



*IDEA anti COVID-19 # 5*

---

# Testování na Covid-19: pozor na více škod než užitku<sup>1</sup>

BŘEZEN 2020

Jan Kulveit,<sup>2</sup> Jakub Steiner<sup>3</sup>

---

## Laické shrnutí

- Testů na Covid-19, obzvláště těch přesnějších z nich, tzv. PCR testů, je omezený počet. Proto se musí aplikovat co nejefektivněji, pokud jde o cílovou skupinu testovaných. Efektivnost užití testů totiž nevyjadřuje pouze počet odhalených nakažených, ale také potenciální schopnost testované osoby nákazu dále šířit, čemuž pak lze díky výsledku testování bránit. Algoritmy přidělující nedostatkové covid testy proto musí vycházet spíše ze společenského než osobního přínosu testu. Testy by proto měly být používány přednostně u těch osob, u kterých je společenský přínos testování nejvyšší.
- Společenský přínos testování určité osoby se odvíjí zejména od apriorní pravděpodobnosti (hrubého odhadu) nakažení této osoby na základě informací o místech pobytu a způsobu života dané osoby. Druhé významné kritérium je epidemiologický význam osoby. Ten vyjadřuje, nakolik zkoumaná osoba přichází a bude případně přicházet do styku s jinými ohroženými lidmi. To lze opět zjistit rozhovorem s danou osobou a případně šetřením v místě pobytu osoby.

---

<sup>1</sup> Tato studie reprezentuje pouze názor autorů a nikoli oficiální stanovisko Národohospodářského ústavu AV ČR, v. v. i. či Centra pro ekonomický výzkum a doktorské studium UK v Praze (CERGE). Poděkování za užitečné připomínky k pracovní verzi textu patří Pavlu Boguskému, Petru Chytilovi, Marku Kapičkoví a Danielu Münichovi. Veškeré případné nepřesnosti a chyby však jdou na vrub autorů. Studie byla vydána i díky podpoře Akademie věd České republiky v rámci programu Strategie AV21.

<sup>2</sup> Oxfordská univerzita, jk@ks.cz

<sup>3</sup> CERGE-EI a Curyšská univerzita, jakub.steiner@cerge-ei.cz

- Byť je odhad společenského přínosu testování osoby založen na nepřesných a nekompletních datech, je na něm založený algoritmus přidělování nedostatkových PCR testů společensky efektivnějších, než je plošné testování osob na základě pouhého podezření na nakažení Covid-19. Vysoký společenský přínos testu má odhalení nákazy u osob s mnoha společenskými interakcemi ještě v bezpříznakové fázi nemoci; tj. u tzv. super přenašečů.
- Při vyhodnocování výsledku jakéhokoliv testu je nutno brát v potaz, že žádný test není zcela přesný (spolehlivý). Byť jsou PCR testy v laboratorních podmínkách vysoce přesné, k chybám může docházet při odběrech vzorků v terénu, například špatně setřeným vzorkem. Interpretace výsledku testu je potom citlivá na apriorní pravděpodobnost nakažení dané osoby. Ta může být nízká i v případě pozitivního výsledku testu, protože testy nejsou zcela spolehlivé.
- Použití testů není vhodné v situacích, kdy výsledek testu stejně nezmění rozhodnutí hygienika o dalším postupu. Pokud hygienik předem ví, že své rozhodnutí nezmění ani v případě pro něj překvapivého výsledku testu, tak nemá člověka nechat testovat a mařit tak relativně vzácný testovací instrument.
- Testování může na straně obyvatel vytvářet nežádoucí motivace, které šíření nemoci usnadňuje. Například, když budou testovány jen osoby s vysokou apriorní pravděpodobností nakažení, budou lidé apriorní pravděpodobnost vlastního nakažení zveličovat ve snaze domoci se otestování. Proto například v počátcích epidemie Covid-19 někteří Češi se zájmem o test hygienikům lživě tvrdili, že byli v Itálii. Po připuštění k testování pak v testovacích zařízeních zbytečně riskovali vlastní nákazu. Vážné komplikace může způsobit společenská stigmatizace nákazy Covid-19. Nakažené totiž motivuje k zamlčování symptomů nákazy a vyhýbání se testování. Je proto možná vhodné algoritmus výběru osob k testování nezveřejňovat a stigmatizaci nákazy Covid-19 intenzivně a systematicky předcházet informačními kampaněmi v médiích a osvětou.
- Algoritmus testování nákazy Covid-19 a jeho soustavná adaptace na měnící se stav epidemie, na vyvíjející se technologie trasování, i na pokrok poznání nemoci, bude stěžejní pro boj s epidemií. Nastavení tohoto algoritmu je mezioborový problém vyžadující vstupy epidemiologů, biochemiků, a dalších. Jakožto ekonomové, věříme v naši relevanci, neboť testování nákazy Covid-19 je klasickým problémem alokace vzácných statků. Následující stať o ekonomii testování jsme připravili jako vstup do mezioborové diskuse s vědomím naší nedostatečné znalosti jiných oborů.

## Individuální a společenský přínos informací z otestování

Moderní ekonomické modely pracují s propracovanou teorií informací. Ta je užitečným vodítkem i pro testování nemocí jako je Covid-19. Hlavní teoretickou myšlenkou je, že test, v našem případě na Covid-19, vytváří ekonomickou hodnotu, neboť napomáhá správnému rozhodnutí. Rozlišuje se mezi **společenským** a **individuálním** přínosem informace získané testováním:

- **Individuální přínos** testování na Covid-19 představuje přínos pro testovanou osobu a je pro většinu z nás poměrně nízký. Na tuto nemoc totiž zatím není lék. Otestovaná osoba tak výsledek testu využije zejména k rozhodnutí, zda svou izolací ochrání své blízké.
- **Společenský přínos** testování na Covid-19 představuje přínos pro společnost jako celek a je nepoměrně vyšší než přínos individuální. Společnost zastoupená hygienikem totiž může výsledek testu využít při epidemiologickém rozhodování. Například v případě pozitivního výsledku může vyšetřit kontakty nakažené osoby, uvalit karanténu apod.

Testování má i řadu dalších účelů zde nediskutovaných, například plánování a management léčby v nemocnici. Ty mohou být důležité zejména v případech, kdy je nutná intenzivní lékařská péče.

Algoritmy přidělující nedostatkové Covid-19 testy musí vycházet spíše ze společenského přínosu testu. Osob – kandidátů na otestování – je zpravidla řádově mnohem více, než je k dispozici přesných testů na Covid-19, tzv. „testů PCR“.<sup>4</sup> Testy by proto měly být použity přednostně na testování těch osob, u kterých je společenský přínos testování nejvyšší. Ten se u konkrétní osoby odvíjí zejména od:

- (i) **apriorní pravděpodobnosti** nakažení zkoumané osoby covid-19, a od jejího
- (ii) **epidemiologického významu.**

---

<sup>4</sup> Testy PCR zkoumají přítomnost RNA viru ve vzorku.

V praxi lze obě kritéria zhruba kvantifikovat na základě pohovoru s danou osobou. Hygienik nebo asistent hygienika z call centra zjistí<sup>5</sup> intenzitu kontaktu zkoumané osoby s již identifikovanými nakaženými a přidělí osobě skóre *apriorní pravděpodobnosti*. To je vysoké například při intenzivním kontaktu s nakaženou osobou v domácnosti a nízké při krátkém kontaktu v hromadné dopravě. Podobně lze stanovit skóre *epidemiologického významu* místním šetřením. Např. přichází-li zkoumaná osoba do styku s mnoha jinými lidmi, jako je tomu např. u zdravotníků, řidičů veřejné dopravy, či přichází-li do styku s ohroženou populací, jako je tomu u zaměstnanců domovů seniorů, pak taková osoba má vysoké skóre epidemiologického významu. Naopak osoba s malým počtem sociálních kontaktů žijící v samostatné domácnosti bude mít skóre výrazně nižší.

Společenský přínos informace získané otestováním zkoumané osoby pak roste s oběma skóre. V praxi lze použít algoritmu, kdy se obě skóre jednoduše vynásobí. Pokud výsledný součin přesáhne určitý práh, je teprve rozhodnuto, aby byla osoba nedostatkovým PCR testem na Covid-19 otestována. Byť je takový odhad společenského přínosu testování jedné osoby založen na nepřesných a nekompletních datech, lze se domnívat, že takovýto algoritmus přidělování nedostatkových PCR testů je efektivnější, než jejich plošné přidělování osobám na základě pouhého podezření na Covid-19, či pouze na základě symptomů nemoci.

Pokud by veřejným zájmem byla pouhá maximalizace počtu odhalených nakažených nálezů Covid-19, stačilo by testování soustředit na osoby s příznaky. Takový přístup však pomíjí epidemiologický potenciál zkoumaných osob. Výše popsané algoritmy naopak usilují o co nejvyšší odhalený přenašečský potenciál. Tímto přístupem se tedy testují i bezpříznakové osoby, ač je u nich pravděpodobnost nákazy menší, než u osob příznakových. Během bezpříznakové fáze je totiž epidemiologický potenciál osob obzvláště vysoký. Cílem algoritmu je zachytit i tzv. super přenašeče.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Zdrojem informací mohou být také data o pohybu osob z mobilních telefonní sítě.

<sup>6</sup> Epidemiologie mluví o tzv. pravidlu "80/20", kdy přibližně 20 % nakažených jedinců způsobí 80 % šíření nemoci.

## Musíme počítat s nespolehlivostí testů

Při vyhodnocování výsledku jakéhokoliv testu je nutno brát v potaz, že žádné testy nejsou zcela přesné (spolehlivé). Rozlišuje se tzv.:

- **Falešně pozitivní chyba**, k níž dojde, když test nesprávně označí zdravou osobu za nakaženou.
- **Falešně negativní chyba**, k níž dojde, když je nemocná osoba označena za zdravou.

Pravděpodobnosti těchto chyb jsou v terénní praxi vyšší než v laboratoři. PCR testy jsou sice v laboratorních podmínkách vysoce přesné, ale k chybám dochází při odběrech vzorků v terénu. I jinak přesné PCR testy tak mohou v praxi vykazovat poměrně vysokou pravděpodobnost falešné negativity.

Vyhodnocení testu se provádí pomocí obecného tzv. *Bayesova* pravidla.<sup>7</sup> To bere v potaz nejen laboratorní přesnost testu, ale i apriorní pravděpodobnost, že je zkoumaná osoba nakažená. Pokud je použitý test nepřesný, což platí zejména u tzv. rychlotestů, je vyhodnocení testu vysoce citlivé na apriorní pravděpodobnost nákazy.

Zásadní význam apriorní pravděpodobnosti nakažení osoby je ilustrován v následující tabulce. V ní uvedené apriorní pravděpodobnosti tří osob A, B, C jsou smyšlené, protože v praxi se tyto mění s vývojem epidemie. Čísla potom vyjadřují pravděpodobnosti, že je zkoumaná osoba nakažena, v závislosti na výsledku testu a na apriorní pravděpodobnosti jejího nakažení. Výpočet podle *Bayesova* pravidla je proveden pro Covid-19 rychlotest, u kterého je na základě laboratorního ověřování výrobcem uvedeno, že nakaženého i zdravého určí s pravděpodobností<sup>8</sup> 90 %.

---

<sup>7</sup> Viz wikipedie [https://cs.wikipedia.org/wiki/Bayesova\\_v%C4%9Bta](https://cs.wikipedia.org/wiki/Bayesova_v%C4%9Bta)

<sup>8</sup> Těmto dvěma parametřům se odborně říká *sensitivita* a *specifická*.

**Tabulka: Příklad testování tří osob s různou apriorní pravděpodobností nakažení, kde se přínosy testem získaných informací výrazně liší**

<b>Epidemiologický typ osoby</b>	<b>Apriorní pravděpodobnost nakažení osoby</b>	<b>Pravděpodobnost, že je osoba s pozitivním výsledkem testu ve skutečnosti nemocná</b>	<b>Pravděpodobnost, že je osoba s negativním výsledkem testu ve skutečnosti nemocná</b>
<b>A:</b> Náhodný obyvatel České republiky	0,01 %	0,09 %	0,001 %
<b>B:</b> Osoba žijící v domácnosti s nakaženým	70 %	95 %	21 %
<b>C:</b> Náhodný obyvatel Prahy	0,1 %	0,9 %	0,01 %

Pokud je test aplikován na nevhodnou osobu, žádnou přínosnou informaci nepřináší. Například testování málo přesným rychlotestem je více méně zbytečné v případě náhodně vybraného obyvatele České republiky (osoba **A**). Protože je použitý test poměrně nepřesný, bude nákaza nepravděpodobná i v případě pozitivního výsledku testu. V obou případech, jak u pozitivního, tak u negativního výsledku testu, nebudou proto na otestovanou osobu stejně uvalena žádná karanténní omezení. K takovému závěru se však dalo dojít i bez testování, a v případě osoby **A** tak byl test v podstatě promrhán.

Zbytečná bude aplikace testu i na osobu **B** žijící v domácnosti s nakaženým, pokud hygienik test aplikoval během řízení o uvalení karantény. Pravděpodobnost nakažení osoby **B** na úrovni 21 % po negativním výsledku testu je totiž sama o sobě dostatečně vysoká na to, aby na ní byla karanténa uvalena preventivně (což zde ilustrativně předpokládáme). Karanténu tedy bylo možno uvalit i bez testování. Tudíž i zde by testování rychlotestem bylo zbytečné.

Platí jednoduché pravidlo:

***Pokud hygienik předem ví, že své rozhodnutí nezmění ani po pro něj překvapivém výsledku testu, tak nemá osobu testovat a zmařit tak relativně vzácný testovací instrument.***

Smysl má použití méně přesného rychlotestu v případě náhodného obyvatele Prahy (osoba C) například tehdy, pokud hygienická strategie po pozitivním výsledku takového testu velí pokračovat testováním přesnějším a vzácnějším PCR testem.

Hodnotu informace získanou aplikací testu je nutno porovnat s náklady testování. Tím nejméně relevantním nákladem je nominální cena testu; ta je ve srovnání se společenskou hodnotou testování malá. Důležitým nákladem testování je nebezpečí, že bude testovaná osoba v průběhu procedury nechtěně nakažena. Tento náklad je větší u osob, u kterých je nakažení apriori před počátkem testování nepravděpodobné než u osob, které jsou nakaženy již před testováním s apriorně vysokou pravděpodobností. Posledním nákladem je tzv. *náklad obětované příležitosti*.<sup>9</sup> Každý použitý test již totiž nebude použit na jinou osobu. V situaci, kdy je testů nedostatek, je tento typ nákladu zásadní.

## **Testování může být dvousečné**

Kromě zřejmých přínosů může testování vytvářet i nežádoucí motivace, které v konečném důsledku mohou k šíření nemoci přispět. Například, když budou testovány jen osoby s vysokou apriorní pravděpodobností nakažení, budou lidé ve snaze domoci se otestování své riziko nakažení zveličovat. Takže třeba v počátcích epidemie Covid-19 někteří Češi se zájmem o test hygienikům lživě tvrdili, že byli v Itálii. Po připuštění k testování pak v testovacích zařízeních zbytečně riskovali vlastní nákazu.

---

<sup>9</sup> Anglicky „*opportunity cost*”.

Ještě závažnější komplikace mohou nastat, bude-li nákaza Covid-19 společensky stigmatizována.<sup>10</sup> Nakažené by to totiž motivovalo k zamlčování symptomů nákazy a vyhýbání se testování. Z těchto strategických důvodů je vhodné algoritmus výběru osob k testování nezveřejňovat a stigmatizaci nákazy Covid-19 intenzivně a systematicky předcházet informačními kampaněmi v médiích a osvětou.

---

<sup>10</sup> Anekdotické důkazy svědčí o společenské ostrakizaci vyléčených z nákazy Covid-19 v Číně. Například, svědectví o své nemoci byli vyléčení ochotní do médií poskytnout pouze anonymně.