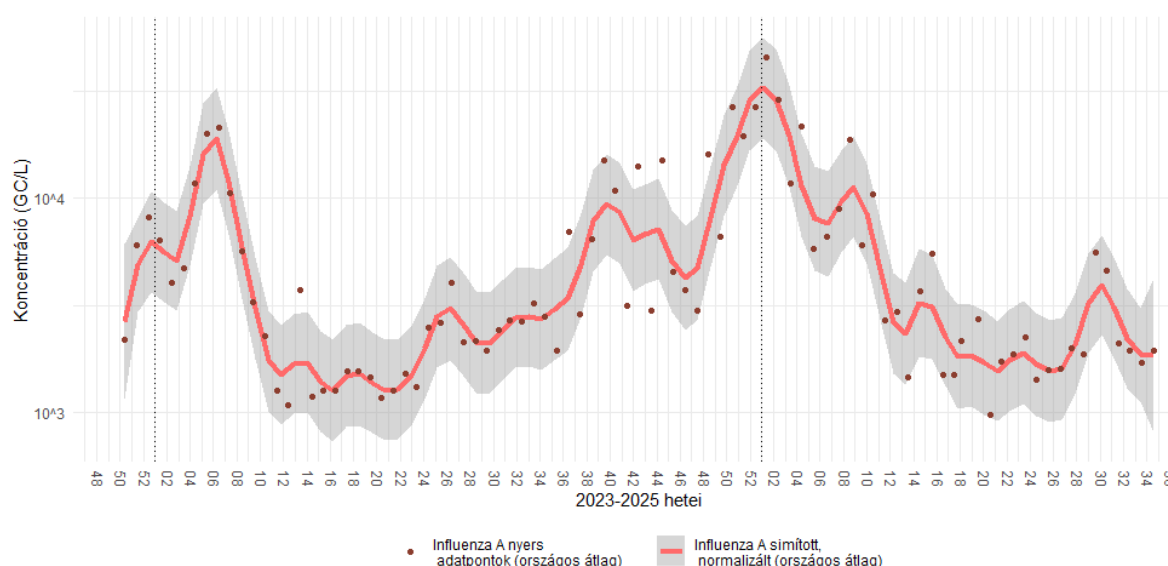
A szennyvíz mintákat a szennyvíztelepek üzemeltetői veszik, majd a vármegyei kormányhivatalok Népegészségügyi Főosztályainak munkatársai szállítják a NNGYK laboratóriumába. A vizsgálatok a mintavételt követő 48 órán belül kezdődnek el. A mintákból az ülepedő szennyeződések eltávolítása után ultraszűrővel koncentrálnak a vírusrészecskéket, 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/kozegeszsegugyi-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.

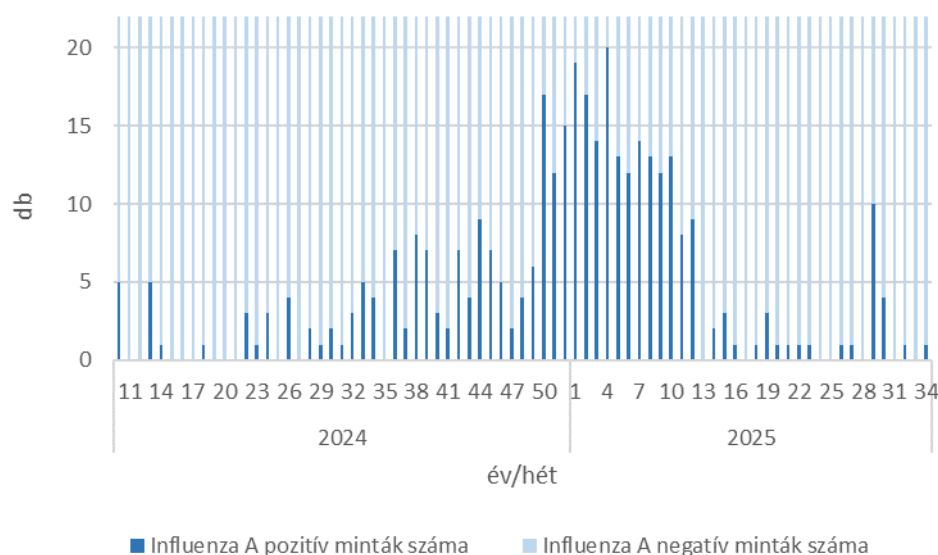
Influenza A

Az Influenza A örökítőanyag koncentrációja országos átlagban az előző héthez képest stagnál. A 34. naptári héten Kecskeméten 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.

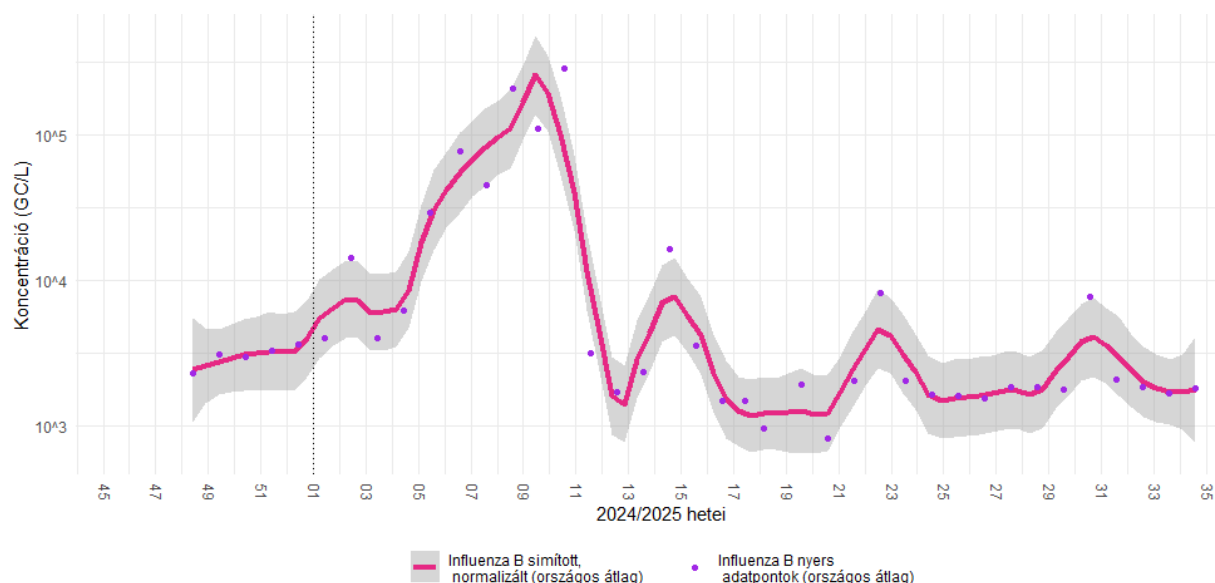


5. ábra Influenza A vírusra pozitív szennyvíz minták száma, heti bontásban. Az Influenza A vírus a SARS-CoV-2-nél jelentősen alacsonyabb kópiaszámban mutatható ki a szennyvíz mintákban, így az eredmények is nagyobb szórást mutatnak. Az eredmények az egyes mintavételi helyek szerinti bontásban így a tapasztalatok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

Influenza B

Az Influenza B örökítőanyag koncentrációja országos átlagban az előző heti adatokhoz képest stagnál. A 34. naptári héten egyik ellátási területen sem volt kimutatási határ felett az Influenza B örökítőanyagának mennyisége (6. ábra).

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



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

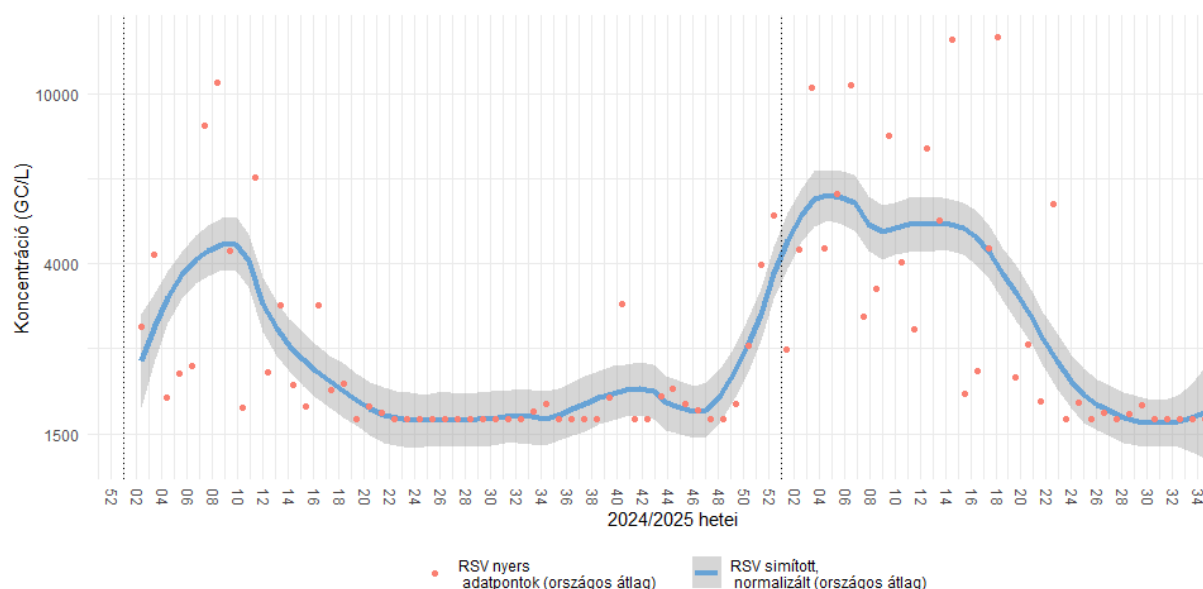
Az Influenza A vírus szennyvízből történő kimutatását 2023 januárja óta, az Influenza B vírus kimutatását 2024 novembere óta végzi az NNGYK. A mintavételi helyek megegyeznek a SARS-CoV-2 kimutatásnál bemutatott nagyvárosokkal, így a vizsgálatok ebben az esetben is a hazai lakosság több mint 40%-át fedik 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 stagnál. A 34. naptári héten egyik ellátási területen sem volt kimutatási határ felett az RSV örökítőanyagának mennyisége (7. ábra).

A szennyvízben mérhető örökítőanyag-koncentráció alapján az RSV fertőzések számának emelkedése a következő hetekben nem várható.



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 ultraszűréssel koncentrálják a vírusrészecskéket, azután a koncentráció mérése a tisztított nukleinsavból valós idejű PCR technológiával történik.