



UNIVERZITA
KARLOVA

Vzdělávání **21**

Rizikovost školního prostředí pro šíření covidu-19

Sekundární analýza dat dostupných ke konci roku 2020

13. 2. 2021

Připravil:

doc. Mgr. Cyril Brom, Ph.D., Matematicko-fyzikální fakulta UK

Odborní konzultanti:

PhDr. Ondřej Andrys, MAE, MBA, MPA, Česká školní inspekce

Mgr. Tomáš Diviák, Ph.D., University of Manchester, Centrum pro modelování biologických a společenských procesů

Mgr. Jakub Drbohlav, Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy

prof. Ing. Jaroslav Hrabák, Ph.D., Lékařská fakulta UK v Plzni

prof. RNDr. Jan Konvalinka, CSc., Přírodovědecká fakulta UK, Ústav organické chemie a biochemie AV ČR

Mgr. Jan Kulveit, Ph.D., Future of Humanity Institute, Oxford University

MUDr. Petr Smejkal, IKEM

doc. Mgr. Martin Spousta, Ph.D., Matematicko-fyzikální fakulta UK

prof. PaedDr. Radka Wildová, CSc., Pedagogická fakulta UK

prof. MUDr. Tomáš Zima, DrSc., MBA, rektor UK

Členové think-tanku Vzdělávání21

1 Shrnutí

1.1 Úvodem

Předložený text navazuje na dokument „Vzdělávání na základních a středních školách v kontextu pandemie COVID-19 – Reflexe zkušeností a vybraná doporučení“¹, který připravil think-tank Vzdelávání21 a který byl zveřejněn 19. října 2020. Nyní pokračujeme analýzami, jež se zaměřují na otázku, **do jaké míry se SARS-CoV-2 šíří v mateřských, základních a středních školách** (dále také jen školy), zejména mezi dětmi a mládeží ve věku **3–19 let**. Zkoumáme, jak se vědecké poznatky o této problematice proměnily od září 2020, kdy jsme je stručně zmapovali v předchozí práci a kdy začal v mnoha zemích školní rok.

Oproti jiným textům na podobné téma (např. [ECDC]) se předložený dokument více věnuje situaci v ČR a snaží se porovnat vědecké poznatky pracující s daty z první vlny s novějšími vědeckými pracemi. Situace z jara totiž nelze v mnoha případech zobecnit na situaci v druhé polovině roku 2020.

Dokument nepracuje jen s daty z ČR, ale **zejména s pracemi popisujícími situaci v jiných zemích**, protože česká data jsou značně omezená. Pokud není v textu uvedeno, na kterou zemi se to či ono tvrzení vztahuje, rozumí se tím „obecná platnost“.

Dokument pracuje se situací **do konce roku 2020** a žádným způsobem **nezohledňuje možné dopady „britské“ mutace SARS-CoV-2**.

Dokument nejprve shrnuje klíčové body a doporučení (Sekce 1). Poté rozebírá situaci v ČR od září do prosince 2020 (Sekce 2) a shrnuje hlavní výsledky relevantních zahraničních studií (Sekce 3). Zahraniční práce jsou podrobněji rozebrány v Příloze A. Reference na citované práce jsou přiloženy v Příloze B.

1.2 Co se vědělo v září 2020

- Průběh onemocnění covidem-19 u dětí a mládeže² je obecně mírnější než u dospělých, výrazně nižší je jejich hospitalizace i mortalita; určitou výjimku tvoří děti do 1 roku věku.
- Děti, zejména věková skupina do 10 let, mají častěji než dospělí asymptomatický (bezpříznakový) průběh nákazy SARS-CoV-2, i když není jasné, o kolik častěji.
- Virová nálož v nosohltanu nakažených dětí se výrazně neliší od virové nálože u dospělých, to se týká i asymptomatických a presymptomatických dětí³.
- Na jaře:
 - bylo relativně méně prokázaných nákaz mezi dětmi do 10 let než mezi adolescenty ve věku 11–18 let a méně mezi adolescenty než mezi dospělými;
 - data naznačovala, že v domácnostech primárně šířili nákazu dospělí; avšak to mohla být jen „špička ledovce“, podstatná část případů vůbec nemusela vstoupit do statistik;

¹ <https://vzdelavani21.cz/V21-21.html?news=10969&locale=cz> (Cit. 25. 1. 2021)

² V tomto dokumentu používáme pojmy „dětí“, případně „dětí a mládež“ nebo „dětí a adolescenti“ ve volné vazbě na citovanou mezinárodní literaturu, nikoli na terminologii zákona č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon), ve znění pozdějších předpisů. V zahraniční literatuře, s níž zde pracujeme, je pojem „dětí“ (children) používán vesměs pro věkovou skupinu do cca 9–12 let, někdy až do 17–20 let. Pojem „mládež“ nebo „adolescenti“ (adolescents, teenagers), pokud je používán, je obvykle vztažen na skupinu od cca 11 do 17–20 let.

³ Pojem presymptomatický se používá, když dotyčná osoba zatím příznaky onemocnění nemá, ale je již virem nakažena a příznaky se u ní během pár dní rozvinou.

- byly zdokumentovány jednotlivé případy, kdy děti šířily nákazu jak mezi dětmi, tak mezi dospělými, včetně několika málo případů velkého rozšíření nákazy ve škole (včetně škol mateřských); nebyla jasná četnost těchto případů;
- obecně panovala představa, že zejména děti do 10 let šíří nákazu méně než dospělí; nebylo ale jasné, o kolik méně;
- panovala představa, že děti mohou být obecně méně vnímavé k nákaze SARS-CoV-2.
- Zavření škol⁴ pro prezenční výuku má vícero negativních dopadů na děti a mládež jak z hlediska vzdělávání, tak z hlediska sociálně-emočního.

Podrobnější shrnutí viz například předchozí zpráva think-tanku Vzdělávání²¹ „Vzdělávání na základních a středních školách v kontextu pandemie COVID-19 – Reflexe zkušeností a vybraná doporučení“ (viz Pozn. pod čarou [1]).

1.3 Co nového sděluje tento report

- S vysokou mírou jistoty lze tvrdit následující:
 - od konce léta a během podzimu v ČR, ale i mnoha jiných zemích, stoupá incidence covidu-19 (počet nově **prokázaných** nákaz za určité období) ve všech věkových skupinách, včetně dětí a mládeže;
 - pro žáky středních škol je incidence covidu-19 během podzimu, v ČR i jinde, obecně vyšší než pro žáky mladší;
 - pro děti do 2. stupně včetně je incidence obecně nižší než pro dospělé;
 - ihned po začátku školního roku se v ČR prudce zvyšuje incidence u žáků 2. stupně základních škol a u žáků středních škol; česká veřejná data ale neumožňují rozhodnout, jestli k nákazám došlo ve školách, nebo mimo ně, ani do jaké míry přispěly tyto věkové skupiny k následnému nárůstu epidemie během října;
 - během „podzimního lockdownu“ v ČR vzrůstá podíl prokázaných nákaz u dětí ve věku 3–6 let v porovnání s ostatními věkovými skupinami; s jistým zpožděním vzrůstá i u dětí ve věku 0–2 roky; souvislost s otevřenými **mateřskými školami** se jeví být u skupiny 3–6letých pravděpodobná, ale není jasné, jestli to větší měrou ovlivnilo celkový průběh epidemie.
- Se střední mírou jistoty lze tvrdit následující:
 - ve školách dochází k výskytu singulárních případů (kdy se neprokáže šíření nákazy ve škole na další osoby) častěji než ke vzniku klastrů (≥ 2 epidemiologicky související případy); data podporující toto tvrzení jsou ale jen ze zahraničí, z ČR relevantní data nejsou veřejně dostupná;
 - incidence covidu-19 u žáků středních škol obecně není nižší než incidence u dospělých;
 - PCR testování uniká více SARS-CoV-2 pozitivních osob do 18 let než dospělých; nejvíce unikají PCR testování děti do 11 let. Laicky řečeno: čím jsou děti mladší, tím méně často vstupují do tabulek „prokázaných nákaz“ a tím zkreslenější máme obrázek o tom, jak se mezi nimi epidemie šíří;

⁴ V dokumentu je na různých místech volně užíváno spojení „uzavření škol“ apod., jakkoli vládní opatření směřovala k zákazu osobní přítomnosti žáků a studentů ve školách. Pro účely dokumentu však není nezbytné usilovat v tomto směru za každou cenu o terminologickou přesnost, která někdy může být na úkor srozumitelnosti.

- ačkoli studie z první vlny ukazovaly, že séroprevalence na SARS-CoV-2⁵ je u osob do 18 let nižší než u dospělých, ukazuje se, že v zemích, kde je v populaci virová nálož SARS-CoV-2 alespoň 2–3 měsíce střední až vysoká, začíná být séroprevalence na SARS-CoV-2 u obou skupin srovnatelná. Laicky řečeno: pokud dáme dětem a mládeži „čas a prostor“ na to, aby se „promožily“, zdá se, že se „promoží“ zhruba do stejné míry jako dospělí; vesměs ale vidíme pouze průměrná data za celou skupinu 0–18letých a zatím nedokážeme dobře určit rozdíly mezi různě starými dětmi a adolescenty a novějších prací je zatím málo.
- S nízkou mírou jistoty lze tvrdit následující:
 - školy jsou v průměru středně rizikovým místem z hlediska šíření nákazy covidem-19 – **riziko ale zřejmě kolísá od nízkého po vysoké** v závislosti na tom, jaké jsou na té které škole prostorové dispozice a jak jsou nastavena protiepidemická opatření. Reprodukční číslo přímo ve školním prostředí se může v průměru pohybovat kolem 1 a **důsledné trasování a dodržování protiepidemických opatření** může hrát rozdíl mezi tím, jestli je větší, nebo menší než 1. Otevřené školy mohou navíc k šíření nákazy přispívat i nepřímo – kvůli zvýšené mobilitě;
 - děti a mládež jsou méně vnímaví k nákaze virem SARS-CoV-2 než starší osoby (přičemž zároveň stále platí, že onemocnění má u dětí a mládeže obecně mírnější průběh než u dospělých – vysoká míra jistoty);
 - nakažení adolescenti jsou podobně infekční jako nakažení dospělí;
 - učitelé mohou při šíření epidemie ve školách hrát větší roli než žáci;
 - děti a mládež do 18 let se do určité míry „promožují“ navzájem.
- Nadále není příliš jasné:
 - do jaké míry mohou děti do cca 10 let přenášet nákazu na dospělé: variabilita v datech začíná na „velmi málo“ a končí na „více než dospělí“;
 - do jaké míry děti a adolescenti přijdou k nákaze ve škole vs. jinde;
 - jestli a o kolik je riziko nákazy pro učitele a zaměstnance škol vyšší než pro ostatní pracující (s výjimkou pracovníků ve zdravotnictví) v místech s vysokou incidencí onemocnění covidem-19;
 - do jaké míry odráží informace z trasování ve školách v ČR i jinde reálnou situaci stran šíření onemocnění covidem-19 ve školách.

1.4 Doporučení

V době vydání této analýzy je epidemická situace v ČR velmi špatná, v zásadě lze říci, že je jednou z nejhorších na světě. Distanční vzdělávání, se všemi svými dopady do různých oblastí života žáků a jejich rodin, je však v českém prostředí realizováno značně dlouhou dobu, a tak je na místě uvažovat nad tím, za jakých podmínek lze zajistit postupný a bezpečný návrat žáků k prezenční výuce. Ta však musí být doprovázena jak režimovými opatřeními na úrovni škol (např. pravidelné neinvazivní testování učitelů a žáků), tak i dalšími protiepidemickými opatřeními, která by v horizontu týdnů přispěla k podstatnému snížení incidence onemocnění COVID-19 v populaci. V úvahách o způsobech realizace prezenční výuky je pak v maximální možné míře potřeba reflektovat relevantní data a aktuální vědecké

⁵ Séroprevalenci na SARS-CoV-2 se rozumí podíl osob v populaci nebo určité věkové skupině, u které byla prokázána přítomnost protilátek na virus SARS-CoV-2.

poznatky a opatření směřující k rozvolňování restrikcí v oblasti školství přijímat na principech evidence-based policy.

- V případě otevřených škol je třeba dělat všechno pro to, aby reprodukční číslo v tomto prostředí bylo nižší než 1; především zabránit vzniku velkých klastrů. Zejména je třeba:
 - maximálně se snažit dodržovat protiepidemická opatření ve školách (striktní oddělování skupin, rotační výuka, větrání, rozestupy atd.);
 - zabránit shlukování dětí při příchodu do školy a odchodu ze školy; například pomocí klouzavého začátku a konce výuky (klouzavý začátek může také pomoci rozložit ranní špičku v MHD);
 - minimalizovat kontakt mezi učiteli na pracovišti – například schůzky učitelů vést online, ačkoli jsou dotyční přítomni ve škole;
 - zvážit povinnost respirátorů pro prezenční výuku, zejména u zaměstnanců školy přicházejících do kontaktu s dětmi a u žáků středních škol; respirátory poskytnout zdarma;
 - prozkoumat alternativní možnosti prezenční výuky (větší podíl výuky venku, prezenční přítomnost alespoň některý den v týdnu, častější využívání individuálních prezenčních konzultací zejm. pro žáky z ohrožených skupin apod.);
 - věnovat se trasování ve školách prioritně;
 - provádět trasování důsledně, testovat pomocí PCR všechny rizikové kontakty; pro relevantní situace nastavit systém mobilních odběrů, například ve spolupráci s Armádou ČR;
 - při definici rizikových kontaktů vycházet z reality ve školách, a tedy obvykle dát do karantény celou třídu/skupinu nezávisle na tom, kde děti sedí a jestli měly roušku, nebo ne (nelze si například myslet, že zejména mladší děti nosí roušku neustále správně nasazenou, a pokud spolu nesedí v lavici, byly od sebe vzdáleny více než 2 metry i během přestávek);
 - transparentně komunikovat o nákazách covidem-19 jak mezi KHS a vedením škol, tak mezi vedením škol a rodiči; povinně informovat rodiče o nákazách ve školách;
 - co nejdříve implementovat pravidelné screeningové programy na SARS-CoV-2 (kombinace antigenních testů a PCR), a to postupně pro učitele vyučující prezenčně a další školní personál přicházející do kontaktu s žáky, poté pro žáky středních škol (účastníci se prezenční výuky) a dále podle testovacích kapacit i pro žáky 2. a 1. stupně;
 - zvýšit četnost testování u dětí a mládeže, například tak, že by rodič mohl v případě, že by chtěl, automaticky nechat dítě otestovat (PCR) v situaci, kdy má dítě jakékoli příznaky respiračního onemocnění (a tudíž by nemělo jít na antigenní test).
- Je třeba získat relevantní data pro české prostředí. Zejména:
 - dokumentovat školní klustry a rigorózně jich alespoň část popsat: otestovat všechny významné kontakty na začátku i na konci karantény jak pomocí PCR, tak protilátkovým testem; popsat přesně, jak byla v dané škole nastavena protiepidemická opatření, když kluster vznikl;
 - testovat efekt protiepidemických opatření ve školách, například simulačními modely (na základě získané evidence pak opatření případně upravit);

- zrealizovat robustní studii séroprevalence na SARS-CoV-2 v ČR mezi osobami ve věku od 0 do cca 19 let (žáci středních škol); ideálně v kombinaci s rodiči těchto dětí (pár dítě – rodič), případně v celých třídních kolektivech (různé věkové skupiny byly mimo prezenční výuku různou dobu; například srovnání séroprevalence u žáků 2. versus 3. tříd ZŠ může podstatně zpřesnit informace o šíření onemocnění ve školách);
- zjistit, do jaké míry se protiepidemická opatření skutečně daří ve školách realizovat (a podle získané evidence případně opatření upravit).
- Je klíčové pozitivně motivovat učitele, aby se nechali očkovat proti SARS-CoV-2.
- Je důležité zveřejnit pro ČR data dle předchozího doporučení⁶ a začít s těmito daty pracovat.

⁶ <https://vzdelavani21.cz/V21-21.html?news=11192&locale=cz>

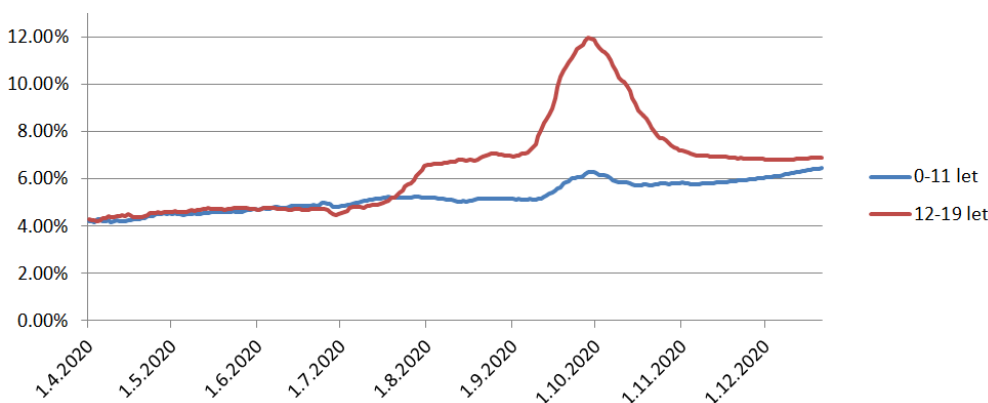
2 Situace v ČR: září–prosinec 2020

Metodická poznámka

- Situaci v ČR analyzujeme pomocí dat KHS [Komenda]. Zvláště analyzujeme věkové skupiny **0–2y**, **3–6y** (předškolní věk), **7–11y** (1. stupeň), **12–15y** (2. stupeň), **16–19y** (střední školy), **20–26y** (VŠ), **27–50y** (přibližně věková skupina rodičů), **> 50y** (starší dospělí).
 - Základním omezením předložených dat je, že pracují s počtem prokázaných nálezů, avšak **neznáme pozitivitu** (počet nově prokázaných nálezů na počet testů) u jednotlivých věkových skupin.
 - Obecně lze předpokládat, že bylo zaevidováno menší procento nakažených dětí než dospělých díky obecně mírnějšímu průběhu onemocnění covidem-19 u dětí než u dospělých (viz další text).
 - Data mají i další problémy (podrobněji viz Příloha A.1).
- Incidence** je pro česká data uváděna jako počet nových případů za 7 dní na 100 tis. obyv. v dané věkové skupině.⁷

Popis situace

- Klíčové výsledky jsou zobrazeny na Obr. 1, 4–6.
- S postupem epidemie se zvyšuje podíl prokázaných nálezů u dětí a adolescentů na všech prokázaných nálezů v populaci v ČR (Obr. 1). U adolescentů (2. stupeň a střední školy: 12–19y) téměř dosahuje podílu těchto osob v populaci (v populaci: 7,6 %); u dětí (0–11y) zatím nikoli (v populaci: 12,9 %), avšak je možné, že děti 0–11y je indikováno k testování méně než adolescentů (viz dále). Tato situace koresponduje například se situací v USA (Obr. 2; v USA je v populaci osob 0–18y: 22,6 % [Sisk]).
- Prokázaných nálezů je relativně více mezi adolescenty než mladšími dětmi nejen v ČR (Obr. 1, 5), ale i v zahraničí (Obr. 3).



Obr. 1. Podíl prokázaných nálezů u osob 0–11y a 12–19y na všech prokázaných nálezů v ČR (kumulativně od začátku epidemie k danému datu).

⁷ Jde tedy o: počet nových případů u osob ve věku X–Y za týden děleno (počet osob ve věku X–Y v ČR děleno 100 tis.), tj.: $\text{případy}_{7\text{dnů}, \text{věk } X-Y} / (\text{počet-osob}_{\text{věk } X-Y} / 100\,000)$. Pro ČR je počet osob v jednotlivých věkových skupinách odhadnut dle ČSÚ [ČSÚ, Tab. 4.2. „Složení obyvatelstva podle pohlaví a jednotek věku v roce 2019“]. U zahraničních dat, např. od ECDC, je často reportována 14denní, nikoli 7denní incidence.

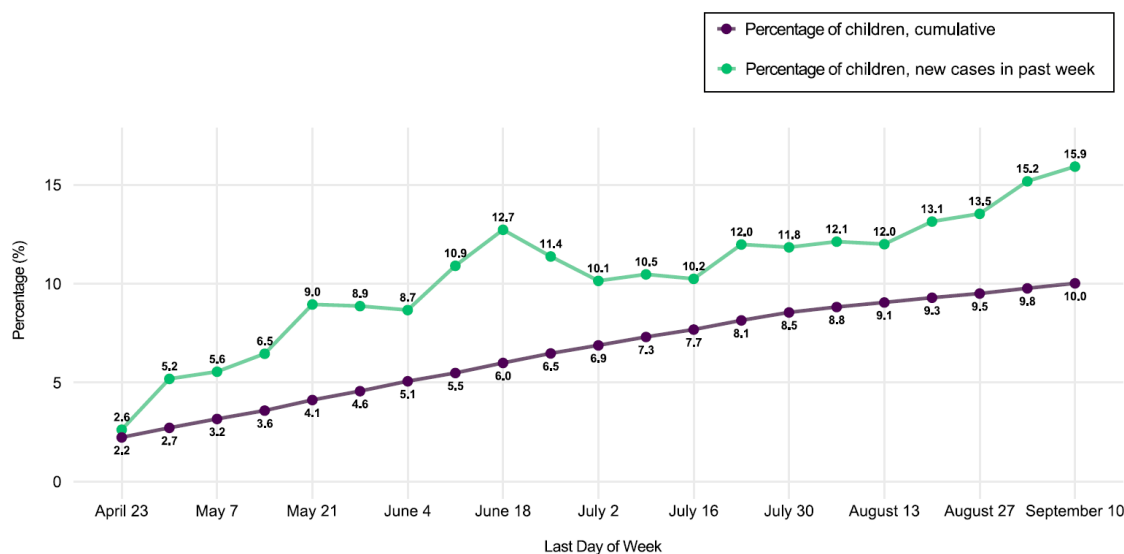
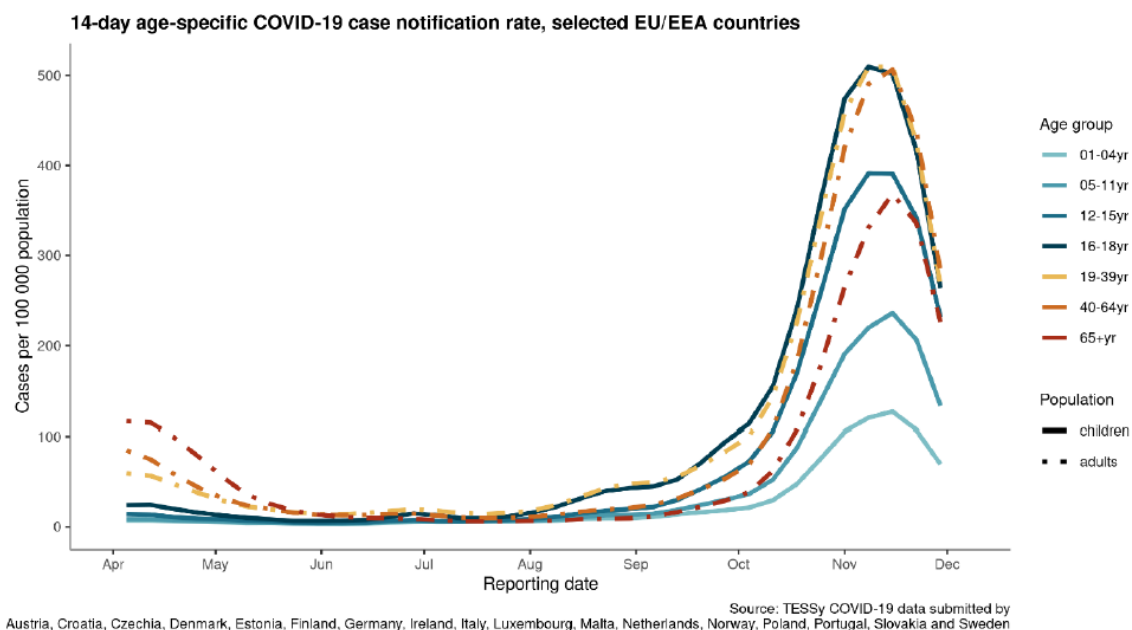


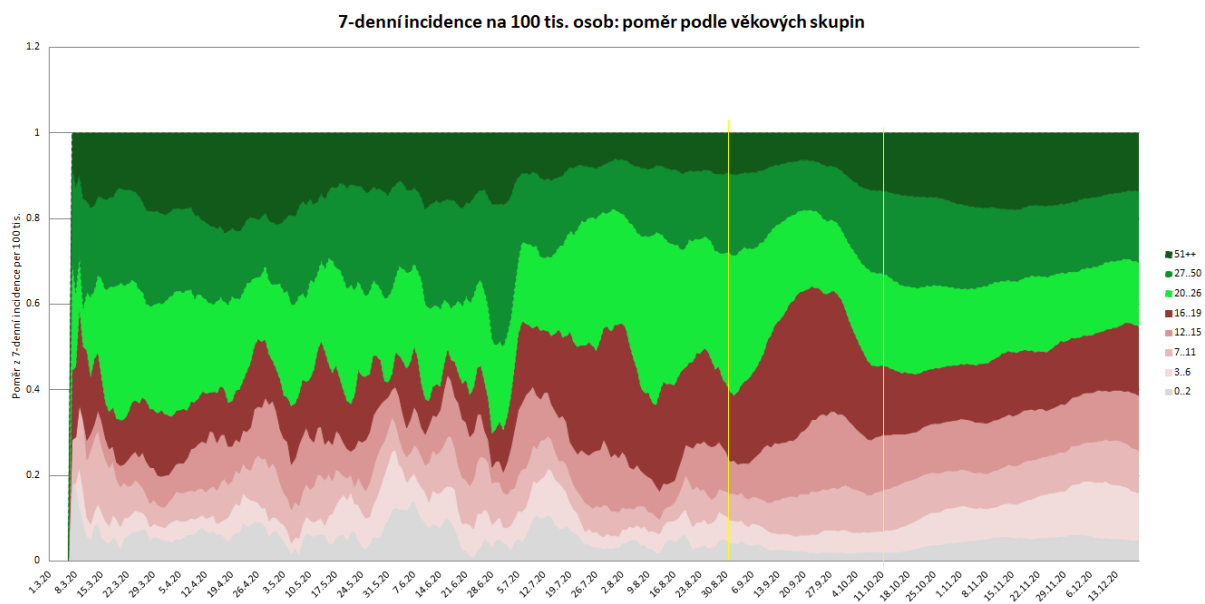
FIGURE 2
Percentage of COVID-19 cases that were in children: cumulative and new cases in past week. An analysis of publicly available data from state health departments is presented. The analysis excludes data from Alabama because of a change in the definition of child case on August 13.

Obr. 2. Podíl prokázaných nálezů u osob 0–18y na všech prokázaných nálezách v USA (kumulativně od začátku epidemie). [Sisk]

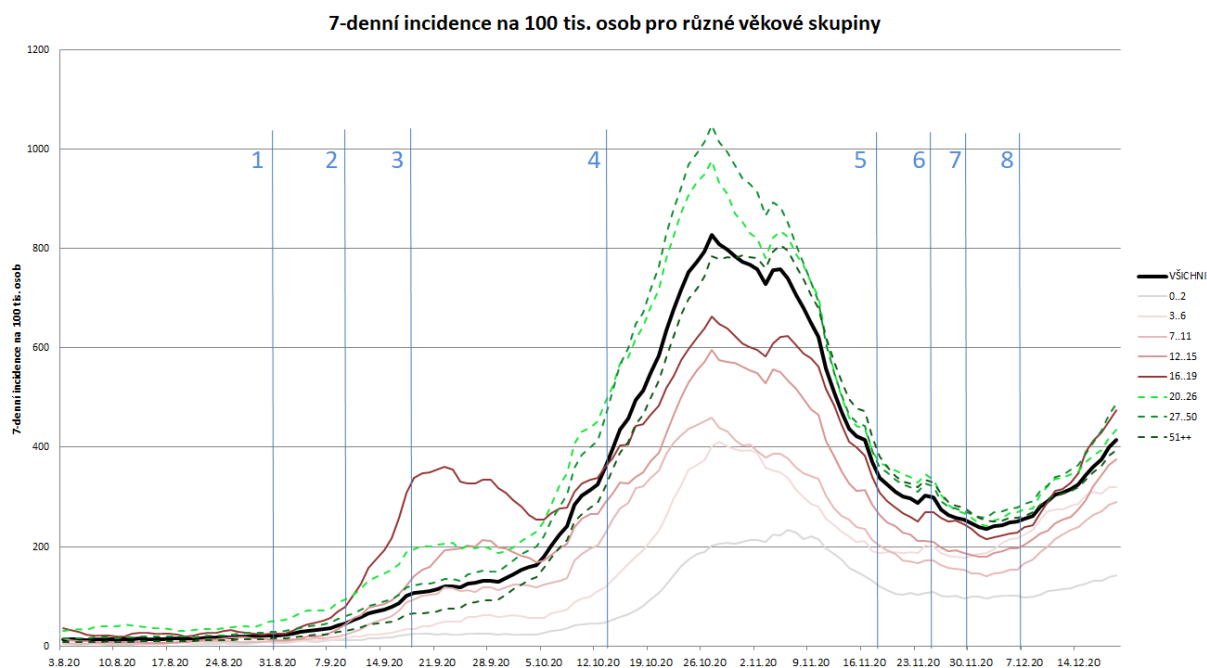
Figure 2. 14-day age-specific COVID-19 case notification rate, selected EU/EEA countries



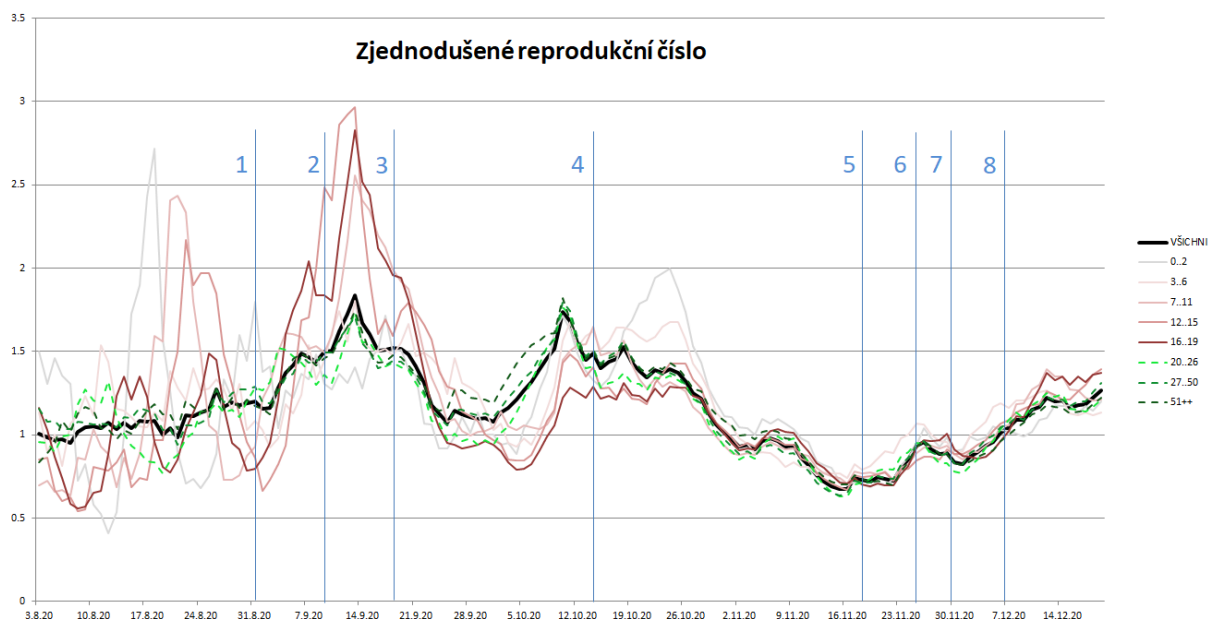
Obr. 3. 14denní incidence na 100 tis. oby. souhrnně pro 12 zemí EU/EEA (včetně ČR) podle věkových kategorií. [ECDC]



Obr. 4. 7denní incidence na 100 tis. osob od začátku epidemie v ČR: poměr podle věkových skupin. Žlutě vyznačen začátek školního roku a plošné zavření škol 14. 10. pro prezenční výuku. Pozn.: Pokud by incidence na 100 tis. osob pro každou z těchto skupin byla v nějaký moment stejná, každá skupina by v tento moment zabírala osminu grafu.



Obr. 5. 7denní incidence na 100 tis. osob podle věkových skupin od začátku srpna v ČR. Modře vyznačeny: 1) 1. 9.: začátek školního roku; 2) 10. 9. zavedení roušek ve vnitřních prostorách škol; 3) 18. 9. zavedení roušek ve školách od 2. stupně všude; 4) 14. 10. plošné zavření škol s výjimkou MŠ; 5) 18. 11. se 1. a 2. třídy ZŠ vracejí do prezenční výuky; 6) 25. 11. se 1. stupeň a závěrečné ročníky vracejí do prezenční výuky; 7) 30. 11. se 2. stupeň vrací rotačně; 8) 7. 12. se střední školy vracejí rotačně.



Obr. 6. Zjednodušené reprodukční číslo po věkových skupinách v ČR od 3. 8. 2020. Modře vyznačeny: 1) 1. 9. začátek školního roku; 2) 10. 9. zavedení roušek ve vnitřních prostorách škol; 3) 18. 9. zavedení roušek ve školách od 2. stupně všude; 4) 14. 10. plošné zavření škol s výjimkou MŠ; 5) 18. 11. se 1. a 2. třídy ZŠ vracejí do prezenční výuky; 6) 25. 11. se 1. stupeň a závěrečné ročníky vracejí do prezenční výuky; 7) 30. 11. se 2. stupeň vrací rotačně; 8) 7. 12. se střední školy vracejí rotačně. Pozn.: Fakt, že se v srpnu reprodukční číslo rychle mění, je zřejmě dán náhodnými výkyvy kvůli velmi malému počtu nálezů pro jednotlivé věkové skupiny (0–15 nových případů denně pro skupiny do 15 let po celý srpen).

- **Podrobněji k situaci od 1. do 30. 9. 2020 v ČR:**

- Na Obr. 4–6 vidíme, že během září:
 - roste incidence i reprodukční číslo ve skupinách 12–15y a 16–19y výrazně nad hodnoty pro skupinu 27–50y;
 - roste incidence i reprodukční číslo ve skupině 7–11y; tato incidence je zprvu výrazně nižší než incidence skupiny 27–50y, později se incidence těchto dvou skupin téměř srovnají;
 - incidence i reprodukční číslo ve skupinách 0–2y a 3–6y roste pomaleji než ve skupině 27–50y;
 - absolutní čísla jsou ale zatím relativně nízká, takže relativně malá absolutní změna může způsobit velkou relativní změnu (např. v reprodukčním čísle) zejména na přelomu srpna a září.
- Ve druhé polovině září dochází k mírnému zpomalení růstu obecně, toto zpomalení ale může být pouze zdánlivé, protože:
 - obdobné zpomalení není vidět na počtu hospitalizací ani úmrtí⁸;
 - 11. 9. byl vydán dokument OSPDL⁹, v jehož důsledku mohl být otestován na SARS-CoV-2 menší podíl dětí s lehčím průběhem

⁸ Data hospitalizací a úmrtí viz „Přehled hospitalizací osob s laboratorně prokázaným onemocněním COVID-19 dle průběžného hlášení nemocnic“ a „Přehled vyléčených po onemocnění COVID-19 a úmrtí osob s onemocněním COVID-19 dle hlášení KHS“ z webu <https://onemocneni-aktualne.mzcr.cz/covid-19>.

covidu-19 než dříve. To znamená, že od druhé půlky září mohl být podhodnocen počet nálezů covidem-19 u dětí a mládeže, protože se tito méně testovali;

- je možné, že kolem poloviny září se v ČR zhoršilo trasování a přestalo se dostatečně testovat.
- Po zavedení roušek ve společných prostorách (10. 9.) a poté všude ve školách od 2. stupně (18. 9.) lze sice s odstupem 1–2 týdnů sledovat pokles počtu prokázaných nálezů ve skupinách 12–15y a 16–19y, ale:
 - reprodukční číslo i incidence těchto skupin jsou stále většinou vyšší než u skupiny 27–50y;
 - tento moment se překrývá s celkovým zpomalením epidemie ze druhé půlky září; pokles reprodukčního čísla z hodnoty $> 2,5$ na hodnoty kolem 1 lze u všech tří stupňů (7–19y) sledovat již od 13. 9.;
 - celkově tedy na základě dostupných dat nelze o efektu zavedení roušek ve školách v září mnoho říci.
- **Situace od 1. do 31. 10. v ČR:**
 - Cca od 5. 10. obecně akceleruje růst incidence napříč věkovými skupinami a reprodukční číslo se téměř po celý říjen drží nad 1 ve všech věkových skupinách (Obr. 6).
 - Od 7. 10. je incidence ve skupině 27–50y výrazně nad všemi skupinami 0–19y.
 - Incidence ve skupině 27–50y začíná prudce růst zhruba s odstupem 2–3 týdnů za prudkým nárůstem ve skupinách 12–15y a 16–19y ze září (Obr. 5); to ale nemusí znamenat přímou souvislost.
 - Ve druhé polovině října, tedy po zavření škol, je reprodukční číslo nejvyšší pro skupiny 0–2y a pak 3–6y (Obr. 6); incidence je však u těchto skupin nadále nejnižší (ačkoli roste nejrychleji, jak vidíme na Obr. 4 a 6). Růst ve skupině 0–2y je jakoby opožděn za ostatními skupinami (Obr. 5).
- **Situace od 1. do 30. 11. v ČR:**
 - Celý listopad konzistentně klesá incidence u všech věkových skupin; pokles u skupiny 0–2y je však jakoby opožděn za ostatními skupinami (Obr. 5).
 - Reprodukční číslo v první půlce listopadu převážně klesá; u všech věkových skupin podobně.
 - Ve druhé polovině listopadu reprodukční číslo začíná u všech věkových skupin stoupat (ještě před otevřením škol pro 1. a 2. třídy), stále se ale vesměs drží pod hodnotou 1.
 - Jako první začíná stoupat reprodukční číslo u skupiny 3–6y – dětí předškolního věku (Obr. 6). V této skupině se také nejdříve zastaví pokles incidence (už kolem 18. 11.) a incidence u této skupiny postupně překoná incidenci skupin 7–11y a 12–15y (Obr. 5).
- **Situace od 1. do 21. 12. v ČR:**
 - V první polovině prosince reprodukční číslo roste ve všech věkových skupinách a zhruba od 10. 12. stagnuje nad hodnotou 1.

⁹„Doporučený postup OSPDL ČLS JEP k managementu u akutních onemocnění v průběhu pandemie COVID19 – určeno pro školy a školská zařízení a zákonné zástupce dítěte (rodiče)“; OSPDL je Odborná společnost praktických dětských lékařů; https://koronavirus.mzcr.cz/wp-content/uploads/2020/09/Metodick%C3%BD-postup_OSPDL_MZ_Covid-ve-%C5%A1kol%C3%A1ch.pdf

- Během celého prosince konzistentně ve všech skupinách roste incidence. Nárůst začíná u všech skupin v prvním prosincovém týdnu (26. 11.: přechod PES 5 -> 4).
- Nezdá se, že by bylo možné vypožorovat návaznost na dílčí opatření týkající se škol (např. otevření 1. stupně před středními školami rotačně).
 - Nicméně na přelomu listopadu a prosince nejrychleji roste incidence (a je největší reprodukční číslo) skupiny 3–6y. Celý prosinec je incidence u této skupiny vyšší než u skupin 0–2y a 7–11y, po většinu prosince i než skupiny 12–15y (Obr. 4, 5). To je znatelný rozdíl oproti září a říjnu.
 - Většinu prosince je pak reprodukční číslo nepatrně vyšší pro všechny skupiny školních dětí a mládeže (7–19y) než pro skupinu 20–29y; reprodukční číslo skupiny 3–6y naopak v druhé půlce prosince mírně klesá (Obr. 6).
- Rozdíly ve změnách reprodukčního čísla mezi jednotlivými věkovými skupinami ale nejsou během prosince tak výrazné jako během září: tyto prosincové změny mohou odrážet jak „šum v datech“, tak fakt, že na rozdíl od září jsou již čísla v absolutních hodnotách vysoká, takže relativně velké, náhlé změny nelze moc čekat.
- **Karantény ve školách a školských zařízeních:** Tyto údaje se obtížně dohledávají. Tab. 1 shrnuje situaci v Praze dle pražské KHS¹⁰. Věrohodnost dat je poněkud omezená¹¹. Pokud bychom datům důvěřovali, můžeme vysledovat, že:
 - v týdnu, kdy došlo k zavření škol (14. 10.), byla covidová situace řešena ve > 40 % pražských ZŠ (kterých je v Praze 284); to je poměrně hodně, uvážíme-li, že část nálezů nemusela být KHS vůbec zaznamenána;
 - v prosinci postupně roste na ZŠ počet covidových situací a v předvánočním týdnu byla již situace obdobná situaci na začátku října;
 - v době, kdy byly školy víceméně otevřené (září, prosinec) na jednu prokázanou nákazu učitele připadaly cca 2–3 prokázané nákazy žáka; prokázaných nálezů mezi učiteli je tedy podle evidence pražské KHS relativně více než mezi žáky;
 - od poloviny října do poloviny listopadu byla covidová situace řešena v každém týdnu na ≥ 10% MŠ (kterých je v Praze 429), přičemž ale v MŠ je mírně více prokázaných nálezů mezi pedagogy než mezi dětmi a opět není jasné, kolik nálezů vlastně KHS zaznamenaly a kolik nikoli;
 - není jasné, jak často došlo k nálezům ve školách vs. jinde, ani kdo nakazil koho (žák učitele či učitel žáka atd.).

¹⁰ <http://www.hygp Praha.cz/>

¹¹ Například: Počty prokázaných nálezů u žáků dle této tabulky jsou podstatně nižší než v příslušné věkové skupině v Praze dle údajů na centrálním webu [<https://onemocneni-aktualne.mzcr.cz/covid-19>]; konkrétně v Praze v období 1.–30. 9. bylo 1676 osob ve věku 4–19y s nově prokázanou nákazou covidem-19 podle tohoto webu. V některých sloupcích nesedí součty, např. „počet pozitivních osob celkem“ 12. 9. 2020. V průběhu podzimu pražská KHS změnila několikrát formát tabulky, ve které reportovala tato data, včetně záhlaví (změnila i definici řádků tabulky?). Existují školy, kde se nepodařilo rozebrat ve spolupráci s příslušnou KHS oficiální trasování. Není jasná definice škol a školských zařízení (např. i soukromá?). Není jasné, jestli „počet pozitivních osob“ jsou jen primární nebo i sekundární případy.

Tab. 1. Vývoj covidové situace na pražských školách dle pražské KHS.

	18.12.2020	11.12.2020	4.12.2020	27.11.2020	20.11.2020	13.11.2020	6.11.2020	30.10.2020	23.10.2020	16.10.2020	9.10.2020	2.10.2020	25.9.2020	19.9.2020	12.9.2020
počet škol a škol.zařízení, kde řešen covid+	163	117	60	38	31	40	72	116	196	239	198	112	64	112	30
MŠ	43	41	25	22	29	40	71	109	71	49	34	18	4	15	4
ZŠ	79	51	27	15	2	0	0	4	88	134	90	47	28	46	12
SŠ	37	23	8	0	0	0	0	0	28	52	72	44	30	49	13
VŠ	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	NA
dětský domov	0	1	0	0	0	0	1	3	7	4	0	3	1	1	1
jiné zařízení	4	1	0	1	0	0	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
počet kompletně zavřených škol	3	3	2	1	7	6	7	21	24	NA	4	0	0	NA	1
počet škol s uzavřenou jednou/více třídami	47	41	18	13	24	23	39	85	87	150	50	41	NA	NA	NA
počet pozitivních osob celkem	306	503	88	49	36	61	133	191	325	361	418	185	144	287	38
počet žáků/studentů v karanténě	1254	763	456	237	434	624	784	1820	2958	2471	1638	1011	2013	3773	426
počet pozitivních žáků/studentů	203	141	51	15	18	27	44	64	137	194	277	136	103	216	35
počet pedagogů v karanténě	129	99	64	28	57	108	175	310	361	276	155	69	99	326	39
počet pozitivních pedagogů	88	54	24	27	16	27	68	106	159	151	125	43	41	65	11
počet THP v karanténě	31	28	21	22	5	33	51	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
počet pozitivních osob THP	15	6	13	7	2	7	20	21	28	16	14	5	0	4	3
počet pozitivních osob mimo školu	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	2	1	0	0	1

Interpretace:

- Děti a mládež se mohou nakazit covidem-19 a k těmto nákazám dochází poměrně často, byť je prokázaných nákaz ve skupinách 0–15y stále méně než u dospělých.
 - Ze začátku epidemie (zima, jaro 2020) buď bylo nákaz více mezi dospělými než dětmi/adolescenty (například proto, že v zahraničí se primárně nakazili dospělí), nebo jsme hůře zachytávali pozitivní děti/adolescenty, například kvůli jejich obecně lehčímu průběhu onemocnění a nedostatečnému testování.
- Prokázaná incidence roste s věkem dětí a adolescentů.
- Zároveň ale zvýšená incidence u skupiny 3–6y v ČR v listopadu a prosinci **mohla souviset** zejména s **otevřenými mateřskými školami**.
 - Nákaza by také částečně, zejména během října, mohla pocházet od starších sourozenců, kteří se nakazili (například) ve škole. Je možné, že se tyto děti do určité míry „promořují“ navzájem.
 - Není pravděpodobné, že by mezi skupinu 3–6y nákazu zanášeli výhradně rodiče, to bychom totiž zvýšenou incidenci pozorovali i u starších dětí (což nepozorujeme). Lze namítnout, že děti 3–6y jsou více „kontaktní“ než starší děti, tudíž by se od dospělých mohly častěji nakazit než starší děti – proti této námitce ale hovoří fakt, že incidence u dětí 3–6y začíná růst rychleji než u ostatních věkových skupin až zhruba od poloviny října (Obr. 4, 6).
- Incidence ve věkové skupině 0–2y roste v ČR během podzimu se „zpožděním“ za růstem incidencí dalších věkových skupin. To může být částečně způsobeno tím, že se děti 0–2y nakazily od starších sourozenců. Kdyby ve všech případech pozitivně testovaných dětí 0–2y šlo o nákazu od rodičů, měla by incidence 0–2y přesněji kopírovat incidenci skupiny 27–50y.
 - Prokázaná incidence u skupiny 0–2y zůstává v ČR navzdory růstu stále relativně nízká: nevíme ale, jestli to je díky potenciálně nižší vnímavosti těchto dětí k nákaze nebo kvůli tomu, že jsou tyto děti méně testovány (zde zároveň pomíjíme fakt, že u novorozenců je obecně vyšší hospitalizace než u starších dětí).
- Ve skupinách 12–15y a 16–19y se v ČR významně rozšířila nákaza během září; na základě dostupných dat nelze vyloučit, ale ani potvrdit, že tyto osoby jsou významným zdrojem nákazy pro zbylé členy domácnosti, a stojí tak za částí nárůstu epidemie ze začátku října.

- Protože po uzavření škol v ČR v polovině října trend incidence i reprodukčního čísla u skupin 7–19y víceméně kopírují trend u týchž proměnných pro skupinu 26–50y, k nálezům mimo školy zřejmě dochází v relativně podobném rozsahu u dětí a mládeže ve věku 7–19 let jako u skupiny 26–50y. Směr nákazy (jak často které skupiny nakazí které) nelze určit.
- Je možné, že přísnější protiepidemická opatření ve školách v ČR z konce listopadu a prosince oproti září přispěla k tomu, že reprodukční číslo u skupin 7–19y bylo v listopadu a prosinci nižší než na začátku školního roku.
- Obecně ale nelze příliš rozklíčovat efekt jednotlivých protiepidemických opatření (ve školách ani jinde). Například:
 - Incidence a reprodukční číslo u skupin 7–19y roste v ČR od samého začátku září: prokázané nákazy ze začátku září znamenají faktické nakažení na konci srpna, a nárůst ze začátku září tedy nemůže jít plně na vrub školám (pro srovnání viz Obr. 3 – srpnový nárůst incidence u skupin 16–18y pro 12 zemí EU/EAA).
 - Pokles incidence napříč věkovými skupinami v ČR od začátku listopadu může částečně souviset s uzavřením škol v polovině října, ale nelze to říci jednoznačně, neboť v polovině října byla přijata i řada dalších opatření.
 - Z přelomu listopadu a prosince v ČR: Nárůst reprodukčního čísla u skupin 7–19y nad průměrné reprodukční číslo pro celou populaci zhruba odpovídá okamžikům otevření škol, ale tou dobou byla zmírňována i další opatření. Efekt otevření škol tedy opět nelze rozklíčovat.
- Pokud bychom si závěrem položili otázku, **jestli je rizikovost škol a školských zařízení z hlediska šíření epidemie covidu-19 malá, střední nebo velká**, odpověď by byla, že data jsou zřejmě nejkonzistentnější s variantou, že **v průměru je střední** (což nemusí znamenat, že v každé jednotlivé škole je riziko střední). Kdyby hrála v průměru roli vysokou, čekali bychom významnější vliv v prosinci. Kdyby hrála v průměru roli nízkou nebo žádnou, nečekali bychom vliv otevřených mateřských škol a zřejmě ani tak vysoký nárůst incidence u populace 7–19y v září.

3 Zahraniční studie

3.1 Úvodem

- Důležité informace pro zpřesnění celkového obrazu situace nám mohou sdělit zahraniční studie séroprevalence, studie dopadu uzavření škol na snížení reprodukčního čísla, studie vnímavosti dětí a mládeže k nákaze virem SARS-CoV-2 v mimoškolním prostředí, toho, jak děti a mládež šíří tuto nákazu v mimoškolním prostředí, a studie šíření nákazy přímo ve školách.
 - Studie séroprevalence nám mohou sdělit, kolik osob nákazu virem SARS-CoV-2 v minulosti prodělalo. Tím pádem nám mohou pomoci odpovědět na otázku, jestli je obecně nákaza častější u dětí a adolescentů, nebo u dospělých.
 - Studie dopadu uzavření škol na snížení reprodukčního čísla nám mohou sdělit, jak velký vliv mělo na jaře během první vlny uzavření škol na průběh epidemie.
 - Studie vnímavosti dětí a adolescentů k nákaze virem SARS-CoV-2 v mimoškolním prostředí nám mohou sdělit, jak často v porovnání s dospělými se děti a adolescenti mohou nakazit v domácnostech, při setkávání s vrstevníky mimo školu, na různých oslavách a podobně.
 - Studie toho, jak děti a adolescenti šíří nákazu v mimoškolním prostředí, nám mohou prozradit, jak často v porovnání s dospělými děti a adolescenti nakazí někoho dalšího, pokud už jsou sami nakaženi.
 - Studie šíření nákazy přímo ve školách nám mohou říci, do jaké míry se nákaza šíří přímo ve školách žáky a učiteli.
- Podrobnější review zahraničních studií obsahuje Příloha A. Sekce 3 obsahuje výtah hlavních bodů a interpretaci zjištění.

3.2 Studie séroprevalence

- Studie séroprevalence nám, s jistými omezeními [Galipeau, Vogl], sdělují, kolik osob nákazu virem SARS-CoV-2 v minulosti prodělalo. Proto je důležité se zajímat o to, jak dlouho a jak vysoká byla incidence před tím, než k příslušné studii došlo.
- Metaanalýzy [např. Rostami, Bobrowitz] ukazují, že **séroprevalence** na SARS-CoV-2 u osob pod 18 let byla v průměru **mírně nižší** než u dospělých:
 - Např. [Rostami, Tab. 2]: séroprevalence ~2,3 % pro < 19y vs. ~3 % pro dospělé.
 - V těchto metaanalýzách jsou ale zahrnuty zejména studie z doby, kdy byla v populaci nízká nebo krátkodobě střední virová nálož¹² a navíc byla většina škol zavřená: obecně jde o situaci z jarní vlny nebo ze začátku léta, kdy mohl být postup epidemií dětskou subpopulací podstatně zpomalen různými opatřeními: děti „neměly čas a prostor“ na to, aby se nakazily.
- Výhoda novějších studií, zveřejněných na podzim 2020, je, že mohly být provedeny později, a tedy zkoumat i séroprevalenci v situaci, kdy byla nálož dlouhodobě střední až vysoká (ať už za zavřených, či otevřených škol) [např. Izrael's Ministry of Health, Bajema, Ladhani]. V těchto kontextech se jeví být **séroprevalence** u dětí, mládeže a dospělých **srovnatelná**, nebo dokonce u dětí a mládeže **vyšší** než u dospělých.

¹² Pojmy nízká, střední a vysoká úroveň virové nálože jsou rozloženy v Příloze A.1.

Těchto studií je ale zatím málo, takže je třeba na opatrnost při zobecňování.

Například:

- Izrael; sběr červenec až půlka září; školy otevřeny do 20. 6., pak od 1. 9.; od konce června nálož střední a stoupá, přes léto se drží na spodní hraně indexu „vysoká“, dále roste od začátku září: 0–10y: ~6 %; 11–18y: ~8,1 %; > 18y: < 5,5 %. [Izrael's Ministry of Health]
- Specifický případ tvoří Švédsko, odkud jsou k dispozici data o týdenní proměně séroprevalence během jarní vlny, kdy byly ve Švédsku otevřeny základní školy a zároveň byla dlouhodobě virová nálož střední, při pozitivitě > 10 %. Séroprevalence mezi 17. a 24. týdnem (20. 4. – 14. 6., tj. během švédské „prodloužené“ první vlny) u skupiny 0–19y stoupá v čase, jako by se děti a mládež promořovaly za dospělými „se zpožděním“ (Obr. A2 – Příloha A). [Folkhälsomyndigheten1]
- Mnoho studií zkoumá pouze séroprevalenci u dospělých. Pokud studie zahrnují i děti a adolescenty, ne vždy rozlišují mezi kohortami 0–10y vs. 11–18y. Některé studie, které rozlišují mezi těmito dvěma skupinami, naznačují, že promořenost je ve skupině 0–10y nižší než ve skupině 11–18y [např. Izrael's Ministry of Health, PIENTER Corona Study, Pollan]. Existuje ale i řada příkladů z kontextů s různou úrovní virové nálože, ve kterých nebyla séroprevalence u skupiny 0–10y nižší než u skupiny 11–19y. [např.: Torres, Dietrich, Hallal]

Interpretace

- Neplatí, že séroprevalence je u dětí nutně nižší než u dospělých.
 - Na jaře se zřejmě nákaza zprvu šířila věkovou skupinou 20–64y a s jistým zpožděním se začala přenášet do subpopulace 0–18y. Pokud se nákaza šířila krátkou dobu a zejména když bylo její šíření omezováno tvrdými protiepidemickými opatřeními (tj. studie byla provedena ještě během první vlny, přičemž před sběrem vzorků nebyla incidence dlouhodobě střední/vyšší), nákaza se nestihla v subpopulaci 0–18y rozšířit tolik jako mezi dospělými. Séroprevalence u osob 0–18y pak byla nižší než u dospělých.
 - Data naznačují, že pokud „poskytneme“ onemocnění dostatek času, aby se masivně šířilo i mezi osobami 0–18y (tzn. dlouhodobě máme přinejmenším střední a spíše vysokou virovou nálož), po čase séroprevalence ve skupině 0–18y „dožene“ séroprevalenci ve skupině 20–64y. Například v Luisianě, USA se to zřejmě stalo již ve druhé polovině května [Dietrich]. Toto „dohánění“ může znamenat, že epidemie ve skutečnosti mezi dětmi a mládeží postupně akceleruje.
 - Otevřená otázka je, co se děje v ještě delším časovém horizontu (například půlrok).
- Účinným opatřením, které zpomaluje prostup onemocnění subpopulací 0–18y, může být při střední až vyšší virové náloži zavření škol, nebo při nižší či nižší až střední virové náloži důkladné trasování v prostředích, kde se děti a mládež potkávají, a omezení kontaktů dětí a mládeže (např. homogenní skupiny při výuce či volnočasových aktivitách).
- Prozatím studie séroprevalence neumožňují činit silné závěry stran rozdílů mezi subpopulacemi 0–10y vs. 11–18y; zejména ne stran rozdílů v prostředích s dlouhodobě střední až vysokou virovou náloží.

3.3 Studie dopadu uzavření škol na snížení reprodukčního čísla

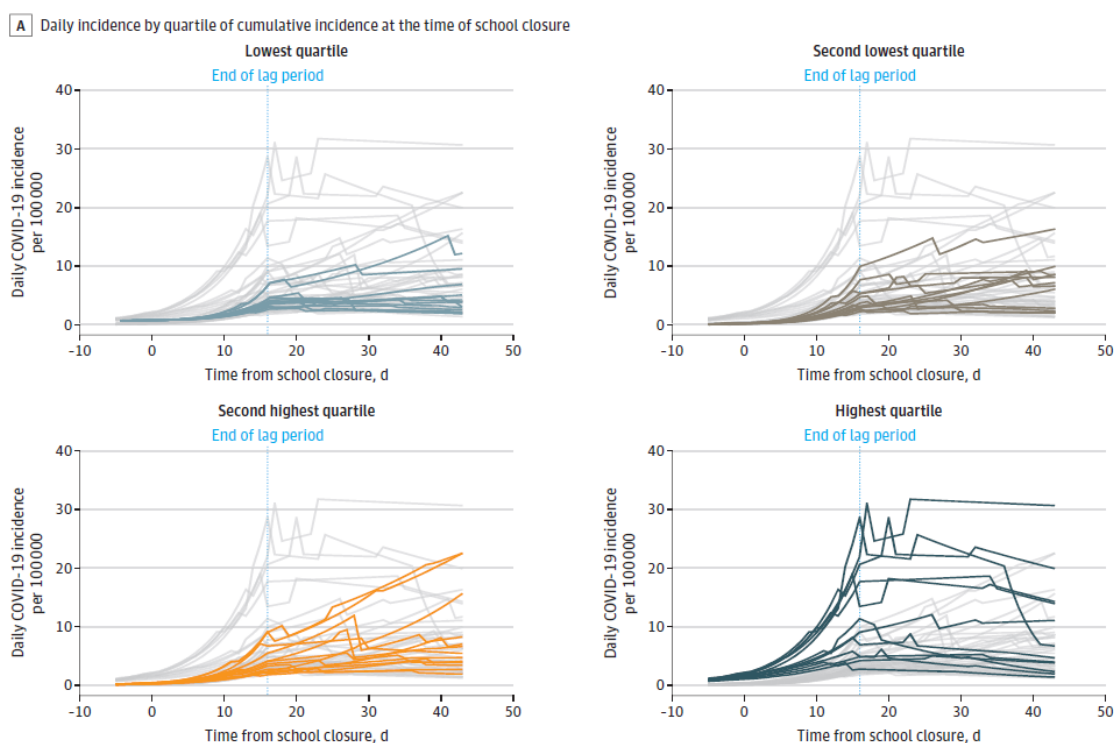
- Z různých modelů provedených v těchto studiích vyplývá, že **po zavření škol** pro prezenční výuku během jara 2020 následovalo podstatné **zbrzdění** epidemie [např. Haug, Brauner, Auger; review těchto modelů viz Suk] (Obr. 7).
- Při interpretaci tohoto výsledku je ale třeba dávat pozor na to, že:
 - opatření „zavření škol“ je ve skutečnosti robustní opatření – „komplexní změna struktury kontaktů ve společnosti díky zavření škol“ (rodiče dětí jsou častěji doma, učitelé jsou doma, podstatně se mění struktura kontaktů dětí, méně se využívá MHD apod.; např. [Persson]);
 - modely nedokážou sdělit, do jaké míry dochází při otevřených školách k nákazám mezi dětmi přímo ve školách vs. mimo školy;
 - modely nedokážou dobře rozlišovat mezi různými stupni škol kvůli nízké variabilitě v datech.
- Poněkud v rozporu s uvedenými studiemi italská analýza [Gandini] naznačuje, že mezi otevřením škol v září a nárůstem reprodukčního čísla nemusí být vždy přímá souvislost (Obr. 8). Práce analyzovala nárůst reprodukčního čísla v Itálii napříč různými regiony, přičemž školy se otvíraly v těchto regionech v různé týdny. Nelze ale vyloučit regionální rozdíly v testování, udílení karantén a reportování případů.¹³

Interpretace

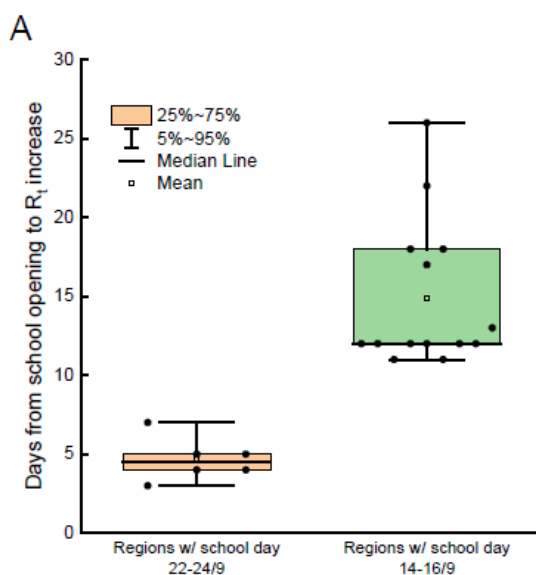
- Modely ukazují, že do určité doby po zavření škol došlo během jarní vlny k podstatnému zpomalení šíření epidemie. Tato doba zhruba odpovídá času, kdy by nakažené dítě mohlo nakazit dospělého doma plus inkubační době onemocnění covidem-19 u dospělého plus předpokládané době, do kdy se nakažené osoby nechají otestovat a obdrží výsledky testu (v případě studie [Auger] byla tato doba stanovena na 16 dní – Obr. 7).
- Mezi „úplným zavřením škol“ a „běžným otevřením škol“ je ale velká škála mezistupňů (rotační výuka, zmenšení školních kolektivů, homogenní skupiny, zvýšená hygienická opatření ve školách, rodiče na home office atd.). Je třeba získat informace o tom, jak jsou tyto mezistupně efektivní z hlediska snížení reprodukčního čísla – například pomocí simulačních nebo observačních studií.

¹³ Práce [Gandini] obsahuje i další relevantní data; jde ale o preprint a zdá se, že informace v textu obsahují chyby, resp. nejasnosti (např. v jednu chvíli se pracuje s daty, kde průměrnou školu navštěvuje cca 1000 žáků, jindy s daty, kdy se toto číslo změní na cca 90). Zařadit tuto práci detailněji tedy bude vhodné, až bude k dispozici její recenzovaná verze.

Figure 1. Observed Daily COVID-19 Incidence and Mortality by Cumulative Incidence Quartile at the Time of School Closure



Obr. 7. Incidence v USA a změna jejího nárůstu 16 dní po zavření škol. Státy USA jsou rozděleny do čtyř kvartilů dle incidence v den zavření škol. Zavření škol pro prezenční výuku patřilo mezi jedno z prvních zásadnějších protiepidemických opatření napříč státy USA; ostatní zásadnější opatření přišla se zpožděním několika dní. [Auger, Obr. 1, eTable1]



Obr. 8. Itálie, začátek školního roku; počet dnů mezi otevřením škol a nárůstem reprodukčního čísla v různých regionech; podle dne, kdy v daném regionu byla škola otevřena (22.–24. 9. vs. 14.–16. 9.). Vidíme, že reprodukční číslo roste obecně koncem září, nikoli pevný počet dní po otevření škol. [Gandini]

3.4 Vnímavost dětí a adolescentů k nákaze virem SARS-CoV-2 v mimoškolním prostředí

- Většina informací o vnímavosti dětí a adolescentů k nákaze virem SARS-CoV-2 v mimoškolním prostředí pochází z trasovacích studií, zejména v domácnostech.
 - Studie zvláště zkoumají „nákazu někoho“ (dítě je nakaženo) a „nákazu někým“ (dítě někoho nakazí). Studií prvního typu je více a věnuje se jim tato sekce.
 - Studie obecně málokdy rozlišují mezi věkovými skupinami 0–10y vs. 11–18y.
 - Studie vesměs pracují s tím, že kontakty jsou testovány pomocí PCR (nebo jsou jen sledovány jejich příznaky), avšak není zjišťována hladina protilátek na SARS-CoV-2. Část nálezů tak nemusí být postřehnuta – například proto, že PCR test byl proveden příliš pozdě (zde bychom potřebovali právě test na hladinu protilátek) nebo naopak příliš brzy (zde bychom potřebovali opakování PCR testu).
- Celkově nám studie zatím neposkytují jednoznačný obrázek o vnímavosti dětí a adolescentů k nákaze.
- Metaanalýzy trasovacích studií provedených zejména během první vlny nebo těsně po ní ukazují, **že v domácnostech** se od primárního nakaženého případu nakazilo **dítě méně často než dospělý** [např. Madewell, Koh] (průměrný „secondary attack rate“: Madewell: 0–18y = 15,7 % [95 % CI: 9,9–21,5 %], dospělí = 31,0 % [19,4–42,7 %]; Koh uvádí téměř totožná čísla).
- Některé novější studie nezahrnuté do těchto metaanalýz ukazují na výrazně vyšší (přes 50%; např. [Hurst, Buonsenso]) pravděpodobnost nákazy dětí, než uvádí zmíněné metaanalýzy. Důvod této diskrepance není příliš jasný (podrobněji viz Příloha A.3).
- Na druhou stranu v souladu s metaanalýzami [Madewell, Koh] uvádí novější analýza klastrů v anglických domácnostech, provedená na datech národního statistického úřadu (Office for National Statistics), že vnímavost osob ve věku 2–16y k onemocnění covidem-19 je zhruba poloviční oproti vnímavosti dospělých [SAGE] (Obr. A3 – Příloha A).

Interpretace

- Děti a adolescenti se zřejmě v prostředích mimo školu nenakazí častěji než dospělí a nejspíše se nakazí méně často.
- Vnímavost osob do 18 let vůči nákaze SARS-CoV-2 ale není úplně jasná, stejně tak není příliš jasné, jaký je případný rozdíl ve vnímavosti mezi různě starými dětmi a adolescenty.

3.5 Šíření nákazy dětmi a adolescenty mimo školní prostředí

- Literatura zkoumající, jak často se od nakažených dětí nakazí další osoby, je relativně sporá a výsledky jsou nekonzistentní.
 - Podstatná část těchto prací jsou observační, anekdotické reporty z trasovacích studií týkající se klastrů v domácnostech.
- Review prací [např. Abbott, Suk, Zhu] odhadují, že klastrů, kde je primárním případem osoba 0–18y, je pod 10 % (přičemž tyto osoby tvoří v západních zemích ~20 % populace).

- Metaanalýza [Thompson] uvádí, že šance na nákazu v domácnostech má tendenci být nižší ($p = 0,07$), pokud je primární případ osoba ve věku 0–19y (4,4 % [95 % CI: 0,0–10,8 %], než když jde o dospělého (10,0 % [95 % CI: 8,2–11,8 %]).
 - V případě kontaktů v domácnostech má tendenci být šance na nákazu vyšší od osob 10–19y než od osob 0–9y. [Thompson]
 - Studie zahrnuté v uvedených metastudiích [tj. v Thompson, Abbott, Suk, Zhu] mají ale řadu omezení:
 - Přináší vesměs anekdotickou informaci s malým N ; výsledky prakticky nelze zobecnit.
 - Podstatná část prací je z první vlny epidemie, kdy mohla být prevalence mezi osobami do 18 let obecně nižší než mezi dospělými.
 - Kontakty jsou někdy zkoumány jen na základě symptomů (tzn. ne vždy jsou pomocí PCR automaticky testovány všechny kontakty). To může vést k podhodnocení skutečného rizika přenosu onemocnění.
 - Kontakty jsou jen zřídka testovány zároveň pomocí PCR i na přítomnost protilátek. To je zvláště důležité u dětí, které by mohly být častěji asymptomatické nebo mít velmi mírné příznaky onemocnění. Takové dítě může být skutečným, avšak nepostřehnutým, primárním případem, který v rodině infikuje dospělého. Dospělý je poté diagnostikován PCR testem a prohlášen za primární případ, protože dítě (coby kontakt dospělého) je již v okamžiku, kdy je mu proveden PCR test, negativní.
- V jistém rozporu se shora uvedenými metastudiemi některé novější studie dávají méně jednoznačný obrázek [Izrael's Ministry of Health, SAGE] nebo rovnou ukazují, že šance, že se od osoby 0–18y nakazí v domácnosti dospělý, může být výrazně vyšší než podle těchto metastudií (přes 35%; např. [Teherani, Grijalava]).
 - Analýza klastrů v anglických domácnostech [SAGE] dokonce uvádí následující: Vnímavost osob ve věku 2–16y k onemocnění covidem-19 je sice zhruba poloviční oproti vnímavosti dospělých, ale infekčnost osob 2–16y se jeví být podobná infekčnosti dospělých a osoby 2–16y násobně častěji než dospělí tvoří v domácnosti primární případ (Obr. A3 – Příloha A).
- Některé studie naznačují, že se děti častěji nakazí od svých vrstevníků než od jinak starších osob do 18 let. [Izrael's Ministry of Health, Laxminarayan]

Interpretace

- Děti a mládež mohou v domácnostech nakazit jak osoby mladší 18 let, tak dospělé osoby.
- O infekčnosti dětí panuje značná nejistota, pravděpodobně nebude vyšší než infekčnost dospělých.
- Je možné, že infekčnost dětí cca do 10 let je nižší než starších dětí a mládeže; evidence je ale zatím dosti omezená.
- Je možné, že děti a mládež se častěji nakazí od svých vrstevníků než mladších či starších osob ve věku 0–18y – to může být dáno strukturou kontaktů těchto osob.

3.6 Šíření nákazy ve školách – klastry, žáci a učitelé

Žáci

- Rigorózních analýz školních klastrů¹⁴ je pomálu. Reporty jsou často neúplné, není jasné, jakým způsobem byla data sbírána.
- Je popsáno vícero anekdotických případů, kdy se nákaza ve školním či podobném prostředí značně rozšířila [např. Stein-Zamir, Szablewski, Torres], to se týká i mateřských škol [např. Okarska-Napierała].
- Také práce, které se pokouší klastry evidovat [např. ECDC, Annex 2.1] zřetelně ukazují, že ke klastrům ve školním prostředí dochází. Z informací tohoto typu ale nelze prakticky nic vyvodit o četnosti výskytu těchto klastrů. V některých případech mohlo k části nálezů dojít i mimo školu, protože děti spolu i mimo školu mají hodně kontaktů.
- Kontrolovaná studie z Mississippi [Hobbs] naznačuje, že z hlediska rizika nákazy může být nebezpečnější účastnit se společenských událostí, oslav a návštěv než chodit do školy [Hobbs]. Vzorek ale není příliš velký.
- Školní klastry analyzovaly pomocí národních dat například práce z Austrálie [NCIRS1, NCIRS3] a Velké Británie [Ismail]. Šlo o data z doby s nízkou incidencí a částečně nebo plně otevřenými školami (MŠ, ZŠ i SŠ). Ve většině případů (> 50 %) nebyly testovány všechny rizikové kontakty a postupovalo se podle symptomů, takže je pravděpodobné, že některé asymptomatické případy unikly pozornosti. Data vykazují značnou variabilitu; čísla jsou obecně nízká a není jasné, do jaké míry lze výsledky zobecnit.
 - Celkově se (tzn. v těchto pracích, v době s nízkou incidencí v populaci a zřejmě s fungujícím trasováním) drží reprodukční číslo napříč školními klastry lehce pod 1 (0,72–0,94), počítáno z prokázaných nálezů u kontaktů primárních případů.
 - Většinu covidových „situací“ tvoří individuální případy, kdy nebyla prokázána žádná sekundární nákaza. V některých případech se nákaza šíří, méně často se šíří značně (Obr. A6 – Příloha A).
 - Britská práce [Ismail] naznačuje, že počet klastrů v regionu koreluje s incidencí v regionu.
- Co se věku žáků týče, v některých analýzách školních klastrů je prokázaných nálezů více u středoškoláků než mladších dětí [NCIRS3, Larosa, SAGE], jindy nikoli [Ismail, NCIRS1]. Zřejmě vidíme příliš malý vzorek na to, abychom mohli jakkoli zobecňovat.

Učitelé

- Některé práce ukazují, že prokázaných nálezů mezi učiteli je procentuálně stejně jako mezi ostatními skupinami pracujících vyjma zdravotníků [např. Folkhälsomyndigheten2, SAGE] (Obr. A7 – Příloha A). Jiné ukazují, že se učitelé nakazí častěji než zbytek populace [např. Gandini]. Častěji než zbytek populace se zřejmě nakazí učitelé i v ČR (Příloha A.5).

¹⁴ Klastrem se rozumí ≥ 2 epidemiologicky související případy, tedy i jeden primární a jeden sekundární případ je zde chápán jako klaster.

- Učitelů je řádově desetkrát méně než žáků, poměr prokázaných nálezů učitel : žák se ale mění zhruba od očekávaných 1 : 9 [Larosa] až cca k 1,6 : 1 [NCIRS1] (pro Prahu viz Tab. 1; viz též [Gandini, Tab. 3]). Prokázaných nálezů mezi učiteli je tedy zřejmě relativně více než mezi žáky, přepočteno na počet učitelů/žáků.
- V britské studii [Ismail] žáci coby primární zdroje nakazili zaměstnance školy častěji ($n = 16$) než zaměstnanec žáka ($n = 8$). Nejčastěji se ale nakazili zaměstnanci mezi sebou ($n = 26$) a nejméně často studenti mezi sebou ($n = 5$).

Interpretace

- K šíření nákazy covidu-19 ve školách nepochybně dochází.
- Většinu covidových „situací“ ve školách tvoří individuální případy, kdy nebyla prokázána žádná sekundární nákaza, někdy mohou být ale školní klastry dosti velké (> 10 osob).
- Reprodukční číslo se může ve školách v průměru pohybovat kolem 1, nejistota a variabilita je ale velká. V průměru mohou být školy středně rizikové, ale v konkrétních školách se může riziko pohybovat od malého až po velké v závislosti na tom, jestli se podaří v dané škole nastavit takový režim, aby nedocházelo ke vzniku velkých klastrů.
- Nelze vyloučit, že školy jsou pro učitele rizikovější z hlediska nákazy covidem-19 než jiné pracovní lokality pro běžnou dospělou populaci.
- Je možné, že učitelé šíří nákazu ve školách ve větším rozsahu než žáci. Tomu nahrává i fakt, že učitelé mluví v hodinách více než žáci, a tak mohou lépe šířit kapénky a aerosol. Obecně ale v tuto chvíli nejsou příliš spolehlivá data, abychom mohli určit relativní četnost nálezů zaměstnanec školy → zaměstnanec školy vs. zaměstnanec školy → žák vs. žák → zaměstnanec školy vs. žák → žák.

Příloha A

A.1 Terminologie, data, metoda

- Tato příloha rozšiřuje Sekci 3 hlavního dokumentu. Části textu, které již byly popsány v Sekci 3, jsou v této příloze **vyznačeny šedou barvou**, zatímco nové informace jsou černě.
- Metodicky je tento text **selektivním review**, nikoli systematickou metaanalýzou. Selektivní review sebou nese riziko biasu, což je jeho hlavní **omezení** (systematická metaanalýza ale vyžaduje více času a větší tým lidí).
- Studie byly vyhledávány průběžně **do 28. 12. 2020**; zejména zpětně podle citací z metaanalýz a dopředně podle citací významných prací.
- Z hlediska popisu epidemické situace dokument používá následující tři termíny:
 1. **Nízká** virová nálož: 14denní incidence je pod 50 případů na 100 tis. obyvatel¹⁵ a zároveň je nízká pozitivita (cca do 5 %). Typicky funguje trasování, komunitní šíření neprobíhá nebo jen omezeně. Jde typicky o situaci v Evropě přes léto a v zemích jako Česko zřejmě i během většiny první vlny.
 2. **Střední** virová nálož: 14denní incidence na 100 tis. obyvatel je zhruba 50–200 případů; pozitivita přitom obvykle stoupá výrazněji nad 5 %. Trasování funguje jen částečně, komunitní šíření v určité míře probíhá. Jde např. o situaci v ČR v první půlce září 2020 nebo typicky o situaci ve většině zemí v Evropě během většiny první vlny (Německo, Švédsko, Nizozemí apod. s tou výhradou, že v některých případech nejsou dostupná data o pozitivitě ze začátku první vlny anebo jsou několik týdnů i nad 15 %, avšak incidence zůstává na středních hodnotách).
 3. **Vysoká** virová nálož: 14denní incidence na 100 tis. obyvatel stoupá výrazněji nad 200 případů, pozitivita stoupá minimálně nad 5 %, nezdědka však i nad 10–15 %. Trasování nefunguje vůbec nebo špatně. Vysoká míra komunitního šíření. Jde např. o situaci v ČR od začátku podzimu nebo o situaci v podstatné části USA během léta. Na pomezí „střední“ a „vysoké“ virové nálože se také celé léto nacházel například Izrael. Zpětně lze odhadovat, že na tomto pomezí se v lednu 2020 mohl nacházet i Wu-chan.
- Pojmem **krátkodobě** se rozumí první jednotky týdnů, maximálně cca měsíc a půl. Pojmem **dlouhodobě** se rozumí několik měsíců (dva a více): populace „má čas“ na to, aby se „promořovala“.
- Zjednodušené **reprodukční číslo** je v tomto textu vypočítáno podle vzorce:
$$R_{D0} = \frac{\text{SUMA}_{\text{Nové-případyD-7..Nové-případyD-1}}}{\text{SUMA}_{\text{Nové-případyD-12..Nové-případyD-6}}}$$
Obdobně se postupuje v případě výpočtu R pro index PES. [Kulveit]
- Situaci v ČR analyzujeme pomocí dat KHS [Komenda]. Zvlášť analyzujeme věkové skupiny **0–2y**, **3–6y** (předškolní věk), **7–11y** (1. stupeň), **12–15y** (2. stupeň), **16–19y** (střední školy), **20–26y** (VŠ), **27–50y** (přibližně věková skupina rodičů), **> 50y** (starší dospělí). Tato data mají řadu omezení¹⁶.

¹⁵ „14-day COVID-19 case notification rate per 100 000 population“ podle ECDC (<https://covid19-country-overviews.ecdc.europa.eu>).

¹⁶ 1) Denní přírůstky nově prokázaných osob s covidem-19 podle KHS jsou o několik procent nižší než přírůstky uváděné na centrálním webu [<https://onemocneni-aktualne.mzcr.cz/covid-19>] v oddílu „Denní přehled počtu osob s nově prokázaným onemocněním COVID-19 dle hlášení krajských hygienických stanic a laboratoří“. Není jasné proč. 2) Zjednodušené reprodukční číslo podle dat KHS odpovídá pouze přibližně zjednodušenému reprodukčnímu číslu v podkladových datech indexu PES [<https://onemocneni-aktualne.mzcr.cz/pes> „Data ke stažení“] (Pearson's $r_{2.5.-20.11.2020}=0,990$). 3) Není zřejmé, co přesně jsou data

- U zahraničních prací a dat se snažíme držet rozdělení alespoň 0–11y vs. 12–19y, ne vždy je to ale možné. Práce často užívají jiné hranice. Dolní hranice obecně bývá mezi 9 a 12y, horní hranice mezi 17 a 20y. Často je také brána skupina 0–18y pouze jako celek.

A.2 Screeningové studie – séroprevalence

Metodické poznámky

- Ne vždy studie séroprevalence rozlišují mezi kohortami 0–10y vs. 11–18y. Studie navíc často zkoumají pouze dospělé.
- Studie se liší způsobem výběru probandů (náhodný výběr; pacienti, kterým byla z různých důvodů odebírána krev; dárci krve atd.).
- Studie se často liší použitým testem a v některých případech může být výsledek studie zkreslený (například vysoké procento falešně pozitivních v situaci s nízkou incidencí nadhodnotí séroprevalenci). [Galipeau, Vogl]

Výsledky studií

- Metaanalýzy [např. Rostami, Bobrowitz] ukazují, že **séroprevalence** na SARS-CoV-2 u osob pod 18 let byla v průměru **mírně nižší** než u dospělých:
 - Rostami, Tab. 2: séroprevalence 2,28 % [95 %CI = 1,01–3,56] pro < 19y vs. ~3 % pro dospělé.
 - Bobrowitz, Tab. 4: risk ratio 1,23 [0,99–1,52] 0–18y vs. 18–64y (vyšší pro dospělé).

Problém těchto metaanalýz je, že zahrnuté studie ve většině případů popisují situaci, kdy byla v populaci nízká nebo krátkodobě střední virová nálož a navíc byla většina škol zavřená: obecně jde o situaci z jarní vlny nebo ze začátku léta, kdy mohl být postup epidemií dětskou subpopulací podstatně zpomalen různými opatřeními.

- V souladu se zmíněnými metaanalýzami mají jednotlivé studie séroprevalence provedené v lokalitách, kde byla nízká virová nálož či krátkodobě byla nálož na hraně střední a vysoké, ale při zavřených školách, tendenci ukazovat nižší séroprevalenci u osob 0–18y než u dospělých (zejména pak u osob 0–10y). Například:
 - Německo, Baden-Württemberg; sběr přelom dubna a května z konce první vlny; střední virová nálož, školy zavřené: séroprevalence: 0–10y – ~0,8 %; rodiče zkoumaných dětí: ~1,8 %. [Debatin]
 - Španělsko, studie ENE-Covid; sběr přelom dubna a května z konce první vlny; nálož střední, krátce zřejmě i na pomezí střední a vysoké, zavřené školy: séroprevalence: 0–10y – ~2,65 %; 11–19y ~3,85 %; > 20y ~5,5 %. [Pollan]
 - Nizozemí, PIENTER Corona Study; sběr červen a červenec po skončení první vlny; nejprve střední nálož a zavřené školy, potom nízká nálož a částečně otevřené školy: séroprevalence: 0–10y – ~1 %; 11–19y ~4,5 %; > 19y ~4,5 %. [NIPHE]
 - Švýcarsko, Ženeva, SEROCov-POP; sběr duben – začátek května při sestupné fázi první vlny; nálož cca 14 dní vysoká, jinak střední a klesá

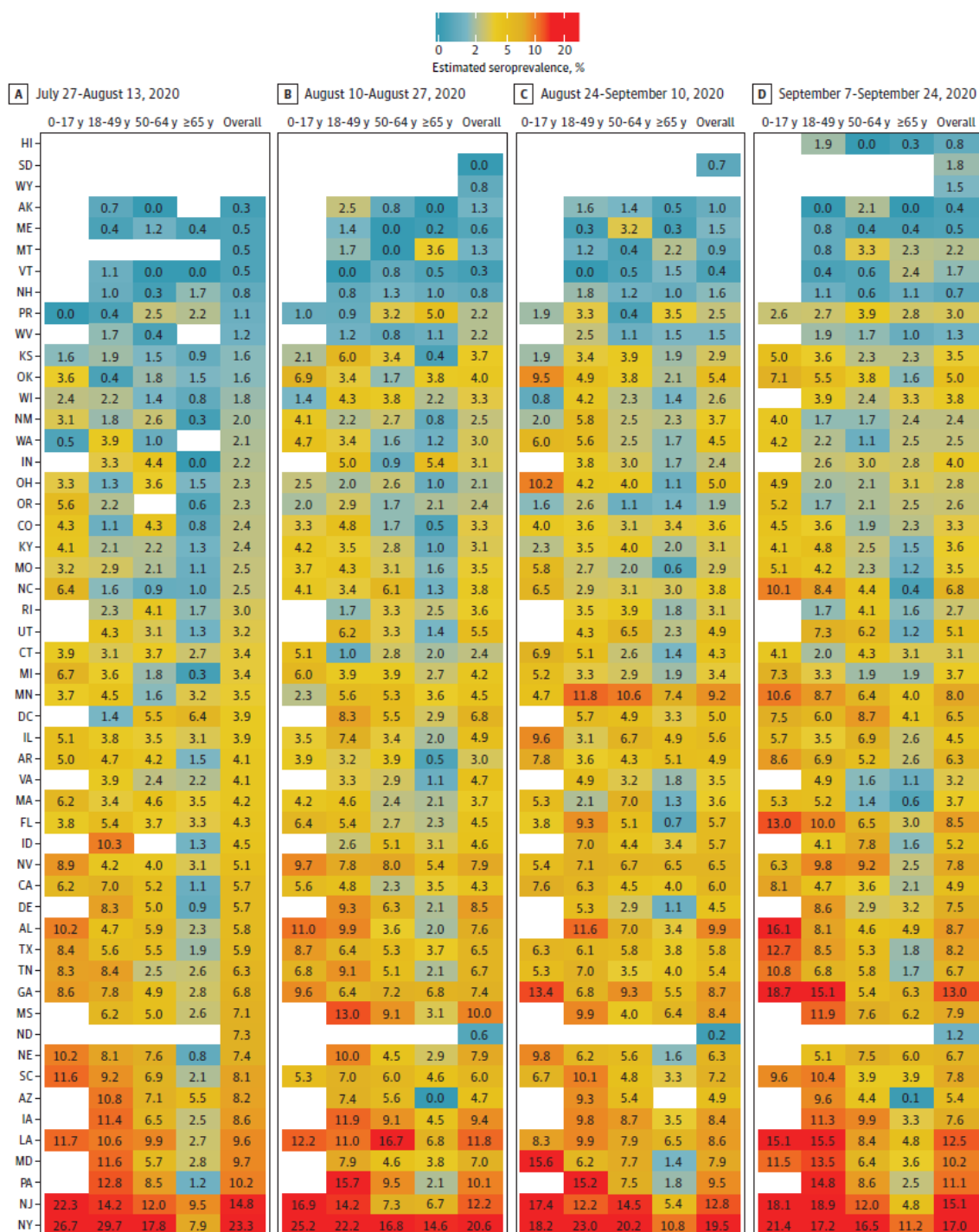
v datových řadách podle hlášení KHS (datum hlášení, datum provedení testu, datum oznámení výsledku pacientovi...?). Obecně doporučujeme chápat data v grafech v Sekci 2 s přesností ± 2 dny. 4) Data odráží prokázané nové případy, přičemž pozitivita (podíl pozitivních z testovaných) od září výrazně roste, takže roste i počet osob s onemocněním covidem-19, které nebyly testovány. 5) Chybí údaje o pozitivitě pro jednotlivé věkové skupiny.

k nízkým hodnotám; školy zavřené; séroprevalence: 5–9y – ~0,3 %; 10–19y ~9,8 %; >19y ~8,2 %. [Stringhini]

- Výhoda novějších studií, zveřejněných na podzim 2020, je, že mohly být provedeny později, a tedy zkoumat i séroprevalenci v situaci, kdy byla nálož dlouhodobě střední až vysoká (ať už za zavřených, či otevřených škol). V těchto kontextech se jeví být **séroprevalence** u dětí, mládeže a dospělých **srovnatelná**, nebo dokonce u dětí a mládeže **vyšší** než u dospělých. Těchto studií je ale zatím málo, takže je třeba na opatrnost při zobecňování. Příklady:
 - Izrael; sběr červenec až půlka září; školy otevřeny do 20. 6., pak od 1. 9.; od konce června nálož střední a stoupá, přes léto se drží na spodní hraně indexu „vysoká“, dále roste od začátku září: 0–10y: ~6 %; 11–18y: ~8,1 %; > 18y: < 5,5 %. [Israel's Ministry of Health]
 - USA; sběr ve čtyřech vlnách od konce července do konce září; zprůměrováno přes celé USA je nálož střední dlouhodobě od půlky března, vysoká v červenci, vysoká až střední na přelomu srpna a září; školy vesměs zavřené do června 2020: séroprevalence ve věkové skupině 0–17y je obecně vyšší než u starších věkových skupin, viz Obr. A1. [Bajema]
 - Velká Británie; sběr již začátkem června ve vybraných MŠ a na 1. stupních ZŠ po otevření škol; sběr na žácích a učitelích; nálož přes dva měsíce střední, na hranici střední a nižší klesá až během června¹⁷; školy zavřené od 20. 3.: séroprevalence 3–11y: 10,6 %; učitelé: 12,7 %. [Ladhani]
- Specifický případ tvoří Švédsko, odkud jsou k dispozici data o týdenní proměně séroprevalence během jarní vlny, kdy byly ve Švédsku otevřené základní školy a zároveň byla dlouhodobě virová nálož střední, při pozitivitě > 10 %. Séroprevalence mezi 17. a 24. týdnem (20. 4. – 14. 6., tj. během švédské „prodloužené“ první vlny) u skupiny 0–19y stoupá v čase, jako by se děti a mládež promořovaly za dospělými „se zpožděním“ (Obr. A2). [Folkhälsomyndigheten1]
- Do srpna bylo ve Švédsku (cca 10 mil. obyv.) reportováno 70 případů multisystémového zánětlivého syndromu u dětí v důsledku onemocnění covidem-19, což je zřejmě násobně více než ve Finsku a Norsku dohromady (cca 5 + 5 mil. obyv.), kde byly na jaře školy zavřené. [Hyde]
- Některé studie, které rozlišují věkové skupiny 0–10y vs. 11–18y, naznačují, že promořenost je ve skupině 0–10y nižší než ve skupině 11–18y [např. Israel's Ministry of Health, PIENTER Corona Study, Pollan]. Existuje ale i řada příkladů z kontextů s různou úrovní virové nálože, ve kterých nebyla séroprevalence u skupiny 0–10y nižší než u skupiny 11–19y. [např.: Torres, Dietrich, Hallal]

¹⁷ Hlavní rozdíl oproti situaci ve Velké Británii vs. Nizozemí [NIPHE] nebo Švýcarsku [Stringhini] je, že ve Velké Británii trvala první vlna o měsíc déle, přičemž pozitivita byla v peaku přes 30 % (Nizozemí 25–30 %, Švýcarsko 20 %).

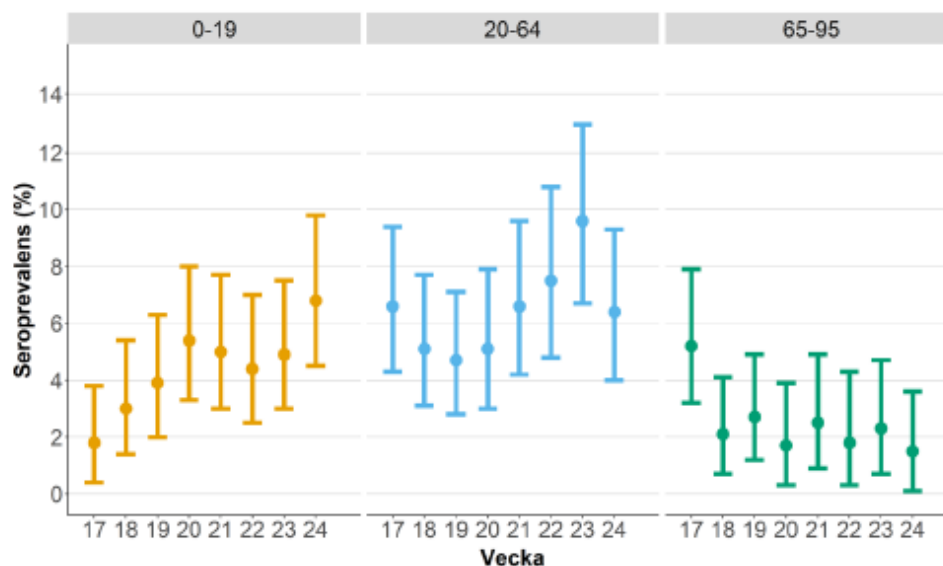
Figure 3. Age-Stratified SARS-CoV-2 Prevalence Estimates by Jurisdiction During Testing Periods 1 to 4



Estimates could not be calculated for select jurisdictions where there were fewer than 75 samples or no samples were provided for a given reporting subgroup.

Obr. A1. Séroprevalence podle věkových skupin a států, USA, „residual patient sera“. [Bajema]

Figur 2. Andelen antikroppspositiva blodprov från öppenvården insamlade under vecka 17 till vecka 24, 2020 i tre åldersgrupper.



Obr. A2. Séroprevalence podle věkových skupin, Švédsko, 17.– 24. týden, sběr z 10 různých lokalit, „outpatient groups“. [Folkhälsomyndigheten1]

A.3 Vnímavost dětí a adolescentů k nákaze virem SARS-CoV-2 v mimoškolním prostředí – trasovací studie

- Metaanalýzy trasovacích studií provedených zejména během první vlny nebo těsně po ní ukazují, **že v domácnostech** se od primárního nakaženého případu nakazí **dítě méně často než dospělý** [např. Madewell, Koh] (průměrný „secondary attack rate“: Madewell: 0–18y = 15,7 % [95 % CI: 9,9–21,5 %], dospělí = 31,0 % [19,4–42,7 %]; Koh uvádí téměř totožná čísla).
 - Lze namítnout, že asymptomatických je více dětí než dospělých. Pokud by tedy ve studiích nebylo prováděno systematické testování všech kontaktů v domácnostech a testovaly by se pouze symptomatické osoby, mohlo by pozornosti těchto studií uniknout více (asymptomatických) dětí než dospělých. Podle uvedených metaanalýz však právě ty studie, které explicitně srovnávají pravděpodobnost nakažení dětí vs. dospělých v domácnostech, uvedeným problémem netrpí.
- Některé novější studie nezahrnuté do těchto metaanalýz ukazují na výrazně vyšší pravděpodobnost nákazy dětí, než uvádí zmíněné metaanalýzy. Důvod této diskrepance není příliš jasný; je možné, že jeden z problémů je méně dokonalé trasování během první vlny epidemie a jiné testovací protokoly během první vlny (pokud testujeme kontakty jen jednou a testovaná osoba je PCR negativní, stále mohla být nakažena dva dny před testováním a být v inkubační době nebo před třemi týdny a již prodělat onemocnění – v obou případech by to ovlivnilo „secondary attack rate“). Příklady:
 - USA, North Carolina [Hurst]: Ze 382 dětí v blízkém kontaktu s nakaženým se nákaza projevila v 293 – 77 % – případech. V tomto konkrétním případě byla většina sledovaných dětí hispánského původu, což může být jedním z důvodů pro vysoký „secondary attack rate“, ale i děti s „non-hispanic white“ původem se nakazilo 17 ze 45 sledovaných, tj. 38 %.

- Itálie [Buonsenso]: Z 53 dětí (a 27 dospělých) v blízkém kontaktu s nakaženými dospělými v rámci domácností byla post hoc zjištěna přítomnost protilátek IgG u 28 (53 %) dětí a 16 (59 %) dospělých. Séropozitivita se nelišila u dětí do 5 let (7/14, 50 %) a nad 5 let (21/38, 54 %). Na rozdíl od většiny trasovacích studií tato studie zkoumala protilátkovou odpověď (IgG), tedy skutečnost, že byla prodělána nákaza nezávisle na symptomech a okamžiku nákazy: pouze 10/28 dětí (36 %) a 5/16 dospělých (33 %) s IgG protilátkami reportovalo diagnózu na covid-19 v minulosti.
- Na druhou stranu v souladu s metaanalýzami [Madewell, Koh] uvádí novější analýza klastrů v anglických domácnostech, provedená na datech národního statistického úřadu (Office for National Statistics), že vnímavost osob ve věku 2–16y k onemocnění covid-19 je zhruba poloviční oproti vnímavosti dospělých [SAGE] (Obr. A3).

A.4 Šíření nákazy dětmi a adolescenty mimo školní prostředí

- Literatura zkoumající, jak často se od nakažených dětí nakazí další osoby, je relativně sporá a výsledky jsou nekonzistentní.
 - Podstatná část těchto prací jsou observační, anekdotické reporty z trasovacích studií týkající se klastrů v domácnostech.
- Review prací [např. Abbott, Suk, Zhu] odhadují, že klastrů, kde je primárním případem osoba 0–18y, je pod 10 % (přičemž tyto osoby tvoří v západních zemích ~20 % populace).
- Metaanalýza [Thompson] uvádí, že šance na nákazu v domácnostech má tendenci být nižší ($p = 0,07$), pokud je primární případ osoba ve věku 0–19y (4,4 % [95 % CI: 0,0–10,8 %], než když jde o dospělého (10,0 % [95 % CI: 8,2–11,8 %]).
 - V případě kontaktů v domácnostech má tendenci být šance na nákazu vyšší od osob 10–19y než od osob 0–9y [Thompson].
- Studie zahrnuté v uvedených metastudiích [tj. v Thompson, Abbott, Suk, Zhu] mají ale řadu omezení:
 - Přináší vesměs anekdotickou informaci s malým N ; výsledky prakticky nelze zobecnit.
 - Podstatná část prací je z první vlny epidemie, kdy mohla být prevalence mezi osobami do 18 let obecně nižší než mezi dospělými.
 - Kontakty jsou někdy zkoumány jen na základě symptomů (tzn. ne vždy jsou pomocí PCR automaticky testovány všechny kontakty). To může vést k podhodnocení skutečného rizika přenosu onemocnění.
 - Kontakty jsou jen zřídka testovány zároveň pomocí PCR i na přítomnost protilátek. To je zvláště důležité u dětí, které by mohly být častěji asymptomatické nebo mít velmi mírné příznaky onemocnění. Takové dítě může být skutečným, avšak nepostřehnutým, primárním případem, který v rodině infikuje dospělého. Dospělý je poté diagnostikován PCR testem a prohlášen za primární případ, protože dítě (coby kontakt dospělého) je již v okamžiku, kdy je mu proveden PCR test, negativní.
 - Metaanalýza [Zhu] uvádí, že pokud by ve studovaných klastrech byly všechny asymptomatické PCR pozitivní osoby 0–18y prohlášeny za primární případy, podíl osob 0–18y na všech primárních případech by vzrostl na 18,5 % (nepochybně některé asymptomatické PCR pozitivní osoby ve věku 0–18y byly ve skutečnosti sekundární případy, což by

tento podíl snížilo; na druhou stranu ne všechny děti byly testovány pomocí PCR, což by v případě asymptomatických dětí tento podíl zvýšilo).

- Některé novější studie ukazují, že šance, že se od osoby 0–18y nakazí v domácnosti dospělý, může být výrazně vyšší, než uvádí výše uvedené a metastudie. Například:
 - USA, Atlanta [Teherani]: sběr do 14. 6. 2020; 7 primárních případů 0–18y mohlo nakazit dohromady 10 dospělých z 20 dospělých kontaktů ve zkoumaných domácnostech (50 %). Studovány zde ovšem byly primární případy, kdy byla vyhledána lékařská pomoc (tzn. horší průběh nemoci a potenciálně vyšší infekčnost).
 - USA, Tennessee, Wisconsin [Grijalava]: sběr duben–září; 5 primárních případů 0–12y nakazilo 9/17 kontaktů (53 %); 9 primárních případů 12–17y nakazilo 11/29 kontaktů (38 %); 87 primárních případů > 17y nakazilo 82/145 kontaktů (57 %).
 - Velká Británie, Anglie, Scientific Advisory Group for Emergencies [SAGE]: analýza klastrů v domácnostech na datech národního statistického úřadu (Office for National Statistics – ONS) dokonce uvádí, že vnímavost osob ve věku 2–16y k onemocnění covidem-19 je sice zhruba poloviční oproti vnímavosti dospělých, infekčnost osob 2–16y je ale podobná infekčnosti dospělých a osoby 2–16y násobně častěji než dospělí tvoří v domácnostech primární případy (Obr. A3).
- V jistém protikladu k předchozím třem studiím izraelská národní data o prokázaných nákazách do 24. 9. 2020 [Izrael's Ministry of Health] ukazují, že šance, že se dospělý nakazil od osoby 0–17y byla cca 6% v porovnání s cca 48% šancí na nákazu od dospělého (nejde o nákazy pouze v domácnosti).
 - Zhruba 46 % nálezů u dospělých ale nemělo známý původ.
 - Osoby 3–14y se přitom v cca 60% případů nakazily od dospělého. V cca 20–25% případů se nakazily od osoby 0–17y, přičemž v tomto případě nejčastěji od svých vrstevníků. U zbytku je zdroj nákazy neznámý. Poměr 60 : 20 může odpovídat poměru doby, jakou byly děti 3–14y v kontaktu s dětmi vs. rodiči, pokud bychom předpokládali, že děti spí s rodiči ve stejné místnosti. Děti ve věku 3–14 let by tedy šířily nákazu na své vrstevníky relativně podobně často jako dospělí na děti.
 - Adolescenti 15–17y se v cca 10 % případů nakazili od svých vrstevníků (15–17y), v cca 6 % případů od mladších dětí, v cca 37 % případů od dospělých a v cca 47 % případů nebyl zdroj nákazy známý.
 - Školy byly přitom v Izraeli otevřené od půlky května asi měsíc.
- Velká trasovací studie ze dvou indických států (přes 80 tis. primárních případů) [Laxminarayan] ukazuje, že děti do 14 let se ve větší míře než dospělí do 65 let nakazí od svých vrstevníků (Obr. A4). Školy byly přitom v Indii zavřené.
 - Problém z hlediska srovnání s ČR ale mohou být odlišné kulturně-sociální zvyklosti v Indii.
- Větší izraelská studie [Dattner], zahrnutá do metaanalýzy [Thompson] (sběr do 2. 5. 2020, zavřené školy; město Bnei Brak, 637 domácností s asp. 1 nálezem a asp. 2 členy) uvádí, že data o klastrech v domácnostech dobře popisují následující hodnoty pro infekčnost a vnímavost osob do 19 let: infekčnost osob do 19 let na úrovni 85 % [65–110 %] infekčnosti dospělých, vnímavost osob do 19 let na úrovni 45 % [40–55 %] vnímavosti dospělých.

- To rámcově odpovídá výše uvedené studii na anglických datech. [SAGE]
- Jedná se ale o atypickou populaci ve městě s velkým zastoupením ultraortodoxních židovských rodin, s velkými rodinami a cca 50 % populací mladší 21 let.

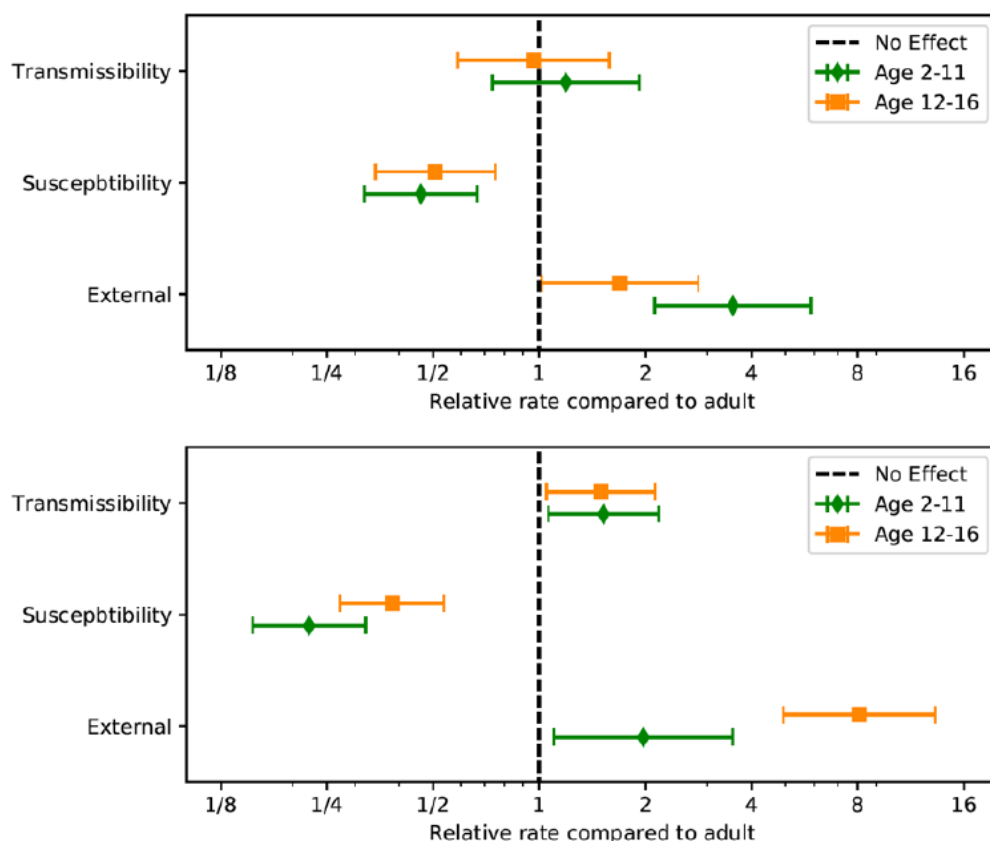
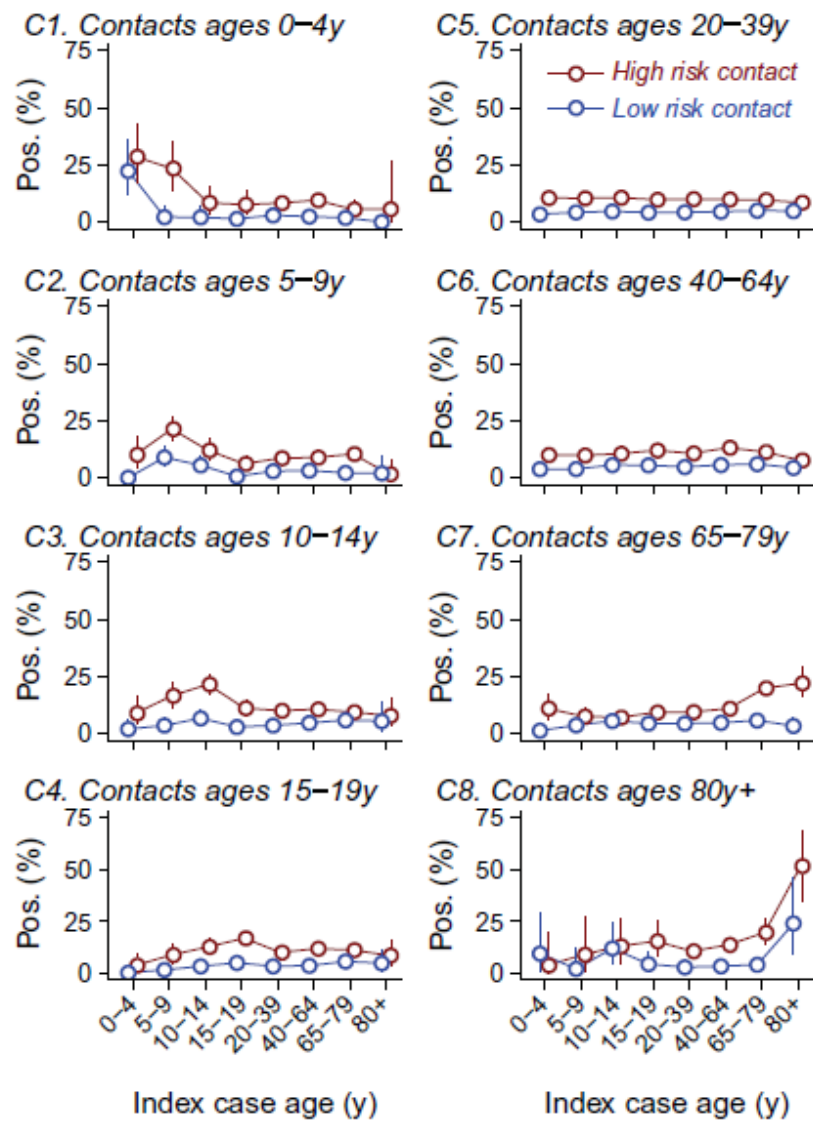


Figure 4: Fitted household transmission model using ONS CIS data. Top: effect sizes with data to 7 Sept. Bottom: effect sizes with data to 8 Oct.

Obr. A3. Relativní infekčnost (tj. šance, že nakažená osoba někoho v domácnosti nakazí), vnímavost (tj. šance, že se osoba nakazí, pokud je někdo další v domácnosti nakažen) a šance na přinesení nákazy do domácnosti (tj. šance, že osoba je v domácnosti primární případ) pro osoby ve věku 2–16 let v porovnání s osobami > 17y. Anglie, model z dat ONS. Nahoře: podle dat do 7. 9. 2020. Dole: podle dat do 8. 10. 2020. [SAGE]



Obr. A4. Podíl kontaktů s prokázanou nákazou na všech kontaktech, podle věku primárního případu („index case“) a věku kontaktu. Zvlášť jsou uvedeny podíly pro více a méně rizikové kontakty. Data ze dvou indických států k 1. 8. 2020. [Laxminarayan]

A.5 Šíření nákazy ve školách – klastry, žáci a učitelé

- Rigorózních analýz školních klastrů je pomálu. Reporty jsou často neúplné, není jasné, jakým způsobem byla data sbírána.
 - Lze soudit, že v době se zvýšenou incidencí covidu-19 obecně hůře funguje trasování a tím přestává dobře fungovat popisování klastrů; na druhu stranu v době s nízkou incidencí se obecně nákaza šíří málo a popis klastrů z té doby je v zásadě anekdotický.
- Je popsáno vícero anekdotických případů, kdy se nákaza ve školním či podobném prostředí značně rozšířila [např. Stein-Zamir, Szablewski, Torres], to se týká i mateřských škol [např. Okarska-Napierała].
- ECDC report [ECDC, Annex 2.1] uvádí počet klastrů reportovaných ve 12 evropských zemích během podzimu (Obr. A5). Tato data ukazují, že ke klastrům ve školním prostředí dochází.
 - Z dat nelze prakticky nic vyvodit o četnosti výskytu těchto klastrů: nemáme žádné informace o spolehlivosti těchto dat. Například pouze v Anglii bylo kumulativně reportováno téměř stejně klastrů jako ve zmíněném reportu ECDC dohromady za 12 zemí (které mají více než dvojnásobek obyvatel, než má Anglie). [PHE, p. 14]
- Kontrolovaná studie z Mississippi (USA, 1. 9. – 5. 11. 2020, střední až vysoká incidence) naznačuje, že z hlediska nákazy může být nebezpečnější účastnit se společenských událostí, oslav a návštěv než chodit do školy [Hobbs]. Vzorek ale není příliš velký.
 - Studie porovnávala kontakty za poslední dva týdny u 154 SARS-CoV-2 pozitivních dětí (2–18y) s kontrolní skupinou dětí, které byly negativní (n = 243). Pozitivně testované děti se mírně častěji než děti z kontrolní skupiny účastnily společenských událostí (11 % vs. 6 %), dětských oslav (9 % vs. 4 %) nebo k nim domů přišla návštěva (42 % vs. 31 %). Četnost školní docházky v posledních 2 týdnech se mezi skupinami signifikantně nelišila (62 % vs. 68%), přičemž podle rodičů učitelé ve školách vesměs nosili roušky (64 % vs. 76 %).
- Školní klastry analyzovaly pomocí národních dat například práce z Austrálie (data z New South Wales) [NCIRS1, NCIRS3 – 1. a 3. vlna sběru¹⁸] a Velké Británie (data z Anglie) [Ismail]. Šlo o data z doby s nízkou incidencí a částečně nebo plně otevřenými školami (MŠ, ZŠ i SŠ). V té době bylo případů prokázaných nákaz ve školách minimum (Anglie: 343, NSW jaro: 45, NSW léto: 72). Ve většině případů (> 50 %) nebyly testovány všechny rizikové kontakty a postupovalo se podle symptomů, takže je pravděpodobné, že některé asymptomatické případy unikly pozornosti. Data vykazují značnou variabilitu; čísla jsou obecně nízká a není jasné, do jaké míry lze výsledky zobecnit.
 - Celkově se (tzn. v těchto pracích, v době s nízkou incidencí v populaci a zřejmě s fungujícím trasováním) drží reprodukční číslo napříč školními klastry lehce pod 1 (0,72–0,94), počítáno z prokázaných nákaz u kontaktů primárních případů.

¹⁸ V New South Wales proběhly tři vlny sběru, ale 2. vlna není v tomto textu zařazena, protože v dané lokalitě byla v době sběru téměř nulová incidence.

- Většinu covidových „situací“ tvoří individuální případy, kdy nebyla prokázána žádná sekundární nákaza. V některých případech se nákaza šíří, méně často se šíří značně (Obr. 16, viz též citace výše). Tento trend není překvapivý a kopíruje velikost klastrů při nákazách covidem-19 obecně. [např. Althouse]
- V Anglii [Ismail] byl primárním případem u klastrů častěji zaměstnanec než žák (n = 34 vs. 21; Obr. A6) a prokázaných nákaz včetně sekundárních případů je celkově více u učitelů (n = 213) než u žáků (n = 130). Žáci coby primární zdroje ale nakazili zaměstnance častěji (n = 16) než učitel žáka (n = 8). Nejčastěji se nakazili zaměstnanci mezi sebou (n = 26) a nejméně často studenti mezi sebou (n = 5).
- Čísla pro Austrálii jsou natolik nízká, že neumožňují smysluplné porovnávání, kromě anekdotického pozorování, že na SŠ dvakrát žák nakazil více než 5 dalších osob a v jedné MŠ nakazil zaměstnanec 7 žáků a 6 zaměstnanců.
- V Anglii [Ismail] počet klastrů (≥ 2 případy) v regionu koreluje s incidencí v regionu.
- Co se žáků týče, v některých studiích je prokázaných nákaz více u středoškoláků než mladších dětí [NCIRS3, Larosa, SAGE], jindy nikoli [Ismail, NCIRS1]. Zřejmě vidíme příliš malý vzorek na to, abychom mohli jakkoli zobecňovat.
- „Secondary attack rate“ ve školním prostředí spočítaný jako podíl sekundárních případů na počet kontaktů je obvykle pod 1 %. [Larosa: 3,2 %]
 - Toto číslo ale nelze přímo srovnávat se „secondary attack rate“ z domácností (kde je násobně vyšší), protože ve školách je sledováno více kontaktů. Například pokud ve čtyřčlenné domácnosti primární případ nakazí 1 osobu, je „secondary attack rate“ v této domácnosti 33 % a R = 1. Pokud ve škole 1 primární případ nakazí 1 osobu a je testováno 30 kontaktů (zhruba jedna třída), je „secondary attack rate“ 3,3 %, ale reprodukční číslo je stále 1. Oba případy jsou z hlediska šíření epidemie stejně významné (stejně R).

Table 2a. Summary of number of clusters and cases reported in educational settings

	Number of countries reporting clusters	Total number of clusters reported (min, max)	Median number of clusters reported in the countries	Number of cases involved in the clusters (min, max)
Preschools (approx. ages <5)	10/12	283 (1-209)	8	2, 150
Primary schools (approx. ages 5-11)	12/12	739 (3-279)	36	2, 101
Secondary schools (approx. ages 12-18)	12/12	1 185 (20-440)	37	2, 88

Note that the ages in different school settings may differ between countries. Numbers can be based on approximations by countries. Reporting of clusters in these settings may vary between countries as educational settings have opened at different times after the summer break.

Obr. A5. Počty klastrů ve školách a školských zařízeních reportovaných ECDC z následujících zemí: Belgie, Bulharsko, Chorvatsko, Dánsko, Finsko, Irsko, Litva, Nizozemí, Rumunsko, Španělsko, Švédsko. S výjimkou Dánska byly reportovány klustry obsahující učitele i žáky (u Dánska šlo jen o žáky). [ECDC]

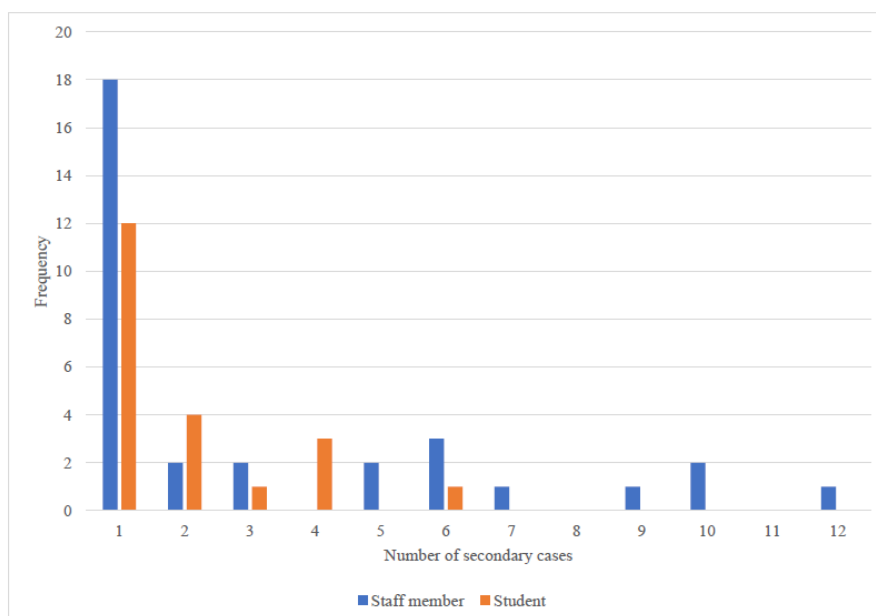


Figure S6: Number of secondary cases for confirmed outbreaks in educational settings in England in June-July 2020, by age of the index case. The median number of secondary cases for both staff and student index cases was 1, with an IQR of 1-2 for student index cases, and 1-5 for staff members.

Obr. A6. Velikosti školních klastrů podle počtu sekundárních případů a zdroje nákazy (žák: oranžová; zaměstnanec: modrá). Data z Anglie [Ismail]. K tomu bylo reportováno 58 primárních případů učitelů a 55 primárních případů studentů, kdy nebyla prokázána nákaza u žádného školního kontaktu.

- Některé práce ukazují, že prokázaných **nákaz mezi učiteli** je procentuálně stejně jako mezi ostatními skupinami pracujících vyjma zdravotníků [např. Folkhälsomyndigheten2, SAGE] (Obr. A6). Jiné ukazují, že se učitelé nakazí častěji než zbytek populace [např. Gandini].
 - V ČR bylo k 10. 10. 2020 [iRozhlas] kumulativně 4483 pedagogů nebo pracovníků ve školství s prokázanou nákazou SARS-CoV-2. ČSÚ [Tab. 1] uvádí, že v roce 2019 bylo učitelů, včetně VŠ, 158 926. Jde tedy o 2,82 % všech učitelů v porovnání s 0,75 % všech osob ve věku $\geq 27y$ s prokázanou nákazou SARS-CoV-2 do téhož dne (kumulativně dle KHS [Komenda]).
 - Není ale jasné, koho ÚZIS zařazuje do kategorie „pedagog nebo pracovník ve školství“ a k danému dni nebyla profese uvedena pro cca 17 000 osob. Zároveň KHS v datech, kde lze dohledat věk nakažených osob [Komenda], neuvádí všechny prokázané případy nákazy. Těch je asi o třetinu více, avšak neznáme u nich věk¹⁹. Číslo 0,75 % by tedy mohlo být odhadem o třetinu vyšší, kdyby se tyto případy započítaly.
- Učitelů je řádově desetkrát méně než žáků, poměr prokázaných nákaz učitel : žák se ale mění zhruba od očekávatelných 1 : 9 [Larosa] až cca k 1,6 : 1 [NCIRS1] (pro Prahu viz Tab. 1; viz též [Gandini, Tab. 3]). Prokázaných nákaz mezi učiteli je tedy zřejmě relativně více než mezi žáky, přepočteno na počet učitelů/žáků.

¹⁹ Jde o součet v oddíle „Denní přehled počtu osob s nově prokázaným onemocněním COVID-19 dle hlášení krajských hygienických stanic a laboratoří“ na webu <https://onemocneni-aktualne.mzcr.cz/covid-19>, který neseď se součty v csv tabulkách dostupných v oddíle „COVID-19: Přehled osob s prokázanou nákazou dle hlášení krajských hygienických stanic (v2)“ na webu <https://onemocneni-aktualne.mzcr.cz/api/v2/covid-19>.

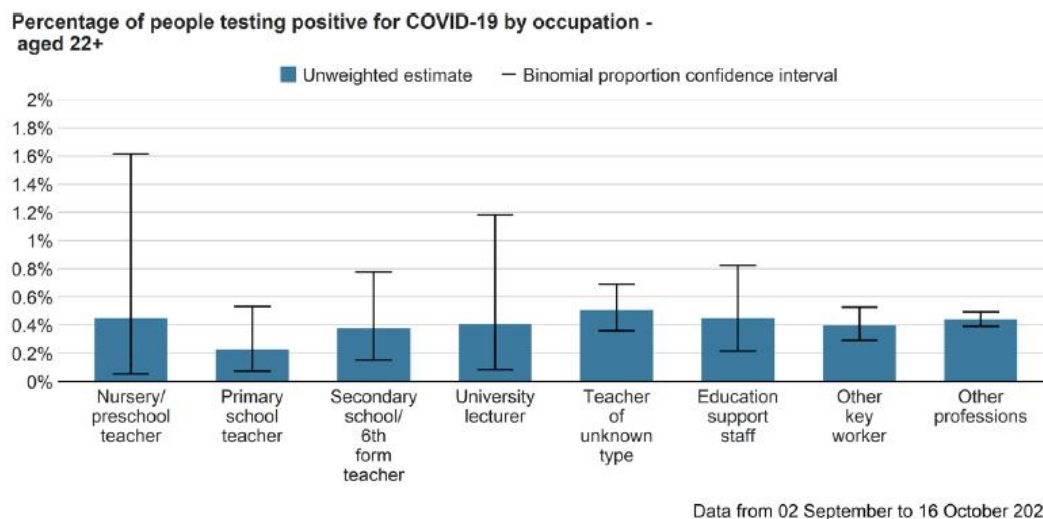


Figure 1: ONS, percentage of people testing positive for COVID-19 by occupation, aged 22+

Obr. A7. Odhad relativního počtu osob z dané profesní skupiny, které se v Anglii mezi 2. 9. a 16. 10. nakazily covidem-19 [SAGE]. Jde o dobu, kdy v Anglii stoupá incidence z nižších hodnot na střední.

Příloha B – Reference

Abbott, B. W., Chaston, J. M., Bush, J., Sloan, C., Poole, B., Greenhalgh, M., ... & Errigo, I. M. (2020) Making sense of the research on COVID-19 and school reopenings. published 11 Aug, <https://pws.byu.edu/making-sense-of-the-research-on-covid-19-and-school-reopenings>

Althouse, B. M., Wenger, E. A., Miller, J. C., Scarpino, S. V., Allard, A., Hébert-Dufresne, L., & Hu, H. (2020). Superspreading events in the transmission dynamics of SARS-CoV-2: Opportunities for interventions and control. *PLoS biology*, 18(11), e3000897.

Auger, K. A., Shah, S. S., Richardson, T., Hartley, D., Hall, M., Warniment, A., ... & Schondelmeyer, A. C. (2020). Association between statewide school closure and COVID-19 incidence and mortality in the US. *Jama*, 324(9), 859-870.

Bajema, K. L., Wiegand, R. E., Cuffe, K., Patel, S. V., Iachan, R., Lim, T., ... & Fry, A. M. (2020). Estimated SARS-CoV-2 Seroprevalence in the US as of September 2020. *JAMA internal medicine*. 24 Nov, in press. <https://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/article-abstract/2773576>

Bobrovitz, N., Arora, R. K., Cao, C., Boucher, E., Liu, M., Rahim, H., ... & Yan, T. (2020). Global seroprevalence of SARS-CoV-2 antibodies: a systematic review and meta-analysis. *medRxiv*. posted 18 Nov, <https://doi.org/10.1101/2020.11.17.20233460>

Brauner, J. M., Mindermann, S., Sharma, M., Johnston, D., Salvatier, J., Gavenčiak, T., ... & Norman, A. J. (2020). Inferring the effectiveness of government interventions against COVID-19. *Science*. 15 Dec 10.1126/science.abd9338

Buonsenso, D., Valentini, P., De Rose, C., Pata, D., Sinatti, D., Speziale, D., Ricci, R., ... & Sali, M. (2020). Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 IgG antibodies in children with household exposition to adults with COVID-19: preliminary findings. *medRxiv*. posted 12 Aug, <https://doi.org/10.1101/2020.08.10.20169912>

ČSÚ, Český statistický úřad. (2020) Statistická ročenka České republiky.

Debatin, K. M., Henneke, P., Hoffman, G. F., Kräusslich, H. G., & Renk, H. (2020). Prevalence of COVID-19 in children in Baden-Württemberg. Preliminary study report. https://www.klinikum.uni-heidelberg.de/fileadmin/pressestelle/Kinderstudie/Prevalence_of_COVID-19_in_BaWu_.pdf

Dattner, I., Goldberg, Y., Katriel, G., Yaari, R., Gal, N., Miron, Y., ... & Huppert, A. (2020). The role of children in the spread of COVID-19: Using household data from Bnei Brak, Israel, to estimate the relative susceptibility and infectivity of children. *medRxiv*. posted 11 Oct, <https://doi.org/10.1101/2020.06.03.20121145>

Dietrich, M. L., Norton, E. B., Elliott, D., Smira, A. R., Rouelle, J. A., Bond, N. G., ... & Himmelfarb, S. T. (2020). SARS-CoV-2 Seroprevalence Rates of Children in Louisiana During the State Stay at Home Order. *medRxiv*. posted 08 July, <https://doi.org/10.1101/2020.07.07.20147884>

ECDC (2020). COVID-19 in children and the role of school settings in transmission - first update. Stockholm: ECDC. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/children-and-school-settings-covid-19-transmission#no-link>

Folkhälsomyndigheten1 (2020). Påvisning av antikroppar efter genomgången covid-19 i blodprov från öppenvården (Delrapport 1) <https://www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material/publikationsarkiv/p/pavisning-av-antikroppar-efter-genomgangen-covid-19-i-blodprov-fran-oppenvarden-delrapport-1/> (cited 31 Dec 2020)

Folkhälsomyndigheten2 (2020). Covid-19 hos barn och unga – en kunskapssammanställning (version 2) <https://www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material/publikationsarkiv/c/covid-19-hos-barn-och-unga--en-kunskapssammanstallning-version-2/> (cited 31 Dec 2020)

Galipeau, Y., Greig, M., Liu, G., Driedger, M., & Langlois, M. A. (2020). Humoral Responses and Serological Assays in SARS-CoV-2 Infections. *Frontiers in immunology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.610688>

Gandini, S., Rainisio, M., Iannuzzo, M. L., Bellerba, F., Cecconi, F., & Scorrano, L. (2020). No evidence of association between schools and SARS-CoV-2 second wave in Italy. *medRxiv*. posted 18 Dec. <https://doi.org/10.1101/2020.12.16.20248134>

Grijalva, C. G., Rolfes, M. A., Zhu, Y., McLean, H. Q., Hanson, K. E., Belongia, E. A., ... & Talbot, H. K. (2020). Transmission of SARS-COV-2 infections in households—Tennessee and Wisconsin, April–September 2020. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 69(44), 1631-1634, doi: 10.15585/mmwr.mm6944e1

Hallal, P. C., Hartwig, F. P., Horta, B. L., Silveira, M. F., Struchiner, C. J., Vidaletti, L. P., ... & Victora, G. D. (2020). SARS-CoV-2 antibody prevalence in Brazil: results from two successive nationwide serological household surveys. *The Lancet Global Health*, 8(11), e1390-e1398. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30387-9](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30387-9)

Haug, N., Geyrhofer, L., Londei, A., Dervic, E., Desvars-Larrive, A., Loreto, V., ... & Klimek, P. (2020). Ranking the effectiveness of worldwide COVID-19 government interventions. *Nature human behaviour*, 4, 1303–1312

Hobbs, C. V., Martin, L. M., Kim, S. S., Kirmse, B. M., Haynie, L., McGraw, S., ... & Flannery, B. (2020). Factors associated with positive SARS-CoV-2 test results in outpatient health facilities and emergency departments among children and adolescents aged < 18 years—Mississippi, September–November 2020. v. 69, early release, published 15 Dec.

Hurst, J. H., Heston, S. M., Chambers, H. N., Cunningham, H. M., Price, M. J., Suarez, L., ... & Griffin, S. M. (2020). SARS-CoV-2 infections among children in the biospecimens from respiratory virus-exposed kids (BRAVE kids) study. *medRxiv*. posted 01 Sep, Ver. 2. <https://doi.org/10.1101/2020.08.18.20166835>

Hyde, Z. (2020). COVID-19, children, and schools: overlooked and at risk. *Med J Aust*, 213, 444-446. doi: 10.5694/mja2.50823

Ismail, S. A., Saliba, V., Bernal, J. L., Ramsay, M. E., & Ladhani, S. N. (2020). SARS-CoV-2 infection and transmission in educational settings: a prospective, cross-sectional analysis of infection clusters and outbreaks in England. *The Lancet Infectious Diseases*, in press, 08 Dec, [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30882-3](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30882-3)

Izrael's Ministry of Health (2020) Results of the National Serological Survey for the New Corona Virus. <https://www.gov.il/he/departments/news/08102020-01>, along with “Analysis of coronavirus morbidity characteristics in children” https://www.gov.il/BlobFolder/reports/bz-400844120/he/files_publications_corona_bz-400844120.pdf?fbclid=IwAR1Y54U8xs_m3ZHa9blahJ5u8k16J2EYbmOSXiJa9flod5tCKvZJPpyX0PY (cited 31 Dec 2020)

Komenda M., Bulhart V., Karolyi M., et al. (2020). Complex reporting of coronavirus disease (COVID-19) epidemic in the Czech Republic: use of interactive web-based application in practice. *Journal of Medical Internet Research*. 22(5), e19367; „COVID-19: Přehled osob s prokázanou nákazou dle

hlášení krajských hygienických stanic (v2) Aktuální k 27. 12. 2020“ <https://onemocneni-aktualne.mzcr.cz/api/v2/covid-19>

Koh, W. C., Naing, L., Chaw, L., Rosledzana, M. A., Alikhan, M. F., Jamaludin, S. A., ... & Pastore, R. (2020). What do we know about SARS-CoV-2 transmission? A systematic review and meta-analysis of the secondary attack rate and associated risk factors. *PloS one*, 15(10), e0240205.

Kulveit, J et al. (2020). Metodika pro výpočet indexu rizika COVID-19. v. 1.1. https://koronavirus.mzcr.cz/wp-content/uploads/2020/11/Metodika1_Metodick%C3%BDPopisIndexRizika_v11.pdf (cited 23 Jan 2021)

Ladhani, S., Ahmad, S., Garstang, J., Brent, A. J., Brent, B., Flood, J., ... & Whillock, C. (2020) Prospective active national surveillance of preschools and primary schools for SARS-CoV-2 infection and transmission in England, June 2020 (sKIDs COVID-19 surveillance in school kids). https://www.hendrenproject.org/sites/default/files/sKIDs_Phase1Report_01sep2020.pdf (cited 31 Dec 2020)

Larosa, E., Djuric, O., Cassinadri, M., Cilloni, S., Bisaccia, E., Vicentini, M., ... & Reggio Emilia Covid-19 Working Group. (2020). Secondary transmission of COVID-19 in preschool and school settings in northern Italy after their reopening in September 2020: a population-based study. *Eurosurveillance*, 25(49), 2001911.

Laxminarayan, R., Wahl, B., Dudala, S. R., Gopal, K., Neelima, S., Reddy, K. J., ... & Lewnard, J. A. (2020). Epidemiology and transmission dynamics of COVID-19 in two Indian states. *Science*, 370(6517), 691-697.

Madewell, Z. J., Yang, Y., Longini, I. M., Halloran, M. E., & Dean, N. E. (2020). Household Transmission of SARS-CoV-2: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA network open*, 3(12), e2031756-e2031756.

NCIRS1: Macartney, K., Quinn, H. E., Pillsbury, A. J., Koirala, A., Deng, L., Winkler, N., ... & Brogan, D. (2020). Transmission of SARS-CoV-2 in Australian educational settings: a prospective cohort study. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(11), 807-816.

NCIRS3 (2020) COVID-19 in schools and early childhood education and care services – the Term 3 experience in NSW. https://www.ncirs.org.au/sites/default/files/2020-10/COVID-19%20Transmission%20in%20educational%20settings%20in%20NSW%20Term%203%20report_0.pdf (Cited 31 Dec 2020)

NIPHE, National Institute for Public Health and Environment (2020) PIENTER Corona study <https://www.rivm.nl/en/pienter-corona-study/results>

iRozhlas (2020). „Data: Koronavirus nejvíce zasáhl školáky a seniory, prudce přibývají i nakažení učitelé a zdravotníci“ https://www.irozhlaz.cz/zpravy-domov/koronavirus-nakazeni-covid-19-zamestnani-uzis-data-datova-zurnalistika-skola_2010150600_nkr, published 15 Oct, data from 10 Oct (cited 31 Dec 2020)

Okarska-Napierała, M., Mańdziuk, J., & Kuchar, E. (2021). SARS-CoV-2 Cluster in Nursery, Poland. *Emerging Infectious Diseases*, 27(1), 317-319. <https://dx.doi.org/10.3201/eid2701.203849>.

PHE (2020). Weekly Influenza and COVID-19 Surveillance graphs, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/936672/Weekly_COVID-19_and_Influenza_Surveillance_Graphs_w47.pdf (Cited 31 Dec 2020)

Persson, J., Parie, J. F., & Feuerriegel, S. (2021). Monitoring the COVID-19 epidemic with nationwide telecommunication data. preprint arXiv:2101.02521.

- Pollán, M., Pérez-Gómez, B., Pastor-Barriuso, R., Oteo, J., Hernán, M. A., Pérez-Olmeda, M., ... & Molina, M. (2020). Prevalence of SARS-CoV-2 in Spain (ENE-COVID): a nationwide, population-based seroepidemiological study. *The Lancet*, 396(10250), 535-544. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31483-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31483-5)
- Rostami, A., Sepidarkish, M., Leeflang, M., Riahi, S. M., Shiadeh, M. N., Esfandiyari, S., ... & Gasser, R. B. (2020). SARS-CoV-2 seroprevalence worldwide: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Microbiology and Infection*. 24 Oct, in press, <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.10.020>
- SAGE (2020) TFC: Children and transmission, 4 November 2020. <https://www.gov.uk/government/publications/tfc-children-and-transmission-4-november-2020> (Cited 31 Dec 2020)
- Sisk, B., Cull, W., Harris, J. M., Rothenburger, A., & Olson, L. (2020). National trends of cases of COVID-19 in children based on US state health department data. *Pediatrics* December, 146(6). <https://doi.org/10.1542/peds.2020-027425>
- Stein-Zamir, C., Abramson, N., Shoob, H., Libal, E., Bitan, M., Cardash, T., ... & Miskin, I. (2020). A large COVID-19 outbreak in a high school 10 days after schools' reopening, Israel, May 2020. *Eurosurveillance*, 25(29).
- Stringhini, S., Wisniak, A., Piumatti, G., Azman, A. S., Lauer, S. A., Baysson, H., ... & Yerly, S. (2020). Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 IgG antibodies in Geneva, Switzerland (SEROCoV-POP): a population-based study. *The Lancet* 396 (10247) P313-319, 01 Aug. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31304-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31304-0)
- Suk, J. E., Vardavas, C., Nikitara, K., Phalkey, R., Leonardi-Bee, J., Pharris, A., ... & Semenza, J. C. (2020). The role of children in the transmission chain of SARS-CoV-2: a systematic review and update of current evidence. *medRxiv*. posted 09 Nov, <https://doi.org/10.1101/2020.11.06.20227264>
- Szablewski, C. M., Chang, K. T., Brown, M. M., Chu, V. T., Yousaf, A. R., Anyalechi, N., ... & McDaniel, C. J. (2020). SARS-CoV-2 transmission and infection among attendees of an overnight camp—Georgia, June 2020. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 69(31), 1023-1025.
- Teherani, M. F., Kao, C. M., Camacho-Gonzalez, A., Banskota, S., Shane, A. L., Linam, W. M., & Jaggi, P. (2020). Burden of Illness in Households With Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2–Infected Children. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*, 9(5), 613-616.
- Thompson, H., Mousa, A., Dighe, A., Fu, H., Arnedo-Pena, A., Barrett, P., ... & De Maria, L. (2020). Report 38: SARS-CoV-2 setting-specific transmission rates: a systematic review and meta-analysis. Published 27 Nov, <http://hdl.handle.net/10044/1/84270>
- Torres, J. P., Piñera, C., De La Maza, V., Lagomarcino, A. J., Simian, D., Torres, B., ... & O’Ryan, M. (2020). SARS-CoV-2 antibody prevalence in blood in a large school community subject to a Covid-19 outbreak: a cross-sectional study. *Clinical Infectious Diseases* ciaa955, <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa955>
- Vogl, T., Leviatan, S., & Segal, E. (2021). SARS-CoV-2 antibody testing for estimating COVID-19 prevalence in the population. *Cell Reports Medicine*, 100191, <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2021.100191>
- Zhu, Y., Bloxham, C. J., Hulme, K. D., Sinclair, J. E., Tong, Z. W. M., Steele, L. E., ... & Pickering, J. (2020). A meta-analysis on the role of children in SARS-CoV-2 in household transmission clusters. *medRxiv*. posted 04 Dec, <https://doi.org/10.1101/2020.03.26.20044826>