

SLOVENSKÁ ŠTATISTIKA a DEMOGRAFIA

SLOVAK STATISTICS
and DEMOGRAPHY

2/2022

ročník/volume 32

Recenzovaný vedecký časopis so zameraním na prezentáciu moderných štatistických a demografických metód a postupov.

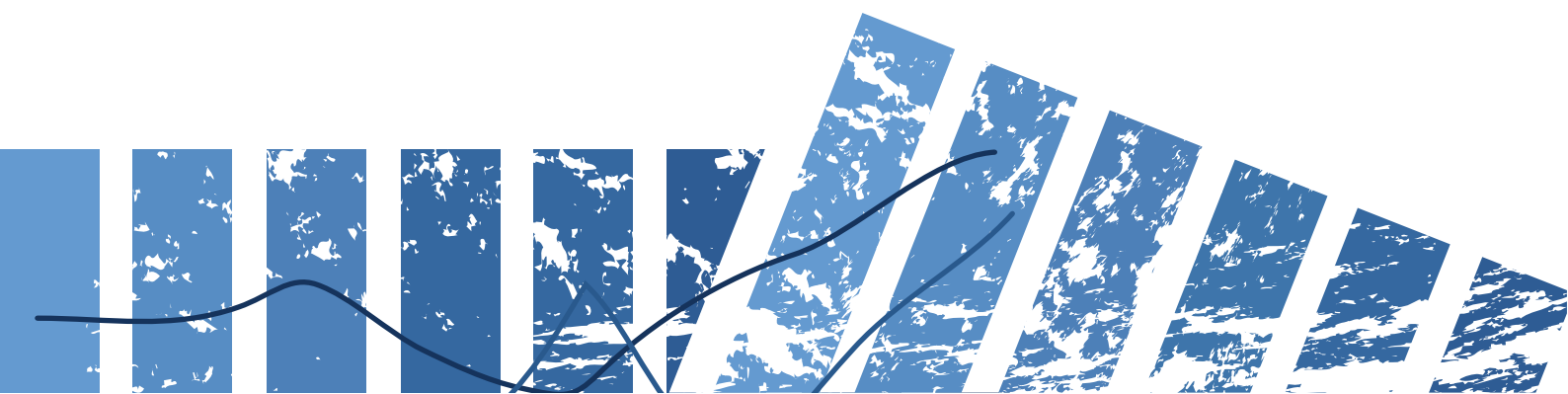
Scientific peer-reviewed journal focusing on the presentation of modern statistical and demographic methods and procedures.

Článok/Article: 2

Typ článku/Type of article: vedecký článok/scientific article

Strany/Pages: 19 – 33

Dátum vydania/Publication date: 15. apríl 2022/April 15, 2022



Mikuláš CĀR

Slovenská štatistická a demografická spoločnosť

HĽADANIE ÚČINNÝCH METÓD A NÁSTROJOV NA HODNOTENIE EPIDEMICKEJ SITUÁCIE

SEARCHING FOR EFFECTIVE METHODS AND TOOLS TO ASSESS AN EPIDEMIOLOGICAL SITUATION

ABSTRAKT

Epidemická situácia v dôsledku vzniku a šírenia sa infekčného ochorenia covid-19 má v doterajšom priebehu cyklický charakter. Na začiatku roka 2022 sme evidovali už štvrtú vlnu pandémie koronavírusu a je veľmi pravdepodobné, že budeme svedkami aj ďalších vln. Efektívne manažovanie boja proti koronavírusu prispieva významnou mierou ku relatívne primeranému fungovaniu slovenskej spoločnosti aj v čase pandémie. Jeho dôležitou súčasťou je aj výber a použitie vhodných ukazovateľov na sledovanie a hodnotenie epidemickej situácie.

ABSTRACT

The epidemiological situation due to the emergence and spread of the Covid-19 pandemic has so far been cyclical. At the beginning of 2022, the fourth wave of the pandemic was recorded and we will possibly see other waves as well. The effective management of the fight against coronavirus contributes significantly to the relatively adequate functioning of Slovak society even in times of pandemic. Its important part of management is also the selection and use of appropriate indicators to monitor and evaluate the epidemiological situation.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

vhodný štatistický ukazovateľ, ukazovateľ vážené reprodukčné číslo, hodnotenie vývoja pandémie koronavírusu

KEY WORDS

appropriate statistical indicator, weighted reproduction number indicator, evaluation of the development of a coronavirus pandemic

1. ÚVOD

V priebehu posledných dvoch rokov je náš každodenný život veľmi silno determinovaný epidemickou situáciou v dôsledku šírenia sa infekčného ochorenia covid-19, ktoré je vyvolané koronavírusom SARS-CoV-2. Doterajší vývoj ochorenia covid-19 má cyklický charakter. Na začiatku roka 2021 sme evidovali vrchol druhej vlny, na začiatku decembra 2021 vrchol tretej vlny a v polovici roka 2022 vrchol už štvrtej vlny šírenia sa tejto pandémie. Podľa názoru odborníkov je veľmi pravdepodobné, že v nasledujúcom období budeme čeliť aj ďalším vlnám šírenia koronavírusu. Preto je nevyhnutné stále hľadať účinné metódy a nástroje na reálne hodnotenie epidemickej situácie a aj na jej efektívne manažovanie.

Na základe doterajších skúseností z hodnotenia vývoja epidemickej situácie možno zovšeobecniť určité zaujímavé empirické poznatky, ktoré môžu byť užitočné pri jej hodnotení v nasledujúcich mesiacoch. V našom príspevku poukážeme na určité

nedostatky ukazovateľa počet novo pozitívne testovaných osôb pri hodnotení rizika šírenia koronavírusu na celoštátnej aj regionálnej úrovni, zamyslíme sa nad vylúčením predtým veľmi frekventovaného ukazovateľa reprodukčné číslo zo súboru oficiálnych ukazovateľov na hodnotenie vývoja epidemickej situácie a porovnáme ostatné vlny pandémie koronavírusu pomocou vybraných ukazovateľov.

Efektívne hodnotenie a manažovanie epidemickej situácie predpokladá, aby sa na tento účel používal systém vhodných a hlavne navzájom konzistentných ukazovateľov. Je potrebné dbať na to aby jednotlivé ukazovatele, používané pri sledovaní a hodnotení epidemickej situácie, nevyvolávali pochybnosti o tom, ako reflektujú realitu. Na tieto problémy reaguje druhá a tretia kapitola príspevku. Doterajšie dvojročné skúsenosti sú, bohužiaľ, poznačené aj skúsenosťami z bežného používania nie celkom vhodných ukazovateľov, ale aj nedoceňovaním vzácného informačného obsahu niektorých ukazovateľov. Vo štvrtej časti príspevku sú použité vybrané ukazovatele, ktoré pomerne dobre odrážajú vývoj epidemickej situácie.

Našu pozornosť zameriame na hodnotenie epidemickej situácie pomocou súboru vybraných ukazovateľov za obdobie od začiatku septembra 2020 do konca februára 2022. Ide v podstate o obdobie, v ktorom sa už plne prejavili druhá až štvrtá vlna pandémie koronavírusu. Začiatky a vrcholy daných vln sa dajú dosť jednoznačne identifikovať na základe hodnôt ukazovateľa miera pozitívne testovaných osôb.

2. DISKUTABILNÉ POUŽÍVANIE UKAZOVATEĽA POČET NOVO POZITÍVNE TESTOVANÝCH OSÔB

Ukazovateľ počet novo pozitívne testovaných osôb patrí nepochybne k tým ukazovateľom, s ktorým sa za posledné dva roky stretávame denno-denne. Je nesporne dôležitým východiskovým ukazovateľom, za určitých predpokladov má aj vypovedaciu schopnosť, ale zároveň patrí k jednému z tých oficiálne používaných ukazovateľov, ku ktorému máme zásadnú vecnú výhradu. Podstata našej výhrady spočíva v tom, že samostatné použitie tohto ukazovateľa prináša často nepresnú a v mnohých prípadoch až zavádzajúcu informáciu. Poukážeme na to na konkrétnom príklade.

To, že ukazovateľ počet novo pozitívne testovaných osôb môže poskytnúť pri priebežnom hodnotení epidemickej situácie aj pri jej komplexnejšom porovnávaní až zavádzajúcu informáciu je spôsobené značnou asymetriou medzi počtom novo pozitívne testovaných osôb a počtom vykonaných PCR testov.

Vôbec neplatí, že pri porovnávaní rizika vývoja koronavírusu vo dvoch časových úsekoch je vyššie riziko automaticky vtedy, keď sa zistí vyšší počet novo pozitívne testovaných osôb. Na vyhodnotenie miery rizikovosti epidemickej situácie v určitom okamihu alebo časovom úseku nie je rozhodujúce, aký počet novo pozitívne testovaných osôb sa odhalí, ale predovšetkým to, z akého celkového počtu zrealizovaných PCR testov vyplynulo dané zistenie.

Rozhodne je vyššia miera rizika šírenia koronavírusu napríklad pri zistení 100 novo pozitívne testovaných osôb prostredníctvom vykonania 500 PCR testov, ako pri zistení 150 pozitívne testovaných osôb prostredníctvom vykonania 750 PCR testov. V prvom prípade pripadá 20 novo pozitívne testovaných osôb na 100 vykonaných PCR testov, kým v druhom prípade len 15 novo pozitívne testovaných na 100 vykonaných PCR

testov. V uvedenom príklade vyšší počet novo pozitívne testovaných reálne automaticky nepredstavuje aj vyššie riziko šírenia koronavírusu práve v dôsledku diskutovanej asymetrie východiskových ukazovateľov.

Ako príklad na výhradu používať absolútny ukazovateľ počet novo pozitívne testovaných osôb na hodnotenie stavu a vývoja epidemickej situácie môže poslúžiť stále pravidelne denne publikovaný prehľad o **počte pozitívne testovaných PCR testami za kraje** na webovej stránke <https://korona.gov.sk/koronavirus-na-slovensku-v-cislach/>.

Na sklonku vrcholiacej tretej vlny pandémie koronavírusu, v prvej polovici decembra 2021, sa na spomenutej stránke uvádzal najvyšší počet novo pozitívne testovaných osôb aj za Bratislavský kraj. Pri detailnejšom pohľade na údaje v náhodne vybraných dňoch s týždňovou frekvenciou v tabuľke č. 1 zistíme, že najvyšší počet novo pozitívne testovaných v danom kraji neznamena automaticky aj najkritickejšiu epidemickú situáciu.

V dňoch 9. 12. 2021 a 16. 12. 2021 bol v Bratislavskom kraji zaznamenaný skutočne najvyšší počet novo pozitívne testovaných osôb spomedzi všetkých slovenských krajov. Napriek tomu bol práve Bratislavský kraj v týchto dňoch najmenej rizikový, lebo mal jednoznačne najnižšiu mieru pozitívne testovaných osôb v porovnaní s ostatnými kraji. To, že počet novo pozitívne testovaných osôb poskytuje v takomto podaní zavádzajúcu informáciu, je spôsobené už uvedenou značnou asymetriou medzi počtom novo pozitívne testovaných a počtom vykonaných PCR testov v daných časových okamihoch v jednotlivých slovenských krajoch.¹

Z údajov v tabuľke č. 1 vyplýva, že v Bratislavskom kraji sa vo všetkých náhodne vybraných decembrových dňoch vykonal najvyšší počet PCR testov spomedzi všetkých slovenských krajov. Môže to súvisieť aj s relatívne najdostupnejšou zdravotnou starostlivosťou v tomto slovenskom regióne.

Tabuľka č. 1: Vzájomne súvisiace ukazovatele za vybrané dni podľa krajov

	BL	TA	TC	NI	ZI	BC	PV	KI
2.12.2021_PT	2 024	1 809	1 793	1 323	1 778	1 756	2 333	1 927
2.12.2021_PCR	7 404	4 956	4 165	3 335	3 943	3 729	6 510	5 101
2.12.2021_MPT	27,3	36,5	43,0	39,7	45,1	47,1	35,8	37,8
9.12.2021_PT	1 017	937	859	675	830	691	693	633
9.12.2021_PCR	3 538	2 468	2 042	1 793	2 069	1 825	2 155	1 660
9.12.2021_MPT	28,7	38,0	42,1	37,6	40,1	37,9	32,2	38,1
16.12.2021_PT	669	656	589	421	645	527	428	351
16.12.2021_PCR	2 808	1 957	1 585	1 295	1 813	1 532	1 645	1 206
16.12.2021_MPT	23,8	33,5	37,2	32,5	35,6	34,4	26,0	29,1

¹ Problém značnej asymetrie medzi počtom novo pozitívne testovaných a počtom vykonaných PCR testov v daných časových okamihoch v jednotlivých slovenských krajoch sa vyskytoval tak pred decembrom 2021, ale aj v januári 2022. Napr. aj 13.1.2022 bol v Bratislavskom kraji zaregistrovaný najvyšší prírastok novo pozitívne testovaných osôb (382 osôb), avšak miera novo pozitívne testovaných osôb v ten deň bola v tomto kraji, podľa podrobnejších okresných údajov, najnižšia zo všetkých slovenských krajov (21,2 %). Trenčiansky kraj s najnižším počtom novo pozitívne testovaných bol však tretí najhorší podľa miery pozitívne testovaných osôb s 27,2 percentami po Žilinskom kraji (30,6 %) a Trnavskom kraji (28,2 %)

23.12.2021_PT	627	557	509	426	711	453	650	437
23.12.2021_PCR	3 861	1 839	1 427	1 359	1 854	1 560	2 197	1 436
23.12.2021_MPT	16,2	30,3	35,7	31,3	38,3	29,0	29,6	30,4
30.12.2021_PT	429	402	373	294	470	327	249	317
30.12.2021_PCR	2 358	1 396	1 084	927	1 341	1 091	1 128	909
30.12.2021_MPT	18,2	28,8	34,4	31,7	35,0	30,0	22,1	34,9

Zdroj: [https://github.com/Institut-Zdravotnych-Analyz/covid19-](https://github.com/Institut-Zdravotnych-Analyz/covid19-data/tree/main/PCR_Tests)

[data/tree/main/PCR_Tests](https://github.com/Institut-Zdravotnych-Analyz/covid19-data/tree/main/PCR_Tests), dátum dostupnosti 30. 12. 2021, vlastné spracovanie

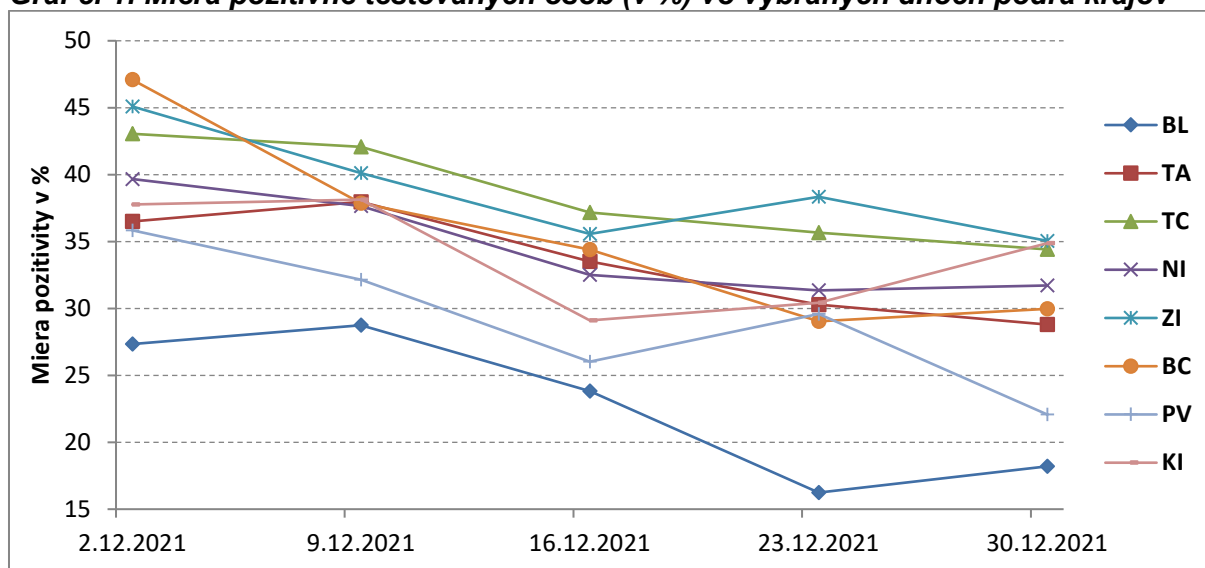
Poznámka: Skratka za dátumom **PT** znamená počet pozitívne testovaných osôb, **PCR** počet vykonaných PCR testov a **MPT** mieru pozitívne testovaných osôb v %.

Zaujímavé je, že v Bratislavskom kraji sa v priebehu decembra 2021 vykonala až viac ako pätina PCR testov v rámci celého Slovenska, pričom je v ňom prihlásených na trvalý pobyt len okolo 12 percent obyvateľov Slovenska. Väčší podiel PCR testov, ako je podiel obyvateľov v rámci Slovenska, sa v priebehu decembra 2021 vykonal ešte aj v Trnavskom kraji. Najväčšia negatívna disproporcía medzi skutočným podielom počtu obyvateľov v rámci Slovenska (takmer 15 %) a podielom počtu vykonaných PCR testov (len necelých 10 %) bola v priebehu decembra 2021 zaznamenaná v Košickom kraji. Uvedené disproporcie sú do značnej miery spôsobené migráciou obyvateľov medzi kraji.

Určitá korekcia uvedenej asymetrie medzi počtom novo pozitívne testovaných osôb a počtom vykonaných PCR testov sa dosiahne napríklad prostredníctvom týždňových priemerov hodnôt týchto dvoch ukazovateľov. Získajú sa tak ich vyrovnanejšie hodnoty, čo dáva daným ukazovateľom vyššiu odbornú štatistickú legitimitu, avšak ani týždňové priemery neriešia vecný problém korektného hodnotenia epidemickej situácie. Korektné vecné riešenie spočíva v použití pomerového ukazovateľa miera pozitívne testovaných osôb, ktorý predstavuje pomer medzi počtom novo pozitívne testovaných osôb a počtom vykonaných PCR testov, zvyčajne vyjadrený v percentách.

Už spomenutú asymetriu medzi počtom novo pozitívne testovaných a počtom vykonaných PCR testov v priebehu náhodne vybraných dní v jednotlivých slovenských krajoch, ktorá je zrejmá z hodnôt v tabuľke č. 1, názorne demonštruje aj grafické znázornenie pomerového ukazovateľa miera pozitívne testovaných osôb v grafe č. 1.

Zverejňovanie údajov o najvyššom počte pozitívne testovaných osôb v určitých časových okamihoch v Bratislavskom kraji predstavuje evidentne zavádzajúcu informáciu z pohľadu rizika šírenia sa koronavírusu. Rovnako to platí aj pre ostatné kraje. Bez poznania ďalších potrebných súvislostí pôsobí takáto informácia na bežného občana výrazne zmätočne. Podľa nej mal byť Bratislavský kraj v daných časových okamihoch najrizikovejším krajom a Košický kraj mal patriť k tým bezpečnejším, pokiaľ išlo o šírenie koronavírusu. Pohľad na graf č. 1 poskytuje čitateľovi inú, ale z nášho pohľadu správnejšiu informáciu oproti predchádzajúcemu tvrdeniu.

Graf č. 1: Miera pozitívne testovaných osôb (v %) vo vybraných dňoch podľa krajov

Zdroj: https://github.com/Institut-Zdravotnych-Analyz/covid19-data/tree/main/PCR_Tests, dátum dostupnosti 30. 12. 2021, vlastné spracovanie

Riziko šírenia koronavírusu v jednotlivých krajoch, znázornené na grafe č. 1 pomocou pomerového ukazovateľa miera pozitívne testovaných osôb, predstavuje realite bližšiu informáciu, ako je tá, ktorú poskytuje absolútny ukazovateľ počtu pozitívne testovaných osôb. Naznačené používanie nepresných a často až zavádzajúcich informácií o vývoji epidemickej situácie má nepriaznivý vplyv na psychológiu správania ľudí v jednotlivých regiónoch.

Menší problém to spôsobuje v kraji, ktorý sa na základe zverejňovania absolútneho ukazovateľa počet pozitívne testovaných osôb považuje za rizikovejší, ako v skutočnosti je. Naopak, veľmi nebezpečná situácia vzniká, keď sa podľa pravidelne zverejňovaného absolútneho ukazovateľa považuje situácia v regióne za menej rizikovú, ako v skutočnosti je. Vedie to k podceňovaniu reálne horšej epidemickej situácie a znižovaniu obozretnosti ľudí. Samostatné údaje o počte pozitívne testovaných PCR testami podľa krajov bez ďalšej dôležitej informácie o celkovom počte vykonaných PCR testov sú stále každodennou súčasťou prehľadu o aktuálnej situácii s covid-19 na Slovensku. To svedčí o tom, že psychologická rovina naznačeného používania nesprávnych informácií o epidemickej situácii sa pri jej manažovaní stále podceňuje.

V záujme získania korektnej informácie o miere šírenia rizika koronavírusu v krajoch a okresoch je potrebné k pravidelne zverejňovaným údajom o prírastku a celkovom počte novo pozitívne testovaných pridať aj údaj o počte vykonaných PCR testov. Pre bežného človeka by však bolo užitočnejšie, aby sa ako jeden z rozhodujúcich údajov na hodnotenie epidemickej situácie priamo zverejňoval údaj o miere novo pozitívne testovaných podľa krajov, prípadne aj podľa okresov.

3. UŽ SA NEPOUŽÍVA PÔVODNÝ UKAZOVATEĽ REPRODUKČNÉ ČÍSLO

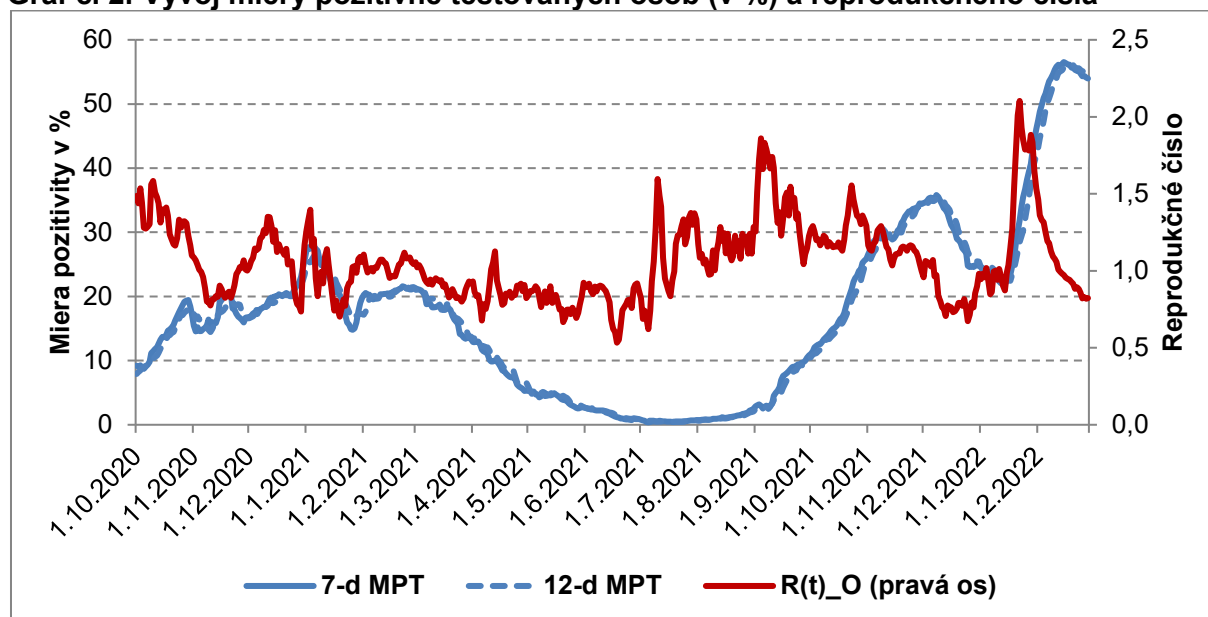
Viac ako rok sa pri hodnotení vývoja epidemickej situácie oficiálne dost' frekventovane používal ukazovateľ reprodukčné číslo šírenia koronavírusu. Zjednodušený výpočet tohto ukazovateľa je: ²

$$R(t) = \frac{\sum_{i=d-7}^{d-1} Y(i)}{\sum_{i=d-6}^{d-12} Y(i)} \quad (1)$$

kde d znamená deň, za ktorý sa reprodukčné číslo vypočítava, $Y(i)$ predstavuje počet pozitívne testovaných osôb za príslušné dni.

Už v polovici roka 2021 sme spomenuli určitú záhadnosť ukazovateľa reprodukčné číslo napríklad v [1]. Postupne sa začala ukazovať ako veľmi diskutabilná samotná vypovedacia schopnosť tohto ukazovateľa a v poslednej štvrtine roka 2021 sa tento ukazovateľ dokonca prestal oficiálne používať. ³ Prvá výhrada k danému ukazovateľu spočíva v tom, že je založený na počte pozitívne testovaných osôb, ktorý do určitej miery skresľuje výslednú informáciu o riziku koronavírusu v dôsledku existujúcej asymetrie vo vzťahu k meniacemu sa počtu vykonávaných PCR testov. Zásadnejšou výhradou je však nelogický vzťah medzi hodnotami oficiálneho ukazovateľa reprodukčné číslo a hodnotami ukazovateľa miera pozitívne testovaných osôb. Za normálnych okolností by sa dala predpokladať logická korelácia medzi uvedenou dvojicou ukazovateľov. Reálne údaje však tento predpoklad nepotvrdili.

Graf č. 2: Vývoj miery pozitívne testovaných osôb (v %) a reprodukčného čísla



Zdroj údajov: <https://korona.gov.sk/koronavirus-na-slovensku-v-cislach/>, **vlastné výpočty, dátum dostupnosti 28. 2. 2022**

² Daná metodika vychádza zo zjednodušenej verzie nemeckého Inštitútu Roberta Kocha a je v súlade napr. s metodikou MZ ČR na výpočet indexu rizika COVID-19 na stránke https://www.mzcr.cz/wp-content/uploads/2021/01/Priloha03_Metodick%C3%BDPopisIndexRizika_verze2.0.pdf. Treba vedieť, že uvedený výpočet ukazovateľa reprodukčné číslo je do určitej miery zjednodušený a je zaťažený rôznymi neurčitostami, ako je dĺžka inkubačného času a infekčnosťou vírusu.

³ Nelogický vývoj hodnôt oficiálneho ukazovateľa reprodukčné číslo si zrejme uvedomili aj zodpovední v Národnom centre zdravotných informácií a v priebehu septembra 2021 ho prestali zverejňovať na stránke <https://korona.gov.sk/koronavirus-na-slovensku-v-cislach/>. Oficiálne zdôvodnenie ani po oslovení zodpovedných inštitúcií nie je známe, len sa možno domnievať, že zodpovedné inštitúcie si už tiež uvedomili zavádzajúcu vypovedaciu schopnosť tohto ukazovateľa.

Z porovnania vývoja hodnôt ukazovateľov sedemdňová a dvanásťdňová miera pozitívne testovaných osôb (7-d MPT a 12-d MPT) k hodnotám ukazovateľa reprodukčné číslo šírenia koronavírusu v grafe č. 2 vo všeobecnosti vyplýva, že riziko šírenia koronavírusu a dynamika jeho šírenia boli v určitých časových úsekoch v dosť výraznom protiklade. Tak napríklad na vrchole druhej vlny epidemickej situácie na začiatku januára 2021 (7-d MPT aj 12- MPT atakovala 30 %) sa hodnota oficiálneho reprodukčného čísla pohybovala aj pod hodnotou 1, kým v priebehu júla a augusta 2021, keď bola miera pozitívne testovaných pod hodnotou 0,5 %, sa hodnota reprodukčného čísla pohybovala takmer výlučne nad hodnotou 1. Problematické je obhájiť protichodný vývoj hodnôt porovnávaných ukazovateľov aj na prelome mesiacov január a február v roku 2022. Dosť ťažko sa hľadá logické vysvetlenie na uvedený protirečivý vzťah vzájomne sa podmieňujúcich ukazovateľov, ktoré vyjadrujú riziko šírenia koronavírusu a dynamiku šírenia koronavírusu.

Pri rastúcej miere pozitívne testovaných osôb sa vo všeobecnosti očakáva, že je spojená s rýchlejšim šírením koronavírusu, a naopak. Preto je potrebné uvažovať, akým spôsobom by bolo možné vytvoriť ukazovateľ reprodukčné číslo, aby jeho hodnoty korešpondovali so šírením koronavírusu, zisťovaným pomocou ukazovateľa miera pozitívne testovaných osôb.

Riešením teda nie je úplné zrušenie ukazovateľa reprodukčné číslo bez akejkoľvek náhrady podobným, realitu viac odrážajúcim ukazovateľom. Možností môže byť viac a jednu z nich predstavíme v ďalšej časti príspevku.

Jednou z možností, ako vytvoriť aj reálne použiteľné reprodukčné číslo šírenia koronavírusu, je založiť jeho konštrukciu na výpočte a vážení pomocou miery pozitívne testovaných osôb v percentách.

Výpočet navrhovaného ukazovateľa vážené reprodukčné číslo je:

$$R(v) = \frac{\sum_{i=d}^{d-7} m(i)}{\sum_{i=d-6}^{d-12} m(i)} * v(i) \quad (2)$$

kde d znamená deň, za ktorý sa reprodukčné číslo vypočítava, $m(i)$ predstavuje mieru pozitívne testovaných osôb v percentách za príslušné dni a $v(i)$ prepočítací váhový koeficient na príslušný deň.

Nový ukazovateľ vážené reprodukčné číslo šírenia koronavírusu sa vytvára z údajov za posledných 12 dní, preto ako východisko pre prepočítací váhový koeficient použijeme ukazovateľ miera pozitívne testovaných za posledných 12 dní.

Výpočet ukazovateľa vážené reprodukčné číslo obsahuje nasledujúce kroky:

1. Východiskom na výpočet váženého reprodukčného čísla pre príslušný deň podľa vzťahu (2) sú hodnoty priemernej miery pozitívne testovaných osôb počas posledných dvanásť dní.⁴
2. Takto vypočítané reprodukčné číslo sa následne preváži príslušným prepočítacím váhovým koeficientom (v).

⁴ *Dá sa overiť, že nami zvolený prístup poskytuje relatívne vyrovnanejšie hodnoty časového radu váženého reprodukčného čísla šírenia koronavírusu ako pri výpočte na základe počtu pozitívne testovaných osôb.*

3. Prepočítací váhový koeficient (v) sa určí na základe dosiahnutej priemernej hodnoty miera pozitívne testovaných za posledných dvanásť dní a to pomocou lineárnej interpolácie.

Návrh hodnôt prepočítacieho váhového koeficienta vychádza z nasledujúcej úvahy:

- V prípade hodnôt dvanásťdňovej priemernej miery pozitívne testovaných osôb od 0,1 až do hodnoty jedna, bude týmto hodnotám zodpovedať aj prepočítací váhový koeficient na príslušný deň.
- Pri hodnotách ukazovateľa dvanásťdňová miera pozitívne testovaných osôb nad jedna sa pri jeho zvýšení o jedno percento zvýši prepočítací váhový koeficient lineárne o jednu desatinu.

Pre lepšiu názornosť je spôsob stanovovania prepočítacieho váhového koeficienta demonštrovaný v tabuľke č. 2. Hodnoty pre prepočítací koeficient, stanovené detailnejšie (po jednej desatinke) považujeme za vhodnejší postup, ako ich stanovenie pomocou menej detailnej škály. Na základe detailnejšej škály získame hladší rad hodnôt váženého reprodukčného čísla.

Tabuľka č. 2: Navrhnutý postup stanovenia prepočítacieho váhového koeficienta

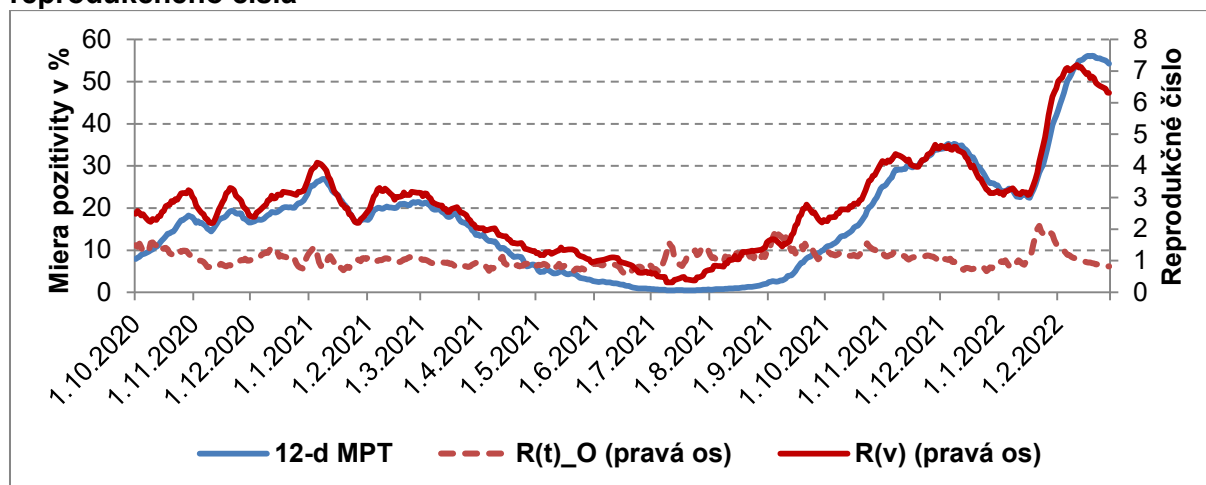
12-d MPT	0,1-1,0	1,1-9,9	10,0-10,9	11,0-19,9	20,0-20,9	21,0-29,9	30,0-30,9	31,0-39,9
$v(i)$	0,1, ... 1,0	1,1, ... 1,9	2,0	2,1, ... 2,9	3,0	3,1, ... 3,9	4,0	4,1, ... 4,9

Zdroj: vlastné spracovanie

Poznámka: Pre hodnoty dvanásťdňovej miery pozitívne testovaných (12-d MPT) od 40 percent sa váhový koeficient (v_i) stanoví pomocou lineárnej interpolácie rovnako ako pre predchádzajúce kategórie.

Na základe vypočítaného váženého reprodukčného čísla šírenia koronavírusu podľa opísaného postupu získame ukazovateľ, ktorý má podľa nás lepšiu vypovedaciu schopnosť ako pôvodne používaný oficiálny ukazovateľ reprodukčné číslo šírenia koronavírusu. Inými slovami, navrhovaný nový ukazovateľ vážené reprodukčné číslo by mal logicky reagovať tak, že pri vyššom riziku šírenia koronavírusu (t. j. pri vyššej miere pozitivity) by mala byť aj rýchlosť šírenia koronavírusu (vyjadrená pomocou ukazovateľa vážené reprodukčné číslo) vyššia, a naopak. Rozdiel medzi pôvodným reprodukčným číslom a váženým reprodukčným číslom je dosť zrejmy z grafu č. 3.

Graf č. 3: Vývoj miery pozitívne testovaných osôb (v %), pôvodného a váženého reprodukčného čísla



Zdroj údajov: <https://korona.gov.sk/koronavirus-na-slovensku-v-cislach/>, **vlastné výpočty, dátum dostupnosti 28. 2. 2022**

Hodnoty nového váženého reprodukčného čísla v celej analyzovanej histórii dosť jednoznačne korelujú s hodnotami miery pozitívne testovaných osôb. Sú aj výrazne variabilnejšie ako hodnoty pôvodného oficiálneho reprodukčného čísla. Nové vážené reprodukčné číslo dosiahlo v hodnotenom období maximálnu hodnotu 7,2 na konci prvej dekády februára 2022, keď vrcholila štvrtá vlna pandémie koronavírusu. Maximom tohto ukazovateľa v druhej vlne pandémie v prvom januárovom týždni v roku 2021 bola hodnota 4,1 a v tretej vlne na konci novembra 2021 hodnota 4,7. Najnižšiu hodnotu 0,3 dosiahlo nové vážené reprodukčné číslo v dňoch 9. 7. 2021 až 12. 7. 2021.

Ukazovateľ pôvodného oficiálneho reprodukčného čísla by dosiahol v čase vrcholu tretej vlny epidemickej situácie na konci prvého decembrového týždňa 2021 (pri sedemdnovej miere pozitívne testovaných osôb okolo 35 %) hodnotu skôr pod jedna a na vrchole štvrtej vlny pandémie okolo 10. februára 2022 (pri sedemdnovej miere pozitívne testovaných osôb okolo 55 %) hodnotu jedna. Inými slovami, jeden človek infikovaný koronavírusom by pri enormnom zvýšení rizika koronavírusu nakazil len jednu osobu, čo nereflektuje realitu. Podľa nového navrhovaného ukazovateľa by na vrchole tretej vlny pandémie koronavírusu nakazil jeden človek infikovaný koronavírusom až takmer 5 osôb a na vrchole štvrtej vlny až viac ako 7 osôb. Podľa nášho názoru rýchlosť šírenia koronavírusu identifikovaná podľa váženého reprodukčného čísla celkom korešponduje s rizikom šírenia sa koronavírusu v hodnotených kritických obdobiach.

Navrhovaný ukazovateľ nové vážené reprodukčné číslo na rozdiel od pôvodného oficiálneho ukazovateľa reprodukčné číslo poskytuje celkom užitočné a aj reálnejšie sa javiace informácie o rýchlosti šírenia sa koronavírusu. Určite v čase vrcholiaceho šírenia sa koronavírusu vierohodnejšie pôsobí informácia, že jeden pozitívne testovaný človek môže nakaziť až takmer piatich, resp. viac ako sedem ľudí, ako keby sa tvrdilo, že jeden pozitívne testovaný človek môže nakaziť v takej kritickej epidemickej situácii len jedného človeka.

Navrhovaný ukazovateľ vážené reprodukčné číslo predstavuje určitý pokus vytvoriť funkčný ukazovateľ na spoľahlivé sledovanie rýchlosti šírenia koronavírusu. Náš návrh považujeme za jeden z možných prístupov k riešeniu daného problému a je to zároveň príspevok do diskusie o hľadaní účinných metód a nástrojov na reálne hodnotenie epidemickej situácie.

4. STRUČNÉ ZHODNOTENIE OSTATNÝCH VLŔN PANDÉMIE KORONAVÍRUSU PODĽA VYBRANÝCH UKAZOVATEĽOV

Už takmer dvojročná skúsenosť s hodnotením epidemickej situácie potvrdila, že pre širokú verejnosť je jej hodnotenie viac zrozumiteľné, ak je realizované pomocou menšieho počtu vhodných ukazovateľov. My budeme stručne hodnotiť vývoj epidemickej situácie pomocou niekoľkých relevantných ukazovateľov. Za také považujeme ukazovateľ miera pozitívne testovaných osôb, ukazovateľ počet hospitalizovaných pacientov v nemocniciach s ochorením covid-19 a ukazovateľ počet úmrtí na covid-19.

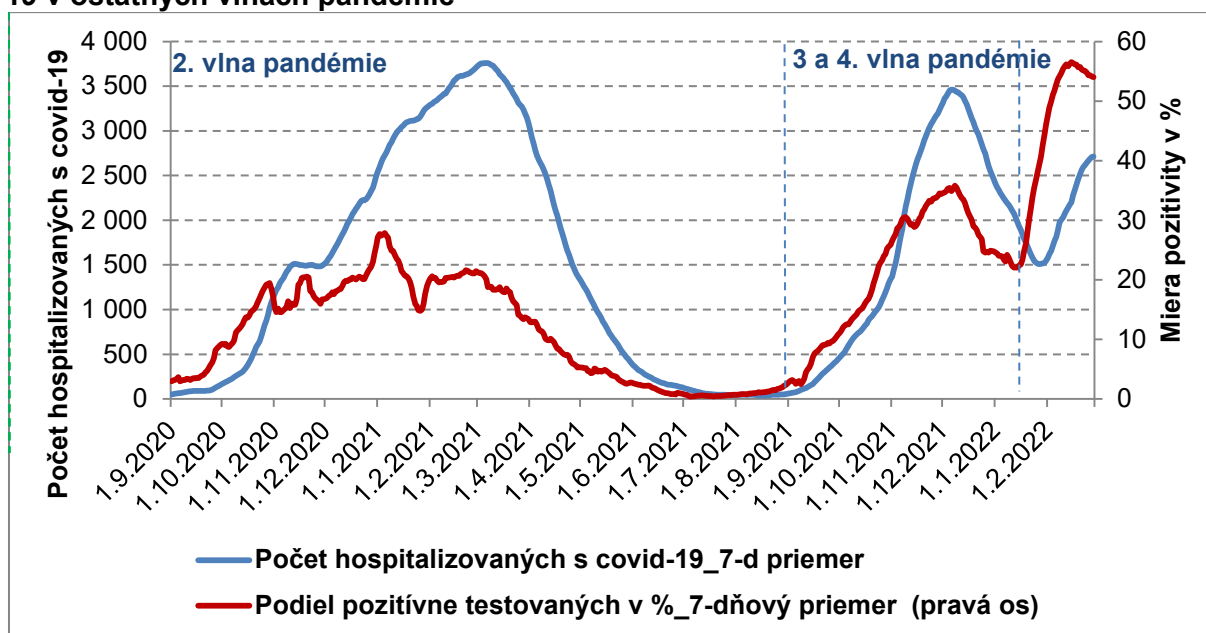
Naše hodnotenia vychádzajú z oficiálnych údajov, bežne dostupných na portáloch <https://korona.gov.sk/koronavirus-na-slovensku-v-cislach/> a <https://covid-19.nczisk.sk/sk> za obdobie od začiatku septembra 2020 do konca februára 2022. Sme si vedomí určitého zjednodušenia pri našich hodnoteniach, pretože napríklad pri

čísloch o úmrtiach na covid-19 sa nebudeme podrobnejšie zaoberať prípadnými diagnózami zverejnených úmrtí na covid-19, ani ich vekovou skladbou a podobne.

Uvedené ukazovatele pokrývajú podľa nás tie najdôležitejšie oblasti, ktoré by nemali chýbať pri sledovaní a hodnotení vývoja epidemickej situácie. Veľkosť rizika šírenia sa koronavírusu veľmi úzko súvisí s potenciálne zvýšenou chorobnosťou a následne aj s naplnením nemocničných lôžok. Celý proces šírenia koronavírusu v mnohých prípadoch dospieva až do smutného konca, k úmrtiu. Obmedzíme sa len na uvedené ukazovatele, ale zvažovať možno aj použitie funkčného ukazovateľa na spoľahlivé sledovanie rýchlosti šírenia koronavírusu v podobe novo navrhovaného ukazovateľa vážené reprodukčné číslo a niekto by možno privítal aj informáciu o miere vakcinácie populácie proti covidu-19.

Na porovnávanie vývoja rizika šírenia sa koronavírusu použijeme sedemdňové priemery miery pozitívne testovaných osôb z dôvodu získania vyrovnanějších časových radov ich hodnôt. Aj pri ukazovateli počet hospitalizovaných s covidom-19 použijeme ich sedemdňový priemer. V záujme plastickejšieho grafického priblíženia vývoja hodnôt vybraných ukazovateľov počas druhej a tretej vlny pandémie koronavírusu upriamime pozornosť na obdobie od začiatku septembra v posledných dvoch rokoch. Štvrtá vlna pandémie, ktorej vrchol bol zaznamenaný v polovici februára 2022, je z pohľadu vybraných ukazovateľov špecifická aj v dôsledku výskytu novej mutácie koronavírusu omikron.

Graf č. 4: Vývoj miery pozitívne testovaných (v %) a počtu hospitalizovaných s covidom-19 v ostatných vlnách pandémie



Zdroj údajov: <https://korona.gov.sk/koronavirus-na-slovensku-v-cislach/>, vlastné výpočty, dátum dostupnosti 28. 2. 2022

Mesiac september možno celkom oprávnené považovať za začiatok druhej vlny pandémie v roku 2020, ale aj tretej vlny pandémie v roku 2021. Z grafu č. 4 je zrejme, že v oboch predchádzajúcich rokoch zhruba na konci prvého septembrového týždňa sa začali hodnoty ukazovateľa miera pozitívne testovaných osôb dynamicky zvyšovať a na konci mesiaca sa už pohybovali okolo 10 %. Znamená to, že na konci mesiaca bol pozitívne testovaný na koronavírus jeden človek spomedzi desiatich testovaných

pomocou PCR testov. Prekročenie tejto hranice a predovšetkým permanentne stúpajúci trend rizika šírenia sa koronavírusu boli jednoznačným signálom, že je potrebné uvažovať o radikálnejších vládnych opatreniach proti ďalšiemu zhoršovaniu epidemickej situácie.

V druhej vlne z dôvodu výrazne sa zhoršujúcej epidemickej situácie od 1. októbra 2020, na základe odporúčania ústredného krízového štábu vláda vyhlásila núdzový stav. Ten bol sprevádzaný celým radom opatrení hlavne smerom k zníženiu mobility obyvateľstva. V druhej polovici októbra 2020 vláda schválila návrh na prípravu a vykonanie celoštátneho plošného testovania obyvateľstva na prítomnosť ochorenia covid-19.

Protiepidemické opatrenia zo začiatku októbra 2020 prispeli k zastaveniu rastu miery pozitívne testovaných na niekoľko dní na prelome mesiacov októbra a novembra. Celoplošné testovanie nemalo očakávaný efekt, lebo hneď od prvých dní novembra až do konca druhej dekády novembra sa epidemická situácia opäť postupne zhoršovala. Potom po vyše týždňovom zmiernení rizika šírenia koronavírusu sa však od začiatku decembra začala epidemická situácia opäť zhoršovať a vianočné dni odštartovali ešte výraznejšie zhoršovanie, ktoré vyvrcholilo v prvom januárovom týždni v roku 2021. Vtedy bol zaznamenaný vrchol šírenia koronavírusu v rámci druhej vlny pandémie. Najvyššiu dennú mieru pozitívne testovaných osôb pomocou PCR testov sme zaznamenali 1. 1. 2021 (35 %) a 5. 1. 2021 bol zaznamenaný dovtedy najvyšší sedemdňový priemer tohto ukazovateľa (27,8 %).

Tretia vlna pandémie sa javí na Slovensku z pohľadu vývoja miery pozitívne testovaných osôb agresívnejšia ako druhá vlna. Na pomerne výrazné zvyšovanie sa tejto miery od konca prvého septembrového týždňa v roku 2021 zodpovedné inštitúcie prakticky nereagovali, a preto už na začiatku novembra 2021 bolo prekonané maximum sedemdňového priemeru miery pozitívne testovaných osôb z druhej vlny pandémie (keď 4. 11. 2021 predstavovala sedemdňová miera rizika šírenia koronavírusu 28,6 %). Znamená to, že k prekonaniu maxima z druhej vlny došlo s dvojmesačným predstihom.

Po krátkom spomalení rastu hodnôt sedemdňovej miery pozitívne testovaných osôb v polovici novembra 2021 sa začala epidemická situácia na Slovensku opäť zhoršovať a vrchol tretej vlny pandémie sa dosiahol 8. decembra 2021 na úrovni 35,8 %. Zhodou okolností bola v ten istý deň zaznamenaná aj dovtedy najvyššia denná miera pozitívne testovaných osôb pomocou PCR testov (38,3 %). Znamená to, že v tretej vlne pandémie dosiahla vrchol zhruba o mesiac skôr ako v druhej vlne. Odvtedy sa hodnoty sedemdňového priemeru miery pozitívne testovaných osôb postupne znižovali.

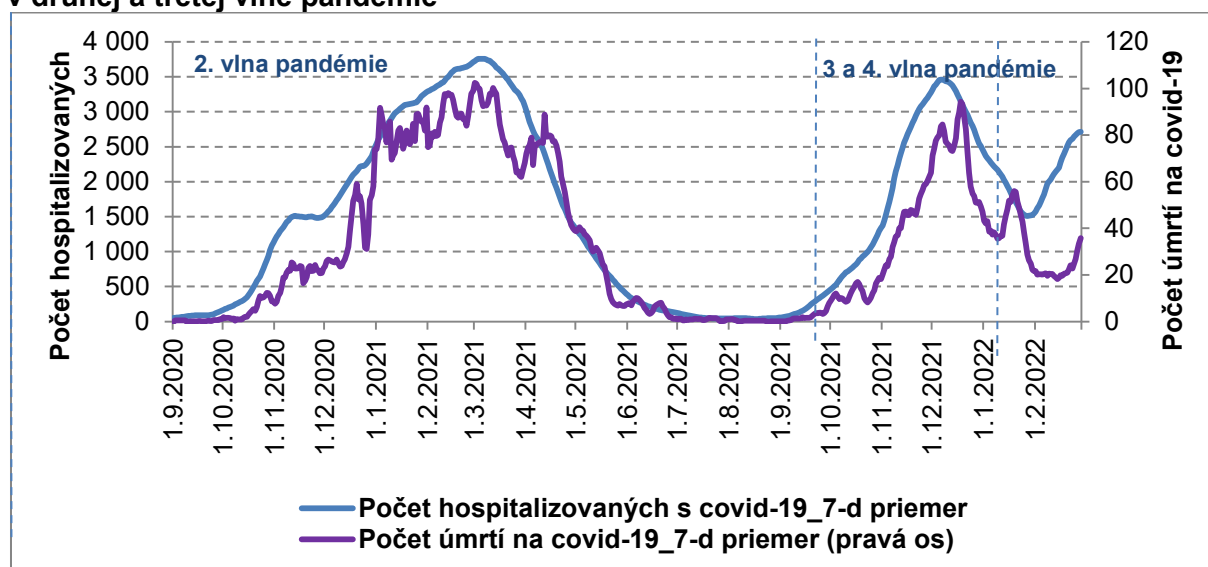
Relatívne priaznivý vývoj epidemickej situácie na Slovensku v prvej polovici januára 2022 mohol byť výsledkom pôsobenia viacerých faktorov. Spomína sa aj dosť výrazná miera premorenia slovenskej populácie, pretože Slovensko patrilo (spolu so Slovinskom, Chorvátskom, Ukrajinou a Bosnou a Hercegovinou) v Európe v podstate od začiatku novembra 2021 medzi malý počet krajín, v ktorých sa medzitýždňová miera pozitívne testovaných osôb pohybovala dlhodobo nad 20 %. Ďalším faktorom mohol byť vyhlásený lockdown pred Vianocami a s ním spojené pomerne prísne protiepidemické opatrenia. Pre mnohých odborníkov bol tento relatívne priaznivý vývoj pandémie koronavírusu na začiatku roka 2022 dosť prekvapujúci vzhľadom na už výrazný výskyt nového variantu covid-19 s označením omikron aj v okolitých krajinách.

Odborníci očakávali, že omikron sa na prelome januára a februára 2022 v plnej sile prejaví aj na Slovensku. Mierne zvyšovanie miery pozitívne testovaných osôb nastalo zhruba už v polovici januára 2022. V priebehu ďalších dní sa začala sedemdňová miera pozitívne testovaných osôb veľmi rýchlo zvyšovať a v priebehu mesiaca sa na vrchole štvrtej vlny pandémie v polovici februára 2022 viac ako zdvojnásobila (zo zhruba 23 % v polovici januára 2022 na vyše 56 % v polovici februára 2022). Naplnili sa predpoklady, že pri omikrone sa prudko zvýši miera pozitívne testovaných osôb v relatívne krátkom čase a po dosiahnutí vrcholu by malo nasledovať tiež výraznejšie znižovanie hodnôt daného ukazovateľa. Na konci februára 2022 bola na Slovensku sedemdňová miera pozitívne testovaných osôb ešte stále veľmi vysoká (54 %), čím sa naša krajina zaraďovala medzi päťicu európskych krajín (spolu so Slovinskom, Estónskom, Faerskými ostrovmi a Islandom) s rizikom šírenia sa koronavírusu nad 50 percent.

Z pohľadu na graf č. 4 vyplýva celkom logická výrazná súvislosť medzi časovými radmi hodnôt miery pozitívne testovaných osôb pomocou PCR testov a hodnôt počtu hospitalizovaných pacientov s covidom-19. Naše porovnanie je založené na sedemdňových priemeroch hodnôt daných ukazovateľov. Najvyššia bola korelácia medzi hodnotami porovnávaných ukazovateľov v tretej vlne pandémie (od 1. 9. 2021 do 15. 1. 2022), keď koeficient korelácie predstavoval $r = 0,95$. Mierne nižšia bola korelácia medzi porovnávanými ukazovateľmi v druhej vlne pandémie (od 1. 9. 2020 do 15. 1. 2021), keď $r = 0,91$, a najnižšia vo štvrtej vlne pandémie (od 15. 1. 2022 do 15. 2. 2022) s $r = 0,4$.

Z pohľadu hospitalizovaných s covidom-19 v priebehu jednotlivých vln pandémie koronavírusu je zaujímavé to, že na ich vrchole boli sedemdňové priemerné počty hospitalizovaných nepriamo úmerné riziku šírenia koronavírusu. Rastúcim hodnotám sedemdňovej miery pozitívne testovaných osôb na vrchole ostatných vln pandémie koronavírusu zodpovedali klesajúce počty hospitalizovaných s covidom-19. Jedným z dôvodov daného zistenia je pravdepodobne aj postupne sa zvyšujúci stupeň premorenia obyvateľov a ich rastúca odolnosť voči nákaze koronavírusom.

Ak sme v predchádzajúcej časti príspevku konštatovali výraznú súvislosť medzi časovými radmi hodnôt miery pozitívne testovaných osôb pomocou PCR testov a hodnôt počtu hospitalizovaných pacientov s covidom-19, tak časové rady hodnôt počtu hospitalizovaných pacientov s covidom-19 a hodnôt počtu úmrtí na covid-19 majú ešte významnejšiu koreláciu. Naše porovnanie je opäť založené na sedemdňových priemeroch hodnôt porovnávaných ukazovateľov od začiatku septembra 2020 do konca februára 2022.

Graf č. 5: Vývoj počtu hospitalizovaných s covidom-19 a počtu úmrtí na covid-19 v druhej a tretej vlne pandémie

Zdroj údajov: <https://korona.gov.sk/koronavirus-na-slovensku-v-cislach/>, **vlastné výpočty, dátum dostupnosti 28. 2. 2022**

Na celej hodnotenej trajektórii predstavoval koeficient korelácie medzi uvedenými ukazovateľmi hodnotu $r = 0,93$. Po vrchol počtu hospitalizovaných s covidom-19 v druhej vlne pandémie (od 1. 9. 2020 do 5. 3. 2021) predstavoval koeficient korelácie medzi uvedenými ukazovateľmi hodnotu $r = 0,91$, v tretej vlne pandémie (od 1. 9. 2021 do 6. 12. 2021) hodnotu $r = 0,98$. Vo štvrtej vlne zatiaľ registrujeme medzi porovnávanými ukazovateľmi zápornú koreláciu, hlavne v dôsledku relatívne nízkej smrtnosti omikronu.

Vývoj počtu hospitalizovaných pacientov s covidom-19 a hodnôt počtu úmrtí na covid-19 bol v druhej a tretej vlne pandémie relatívne symetrický. Vyššiemu počtu hospitalizovaných s covidom-19 na vrchole druhej vlny pandémie zodpovedal aj vyšší počet úmrtí na covid-19 a nižšiemu počtu hospitalizovaných s covidom-19 na vrchole tretej vlny pandémie zodpovedal aj nižší počet úmrtí na covid-19 (v priemere 3632 hospitalizovaných s covidom-19 zo 14. 3. 2021 a v priemere 102 úmrtí z 1. 3. 2021 oproti v priemere 3435 hospitalizovaných s covidom-19 z 9. 12. 2021 a v priemere 94 úmrtí na covid-19 z 18. 12. 2021). Na konci februára boli hodnoty dvoch porovnávaných ukazovateľov už zhruba na vrchole a boli nižšie (v priemere 2 712 hospitalizovaných s covidom-19 a v priemere 87 úmrtí na covid-19) ako v predchádzajúcich vlnách pandémie.

Podľa dostupných údajov aj za prvé dni v marci 2022 sa ukázalo, že koncom februára bol dosiahnutý vrchol sedemdňového priemeru počtu hospitalizácií s covidom-19 v ostatnej vlne pandémie. Po pár dňoch sa začal znižovať aj sedemdňový priemer počtu úmrtí na covid-19. Pre štvrtú vlnu pandémie je charakteristická zhruba trojtýždňová oneskorená reakcia rastu sedemdňového priemeru počtu úmrtí na covid-19 (od 19. 2. 2022) oproti začiatku rastu sedemdňového priemeru počtu hospitalizácií s covidom-19 (od 28. 1. 2022).

Zdá sa, že aj pomocou obmedzeného počtu vhodne vybraných a vzájomne konzistentných ukazovateľov možno poskytnúť celkom užitočné informácie o globálnom vývoji epidemickej situácie. Je pochopiteľné, že na rôznych stupňoch

manažovania boja proti šíreniu koronavírusu je vhodné použiť aj ďalšie doplňujúce ukazovatele.

5. ZÁVER

Pravidelne zverejňované údaje o prírastku a celkovom počte novo pozitívne testovaných osôb podľa krajov na webovej stránke <https://korona.gov.sk/koronavirus-na-slovensku-v-cislach/> poskytuje nepresné až zavádzajúce informácie. Môže to mať dosť negatívny na správanie obyvateľov, hlavne keď daný ukazovateľ vyhodnocuje epidemickú situáciu vo vzťahu k iným regiónom ako menej rizikový, ako je v skutočnosti. Možno to vyhodnotiť aj tak, že sa stále podceňuje psychologická rovina používania nesprávnych informácií o vývoji epidemickej situácie pri jej manažovaní.

Ukazovateľ reprodukčné číslo patril k jedným z najfrekvencovanejších ukazovateľov pri hodnotení epidemickej situácie, ale od septembra 2021 sa prestal bez akéhokoľvek zdôvodnenia oficiálne zverejňovať. Navrhujeme vytvoriť reálne použiteľné reprodukčné číslo šírenia koronavírusu, ktoré by bolo založené na vážení pomocou miery pozitívne testovaných.

Trojica ukazovateľov miera novo pozitívne testovaných osôb, počet hospitalizovaných s covidom-19 a počet úmrtí na covidom-19 dokáže poskytnúť celkom užitočné informácie aj celkom plastický obraz o globálnom vývoji epidemickej situácie. Na základe uvedenej trojice je možné zachytiť aj dôležité rozdiely medzi jednotlivými vlnami cyklicky sa vyvíjajúcej pandémie koronavírusu.

Efektívne hodnotenie a manažovanie epidemickej situácie predpokladá, aby sa na tento účel používal systém vhodných a hlavne navzájom konzistentných ukazovateľov. Je potrebné dbať na to aby jednotlivé ukazovatele, používané pri sledovaní a hodnotení epidemickej situácie, nevyvolávali pochybnosti o tom, ako reflektujú realitu.

LITERATÚRA

- [1] CÁR, M.: Záhadné reprodukčné číslo šírenia koronavírusu, In: Slovenská štatistika a demografia, 2021, č.3, s. 94 – 99.
- [2] CÁR, M.: Otázky týkajúce sa hodnotenia šírenia koronavírusu. In: Forum Statisticum Slovaca, 2020, č. 2, s. 1- 10.
- [3] CÁR, M.: Dôležité empirické poznatky z hodnotenia epidemickej situácie na Slovensku. In: Slovenská štatistika a demografia, 2021, č.4, s. 20 – 37.
- [4] Parag, K. V. and collective: Are epidemic growth rates more informative than reproduction numbers? doi: <https://doi.org/10.1101/2021.04.15.21255565>.
- [5] Stankovičová, I. – Boďa, M.: Sledovať kľzavý medián počtu pozitívne testovaných osôb na koronavírus je nekorektné. In.: Slovenská štatistika a demografia, 2020, č. 4, s. 46 – 47.

RESUMÉ

Príspevok poukazuje na každodenné používanie nepresného absolútneho ukazovateľa počet novo pozitívne testovaných osôb, ktorý môže byť až zavádzajúci a nebezpečný pre správanie obyvateľstva v boji proti šíreniu koronavírusu. Zamýšľa sa nad sfunkčnením oficiálne vyradeného, ale predtým veľmi frekvencovaného ukazovateľa reprodukčné číslo šírenia koronavírusu. Prináša pohľad na ostatné vlny pandémie a ich porovnanie prostredníctvom obmedzeného počtu relevantných ukazovateľov. Predpokladané ďalšie vlny epidémie koronavírusu sú výzvou na

dôsledné odborné zhodnotenie doterajších postupov a vytvorenie dostatočne účinného systému vhodných a hlavne navzájom konzistentných ukazovateľov na korektné hodnotenie epidemickej situácie aj v budúcnosti.

RESUME

The paper points to the daily use of an inaccurate absolute indicator of the number of newly tested persons, which can be misleading and dangerous for the behaviour of the population in the fight against the spread of coronavirus. It has questions regarding the functioning of the officially discarded, but previously very frequent indicator, the reproductive number of the spread of coronavirus. It provides an overview of other pandemic waves and compare them through a limited number of relevant indicators. The expected further waves of the coronavirus epidemic are a challenge for a thorough professional evaluation of the current procedures and the creation of a sufficiently effective system of suitable and especially mutually consistent indicators for a correct assessment of the future epidemiological situation.

PROFESIJNÝ ŽIVOTOPIS

Ing. Mikuláš Cár, PhD., je absolventom Ekonomickej univerzity v Bratislave. Dlhodobu sa venuje analýzam sociálno-ekonomických javov a procesov. Má pomerne bohatú publikačnú činnosť.

KONTAKT

mikulas.car@gmail.com