1 Epidemie bez standardizované terminologie je zdrojem infodemie

Ladislav Dušek, Ondřej Májek, Jiří Jarkovský, Tomáš Pavlík, Martin Komenda, Jakub Gregor

„Je naprosto v pořádku nechat kardiologa poradit epidemiologům a virologům, jak na COVID-19, za předpokladu, že on je potom na oplátku nechá zkusit opravit chlopeň u nějakého svého pacienta.“
Prof. Vojtěch Novotný, zoolog, Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity, 18. 9. 2020

1.1 Význam terminologických slovníků a klasifikačních systémů nejen v epidemiologii

Každý přírodní proces, pokud má být korektně studován, musí být popsán správně vymezenými termíny, které vyjadřují jeho nepochybně definované vlastnosti. Mezi termíny, resp. popisovanými vlastnostmi studovaného objektu či jevu, by měly být jasně určené vazby vyjadřující jejich pozici, význam a případné příčinné souvislosti v celé struktuře. U komplexního a dynamického přírodního jevu, kterým šíření vysoce nakažlivého infekčního onemocnění jistě je, platí toto až učebnicové tvrzení dvojnásob. Pandemie COVID-19 (o níž budeme po většinu knihy hovořit jako o epidemii, neboť se budeme pohybovat převážně v českých reáliích) a s ní spojená nejrůznější protiepidemická opatření zasáhla celý svět a dotkla se téměř všech oblastí každodenního života. Při hodnocení epidemie tedy zdaleka nevystačíme pouze s biologickými a medicínskými daty; již jen samotný popis situace často vyžadoval zapojení demografických a geografických věd, znalostí o klimatu, sledování migrace obyvatel, socio-ekonomická data.

Komplexnost řešených problémů samozřejmě není v epidemiologii žádným překvapením (Pesquita a kol., 2014) a pro experty oboru jistě tyto úvodní odstavce působí až úsměvně triviálně. Přesto epidemie SARS-CoV-2 přistihla tento metodicky pevně ukotvený vědní obor nepřipravený na masivní produkci každodenních dat a na potřebu krizové komunikace. Nyní, více než kdy jindy, je evidentní, jaký zásadní význam má přesné vymezení názvosloví a hierarchické struktury pojmů pro srozumitelnost sdělovaných dat a statistik. V průběhu epidemie COVID-19 jsme byli svědky mnoha „nedorozumění“ právě z důvodu nedostatečně vymezeného komunikačního rámce, nesprávného výkladu termínů či chybné interpretace statistických údajů. Hodnocení epidemie potřebuje strukturovaný slovník pojmů, nikoli pouze jako nástroj pro vzájemné propojení a interoperabilitu databází a informačních systémů, ale také jako základ srozumitelného sdělování informací. I z tohoto důvodu jsme tuto publikaci doplnili co nejširším výkladovým slovníkem pojmů, který je z velké části také dostupný on-line[1].

Samotný „statický“ slovník ale k popisu a studiu epidemií nestačí. Jednotlivé pojmy vyjadřující určité vlastnosti systémů musí být řádně přiřazeny k popisovaným entitám, které by měly být logicky klasifikovány do různých tříd (kategorií, dimenzí). Vznikne tak hierarchicky strukturovaný slovník, ve kterém lze přehledně mapovat a definovat vzájemné vazby objektů a jejich atributů, tedy termínů, které vlastnosti vyjadřují.

Vývoj utříděných a významově uspořádaných terminologií a klasifikací opět není ve vědě nic neobvyklého, systémy organizace znalostí jsou metodicky propracované. V českém jazyce bychom mohli odkázat na velmi přehlednou práci autorek Bratkové a Kučerové (2014), ze zahraničních prací například na článek autorů Haendela a kol. (2018). Odborně nazýváme výslovný a správně formalizovaný popis studovaného systému či problematiky ontologií. Za tímto odborným termínem se jednoduše skrývá výše zmíněná taxonomie (katalogizace) pojmů, jasně definovaných a propojených známými vazbami. Nechceme zde samozřejmě čtenáře nudit scholastickým popisováním pravidel tvorby ontologií, ostatně tak jak epidemie COVID-19 zasáhla celou společnost, tak pronikla i do této oblasti informatické vědy. Vypracované systémy formalizace a reprezentace znalostí k epidemii COVID-19 najdeme ve vědeckých pracích více autorů. Masivní produkce mnohorozměrných dat, která epidemii COVID-19 provázela od jejího prvního dne, si tvorbu různě orientovaných ontologických slovníků doslova vynutila. Vznikl tak například nový specifický biomedicínský systém CIDO (Coronavirus Infectious Disease Ontology) popisující doménu koronavirových infekčních onemocnění nebo byly pro účely epidemie upraveny a popsány obecnější slovníky, např. tzv. Infectious Disease Ontology (IDO) (Dutta a DeBellis 2020; Sargsyan a kol, 2020; He a kol., 2020; Babcock a kol., 2021).

[1] https://www.infomore.cz/cs/slovnik

V rovině aplikační pak epidemie iniciovala vznik ontologií a standardizovaných slovníků podporujících seroprevalenční a jiná sentinelová šetření populační zátěže, např. v segmentu primární péče (Liyanage a kol., 2020), nebo sémantický datový model umožňující standardizovat sběr zásadních klinických charakteristik a dat o léčbě pacientů s COVID-19 (WHO, 2020c).

Dobře popsané a strukturované terminologické a klasifikační systémy by měly napomáhat rychlému dohledání a správnému propojení produkovaných vědeckých dat, zajištění jejich reprodukovatelnosti a předávání získaných poznatků (Zeng a kol., 2020). Ačkoli zdaleka nejde ani u infekčních onemocnění o novou oblast výzkumu (Freifeld a kol., 2008; Goldfain a kol., 2010; Cowell a Smith, 2010), epidemie COVID-19 připravila pro tyto systémy velmi komplikovanou výzvu, neboť integruje aspekty vlastního infekčního onemocnění (původce infekce, infekčnost, virulence, diagnostika, rizikovost symptomů, léčba), dále potřebný popis nakažené osoby, resp. pacienta (anamnestické faktory, zranitelnost nákazou, sociální a demografické charakteristiky, zdroj a způsob nákazy, cestovatelská anamnéza, apod.) a samozřejmě také epidemiologické populační ukazatele kvantifikující rychlost a rozsah šíření, zásah sociálních a profesních kategorií obyvatel, efekt přijímaných opatření atd. Pracujeme tedy nevyhnutelně s velmi širokou škálou objektů od původce nákazy přes nakaženého jedince až po cílovou populaci (tabulka 2.1).

Je zřejmé, že základní entitou v celé struktuře jsou testy a jejich výsledky, tedy diagnostika. To opět není překvapivé, pokud bychom u jakéhokoli onemocnění rezignovali na včasnou diagnostiku, ztratili bychom základní nástroj k řešení. Na pomyslné druhé straně stojí ukazatele zdravotního dopadu, tedy nemocnost. U infekčních onemocnění typu COVID-19 ale není mezi nákazou, onemocněním a zdravotním dopadem rovnítko ani jiná deterministická vazba. Pouze část nakažených má vážné symptomy a pouze část vyžaduje nemocniční péči. Nakažený jedinec sice nemusí mít žádné příznaky nemoci, avšak přesto může nákazu dále šířit. Proto nelze žádnou dimenzi hodnocení pominout, nelze sledovat pouze počty hospitalizovaných a také nelze spoléhat jen na výsledky testů populace. Tento fakt ještě podtrhuje časová dynamika šíření nákazy, neboť od nákazy do vypuknutí případných závažných symptomů až do hospitalizace vždy uplyne určitý čas (u nákazy SARS-CoV-2 v průměru 7–14 dní). Pokud bychom sledovali pouze závažné průběhy nákazy v nemocnicích, rezignovali bychom na schopnost včas reagovat na zesílené šíření viru v populaci a včas podchytit potenciálně rizikové pacienty v přednemocniční péči.

1.2 Denní počty nových případů nákazy jako příklad selhávající komunikace nad daty

Práce na terminologii, standardizaci statistik a na systémech umožňujících propojování různých slovníků a databází je velmi prospěšná, byť není tak viditelná jako jiné oblasti vědy. Požadavek na přesné definování pojmů a správné využívání statistik s respektem k jejich limitům jistě není přehnaný. A přitom právě tento aspekt při předávání informací o epidemii opakovaně selhal. Nutno zdůraznit, že nejen v laicky orientovaných sdělovacích prostředcích, ale často i v odborné komunikaci expertů, v ČR i v zahraničí (např. Khaleel a kol., 2020; Austin a Kachalia, 2021).

Uveďme jako příklad počet nově potvrzených případů COVID-19, což je elementární statistický údaj, denně publikovaný většinou států. Bohužel často bez potřebné kritické interpretace. Denní absolutní počty zachycených případů nákazy, pokud jsou publikovány bez vazby na další parametry, mají totiž velmi malou až nulovou informační hodnotu. Dokonce mohou být zavádějící, pokud jsou používány jako samostatná absolutní hranice pro určitá zlomová rozhodnutí měnící přístup k epidemii. Počet zachycených nákaz je totiž determinován počtem realizovaných testů, jejich strukturou a také samotnou testovanou populací. Nedostatečný objem testů povede k nerelevantním záchytům, testy indikované z klinických důvodů mají zcela jinou záchytovost než testy preventivní nebo plošný screening populace. Nadto různé věkové, profesní nebo sociální kategorie obyvatel mohou být různě zasaženy šířením nákazy a pokud nejsou testy reprezentativně rozloženy v potenciálně rizikových kategoriích populace, je výsledky těžké populačně zobecnit.

Pokud neprovádíme předem nastavenou a kontrolovanou studii, pak je samozřejmě při běžném monitoringu populace téměř nemožné tyto faktory kontrolovat. Výsledkem je vysoká variabilita denních hodnot, obtížné srovnávání různých regionů nebo dokonce celých států. Jednotlivé státy implementovaly v průběhu epidemie značně rozdílné testovací strategie, což činilo absolutní počty nakažených mezinárodně téměř nesrovnatelné. Pokud se například určitá země rozhodla, že bude preventivně testovat pouze blízké kontakty nakažených a nebude ukončení karantén či izolací podmiňovat testy, pak měla jinou základnu pro záchyty nákazy než země, které postupovaly jinak. Samostatnou kapitolou jsou potom plošné preventivní testy. Některé země preventivně testovaly velmi často (testy ve školách, v podnicích), jiné nikoli.

Denní počty zachycených případů nákazy byly rovněž často nesprávně interpretovány a terminologicky komunikovány. Není správné je přímočaře zaměňovat za incidenci nebo za celkový počet nákaz v populaci,

denní záchyty z prováděných testů skutečné počty nákaz pouze odhadují (Li a kol., 2020). Skutečný počet nakažených je jistě vyšší, v obdobích vrcholícího šíření viru až násobně (Yang a kol., 2020; Pullano a kol., 2020; Vogel, 2020). Počty zachycených případů vycházejí z náhodného mixu testů prováděných u nekontrolované populace, kdy se počet i spektrum testovaných často mění ze dne na den. Do hry zde vstupují i individuální rozdíly nakažených a diagnostická prediktivní hodnota testů. Pravděpodobnost odhalení nákazy je nadto u daného jedince rozdílná v různých fázích infekce. Nesmíme také zapomínat, že i samotné testy mají své diagnostické chyby a nemusí vždy spolehlivě nákazu odhalit (Manski a Molinari, 2021). I kdybychom tedy v jeden den otestovali všechny obyvatele země, stále by počet zachycených nákaz byl jen odhadem skutečného počtu nakažených.

Výše uvedené samozřejmě neznamená, že by denní počet zachycených případů nákazy byl sám o sobě škodlivý a neměl by se publikovat. Na jeho zveřejňování není nic špatného, pokud se k němu přistupuje s vědomím možných rizik zkreslení. Řada primárních parametrů popisujících šíření nákazy v populaci má podobné, nebo dokonce větší limitace. Všechny tyto problémy lze ovšem vyřešit, pokud budeme absolutní hodnoty parametrů používat s respektem ke způsobu měření a v kontextu dalších ukazatelů. Pokud zůstaneme u absolutních počtů zachycených nákaz, lze například zmínit tyto postupy:

- **Hodnotit vždy delší časové období, nikoli pouze denní čísla.** Tedy srovnávat např. 7denní nebo 14denní kumulativní hodnoty nebo klouzavé průměry. Tento postup vyhladí variabilitu denních hodnot a odstraní vliv náhodných denních výkyvů nebo zkreslení víkendových dnů, kdy je prováděn menší počet testů. Týdenní interval a vyčíslení týdenních změn také lépe odpovídá dynamice šíření SARS-CoV-2 v populaci.

- **Počty potvrzených nákaz vždy uvádět i s počtem realizovaných testů za hodnocené období.** Testy jsou zdrojem publikovaných záchytů a jejich počet určuje výslednou kvantitativní hodnotu. Ideální je tedy publikovat časovou řadu realizovaných testů souběžně s počty zachycených nákaz a vždy hodnotit i dosaženou relativní pozitivitu testů.

- **Důsledně rozlišovat důvod (indikaci) provedení testu.** Jde o zásadní atribut určující nejen interpretaci výsledku, ale vyjadřující samotný smysl testování. Testy indikované z diagnostických a klinických důvodů poskytovateli zdravotních služeb mají jinou primární záchytovost než plošné testování náhodné populace prováděné bez ohledu na její zdravotní stav a potíže. Samostatnou kapitolou jsou testy z epidemiologických indikací, iniciované zejména hygienickou službou při trasování nakažených. Jejich záchytovost ukazuje na pravděpodobnost šíření nákazy v blízkém okolí nakažených.

- **Rozlišovat záchyty nákazy v různých populačních skupinách.** Pro kvantifikaci zátěže populace je zásadní hodnotit šíření nákazy v populačních kategoriích dle věku, profese či dle stavu imunizace očkováním. Tento přístup umožní určit nejvíce ohrožené skupiny, případně odhadnout nejpravděpodobnější cesty šíření viru. Všechny populační skupiny ale nikdy nejsou testovány rovnoměrně, tedy i zde platí, že počty nakažených v dané kategorii mají být doplněny počtem provedených testů dle indikací a má být hodnocena relativní pozitivita testů.

- **Zaměřit se na významné „indikátorové“ skupiny obyvatel, regiony apod.** Informační hodnotu zachycených počtů nákaz významně navýší, pokud je umíme přiřadit důležitým populačním kohortám, které mohou ukazovat na narůstající riziko (např. potenciálně ohrožené kategorie populace dělené dle věku či klíčové profese nadprůměrně vystavené riziku nákazy, jako jsou zdravotničtí nebo sociální pracovníci). Z indikátorových geografických oblastí zmiňme velká města s vysokou hustotou obyvatel, vysokým počtem kontaktů v populaci, specifickou hromadnou dopravou a také intenzivní migrací obyvatel za prací nebo vzděláním. V podstatě jakýkoli v čase konzistentní nárůst počtu nakažených v určité populační skupině nebo geografické oblasti je indikátorem šíření nákazy, je-li doložen stabilním počtem testů a je-li doprovázen i růstem relativní pozitivity testů.

Denní počty zachycených případů vykázané v členění dle různých typů testů, standardizované v rámci homogenních skupin obyvatel, umožňují při stabilní testovací strategii posoudit vývoj epidemiologické zátěže a také provést krátkodobé projekce očekávatelného vývoje. Pokrýváme tak odpovědi na podstatné otázky, které by vždy měly denní počty nákaz doprovázet:

- Jsou časové změny v celkovém počtu zachycených nákaz důsledkem změny v počtu a struktuře testů? Pokud ano, jaký vývoj ukazují jasně definované testy indikované z klinických a diagnostických důvodů? Roste záchytovost symptomatických případů nákazy?

- V jaké části populace se zachycené nákazy nejvíce koncentrují? A testujeme tyto skupiny dostatečně?

- Jaký je počet testů z klinických vs. epidemiologických indikací? A jak se vyvíjí jejich relativní pozitivita v čase?

- Pokud počet nákaz roste, jde o plošné záchyty z komunitního šíření, nebo jde o podchycená a lokalizovaná ohniska? Pokud je nárůst důsledkem řešených ohnisek nákazy, v jakých typech provozů a u jakých profesních či sociálních skupin obyvatel se ohniska vyskytují?

Je tedy zřejmé, že i tak jednoduchému parametru, jako je denní počet nakažených osob, umíme dát informační hodnotu. Máme-li stabilizovanou testovací strategii, umíme-li doložit srovnatelnost testovaných kohort v čase a zejména umíme-li odlišit různé důvody (indikace) testů, pak jsou i denní publikovaná čísla využitelná. Musíme ovšem opustit prosté zveřejňování jediného čísla a začít pracovat s komplexním panelem parametrů.

1.3 Hodnocení komplexního systému vyžaduje komplexní panel parametrů

Snad se nám na příkladu denních počtů nakažených podařilo doložit, že primárně měřená data mají své limity a je třeba je hodnotit v kontextu dané situace a do analýz ideálně zapojit více, pokud možno nezávislých ukazatelů. Denní počet nakažených měl téměř celý civilizovaný svět denně servírovaný po celou dobu epidemie, bohužel často právě bez onoho potřebného kontextu. A tak jsme až příliš často četli v titulcích zpráv, že včera bylo zachyceno nejvíce nakažených za měsíc, počet nakažených v úterý je nejvyšší za poslední tři týdny nebo že uplynulý víkend přinesl rekordní záchyt od počátku roku. Je až s podivem, jak velkou pozornost přitáhnul právě tento jediný údaj, který je při takto nekritickém použití velmi zavádějící. Samozřejmě se výše uvedené metodické pokyny k analýze počtu nákaz mohou jevit jako komplikované a ve světě, kde vládne mediální zkratka, jako obtížně použitelné. Při troše snahy tomu tak ale nemusí být. Pouze se na jednom datovém řádku místo jediného (často „rekordního“) čísla objeví hodnot více a čtenář může posoudit, zda je publikovaný záchyt jen výkyvem hodnot, nebo signálem konzistentní změny. A zda tato změna je nebo není riziková.

Žádný výpočetní postup ovšem nemůže zabránit zkreslení nebo odstranit variabilitu a nejistoty spojené s populačními šetřeními. Data z rutinního testování populace, kdy každodenní výběr testovaných není nijak kontrolován, budou vždy spojena s vysokým rizikem zkreslení výsledků (Omori a kol., 2020; Stock, 2020). Stále musíme mít na paměti, že většina údajů prezentovaných během epidemie má původ ve víceméně náhodném testování a sledování různých, obtížně srovnatelných podskupin populace. Pokud ale budeme hodnocení opírat o dostatečně komplexní panel parametrů a budeme brát zřetel na možné zdroje zkreslení, jistě to přispěje ke snížení pravděpodobnosti chyby. Výběr nejdůležitějších parametrů z těchto úhlů pohledu stručně komentujeme v tabulce 2.2.

Různým nástrahám v interpretaci epidemických ukazatelů bychom mohli dále věnovat mnoho stran, což by ke srozumitelnosti textu příliš nepřispělo. Raději se budeme pro ilustraci v detailu věnovat jen dvěma parametrům, které po celou dobu epidemie představovaly téměř protipól z hlediska mediálního zájmu. Vybrali jsme jako příklad relativní pozitivitu testů, která měla být využívána mnohem šířeji, než tomu bylo. Spíše opačný příběh je spojen s odhadem reprodukčního čísla.

1.4 Relativní pozitivita testů: často opomíjený informační poklad

Relativní pozitivita testů je zásadním parametrem, který standardizuje i velmi heterogenní časové řady různých testů a umožňuje jejich záchytovost vzájemně srovnávat (Ritchie a kol., 2020). Svou informační hodnotou zcela jistě převyšuje absolutní počty testů i počty zachycených případů nákazy, neboť umožňuje odpovědět na řadu klíčových otázek:

- Jak velká je virová nálož v populaci, resp. jak velká je prevalence v danou chvíli aktivních nákaz? Vysoká relativní pozitivita testů ukazuje na vysokou úroveň zátěže a naopak. V tomto smyslu je také zásadní hodnotit vývoj relativní pozitivity testů v čase.

- Je prováděný objem testů dostatečný při daném počtu nakažených osob, resp. při daném objemu a intenzitě šíření nákazy v populaci? Vysoká hodnota relativní pozitivity testů indikuje, že počet prováděných testů nemusí být dostatečný a určitý podíl nakažených osob tak zůstává bez včasné diagnostiky.

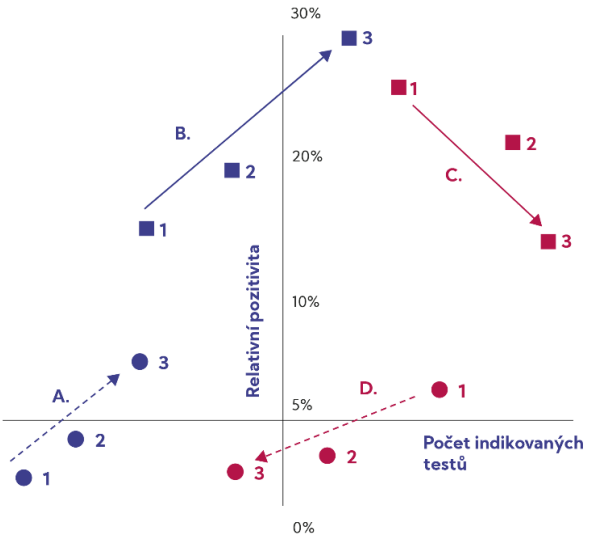
- Jaká je úroveň přenosu nákazy v testované populaci, tedy pravděpodobnost, že se setkáme s nakaženým a infekčním jedincem? Relativní pozitivita zejména testů provedených u kontaktů pozitivních osob ukazuje na intenzitu a efektivitu přenosu nákazy v populaci.

Relativní pozitivita testů přidává novou informační hodnotu i k absolutním počtům zachycených nákaz. Pokud nově potvrzené případy nákazy doplníme relativní pozitivitou testů, které k těmto záchytům vedly, získáváme spolehlivější obrázek o populačním šíření viru. Pokud v čase počet nových případů roste a přitom setrvale roste i relativní pozitivita testů, jde o indikátor rizikového vývoje. Pokud počet nových případů roste v korelaci s rostoucím počtem testů, ale relativní pozitivita klesá, znamená to, že v populaci vyšším počtem testů nákazy vychytáváme a prevalence aktivních nákaz přitom zřejmě klesá.

Relativní pozitivita, někdy také nazývaná záchytovost, je všeobecně známý atribut diagnostických testů a v odborných metodikách byla vyzdvihována od samotného počátku epidemie SARS-CoV-2 (např. Dowdy, 2020; Chiu a Ndeffo-Mbah, 2021). Je tedy až zarážející, že využití tohoto ukazatele v mediálním zpravodajství o COVID-19 zaostávalo za absolutním počtem nakažených. Zásadní informační přínos relativní pozitivity testů dokládáme na obrázku 2.1 a grafu 2.1, které se věnují vztahu mezi počtem indikovaných testů a jejich relativní pozitivitou. V obou příkladech jde o testy z klinických a diagnostických indikací, které iniciují a provádějí zejména poskytovatelé zdravotních služeb a které jsou indikovány při řešení zdravotních potíží testované osoby. Nejde tedy o plošné testy, jejichž počet určuje do náhodná poptávka populace a jejichž výtěžnost je ovlivněna mnoha nekontrolovanými faktory. U klinicky indikovaných testů je míra náhodnosti podstatně nižší. Již samotný realizovaný počet těchto testů odráží jejich faktickou potřebu, a je tedy určitým ukazatelem nemocnosti. Pokud počet takto indikovaných testů v čase narůstá, jde o potenciální prediktor dalších zdravotních dopadů epidemie. Naopak snižující se potřeba těchto testů je pozitivním ukazatelem klesajícího rizika.

Obrázek 2.1 a graf 2.1 dále dokládají, že ani relativní pozitivita jasně indikovaných testů není sama o sobě jednoznačným číselným ukazatelem míry rizika. Interpretace totiž není jednoznačná bez znalosti objemu prováděných testů. Relativní pozitivita testů může být vysoká v rizikové situaci, kdy je v danou chvíli v populaci velký počet nakažených, ale také v jakékoli situaci, kdy provádíme příliš nízký počet testů. Vysoká a významně rostoucí virová nálož v populaci zpravidla povede k vysokému podílu pozitivních záchytů. Stejnou hodnotu ale můžeme získat i při velmi nízkém objemu testů v období, kdy zátěž populace riziková není (obrázek 2.1). Řešením je sledování hodnot v čase. Pokud záchytovost určitého typu testů v čase setrvale roste, dokonce i při narůstajícím počtu testů, jde o silný indikátor sílícího přenosu nákazy v populaci. A naopak pokud relativní pozitivita v čase konzistentně klesá, při stejném nebo dokonce rostoucím počtu testů, je to signál útlumu přenosu nákazy v populaci.

Obrázek 2.1: Schematické zobrazení různých příkladů vývoje relativní pozitivity indikovaných testů v čase



1 -> 2 -> 3: hodnoty ve třech po sobě jdoucích týdnech při testování v určité oblasti (stát, kraj, okres, ...)

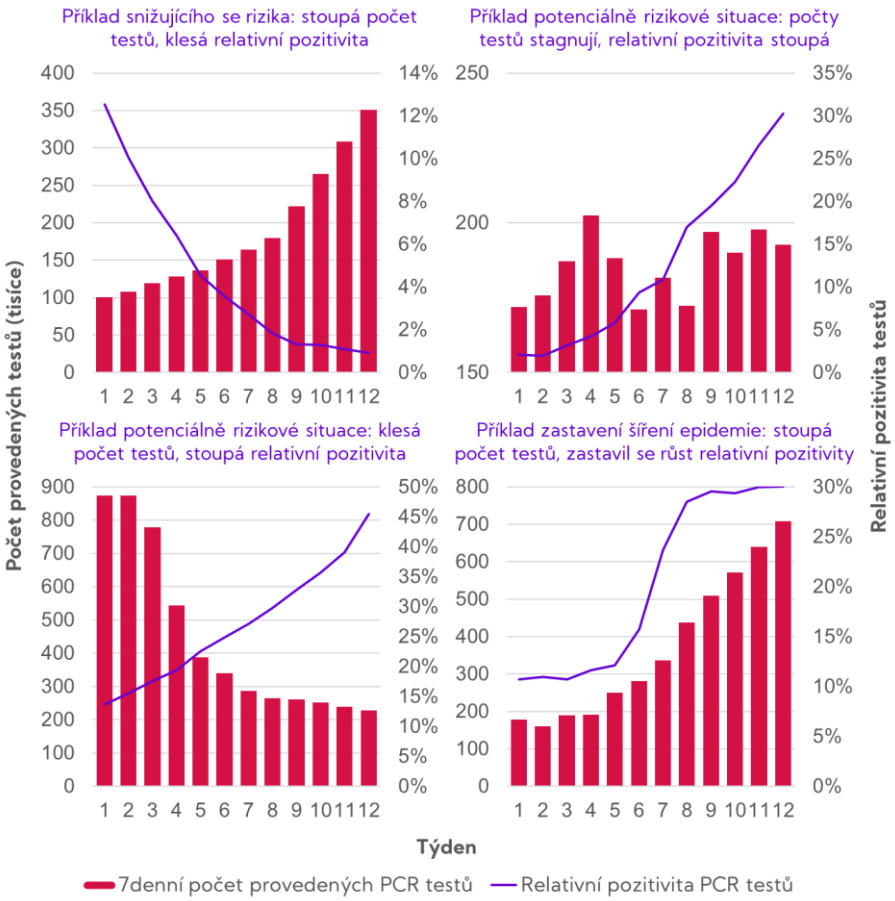
Příklad A. V dané oblasti v čase mírně narůstá počet indikovaných testů a s ním i jejich relativní záchytovost. Situace odpovídající včasné indikaci rizika, narůstá úroveň přenosu nákazy a roste prevalence nakažených. Včasná preventivní opatření a posílení testové kapacity mohou předejít eskalaci zdravotních dopadů.

Příklad B. V oblasti dochází k eskalaci šíření nákazy, prudce roste počet indikovaných testů a jejich relativní pozitivita. Úroveň přenosu nákazy je mimo kontrolu. Jde o příklad vývoje často vedoucí k plošným a nákladným opatřením.

Příklad C. Narůstající počet indikovaných testů je doprovázen poklesem relativní pozitivity. Pokud by šlo o testy z epidemiologických indikací (řešení ohnisek, trasování), byl by tento vývoj ukázkou klesající intenzity přenosu nákazy v blízkém okolí nakažených a efektivního snižování vysoké virové nálože v populaci.

Příklad D. V dané oblasti klesá počet indikovaných testů a přitom se snižuje jejich relativní pozitivita. Úroveň přenosu nákazy se snižuje, relativní pozitivita klesá k bezpečným hodnotám.

Graf 2.1: Příklady různé interpretace vztahu počtu PCR testů na COVID-19 a jejich relativní pozitivity



Struktura prováděných testů dle jejich důvodu (indikace) představuje další atribut, který je téměř nemožné kontrolovat mimo řízené a dobře plánované studie. V běžném reálném provozu, při náhodném výběru každodenně testovaných osob, je nemožné udržet stabilní strukturu testů v čase. V praxi se tak náhodně prolínají testy screeningové s testy indikovanými a měnící se struktura testů zkresluje výsledné odhady veličin (Stock, 2020). Celkový objem testů je totiž v průběhu epidemie ovlivňován mnoha faktory (nemocnost, dočasná plošná testování ve školách či firmách, opatření podmiňující vstupy na různé akce, cestování apod.), což komplikuje srovnatelnost hodnot v dlouhodobějších časových řadách. Pro relevantní hodnocení epidemiologických trendů je důležité, aby každý provedený test měl svou indikaci jednoznačně určenou a zaznamenanou.

Odděleným sledováním klinicky indikovaných testů hodnotíme nemocnost, testy z epidemiologických indikací ukazují na intenzitu přenosu nákazy v blízkém okolí a mezi kontakty nakažených osob. U indikovaných testů známe důvod provedení, máme dobře charakterizovanou osobu testovaného a srovnání tak můžeme provádět i v rámci různých skupin obyvatel. Příklad takového hodnocení na celé populaci ukazuje graf 2.2, příklad odděleného hodnocení různých populačních skupin, např. dle věkových kategorií, ukazuje graf 2.3. Jistou vypovídající hodnotu mají i testy preventivní nebo plošné, neboť mohou ukazovat na vývoj prevalence nákaz v celkové populaci. Je u nich ale nutné sledovat spektrum testovaných osob a jejich relativní pozitivitu hodnotit v rámci definovaných demografických, profesních či sociálních skupin (například při plošném preventivním testování ve školách).

Při hodnocení relativní pozitivity testů se samozřejmě nevyhneme otázce, jaký interval hodnot je ještě bezpečný a jaké jsou hranice ukazující na riziko. Jde o těžkou otázku, kterou by bylo možné odmítnout tvrzením, že důležitější než konkrétní hodnota je časový vývoj, změna v čase. Přesto byly v průběhu epidemie jisté žádoucí hranice hodnot relativní pozitivity testů mezinárodně doporučovány, většinou v intervalu 1 až 5 %. Například Světová zdravotnická organizace od počátku epidemie doporučovala, aby se hodnota držela pod 5 % minimálně 2 týdny, některé práce argumentovaly hodnotami ještě nižšími (WHO, 2020d; Siddarth a kol., 2020).

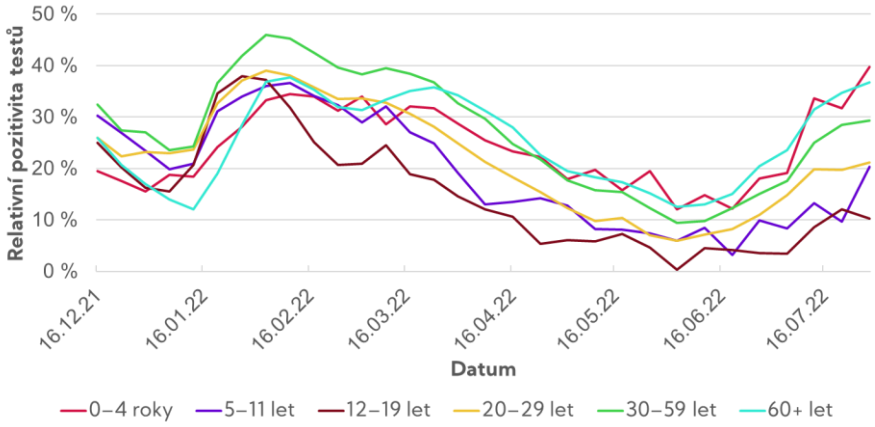
Nastavená cílová hodnota relativní pozitivity testů má ještě jeden význam. Umožňuje plánovat počet testů, který bude optimální při určité prevalenci aktivních nákaz v populaci. Ve srovnání regionů nebo států z těchto hodnot můžeme nepřímo posoudit, zda se v dané oblasti testuje dostatečně pro podchycení šíření viru v populaci (Ritchie a kol., 2020). Pokud například předpokládáme zachytitelný počet 50 pozitivních osob na

100 tisíc za 7 dní (v české populaci tato hodnota odpovídá přibližně 750 záchytům denně), pak by na 5% pozitivitu mělo dosáhnout 15 tisíc reprezentativně provedených testů denně. Pokud by při tomto počtu testů byla reálná záchytovost vyšší, nebo dokonce v čase rostla, byl by to signál, že uvedený předpoklad neplatí, zátěž populace je vyšší a daný testový objem je nedostatečný.

Graf 2.2: Dlouhodobý vývoj relativní pozitivity klinicky indikovaných testů v ČR

Zdroj: ÚZIS ČR – Informační systém infekčních nemocí

Graf 2.3: Ukázka hodnocení relativní pozitivity indikovaných testů v rámci věkových kategorií (hodnoceno vždy za předchozí 7denní úsek, pouze testy s diagnostickou nebo klinickou indikací)

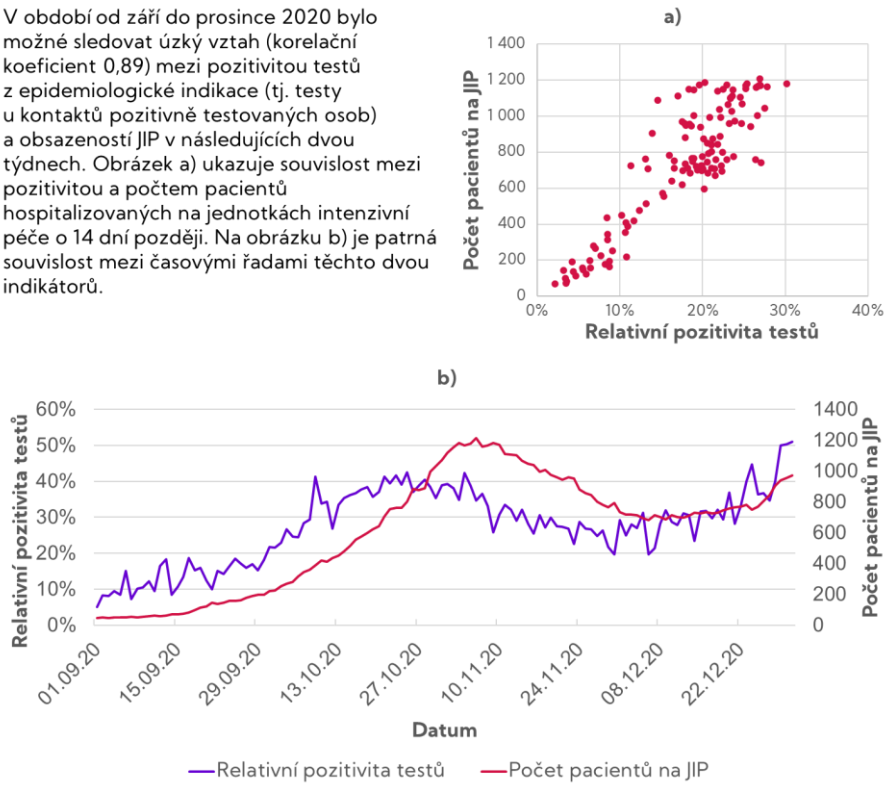


Zdroj: ÚZIS ČR – Informační systém infekčních nemocí

Hodnocení časového vývoje počtu prováděných testů dle indikace a jejich relativní pozitivity by tedy mělo být povinnou součástí všech datových zpráv o epidemii COVID-19. Přidanou hodnotou zde není pouze standardizace absolutních počtů zachycených případů nákazy, relativní pozitivita testů má i velký prediktivní potenciál. V mnoha studiích byla prokázána silná korelace mezi rostoucí záchytovostí testů a přibližně o 14 dní posunutou následnou zátěží nemocnic pacienty s těžkým průběhem COVID-19 (Furuse a kol., 2021; Fenga a Gaspari, 2021). Tento prediktivní vztah má jasnou logiku – rostoucí pozitivita testů ukazuje na růst prevalence aktivních nákaz, v populaci roste pravděpodobnost kontaktu s nakaženým člověkem a roste tedy i pravděpodobnost nákazy u potenciálně zranitelných osob. Rovněž v ČR byla relativní pozitivita indikovaných testů neklamným prediktorem následné zátěže nemocnic, včetně lůžek intenzivní péče (graf 2.4). Tento prediktivní vztah byl funkční zejména v prvních fázích epidemie, ale držel se i v období po zahájení očkování. Zvláště vysokou prediktivní hodnotu pak měla rostoucí pozitivita indikovaných testů prováděných v potenciálně zranitelné populaci nebo v populaci neočkovaných osob.

Graf 2.4: Ukázka vztahu mezi relativní pozitivitou epidemiologicky indikovaných testů a počtu pacientů s COVID-19 na JIP za 14 dní (ČR, podzim 2020) – a) korelace mezi relativní pozitivitou a počty pacientů na JIP, b) časový průběh obou parametrů

V období od září do prosince 2020 bylo možné sledovat úzký vztah (korelační koeficient 0,89) mezi pozitivitou testů z epidemiologické indikace (tj. testy u kontaktů pozitivně testovaných osob) a obsazeností JIP v následujících dvou týdnech. Obrázek a) ukazuje souvislost mezi pozitivitou a počtem pacientů hospitalizovaných na jednotkách intenzivní péče o 14 dní později. Na obrázku b) je patrná souvislost mezi časovými řadami těchto dvou indikátorů.



Zdroj: ÚZIS ČR – Informační systém infekčních nemocí, Dispečink intenzivní péče

1.5 Reprodukční číslo: mediální hvězda s mnoha problémy

Nadpis této kapitoly skutečně není nadsázkou. Hodnota reprodukčního čísla byla podstatnou část epidemie jednou z nejčastěji komunikovaných statistik a v českých médiích byla minimálně první rok zveřejňována prakticky denně. Nutno dodat bohužel, neboť jde o parametr, jehož podstata a informační hodnota takto intenzivnímu používání naprosto neodpovídají.

Připomeňme si, že reprodukční číslo (označujeme jako R) udává průměrný počet dalších osob, které přímo nakazí jeden nakažený člověk. Jde tedy o významný definiční parametr indikující infekčnost nakažlivých onemocnění. Hodnotou čísla R vyjadřujeme nakažlivost nemoci. Např. reprodukční číslo 2 znamená, že jeden nemocný nakazí přímo další dvě osoby, které mohou nemoc dále šířit. Základní reprodukční číslo (R0) udává počáteční hodnotu v populaci, kde jedinci prozatím nemají žádnou imunitu proti novému virovému onemocnění. Další průběh epidemie a dopad přijímaných opatření by měly hodnotu R0 snižovat na tzv. efektivní reprodukční číslo (Re), které odpovídá pomalejšímu šíření epidemie. Do hodnoty Re se také promítá skutečné chování jedinců, které určuje počet rizikových kontaktů v populaci.

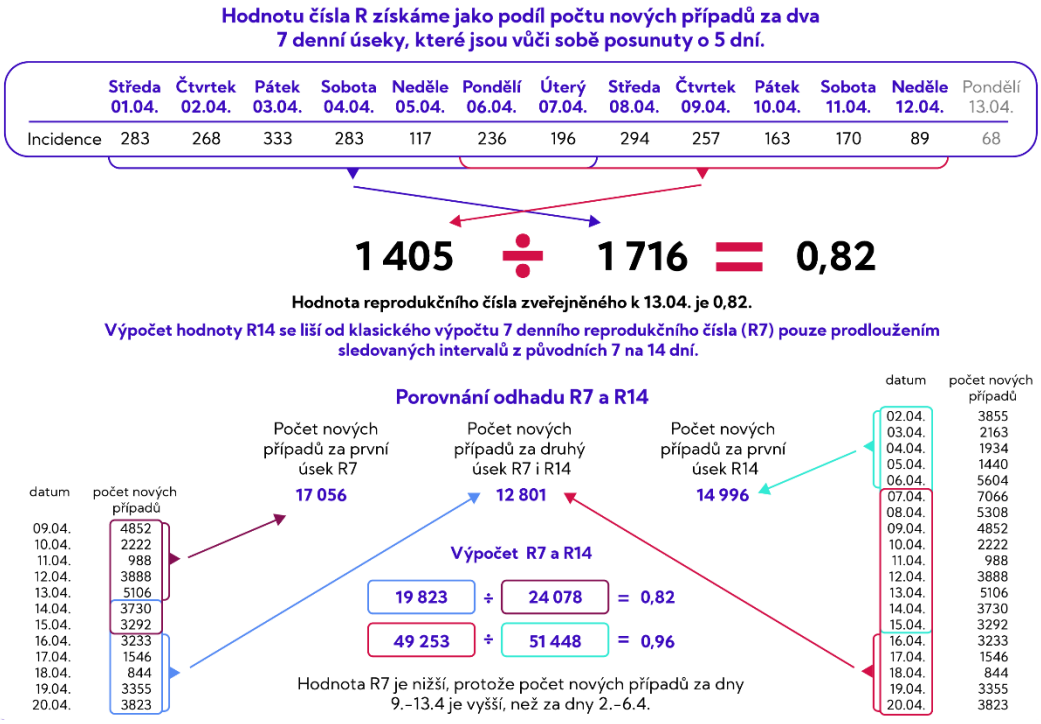
Hodnota R jistě přitáhla mediální pozornost tím, že poskytuje snadno pochopitelnou charakteristiku infekčnosti onemocnění a jeho žádoucí cílová hodnota je velmi srozumitelná. Čím je reprodukční číslo vyšší, tím se nemoc šíří rychleji. Pokud se podaří snížit reprodukční číslo pod 1, virová zátěž populace klesá. Pokud by tento trend trval dlouhodobě, můžeme očekávat vyhasnutí epidemie. Pokud se alespoň podaří reprodukční číslo dostatečně snížit, lze šíření epidemie zpomalit a snížit riziko překročení kapacity zdravotnického systému. Jde tedy o jeden z ukazatelů, od jehož hodnoty se odvíjela platnost řady protiepidemických opatření.

Paradoxem je, že hodnotu R nelze přímo měřit; jde o odvozený ukazatel, který je pouze odhadem parametrů modelu, nikoliv primárně pozorovatelnou hodnotou. Abychom mohli reprodukční číslo spočítat, musíme vytvořit matematický model šíření onemocnění, ve kterém je reprodukční číslo jednou z proměnných. Často používané stavové modely pracují s počty nově infikovaných a prozatím bezpříznakových jedinců, průběhem jejich onemocnění včetně infekčního období, nástupem příznaků onemocnění, potvrzením nákazy laboratorním testem a přesunem nakaženého do izolace. Pouze některé proměnné těchto modelů můžeme v praxi díky dostupným epidemiologickým datům přímo pozorovat, zejména celkový počet potvrzených případů onemocnění v konkrétním dni. Na základě těchto údajů můžeme kalibrací modelu odhadnout hodnotu dalších parametrů, včetně reprodukčního čísla. Samozřejmě pro rychlý odhad R není vždy nutné konstruovat složitý model, v literatuře lze nalézt různé, i jednodušší možnosti výpočtu (např. Wu a kol., 2020; Cori a kol.,

2019; Alvarez a kol., 2021). Velmi praktický zjednodušený výpočet hodnoty R lze odvodit z publikace německého Institutu Roberta Kocha (Heiden a Hamouda, 2020). Výpočet dokumentujeme na obrázku 2.2, kde odhad R získáme podílem dvou sedmidenních nebo čtrnáctidenních součtů nově potvrzených případů nákazy. Časový interval 7 nebo 14 dnů odpovídá dynamice šíření SARS-CoV-2 v populaci a vyhlazuje náhlé výkyvy hodnoty R.

Ať již R odhadujeme jakkoli, všechny modely a metody jsou zatížené mnoha neurčitostmi. Odhad reprodukčního čísla je závislý na znalosti délky inkubační doby a infekčnosti onemocnění, které se promítají do tzv. sériového intervalu (doby mezi nástupem příznaků infekčního jedince a jím následně infikovaného jedince). V těchto parametrech se ale odborná literatura ne vždy shoduje, a proto je třeba odhady R brát s jistou rezervou a uvádět je raději jako interval pravděpodobných hodnot (Heffernan a kol., 2005; Gostic a kol., 2020). Reprodukční číslo je dáno zejména infekčností onemocnění, ale také řadou atributů, které souvisí s reálným chováním populace. Jde o četností osobních kontaktů nakaženého a dobou, po kterou nakažený může šířit onemocnění, než se dostane do karantény nebo je izolován. U takových charakteristik se přesné průměrné hodnoty odhadují velmi obtížné a do výpočtu vstupují s velkým rozmezím možných hodnot. Například průměrná doba infekčnosti nakaženého jedince je u onemocnění COVID-19 nejčastěji publikována v intervalu od 5 do 14 dnů. Skutečný potenciál šíření nákazy ale nezáleží jen na době infekčnosti, promítá se do něj také individuální přístup každého jednotlivce, počet sociálních kontaktů apod. Při sledování v čase je dále třeba počítat s tím, že vzhledem k inkubační době můžeme mít relevantní data o změně šíření nákazy v populaci až s více než týdenním zpožděním od hodnocené události (Liu a kol., 2020). Odhad R je tedy velmi komplexní ukazatel integrující mnoho obtížně kvantifikovatelných faktorů (Delameter a kol., 2019; Park a kol., 2021).

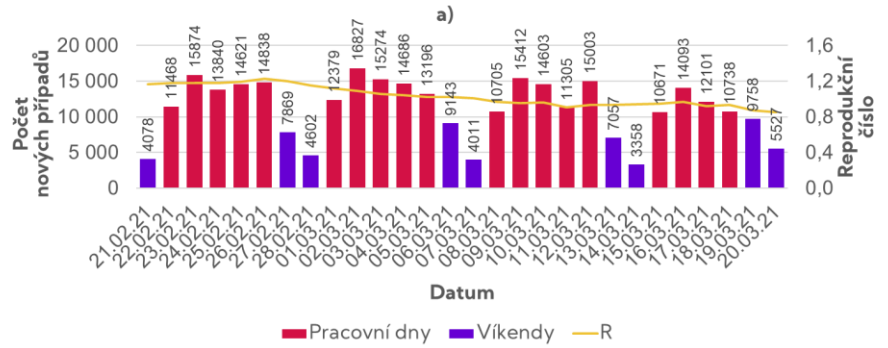
Obrázek 2.2: Ukázka zjednodušeného výpočtu reprodukčního čísla a porovnání výpočtu reprodukčního čísla ze 7denního (R7) a 14denního (R14) časového okna



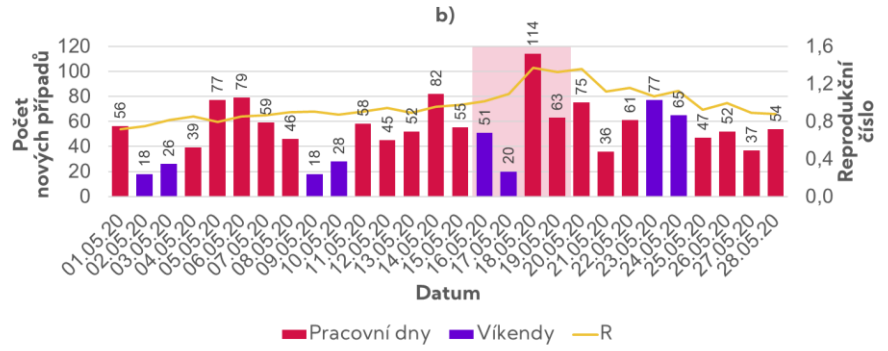
Avšak největším problémem je fakt, že jedním ze základních vstupů do všech algoritmů odhadujících R je denní počet nově zachycených případů nákazy. A ten je zcela závislý na testové strategii, objemu a srovnatelnosti v čase realizovaných testů a také na srovnatelnosti kohort testovaných osob. A tím se oklikou dostáváme k již popsaným problémům, které tyto, při rutinním testování prakticky nekontrolovatelné, znaky mají. Pokud tedy například významně snížíme počet testů, klesne počet zachycených případů a R bude zdánlivě klesat, i když ve skutečnosti může v populaci epidemie významně růst (Omori a kol., 2020). Spolehlivost odhadu R tak ovlivňují i logistické parametry, jako je úplnost sběru dat nebo opožděné hlášení případů z laboratoří. Citlivost hodnoty R na výpadky testové kapacity, například v období déle trvajících svátků, dokumentují data na grafu 2.5. Graf 2.6 dále dokládá variabilitu odhadu R v období sezónního útlumu epidemie. Z těchto příkladů vyplývá, že odhad hodnoty R je značně nespolehlivý, kdykoli dojde

k významnějším změnám v testování, a tedy podílu odhalených infekcí. V případě stabilní testové strategie a podílu odhalených infekcí je naopak trend reprodukčního čísla poměrně informativní.

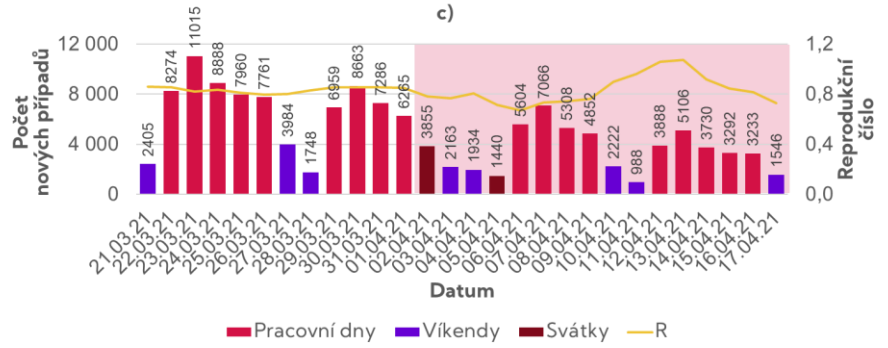
Graf 2.5: Vývoj hodnoty reprodukčního čísla v závislosti na počtu nově potvrzených případů nákazy – a) standardní situace, b) a c) nestandardní situace



Sedmidenní odhad hodnoty R je v běžném období (mimo svátky), při stabilním počtu testů a při dostatečném počtu záchytů nákazy stabilní, bez výrazných výkyvů.



Při nízkých denních počtech nákaz je odhad R náchylný k náhlým výkyvům. Během dvou dnů došlo k zvýšení hodnoty R z 1,02 na 1,37.

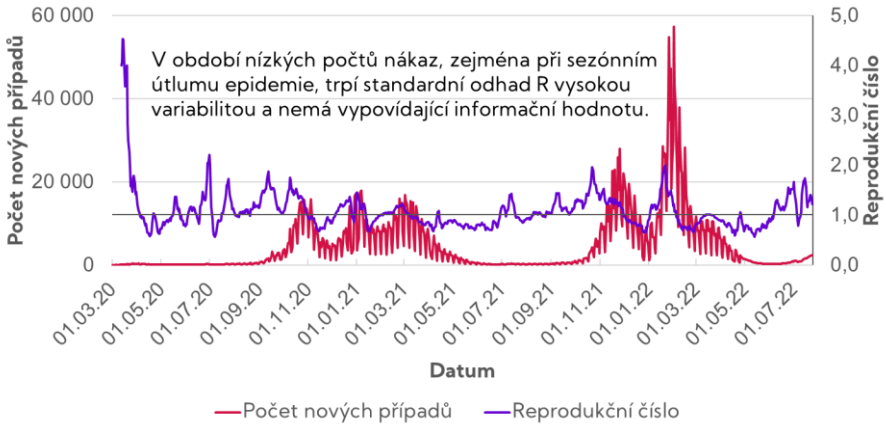


Největší problémy při odhadování hodnoty R představují delší období pracovního volna, kdy dochází k poklesu počtu testů. Hodnoty R jsou v tomto příkladu ovlivněny velikonočními svátky. Výpadek diagnostiky vedl nejprve k mírnému poklesu a následně k nárustu hodnoty R.

Zdroj: ÚZIS ČR – Informační systém infekčních nemocí

Odhady reprodukčního čísla z různých států jsou skutečně velmi obtížně srovnatelné, kromě testovacích strategií mohou být zatíženy i rozdíly ve zdravotnických systémech a systémech pro sběr dat. Avšak i hodnota R zobecněná pro populaci v rámci jednoho státu má sama o sobě malou vypovídající hodnotu. Nejde z ní například odlišit plošné komunitní šíření nákazy a výskyt ohnisek. Opět zde tedy platí pravidlo, že odpovědné posouzení vývoje epidemie musí pracovat s celým panelem vzájemně se doplňujících ukazatelů. V případě čísla R je smysluplné sledovat časový vývoj odhadu z jednoho matematického modelu v jedné populaci a hodnotit zejména krátkodobé trendy v rozsahu 1–3 týdnů. Smysluplnou interpretaci musí vždy doplnit data o počtech a struktuře testů, o jejich relativní pozitivitě a také data o výskytu ohnisek nákazy.

Graf 2.6: Vývoj hodnoty reprodukčního čísla a počtu nově prokázaných případů COVID-19 v ČR za celou dobu epidemie



Zdroj: ÚZIS ČR – Informační systém infekčních nemocí

I tuto podkapitolu tedy zakončujeme závěrem, že ze samotné hodnoty R nelze spolehlivě usoudit na stav epidemie nebo na její pravděpodobný vývoj. Tak jako u výše komentovaných parametrů, bodový odhad R nenese jednoznačnou informaci a nelze dle něj bez nejistot určit, zda se šíření nákazy zlepšuje či zhoršuje. Stejný poznatek se týká v podstatě všech ukazatelů komentovaných v tabulce 2.2. Každý z parametrů lze dobře definovat, každý má své oprávněné místo v popisu systému, ale rovněž každý má více či méně závažné limitace a může být poměrně snadno dezinterpretován. Rostoucí hodnota R může být artefakt testování po svátečních dnech, ale také může jít o vážný indikátor růstu epidemie.

Riziko zkreslení lze minimalizovat zejména tak, že používáme více parametrů současně a jsme ostražití, pokud jsou mezi nimi rozpory. Rovněž bychom nikdy neměli pominout, v jaké konkrétní situaci se nacházíme, tedy zda epidemie plošně sílí, nebo zda řešíme pouze určité typy ohnisek či jsme ve fázi poklesu populační zátěže. Svoji roli může hrát i hodnocení v různých dnech týdne, zásadní vliv mají výpadky testování během delších svátků, sezóna dovolených apod. Relevantní závěr učiníme pouze z komplexního hodnocení správně vybraných parametrů. V dalších podkapitolách se proto budeme krátce věnovat správnému výběru parametrů, jejich číselnému vyjádření a potřebné standardizaci absolutních hodnot.

1.6 Výběr parametrů k hodnocení

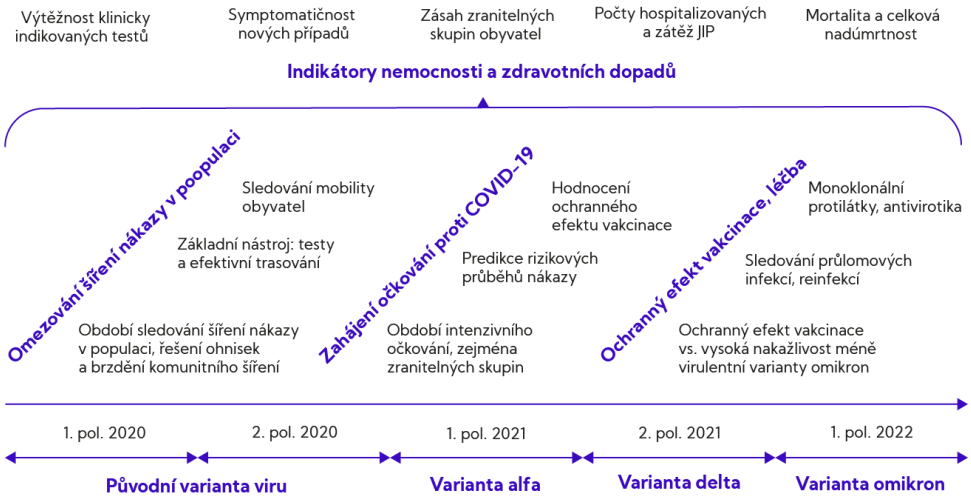
Popis epidemie má opravdu mnoho dimenzí a na výběr tak máme širokou sadu parametrů, jak dokumentuje tabulka 2.1. V ní uvedený výčet parametrů jistě není úplný, ale i v tomto stručném provedení jich tabulka obsahuje více než 40. V denním monitoringu samozřejmě nelze prezentovat desítky ukazatelů, v takovém zmatku by většina podstatných informací zanikla. Všechny měřitelné parametry ovšem nejsou vzájemně nezávislé, a je tedy možné vybrat omezený počet indikátorů, které reprezentují určitou doménu hodnocení a zastupují ostatní atributy. Zásadní je vybrat správné ukazatele, které v danou chvíli nejlépe odrážejí populační virovou nálož, její vývoj a související zdravotní rizika.

Ačkoli to zní jednoduše, nešlo v průběhu epidemie rozhodně o lehký úkol. V literatuře lze samozřejmě nalézt obecné a pravidelně aktualizované metodiky, jak postupovat (ECDC, 2021; CDC, 2022), tyto ale nemohou postihnout všechny konkrétní situace, stavy epidemie v určitém státě, efekt přijatých opatření a také stav imunizace dané populace. Situaci nadto komplikoval vývoj epidemie a proměnlivost samotného viru. Postupně se objevující varianty viru nahrazovaly velmi rychle předchozí a téměř vždy sebou přinesly změnu dynamiky šíření a vyšší infekčnost, měnila se zdravotní rizika. Fáze epidemie, které čelila Evropa na podzim 2021 (dominovala varianta viru delta), byla nesrovnatelná s podzimem 2020. Šlo vlastně o studium neznámého, v čase se rychle měnícího přírodního systému, nadto v reálném čase. Nové varianty viru bývají někdy označovány jako „game changer“ právě z toho důvodu, že mění způsob šíření a význam rizikových či prediktivních faktorů. Rovněž v roce 2022 čelíme zcela nové epidemické situaci, neboť poslední varianta SARS-CoV-2 omikron přinesla prudký nárůst infekčnosti, ale významně nižší virulenci.

V podstatě každá fáze měnící se epidemie vedla ke změnám strategií testování a hodnocení rizik. Vedle proměnlivosti viru samotného vývoj epidemie modulovala přijímaná protiepidemická opatření, vývoj diagnostických metod a od počátku roku 2021 také očkování. Schopnost prolamovat postinfekční i postvakcinační imunitu zvyšovala význam sledování reinfekcí, průlomových infekcí, ochranného efektu

vakcinace. Spektrum povinně hodnocených parametrů se postupně rozrůstalo, rostly nároky na přesnost sběru dat a na výkonnost informačních systémů. Tento vývoj s ohledem na situaci v ČR schematicky znázorňuje obrázek 2.3.

Obrázek 2.3: Vývoj nástrojů pro minimalizaci rizik a rozšiřování spektra sledovaných parametrů v průběhu epidemie COVID-19



Vyjdeme-li ze situace v roce 2021 a 2022, pak relevantní hodnocení epidemie musí povinně zahrnovat indikátory, které zastupují čtyři základní dimenze hodnocení:

- Logistika a management
- Epidemiologie, populační zátěž
- Zdravotní rizika a zdravotní dopad epidemie
- Stav imunizace populace, ochranný efekt očkování

Vybrané klíčové parametry, které v těchto oblastech na denní bázi hodnotí český informační systém, shrnuje obrázek 2.4. Na obrázku 2.5 jsou k daným oblastem přiřazeny otázky, na které musí být funkční systém schopen odpovědět. Uvedené otázky často vyjadřují zcela zásadní podmínky smysluplnosti hodnocení. Proto je také jako první otázka na obrázku 2.5 uveden dotaz „Je prováděn dostatečný počet testů v relevantní struktuře?“. Pokud by odpověď byla záporná, znamenalo by to v podstatě znehodnocení odhadu všech populačních indikátorů, nikoli ale nutně indikátorů zdravotního dopadu. Tyto jsou totiž generovány z nezávisle sbíraných dat od poskytovatelů zdravotních služeb a nejsou úplně závislé na kapacitě pro komunitní testování. Jinými slovy, pokud nakažený člověk vážně onemocní a těžký průběh COVID-19 si vyžádá hospitalizaci, je nahlášen přímo nemocnicí, která také provede diagnostiku.

Narůstající počet pacientů s těžkým průběhem nákazy, u kterých byla nemoc diagnostikována až při příjmu do nemocnice, je nejvážnějším indikátorem eskalujícího zdravotního rizika. Rostoucí počet těchto rizikových příjmů ukazuje na nekontrolované šíření nákazy v zranitelné populaci, která zřejmě není dostatečně testována ani léčena v přednemocniční péči, a nákazu zachytávají velmi pozdě až nemocnice. Pokud všichni poskytovatelé zdravotních služeb řádně hlásí data, jsou indikátory zdravotního dopadu na rozdíl od populačních ukazatelů spolehlivější a nezávislé na dostupnosti testů. Přesto ale systém hodnocení nemůže stát pouze na hlášení z nemocnic. Růst v počtu hospitalizovaných nastává vždy až s velkým časovým posunem (10–14 dní) od eskalace šíření nákazy v populaci a není využitelný jako systém včasného varování. Proto má tak velký význam, aby všechny dimenze uvedené na obrázku 2.4 byly v hodnocení zastoupeny a aby epidemiologické charakteristiky byly vždy posuzovány s ohledem na realizované testy při vědomí možnosti falešně negativních výsledků.

Obrázek 2.4: Hlavní ukazatele šíření nákazy v populaci a souvisejících zdravotních dopadů: základní sada parametrů dle hodnocených kategorií a indikátory zvláště rizikových typů nákaz

Základní sada parametrů dle hodnocených kategorií

LOGISTIKA & MANAGEMENT EPIDEMIE

- Diskriminační PCR (% z pozitivních, 7 denní průměr)
- Trasované případy (%)
- Trasování: vyřešené případy z pozitivních do 24h (%; za 7 dní)
- Trasování: 7denní průměrný počet hlášených kontaktů
- Ukončené základní očkování (%): celá populace, populace 16+, 65+
- Posilující dávka (% osob, které mají nárok)
- 7denní počet PCR testů / 100tis. obyv.
- 7denní počet klinicky a diagnosticky indikovaných testů /100 tis. obyv.
- Dostupnost a účinnost léků

STAV IMUNIZACE POPULACE OCHRANNÝ EFEKT VAKCINACE

Klíčové indikátory jsou hodnoceny na celkové populaci, v rámci zranitelných skupin obyvatel, a dále odděleně u osob neočkovaných, po dokončeném základním očkování a u osob s posilující dávkou.

POPULAČNÍ UKAZATELE

- 7denní počet případů/ 100tis. obyv.
- 7denní počet symptomatických případů / 100 tis. obyv.
- 7denní hodnota R
- 7 denní relativní pozitivita (Dg+Epi) indikovaných testů
- 7denní počet případů 65+/ 100tis. obyv. 65+
- Relativní pozitivita indikovaných (Dg+Epi) testů 65+

ZDRAVOTNÍ DOPAD COVID-19

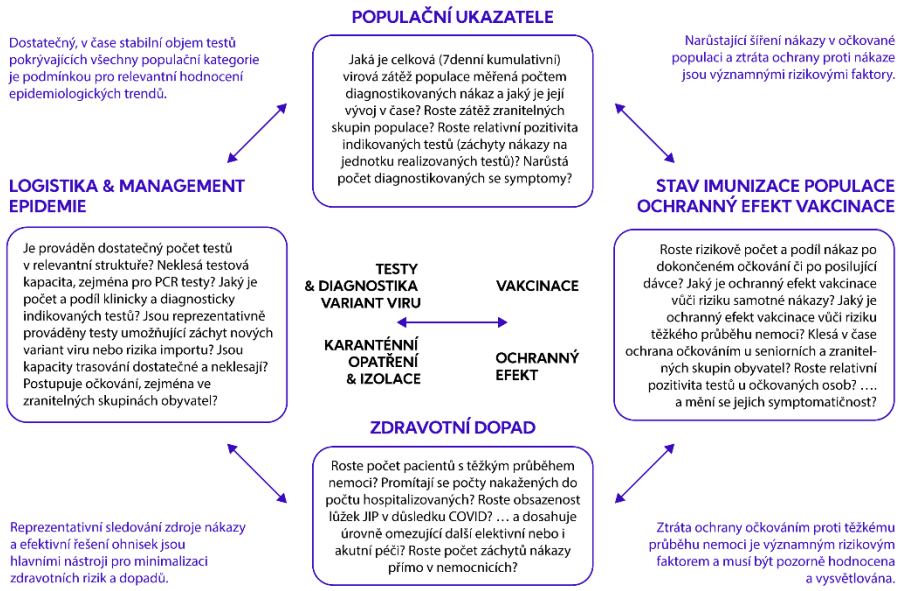
- 7denní počet nových příjmů do nemocnic / 100tis. obyv.
- 7denní počet nových příjmů na JIP (včetně překladů) / 100tis. obyv.
- Dostupná funkční kapacita JIP (% celkové kapacity)*
- Hospitalizovaní celkem k danému dni / 100 tis. obyv.
- Hospitalizovaní na JIP k danému dni / 100 tis. obyv.
- Počet pacientů na UPV/ECMO k danému dni / 100 tis. obyv.
- Obložnost JIP pacienty s COVID-19 v % aktuální celkové kapacity**

Indikátory zvláště rizikových typů nákaz

- Hospitalizovaní s těžkým průběhem COVID-19 na JIP v den pozitivity jako indikátor rizikové nákazy, která nebyla zachycena komunitním testováním
- Hospitalizovaní s těžkým průběhem COVID-1 v krátkém čase od pozitivního testu (do 3 dnů)
- Klinicky závažné průběhy nákazy u mladých osob bez rizikových faktorů v osobní anamnéze
- Nákazy u cizinců s těžkým nebo atypickým průběhem
- Těžké nebo atypické průběhy nákazy u osob s cestovatelskou anamnézou
- Reinfekce zachycené krátce po prodělání nemoci COVID-19
- Průlomové infekce, ke kterým dojde krátce po dokončeném očkování

Za zvláště rizikové nákazy označujeme případy průlomových infekcí krátce po očkování nebo reinfekce vzniklé krátce po prodělání nemoci, dále nákazy vedoucí k těžkému průběhu nemoci u zdravých osob nebo nákazy s podezřelou cestovatelskou anamnézou.
I u těchto parametrů je třeba sledovat nejen absolutní počty (7denní či 14denní kumulativní hodnoty), ale i časové trendy.
Rizikové typy nákaz by po základní diagnostice měly být potvrzovány diskriminační PCR a ideálně též sekvenací viru z důvodu včasného záchytu mutací nebo nových variant viru.

Obrázek 2.5: Informační hodnota čtyř základních kategorií ukazatelů šíření epidemie a souvisejících zdravotních rizik



1.7 Číselné vyjádření parametrů: bez standardizace hrozí politizace

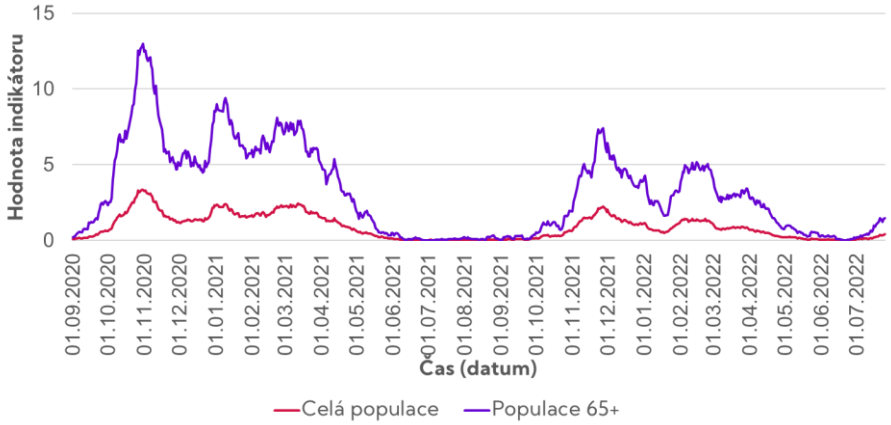
Někteří čtenáři se jistě diví, proč jsme zde zařadili tuto podkapitolu, vždyť dobře definované parametry mají vždy své jednotky a jejich hodnocení musí být z definice dané (tabulka 2.2). To platí ale pouze zdánlivě. Po celou dobu epidemie jsme svědky toho, že se ve veřejném prostoru diskutují nestandardizované hodnoty ukazatelů, zejména pokud dosahují maximálních hodnot. Dozvídáme se tak o rekordním počtu nakažených v daný den, nejvyšším záchytu v neděli, nejvyšší hodnotě reprodukčního čísla od určitého data apod. Takový způsob prezentace je zcela nevyhovující, neinformuje o rizikovosti dané situace. Mimo jiné také proto, že opomíjí zhodnocení časového vývoje. I relativně vysoká hodnota nějakého ukazatele nemusí být nutně alarmující, pokud v čase klesá, a naopak nízké hodnoty mohou znamenat riziko eskalace, pokud v čase exponenciálně rostou. Z těchto důvodů by číselné vyjádření všech používaných ukazatelů epidemie mělo obsahovat:

- **absolutní dosaženou hodnotu** k datu hodnocení
- **absolutní změnu v čase** (nejlépe za 7 a za 14 uplynulých dní)
- **relativní výši přírůstků či poklesů mezi časovými body a vyjádření konzistence časového trendu** (ukazatel zesilování růstu či zpomalování poklesu hodnot; za velmi významnou změnu lze považovat pokles či nárůst 7denních hodnot ukazatele o 15–20 %, zejména pokud změnu v toto rozsahu zachytávají více než tři následná měření v čase)
- **srovnání s nastavenými referenčními nebo rizikovými hranicemi** (viz ukázka v tabulce 2.2c)

Absolutní hodnoty ukazatelů jsou pouze jedním ze způsobů číselného vyjádření a bohužel, pokud jsou používány samostatně, mohou být velmi zavádějící. Nesmíme zapomínat, že jedním z hlavních cílů hodnocení je odhadnout úroveň hrozícího rizika a dále srovnat situaci v různých oblastech, regionech, státech. A to nelze provést bez znalosti časových trendů a bez standardizace absolutních hodnot.

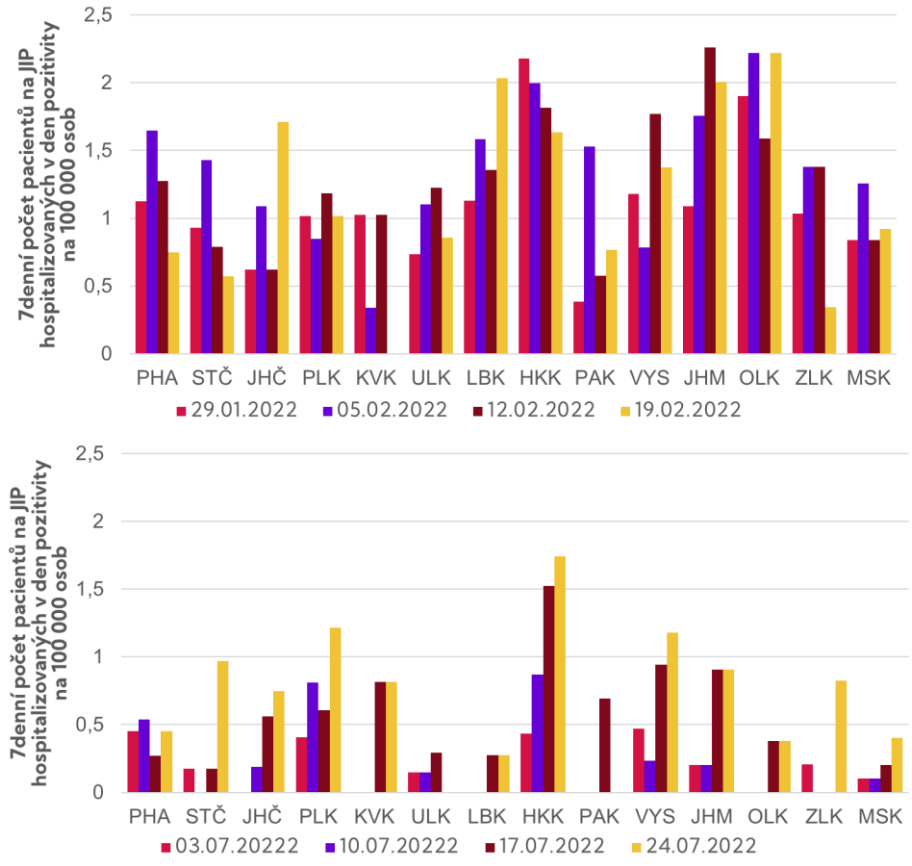
Obrázek 2.10 zobrazuje vybrané parametry, které jsme označili za klíčové indikátory stavu epidemie a zdravotních rizik. Tyto indikátory, společně se základními epidemiologickými a klinickými ukazateli, tvoří základ denního datového servisu o epidemii COVID-19 v ČR. Ukázky tabulkových a grafických souhrnů z týdenních zpráv přinášejí grafy 2.7 a 2.8 a tabulka 2.3. Pro všechny tyto parametry platí výše uvedené, tedy hodnocení musí zahrnovat i kvantifikované změny v čase a hodnoty ukazatelů musí být vztaženy k velikosti a případně ke struktuře srovnávaných kohort a subpopulací.

Graf 2.7: Ukázka vývoje jednoho z nejvážnějších indikátorů zdravotních rizik epidemie: 7denní počet případů hospitalizovaných na JIP v den pozitivity na 100 tisíc obyvatel



Zdroj: ÚZIS ČR – Dispečink intenzivní péče

Graf 2.8: Ukázka srovnání regionů v hodnotách jednoho z nejvážnějších indikátorů zdravotních rizik epidemie: 7denní počet případů hospitalizovaných na JIP v den pozitivity na 100 tisíc obyvatel



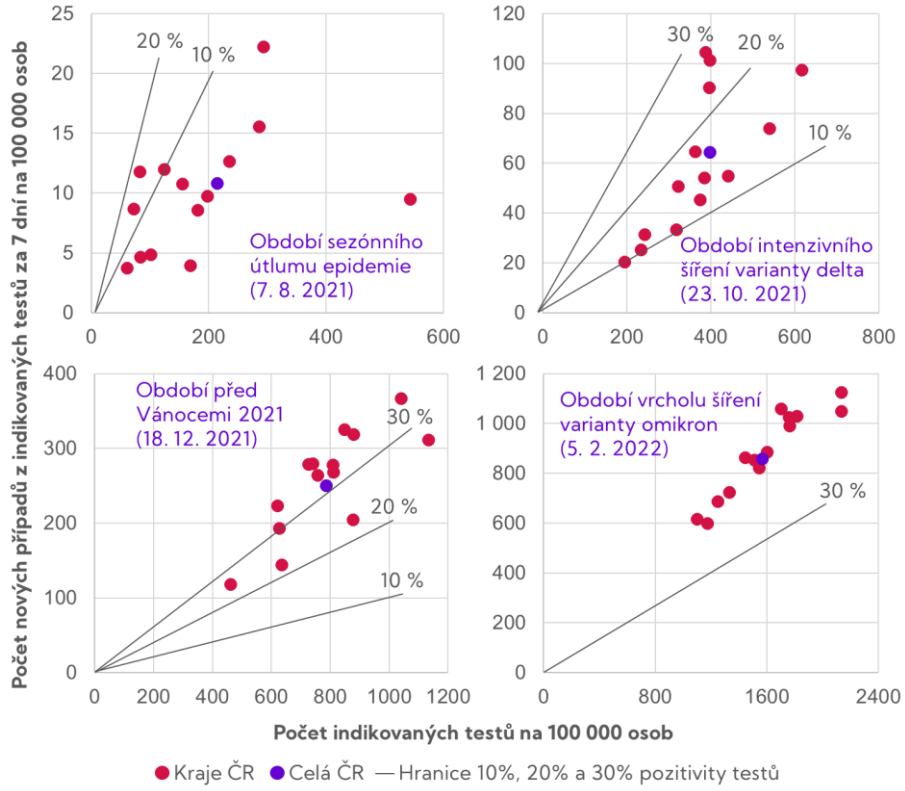
Zdroj: ÚZIS ČR – Informační systém infekčních nemocí, Dispečink intenzivní péče

Srovnáváme-li různé populace, musíme respektovat jejich velikost, demografickou, případně profesní a sociální strukturu. V případě SARS-CoV-2 je nutné brát ohled i na stav imunizace různých populačních skupin, proočkovanost. To neplatí pouze pro mezinárodní komparace, standardizovat musíme i v rámci jednoho státu, pokud například porovnáváme různé věkové kategorie nebo kategorie osob dle stavu očkování. Vztahujeme tak hodnotu měřeného ukazatele na 100 tisíc osob v dané kategorii, nebo používáme metody přímé a nepřímé věkové a jiné standardizace. Vedle těchto běžných postupů je ale neméně významné vztahovat hodnotu klíčových parametrů epidemie k proměnným, které determinují původ daného ukazatele. Například počet realizovaných testů je standardizujícím jmenovatelem pro počet zachycených nákaz. Dalším příkladem může

být počet pacientů léčených s COVID-19 na JIP vyjádřený jako podíl celkového počtu všech hospitalizací pro COVID-19 v daném čase. Velmi informativním ukazatelem výkonnosti zdravotního systému je také podíl zemřelých z příčiny COVID-19 ze všech pozitivně testovaných osob nebo z pacientů hospitalizovaných pro komplikovaný průběh nákazy.

Vztáhneme-li hodnoty ukazatelů k parametrům, které nějakým způsobem determinují jejich hodnotu (testy → počty zachycených nákaz; symptomatický průběh nákazy → nutnost intenzivní léčby; hospitalizovaní pro COVID-19 → úmrtí z příčiny COVID-19, apod.), zásadně zvýšíme informační potenciál měřených dat. Jako příklad uvádíme srovnání regionů ČR v grafech vynášejících počty určitého typu indikovaných testů proti absolutním počtům prokázaných nákaz. Pokud jsou oba parametry vztažené na 100 tisíc obyvatel srovnávaných regionů, slouží takové zobrazení jako velmi komplexní nástroj informující nejen o stupni populační zátěže, ale i o dostatečnosti testové kapacity (graf 2.9).

Graf 2.9: Ukázka srovnání regionů na základě vztahu mezi sedmidenními počty indikovaných testů a sedmidenními počty záchytů nákazy (oba parametry vztaženy na 100 000 osob). Šedé linky označují hranici 10%, 20% a 30% pozitivity, tedy podílu potvrzených případů na počtu provedených testů

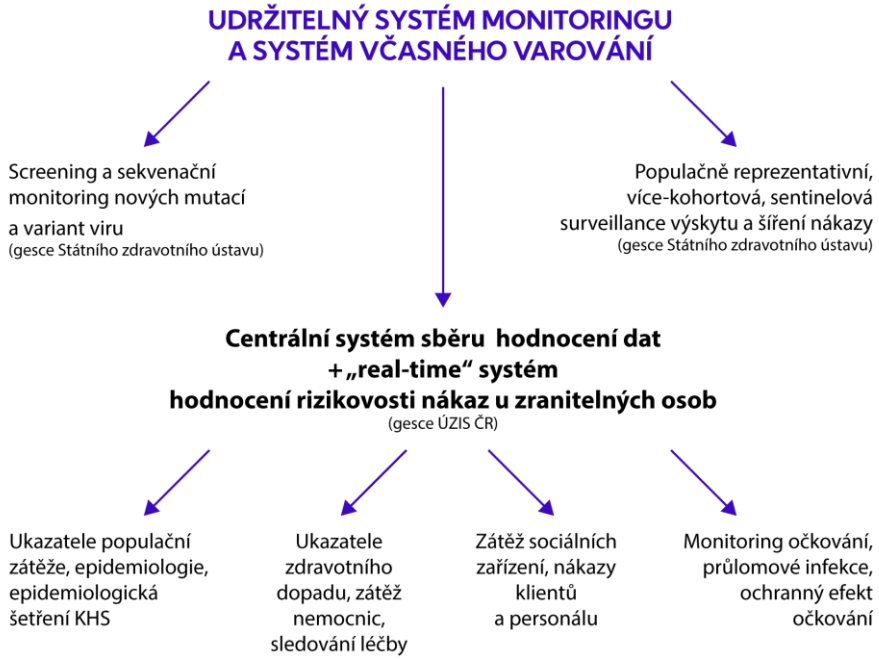


Zdroj: ÚZIS ČR – Informační systém infekčních nemocí

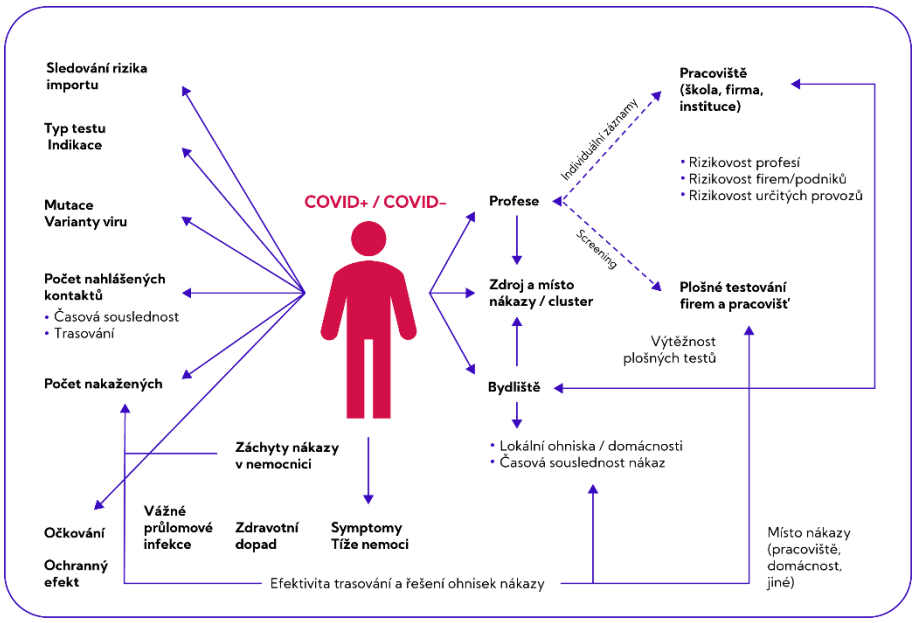
1.8 Správné využívání dat o epidemii začíná již jejich sběrem

Závěr této kapitoly musíme stručně věnovat informačnímu systému, který zajišťuje datový servis ve všech výše popsaných dimenzích. Striktní požadavek na denně dostupná data klade na jejich sběr vysoké nároky, kterým může v reálném čase vyhovět jen velmi robustní systém. V jednom centrálním úložišti se musí sejít data diagnostická, data z epidemiologických šetření a data z dlouhodobého sledování nemocných včetně hospitalizací. Od počátku roku 2021 do systému dále vstoupila vakcinace, jejíž registrace podmiňovala vydávání certifikátů pro občany. Systém tak musí s různou mírou automatizace propojovat všechny diagnostikující laboratoře a poskytovatele zdravotních služeb, odběrná a očkovací místa, segment primární i lůžkové péče a nesmíme zapomenout na krajské hygienické stanice. Informační systémy pro řízení epidemie a strategie sběru dat přitom nezajišťují pouze vlastní sběr a registraci, ve skutečnosti determinují i správné vyhodnocení epidemické situace. Pokud se například nepodaří získat záznamy o všech provedených testech nebo dojde v přenosu dat k časovému prodlení, změní to časovou řadu hlášených pozitivních záchytů nákazy. Tyto výpadky se nevyhnutelně promítnou do hodnot téměř všech populačních ukazatelů, včetně odhadu reprodukčního čísla.

Obrázek 2.6: Schéma hlavních komponent českého informačního systému pro monitoring epidemie COVID-19



Obrázek 2.7: Schéma datové struktury vázané na provedený test a na potvrzený případ nákazy SARS-CoV-2



V ČR tyto funkce zajišťuje Informační systém infekčních nemocí (ISIN), který byl původně navržen jako statistický registr určený pro retrospektivní vkládání údajů o nakažených s infekčními onemocněními. Epidemie COVID-19 si vynutila jeho přepracování tak, aby vyhovoval požadavkům na „real time“ provoz (provoz v reálném čase). Tomu musela být přizpůsobena i architektura a funkčnost obslužných informačních systémů, byla vytvořena řada nových modulů vybavených i funkcemi pro publikaci a sdílení otevřených dat (Komenda a kol., 2020a, 2020b; Jarkovský 2021). ISIN je napojen na Národní zdravotnický informační systém (NZIS) a v epidemiologických hlášeních propojuje všechny poskytovatele pobytových sociálních služeb. Datové služby jsou komunikačním mostem pro všechna lůžková zařízení ČR, zdravotnickou záchrannou službu a jsou také dostupné pro samosprávy od úrovně obcí. Základní strukturu modulů zajišťujících udržitelný monitoring pro systémy včasného varování zobrazuje obrázek 2.6. Všechny sbírané údaje jsou dostupné v propojení na výsledek diagnostického testu nebo na potvrzený případ nákazy. Systém je schopen plnit i řadu

prediktivních funkcí, sledovat četnost reinfekcí, průlomových infekcí a jiných rizikových případů nákazy (viz datová struktura na obrázku 2.7).

Základní funkce českého systému stručně shrnujeme v následujících bodech:

- **Monitoring epidemiologických ukazatelů.** Epidemiologické údaje o výskytu a šíření onemocnění COVID-19 jsou získávány pomocí centrálních modulů systému ISIN propojujících denní hlášení z laboratoří a hygienické služby. Jde o univerzální systém, jehož účelem je získávání informací o výskytu infekčních onemocnění k posouzení vývoje epidemiologické situace na území ČR, ke sledování zdravotního stavu obyvatelstva a k řízení poskytovaní zdravotní péče (systém navazuje na dřívější nástroje EPIDAT a ISPO). Vznikající data jsou využita jak pro popisnou analýzu situace, tak jako jeden ze vstupů do epidemiologických modelů COVID-19 v ČR.
- **Mapování zátěže a kapacit zdravotnického systému.** Pro mapování dostupných lůžkových, technických a personálních kapacit využitelných pro zvládání epidemie COVID-19 disponuje Národní zdravotnický informační systém řadou datových zdrojů v podobě Národního registru poskytovatelů zdravotních služeb (NRPZS: data o poskytovatelích zdravotních služeb a jejich oborech péče), Národního registru zdravotnických pracovníků (NR-ZP: data o zdravotnickém personálu včetně lokalizace a specializací) a výkazů dostupné zdravotnické techniky. Zcela nezastupitelnou úlohu má Národní registr hrazených zdravotních služeb (NRHZS) poskytující počty lůžek, sumy úvazků a počty zdravotnického personálu dle odborností. NRHZS vstupuje i do výpočtů obložnosti intenzivních lůžek na základě dat vykázaného objemu hospitalizační péče.
- **Hodnocení zdravotního dopadu epidemie, řízení kapacit lůžkové péče.** Tyto klíčové funkce zajišťuje sada samostatných, nově vytvořených systémů:
    - **Modul ISIN-klinika** zajišťující přehledy o obsazenosti lůžek a přístrojů nemocnic pacienty s COVID-19. V případě rostoucí úrovně rizika je denní hlášení přepnuto do režimu „real time“ a zatížené oblasti jsou informovány nepřetržitě. Do modulu ISIN-klinika povinně hlásí informace o hospitalizovaných pacientech všichni lůžkoví poskytovatelé zdravotních služeb. Přístup poskytovatelů je zabezpečený a založený na dvoufázové autentifikaci.
    - **On-line dispečink intenzivní péče** propojuje všechny poskytovatele intenzivní lůžkové péče do jednotného informačního systému pro sledování dostupných kapacit, rizika nákazy u zdravotnických pracovníků a pro optimalizaci distribuce pacientů vyžadujících intenzivní péči (Komenda a kol., 2022a).
    - **Modul zpřístupňující data o dostupných kapacitách intenzivní péče pro krajské koordinátory intenzivní péče** umožňuje jejich vzájemnou koordinaci v reálném čase. Krajští koordinátoři mají přístup i k datům o kapacitách systému mezi regiony; systém je tak v koordinaci se ZZS připraven na meziregionální sdílení kapacit a řízení distribuce pacientů.
- **Sledování rizikových charakteristik pacientů, dostupnosti a výsledků léčby.** Hlavním zdrojem dat o komorbiditách pacientů s COVID-19 a jejich historii zdravotní péče, které jsou považovány za důležité pro rizikovou stratifikaci pacientů z pohledu nutnosti hospitalizace a poskytnutí vysoce intenzivní péče, je Národní registr hrazených zdravotních služeb (NRHZS). NRHZS obsahuje data zdravotních pojišťoven včetně kompletních dat o vykázaných diagnózách, procedurách a léčbě; v současnosti jsou data k dispozici v za období 2010–2021, což poskytuje dostatečné časové okno pro popis závažných komorbidit pacientů. V případě vybraných diagnóz jsou využívány i další komponenty NZIS, například Národní onkologický registr (NOR) nebo Národní registr hospitalizovaných (NRHOSP) pro získání komplexního obrazu o rizikových faktorech. Spolu s údaji o volných kapacitách jde o datový zdroj umožňující hodnotit riziko vyčerpání kapacit zdravotního systému a plánovat dostupnost péče pro pacienty ve vážném stavu.

Vedle výše popsaných nástrojů přímo zpřístupňujících data vybraným subjektům zapojeným do řešení epidemie je funkcí centrálního systému postupně rozšiřované publikování otevřených datových sad. Tyto sady jsou odkazovány na veřejně dostupném webovém portálu COVID-19: Přehled aktuální situace v ČR[2] a jsou metodicky připraveny a popsány dle standardních pravidel. Obecně platí, že veškeré otevřené datové sady jsou primárně publikovány v rámci katalogu otevřených dat MZ ČR[3] s cílem zajistit maximální možnou míru standardizace zveřejňovaných dat včetně všech metadatových a formálních atributů. Otevřené datové sady popisující epidemické charakteristiky v souvislosti s COVID-19 jsou dostupné ve formátu CSV (další formáty JSON a JSON min byly s ohledem na technické aspekty uváženy jako nevhodné). Každá otevřená datová sada je evidována v Národním katalogu otevřených dat[4]. Pro účely informování veřejnosti byl vyvinut volně

[2] https://onemocneni-aktualne.mzcr.cz/api/v2/covid-19
[3] https://opendata.mzcr.cz
[4] https://data.gov.cz/datov%C3%A9-sady

dostupný webový portál[5] s cílem poskytnout přehledný reporting nad dostupnými validovanými daty. Analytické výstupy přinášejí necenzurované, 1× denně automatizovaně aktualizované zpravodajství. Na portálu jsou dostupné statistiky za celou ČR i za jednotlivé regiony až na úroveň okresů. Portál rovněž odkazuje otevřené datové sady, které jsou připravovány na úroveň jednotlivých okresů či obcí s rozšířenou působností.

[5] https://onemocneni-aktualne.mzcr.cz/covid-19

Tabulka 2.1: Epidemie SARS-CoV-2: hlavní dimenze hodnocení a jejich vybrané charakteristiky

Virus	Testy Diagnostika	Nakažený jedinec	Nemocný jedinec Léčba	Očkování Imunizace	Populační charakteristiky
• Původ • Varianta, subvarianty, mutace • Nakažlivost (základní reprodukční číslo, R0) • Inkubační doba • Virulence • Riziko zdravotních dopadů • Smrtnost • Rezistence vůči imunizaci	• Typ testu (antigenní, PCR) • Diskriminační PCR • Sekvenace • Sensitivita, specificita, přesnost • Falešná pozitivita • Falešná negativita • Testy dle důvodu (indikované vs. plošné, preventivní) • Relativní pozitivita	• Typ testu • Věk, pohlaví • Profese • Zdroj a místo nákazy • Rizikové kontakty • Reinfekce, průlomová infekce • Symptomy • Průběh nákazy	• Věk, pohlaví • Profese • Zranitelnost • Rizikové faktory • Anamnéza • Symptomy • Tíže průběhu • Reinfekce, průlomová infekce • Farmakoterapie • Lůžková péče • Intenzivní péče • Přežití	• Prodělání nemoci • Stav očkování • Typ vakcín(y) • Doba od imunizace • Hladina protilátek • Ochranný efekt proti nákaze • Ochranný efekt proti těžkému průběhu nemoci	• Odhad incidence • Odhad prevalence • Odhad efektivního reprodukčního čísla (Re) • Sériový interval v šíření nákazy • Typ šíření nákazy (komunitní přenos vs. ohniska) • Mortalita • Nadúmrtí • Nemocnost

Tabulka 2.2: Komentovaný výběr ukazatelů, které by neměly chybět v komplexním zpravodajství o COVID-19

a. Podpůrné ukazatele hodnotící diagnostické a protiepidemické kapacity

Ukazatele sledující stav a výkonnost diagnostiky nákazy, epidemiologická šetření, schopnost systému efektivně kontrolovat šíření nákazy a v neposlední řadě také řídit postup a výsledky očkování populace. Ačkoli pro tyto parametry nejsou většinou určitelné striktní hranice rizika, jde o velmi důležité informace určující kvalitu a spolehlivost odhadu všech dalších ukazatelů epidemie. V určitých situacích (typicky při přípravě na sezónu eskalace respiračních onemocnění) mohou být pro některé z indikátorů nastaveny cílové hodnoty, např. podíl provedených diskriminačních testů PCR, počet sekvenací, cílová proočkovanost určitých populačních skupin apod.

Ukazatel	**Definice, metodické vysvětlení a zdůvodnění**
7denní počet PCR testů / 100 000 osob	Počet realizovaných testů je nezbytné sledovat, neboť významné změny v realizovaném testovém objemu znehodnocují analýzu trendů a snižují informační hodnotu většiny indikátorů. Vedle celkového počtu by měl být sledován počet testů v populaci seniorů a v dalších zranitelných skupinách obyvatel (např. u osob přijímaných k hospitalizaci, u klientů v sociálních zařízeních).
7denní počet klinicky a diagnosticky indikovaných PCR testů / 100 000 osob	Suma testů indikovaných z diagnostických a klinických důvodů za účelem potvrzení nebo vyloučení nákazy COVID-19 za 7 dní přepočtených na 100 000 osob. Jde o velmi cenný indikátor, rostoucí počet a zejména rostoucí relativní pozitivita těchto testů jsou významným ukazatelem rostoucí prevalence nákaz v populaci s následným rizikem pro zátěž nemocnic.
Diskriminační PCR (% z pozitivních) Počet sekvenací (% z pozitivních)	Suma provedených diskriminačních PCR u pozitivních případů / suma pozitivních případů (hodnoceno kumulativně za 7 dní s posunem o 2 kalendářní dny z důvodu 48hodinové lhůty na provedení diskriminačního testu). Požadovaná hodnota je nastavována zejména v době hrozícího šíření nových variant viru. Reprezentativního sledování populace dosahujeme již při hodnotě 30 % a vyšší.
Trasované případy (%)	Suma úspěšně trasovaných pozitivních osob / suma pozitivních za 7 dní. Pro etapy epidemie v roce 2021 byla z rozhodnutí expertů nastavena minimální požadovaná úroveň 80 %. Hranice respektuje fakt, že u určitého podílu případů nelze trasování z objektivních důvodů provést (zdravotní stav, chybějící kontakty, nespolupráce nakaženého).
Trasování: vyřešené případy z pozitivních do 24 h (%)	Suma úspěšně trasovaných pozitivních osob do jednoho dne od pozitivity / suma pozitivních za 7 dní. U rizikových kontaktů nakažených osob jsou dále sledovány epidemiologicky indikované testy.
Trasování: 7denní průměrný počet hlášených kontaktů	Suma počtu kontaktů všech pozitivních úspěšně trasovaných osob / suma úspěšně trasovaných pozitivních osob za 7 dní
Cílové hodnoty proočkovanosti a stav imunizace populace	Významné ukazatele stupně proočkovanosti různých skupin obyvatel (hodnoceno po věkových kategoriích, v rámci zranitelných skupin, regionálně apod.). Stav imunizace hodnotí potenciální riziko vyčerpání ochrany proti nákaze s odstupem času od vakcinace a kvantifikuje velikost populačních skupin s různě silnou imunitní ochranou pro dané období.
Dostupnost a účinnost sledovaných léků	Hlášení poskytovatelů zdravotních služeb umožňující sledovat parametry skladového hospodářství a řídit distribuci vybraných léčiv (monoklonální protilátky, antivirotika). Individuální hlášení o aplikacích léků umožní hodnotit reálnou účinnost terapie, resp. její ochranný efekt.

b. Klíčové ukazatele populačního šíření nákazy, rizika nemocnosti a zdravotního dopadu

Pravidelný reporting o stavu epidemie COVID-19 musí obsahovat jak epidemiologické ukazatele populační zátěže a úrovně šíření nákazy, tak indikátory zdravotních dopadů a rizik. Níže vybrané ukazatele se vzájemně doplňují, žádný z nich nelze označit univerzální v tom smyslu, že by se při hodnocení obešel bez dalších parametrů. Zejména ukazatele populační zátěže jsou závislé na počtu a struktuře realizovaných testů. Týdenní souhrny hodnot lze doplnit i 14denními hodnotami.

Ukazatel	**Definice, metodické vysvětlení a zdůvodnění**
7denní počet nových případů nákazy / 100 000 osob 7denní počet symptomatických případů nákazy / 100 000 osob	Základní epidemiologický ukazatel, jehož hodnota je ale zcela odvislá od aplikované testovací strategie. V absolutních hodnotách by tento ukazatel měl být prezentován vždy současně s údajem o počtu a struktuře realizovaných testů. V průběhu epidemie byly mezinárodně doporučované různé hranice bezpečných hodnot, typicky do 100–200 záchytů na 100 tisíc osob za 7 dní. Počet a podíl symptomatických případů nákazy indikuje narůstající nemocnost v populaci a může indikovat další eskalaci zdravotních rizik. Jde o cenný indikátor, zejména pokud vychází z výsledků indikovaných testů. Oba ukazatele by měly být hodnoceny nejen na celkové populaci, ale i v rámci věkových kategorií obyvatel, ve zranitelných skupinách obyvatel nebo i vybraných profesích (zdravotničtí pracovníci).
7denní odhad efektivního reprodukčního čísla (Re)	Bezrozměrný ukazatel indikující zesilování (Re > 1) nebo pokles (Re < 1) šíření nákazy v populaci. Udává pro daný stav epidemie a přijatých opatření, kolik osob během své infekčnosti průměrně nakazí jeden nakažený člověk. Jde o ukazatel silně závislý na aplikované testovací strategii a také na chování osob v populaci, počtech kontaktů apod. Neměl by být používán bez kontextu vývoje dalších ukazatelů, jako samostatný parametr má omezenou informační hodnotu.
7denní relativní pozitivita indikovaných testů	Tento indikátor je významným ukazatelem prevalenční zátěže populace, rostoucí hodnoty korelují s rostoucím počtem pacientů v těžkém stavu (s časovým odstupem 7–14 dní). V analýzách COVID-19 jsou používány hranice rizika 10, 20 a 30 %, přičemž hodnoty nad 20 % při konstantním růstu v čase jsou již velmi rizikové. Hodnota může být kalkulována pro všechny indikované testy společně (tedy testy z diagnostické a klinické indikace a testy z epidemiologických indikací), nebo odděleně.
7denní počet nových příjmů do nemocnic / 100 000 osob	Standardizovaný ukazatel rostoucí zátěže nemocnic. Hraniční rizikové hodnoty byly nastaveny v souladu s rozhodnutím krajských koordinátorů intenzivní péče a vycházejí ze zkušenosti a ze znalosti kapacit lůžkové péče. Obdobné hranice rizikovosti jsou aplikovány např. v Německu nebo v Rakousku. Hranice 7denního příjmu 5,0 na 100 tisíc osob odpovídá dennímu průměru 75, hranice > 6,5 na 100 tisíc osob denním průměrným příjmům 100 a více nových pacientů.
7denní počet nových příjmů na JIP (včetně překladů) / 100 000 osob	Standardizovaný ukazatel rostoucí zátěže JIP lůžek nemocnic. Hraniční rizikové hodnoty byly nastaveny v souladu s rozhodnutím krajských koordinátorů intenzivní péče a vycházejí ze zkušenosti a ze znalosti kapacit lůžkové péče. Obdobné hranice rizikovosti jsou aplikovány např. v Německu nebo v Rakousku. Hranice 7denního příjmu 2,0 na 100 tisíc osob odpovídá dennímu průměru cca 30, hranice 3,5 na 100 tisíc osob průměrným denním příjmům cca 50 nových pacientů.
Hospitalizovaní celkem k danému dni / 100 000 osob	Celková zátěž lůžkového fondu nemocnic, kde jsou hranice nastaveny na základě znalosti uvolnitelné kapacity. Nastavené hranice odpovídají cca 500, 1000 a 2500 všech pacientů s COVID-19 na lůžku ke dni hodnocení.
Hospitalizovaní na JIP k danému dni / 100 000 osob	Zátěž intenzivní péče nemocnic, kde jsou hranice nastaveny na základě znalosti uvolnitelné kapacity. Nastavené hranice odpovídají cca 100, 200 a 500 pacientů s těžkým průběhem COVID-19 na JIP/ARO ke dni hodnocení.
Počet pacientů na UPV/ECMO k danému dni / 100 000 osob	Zátěž vysoce intenzivní péče nemocnic, kde jsou hranice nastaveny na základě znalosti uvolnitelné kapacity. Nastavené hranice odpovídají cca 50, 100 a 200 pacientů s velmi těžkým průběhem COVID-19 na UPV/ECMO ke dni hodnocení.
Dostupná funkční kapacita JIP (% celkové kapacity) – dle hlášení Národního dispečinku lůžkové péče	Zásadní parametr ukazující podíl kapacity JIP skutečně dostupné a funkční v daném reálném čase. Jde o indikátor velmi časově proměnlivý, jehož hodnoty ovlivňuje i péče o pacienty bez COVID-19, technické problémy, nákaza personálu apod. V ČR nastavené hranice rizika 40 %, > 30 %, > 15 %) vycházejí z rozhodnutí krajských koordinátorů intenzivní péče a ze znalosti kapacit lůžkové péče.
Obložnost JIP pacienty s COVID-19 v % celkové kapacity	Podpůrný parametr ukazující obsazenost celkové kapacity JIP v důsledku COVID-19. Jde o parametr sledovaný ve většině států, přičemž za rizikové hodnoty jsou považovány hranice cca nad 12 až 15 %. Pro ČR by tato hranice znamenala více než 450 pacientů na JIP v daném čase hodnocení.

c. Ukázka nastavení hraničních hodnot ukazatelů pro různé úrovně rizika: příklad nastavení k datu 1. 2. 2022 (fáze dominantního šíření varianty viru omikron)

<table>
<tr><td>Přiřazení rizikových hranic k hodnotám indikátorů</td><td>Jednotlivé indikátory jsou ve svých hodnotách odstupňovány ve čtyřech úrovních dle rizikovosti. Odstupňování není lineární a vychází ze zkušeností podložených reálnými českými daty nebo z mezinárodních doporučení. Hodnocení je komplexní, různé indikátory mohou nezávisle nabývat různých rizikových hodnot a systém musí být posuzován jako celek. Hraniční hodnoty pro různé stupně rizikového vývoje jsou v ČR nastaveny ve shodě se systémy většiny evropských zemí.</td></tr>
<tr><td>Sledování rizikového vývoje a trendů v čase</td><td>U jednotlivých faktorů je sledován konzistentní časový trend směrem k rizikovým hodnotám.
Jde o pokles nebo nárůst hodnot, který je konzistentní a významný v 3–7 po sobě jdoucích dnech. Relativní změny v hodnotách ukazatele umožňují posoudit zesilování růstu či zpomalování poklesu hodnot; za velmi významnou změnu je považován pokles či nárůst 7denních hodnot ukazatele o 20 %.
Hodnoty jednotlivých faktorů jsou odstupňovány ve čtyřech úrovních, které odpovídají různým úrovním rizika. S těmito úrovněmi mohou být asociovány různé scénáře protiepidemických opatření.</td></tr>
<tr><td>Rizikové hodnoty faktorů a nastavené scénáře opatření</td><td>● – Hodnota indikátoru mimo riziko, bez rizikového trendu (kontrolovaný stav).
! < !! – Odstupňovaná rizikovost hodnot odpovídající stupni I a II: jde o rizikové ukazatele sílícího šíření nákazy v populaci, avšak stále s kontrolovatelnými zdravotními dopady.
!!! – Riziková hodnota indikátoru odpovídající eskalaci rizika: rizikový vývoj většinou spojený s prudce rostoucí prevalencí aktivních nákaz v populaci; nastává-li tento stav u indikátorů zdravotního dopadu, narůstá riziko nekontrolovatelné zdravotní zátěže.</td></tr>
<tr><td>Významný růst rizika →
<table><tr><th>POPULAČNÍ UKAZATELE</th><th>●</th><th>!</th><th>!!</th><th>!!!</th></tr><tr><td>7denní počet případů / 100tis. obyv.</td><td>< 50</td><td>50 - 99</td><td>100 - 249</td><td>≥ 250</td></tr><tr><td>7denní počet symptomatických případů / 100 tis. obyv.</td><td>< 25</td><td>25 - 49</td><td>50 - 124</td><td>≥ 125</td></tr><tr><td>7denní hodnota R</td><td><1,00</td><td>1,00–1,19</td><td>1,20–1,39</td><td>≥ 1.40</td></tr><tr><td>7denní relativní pozitivita (Dg+Epi) indikovaných testů</td><td>< 10%</td><td>10%-19%</td><td>20%-29%</td><td>≥ 30%</td></tr><tr><td>7denní počet případů 65+/ 100tis. obyv. 65+</td><td>< 50</td><td>50 - 99</td><td>100 - 249</td><td>≥ 250</td></tr><tr><td>7denní počet symptomatických případů 65+ / 100 tis. obyv.</td><td>< 25</td><td>25 - 49</td><td>50 - 124</td><td>≥ 125</td></tr><tr><td>Relativní pozitivita indikovaných (Dg+Epi) testů 65+</td><td>< 10%</td><td>10%-19%</td><td>20%-29%</td><td>≥ 30%</td></tr></table></td><td>Populační ukazatele šíření nákazy jsou pro období přetrvávající dominance varianty omikron z velké části pouze orientační (zejména celkové počty potvrzených případů slouží pouze pro krátkodobé projekce očekávatelných trendů). Informačně významné jsou relativní a standardizované ukazatele zásahu potenciálně zranitelných skupin.</td></tr>
</table>

Významný růst rizika →

ZDRAVOTNÍ DOPAD COVID-19	●	!	!!	!!!
7denní počet nových příjmů do nemocnic / 100tis. obyv. – léčba COVID-19	< 1,6	1,6 – 4,9	5,0 – 6,4	≥ 6,5
7denní počet nových příjmů na JIP (včetně překladů) / 100tis. obyv.	< 1,0	1,0 – 1,9	2,0 – 3,4	≥ 3,5
Hospitalizovaní celkem k danému dni / 100 tis. obyv. – léčba COVID-19	< 5	5,0 – 9,9	10 – 24	≥ 25
Hospitalizovaní na JIP k danému dni / 100 tis. obyv.	< 1,0	1,0 – 1,9	2,0 – 4,9	≥ 5,0
Počet pacientů na UPV/ECMO k danému dni / 100 tis. obyv.	<0,5	0,5 – 0,9	1,0 – 1,9	≥ 2,0
Dostupná funkční kapacita JIP (% celkové kapacity)	≥ 40%	30% - 39%	16% - 29%	≤ 15%
Obložnost JIP pacienty s COVID-19 v % celkové kapacity	< 5%	5%–10%	10%–20%	> 20%

Ukazatele zdravotního dopadu COVID-19 jsou v období přetrvávající dominance varianty omikron zásadní. Zejména úhrnné týdenní nové příjmy do nemocnic, úhrnné týdenní nové příjmy na JIP a celkový počet pacientů vyžadujících vysoce intenzivní péči na UPV/ECMO jsou zásadními indikátory rostoucí nemocnosti a rizika pro nemocniční systém.

Tabulka 2.3: Ukázka týdenního hodnocení klíčových ukazatelů populačního šíření nákazy a zdravotního dopadu: hodnocení v rámci dvou populačních skupin dle očkování (stav k 26. 2. 2022, fáze dominantního šíření varianty viru omikron)

Parametr	Populace neoočkovaná nebo s nedokončeným očkováním	Populace s dokončeným očkováním s posilující dávkou
7denní počet případů / 100 000 osob v dané populaci	655,8	518,8
7denní počet symptomatických případů / 100 000 osob v dané populaci	416,7	202,3
Relativní pozitivita indikovaných (Dg + Epi) testů	29,3 %	25,5 %
7denní počet případů 65+ / 100 000 osob 65+ v dané populaci	714,5	352,3
Relativní pozitivita indikovaných (Dg + Epi) testů 65+	37,0 %	25,4 %
7denní počet nových příjmů do nemocnic / 100 000 osob v dané populaci	54,1	20,0
7denní počet nových příjmů na JIP (včetně překladů) / 100 000 osob v dané populaci	6,2	1,7
Hospitalizovaní na JIP k danému dni / 100 000 osob v dané populaci	7,4	1,9
Počet pacientů na UPV/ECMO k danému dni / 100 000 osob v dané populaci	2,7	0,4
7denní počet klinicky a diagnosticky indikovaných PCR testů / 100 000 osob v dané populaci	1818,9	1095,6

Zdroj: ÚZIS ČR – Informační systém infekčních nemocí, Dispečink intenzivní péče