



**Analytické poznámky k indikátoru rizika používaného ke stanovení stupně  
protiepidemického systému PES**

6. 12. 2020

Za agenturu MODE research  
Ing. Tomáš Karel, Ph.D.  
[tomas.karel@vse.cz](mailto:tomas.karel@vse.cz)  
[mode.vse.cz](http://mode.vse.cz)



## Popis vstupních proměnných:

---

1. Indikátor - 14denní počet nově pozitivních (na 100 000 obyvatel)
2. Indikátor - 14denní počet nově pozitivních (na 100 000 obyvatel ve věku od 65 let)
3. Indikátor - Zjednodušený výpočet reprodukčního čísla R
4. Indikátor - Průměrná pozitivita testů za posledních 7 dní

Analýza byla provedena na datovém souboru dodaném zadavatelem (počet testů, počet pozitivních testů, počet pozitivních testů ve věkové kategorii +65, podíl pozitivních testů, odhad čísla R, v období 22. 10. až 24. 11. 2020). Vzhledem ke krátkosti časových řad, které pokrývají pouze část průběhu epidemie (pozvolný pokles při platnosti protiepidemických opatření), je nutné některé závěry interpretovat s jistou mírou opatrnosti. Podklad nepřináší ucelenou a systematickou analýzu indexu rizika, pouze komentuje jeho vybrané a potenciálně problematické vlastnosti. Text obsahuje výhradně závěry, míra analytického detailu je omezena na nutné minimum.

## Názor agentury MODE research:

---

**Index rizika může pomoci zlepšit informovanost ohledně aktuálního epidemického stavu, neměl by však být chápán jako prostředek řešení epidemické situace. Nesprávná interpretace jeho vývoje v čase a vlastnosti vyplývající z konstrukce indexu mohou mít za následek dlouhodobé a závažné ekonomické dopady.**

Index rizika a na něj navázaná protiepidemická opatření mohou dokumentovat současný stav, ale neměly by být chápány jako nástroj řešení krize (jak někdy bývá tento nástroj vnímán a prezentován). Předpoklad, že epidemie náhle sama zcela vymizí, se zatím nejeví jako příliš reálný. Výrazně pravděpodobnějším scénářem se v současnosti zdá být oscilace mezi mírným uvolněním a opětovným zpřísněním protiepidemických opatření. Tento stav bude zřejmě setrvalý, dokud nebudou realizována opatření, která mohou přinést skutečnou změnu (vakcinace, masivní testování...). Konstrukce obdobných rizikových indikátorů a protiepidemických systémů by proto zřejmě neměla být hlavní strategií pro řešení epidemické situace a největší pozornost – včetně mediální a akademické – by se měla upřít na hledání kroků, které mohou epidemii pomoci ukončit. Každý návrh protiepidemické strategie s významnými dopady na makroekonomické úrovni by měl projít dostatečným recenzním řízením a širokou odbornou debatou.

## Výstup:

---

**Index rizika může vykazovat skokové nárůsty i poklesy, což významným způsobem znesnadňuje interpretaci jeho hodnot i ekonomické rozhodování.**

Konstrukce indexu rizika je založena na nespojitém („schodovitém“) převodu vstupních indikátorů na body. S tím může být spojeno několik problémů. V první řadě lze tímto způsobem obtížně zachytit změny ve vývoji epidemické situace v případě nízkých či vysokých hodnot vstupních indikátorů.

Pokud by například aktuálními hodnotám některého ze vstupních indikátorů již odpovídal nejvyšší možný počet bodů, jeho další zhoršování by se už do indexu rizika nijak nepromítlo (navíc při pozvolném nárůstu počtu nově pozitivních případů, kdy se ukazatel č. 3 – odhad reprodukčního čísla  $R$  – bude pohybovat poblíž jedné, nemůže index rizika nikdy dosáhnout svého teoretického maxima, viz také níže provedené simulace).

Za druhé, nespojitý převod indikátorů často povede k výrazné skokové změně v hodnotách indexu rizika. Toto chování vyplývá z **vysoké míry závislosti mezi vstupními indikátory**. Prahové hodnoty budou vlivem korelace s vysokou pravděpodobností překračovány (nebo naopak „podkračovány“) u více indikátorů současně nebo v řádu několika málo dnů, což způsobí vysokou změnu hodnoty indexu. V praxi tak index bude dosahovat omezený počet hodnot s výrazně nespojitým průběhem v čase.

Vývoj indikátoru rizika nemusí z těchto důvodů pro veřejnost představovat optimální vodítko, na jehož základě lze provádět ekonomická rozhodnutí. Vývoj ve skocích může maskovat posuny ve skutečné míře rizika v posledním období a pro běžné občany znesnadňuje budoucí výhled rizik. Otázkou také zůstává, nakolik může takto pojatý index umožňovat úspěšnou predikci počtu hospitalizovaných osob ve vážném stavu. Autorům tohoto textu není známo, že by predikční schopnost současného indexu rizika byla formálně zdokumentována, nebo že by prošla oponentským řízením s veřejně dostupným závěrem.

### **Index kombinuje různé transformace dat, které mohou nést rozdílnou informaci**

Konstrukce vstupních indikátorů využívá různou míru vyhlazení krátkodobých šumů (sedmidenní úhrny či průměry versus 14 denní průměry), což ovlivňuje jejich krátkodobé chování. Přestože dlouhodobý a střednědobý vývoj tím není v zásadě poznamenán, v krátkém období mohou nést vstupní indikátory rozdílnou, resp. protichůdnou informaci. To následně může ovlivnit krátkodobé chování indexu rizika a při schodovitém převodu hodnot na body způsobovat jeho nezamýšlenou krátkodobou variabilitu. Z hlediska filtrace časových řad (tj. z hlediska minimalizace krátkodobých šumů) neexistuje pro rozdílné vyhlazování vstupních indikátorů věcný důvod.

Sporné může být rovněž rozhodnutí kombinovat dohromady stavové (1., 2. a 4. Indikátor) a růstové veličiny (3. indikátor). Byť z věcného hlediska má smysl sledovat jak celkový počet nově pozitivních testů, tak jeho růst (3. indikátor je de facto velmi hrubá míra pro první derivaci 1. indikátoru), je otázkou, nakolik dává smysl kombinovat tyto informace do jediného souhrnného indexu a jakou vypovídající hodnotu výsledný indikátor má. Je zřejmé, že růstové veličiny mají zcela jiný vývoj a interpretaci než původní veličiny, ze kterých je růst počítán – např. hodnota 3. indikátoru kolem jedné může být konzistentní s velmi odlišnými epidemickými situacemi. V mnoha scénářích navíc indikátor zřejmě kolem jedné skutečně oscilovat bude, což při nespojitém převodu indikátoru na body bude způsobovat časté kolísání indexu rizika, případně dokonce kolísání mezi dvěma stupni systému PES.

*Pozn. k 3. indikátoru ještě přidáváme komentář od kolegy z našeho týmu, který byl publikován na serveru Idnes (některé věcné závěry z tohoto článku jsou níže potvrzeny provedenými simulacemi).*

*Ukazatel č. 3 je tzv. „zjednodušený odhad reprodukčního čísla“. Reprodukční číslo  $R$  neznáme, protože nikdy nebudeme (mj.) „znát“ všechny nakažené. Velmi komplikovaným způsobem lze vypočítat jeho odhad. Do výpočtu indexu rizika, kterým se řídí PES, ovšem vstupuje ještě něco jiného: „zjednodušený odhad reprodukčního čísla“. Ten se počítá z počtu zjištěných případů nákazy (počtu pozitivních testů) v posledních 12 a není důvod jeho hodnotu interpretovat způsobem, jak lze interpretovat (neznámé) reprodukční číslo  $R$ . I tento údaj je dramaticky ovlivněn počtem prováděných testů, a má i další nepříjemné matematické vlastnosti. Například při nízkých počtech potvrzených případů by „stačilo“ zvýšit počet prováděných testů a „zjednodušený odhad reprodukčního čísla“ se snadno dostane na velmi vysoké hodnoty (2 nebo více, za které se do indexu rizika přičítá 30 bodů). Navíc i při dlouhodobě nízkých počtech potvrzených případů bude tento ukazatel kolísat okolo hodnoty 1, takže do indexu rizika by se (i při dlouhodobě naprosto minimálním rozšíření nákazy) neustále přičítalo 5 nebo 10 bodů. Kvůli tomuto ukazateli je proto při současném způsobu výpočtu indexu rizika „snadné“ sestoupit např. ze stupně 5 na stupeň 4 či na stupeň 3, ale „velmi obtížné“ je sestoupit ještě dále. Pokles do stupně opatření č. 1 je pak matematicky téměř nemožný.*

*Zdroj: [https://www.idnes.cz/technet/veda/treti-vlna-vakcina-cislo.A201202\\_142021\\_veda\\_mla](https://www.idnes.cz/technet/veda/treti-vlna-vakcina-cislo.A201202_142021_veda_mla)*

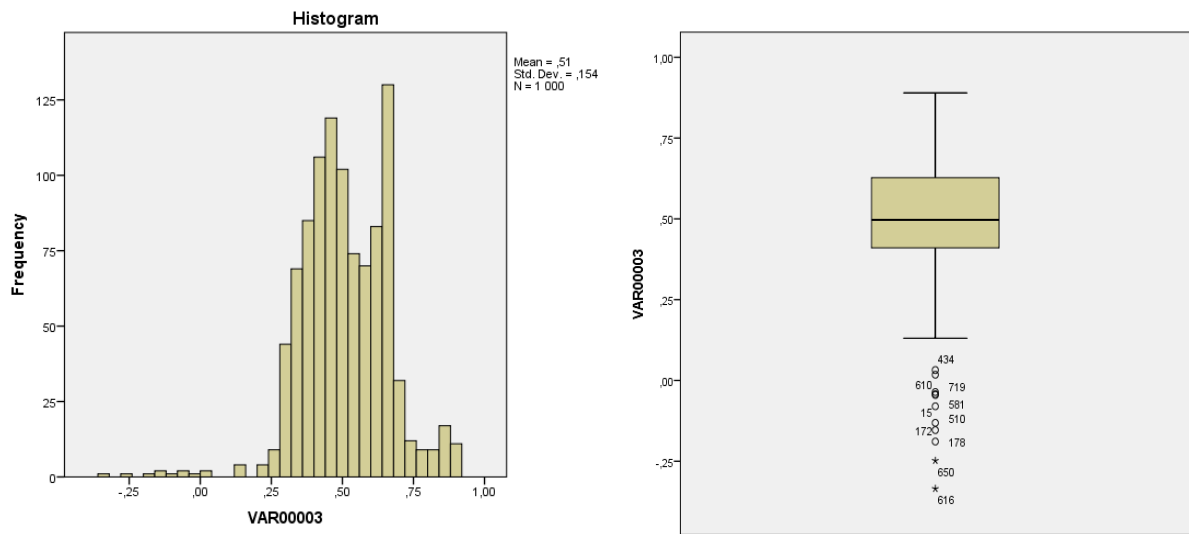
**Simulace poukazují na vysokou míru závislosti mezi počtem provedených testů a hodnotou indexu rizika. Ten proto není robustní vůči změně testovací strategie.**

Je zřejmé, že první tři vstupní indikátory budou citlivé na absolutní počet provedených testů nebo na změnu počtu testů v jednotlivých týdnech/měsících. Pro formální potvrzení této vlastnosti a kvantifikaci skutečných dopadů na index rizika byla provedena simulace 1000 různých potenciálních scénářů vývoje počtu provedených testů v období od 24. 11. 2020 do 10. 1. 2021. Pro každou simulaci byla zjištěna míra závislosti mezi počtem provedených testů (průměr za posledních 7 dní - z důvodu eliminace výkyvů v rámci týdne) a hodnotami indexu rizika během simulovaného období (byl předpokládán fixní podíl pozitivních testů, který byl nastaven na poslední hodnotu sedmidenního průměru platného dne 24. 11., tj. 22,6 %).<sup>1</sup> Velikost korelace napříč simulacemi dosáhla mediánovou hodnotu 0,51 s 90% intervalem (0,31 až 0,75). Simulace zároveň potvrdily, že indikátor rizika pro mnoho realistických scénářů nemůže dosáhnout svých maximálních hodnot a trvale se pohybuje i přes podstatný nárůst nově pozitivních testů kolem hodnoty 80 bodů.<sup>2</sup> Variabilitu hodnot korelačního koeficientu mezi počtem provedených testů a indexem rizika napříč simulovanými scénáři zachycuje Obr. 1 (histogram a box-plot).

<sup>1</sup> Předpokládáme, že v případě záměrného navýšení počtu testů by nebyla zachována silná korelace mezi počtem testů a podílem pozitivních testů. Naopak podíl pozitivních testů by zůstal zhruba konstantní, případně by se mohl i snížit. V případě záměrného snížení počtu testů by mohl podíl narůst, ale od tohoto je v simulaci abstrahováno.

<sup>2</sup> Je tomu tak proto, že mnoho náhodně generovaných scénářů předpokládalo pozvolnou změnu počtu provedených testů, které většinou vedly k odhadované hodnotě  $R$  poblíž jedné, což po převodu na body implikovalo nízký příspěvek indikátoru k hodnotě indexu. Odhadované  $R$  zpravidla zvýší hodnotu indexu rizika pouze jednorázově a dále již do něj nijak nepřispívá. V případě, že by tato vlastnost neplatila a index rizika by dále stoupal, byla by síla vzájemné korelace mezi indexem rizika a počtem provedených testů ještě citelně vyšší.

Obr. 1: Velikost korelace mezi počtem provedených testů a hodnotou indexu rizika – simulace scénářů



Z výše uvedených simulací vyplývá, že změna testovací strategie (např. výrazné navýšení testů) zpravidla významně ovlivní celkový vývoj indexu rizika. Nízká robustnost vůči obdobným zásahům potenciálně komplikuje věcnou srovnatelnost indexu v čase a dále znesnadňuje jeho využitelnost pro predikční cvičení (absence robustnosti narušuje strukturální stabilitu predikčního modelu).