

Szennyvíz alapú epidemiológia

2025. év 9. heti eredmények

Mi a szennyvíz alapú epidemiológia?

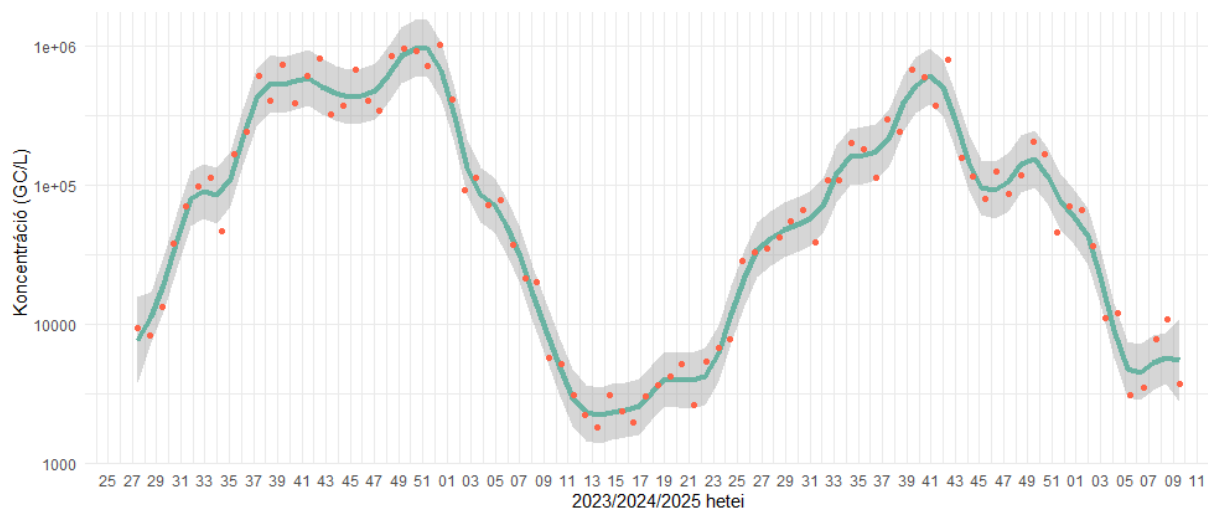
A szennyvíz alapú epidemiológia segítségével a lakosság egészségi állapotára vonatkozó információkat nyerhetünk a szennyvíz vizsgálatával. Olyan kórokozók is vizsgálhatók ezzel a módszerrel, amelyek nem képesek szennyvíz közvetítésével terjedni, mint pl. a SARS-CoV-2 vagy az influenza vírus. Nemzetközi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

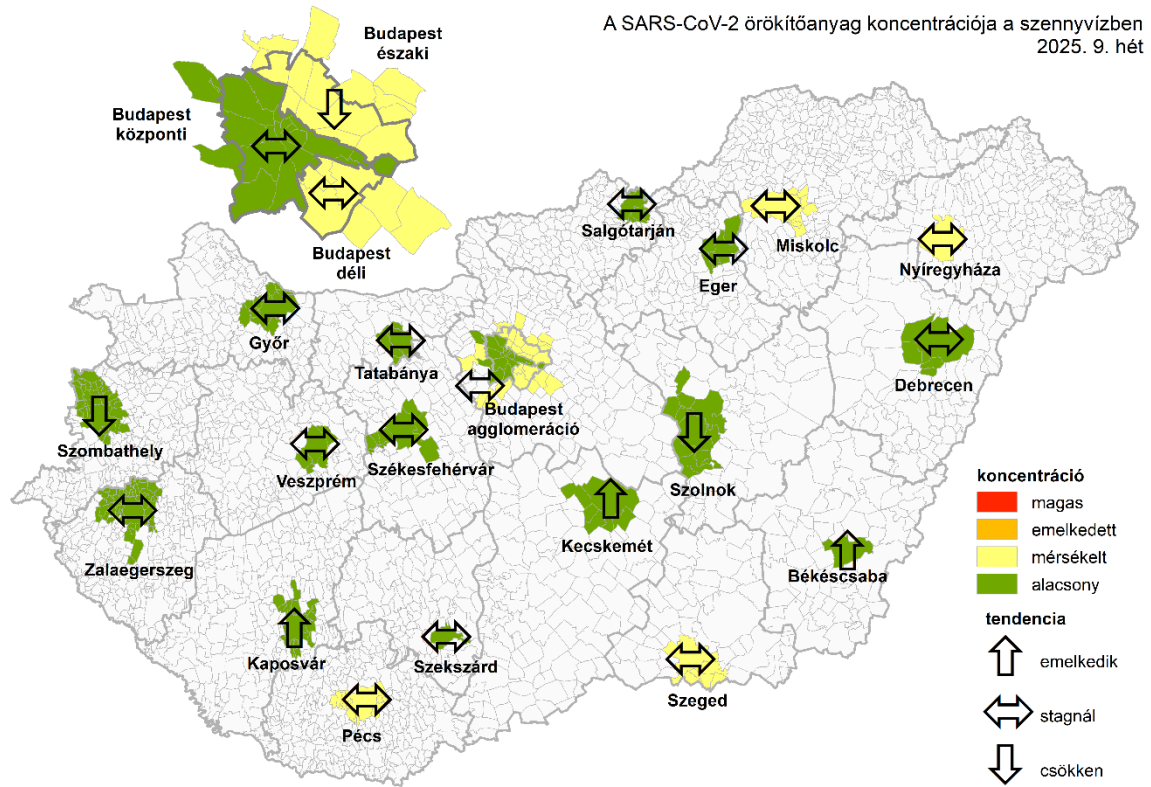
A 9. naptári héten a szennyvízben mért SARS-CoV-2 örökítőanyag országos átlagkoncentrációja stagnál (1. ábra). Csökkenés figyelhető meg Budapest Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep ellátási területén, Szolnokon és Szombathelyen. Stagnálás 16 helyszínen látható, míg emelkedés Békéscsaba, Kaposvár és Kecskemét esetében 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 fertőzések száma alacsony szinten stagnál.



1. ábra A szennyvízben mért SARS-CoV-2 kópiaszám országos, lakosságátlagos 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.

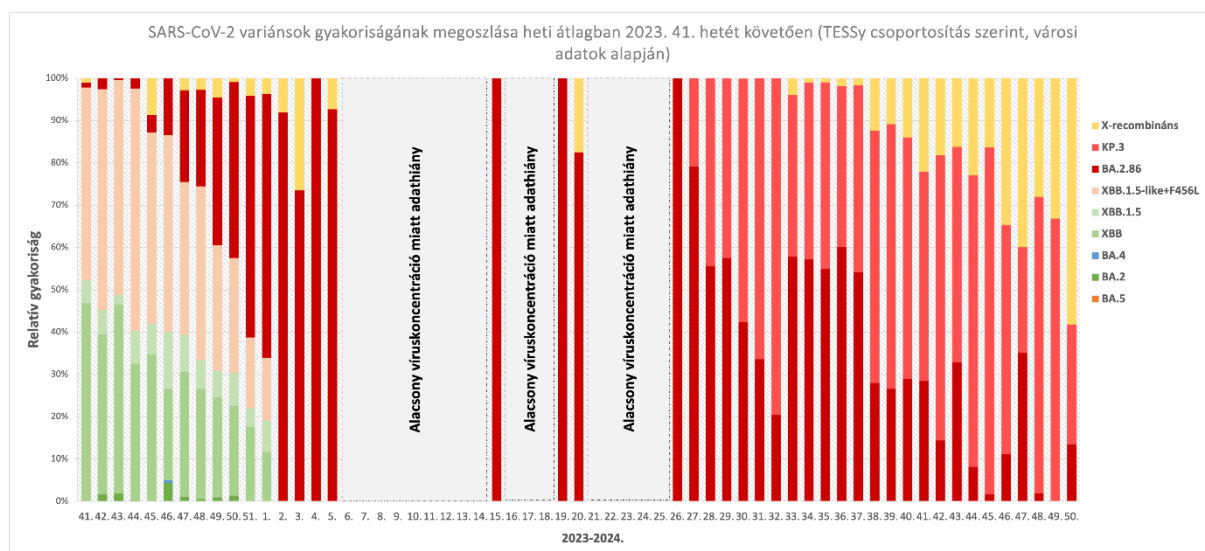
év	2024																																																				2025								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9									
Békéscsaba																																																													
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. Koncentráció-kategóriák: piros – magas, narancs – emelkedett, sárga – mérsékelt, zöld – alacsony.

SARS-CoV-2 variánsok

A szennyvíz mintákban országos átlagot tekintve 2024 januárjában 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. Az azonos időszakban vizsgált szennyvíz minták variáns megoszlása jó egyezést mutat a klinikai mintákban tapasztalt aránnyal.

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. Az elmúlt hetekben tapasztalható emelkedő tendenciának köszönhetően ismét alkalmasak lettek a minták a variánsok vizsgálatára. Továbbra is a JN.1 leszármazási vonal különböző alvariánsai dominálnak, elsősorban a KP.3, amelyet az európai surveillance rendszer (TESSy) is külön egységként tart nyilván. Az elmúlt hetek vizsgálatai alapján nyomon követhető, ahogy a KP.3 alvariáns dominánssá válik hazánkban is. Kisebbségi arányban megjelent a KP.4 és KP.5, valamint jelen van még a KP.2 variáns is. Az X-rekombináns csoport aránya hétről hétre növekedett, elsődlegesen a közelmúltban megjelenő XEC alvariáns fokozódó terjedése miatt, az 50. hétre ez az alvariáns vált uralkodóvá (4. ábra). Valamennyi jelenleg kimutatható variáns a BA.2.86 variánsból fejlődött leszármazási vonal, így nem okoznak a korábbi változatoknál súlyosabb, vagy eltérő kórképekkel járó betegséget.



4. ábra A szennyvízben kimutatható SARS-CoV-2 variánsok megoszlása az európai surveillance rendszer (TESSy) csoportosítása alapján. A variáns vizsgálatok a hazai nagyvárosok szennyvíz mintáiból készülnek, amennyiben a minta SARS-CoV-2 örökítőanyag koncentrációja eléri a vizsgálatra alkalmas szintet. A vizsgálatok alapját - az alacsony koncentráció-értékek miatt - a 27. hétig több helyszínen egyesített mintája képezte a 28. héttől már az egyedi minták eredményei láthatók. A variánsok azonosítása a mennyiségi meghatározásnál jóval hosszadalmasabb és költségesebb vizsgálat, emiatt a mérések havonta történnek.

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 helyszínnek 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.

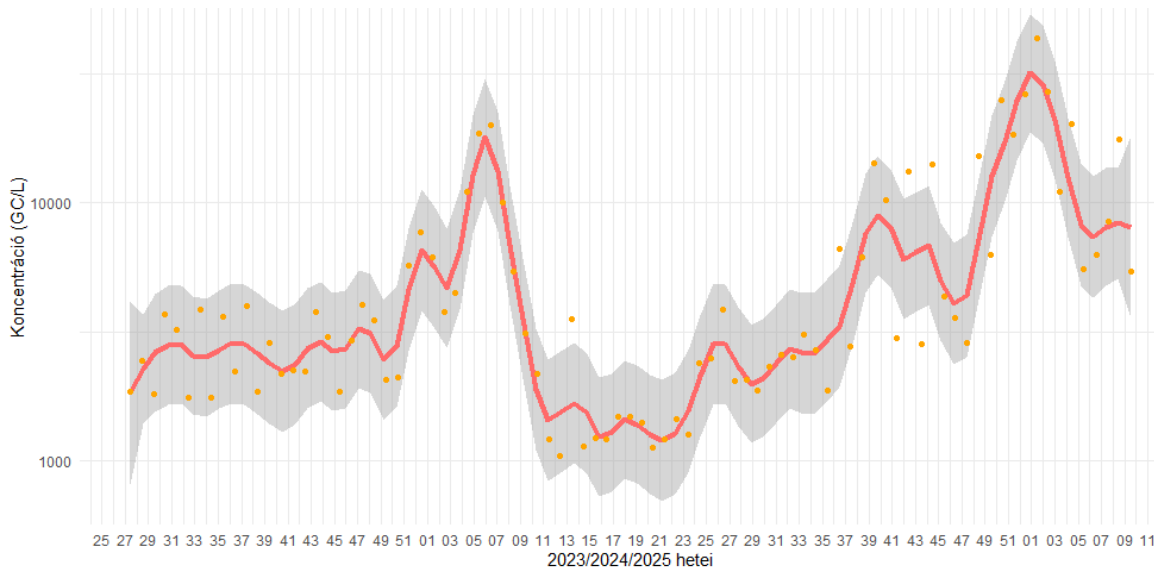
A szennyvíz mintákat a szennyvíztelepek üzemeltetői veszik, majd a vármegyei kormányhivatalok Népegészségügyi Főosztályainak munkatársai szállítják a NNGYK laboratóriumába. A vizsgálatok a mintavételt követő 48 órán belül kezdődnek el. A mintákból az ülepedő szennyeződések eltávolítása után ultraszűréssel koncentrálnak a vírusrészecskéket, azután a koncentráció mérése a tisztított nukleinsavból digitális PCR technológiával történik. A módszerről részletesebb leírás található a Kutatási jelentésben: <https://www.nmk.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.

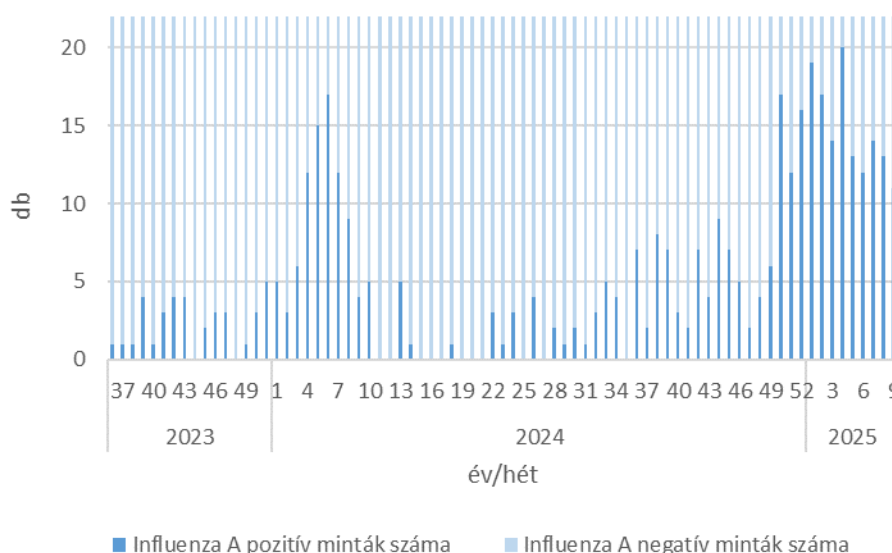
Influenza A

Az Influenza A örökítőanyag országos átlagkoncentrációja stagnál. A 9. naptári héten Budapest Észak- és Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep ellátási területe, Eger, Győr, Kaposvár, Kecskemét, Miskolc, Nyíregyháza, Pécs és Szekszárd esetében volt kimutatási határ felett az Influenza A örökítőanyagának mennyisége (5. és 6. ábra).

A szennyvíz eredmények alapján az Influenza A fertőzések számának további növekedése nem várható.



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



6. 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.

Az Influenza A kimutatásának módszere

Az Influenza A vírus szennyvízből történő kimutatását 2023 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.

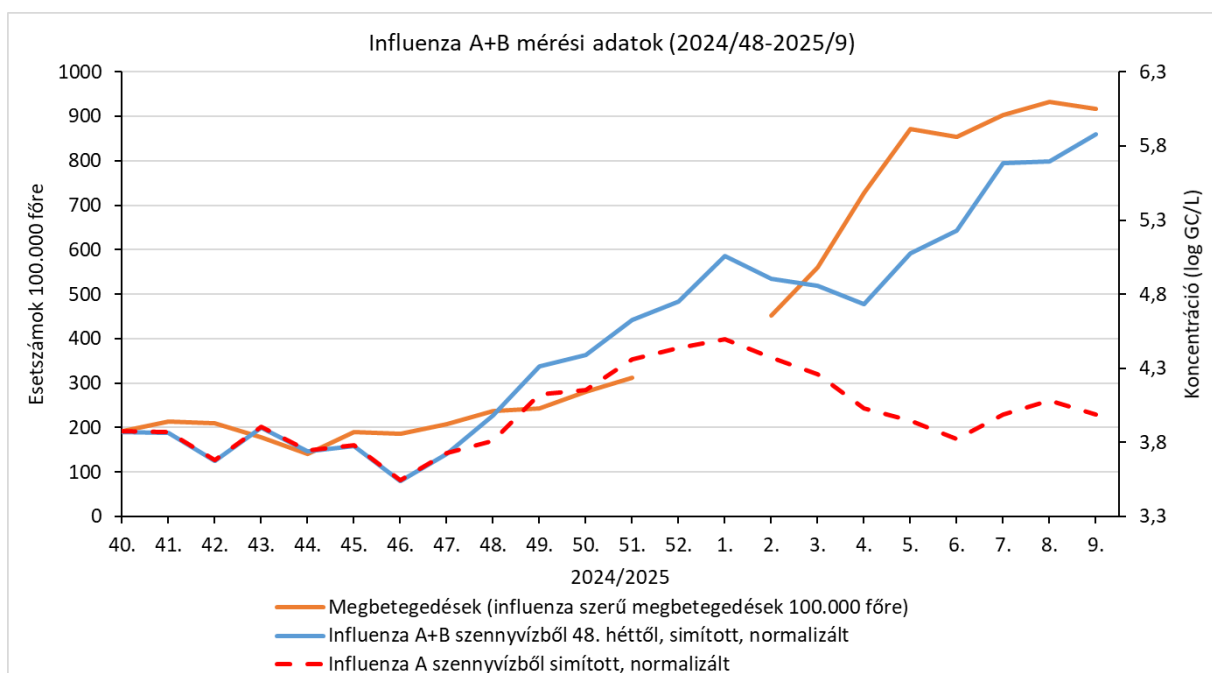
A szennyvíz mintákat a szennyvíztelepek üzemeltetői veszik, majd a vármegyei kormányhivatalok Népegészségügyi Főosztályainak munkatársai szállítják az NNGYK laboratóriumába. A vizsgálatok a mintavételt követő 48 órán belül kezdődnek el. A mintákból az ülepedő szennyeződések eltávolítása után ultraszűrővel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

Influenza A+B

A légúti figyelőszolgálat által közölt magas influenza B megbetegedési adatok miatt az influenza A szennyvíz eredményeket 2024. 48. hetétől kiegészítettük az influenza B örökítőanyag szennyvízből kimutatott mennyiségének eredményeivel.

A mellékelt ábrán az Influenza A és B szennyvízből kimutatott örökítőanyagának mennyiségi változását ábrázoltuk, a két, jelenleg eltérő mérési módszerekből származó eredmények összesítésével (qPCR és digitális droplet PCR).

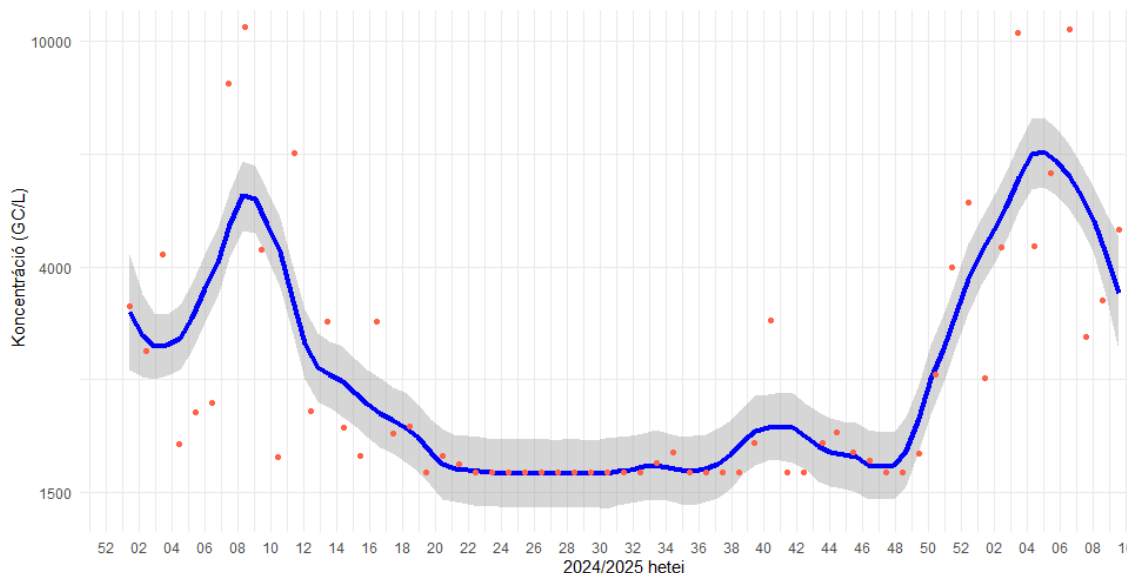
Az influenza A és B egyesített eredmények alapján az fertőzések számának lassuló ütemű növekedése várható.



Légúti óriássejtes vírus (RSV)

Az RSV örökítőanyag országos átlagkoncentrációja stagnál (7. ábra). A 9. naptári héten Budapest Észak- és Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep ellátási területe, Debrecen, Kaposvár, Miskolc, Nyíregyháza, Pécs, Salgótarján, Székesfehérvár, Szekszárd és Tatabánya esetében volt kimutatási határ felett az RSV örökítőanyagának mennyisége.

Az RSV örökítőanyagának méréséből származó eredmények esetében a szokottnál nagyobb a bizonytalanság, így előrejelzés a 9. hétre nem adható.



7. ábra A szennyvízben mért RSV kópiaszám országos, lakosságárányos súlyozott átlaga. A véletlenszerű ingadozások hatásának kiszűrése érdekében nem-parametrikus regressziós LOWESS (LOcally WEighted Scatter-plot Smoother) módszer felhasználásával létrehozott simított görbe (sötétkék). 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 valósídjú PCR technológiával történik.