

Odhad zdravotních a finančních přínosů v návaznosti na uplatňování vyhlášky o školním stravování

Metodologie

Při analýze jsme pro srovnávací hodnocení rizik použili dva samostatné rámce. Nejprve jsme se zaměřili na děti ve věku 7–16 let, které budou ovlivněny změnami ve výživě v důsledku uplatňování vyhlášky. Vzhledem k nejistotě ohledně rozsahu dopadu této politiky jsou změny v příjmu sodíku, volných cukrů a celozrnných obilovin modelovány jako změny nejisté, které mohou nastat při uplatňování této politiky.

U srovnávacího hodnocení rizik pro dospělost vychází analýza z mikrosimulačního modelu, naším cílem bylo odhadnout potenciální dlouhodobé zdravotní účinky změn ve stravování vyplývající z revidovaných norem pro školní stravování v České republice. Tuto část modelu týkající se dospělosti je třeba interpretovat jako hypotetický scénář, kdy hypotetická změna nastavená v dětství přetrvává do dospělosti a bude mít trvalý účinek, nepředpokládáme, že by se změna stravovacích návyků z dětství plně přenesla do dospělosti. Pracujeme s předpokladem částečného přetrvání, který zohledňuje možnost, že některá zlepšení ve stravování dosažená v dětství přetrvávají i v pozdějším životě.

1 Populační a další data

Modelová výchozí populace představuje dospělé ve věku 25–64 let žijící v České republice. V průběhu simulovaného desetiletého období sledujeme jedince každý rok. Model realizujeme jako mikrosimulaci s otevřenou kohortou, což znamená, že počáteční kohortu dospělých sledujeme v čase a zároveň v dalších letech přidáváme nové účastníky ve věku 25 let, a to na základě externě definovaných počtů nově přibývajících osob podle pohlaví.

Demografické údaje jsme získali z populačních statistik OSN. Údaje o indexu tělesné hmotnosti (BMI) u dětí byly získány ze studie Health Behaviour in School-aged Children (HBSC), a to pro věkové skupiny, u nichž bylo možné získat sledovaná data. U mladších dětí, u nichž nebyly k dispozici údaje o BMI na individuální úrovni, byly generovány kalibrované syntetické distribuce BMI s využitím prevalencí kategorií BMI podle věku a pohlaví z české studie NCD-RisC 2022, souhrnných údajů o BMI uvedených ve studii HBSC pro děti ve věku 11 let a referenčních parametrů Světové zdravotnické organizace (WHO) z roku 2007 pro BMI podle věku.

Údaje o BMI a systolickém krevním tlaku u dospělých jsme převzali z evropské studie EHES. Vstupní údaje o incidenci onemocnění a úmrtnosti na jiná než onkologická onemocnění byly získány od Institutu pro zdravotní metriky a hodnocení (IHME). Vstupní údaje o úmrtnosti na onkologická onemocnění, přežití a remisi jsme převzali z databáze českého systému pro vizualizaci onkologických dat (SVOD). Remisi onkologických onemocnění jsme zahrnuli podle pravidla pro modely na základě doby, která uplynula od stanovení diagnózy.

Změna v množství volných cukrů po zavedení vyhlášky použitá v analýze vychází z rozdílu mezi dříve platnými a revidovanými normami pro obědy. Tyto hodnoty je třeba chápat jako maximálně možné snížení, nikoli jako skutečné snížení v jednotlivých školních jídelnách. Toto rozlišení je důležité, protože předchozí limity již byly nastaveny jako maximální, a některé jídelny mohly používat méně cukru ještě před vydáním vyhlášky. Předpokládané změny týkající se obsahu sodíku a používání celozrnných obilovin vycházejí z konzultací s odborníky a v modelu jsou z pohledu dopadu politiky považovány za nejisté vstupní údaje.

2 Model srovnávacího hodnocení rizik u dětí

2.1 Účinky politiky u dětí

Politika by měla podle předpokladů přinést následující změny ve stravování

1. Snížení příjmu volných cukrů. Model předpokládá snížení příjmu volných cukrů ze školních obědů. Na základě konzultací s odborníky je základní snížení stanoveno na 5 g na jeden školní oběd, přičemž rozsah nejistoty se pohybuje od 0 do 12 g na jeden školní oběd. Toto snížení se vztahuje na všechny věkové skupiny a platí pouze ve školních dnech, kdy se konzumuje školní oběd.
2. Snížení příjmu sodíku. Vyhláška nestanovuje pro obsah soli jednoduše definovatelný cíl na základě spotřebitelského koše. Očekávaný účinek na příjem sodíku se tak modeluje jako snížení vyplývající ze změn v přípravě pokrmů. Tento předpoklad je podložen českými analytickými údaji, které ukazují, že školní obědy v minulosti obsahovaly vysoké množství soli. Podle celostátní analytické studie z roku 2017/2018 obsahoval průměrný oběd 1,37 g sodíku, což odpovídá 3,43 g soli a představuje přibližně 69 % maximálního doporučeného denního příjmu sodíku. Příjem sodíku překročil doporučení ve všech analyzovaných školních jídelnách a 43 % jídelen překročilo doporučený podíl pro obědy více než dvojnásobně (Krajská hygienická stanice Královéhradeckého kraje, n.d; Krajská hygienická stanice Středočeského kraje, 2026).

Na základě české národní analytické studie školních obědů model pracuje se snížením obsahu sodíku v polévkách a hlavních chodech, které odpovídají přibližně za 95 % obsahu sodíku v obědech (Ruprich a kol., 2019). Model předpokládá konzervativní

čisté snížení obsahu sodíku o 130–390 mg na jeden školní oběd, přičemž střední odhad činí přibližně 235 mg na jeden školní oběd. To představuje přibližné snížení obsahu sodíku v polévkách a hlavních chodech o 10–30 %, přičemž střední hodnota činí 18 %, a to na základě zveřejněných důkazů o úpravě obsahu soli v polévkách (Bruins a kol., 2015; Archer a kol., 2022).

3. Nárůst spotřeby celozrnných obilovin. U dětí ve věku 7–10 let model předpokládá nárůst o 9,6–13,8 g na jeden školní oběd. U dětí ve věku 11–14 let je předpokládán nárůst 11,0–16,0 g na jeden školní oběd. U dětí ve věku 15 let a starších se předpokládá nárůst o 12,75–19,0 g na jeden školní oběd. Dolní hranice představuje minimální požadovaný nárůst v rámci prahové hodnoty pro splnění požadavků, zatímco horní hranice představuje úplné splnění revidované hodnoty koše.

Pro věkovou skupinu 15–16 let je tento předpoklad odvozen z konzervativní výchozí hodnoty 6 g celozrnných obilovin denně. Revidovaná hodnota koše činí 25 g denně, přičemž minimální hodnota pro splnění požadavků je 18,75 g denně, což odpovídá 75 % hodnoty koše. To znamená minimální požadovaný nárůst o 12,75 g na jeden školní oběd a nárůst o 19,0 g na jeden školní oběd při plném splnění požadavků. Stejná logika se uplatňuje i u mladších věkových skupin s využitím jejich věkově specifických hodnot spotřebního koše pro obědy.

Předpokládá se, že změna v příjmu celozrnných obilovin ovlivňuje riziko onemocnění pouze v dospělosti. Není modelována tak, že by měla přímý krátkodobý vliv na BMI nebo krevní tlak u dětí, protože důkazy o takových krátkodobých účincích u dětí nejsou zcela přesvědčivé.

2.2 Různé cesty ke snížení rizika u dětí

Snížení příjmu volných cukrů vede u dětí ke snížení BMI. Tento účinek je podložen důkazy získanými z randomizovaných kontrolovaných studií zaměřených na vztah mezi konzumací nápojů slazených cukrem a tělesnou hmotností [C de Ruyter a kol., 2012; Ebbeling a kol., 2012].

Údaje o účinku sodíku na krevní tlak u dětí na 1 000 mg/den vycházejí z metaanalýzy experimentálních a observačních kohortových studií [Leyvraz et al., 2018].

Vliv zvýšené konzumace celozrnných obilovin na zdravotní výsledky nebyl u dětí modelován kvůli neprůkaznosti důkazů.

2.3 Syntetické rozdělení hodnot BMI pro věkovou skupinu 7–10 let

Údaje o individuálním BMI u dětí ve věku 7–10 let nebyly za Českou republiku k dispozici. Proto jsme pro dané věkové skupiny vygenerovali kalibrované syntetické rozdělení hodnot BMI, přičemž jsme vycházeli současně ze tří zdrojů dat, a to z odhadů prevalence podle věku

a pohlaví z české části studie NCD-RisC 2022 pro kategorie z-skóre BMI podle věku pro WHO, souhrnných údajů o BMI odvozených z české části studie HBSC pro věk 11 let a z referenčních parametrů WHO z roku 2007 pro BMI podle věku (Lambda, Mu a Sigma, LMS) pro děti a dospívající ve věku 7–19 let. WHO definuje podváhu, nadváhu a obezitu u dětí a dospívajících pomocí hraničních hodnot z-skóre BMI pro daný věk ≤ -2 směrodatné odchylky (SD), $> +1$ SD a $> +2$ SD.

Pro každé pohlaví bylo nejprve souhrnné rozložení BMI pro věk 11 let odvozené ze studie HBSC aproximováno s využitím dostupných percentilů: p5, p25, medián, p75 a p95. K vytvoření syntetické šablony pro BMI ve věku 11 let byla použita monotónní kubická interpolace empirické kvantilové funkce. Tato šablona byla poté pomocí parametrů LMS specifických pro daný věk a pohlaví převedena na z-skóre BMI podle věku v souladu s metodikou WHO. Šablona z-skóre pro věk 11 let byla následně použita k aproximaci tvaru rozložení BMI v rámci jednotlivých kategorií (věk, pohlaví).

Pro každou skupinu ve věku od 7 do 10 let rozčleněnou podle věku a pohlaví byl počet simulovaných pozorování přiřazených ke každé kategorii z-skóre kalibrován podle odpovídajících pravděpodobností pro kategorie podle NCD-RisC 2022 pro Českou republiku. Kategorie byly stanoveny následovně: BMI pro daný věk ≤ -2 SD, -2 SD až ≤ -1 SD, -1 SD až $\leq +1$ SD, $> +1$ SD až $\leq +2$ SD a $> +2$ SD. Počty v jednotlivých kategoriích byly přidělovány deterministicky pomocí Hamiltonovy metody tak, aby se simulované podíly kategorií shodovaly se vstupními pravděpodobnostmi NCD-RisC s přesností na celé číslo.

V rámci každé kalibrované kategorie z-skóre byly jednotlivé hodnoty z-skóre vzorkovány s nahrazením z odpovídající části šablony z-skóre odvozené ze studie HBSC pro věk 11 let a dané pohlaví. Pokud šablona obsahovala v dané kategorii příliš málo pozorování, hodnoty jsme čerpali z náhradního zkráceného rozdělení v rámci příslušného intervalu z-skóre. Vygenerovaná z-skóre specifická pro daný věk byla poté převedena zpět na BMI pomocí parametrů LMS specifických pro daný věk a pohlaví podle metodiky WHO z roku 2007. Výsledný datový soubor by proto měl být interpretován jako kalibrované syntetické rozdělení BMI, nikoli jako pozorovaná mikrodata BMI.

Diagnostické kontroly byly pro každou skupinu podle věku a pohlaví provedeny porovnáním simulovaných prevalencí kategorií z-skóre se vstupními daty NCD-RisC. Vzhledem k tomu, že byly počty v kategoriích kalibrovány deterministicky, odrážejí rozdíly mezi simulovanými a cílovými prevalencemi pouze zaokrouhlení na celá čísla. Tento postup vygeneroval syntetické souhrny BMI pro věk 7–10 let a následně je zkombinoval se souhrny odvozenými ze studie HBSC pro věk 11–16 let.

3 Model pro dospělost

3.1 Dosah vyhlášky a přetrvání jejích účinků do dospělosti

Model pro dospělost využívá pro převedení změn stravovacích návyků v dětství na trvalé změny v dospělosti parametr perzistence. V hlavním modelu se předpokládá, že změny stravovacích návyků osvojené v dětství přetrvávají do dospělosti z 35 %:

změna stravovacích návyků v dospělosti = změna stravovacích návyků v dětství $\times$ 0,35 v základním scénáři a 0,25 a 0,50 v analýzách citlivosti.

Modelujeme tři cesty ovlivňující stravovací návyky: omezení volných cukrů a sodíku a zvýšení spotřeby celozrnných obilovin. Snížení příjmu volných cukrů se odvozuje pomocí věkově specifických rozdělení Beta-PERT. Věkově specifická snížení spotřeby u dětí se poté s využitím výběru vzorků podle věkového rozdělení a váhových koeficientů pro dětskou populaci promítají do mikrosimulace pro dospělost. Vážený průměr snížení spotřeby používáme jako očekávanou diagnostickou hodnotu, přičemž individuální změny stravovacích návyků v dospělosti si zachovávají věkově strukturovanou heterogenitu podle výsledků z modelu pro děti. Tyto změny osvojené v dětství se poté vynásobí parametrem perzistence a uplatní se na ně rizikové faktory pro dospělost.

Účinek uplatňování vyhlášky tedy nemodelujeme jako přímý dopad na dospělé. Místo toho si model klade otázku, jaké dlouhodobé účinky na zdraví by bylo možné očekávat, pokud by část zlepšení stravovacích návyků dosaženého prostřednictvím školního stravování přetrvala do dospělosti.

3.2 Cesty ke snížení rizika

Intervence ovlivňuje riziko onemocnění v dospělosti prostřednictvím tří hlavních cest.

Za prvé, změny v příjmu volných cukrů a celozrnných obilovin ovlivňují BMI. Vliv volných cukrů na BMI se prostřednictvím různých koeficientů uplatní odděleně u dospělých s normální hmotností a u dospělých s nadváhou či obezitou. Příjem celozrnných obilovin se rovněž promítá do změny BMI. Hodnota BMI po intervenci se vypočítá jako:

$BMI_{intervence} = BMI_{baseline} + \Delta BMI_{cukr} + \Delta BMI_{celozrnné\ obiloviny}$.

Za druhé, snížení příjmu sodíku ovlivňuje systolický krevní tlak. Vztah mezi sodíkem a SBP je specifický pro daný věk, v simulaci tento účinek přepočítáváme, neboť jedinci v průběhu simulovaného období stárnou. Hodnota SBP po intervenci se vypočítá následovně:

$SBP_{intervence} = SBP_{baseline} + \Delta SBP_{sodík}$.

Za třetí, tam, kde jsou k dispozici důkazy, pracujeme s přímými cestami mezi relativním rizikem onemocnění a stravou. Volné cukry přímo ovlivňují relativní riziko ischemické choroby srdeční a cévní mozkové příhody. Konzumace celozrnných obilovin má přímý vliv na relativní riziko ischemické choroby srdeční, cévní mozkové příhody, diabetu 2. typu a

kolorektálního karcinomu. Tyto přímé cesty zohledňujeme navíc k účinkům volných cukrů a celozrnných obilovin zprostředkovanými indexem BMI.

3.3 Výsledky ve vztahu k onemocněním

Model sleduje výsledky u následujících onemocnění:

1. diabetu 2. typu;
2. mozkové mrtvice;
3. ischemické choroby srdeční;
4. karcinomu ledvin;
5. kolorektálního karcinomu;
6. karcinomu prsu;
7. artrózy kolenního kloubu;
8. artrózy kyčelního kloubu.

U nádorových onemocnění specifických pro určité pohlaví jsou incidence a prevalence omezeny odpovídajícím způsobem. Proto je v modelu výskyt rakoviny prsu u mužů nastaven na nulu.

a. Struktura relativního rizika

Incidenci onemocnění modifikujeme prostřednictvím BMI, SBP a přímých účinků stravy. Rizika onemocnění související s BMI vycházejí z parametrů relativního rizika specifických pro dané onemocnění, pohlaví a věk. Relativní rizika jsou vyjádřena vždy pro rozdíl 5 jednotek BMI. Multiplikátor rizika související s BMI je pro jedince i , onemocnění d a rok t následující:

$$RR_{BMI,i,d,t} = RR_{d,pohlaví,věk} ^ {((BMI_{i,t} - BMI_{ref}) / 5)},$$

kde BMI_{ref} je referenční hodnota BMI a jmenovatel 5 znamená, že rozdíl BMI o 5 kg/m² odpovídá jedné celé jednotce relativního rizika.

U ischemické choroby srdeční a cévní mozkové příhody se jako další multiplikátor relativního rizika používá systolický krevní tlak:

$$RR_{SBP,i,d,t} = RR_{per10mmHg,d} ^ {((SBP_{i,t} - SBP_{ref}) / 10)}.$$

Konečné relativní riziko intervence kombinuje BMI, SBP a přímý vliv stravy:

$$RR_{intervence} = RR_{BMI} \times RR_{SBP} \times RR_{přímý_vliv_stravy}.$$

3.5 Rekonstrukce rozložení krevního tlaku

Vzhledem k tomu, že pro české dospělé nejsou na individuální úrovni k dispozici dostatečné podrobné údaje o krevním tlaku, rekonstruovali jsme pomocí externích dat společné rozdělení systolického a diastolického krevního tlaku. Cílem bylo odhadnout na základě rekonstrukce společného rozdělení systolického krevního tlaku (SBP) a diastolického krevního tlaku (DBP) prevalenci hypertenze podle věku a pohlaví. Hypertenze byla definována jako hodnota SBP nejméně 140 mmHg nebo DBP nejméně 90 mmHg.

Pracovali jsme se třemi zdroji dat. Abychom zachytili věkovou strukturu dospělé populace a její rozložení podle pohlaví, použili jsme mikrodata na individuální úrovni. Tato data posloužila k výpočtu podílu, jakým jednotlivé skupiny odstupňované podle věku vždy po pěti letech a rozdělené podle pohlaví přispívají k výsledkům za celou populaci. Za druhé jsme k definování věkového profilu u průměrných hodnot SBP a DBP použili externí časové řady pro krevní tlak specifické pro věk a pohlaví. A za třetí, jako kalibrační cíle pro širší věkové skupiny 25–34, 35–44, 45–54 a 55–64 let jsme využili odhady prevalence hypertenze z průzkumu EHES.

Řady údajů o krevním tlaku získané z externích zdrojů poskytly informace o věkovém profilu u SBP a DBP, hodnoty jsme ale upravili tak, aby celkový průměrný krevní tlak podle pohlaví odpovídal hodnotám ze studie EHES. Jinými slovy, řady získané z externích zdrojů jsme použili k tomu, abychom popsali, jak se s věkem mění krevní tlak, zatímco studie EHES posloužila k ukotvení celkových hodnot krevního tlaku samostatně pro muže a ženy.

Model poté přiřadil rozložení SBP a DBP v jednotlivých skupinách podle věku a pohlaví. Tento krok byl nezbytný, neboť hypertenze nezávisí pouze na průměrném krevním tlaku, ale také na tom, jak výrazně se krevní tlak liší u jednotlivých osob. Dvě skupiny osob mohou mít například stejný průměrný SBP, ale u skupiny s větší variabilitou může být více osob s nadprahovou hodnotou hypertenze.

Počáteční rozsah rozptylu SBP a DBP vycházel ze směrodatných odchylek uvedených ve studii EHES. Tyto hodnoty byly převedeny na rozdělení specifická pro věk a pohlaví, což umožnilo, aby skupiny s vyšším průměrným krevním tlakem vykazovaly také vyšší absolutní rozptyl. SBP a DBP byly modelovány společně, nikoli samostatně, protože lidé s vyšším SBP mívají i vyšší DBP. Předpokládaná korelace mezi SBP a DBP byla zahrnuta jako vstupní údaj pro kalibraci.

Model následně odhadl podíl osob v každé skupině podle věku a pohlaví, u nichž SBP nebo DBP překročil prahovou hodnotu pro hypertenzi. Tyto podrobné odhady pro skupiny odstupňované podle věku po pěti letech byly následně s využitím populačních vah z mikrodat agregovány do širších věkových skupin podle studie EHES.

A konečně, model upravil rozptyl distribucí SBP a DBP tak, aby výsledná prevalence hypertenze odpovídala cílům prevalence podle studie EHES podle pohlaví a široce definovaných věkových skupin. Tento kalibrační krok zajistil, aby byla rekonstruovaná distribuce krevního tlaku v souladu s pozorovanou prevalencí hypertenze, přičemž byl u průměrných hodnot SBP a DBP zachován externě definovaný věkový vzorec.

3.6 Kalibrace incidence

Incidenci kalibrujeme podle externích údajů o incidenci podle onemocnění, pohlaví a věkových skupin odstupňovaných po pěti letech. K definování očekávaného počtu případů v základním scénáři model pro každou kombinaci onemocnění, roku, pohlaví a věkové skupiny používá externí údaje o míře incidence. Stejně kalibrované riziko poté uplatňujeme na relativní rizika související s intervencí, která jsou nižší, neboť se snižuje riziko související se stravou.

Nové případy se poté generují pomocí stejných náhodných čísel v základní a intervenční skupině. Toto propojení snižuje šum metody Monte Carlo a zajišťuje, že rozdíly mezi scénáři jsou způsobeny modelovanými změnami rizikových faktorů, nikoli nezávislými náhodnými výběry.

3.7 Prevalence onemocnění

Počáteční prevalenci onemocnění přiřazujeme pravděpodobnostně s využitím pravděpodobností prevalence onemocnění odvozené z mikrodat o dospělé populaci v základním scénáři. Stavby onemocnění se v simulaci po počátečním období každý rok vyvíjejí se zohledněním nových případů onemocnění, úmrtí na dané onemocnění, úmrtí z jiných příčin a remisí u vybraných typů onkologických onemocnění.

Na konci každého roku model zaznamenává prevalenci onemocnění u přeživších jedinců jak v základním scénáři, tak ve scénáři s intervencí.

3.8 Mortalita

Mortalitu modelujeme na základě kombinace cílů úmrtnosti ze všech příčin, složek úmrtnosti na dané onemocnění a úmrtnosti v populaci. Úmrtnost ze všech příčin kalibrujeme podle pohlaví a věkové skupiny s využitím dat o úmrtnosti z externích zdrojů. Úmrtnost v populaci oddělujeme od úmrtnosti na dané onemocnění, aby model mohl sledovat úmrtí přičitatelná modelovaným onemocněním a úmrtí z jiných příčin.

U neonkologických onemocnění modelujeme úmrtí na dané onemocnění u osob s aktuálním onemocněním pomocí poměrů úmrtí k prevalenci specifických pro dané onemocnění, pohlaví a věkovou skupinu. Tyto poměry se pro každý rok aplikují na počet způsobilých osob s aktuálním onemocněním.

Úmrtí na karcinom prsu, kolorektální karcinom a karcinom ledvin se modelují samostatně s využitím křivek relativního přežití z české databáze SVOD. Úmrtí na onkologická onemocnění se simulují u osob s aktivním nádorovým onemocněním a zaznamenanou dobou od diagnózy.

Následně se simulují úmrtí v populaci u jedinců, kteří nezemřeli na konkrétní sledované onemocnění, ale z jiné příčiny. Stejně jako v případě incidence používáme pro základní scénář i pro scénář s intervencí stejná náhodná čísla, abychom snížili náhodnou variabilitu mezi scénáři.

3.9 Remise onkologických onemocnění

U karcinomu prsu, kolorektálního karcinomu, a karcinomu ledvin sleduje model dobu od stanovení diagnózy. Případy onkologického onemocnění jsou zahrnuty do aktivní prevalence po dobu až pěti let. Po uplynutí pěti let jsou onkologičtí pacienti, kteří jsou stále naživu, z aktivní prevalence vyřazeni. Tento mechanismus používaný pro sledování remise zabraňuje neomezenému hromadění prevalence onkologických onemocnění v průběhu simulovaného období.

3.10 Každoroční aktualizace stavu

Model pro každý rok aktualizuje položky sledující stav každého jedince v následujícím pořadí:

1. věk;
2. BMI a SBP;
3. simulaci incidence jednotlivých onemocnění;
4. simulaci úmrtí specifických pro daná onemocnění a úmrtí z jiných příčin;
5. remisi u onkologických onemocnění;
6. prevalenci přeživších, úmrtí, incidenci, nadváhu, obezitu a počet žijících osob.

Model nové případy, stávající případy, úmrtí, počet živých osob, počet osoboroků s nadváhou a počet osoboroků s obezitou zaznamenává odděleně pro základní scénář a scénář s intervencí.

4 Výstupy modelu

Model každý rok generuje roční výstupy pro základní scénář a scénář s intervencí, výstupy zahrnují:

- počet žijících osob;

- úmrtí ze všech příčin;
- počty osobolet s nadváhou a obezitou;
- incidenci konkrétních onemocnění;
- prevalenci konkrétních onemocnění;
- úmrtí na konkrétní onemocnění;
- incidenci podle pohlaví, věku a věkové skupiny;
- počet úmrtí podle pohlaví, věku a věkové skupiny.

Pro ověření chování modelu jsme generovali další diagnostické výstupy, a to včetně trendů incidence, diagnostiky úmrtnosti, rozložení relativního rizika, úmrtí na dané onemocnění podle věku a incidence daného onemocnění podle věku.

Infografika 1 | Jak změna školního stravování ovlivňuje zdraví a ekonomiku

Metodologie a reference

Metodologie - vlastní zpracování

2. Wang, L., Cohen, J. F., Maroney, M., Cudhea, F., Hill, A., Schwartz, C., Lurie, P., & Mozaffarian, D. (2023). Evaluation of health and economic effects of United States school meal standards consistent with the 2020-2025 dietary guidelines for Americans. *The American journal of clinical nutrition*, 118(3), 605–613.
<https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2023.05.031>. [LINK](#)

Infografika 2 | Průměrná změna indexu tělesné hmotnosti (BMI) a systolického krevního tlaku (STK) u dětí ve věku 7–16 let v návaznosti na uplatňování vyhlášky

Metodologie a reference

Metodologie

1. de Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(9), 660–667. [LINK](#).
2. de Ruyter, J. C., Olthof, M. R., Seidell, J. C., & Katan, M. B. (2012). A trial of sugar-free or sugar-sweetened beverages and body weight in children. *The New England journal of medicine*, 367(15), 1397–1406. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1203034>. [LINK](#)
3. Ebbeling, C. B., Feldman, H. A., Chomitz, V. R., Antonelli, T. A., Gortmaker, S. L., Osganian, S. K., & Ludwig, D. S. (2012). A randomized trial of sugar-sweetened beverages and adolescent body weight. *The New England journal of medicine*, 367(15), 1407–1416. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1203388>. [LINK](#)
4. Health Behaviour in School-aged Children study. (2023). *Data browser: findings from the 2021/22 international HBSC survey — Overweight and obesity*. [LINK](#).
5. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). (2024). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 403(10431), 1027–1050. [LINK](#).
6. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2024). *World Population Prospects 2024, Online Edition*. [LINK](#)

Reference

1. World Obesity Federation. (n.d.). *Global Obesity Observatory: Czechia*. [LINK](#)
2. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). (2024). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 403(10431), 1027–1050. [LINK](#).

Infografika 3 | Pravděpodobnostní jednosměrná analýza citlivosti při různých scénářích dodržování vyhlášky ze strany škol a změn ve výživě

Metodologie a reference

Metodologie

1. de Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(9), 660–667. [LINK](#).

2. de Ruyter, J. C., Olthof, M. R., Seidell, J. C., & Katan, M. B. (2012). A trial of sugar-free or sugar-sweetened beverages and body weight in children. *The New England journal of medicine*, 367(15), 1397–1406. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1203034>. [LINK](#)
3. Ebbeling, C. B., Feldman, H. A., Chomitz, V. R., Antonelli, T. A., Gortmaker, S. L., Osganian, S. K., & Ludwig, D. S. (2012). A randomized trial of sugar-sweetened beverages and adolescent body weight. *The New England journal of medicine*, 367(15), 1407–1416. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1203388>. [LINK](#)
4. Health Behaviour in School-aged Children study. (2023). *Data browser: findings from the 2021/22 international HBSC survey — Overweight and obesity*. [LINK](#).
5. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). (2024). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 403(10431), 1027–1050. [LINK](#).
6. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2024). *World Population Prospects 2024, Online Edition*. [LINK](#)

Reference

1. Rosettie, K. L., Micha, R., Cudhea, F., Peñalvo, J. L., O'Flaherty, M., Pearson-Stuttard, J., Economos, C. D., Whitsel, L. P., & Mozaffarian, D. (2018). Comparative risk assessment of school food environment policies and childhood diets, childhood obesity, and future cardiometabolic mortality in the United States. *PloS one*, 13(7), e0200378. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200378>. [LINK](#)

Infografika 4 | Snížení incidence a úmrtnosti u vybraných onemocnění v průběhu deseti let

Metodologie a reference

Metodologie

1. de Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(9), 660–667. [LINK](#).
2. de Ruyter, J. C., Olthof, M. R., Seidell, J. C., & Katan, M. B. (2012). A trial of sugar-free or sugar-sweetened beverages and body weight in children. *The New England journal of medicine*, 367(15), 1397–1406. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1203034>. [LINK](#)

3. Ebbeling, C. B., Feldman, H. A., Chomitz, V. R., Antonelli, T. A., Gortmaker, S. L., Osganian, S. K., & Ludwig, D. S. (2012). A randomized trial of sugar-sweetened beverages and adolescent body weight. *The New England journal of medicine*, 367(15), 1407–1416. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1203388>. [LINK](#)
4. Health Behaviour in School-aged Children study. (2023). *Data browser: findings from the 2021/22 international HBSC survey — Overweight and obesity*. [LINK](#).
5. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). (2024). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 403(10431), 1027–1050. [LINK](#).
6. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2024). *World Population Prospects 2024, Online Edition*. [LINK](#)

Reference

1. Bruins MJ, Dötsch-Klerk M, Matthee J, Kearney M, van Elk K, Weber P, Eggersdorfer M. A Modelling Approach to Estimate the Impact of Sodium Reduction in Soups on Cardiovascular Health in the Netherlands. *Nutrients*. 2015 Sep 17;7(9):8010-9. doi: 10.3390/nu7095375. PMID: 26393647; PMCID: PMC4586570. [LINK](#)
2. Ikeda N, Yamashita H, Hattori J, Kato H, Yoshita K, Nishi N. Reduction of Cardiovascular Events and Related Healthcare Expenditures through Achieving Population-Level Targets of Dietary Salt Intake in Japan: A Simulation Model Based on the National Health and Nutrition Survey. *Nutrients*. 2022 Aug 31;14(17):3606. doi: 10.3390/nu14173606. PMID: 36079865; PMCID: PMC9460310. [LINK](#)
3. World Health Organization. (n.d.). *Obesity*. [LINK](#)
4. Taniwall, A., Lustigová, M., Brož, J., Krollová, P., Michalec, J., Žejglicová, K., Malinovská, J., Bučková, L., González-Rivas, J. P., Neto, G. A. M., Pavlovská, I., Tuháčková, M., Rozsival, L., & Urbanová, J. (2025). Hypertension in Czech Adults Aged 25-64: Prevalence, Awareness, Control, and Risk Factors in 2019 - A Cross-Sectional Study. *Medical principles and practice : international journal of the Kuwait University, Health Science Centre*, 34(6), 564–574. <https://doi.org/10.1159/000545945>. [LINK](#)

Infografika 5 | Snížení výdajů na zdravotní péči v důsledku nižšího výskytu osmi vybraných onemocnění v průběhu deseti let

Metodologie a reference

Metodologie

1. de Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(9), 660–667. [LINK](#).
2. de Ruyter, J. C., Olthof, M. R., Seidell, J. C., & Katan, M. B. (2012). A trial of sugar-free or sugar-sweetened beverages and body weight in children. *The New England journal of medicine*, 367(15), 1397–1406. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1203034>. [LINK](#)
3. Ebbeling, C. B., Feldman, H. A., Chomitz, V. R., Antonelli, T. A., Gortmaker, S. L., Osganian, S. K., & Ludwig, D. S. (2012). A randomized trial of sugar-sweetened beverages and adolescent body weight. *The New England journal of medicine*, 367(15), 1407–1416. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1203388>. [LINK](#)
4. Health Behaviour in School-aged Children study. (2023). *Data browser: findings from the 2021/22 international HBSC survey — Overweight and obesity*. [LINK](#).
5. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). (2024). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 403(10431), 1027–1050. [LINK](#).
6. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2024). *World Population Prospects 2024, Online Edition*. [LINK](#)
7. Všeobecná zdravotní pojišťovna České republiky. (n.d.). *Publikace dat*. [LINK](#)

Reference

1. Kucova, Petra; Votapkova, Jana (2017) : Type 2 diabetes mellitus in the Czech Republic: Prevalence and association with individual costs, IES Occasional Paper, No. 1/2017, Charles University in Prague, Institute of Economic Studies (IES), Prague. [LINK](#)

Infografika 6 | Zvýšení počtu let života prožitých v plném zdraví (QALY) v důsledku uplatňování vyhlášky

Metodologie a reference

Metodologie

1. de Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(9), 660–667. [LINK](#).
2. de Ruyter, J. C., Olthof, M. R., Seidell, J. C., & Katan, M. B. (2012). A trial of sugar-free or sugar-sweetened beverages and body weight in children. *The New England journal of medicine*, 367(15), 1397–1406. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1203034>. [LINK](#)

3. Ebbeling, C. B., Feldman, H. A., Chomitz, V. R., Antonelli, T. A., Gortmaker, S. L., Osganian, S. K., & Ludwig, D. S. (2012). A randomized trial of sugar-sweetened beverages and adolescent body weight. *The New England journal of medicine*, 367(15), 1407–1416. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1203388>. [LINK](#)
4. Health Behaviour in School-aged Children study. (2023). *Data browser: findings from the 2021/22 international HBSC survey — Overweight and obesity*. [LINK](#).
5. Institute for Health Metrics and Evaluation. (2025). *Global Burden of Disease Study 2023 (GBD 2023) Disability Weights*. [LINK](#)
6. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). (2024). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 403(10431), 1027–1050. [LINK](#).
7. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2024). *World Population Prospects 2024, Online Edition*. [LINK](#)

Reference

1. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2026). *The health and economic benefits of tackling non-communicable diseases*. OECD Publishing. [LINK](#)

Infografika 7 | Dopady při různých mírách dodržování vyhlášky ve školách a přetrvání změn ve stravovacích návycích

Metodologie a reference

Metodologie

1. de Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(9), 660–667. [LINK](#).
2. de Ruyter, J. C., Olthof, M. R., Seidell, J. C., & Katan, M. B. (2012). A trial of sugar-free or sugar-sweetened beverages and body weight in children. *The New England journal of medicine*, 367(15), 1397–1406. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1203034>. [LINK](#)
3. Ebbeling, C. B., Feldman, H. A., Chomitz, V. R., Antonelli, T. A., Gortmaker, S. L., Osganian, S. K., & Ludwig, D. S. (2012). A randomized trial of sugar-sweetened beverages and adolescent body weight. *The New England journal of medicine*, 367(15), 1407–1416. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1203388>. [LINK](#)

4. Health Behaviour in School-aged Children study. (2023). *Data browser: findings from the 2021/22 international HBSC survey — Overweight and obesity*. [LINK](#).
5. Institute for Health Metrics and Evaluation. (2025). *Global Burden of Disease Study 2023 (GBD 2023) Disability Weights*. [LINK](#)
6. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). (2024). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 403(10431), 1027–1050. [LINK](#).
7. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2024). *World Population Prospects 2024, Online Edition*. [LINK](#)
8. Všeobecná zdravotní pojišťovna České republiky. (n.d.). *Publikace dat*. [LINK](#)
9. Wang, L., Cohen, J. F., Maroney, M., Cudhea, F., Hill, A., Schwartz, C., Lurie, P., & Mozaffarian, D. (2023). Evaluation of health and economic effects of United States school meal standards consistent with the 2020-2025 dietary guidelines for Americans. *The American journal of clinical nutrition*, 118(3), 605–613. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2023.05.031>. [LINK](#)