

**Univerzita Karlova**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje**

Studijní program: Epidemiologie  
Studijní obor: Sociální epidemiologie



**Bc. Tereza Šťovíčková**

**Analýza výskytu spalniček v Česku: časové a prostorové souvislosti**  
**Measles incidence analysis in Czechia: temporal and spatial context**

Diplomová práce

Vedoucí práce: RNDr. Pavlína Netrdová, Ph.D.

Praha, 2022

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně, že jsem řádně citovala všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze, dne 28. července 2022

Tereza Šťovíčková

**Poděkování:**

Ráda bych touto cestou vyjádřila poděkování vedoucí práce RNDr. Pavlíně Netrdové, Ph.D., za cenné a odborné rady při zpracování diplomové práce.

Dále bych ráda poděkovala své rodině, za nepřetržitou podporu při studiu a jejich vřelý přístup ke vzdělávání.

Velké poděkování patří Ondřeji Zajícovi, za jeho pomoc, laskavost a trpělivost během zpracování diplomové práce.

## **Abstrakt**

Spalničky jsou vysoce infekční exantémové onemocnění, jehož zdrojem je člověk. Přestože existuje účinná vakcína, a spalničky by se mohly stát další eradikovanou nemocí, vyskytují se po celém světě ohniska spalničkových epidemií. Tato diplomová práce se zabývá výskytem spalniček v Česku v letech 2005–2021 z hlediska času a prostoru. Data pochází z Informačního systému infekčních nemocí a z Českého statistického úřadu. Prvním cílem diplomové práce je hledání sezónnosti výskytu spalniček v jednotlivých měsících od ledna roku 2005 do prosince roku 2021. Druhý cíl se zaměřuje na výskyt spalniček v Česku v letech 2017–2019 z pohledu roční míry incidence spalniček v jednotlivých věkových skupinách a dle pohlaví, a zároveň z pohledu prostorového, tedy roční standardizované míry incidence spalniček v okresech Česka. Třetí cíl hledá vliv vybraných epidemiologických a demografických faktorů na výskyt spalniček v okresech Česka v roce 2019, kdy v Česku probíhala nejsilnější spalničková epidemie.

**Klíčová slova:** spalničky, proočkovanost, epidemie, okresy, Česko

## **Abstract:**

Measles is a highly contagious rash disease, with human as the only natural source. Although there is an effective vaccine, so measles could be another eradicated disease, there are still measles outbreaks all around the world. This master's thesis deals with the occurrence of measles in Czechia in years 2005–2021 in terms of time and space. The source of data is the Information System of Infectious Diseases and the Czech Statistical Office. The first objective of this master's thesis is to find seasonality of the incidence of measles for individual months from January 2005 to December 2021. The second objective is to map the occurrence of measles in Czechia in years 2017–2019 from the perspective of age- and gender-specific annual incidence rate and also from the spatial point of view, which means the annual standardized incidence rate in different districts of Czechia. The third objective is to identify effects of some epidemiological and demographic factors on the occurrence of measles in districts of the Czech Republic in year 2019, when the strongest epidemic took place.

**Keywords:** measles, measles vaccine coverage, epidemic, districts of Czechia, Czechia

# Obsah

Seznam grafů, map a tabulek.....	7
Seznam použitých zkratk.....	9
<b>1 Úvod .....</b>	<b>11</b>
1.1 Cíle práce a výzkumné otázky .....	13
1.2 Struktura práce.....	15
<b>2 Spalničky jako infekční onemocnění.....</b>	<b>16</b>
2.1 Charakteristika onemocnění .....	16
2.2 Klinické příznaky a komplikace onemocnění .....	17
2.3 Diagnostika onemocnění .....	18
2.4 Léčba a prevence onemocnění.....	19
2.5 Vakcinace proti spalničkám v Česku.....	20
2.6 Historie onemocnění.....	21
<b>3 Epidemiologické faktory spalniček .....</b>	<b>23</b>
3.1 Přírodní podmínky a charakteristika prostředí .....	23
3.2 Věk a společenské podmínky .....	24
3.3 Migrace a cestování .....	25
3.4 Kolektivní imunita.....	26
3.5 Dezinformace ohledně vakcíny proti spalničkám .....	26
3.6 Populační kapsy a vyvanutí imunity.....	27
<b>4 Epidemiologická situace spalniček .....</b>	<b>28</b>
4.1 Epidemiologická situace ve světě.....	28
4.1.1 <i>Snaha o eliminaci a eradikaci spalniček.....</i>	<i>29</i>
4.2 Epidemiologická situace v Evropě .....	33
4.3 Epidemiologická situace v Česku.....	36
<b>5 Data a metodika .....</b>	<b>43</b>
5.1 Zdroje dat a jejich základní charakteristika .....	43
5.1.1 <i>Postup zpracování dat.....</i>	<i>45</i>
5.2 Analýza časových řad.....	46
5.3 Míra incidence a standardizovaná míra incidence.....	47
5.4 Tvorba kartogramů .....	49

5.5	Faktorová analýza.....	50
5.6	Regresní analýza.....	53
<b>6</b>	<b>Incidence spalniček v čase a prostoru .....</b>	<b>55</b>
6.1	Časová řada výskytu spalniček 2005-2021 v Česku .....	55
6.1.1	<i>Dekompozice časové řady.....</i>	<i>56</i>
6.2	Epidemie spalniček v Česku v letech 2017-2019 .....	60
6.2.1	<i>Struktura nemocných spalničkami dle věku a pohlaví.....</i>	<i>60</i>
6.2.2	<i>Epidemie spalniček v okresech Česka v letech 2017-2019.....</i>	<i>65</i>
6.3	Epidemie spalniček v okresech Česka v roce 2019 .....	68
6.3.1	<i>Syntéza epidemiologických a demografických proměnných.....</i>	<i>68</i>
6.3.2	<i>Vliv extrahovaných faktorů na incidenci spalniček.....</i>	<i>70</i>
6.3.3	<i>Incidence spalniček v dětství a dospívání v okresech Česka.....</i>	<i>73</i>
<b>7</b>	<b>Diskuse .....</b>	<b>75</b>
7.1	Limitace dat .....	78
<b>8</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>79</b>
	<b>Seznam literatury .....</b>	<b>82</b>
	<b>Zdroje dat.....</b>	<b>95</b>
	<b>Přílohy .....</b>	<b>96</b>

## Seznam grafů, map a tabulek

---

Graf 1: Počet hlášených případů spalniček ve světě a v regionech WHO, 1980-2020.....	28
Graf 2: Vývoj proočkovanosti první dávkou vakcíny proti spalničkám ve světě a v regionech WHO, 1980-2020 .....	30
Graf 3: Vývoj proočkovanosti druhou dávkou vakcíny proti spalničkám ve světě a v regionech WHO, 2000-2020 .....	30
Graf 4: Počet hlášených případů onemocnění spalniček na 1 000 000 obyvatel v Evropě a ve světě, 1980-2020 .....	33
Graf 5: Počet hlášených případů spalniček v Česku, 1990-2021 .....	37
Graf 6: Proočkovanost druhou dávkou vakcíny proti spalničkám, Česko, 2010-2017.....	38
Graf 7: Celkový počet nakažených osob spalničkami v měsících roku 2014, Česko .....	39
Graf 8: Věková struktura nakažených osob spalničkami v roce 2014, Česko .....	39
Graf 9: Celkový počet nakažených osob spalničkami dle pohlaví a věkové skupiny v roce 2014, Česko .....	40
Graf 21: Vývoj počtu případů spalniček v letech 2005-2021, Česko .....	56
Graf 22: Vyhlazená časová řada metodou klouzavých průměrů, Česko 2005-2021 .....	57
Graf 23: Očištěná časová řada od klouzavých průměrů, Česko 2005-2021 .....	57
Graf 24: Sezónní složka vývoje počtu případů spalniček v letech 2005-2021, Česko .....	58
Graf 25: Sezónnost spalniček v reprezentativním roce 2020, Česko .....	59
Graf 26: Struktura onemocnění spalničkami dle věku, Česko 2017 .....	61
Graf 27: Struktura onemocnění spalničkami dle věku a pohlaví, Česko 2017 .....	62
Graf 28: Struktura onemocnění spalničkami dle věku, Česko 2018 .....	62
Graf 29: Struktura onemocnění spalničkami dle věku a pohlaví, Česko 2018 .....	63
Graf 30: Struktura onemocnění spalničkami dle věku, Česko 2019 .....	63
Graf 31: Struktura onemocnění spalničkami dle věku a pohlaví, Česko 2019 .....	64
Mapa 1: Výskyt spalniček v okresech Česka v roce 2017 .....	65
Mapa 2: Výskyt spalniček v okresech Česka v roce 2018 .....	66
Mapa 3: Výskyt spalniček v okresech Česka v roce 2019 .....	67
Mapa 4: Výskyt spalniček v okresech Česka ve věku 0-14 let v roce 2019 .....	74
Mapa 5: Výskyt spalniček v okresech Česka ve věku 35-54 let v roce 2019 .....	74

Tabulka 1: Matice faktorových zátěží po rotaci, Česko 2019 .....	69
Tabulka 2: Popis faktorových skóre, Česko 2019 .....	70
Tabulka 3: Korelační síla a statistická závislost proměnných dle Pearsonova korelačního koeficientu .....	71
Tabulka 4: Výsledky regresního modelu .....	72
Tabulka 5: Výsledné koeficienty lineární regrese .....	72



## Seznam použitých zkratk

---

CDC	Centrum pro kontrolu a prevenci nemocí
Covid-19	Koronavirové onemocnění 2019
ČSÚ	Český statistický úřad
ECDC	Evropské středisko pro prevenci a kontrolu nemocí
EHP	Evropský hospodářský prostor
EPIDAT	Informační systém pro evidenci epidemiologických údajů o infekčních onemocněních
EU	Evropská unie
IgG	Imunoglobulin G
IgM	Imunoglobulin M
ISIN	Informační systém infekčních nemocí
LAU1	Kód okresu
PCR	Polymerázová řetězová reakce
RNA	Ribonukleová kyselina
SZÚ	Státní zdravotní ústav
UNICEF	Dětský fond Organizace spojených národů
ÚZIS ČR	Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky
WHO	Světová zdravotnická organizace

# 1 Úvod

---

Onemocnění spalničky je vysoce nakažlivé virové exantémové onemocnění, jehož zdrojem je výhradně člověk. Onemocnění se přenáší z člověka na člověka převážně kapénkami vzduchem. Má všeobecnou vnímavost, onemocní se jím v kterémkoliv věku a následně zanechává celoživotní imunitu (Strebel a kol. 2018).

V prvním stádiu se onemocnění projevuje jako jakákoliv infekce horních dýchacích cest rýmou, kašlem, zánětem spojivek a teplotou, která dosahuje až 40,6 °C. Poté se na zátylku a na obličeji objevuje červená vyrážka, která se postupně šíří přes trup na končetiny. Onemocnění má řadu komplikací, těmi nejzávažnějšími je oslepnutí, hluchota, akutní zánět mozku a smrtelné onemocnění mozku. Na následky onemocnění je hospitalizovaná jedna ze čtyř nemocných osob a na komplikace onemocnění umírají až tři nemocní z tisíce. K úmrtím nejčastěji dochází u dětí mladších pěti let a u lidí s oslabenou imunitou (ECDC 2014).

Spalničky jsou jednou z nejméně infekčních nemocí, u které se odhaduje, že po vystavení viru onemocní 90 % exponovaných. Dobrou zprávou je, že je spalničkové onemocnění preventabilní očkováním a při dosažení 92-95% proočkovanosti dvěma dávkami vakcíny vzniká kolektivní imunita a přenosu onemocnění lze zabránit (Serres a kol. 2000). Před zavedením vakcíny onemocnělo spalničkami na celém světě 30 milionů lidí ročně a přes dva miliony jich zemřelo než dosáhlo věku 15 let (Strebel a kol 2018). Po zavedení vakcíny v 60. letech 20. století začaly počty onemocnění a úmrtí na spalničky dramaticky klesat. Ještě v roce 1981 onemocnělo přes čtyři miliony lidí a v roce 2009 již necelých 300 tisíc. Spalničky se mohly stát další eradikovanou nemocí. Proto byly zavedeny celosvětové strategické cíle k eliminaci spalniček v jednotlivých regionech Světové zdravotnické organizace (WHO), které směřovaly ke zvýšení proočkovanosti dvěma dávkami vakcíny. Světová proočkovanost i proočkovanost regionů WHO postupně rostla a výskytu spalniček ubývalo. V roce 2016 se dosáhlo celosvětového minima hlášených případů (necelých 133 tisíc nemocných) a dokonce byly spalničky v americkém regionu WHO eliminovány. Spalničky hrály důležitou roli v příčinách úmrtí a invalidity převážně v zemích s omezenou zdravotnickou infrastrukturou (Patel a kol. 2016). Dlouhodobý trend snižování výskytu spalniček rokem 2016 skončil a v letech 2018–2019 vzniklo mnoho epidemií. Americký region WHO ztratil status eliminace spalniček a v řadě zemích byl obnoven endemický výskyt spalniček (WHO 2021b). Významný vzestup

případů spalniček nastal i v Evropě, a to v letech 2017–2019. V mnoha zemích Evropy se vyskytovala lokálně snížená proočkovanost, což vedlo k cirkulaci viru mezi zeměmi a ke vzniku epidemií. Řada zemí si neudržela status země s eliminací spalniček, mezi které patří i Česko (Ariyarajah a Crowcroft 2021). V Česku se vyskytla epidemie v roce 2014 a následně epidemie v letech 2017-2019.

Přestože existuje účinná vakcína proti spalničkám, spalničky se stále vyskytují po celém světě a spalničkové epidemie vznikají v rozvojových i ve vyspělých státech. Cíle k eliminaci spalniček v jednotlivých regionech WHO se nedaří plnit a spalničky dále ohrožují zdraví těch nejcitlivějších skupin, především malých dětí, které kvůli nízkému věku ještě nemohou být očkované.

Předmětem diplomové práce je analyzovat výskyt případů spalniček z hlediska času a prostoru v letech 2005–2021 v Česku. V rámci praktické části budou analyzována data získaná z Informačního systému infekčních nemocí (ISIN) a Českého statistického úřadu (ČSÚ). Nejprve bude pospán vývoj výskytu spalniček z hlediska času v jednotlivých měsících od ledna roku 2005 do prosince roku 2021 v Česku. Pomocí epidemiologického a demografického popisu během epidemie lze odhalit subpopulace a věkové skupiny osob, které jsou náchylné k onemocnění spalničkami kvůli nedostatečné imunitě (Durrheim 2016; WHO 2019c), a tak se následující analýzy zaměří na výskyt spalniček v Česku během epidemií v letech 2017–2019. Bude zkoumán vliv věkové struktury a pohlaví na výskyt onemocnění ve věkových skupinách v roce 2017, 2018 a 2019, a zároveň bude v těchto letech analyzována roční standardizovaná míra incidence spalniček v okresech Česka. Poté se analýzy zaměří na rok 2019, protože v tomto roce nastal nejvyšší výskyt spalniček ze sledovaných let a spalničky se vyskytovaly ve většině okresů Česka. Analyzován bude vliv epidemiologických a demografických faktorů na roční standardizovanou míru incidence v okresech Česka v roce 2019.

## 1.1 Cíle práce a výzkumné otázky

Hlavním cílem diplomové práce je analyzovat výskyt spalniček v Česku z hlediska času a prostoru v letech 2005–2021, přičemž tento cíl je rozdělen do tří dílčích cílů.

První dílčí cíl se zaměřuje na hledání sezónnosti výskytu onemocnění v jednotlivých měsících od ledna roku 2005 do prosince roku 2021.

Druhý dílčí cíl se zaměřuje na výskyt spalniček v Česku v letech 2017–2019 z pohledu ročního výskytu a roční míry incidence v jednotlivých věkových skupinách a dle pohlaví. Zároveň je zkoumán prostorový rozměr výskytu spalniček, tedy regionální diference výskytu spalniček s využitím roční standardizované míry incidence v okresech Česka z pohledu prostorového, tedy výskytu onemocnění v okresech.

Třetí dílčí cíl hledá vliv vybraných epidemiologických a demografických faktorů na výskyt spalniček (na standardizovanou míru incidence) v okresech Česka v roce 2019, kdy výskyt v Česku dosahoval maximálních hodnot.

Stanoveno bylo pět výzkumných hypotéz:

**Hypotéza 1:** *Výskyt spalniček v Česku je ovlivněn sezónností. Nejvyšší výskyt nastává v období pozdní zimy a brzkého jara.*

Předchozí výzkumy ukazují, že virus spalniček je citlivý na extrémní teploty a relativní vlhkost a že je výskyt viru podporován nízkou relativní vlhkostí a teplotami kolem 15-20 °C (Yang a kol. 2014). Také bylo zjištěno, že v oblastech endemického výskytu spalniček má jejich výskyt sezónní charakter, v mírném pásu dochází k vrcholu incidence v období pozdní zimy a brzkého jara a výskyt je podporován vysokým sociálním kontaktem lidí (Fine a Clarkson 1982). Z toho důvodu lze pro území Česka očekávat sezónnost výskytu spalniček s největším výskytem v období pozdní zimy a brzkého jara, jednak z důvodu vhodného počasí a také z důvodu, že se Česko nachází v mírném podnebném pásu, kde má výskyt spalniček sezónní charakter.

**Hypotéza 2:** *Míra incidence spalniček v Česku je nejvyšší ve věku nula a ve věku 35–54 let.*

V letech 2015–2017 se snížila proočkovanost Česka, když nebylo dosaženo 95% proočkovanosti dvěma dávkami vakcíny a navíc byly mezi regiony Česka významné rozdíly v proočkovanosti (Lexová a kol. 2017). 95% proočkovanost dvěma dávkami vakcíny je důležitá pro kolektivní imunitu, která chrání mimo jiné i kojence,

kterí nedosáhli vakcinačního věku a již je nechrání mateřské protilátky (Mandřáková a kol. 2017a; SZÚ 2019b). Dětem se může podat první dávka očkování proti spalničkám nejdříve od započatého 13. měsíce věku a druhá dávka se podává v pěti letech (Limberková 2020). Děti ve věku do 12 měsíců jsou tak vystaveni většímu riziku onemocnění, zvláště pokud se narodily matkám bez přirozené nebo vakcínou navozené imunity (Mandřáková a kol. 2017a; SZÚ 2019b). Z toho důvodu lze očekávat vysokou míru incidence spalniček ve věkové skupině nula let. Během epidemie v roce 2014 v Ústí nad Labem bylo zjištěno, že u osob očkovaných před více než 30 lety dochází k vyvanutí imunity (Lexová a kol. 2017). Na vyvanutí imunity upozorňuje i Tkadlecová (2018), která uvádí, že osoby očkované před 30–50 lety jsou ohroženy vyvanutím imunity. Naopak osoby narozené před rokem 1957 by měly být vůči spalničkám imunní, díky získané imunitě po onemocnění (Leong a Wilder-Smith 2019). Z těchto důvodů lze očekávat vysokou míru incidence u osob ve věku 35–54 let. Hypotéza je testovaná na základě údajů ze tří let spalničkových epidemií v Česku (2017–2019).

**Hypotéza 3:** *Výskyt spalniček v Česku je ovlivněn věkovou strukturou populace.*

V předchozích výzkumech bylo jednoznačně prokázáno, že věk je rizikovým faktorem tohoto onemocnění. V populacích, kde je vysoká proočkovanost celé populace a zároveň jsou vysoké rozdíly v proočkovanosti mezi věkovými kohortami, dochází k nejvyššímu přenosu spalniček v mladší dospělosti nebo v období dospívání (Rota a kol. 2016; WHO 2019b). V populacích, kde je nízká kolektivní imunita, dochází k onemocnění nejčastěji u kojenců a dětí předškolního věku (Strebel a kol 2018). Z uvedeného vyplývá, že výskyt spalniček by měl být ovlivněn věkovou strukturou populace, a k analýze incidence spalniček v okresech je tedy zapotřebí míru incidence standardizovat. Hypotéza je testována na základě údajů ze tří let spalničkových epidemií v Česku (2017–2019).

**Hypotéza 4:** *Výskyt spalniček v okresech Česka je pozitivně ovlivněn mírou urbanizace, tedy platí: čím více urbanizovaný okres je, tím vyšší je standardizovaná míra incidence.*

Předchozí výzkumy zjistily, že při slabé kolektivní imunitě v hustě osídlených městských oblastech dochází ke zvýšené cirkulaci viru, kterou zvyšuje i vysoká porodnost. Se zvyšujícím se zalidněním v hustě osídlených oblastech docházelo ke zvýšenému výskytu spalniček i v době před zavedením vakcíny (Strebel a kol 2018). Fine a Clarkson (1982) uvádí, že na výskyt spalniček má vliv zvýšený sociální kontakt. Z těchto důvodů

se předpokládá, že je výskyt spalniček ovlivněn mírou urbanizace. Uvedená hypotéza byla testována na datech za rok 2019, kdy po 27 letech došlo k největší spalničkové epidemii v Česku.

**Hypotéza 5:** *Výskyt spalniček v okresech Česka je ovlivněn pohybem obyvatelstva mezi okresy tak, že: standardizovaná míra incidence spalniček v okresech narůstá zvyšujícím se pohybem obyvatelstva mezi okresy.*

Na území Evropy bylo zjištěno, že míra migrace a cestování prověřuje kolektivní imunitu všech zemí. V zemích s vysokou mírou proočkování nebyl pozorován nárůst výskytu spalniček po importu, a naopak v zemích se suboptimální vakcinací se spalničky zavlekly do vnímavých skupin populace (Leong a Wilder-Smith 2019). Stejná situace byla sledována i v Americe, kde vlivem importu spalniček do neočkované populace Amišů vznikla epidemie, která se vymezovala pouze v této neočkované populaci (Gastañaduy a kol. 2016). Z těchto důvodů se očekává, že zvýšený pohyb obyvatel mezi okresy ovlivňuje výskyt spalniček v okresech Česka. Uvedená hypotéza byla otestována na datech za rok 2019, kdy proběhla na území Česka největší spalničková epidemie.

## 1.2 Struktura práce

Předložená diplomová práce je členěna do osmi hlavních kapitol. První úvodní kapitola představuje téma a stručným přehledem uvádí do problematiky onemocnění spalničkami a výskytu spalniček ve světě, v Evropě a v Česku. Popsány jsou cíle práce a následně představeny výzkumné hypotézy. Druhá kapitola popisuje infekční onemocnění spalničky (charakteristika onemocnění, klinické příznaky a komplikace onemocnění, diagnostika onemocnění, léčba a prevence onemocnění, vakcinace proti spalničkám v Česku a historie poznání spalniček). Třetí kapitola popisuje epidemiologické a demografické faktory mající vliv na incidenci spalniček (přírodní podmínky a charakteristika prostředí, věk a společenské podmínky, migrace a cestování, kolektivní imunita, dezinformace ohledně vakcíny proti spalničkám, populační kapsy a vyvanutí imunity). Čtvrtá kapitola seznamuje čtenáře s epidemiologickou situací a vývojem spalniček ve světě, v Evropě a v Česku. Pátá kapitola uvádí do praktické části, charakterizuje získaná data a proměnné vstupující do analýz a následně popisuje metodiku. Šestá kapitola informuje o průběhu analýz a jejich výsledcích. V sedmé kapitole jsou diskutovány výsledky analýz s literaturou a závěrečná osmá kapitola je shrnutím zjištěných výsledků.

## 2 Spalničky jako infekční onemocnění

---

Spalničky jsou vysoce infekční exantémové virové onemocnění, které je preventabilní očkováním. Přestože existuje účinná vakcína, stále se vyskytují spalničkové epidemie. Následující kapitoly charakterizují onemocnění, jeho klinické příznaky a komplikace, popisují diagnostiku, léčbu a prevenci onemocnění. V posledních kapitolách je popsána historie vakcinace proti spalničkám v Česku a historie poznání onemocnění spalničkami.

### 2.1 Charakteristika onemocnění

Onemocnění spalniček je vysoce infekční exantémové onemocnění způsobené virem spalniček. Virus spalniček je jednovláknový nesegmentovaný virus obsahující ribonukleovou kyselinu (RNA) a jedná se o virus s negativní polaritou řetězce patřící rodu Morbillivirus a čeledi Paramyxoviridae (Rota a kol 2016; UK Health Security Agency 2019). Virus spalniček je příbuzný viru psinky a dalším virům, které

infikují zvířata (Hilleman 2001; Strebel a kol 2018; ECDC 2022). Po desetiletí je virus monotypický a existuje pouze jeden antigenní typ spalniček, který zůstává stabilní (proto je vakcína stále stejně účinná) (WHO 2020b).

Spalničky jsou jednou z nejvíce přenosných infekčních nemocí. Zdrojem spalniček je nemocný člověk. Některé opice mohou být virem infikovány, přesto neexistuje žádný významný zvířecí rezervoár, lidé jsou tak jediným přirozeným hostitelem viru spalniček (WHO 2020b). Přenos probíhá primárně z člověka na člověka. K šíření dochází vzduchem, jedná se o kapénkovou infekci. Dále se lidé mohou nakazit přímým i nepřímým kontaktem s infikovanými sekrety. Přenosu onemocnění lze zabránit očkováním (Rota a kol 2016). Onemocnění má všeobecnou vnímavost. Prodělané spalničkové onemocnění zanechává celoživotní imunitu (Strebel a kol. 2018).

Inkubační doba trvá v rozmezí 7–18 dnů. Od expozice k projevům vyrážky dochází obvykle po 10–14 dnech. Infekčnost začíná již v prodromálním stádiu (od objevení prvních příznaků) a trvá do čtyř dnů po objevení vyrážky. Infekčnost je nejvyšší v prodromálním stádiu (Rota a kol. 2016; Provazník a Komárek 2004).

## 2.2 Klinické příznaky a komplikace onemocnění

Onemocnění spalničkami samo o sobě není příliš závažné, nebezpečné jsou však komplikace, které toto virové onemocnění v některých případech provází. Podle nástupu příznaků se onemocnění dělí na dvě stádia. První stádium se nazývá prodromální a druhé exantémové. Prodromální stádium trvá dva až čtyři dny a vyznačuje se komplexem příznaků, které vypadají jako jakákoliv infekce horních dýchacích cest. Onemocnění nejprve začíná horečkou, malátností, rýmou, zánětem spojivek a kašlem. Teplota může dosáhnout až 40,6 °C. V ústní sliznici na vnitřní straně tváří se mohou tvořit charakteristické malé červené skvrny s modrobílým středem o velikosti 2–4 mm. Tyto Koplikovy skvrny se objevují jeden až dva dny před nástupem vyrážky. Po třech až čtyřech dnech se objevuje typická červená vyrážka, která se začíná tvořit na hlavě. Nejprve se objevuje na obličeji a za ušima, a postupně se šíří přes trup na končetiny. Exantém mívá makulopapulózní vzhled a trvá 3–5 dní. Vyrážka odeznívá ve stejném sledu, jako se objevila i s ostatními symptomy. (UK Health Security Agency 2019; Moss a Griffin 2012; Lefebvre a kol. 2010).

U nekomplikovaného onemocnění dochází k zotavení brzy po objevení vyrážky. Ke komplikacím většinou dochází, pokud horečka neklesne do jednoho až dvou dnů po nástupu vyrážky. Zhoršení zdravotního stavu vyvolávají přidružené bakteriální infekce nebo pomnožení viru v těle nemocného. Mezi hlášené komplikace patří průjem, infekce ucha, zápal plic, onemocnění očí, akutní zánět mozku a smrtelné onemocnění mozku (Strebel a kol. 2018).

Průjem hlásí 8/100 nemocných. Infekce ucha, která vznikne u 7–9/100 nemocných dětí, může vést ke ztrátě sluchu. Onemocnění očí v některých situacích vede ke slepotě. K zápalu plic dochází u 1–6/100 nemocných. Při onemocnění spalničkami je zápal plic nejčastější příčinou úmrtí malých dětí, způsobuje 6–10 úmrtí. Spalničky u 1/1000 případů vyvolávají akutní zánět mozku, který způsobuje křeče, ztrátu sluchu a mentální postižení (ECDC 2015). Ve výjimečných případech i několik let po prodělání onemocnění, mohou spalničky zapříčinit vzácné onemocnění mozku. Subakutní sklerotizující panencefalitida je smrtelné degenerativní onemocnění centrálního nervového systému, vyvolané přetrvávající infekcí mutantního viru spalniček. Ve větším riziku jsou děti, které onemocněly spalničkami před druhým rokem života. Začátek onemocnění



průměrně začíná po sedmi letech po prodělání spalniček (Strebel a kol. 2018). Tato smrtelná komplikace postihuje 1 ze 100 tisíc případů (ECDC 2015).

Jak bylo uvedeno, spalničky mají řadu komplikací. Tyto komplikace se vyskytují přibližně u 30–40 % hlášených případů. Ohroženy jsou osoby mladší pěti let, či starší dvaceti let nebo ti, kteří trpí podvýživou (Wolfson a kol. 2009). Dalšími rizikovými faktory, které způsobující těžký průběh onemocnění jsou poruchy imunitního systému, nedostatek vitamínu A, intenzivní expozice spalničkám, absence předchozího očkování proti spalničkám a přelidnění (Kabra a Lodha 2013).

V důsledku spalničkového onemocnění a jeho komplikací je hospitalizována 1/4 osob. Na následky onemocnění spalničkami zemře přibližně 1-3/1000 osob. Nejčastěji umírají děti mladší pěti let a lidé s oslabenou imunitou (ECDC 2015; Hilleman 2001; Strebel a kol. 2018; ECDC 2014).

Studie zabývající se úmrtností na spalničky mezi lety 1950–1989 prokázala vyšší úmrtnost u žen oproti mužům. Úmrtnost žen ve věku 0–44 let byla vyšší ve všech regionech kromě jihovýchodní Asie. Mezi lidmi různého věku a především z regionů Ameriky a Evropy, byla odhadnuta úmrtnost na spalničky u dívek o 5 % vyšší než u chlapců (Garenne 1994). V případě většiny ostatních infekčních nemocí jsou více ohroženi závažnějším průběhem onemocnění a vyšší úmrtností chlapci než dívky, ale v případě spalniček se k opaku přiklání i Brown a Moss (2010) z toho důvodu, že při dříve použité vakcíně s vysokým titrem spalniček, se u dívek vyskytla opožděná úmrtnost v souvislosti s touto vakcínou častěji než u chlapců. Tato vakcína se v současné době již nepoužívá.

## **2.3 Diagnostika onemocnění**

Při klinické diagnostice je důležité všimnout si klinického stavu pacienta a typických příznaků spalniček. Pozornosti by neměla uniknout makulopapulózní vyrážka, Koplikovy skvrny, horečka a zároveň jakýkoliv z dalších symptomů, kterými jsou kašel, rýma, zánět spojivek, zánět středního ucha a zápal plic. Důležité je epidemiologické šetření, které by potvrdilo nebo vyvrátilo cestování do endemických oblastí nebo setkání s rizikovým kontaktem s laboratorně potvrzeným onemocněním (WHO 2018).

V regionech, kde je výskyt spalniček nízký, se příznaky spalniček mohou zaměnit s jiným exantémovým onemocněním jako jsou zarděnky, pátá dětská nemoc a šestá dětská nemoc. Lékaři, kteří se se spalničkami během své praxe již setkali, např. během epidemií, dokážou spalničky podle příznaků snadno diagnostikovat. Důležitým příznakem jsou Koplikovy skvrny, které se na sliznici úst tvoří ještě před typickou vyrážkou těla (Dietz a kol. 2004; Moss a Griffin 2012). Klinická diagnóza hraje zásadní roli k přijetí preventivních hygienických opatření a izolování podezřelého případu, a tím zabránění nozokomiálnímu šíření nákazy. Proto je důležité, aby zdravotníci všech zdravotnických zařízení znali příznaky onemocnění spalničkami (Marshall a kol. 2003).

Při podezření na onemocnění je potřeba provést laboratorní vyšetření. Onemocnění lze prokázat přímým průkazem detekce spalničkového viru pomocí metody polymerázové řetězové reakce (PCR) nebo nepřímým sérologickým průkazem, který zjistí, zda se vytváří protilátky proti onemocnění. Při primární akutní infekci se během několika dnů po objevení vyrážky začnou tvořit protilátky imunoglobuliny M (IgM) a imunoglobuliny G (IgG). Po šesti až osmi týdnech již nelze protilátky IgM detekovat, zatímco IgG protilátky lze najít dlouho po nemoci (Strebel et al. 2018). Akutní infekci tedy potvrzují zvýšené protilátky IgM nebo čtyřnásobně zvýšené hodnoty protilátek IgG v krevním séru. Sérologický průkaz je nejčastější metodou pro detekci spalniček, obvykle se zjišťují hodnoty IgM protilátek po rizikovém kontaktu (Helfand a kol. 1997). Osoby, které jsou znovu exponovány viru (reinfekce, po vakcinaci), se obvykle rychle zvýší pouze hladina protilátek IgG (Strebel a kol. 2018).

V prvních dnech onemocnění je nejvhodnější pro laboratorní potvrzení nákazy metoda PCR, která identifikuje přítomnost RNA viru spalniček ze vzorku moči, krve, ústní tekutiny nebo nasopharyngeálního výtěru. Tato metoda má nejvyšší citlivost, ale vzorek musí být odebrán co nejdříve od nástupu vyrážky (do třetího až čtvrtého dne). Další výhodou této metody je genotypizace spalničkových kmenů, což je důležité pro molekulární epidemiologii, která je součástí programu surveillance (Lexová a kol. 2017; Rota a kol. 2011).

## **2.4 Léčba a prevence onemocnění**

Léčba spalniček je obtížná, protože na spalničky neexistuje žádná specifická antivirová léčba. Léčba je pouze symptomatická, při které se podávají léky na vedlejší příznaky. V případě sekundárních bakteriálních infekcí (zánět středního ucha, zápal plic, angína)

se podávají antibiotika (Kabra a Lodha 2013). Při vážných komplikacích, kdy infekce postihuje centrální nervovou soustavu se podávají virotika typu ribavirin, interferon  $\alpha$  a další (Reuter a Schneider-Schaulies 2010).

Dostatečný příjem vitamínu A může pomoci při prevenci onemocnění a následně zlepšit průběh onemocnění. Při potvrzení onemocnění WHO doporučuje během dvou dnů zvýšit dávku užívání vitamínu A. U ročních dětí a starších se doporučuje užívat dva dny po sobě 200 000 IU vitamínu A. Dětem od půl roku do roka se doporučuje dva dny po sobě užívat 100 000 IU a dětem mladším půl roku se doporučuje užívat 50 000 IU. Děti, které mají nedostatek vitamínu A, by měly užívat ještě třetí dávku o dva až čtyři dny později (WHO 2020a; Stinchfield a Orenstein 2020).

Nejlepší prevencí proti tomuto onemocnění je aktivní imunizace vakcínou proti spalničkám. Vakcinace se provádí u dětí starších 12 měsíců, u kterých se vytvoří dostatečné množství protilátek (SZÚ 2019b).

## **2.5 Vakcinace proti spalničkám v Česku**

V Česku je očkování proti spalničkám součástí rutinního očkovacího kalendáře podle Vyhlášky č. 299/2010 Sb., o očkování proti infekčním nemocem, ve znění pozdějších předpisů a Zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů (Lexová 2011).

Očkování proti spalničkám bylo zařazeno do očkovacího kalendáře v bývalém Československu v roce 1969. Očkování se zahájilo podáním jedné dávky monovakcíny proti spalničkám dětem starším 10 měsíců, které se narodily v roce 1968. V roce 1970 se věková hranice vakcinace posunula na 12 měsíců věku dítěte. V letech 1975–1978 probíhalo mimořádné očkování druhou dávkou vakcíny dětí prvních tříd a v letech 1979–1981 se mimořádné očkování druhou dávkou zopakovalo u dětí osmých tříd. Tímto očkováním byla snaha zvýšit imunitu druhou dávkou vakcíny u ročníků narozených v roce 1968–1973, které byly naočkovány pouze jednou dávkou.

V roce 1982 se zavedla pravidelná dvoudávková vakcinace a věková hranice pro podání první dávky se posunula na 15 měsíců věku dítěte. Očkování druhou dávkou bylo stanoveno na 6–10 měsíců od dávky první.

Následně po roce 1987 se začalo očkovat bivalentní vakcínou rozšířenou o vakcinaci proti příušnicím. Od března roku 1995 probíhá vakcinace trivalentní – proti spalničkám, příušnicím a zarděnkám. Od roku 2007 je navíc k dispozici kvadrivalentní vakcína, doplněná o očkovací látku proti planým neštovicím.

Ke změně věkové hranice očkování, která platí do současnosti, došlo v roce 2018 (Limberková 2020). První dávka očkování se podává nejdříve od započatého 13. měsíce a nejpozději do dovršení 18. měsíce. Druhou dávkou se očkují děti od dovršení pátého roku do šestého roku. Očkuje se kombinovanou vakcínou Priorix M-M-RVAXPRO, kterou se zároveň očkuje i proti dalším dvěma infekčním onemocněním zarděnky a příušnice. Očkování proti spalničkám spadá v Česku mezi pravidelná očkování, která jsou povinná a hrazená z veřejného zdravotního pojištění (Česká vakcinologická společnost ČSL JEP 2019a).

Pro dospělé starších 18 let, kteří jsou vystavováni rizikovému kontaktu s virem spalniček, je doporučeno přeočkování jednou dávkou vakcíny proti spalničkám (Česká vakcinologická společnost ČSL JEP 2019b). Jedná se o zvláštní očkování, které se týká zdravotníků na infekčním nebo dermatovenerologickém pracovišti, kteří prokazatelně neprodělali onemocnění nebo nemají proti onemocnění dostatek protilátek IgG (Česko 2006).

Po expozici viru spalniček lze do 72 hodin podat profylaktickou vakcinaci, která může riziko onemocnění snížit minimálně o 90 %. Tuto vakcínu nelze použít u těhotných žen a očkována žena by neměla do měsíce otěhotnět, protože vakcína obsahuje zarděnkovou složku, která je pro těhotenství nebezpečná (Limberková 2020).

## 2.6 Historie onemocnění

První známé zmínky o spalničkách pochází ze 7. století od židovského lékaře Al Yehudi. Perský lékař Abu Becr (přezdívaný Rhazes), který žil v 10. století spalničky popsal a odlišil od pravých neštovic. Myslel si, že spalničky nejsou infekční a že se jedná pouze o vyrážku (Abu-Becr 1748; Black 1989). Latinský název *morbilli* spalničky získaly již ve středověku. Od slova *morbus*, které znamená nemoc, vznikla zdvojnásobena *morbilli*, která znamená méně závažné onemocnění (Wilson 1962).

V 17. století Thomas Sydenham popsal klinický průběh onemocnění a předpokládal, že jsou spalničky infekční (Sydenham 1848). V 18. století skotský lékař Francis Home přinesl přesný popis klinického průběhu spalniček a potvrdil jejich infekčnost (JAMA 1969; Drutz 2001).

Další přínos přinesl dánský lékař Peter Panum, který vyšetřoval spalničky během epidemie na Faerských ostrovech v roce 1846. Peter Panum potvrdil, že jsou spalničky infekční onemocnění a popsal jejich epidemiologické charakteristiky. Zjistil vyšší úmrtnost u mladší a starší věkové skupiny, popsal 14denní interval od expozice onemocnění k výsevu vyrážky a zjistil, že po onemocnění dochází k celoživotní imunitě (Drutz 2001; Strebel a kol 2018).

Goldberger a Anderson v roce 1911 provedli experiment, kdy dokázali infikovaným materiálem od lidí nakazit opice. Tímto experimentem potvrdili, že jsou spalničky virové onemocnění (Goldberger a Anderson 1911). Enders a Peebles v roce 1954 během vypuknutí spalničkové epidemie v Bostnu a Massachusetts odebrali vzorky krve několika nemocným studentům. V krvi 13letého Davida Edmonstona se podařilo spalničky izolovat (CDC 2020). Enders a Peebles přispěli k vývoji vakcíny a účinná vakcína Edmonston B dostala licenci v roce 1963 (Griffin 2018).

## 3 Epidemiologické faktory spalniček

---

Demografický a epidemiologický popis umožňuje přesné odhalení subpopulací a věkových kohort, které jsou náchylné k onemocnění spalniček kvůli nedostatečné imunitě. K tomu je zapotřebí pečlivá identifikace demografických charakteristik výskytu spalniček a jejich lokalizace. Důležité je hledání společných rysů nemocných – věková skupina, víra, kultura, etnicita, sociální faktory a další (Durrheim 2016). Pokud se v geografických oblastech nachází různá proočkovanost, je možné pomocí údajů o proočkovanosti odhalit geografické a sociodemografické vzorce. Věkový profil nemocných během epidemie dokáže odhalit mezery v proočkovanosti určité věkové kohorty a ohnisko epidemie dovede odhalit nízkou proočkovanost v určité menšině (WHO 2019c).

### 3.1 Přírodní podmínky a charakteristika prostředí

Ohnisko spalniček znamená lokalitu, ve které probíhá proces šíření nákazy, jehož součástí je (anebo byl) zdroj onemocnění a dosud zdraví jedinci, kteří mohli přijít se zdrojem infekce do styku. Přetrvávající výskyt spalniček v dané geografické oblasti nebo v populaci se nazývá endemický výskyt spalniček. Pokud se výskyt spalniček zvýší nad očekávanou úroveň incidence v určitém místě a v čase, jedná se o epidemický výskyt. Spalničky se mohou vyskytovat v epidemických cyklech, které se vyznačují kolísáním jejich výskytu v několikaletých obdobích a vznikají nahromaděním vnímavých osob. Délka těchto epidemických cyklů je přímo úměrná hustotě obyvatel (Göpfertová a Šmerhovský 2015). V oblastech endemického výskytu spalniček, se velké epidemie vyskytují každých dva až pět let a mají sezónní charakter. Tyto cykly vznikají akumulací vnímavých osob, ke kterému dochází nahromaděním po sobě narozených kohort. Po vypuknutí epidemie se počet vnímavých osob opět sníží.

V mírném pásu dochází k vrcholu incidence v období pozdní zimy a brzkého jara. Sezónním ohniskům epidemií napomáhá zvýšení sociálního kontaktu, např. ve škole (Fine a Clarkson 1982) a zároveň napomáhají faktory životního prostředí, které podporují životaschopnost spalniček. Virus spalniček je citlivý vůči extrémním teplotám, vyhovují mu teploty mezi 15-20 °C. Dále je citlivý na relativní vlhkost. Viru spalniček se daří při nízké relativní vlhkosti, s narůstající relativní vlhkostí počet případů klesá (Yang a kol. 2014). V tropických oblastech se většina případů onemocnění spalniček vyskytuje

v období sucha, které v kombinaci s vysokou porodností způsobuje vznik velkých epidemií. S opětovným nástupem období dešťů epidemie končí (Ferrari a kol. 2008).

V izolovaných populacích je výskyt spalniček odlišný. V izolovaných skupinách se virus po různě dlouhý čas nevyskytuje. Po zavlečení onemocnění do izolované skupiny se rozvine epidemie, která postihuje všechny věkové skupiny, které se při předchozí vlně epidemie nenakazily. Známý příklad epidemie v izolované populaci z doby před vakcinační popsál lékař Peter Panum. V roce 1846 postihla obyvatele Faearských ostrovů epidemie spalniček, během které onemocněly osoby všech věkových kategorií, které se nenakazily během předchozí epidemické vlny, která se na ostrovech vyskytla před 65 lety (Strebel a kol 2018).

### **3.2 Věk a společenské podmínky**

Průměrný věk onemocnění spalničkami závisí na biologických a epidemiologických faktorech, především populační imunitě a porodnosti. V oblastech se slabou kolektivní imunitou, vysokou porodností a vysokou hustotou obyvatelstva (typické pro oblasti s nízkým příjmem, uprchlické tábory), dochází k zvýšenému přenosu onemocnění v mladších věkových skupinách, včetně kojenců a dětí předškolního věku. Se zvýšenou proočkovaností populace se může průměrný věk nemocných spalničkami posunout do období dospívání nebo mladé dospělosti (Strebel a kol 2018).

V období dospívání nebo v mladší dospělosti jsou osoby ke spalničkám citlivé, pokud nebyly očkované a se spalničkami se nesetkaly v mladším věku, kvůli sníženému přenosu onemocnění mezi mladší očkovanou skupinou (Rota a kol. 2016). Tato situace odráží mezery v kolektivní imunitě mezi věkovými kohortami. Proto je potřeba očkovat i starší citlivou populaci, aby se v případě zavlečení nemoci, zabránilo dalšímu šíření onemocnění (WHO 2019b).

Ve většině vyspělých států bylo před zavedením očkování nejvyšší riziko onemocnění spalničkami u dětí školního věku. Se zvyšujícím se zalidněním v hustě obydlených městských oblastech, se zvyšovalo riziko onemocnění u předškolních dětí. Nejvyšší výskyt onemocnění byl u dětí ve věku pěti až devíti let a riziko úmrtí bylo nejvyšší u dětí mladších jednoho roku a u dospělých. Před rozšířením očkování v rozvojových zemích, byl průměrný věk onemocnění mnohem nižší než ve státech vyspělých. V některých oblastech Afriky onemocněla většina dětí do čtyř let. Vnímavost dětí v mladším věku,

než tomu bylo ve vyspělých státech, je vysvětlována špatnou výživou a rychlejší ztrátou mateřských protilátek. Zároveň v rozvojových státech přicházejí kojenci do rizikového kontaktu s cirkulujícím virem v komunitě dříve, než je tomu ve státech vyspělých. Nízký věk prvního setkání s infekcí vede k vážnému průběhu, který je dále komplikován špatnou výživou a nedostatkem vitamínu A. Závažnost průběhu je však nejvíce ovlivněna velikostí infekční dávky (Strebel a kol. 2018).

### **3.3 Migrace a cestování**

Stav vakcinace proti onemocněním, na které se běžně očkuje, je u migrantů ze zemí s nízkými příjmy obvykle na špatné úrovni. Nízká proočkovanost se vyskytuje i proti onemocněním spalničkami. Zvýšený počet výskytu spalniček v posledních letech v Evropě se dával do souvislosti s přílivem migrantů ze zemí s nízkými příjmy. Přesto evropské země s vysokou mírou proočkovanosti (bez ohledu na ekonomický status země), nezaznamenaly nárůst případů spalniček, přestože byl počet migrantů a cestovatelů vysoký. Vzhledem k pohybu obyvatelstva přes hranice, počty migrantů představují zlomek těchto osob. Nejvíce jsou zastoupeni cestovatelé, kteří naopak mívají proočkovanost vyšší než migranti. Příčinou zvýšeného výskytu spalniček v Evropě byla suboptimální vakcinace. Podobná situace byla pozorována i v Americe, kde většina importovaných spalniček byla zapříčiněna cestovateli s nedostatečným nebo žádným očkovaním proti spalničkám než migranty ze zemí s vysokým výskytem spalniček (Leong a Wilder-Smith 2019). Příkladem mohou být cestovatelé, kteří onemocněli na Filipínách, kde jsou spalničky endemické. Onemocnění následně zavlekli do komunity Amišů v Ohio, která se z kulturních důvodů vakcinaci vyhýbá. Následně onemocnělo 383 osob ze 32 630 obyvatel této komunity (Gastañaduy a kol. 2016). V Nizozemí cestovatelé zavlekli onemocnění spalniček do skupin nenačkovaných osob. Díky vysoké proočkovanosti celé populace Nizozemska, se onemocnění shlukovalo pouze v této skupině (Leong a Wilder-Smith 2019).

Globalizace a s ní spojené cestování prověřuje kolektivní imunitu každé země, dokud nebudou spalničky eradikovány. Kontrola očkování a následné doočkování by se mělo zaměřit na všechny cestovatele a na vnímavé dospělé osoby (Leong a Wilder-Smith 2019).



### **3.4 Kolektivní imunita**

Přenosu onemocnění lze zabránit očkováním. Při dosažení minimálně 95% proočkovanosti dvěma dávkami vakcíny vzniká kolektivní imunita (SZÚ 2018), Serres a kol. (2000) uvádí práh pro kolektivní imunitu na 92–95 %. Kolektivní imunita zabraňuje šíření onemocnění v daném kolektivu nebo regionu. Naopak v populaci s vyšším počtem nenačkovaných osob, se onemocnění snadno distribuuje a mohou vznikat spalničkové epidemie (SZÚ 2018). Při dostatečném podílu imunních osob v populaci, je přenos onemocnění zpomalen nebo zastaven (WHO 2019c). Na kolektivní imunitě jsou závislé vnímavé osoby, které se ze zdravotních důvodů nemohou nechat naočkovat (chronická onemocnění, transplantace orgánů, chemoterapie, imunosupresivní léčba). Kolektivní imunita je důležitá i pro kojence, kterým již vyvanuly mateřské protilátky, ale zatím nedosáhli vakcinačního věku a dále pro osoby, kterým se po očkování protilátky nevytvoří (Mand'áková a kol. 2017a; SZÚ 2019b).

Kojenci, kteří se narodí matkám se získanou imunitou proti spalničkám, jsou chráněni mateřskými protilátkami. Pasivní imunita kojenců během druhého půl roku života postupně mizí. Kojenci s částečnou pasivní imunitou se mohou nakazit, ale onemocnění probíhá kratší dobu s mírnějšími příznaky. Pasivní imunita kojenců matek po prodělaném onemocnění je zřejmě delší než u očkovaných matek (Strebel a kol. 2018; Hilleman 2001; Provazník a Komárek 2004).

### **3.5 Dezinformace ohledně vakcíny proti spalničkám**

Vyspělé země bojují s dezinformacemi ohledně bezpečnosti spalničkové vakcíny. Častým argumentem k neočkování dětí proti spalničkám, je chybná spojitost očkování se vznikem autismu (Petráš 2019a). Broniatowski a kol. (2018) zkoumali, jak tzv. roboti (počítačový program) a trollové na sociální síti Twitter ovlivňují veřejné zdraví. Cílem dezinformátorů je podporování neshod napříč různými kontroverzními tématy se záměrem společnost rozdělovat, a k tomu využívají i téma vakcíny proti spalničkám. Veřejnost je těmito strategiemi ovlivněna a může tak zpochybňovat vědecké poznání ohledně vakcín, v jejichž důsledku může dojít k odmítání vakcín a ke vzniku tzv. populačních kapes nenačkovaných osob.

### **3.6 Populační kapsy a vyvanutí imunity**

Populační kapsa znamená kapsu neočkovaných jedinců, tedy skupinu, která je velmi náchylná k onemocnění spalničkami. Což v kombinaci s vyvanutím imunity osob dříve očkovaných (před 30–50 lety) vytváří citlivou skupinu osob, což může vést ke vzniku epidemií (Tkadlecová 2019).

Po onemocnění vzniká celoživotní imunita. Imunita získaná očkováním je silná a při setkávání s virem spalniček během života se stále posiluje. Po zavedení vakcinace proti spalničkám došlo v mnoha zemích k poklesu výskytu spalniček, což způsobilo, že virus spalniček přestal v dané populaci cirkulovat a očkované osoby se s virem neselekávaly, a tak navozenou imunitu očkováním neposilovaly. Taková situace by byla v pořádku, kdyby se dosáhlo eradikace spalniček. Nicméně došlo k znovuobnovení výskytu spalniček v mnoha populacích a osoby očkované před více než 30 lety jsou tak ohroženy vyvanutím imunity (Tkadlecová 2021). Naopak osoby narozené před rokem 1957 jsou považovány vůči spalničkám za imunní, díky přirozeně získané imunitě po prodělaném onemocnění (Leong a Wilder-Smith 2019).

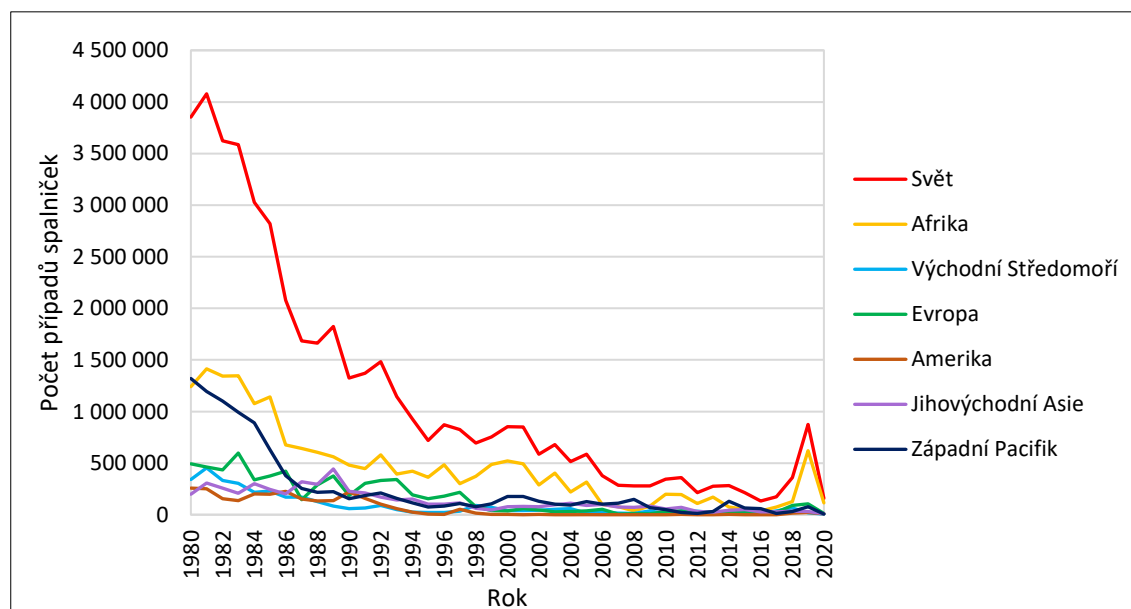
## 4 Epidemiologická situace spalniček

Před zavedením vakcín proti spalničkám (v USA v roce 1963, v Česku v roce 1968) se významné spalničkové epidemie objevily každé 2-3 roky. Odhaduje se, že každý rok globálně onemocnělo spalničkami 30 milionů lidí a zemřelo jich více než 2 miliony do 15 let. Více než 95 % jedinců bylo spalničkami nakaženo (Strebel a kol 2018).

### 4.1 Epidemiologická situace ve světě

Po zavedení vakcíny proti spalničkám začaly počty nemocných celosvětově významně klesat. S ubývajícími počty nemocných klesala i úmrtnost, proto byla navržena eradikace spalniček (Hopkins a kol 1982). Dosáhnout eradikace spalniček je možné, protože jediným rezervoárem je člověk, existují přesné diagnostické testy k prokázání onemocnění a zároveň existují účinné a cenově dostupné vakcíny (Orenstein a kol. 2000). Spalničky se mohly stát první eradikovanou nemocí, nicméně myšlenka eradikace byla oživena až o 30 let později od zavedení vakcíny (CDC 1997). Vývoj počtu hlášených případů od roku 1980 do roku 2020 je znázorněn v grafu č. 1.

Graf 1: Počet hlášených případů spalniček ve světě a v regionech WHO, 1980-2020



Zdroj: data z WHO databáze, vlastní zpracování

WHO (2003) vyzvalo členské státy ke snížení úmrtnosti zaviněné spalničkami. Již v roce 2005 se podařilo snížit úmrtnost na spalničky o 60 % oproti roku 1999 (z 837 000 úmrtí v roce 1999 na 345 000 úmrtí v roce 2005). Wolfson (a kol. 2007) uvádí, že se v letech

1999–2005 díky imunizaci zabránilo téměř 7,5 milionům úmrtí. Během roku 2008 se dosáhlo dalšího snížení úmrtnosti na spalničky, odhadem došlo ke 164 000 úmrtí (WHO 2009).

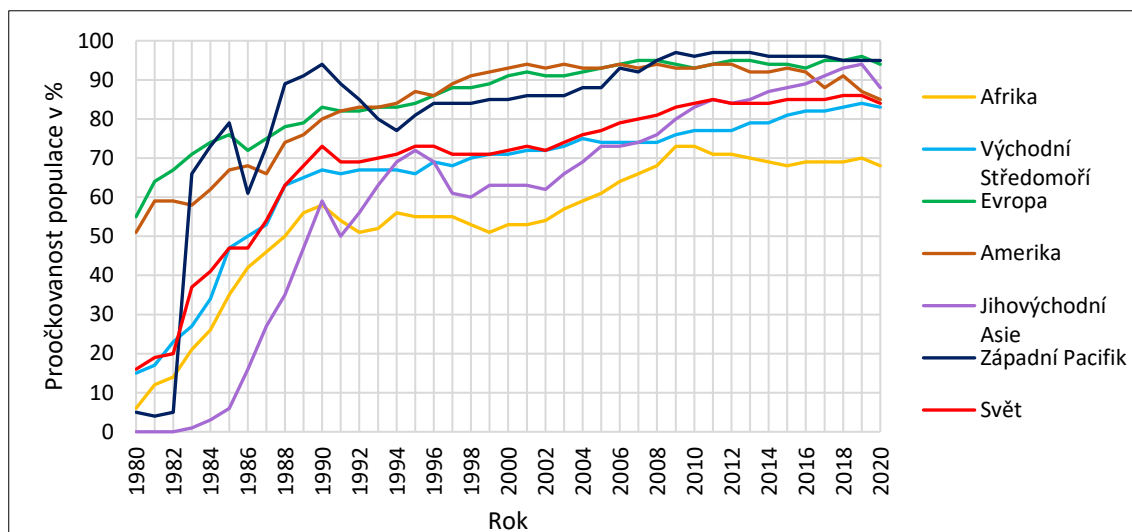
#### **4.1.1 Snaha o eliminaci a eradikaci spalniček**

Eliminace spalniček znamená, že nedochází k endemickému přenosu viru v regionu nebo v určité geografické oblasti, po dobu více než 12 měsíců za přítomnosti kvalitní surveillance (Patel a kol 2020). Při 89–94% proočkovanosti populace dochází k přerušení přenosu onemocnění (Thompson 2016), jiné studie uvádí práh pro kolektivní imunitu 92 až 95 % (Serres a kol 2000).

Status země s eliminací spalniček se získá, pokud v zemi nedochází k endemickému přenosu po dobu nejméně 36 měsíců (Lexová a kol 2017). V případě úspěšné eliminace onemocnění však musí vakcinace stále probíhat, aby nedošlo k opětovnému výskytu onemocnění, např. způsobené importem. Při úspěšné eliminaci onemocnění ve všech zemích se dosáhne globálního přerušení přenosu onemocnění, a tím dojde k eradikaci nemoci, tedy vymýcení. Po úspěšné eradikaci onemocnění se může očkování ukončit bez rizika opětovného vzniku epidemií (CDC 1997).

V roce 2010 si daly regiony WHO tři cíle sloužící k eradikaci spalniček. Do roku 2015 dosáhnout alespoň 90% pokrytí první dávkou vakcíny na globální úrovni a 80% pokrytí v každém regionu WHO. Druhým cílem byla celosvětová redukce ročního výskytu spalniček na méně než pět případů na milion obyvatel. Třetí cíl plánoval snížit celosvětovou úmrtnost na spalničky o 95 % ve srovnání s rokem 2000 (WHO 2010). Graf č. 2 znázorňuje vývoj proočkovanosti proti spalničkám první dávkou vakcíny od roku 1980 do roku 2020. V regionu Afrika se nepodařilo do roku 2015 dosáhnout 80% proočkovanosti první dávkou vakcíny. V regionech Amerika, Evropa a Západní Pacifik se naopak podařilo naočkovat přes 90 % populace a celosvětově se dosáhlo 85% proočkovanosti.

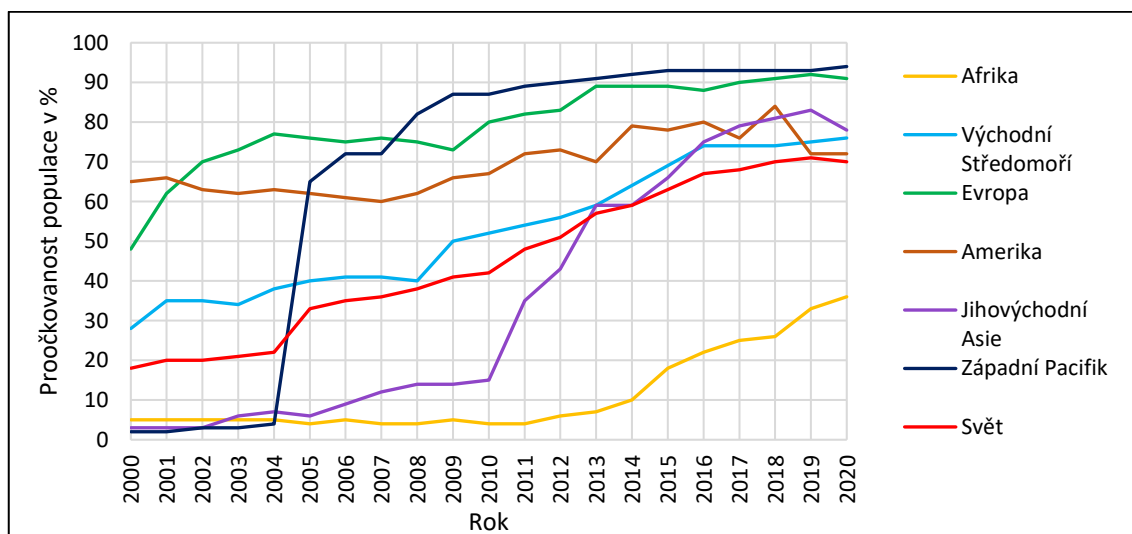
Graf 2: Vývoj proočkovanosti první dávkou vakcíny proti spalničkám ve světě a v regionech WHO, 1980-2020



Zdroj: WHO databáze, vlastní zpracování

Eliminace spalniček se stala jedním z cílů celosvětového očkovacího akčního plánu z roku 2012. Eliminovat spalničky do roku 2015 se plánovalo ve čtyřech ze šesti regionů a nejpozději do roku 2020 bylo v plánu spalničky eliminovat v pěti regionech WHO. Za vznikem očkovacího plánu stojí WHO, Dětský fond Organizace spojených národů (UNICEF) a další organizace a nadace (WHO 2013). Celosvětové pokrytí první dávkou vakcíny zůstalo do roku 2015 stabilní (85% proočkovanosť od roku 2009) viz graf č. 2. Od roku 2000 pokrytí druhou dávkou vakcíny celosvětově roste, jak ukazuje graf č. 3. V roce 2015 bylo dosaženo více než 60% proočkovanosťi druhou dávkou vakcíny.

Graf 3: Vývoj proočkovanosťi druhou dávkou vakcíny proti spalničkám ve světě a v regionech WHO, 2000-2020



Zdroj: WHO databáze, vlastní zpracování

V roce 2015 se podařilo snížit celosvětový výskyt spalniček (214 808 hlášených případů) a v roce 2016 se počet celosvětového počtu hlášených případů snížil na 132 490. V roce 2016 se navíc povedlo eliminovat spalničky v prvním regionu WHO. Celý americký region (Jižní i Severní Amerika) byl tak vyhlášen za prostý spalniček. Díky intenzivnímu očkování a kvalitní surveillanci se v roce 2002 přerušil endemický přenos spalniček, vyskytovaly se pouze importované případy pocházející z jiných kontinentů (Pan American Health Organization 2016). I přes rozšíření vakcín proti spalničkám po celém světě, spalničky stále hrály důležitou roli v příčinách úmrtí a invalidity v zemích s omezenou zdravotnickou infrastrukturou. V roce 2015 nebylo první dávkou naočkováno přibližně 20,8 milionů kojenců, z toho 53 % žilo v Indii, Nigérii, Pákistánu, Indonésii, Etiopii a v Demokratické republice Kongo (Patel a kol 2016). WHO zároveň varovala, že pokud se omezí očkování v zemích, kde se očkováním snížily počty nemocných, dojde k opětovnému propuknutí epidemií (WHO 2019b).

Celosvětová úmrtnost na spalničky se rokem 2018 snížila o 73 % v porovnání s rokem 2000, kdy na spalničky zemřelo odhadem 536 000 lidí. V roce 2018 spalničky zapříčinily 142 000 úmrtí (Dixon a kol 2021). Přestože se celosvětově počty nemocných snížily, americký region WHO v tomto roce přišel o status eliminace. Počty importovaných případů se sice snížily, ale naopak začala růst ohniska vnitřního přenosu spalniček, ke kterému docházelo importem onemocnění do neočkovaných podskupin populace, jejichž příčinou je váhavost lidí k očkování (Dimala a kol. 2021). V americkém regionu se tak objevily spalničkové epidemie v roce 2018 ve Venezuele a v roce 2019 v Brazílii. A právě v roce 2019 získaly spalničky celosvětovou pozornost, protože počet epidemií po celém světě významně vzrostl. Přibylo dvakrát více případů oproti předchozímu roku, počet nemocných přesáhl přes 860 000, což byl největší roční výskyt spalniček od roku 1996. V Evropě ztratily status eliminace země Albánie, Řecko, Velká Británie a také Česko. Globální akční plán, který plánoval eliminovat spalničky do roku 2020 v alespoň pěti regionech, se nepodařilo splnit (WHO 2021b), a tak byl stanoven nový strategický plán k eliminaci spalniček v regionech WHO pro období 2021-2030 (Ariyarajah a Crowcroft 2021).

Epidemiologická situace týkající se výskytu spalniček se v roce 2020 zlepšila a počty hlášených případů v porovnání s předchozími roky se snížily. Přesto pokrok k eliminaci spalniček byl ohrožen v důsledku přibývajících neočkovaných osob. Pokrytí první

dávku vakcíny v roce 2020 kleslo a druhou dávku dostalo pouze 70 % dětí, což ani zdaleka nedosahuje proočkovanosti 95 %, která je důležitá k dosažení kolektivní imunity. Za posledních dvacet let byl zaznamenán největší pokles vakcinace, což vytváří nebezpečné podmínky pro výskyt ohnisek spalničkových epidemií.

Eliminační cíle spalniček se posunuly do pozadí kvůli novému prioritnímu cíli, kterým se stal boj proti pandemii koronavirového onemocnění 2019 (covid-19). V roce 2020 se tak zhoršil dohled nad sledováním spalniček a došlo k nejnižšímu počtu odeslaných vzorků k laboratornímu testování za více než deset let. Slabé monitorování, testování a hlášení případů spalniček ohrozilo schopnost zemí bránit se propuknutí této vysoce infekční nemoci. Kromě zvětšování mezer v kolektivní imunitě, se odložily i očkovací kampaně na podporu očkování proti spalničkám, které jsou důležité pro lidi, kteří se nenačkovali během rutinních vakcinačních programů (Dixon a kol 2021).

Kolem výskytu spalniček v roce 2020 se klade spousta otázek. Příčinou sníženého počtu hlášených případů spalniček může být výskyt epidemií v letech 2017-2019, jelikož zvýšeným výskytem onemocnění mohlo dojít k následnému zvýšení kolektivní imunity. Další možností je efektivita zavedených opatření proti šíření onemocnění covid-19, kterým je sociální distanc, nošení respirátorů a zvýšená hygiena rukou. Snížení počtu nemocných může být způsobeno i narušením zdravotnického systému, nedostupností lékařské péče nebo snížením hledání zdravotní péče během pandemie (WHO 2021b).

Spalničky jsou vysoce nakažlivé onemocnění. Při poklesu úrovně proočkovanosti dochází k opětovnému nárůstu případů. Proto WHO upozorňovala na zlepšení proočkovanosti proti spalničkám, než se vrátí úroveň cestování a obchodování do stavu před pandemií covid-19 (WHO 2021b).

V lednu a únoru roku 2022 bylo celosvětově hlášeno téměř 17 338 případů spalniček, v předchozím roce to bylo 9 665 případů. Většina případů se vyskytuje v prostředí, která čelila sociálním a ekonomickým problémům kvůli onemocnění covid-19 nebo jiným krizím a konfliktům, které způsobují slabou zdravotnickou infrastrukturu. Začátkem dubna roku 2022 je stále odkládáno 19 kampaní bojující za doočkování osob, které se v dětství nenechaly naočkovat. V dubnu bylo za posledních 12 měsíců hlášeno 21 velkých a ničivých spalničkových epidemií po celém světě. Nejvíce hlášených případů pochází z regionů Afrika a Východní Středomoří a největší spalničkové epidemie se vyskytly v Somálsku, Jemenu, Nigérii, Afganistánu a Etiopii.

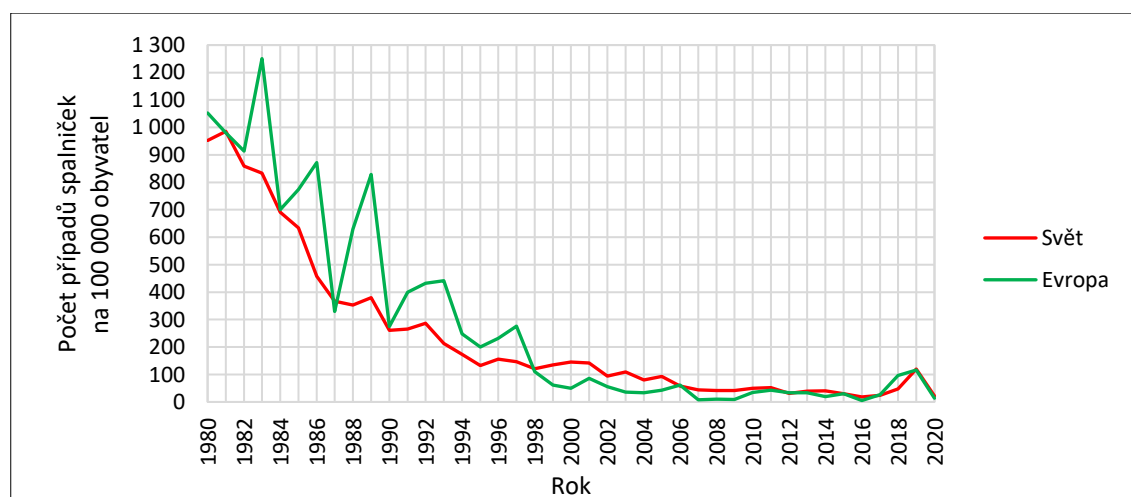
Pandemie covid-19 má obrovský dopad na schopnost zemí poskytovat základní zdravotnické služby, mezi které patří i pravidelná očkování. V mnoha zemích se zpozdilo zavedení druhé dávky vakcinace proti spalničkám, která je důležitá pro dosažení kolektivní imunity (WHO 2022b).

## 4.2 Epidemiologická situace v Evropě

Dle legislativy Evropské unie (EU) spadají spalničky mezi pravidelně hlášené nemoci. Jejich výskyt se hlásí do evropského systému the European Surveillance System (TESS) pod záštitou Evropského střediska pro prevenci a kontrolu nemocí (ECDC).

Po zavedení vakcíny proti spalničkám v 60. letech 20. století se vývoj počtu onemocnění a úmrtí na spalničky zásadně změnil jak ve světě, tak v Evropě. V mnoha zemích se podařilo přerušit endemický přenos. Státy evropského regionu WHO měly stanovený cíl eliminovat spalničky do roku 2010. Mezi lety 2007–2009 se dosáhlo historického minima výskytu spalniček, kdy bylo hlášeno 10 případů spalniček na milion obyvatel, jak je vidět v grafu č. 4. Evropský region se přiblížil splnění svého plánu spalničky eliminovat. Ale hned v dalších letech se objevily v řadě zemí spalničkové epidemie a počet případů opět narůstal. Důvodem, proč se nepovedlo spalničky eliminovat, byla nedostatečná úroveň proočkovanosti u skupin společnosti, které se z náboženských či sociálních důvodů vakcinaci vyhýbají (Lexová 2011).

Graf 4: Počet hlášených případů onemocnění spalniček na 1 000 000 obyvatel v Evropě a ve světě, 1980-2020



Zdroj: data z WHO databáze, vlastní zpracování

Zavedly se nové strategie vedoucí k eliminaci spalniček a to, důsledná vakcinace dětí a hledání vnímavých skupin osob včetně žen v plodném věku. V letech 2010-2011 bylo



v zemích EU a v zemích Evropského hospodářského prostoru (EHP) hlášeno přes 30 000 případů ročně. V roce 2010 nastal vrchol epidemie v Bulharsku (22 005 nemocných). V roce 2011 bylo nejvíce případů ve Francii (14 966 nemocných). Spalničková epidemie ve Francii začala v roce 2008, přestože se v předchozích dvou letech země blížila k eliminaci spalniček. Proočkovanost dětí narozených ve Francii v letech 2005-2008 sice dosahovala 89-90 %, ale mezi regiony byly v proočkovanosti významné rozdíly. Proto proběhly kampaně usilující o zvýšení proočkovanosti, probíhaly intervence v málo proočkovaných oblastech a zavedla se vakcína pro děti do 17 let zdarma. Proočkovanost u dětí se sice zvýšila, ale stále nebyla dostatečná imunita u mladých dospělých. Nedostatečná proočkovanost nebyla z finančních ani sociokulturních důvodů, ale z vlastní volby. Nedostatečná proočkovanost vytvořila tzv. populační kapsu vnímavých osob, což způsobilo v letech 2008-2011 spalničkovou epidemii. Nejvíce byly postiženy regiony s nejnižší proočkovaností (jižní Francie), ale následně se spalničky vyskytovaly po celé zemi i v regionech s vysokou proočkovaností, kde bylo nejvíce nemocných batolat s jednou dávkou vakcíny. V roce 2011, kdy byla epidemie spalniček na svém vrcholu a docházelo k hospitalizacím a úmrtím, se zvýšil zájem médií o epidemii a později se zvýšil zájem obyvatelstva o vakcinaci. Během let 2008-2011 bylo kvůli komplikacím onemocnění 5 000 lidí hospitalizováno a 10 jich zemřelo. Na počtu nemocných se z 80 % podíleli neočkovaní lidé. Z Francie došlo k exportu onemocnění do dalších zemí Evropy a do amerického regionu (Antona a kol 2013). Nárůst onemocnění v roce 2011 zaznamenalo i Německo.

V následujících letech došlo ke snížení výskytu onemocnění, ale přesto byla incidence onemocnění vysoká. V roce 2012 se v členských zemích v EU/EHP vyskytlo téměř 11 500 případů spalniček. Velká Británie hlásila přes 2 000 případů a v Rumunsku se dokonce vyskytlo přes 6 000 nemocných (Lexová a kol 2017). Rumunsko dosahovalo v letech 2000-2010 95% proočkovanosti první dávkou vakcíny, ale rokem 2011 začala proočkovanost klesat. Pokles proočkovanosti byl způsoben problémy s dodávkou a dostupností vakcíny, a také silnými anti-vakcinačními kampaněmi (Donadel a kol 2021) vedenými místní celebritou, které dávaly do souvislosti očkování dětí se vznikem autismus (Petráš 2016). Následně se v Rumunsku začaly objevovat celostátní spalničkové epidemie. V letech 2010-2013 bylo hlášeno téměř 13 000 případů spalniček (Donadel a kol 2021). Velká epidemie proběhla také na Ukrajině, kde onemocnělo přes 13 500 osob (Mandáková a kol. 2017a). V roce 2013 byla epidemiologická situace v zemích EU/EHP

obdobná, tisícové epidemie se vyskytly v Německu, Itálii, Holandsku, Rumunsku a ve Velké Británii. V roce 2014 propukla epidemie v Itálii a v roce 2015 v Německu. Cíl eliminace spalniček v evropském regionu WHO se posunul na rok 2020 (Lexová a kol 2017).

V roce 2016 se spalničky vyskytly ve 21 zemích EU/EHP. Hlášeno bylo přes 4 500 případů spalniček, z toho do tisíce případů se vyskytovalo v Itálii a ve Velké Británii. V Rumunsku bylo hlášeno přes dva tisíce případů (Lexová a kol 2017) a započala tak další epidemie v zemi. Z téměř 15 000 hlášených případů jich bylo 95 % neočkováno, 56 % nemocných byly děti do pěti let, zemřelo 59 osob a z toho jich 50 bylo ve věku do pěti let. Na neochotu lidí nechat se očkovat měly vliv anti-vakcinační kampaně (Donadel a kol 2021). Rokem 2016 se obnovil endemický přenos v zemích, které spalničky dříve eliminovaly (Česko, Německo, Litva, Slovensko, Velká Británie) (Dixon a kol 2021).

Následující rok došlo v evropském regionu ke zvýšení proočkovanosti na téměř 90 %, ale v mnoha zemích se přesto vyskytovalo lokální snížení proočkovanosti a populační kapsy neočkovaných osob, které jsou extrémně vnímavé k onemocnění. Při zavlečení onemocnění do těchto skupin hrozí riziko nekontrolovatelného šíření onemocnění v populaci, jako tomu bylo v letech 2008-2011 ve Francii (WHO 2022). Z předešlých epidemií se nepodařilo ponaučit a v letech 2016-2019 docházelo k cirkulaci viru mezi zeměmi (ECDC 2020). V roce 2017 se počet nemocných zvýšil na 21 315 osob. Největší výskyt onemocnění byl zaznamenán v Rumunsku, Itálii, Francii a v Řecku.

Během roku 2018 bylo v EU/EHP oproti předchozímu roku hlášeno třikrát více případů. Onemocnělo téměř 82 600 osob a z toho nejvíce ve Francii a v Itálii. Ve stejném roce na Ukrajině onemocnělo přes 50 000 lidí a osm jich na komplikace onemocnění zemřelo. Ještě v roce 2008 na Ukrajině proočkovanost dvěma dávkami vakcíny dětí dosahovala 95 %, ale v roce 2016 proočkovanost klesla na pouhých 31 %, což byla jedna z nejnižších proočkovaností ve světě a nejnižší v Evropě (MZČR 2019; Petráš 2019b). Velký pokles proočkovanosti způsobila nedostupnost vakcín v zemi, která vznikla následkem okupace Krymu a konfliktem mezi Ruskem a Ukrajinou (Petráš 2019b). V letech 2017-2020 zažila Ukrajina celostátní epidemii spalniček, během které bylo hlášeno 115 543 nemocných a 40 úmrtí. V roce 2021 se proočkovanost zvýšila na 82 % a bylo hlášeno 16 případů spalniček (WHO 2022a).

V roce 2019 se počty nemocných v zemích EU/EHP opět zvýšily, onemocnělo 104 248 osob. Nejvíce případů spalniček pocházelo z Francie, Rumunska, Itálie, Polska (ECDC 2020) a status země s eliminací spalniček ztratila Albánie, Řecko, Velká Británie a také Česko (Ariyarajah a Crowcroft 2021). Vrchol epidemie nastal na jaře a od června do října začaly počty nemocných klesat (WHO 2019a). V roce 2019 bylo pozorováno téměř to jisté, jako v letech předchozích. Onemocnění se vyskytovalo ve všech věkových skupinách a stejně tak docházelo k úmrtím. Nejvyšší výskyt onemocnění byl u dětí kojeneckého věku, příliš mladých na očkování. Značná část nemocných dětí od jednoho roku do pěti let (73 %), nebyla řádně naočkována. Mezi zeměmi evropského regionu docházelo k importům onemocnění (ECDC 2020).

Protože se v posledních letech zvýšil počet případů spalniček a zároveň se v posledních pěti letech zvýšila migrace do Evropských zemí, dávala se migrace do souvislosti se vznikem spalničkových epidemií. Leong a Wilder-Smith (2019) poukázali na to, že země s vysokou mírou proočkování, nezaznamenaly nárůst případů spalniček, přestože byl počet migrantů a cestovatelů vysoký. Příčinou zvýšeného výskytu spalniček v Evropě byla suboptimální vakcinace nikoliv migrace ani cestování.

V roce 2020 počty případů spalniček poklesly oproti roku 2019 o 88 %. V evropském regionu byla pozorována stejná situace jako ve světě, kdy během pandemie covid-19 počet případů prudce klesl (WHO 2021a). Počty případů v Evropě klesaly i v roce 2021. Ale pandemie covid-19 měla celosvětový dopad na základní zdravotnické služby, které se týkají i pravidelných očkování a podporování veřejného zdraví, a tak se odložily i kampaně bojující za podporu očkování. Na Ukrajině byla v roce 2019 přerušena kampaň na doočkování osob, které nebyly v dětství řádně naočkovány a tento rok kvůli válce na Ukrajině nemohla být dokončena. V roce 2022 se začaly objevovat spalničkové epidemie ve dvou regionech WHO (Afrika a Východní Středomoří) a následující roky ukážou, jaký bude epidemiologický vývoj výskytu spalniček v Evropě (WHO 2022b).

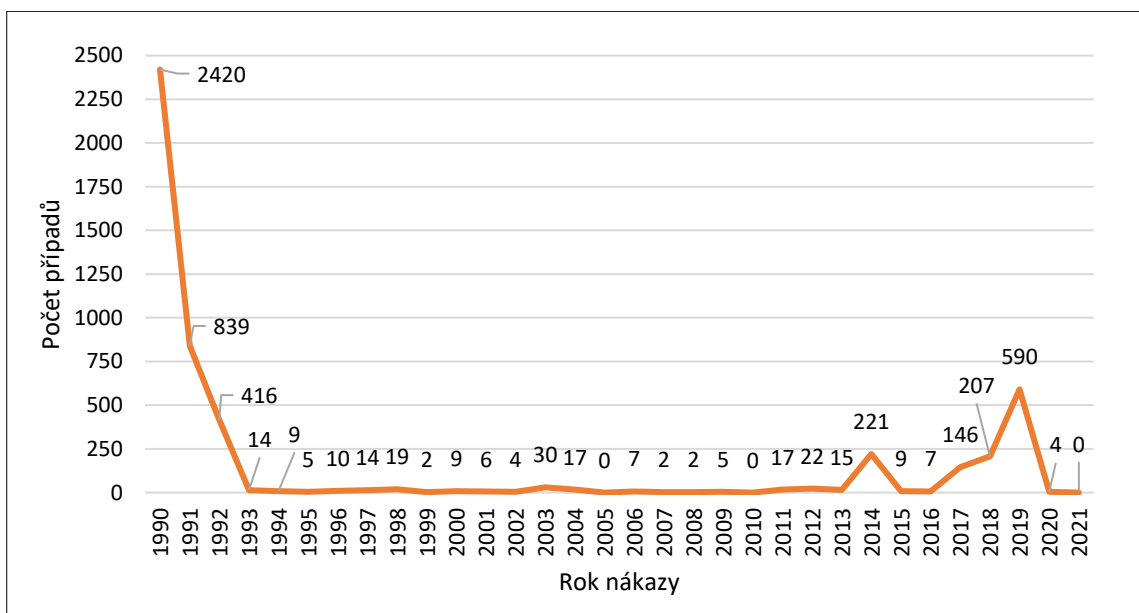
### **4.3 Epidemiologická situace v Česku**

Před zavedením očkování se v Česku ročně vyskytovaly tisíce až desetitisíce případů spalniček a docházelo průměrně k 50 úmrtím ročně. Děti zastupovaly nejvíce případů nemocných a nejohroženější byly ty nejmenší. Po zavedení vakcíny v roce 1969 se počet nemocných snížil. Ještě v roce 1971 zemřelo v souvislosti s onemocněním spalniček 20 lidí, ale od roku 1980 již v Česku na spalničky a jejich komplikace nikdo nezemřel

a od roku 1982 se v Česku vyskytovalo do 30 případů ročně. K opětovnému nárůstu nemocných došlo v letech 1990-1992, během kterých ročně onemocnělo od 416 do 2420 osob (Mand'áková a kol. 2017a; Petráš 2017), což je vidět v grafu č. 5. Nejvíce nemocných osob bylo narozených v roce 1971-1975, tedy ve věku 15-19 let (Limberková a Trmal 2014).

Pravidelným očkováním proti spalničkám se v následujících letech epidemiologická situace v Česku zlepšila. V grafu č. 5 lze vidět, že od roku 1993 do roku 2013 se počty nemocných snížily a pohybovaly se kolem desítek případů ročně. Od roku 2000 do roku 2009 se v Česku vyskytlo 87 případů spalniček a z toho bylo 36 případů importovaných. V roce 2010 nebyl hlášený žádný případ onemocnění (Lexová 2011). V grafu č. 5 je také vidět nárůst případů v roce 2014 a v letech 2017-2019.

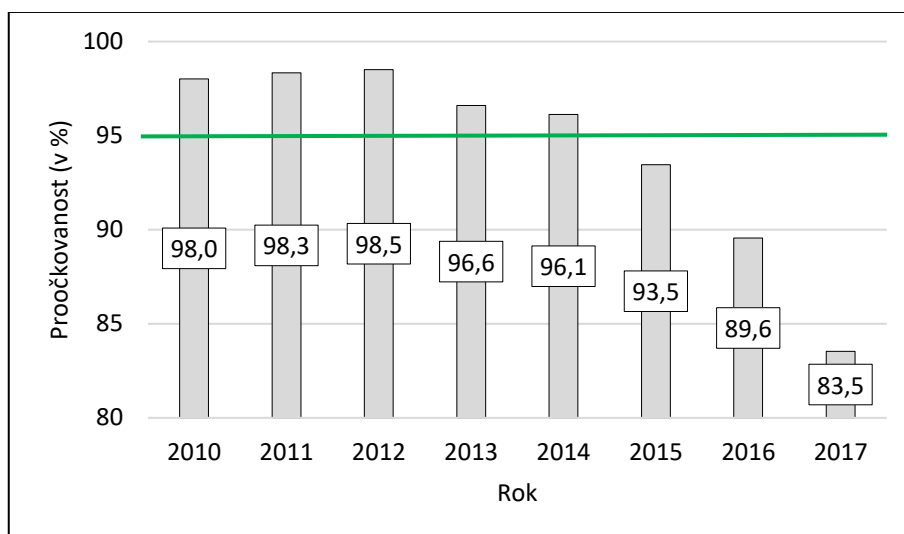
Graf 5: Počet hlášených případů spalniček v Česku, 1990-2021



Zdroj: data z WHO databáze a ISIN, vlastní zpracování

Zdálo se, že je epidemiologická situace v Česku příznivá, protože od roku 2010 do roku 2014 nedocházelo k endemickému výskytu spalniček, pouze k importům z jiných zemí a proočkovanost dvěma dávkami vakcíny v dětské kohortě byla nad 95 %, jak ukazuje graf č. 6.

Graf 6: Proočkovanost druhou dávkou vakcíny proti spalničkám, Česko, 2010-2017



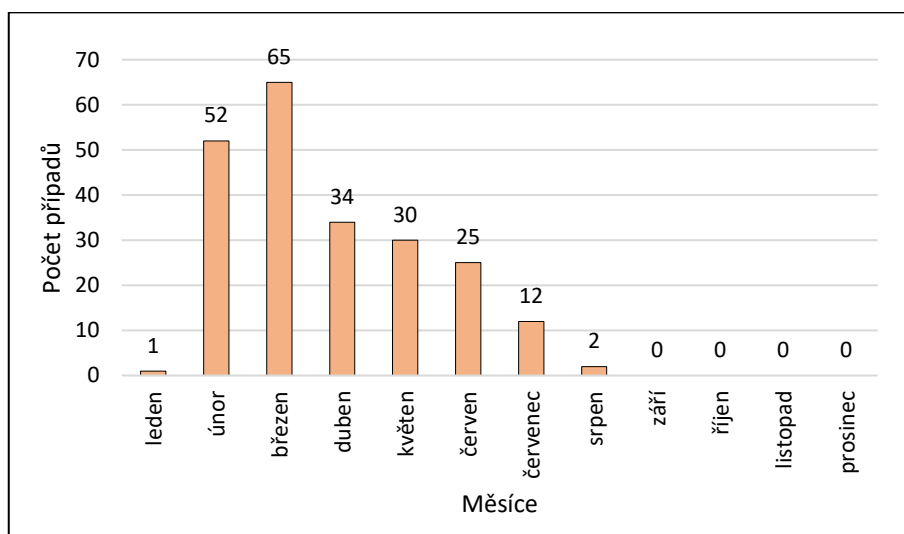
Poznámka: zelená přímka označuje úroveň 95% proočkovanosti dvěma dávkami vakcíny

Zdroj: data z web. stránek MZČR, vlastní zpracování

Ale i přesto, že byla proočkovanost v Česku vysoká, došlo v roce 2014 vlivem importu k epidemii v Ústeckém kraji a k onemocnění spalniček u 221 osob. Příčinou epidemie se stal import onemocnění z Indie. V důsledku navštívení hromadné akce v inkubační době a pozdějším rozpoznání onemocnění, se spalničky zavlekly mezi veřejnost a zdravotníky (Lexová a kol 2017).

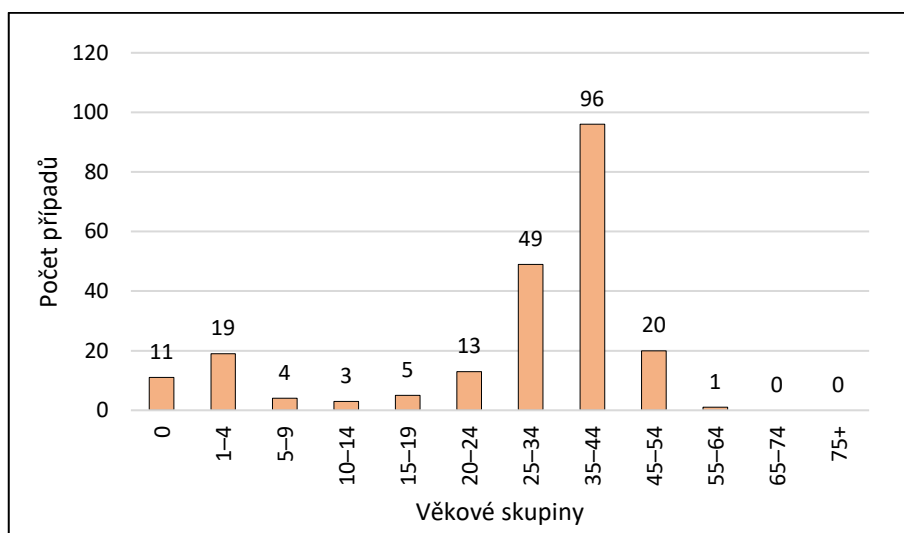
Epidemie spalniček probíhala především v Ústeckém kraji, od února do srpna 2014 (viz graf č. 7). Prvním případem, tedy zdrojem onemocnění, byl dospělý neočkovaný 47letý muž, který se nakazil v Indii. Onemocnění se projevilo za 14 dní po návratu. Primárním ohniskem byly blízké kontakty nakaženého muže a účastníci hromadné akce, kterou infikovaný muž navštívil den před hospitalizací v nemocnici. Během hospitalizace v Masarykově nemocnici v Ústí nad Labem se nakazili zdravotníci a následně jejich kontakty. Během epidemie se nakazilo 221 osob v souvislosti s importovaným případem, nejvíce spalniček se vyskytovalo v Ústeckém kraji (198 nemocných). Nejvíce onemocnění se vyskytlo ve věkové skupině 35-44 let, jak je vidět v grafu č. 8. Osoby této věkové skupiny se narodily v letech 1970-1979 a byly převážně neočkované nebo očkované pouze jednou dávkou vakcíny proti spalničkám (Limberková a Trmal 2014). Onemocnění se ale vyskytlo i u řádně očkovaných osob, které však byly naočkované před více než 30 lety a tím došlo k vyvanutí imunity (Lexová a kol 2017).

Graf 7: Celkový počet nakažených osob spalničkami v měsících roku 2014, Česko



Zdroj: data ISIN, vlastní zpracování

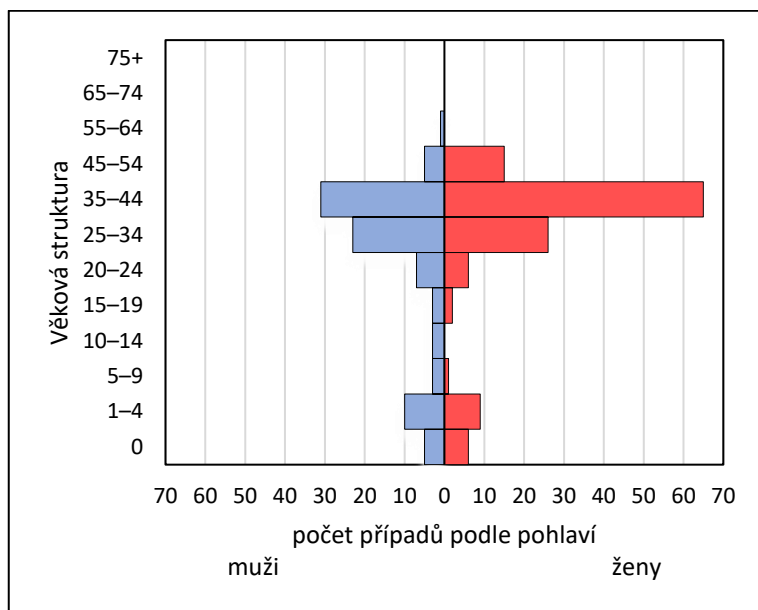
Graf 8: Věková struktura nakažených osob spalničkami v roce 2014, Česko



Zdroj: data ISIN, vlastní zpracování

Struktura nakažené populace Česka z hlediska pohlaví a věku v roce 2014 je znázorněna v grafu č. 9. V postižené věkové skupině 35–44 let bylo o polovinu více nemocných žen než mužů. Během epidemie onemocnělo 88 zdravotníků z Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem a jednalo se převážně o střední zdravotnický personál (zdravotní sestry, porodní asistentky) (Vaculíková a Hozák 2020) a je všeobecně známo, že se jedná o zaměstnání s převážně ženským kolektivem.

Graf 9: Celkový počet nakažených osob spalničkami dle pohlaví a věkové skupiny v roce 2014, Česko



Zdroj: data ISIN, vlastní zpracování

Vznik epidemie zapříčinilo více faktorů. Cirkulace viru u vysoce proočkované populace je malá, a tak nedochází k přirozenému posilování imunity u vnímavých osob. Zároveň očkované osoby neposilují získanou imunitu setkáváním s virem spalniček. Nejstarší osoby, které onemocněly spalničkami v roce 2014 byly očkovány před 42 lety a mohlo u nich dojít k vyvanutí imunity. Osoby očkované před 42 lety byly očkovány v počátcích zavádění vakcinace, kdy se očkovalo jednou dávkou vakcíny v 10 měsících věku dítěte. Navíc dříve používaná vakcína obsahovala látku citlivou na světlo a v praxi byly problémy s jejím uchováváním (Limberková a Trmal 2014). Rok 2014 mohl být varováním, že se i přes vysokou proočkovanost celého Česka v populaci vyskytují skupiny vnímavých osob.

Po skončení epidemie v Ústeckém kraji se v letech 2015–2016 v celém Česku vyskytlo 16 případů spalniček a u poloviny z nich se jednalo o import. Administrativní kontrolou se zjistilo, že v roce 2015 se nedosáhlo proočkovanosti 95 % a zároveň se zjistilo, že v proočkovanosti existují významné regionální rozdíly. V roce 2016 proočkovanost Česka klesla na 89,6 % (Lexová a kol. 2017) a v roce 2017 na 83,5 % (pro porovnání s rokem 2007 byla proočkovanost 98 %). K největšímu poklesu pokrytí dvěma dávkami vakcíny dětí došlo od roku 2014 do roku 2017 v Praze a nejnižší snížení proočkovanosti je pozorováno na Vysočině. V roce 2014 dosahovalo minimálně 95% proočkovanosti 68 okresů a v roce 2017 už pouhých 12 okresů (Lexová a kol 2017). Za těchto okolností

došlo po dvouleté pauze k další spalničkové epidemii, podobně jako tomu bylo v celé Evropě.

V roce 2017 se významně zhoršila epidemiologická situace v Moravskoslezském kraji. V celém Česku bylo hlášeno 146 případů spalniček (ISIN 2020) a z toho se jich vyskytlo 130 v Moravskoslezském kraji, kde bylo nejvíce nakažených ve věku 0-4 let (44 nemocných) a dospělých ve věku 35-44 let (37 nemocných). Ve zdravotnických zařízeních Moravskoslezského kraje onemocnělo 19 zdravotníků a 7 pacientů (Tkadlecová 2018; Kyselý a kol. 2018). Epidemie pravděpodobně propukla v romské komunitě a poté se onemocnění rozšířilo v Moravskoslezském kraji, kde následná epidemie trvala od února do června roku 2017 (Mand'áková a kol. 2017b).

Na Klinice infekčního lékařství FN Ostrava bylo hospitalizováno 38 dětí (76 % ve věku od tří měsíců do dvou let). U dětí se vyskytly komplikace: gastroenteritida (13 % dětí), pneumonie s nutností oxygenoterapie (10 % dětí). Infuzní rehydratace byla podána 50 % dětí a bakteriální superinfekce se léčila u 34 % dětí. Neurologické komplikace ani smrt u žádného dítěte nenastala (Petroušová a kol. 2018)

V roce 2018 se v Česku vyskytlo 207 případů spalniček, z toho mělo 19 osob komplikovaný průběh. Ze 45 importovaných onemocnění jich bylo 32 z Ukrajiny. U 11 nemocných osob se jednalo o zdravotnické pracovníky. Zdravotnický personál patří mezi ohrožené skupiny, zvláště pokud je vůči spalničkám vnímavý z důvodu nedostatečného očkování nebo vyvanutí imunity (MZČR 2019). Administrativní kontrolou byla v roce 2018 zjištěna proočkovanost Česka 83,5 %.

V roce 2018 probíhala epidemie spalniček převážně v Praze (102 nemocných), kde proočkovanost tříletých dětí činila pouhých 71,3 % (Limberková a kol. 2022). 23 případů bylo importovaných z Ukrajiny a další dva z Řecka a Egypta. K nejvíce onemocněním došlo v dubnu a poté počty případů začaly klesat, ale jejich výskyt v druhé polovině roku 2018 neustal, jako tomu bylo v roce 2017 (Vaculíková a Hozák 2020). Vysoký počet nemocných byl i ve Středočeském kraji (32 nemocných) (Limberková a kol. 2022) a na konci roku se začaly vyskytovat spalničky v Plzeňském kraji (Kukrálová a kol. 2019). Česku byl odebrán status eliminace, který se odebere za kontinuální přenos ať endemických či importovaných virů spalniček minimálně po dobu 12 měsíců (Limberková a kol. 2022).



Trend onemocnění pokračoval i v roce 2019 s nejvyšším výskytem spalniček v Praze, Královéhradeckém, Pardubickém a Moravskoslezském kraji. Hlášeno bylo 590 případů spalniček a z toho 54 bylo importováno z Ukrajiny (Limberková a kol. 2022).

V roce 2020 se v Česku vyskytly čtyři případy spalniček, v roce 2021 žádný případ (ISIN 2022) a žádný případ se nevyskytl ani od ledna do června roku 2022 (Oddělení biostatistiky SZÚ 2022). V roce 2019 začala pandemie covid-19, která ovlivnila vývoj výskytu spalniček a dalších infekčních nemocí po celém světě (WHO 2021b).

## 5 Data a metodika

---

Onemocnění spalniček spadá mezi infekční onemocnění, u kterých je povinnost jejich výskyt hlásit. V Česku se tato povinnost opírá o Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů, Vyhlášku č. 473/2008 Sb., o systému epidemiologické bdělosti pro vybrané infekce ve znění pozdějších předpisů (Vyhláška č. 275/2010 Sb. a Vyhláška č. 233/2011 Sb.) a Vyhlášku č. 306/2012 Sb., kterou se upravují podmínky předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a hygienické požadavky na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče. Infekční nemoci (potvrzené, pravděpodobné, možné případy i úmrtí) se hlásí do Informačního systému infekčních nemoci (ISIN). Do roku 2017 k tomuto účelu sloužil program EpiDat a do roku 1993 program ISPO (ÚZIS nedatováno). Systém ISIN funguje jako webová aplikace, kterou spravuje Ústav zdravotnických informací a statistiky (ÚZIS). Do ISIN mají přístup hygienické stanice, Státní zdravotní ústav (SZÚ), Ministerstvo zdravotnictví (MZ) a další. Pomocí informačního systému a nahlášených případů onemocnění se provádí místní, regionální, národní i nadnárodní kontrola šíření nemocí. Data o infekčních nemocech se využívají k posouzení epidemiologické situace a jejího vývoje na úrovni různých územních jednotek a zároveň se informace o nahlášeném onemocnění zprostředkovávají z Česka do Evropské unie (EU) a Světové zdravotnické organizace (WHO) (SZÚ 2019a).

### 5.1 Zdroje dat a jejich základní charakteristika

O export dat potřebných pro zpracování diplomové práce byly požádány dvě organizace, SZÚ a ÚZIS. Zažádáno bylo o data o počtu onemocnění spalničkami v rozdělení dle pohlaví a pětiletých věkových skupin a o míře proočkovanosti dvěma dávkami vakcíny proti spalničkám, zarděnkám a příušnicím v Česku u dětské populace. Export byl žádán za jednotlivé měsíce od ledna roku 1990 do nejaktuálnějších dat a pro stupeň agregace do okresů. Ze SZÚ se bohužel nedostalo odezvy, data se ale podařilo získat z ÚZIS po třech měsících od podání žádosti. Data z ÚZIS končila prosincem roku 2019, aktuálnější data od ledna roku 2020 do dubna roku 2022 z ISIN poskytla následně Krajská hygienická stanice Královéhradeckého kraje.

ÚZIS však bohužel neposkytl data přesně podle uvedených požadavků, a proto muselo dojít ke změně původně stanovených cílů diplomové práce. Nepodařilo se získat data

o proočkovanosti v okresech Česka. Důvodem bylo, že ÚZIS získává tyto data s velkým časovým odstupem a zároveň má omezené zdroje, které mu informace o proočkovanosti předávají. Obdržený soubor dat obsahoval počet onemocnění spalničkami v Česku od ledna roku 2005 do prosince roku 2019, druhý datový soubor obsahoval data o onemocnění od ledna roku 2020 do dubna roku 2022. Informace o počtu onemocnění byly uvedeny jednak souhrnně za daný rok a zároveň odděleně podle okresů, měsíců, pohlaví a věkových skupin (0 let, 1-4 roky, 5-9 let, 10-14 let, 15-19 let, 20-24 let, 25-34 let, 35-44 let, 45-54 let, 55-64 let, 65-74 let a 75 let a více let). Jednalo se o absolutní počty nemocných osob.

Diplomová práce dále pracuje s daty z Demografické ročenky České republiky – 2019, která jsou veřejně přístupná na webových stránkách Českého statistického úřadu (ČSÚ). Využita byla data věkového složení obyvatel, mužů, žen a celkem za obě pohlaví k 1. 7. roku 2017, 2018 a 2019 v okresech Česka. Jedná se o střední stav obyvatelstva, tedy počet mužů, žen a celkem za obě pohlaví v okresech Česka k přelomu 30. 6. a 1. 7. daného roku. Tato data se využila k výpočtu věkových skupin a následně míry incidence a věkově standardizované míry incidence spalniček v okresech Česka v uvedených letech. V roce 2017-2019 probíhaly v Česku spalničkové epidemie, a proto se jeden z cílů analýzy výskytu spalniček zaměřil na uvedené roky.

Další data z ČSÚ se týkala okresů Česka v roce 2019. Nejvyšší a významný výskyt spalniček během epidemií v letech 2017-2019 nastal v roce 2019. Proto byl stanoven jeden z cílů, prozkoumat souvislost výskytu spalniček s dalšími proměnnými v roce 2019. Proměnné byly vybrány na základě rešerše literatury, která je shrnuta v kapitole metodiky faktorové analýzy (kapitola 5.5). Faktorová analýza dat. Vybrána byla data o hustotě zalidnění, tedy průměrný počet obyvatel na 1 km<sup>2</sup> pro každý okres v roce 2019. Další data se týkala podílu městského obyvatelstva, tedy podíl počtu obyvatel měst, která měla k 1. 1. 2019 status města. Do analýz vstoupila naděje dožití (střední délka života) mužů a naděje dožití žen v letech 2015-2019, která vyjádřila průměrný počet let, který prožije žena a muž v daném okresu v daném roce. Dále se využila data týkající se průměrného věku, tedy průměrný věk osob v okresech k 1. 7. 2019 (aritmetický průměr), podíl obyvatel ve věku 0-14 let a podíl obyvatel ve věku 65 a více let v okresech Česka (k 1. 7. 2019) (ČSÚ 2001) a index stáří v okresech. Index stáří vyjadřuje, kolik obyvatel ve věku 65 a více let připadne na 100 dětí ve věku 0-14 let

(index nižší než 100 znamená, že je podíl dětí vyšší než podíl starších osob a když je vyšší než 100, je podíl starších osob vyšší než dětí v daném okrese) (ČSÚ 2009). Relativní přírůstek stěhováním znamená rozdíl mezi přistěhovalými do daného okresu v daném čase a vystěhovalými přepočtené na 1000 obyvatel středního stavu. A relativní přirozený přírůstek obyvatelstva znamená rozdíl mezi živě narozenými dětmi a celkovým počtem zemřelých osob v daném období a v daném okrese přepočten na 1000 obyvatel středního stavu (ČSÚ 2001). Dalšími proměnnými byl podíl nezaměstnaných mužů a podíl nezaměstnaných žen v okresech Česka v roce 2019. Podíl nezaměstnaných osob znamená procentuální podíl registrovaných nezaměstnaných obyvatel ze všech obyvatel, kteří mohou pracovat, tedy jsou v produktivním věku 15-64 let (započítává i osoby na rodičovské dovolené, studenty a důchodce) (ČSÚ 2014).

### **5.1.1 Postup zpracování dat**

Prvotní zpracování dat probíhalo v programu Microsoft Excel 365. Data o počtu spalniček obsahovala pouze územní jednotky, ve kterých se v daném roce vyskytl alespoň jeden případ spalniček, proto bylo potřeba soubor doplnit o okresy, ve kterých nedošlo k žádnému případu. Následně se okresy překódovaly podle LAU1 a přidaly se názvy okresů. Měsíční údaje o absolutních počtech případů spalniček od ledna roku 2005 do prosince roku 2021 pak mohly vstoupit do analýzy časových řad v programu IBM SPSS Statistics 25.

V letech 2017–2019 probíhaly na území Česka epidemie spalniček, proto bylo jedním z cílů diplomové práce analyzovat výskyt spalniček v letech 2017–2019. Roční údaje o počtech případů spalniček a roční údaje o pohybu obyvatelstva se v Microsoft Excel 365 dále upravovala. Složení obyvatel podle věku a pohlaví k 1. 7. roku 2017, 2018 a 2019 v okresech Česka se převedlo na věkové skupiny mužů a žen tak, aby odpovídalo věkovým skupinám onemocnění spalniček. Pro tyto roky byla vypočítána věkově specifická míra incidence spalniček dle pohlaví a věkových skupin. Frekvence výskytu spalniček je stejně jako mnoho dalších infekčních nemocí ovlivněna věkem. Protože si diplomová práce klade za cíl porovnávat výskyt spalniček ve věkových skupinách a okresech, je potřeba kromě míry incidence vypočítat i věkově standardizovanou míru incidence. Zvolen byl věkový standard vyšší jednotky, konkrétně evropský standard (2013). Upravené proměnné mohly vstoupit do analýz v programu IBM SPSS Statistics

25. Výstupy analýz z IBM SPSS Statistics 25 se poté znovu upravily v Microsoft Excel 365.

## 5.2 Analýza časových řad

Analýza časových řad je statistická metoda umožňující sestavit modely hodnot časové řady, pomocí kterých lze následně vysvětlit podmínky jejich vzniku. Modelování časové řady umožní její podrobnou analýzu a předpověď dalšího vývoje. Časovou řadou se označují chronologicky uspořádaná data s numerickou proměnnou, která jsou závislá na čase, v němž byla získána. Ve většině případů se jedná o ekvidistantní časovou řadu, která je rovnoměrná se stále stejným časovým intervalem (Anděl 1976). V diplomové práci se analyzuje a modeluje časová řada počtu nemocných spalničkami v jednotlivých měsících v letech 2005-2021. Z pohledu klasifikace časových řad se jedná o intervalovou měsíční časovou řadu s absolutními počty nemocných spalničkami s roční periodicitou.

Časová řada může být stacionární, která má variabilitu stejnou v celém svém průběhu (střední hodnota ani kovariance se v čase nemění). V případě nestacionární časové řady se naopak chování v čase mění a časová řada nemá stejnou variabilitu v celém svém průběhu (střední hodnota a kovariance se v čase mění). Nestacionární časovou řadu je zapotřebí během analýzy transformovat, což bylo v diplomové práci provedeno v programu IBM SPSS Statistics 25.

V diplomové práci se přistupuje k dekompozici časové řady. Tato metoda předpokládá, že se časová řada skládá z několika složek s jednodušším průběhem (trend, sezónní složka, cyklická složka a náhodná neboli reziduální složka). Trend představuje dlouhodobé změny a vývoj chování časové řady, např. dlouhodobý pokles, růst, konstantní úroveň hodnot časové řady. Sezónní složka reprezentuje periodické odchylky od trendu. Tyto pravidelné změny mohou souviset s ročním obdobím, periodicitu trvá jeden rok nebo méně. Cyklická složka představuje kolísání okolo trendu, při kterých se pravidelně střídají fáze růstu a poklesu, jejich periodicitu je delší než rok. Náhodná (reziduální) složka znamená náhodné fluktuace bez systematického charakteru. V této složce se skrývají i chyby ve statistickém zpracování dat a chyby měření (Hančlová a Tvrđý 2003; Křivý 2012).

Metoda dekompozice modeluje složky samostatně a zpětně z nich skládá celý model. Model lze sestavit aditivní nebo multiplikatívní dekompozicí. Aditivní model se využívá v případě, kdy má amplituda sezónní výchyly stále stejnou velikost. Jednotlivé složky –

trendová, sezónní, cyklická a náhodná se mezi sebou sčítají:  $Y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t$ . O multiplikativním modelu se naopak uvažuje, pokud velikost amplitudy s růstem trendu časové řady roste nebo s poklesem trendu časové řady klesá. Jednotlivé složky se mezi sebou násobí  $Y_t = T_t \cdot S_t \cdot C_t \cdot \varepsilon_t$ . Volba modelu závisí na tom, zda je amplituda sezónních fluktuací přímo úměrná trendu. Aditivní model je vhodné zvolit, pokud je amplituda sezónních výkyvů na úrovni trendu nezávislá. Dlouhodobé změny v chování řady reprezentuje trend. Amplituda sezónních výkyvů výskytu spalniček nebyla přímo úměrná trendu, proto byl při dekompozici časové řady v diplomové práci zvolen aditivní model.

Sezónní očištění časové řady proběhlo v několika krocích. K vyrovnání časové řady (od pravidelných fluktuací a náhodných chyb) byla zvolena metoda klouzavých průměrů. K této metodě je vhodné přistoupit v případě, když je časová řada v čase velmi proměnlivá a nelze ji proložit křivkou (např. regresní přímkou), jak tomu je v našem případě. Vyrovnání časové řady klouzavými průměry ukáže trend a odstraní extrémní hodnoty v časové řadě. K výpočtu klouzavých průměrů o délce jedné periody byl zvolen interval 12 (periodou je jeden kalendářní rok, tedy 12 měsíců) a následně se vypočítal a graficky zobrazil trend. Ve druhém kroku se očištěná časová řada klouzavými průměry odečetla od původní časové řady a tím vznikla od trendu očištěná řada. V této řadě lze kvantifikovat sezónní složku a určit průměrnou měsíční odchylku. V tomto případě přitom nebylo potřeba opravovat sezónní faktory, protože dosahovaly nulového průměru, tak byla vyobrazena sezónní složka. Sezónní složka se odečetla od původní časové řady a vznikla sezónně očištěná časová řada (Hančlová a Tvrđý 2003; Křivý 2012; Litschmannová 2010).

### **5.3 Míra incidence a standardizovaná míra incidence**

V sadě získaných dat pro diplomovou práci se nacházely absolutní počty nemocných. Pro srovnávání ukazatelů v čase a v prostoru je vhodné absolutní počty relativizovat.

Studiem nemocnosti se zkoumají jednotlivé nemoci jako hromadný jev a sleduje se jejich výskyt v populaci. Ukazatelem intenzity onemocnění je míra onemocnění, též nazývaná míra incidence. Incidence je intervalovým ukazatelem. Počet nových onemocnění je vztažen ke střednímu stavu obyvatelstva a udává se na určitý počet obyvatel (např. na 1 000 obyvatel nebo 100 000 obyvatel). Míru incidence lze spočítat pro infekční onemocnění. Míra incidence může být spočítána pro celou populaci nebo pro muže a ženy zvlášť (Kalibová 2005; Výzkumné centrum GeoQol 2022). V našem případě

se vypočítala věkově specifická míra incidence, tedy počet případů v dané věkové kategorii ku počtu osob v dané věkové kategorii na 100 000 osob pro celou populaci a pro muže a ženy zvlášť. Zároveň je potřeba uvést, že se jednalo o roční míru incidence.

Výpočet věkově specifické míry incidence podle Výzkumného centra GeoQol (2022):

$$I_x = \frac{O_x^i}{P_x} \cdot 100\,000$$

$I$  = míra incidence podle věku  $x$  (nebo věkové skupiny  $x$ )

$O_x^i$  = počet nových onemocnění  $i$  ve věku  $x$  (nebo věkové skupině  $x$ ) ve sledovaném časovém období

$P_x$  = střední stav obyvatelstva ve věku  $x$  (nebo věkové skupině  $x$ ) ve sledovaném časovém období (např. k 1. 7. daného roku)

Výpočty proběhly v Microsoft Excel 365. Výsledkem byly roční věkově specifické míry incidence spalniček u žen, mužů a obou pohlaví v roce 2017, 2018 a 2019. Jedním z cílů diplomové práce bylo zjistit, zda je výskyt spalniček ovlivněn věkovou strukturou a pohlavím. Vybrány byly roky 2017-2019, protože v těchto letech v Česku probíhaly spalničkové epidemie.

V různých populacích se vyskytuje odlišná věková struktura, která může ovlivňovat ukazatele incidence. Při porovnávání populací navzájem, je proto nutné ukazatele standardizovat, a tak je očistit od vlivu této struktury. Existuje standardizace přímá a nepřímá. Přímá standardizace se používá v případě, kdy je k dispozici věková struktura obyvatelstva a rozložení nemoci dle věku v určité územní jednotce a modelová standardní populace. Nepřímá standardizace se naopak využívá, pokud není vhodné použít standardizaci přímou, a to v případě, kdy nejsou známy specifické míry v určité územní jednotce u srovnávané populace nebo pokud jsou tyto specifické míry zatížené velkými chybami. Volbou pro modelovou standardní populaci zpravidla bývá populace vyššího řádu, konkrétní výběr standardu je však subjektivní (Langhamrová a Šimpach 2013). Často se přistupuje k volbě Evropského či Světového standardu i přesto, že je pozorovaná populace o několik řádů nižší než standard (Demografické informační centrum 2022).

Ke splnění jednoho z cílů diplomové práce, a to porovnání míry incidence spalniček v okresech Česka během epidemií v letech 2017-2019, se provedla standardizace míry incidence. Zvolena byla přímá standardizace, protože se v souboru dat nacházel počet nemocných podle věku a pohlaví v okresech a dále byl k dispozici počet žijících obyvatel

dle jednotek věku a pohlaví k 1. 7. daného roku (střední stav populace) v okresech. Jako modelový standard populace se zvolil Evropský standard (Eurostat 2013). Vypočítala se roční věkově standardizovaná míra incidence spalniček v roce 2017, 2018 a 2019 v okresech Česka interpretovaná na 100 000 obyvatel.

Výpočet věkově standardizované míry incidence přímou standardizací spočívá ve váženém průměru věkově specifických incidencí, kde váhy věkově specifických incidencí jsou úměrné počtu osob v populačním standardu. Standard vyjadřuje, jaký by byl počet případů na 100 000 osob, pokud by měla pozorovaná populace stejnou věkovou strukturu jako populace standardu (Dušek a kol. 2006).

Metodu standardizace lze použít při hodnocení kterýchkoliv procesů, které jsou ovlivněny strukturou populace (Kalibová 2005). Proto byl vzorec přímo standardizované míry incidence odvozen od vzorce přímé standardizace míry úmrtnosti:

$$I^{pst} = \frac{\sum i_x \cdot P_x^{st}}{\sum P_x^{st}}$$

$I^{pst}$  = standardizovaná míra incidence

$i_x$  = míra incidence ve věku x (nebo věkové skupině x) sledované populace

$P_x^{st}$  = počet osob ve věku x (nebo věkové skupině x) v populaci zvolené za standard

$\Sigma P^{st} = P^{st}$  = počet osob v populaci zvolené za standard celkem

Výpočty proběhly v Microsoft Excel 365. Výsledkem byla roční standardizovaná míra incidence spalniček v okresech Česka v roce 2017, 2018 a 2019. Výsledky poslouží ke splnění jednoho z cílů diplomové práce, a to porovnání míry incidence spalniček v okresech Česka během epidemií v letech 2017-2019.

## 5.4 Tvorba kartogramů

Grafickým znázorněním lze podat rychlou a přehlednou informaci o sledovaném jevu. Pokud jsou k dispozici prostorová data za vymezené regionální celky, lze kromě často používaných různorodých diagramů jev znázornit také v mapě, která je vhodná pro prostorové znázornění určitého jevu nebo vztahů.

K vyjádření relativních hodnot územních jednotek se využívá kartogram (Jaroš a Lysák 2014). Pomocí kartogramu je znázorněn výskyt spalniček a jeho proměnlivost v okresech Česka během epidemií v letech 2017-2019 a v roce 2019 je znázorněn výskyt spalniček ve dvou věkových skupinách (0-14 let, 35-54 let). Aby se mohly porovnávat okresy mezi



sebou, vyjádří se intenzita výskytu spalniček standardizovanou mírou incidence v letech 2017-2019 a mírou incidence vyjádřenou na 100 000 obyvatel ve dvou věkových skupinách v roce 2019. Použije se jednoduchý kartogramem s barevnou stupnicí (od žluté po tmavě červenou barvu). S rostoucí intenzitou jevu bude okres zbarven tmavším odstínem. Vytvoří se intervalová stupnice pro vstupní data standardizované míry incidence let 2017-2019, která bude shodná pro všechny tři roky, aby se mohl výskyt spalniček porovnávat mezi lety a okresy. Pro míru incidence ve věku 0-14 let a 35-54 let se také zvolí stejná intervalová stupnice, aby se mohl výskyt spalniček v okresech porovnat. Při tvorbě intervalů byla snaha zachovat co nejpřesnější informaci o rozložení jevu v prostoru daného roku a zároveň, aby intervalové měřítko bylo shodné v ostatních mapách, které znázorňují stejný jev. Tedy z důvodů, aby se standardizovaná míra incidence spalniček znázorněná v mapách pro roky 2017, 2018 a 2019 dala porovnávat v uvedených letech navzájem a zároveň aby každá jednotlivá mapa znázorňovala dostatečně přesnou intenzitu jevu, došlo se k manuální volbě osmi intervalů. Ze stejných důvodů došlo k manuální volbě intervalu u map porovnávajících míru incidence ve věku 0-14 let a 35-54 let.

## 5.5 Faktorová analýza

Faktorová analýza patří mezi vícerozměrné statistické metody, které se využívají k analýze více statistických znaků. Statistickými jednotkami mohou být územní jednotky s mnoha charakteristikami. Faktorová analýza si dává za cíl redukovat počet proměnných s co nejmenší ztrátou informace a hledá mezi proměnnými vztahy. Faktorová analýza předpokládá, že charakteristiky, které se na statistických jednotkách měří, jsou formou projevu skrytých vztahů mezi proměnnými, které spolu souvisí a zároveň předpokládá, že nejsou k dispozici všechny vysvětlující proměnné a v souboru existuje i reziduální složka (neznámé či chybové variability). Faktorová analýza hledá vztahy mezi proměnnými a jejím cílem je jejich redukce (s co nejmenší ztrátou informace) a vznik nových proměnných v menším počtu, které jsou navzájem nekorelované. Podstatou je, že proměnné, které jsou spolu vysoce korelované, vytvoří faktor, který je lineární kombinací původních proměnných. Tato metoda se využívá k analýze vztahů závislosti (Hendl 2004).

Faktorová analýza byla provedena v programu IBM SPSS Statistic 25. Vstupní datová matice obsahovala informace o 77 okresech Česka v roce 2019. Data o proočkovánosti

v okresech Česka by mohla odhalit sociodemografické vzorce populace v oblastech s nízkou a vysokou proočkovaností (WHO 2019c), ale bohužel tato data se nepodařilo získat a analýza na základě těchto dat nemůže být provedena. Durrheim (2016) však uvádí, že pomocí identifikace demografických a epidemiologických charakteristik výskytu spalniček, pomocí jejich lokalizace a hledání společných rysů je možné odhalit subpopulace, které jsou náchylné k tomuto onemocnění. Na základě rešerše literatury a veřejně dostupných dat z ČSÚ byla snaha do analýzy zahrnout data týkající se věku, hustoty zalidnění, městského obyvatelstva, pohybu obyvatel a kvality života. Při slabé kolektivní imunitě dochází v oblastech se zvýšeným zalidněním a porodností k vyšší cirkulaci viru. Se zvyšujícím se zalidněním v hustě osídlených oblastech dochází k vyššímu výskytu spalniček (Strebel a kol 2018). Protože je onemocnění velice infekční, jeho přenos je urychlen mírou sociálního kontaktu (Fine a Clarkson 1982). Proto do faktorové analýzy vstupují data o hustotě zalidnění v okresech a podíl městského obyvatelstva v okresech. Cestování, migrace a pohyb obyvatelstva napomáhá urychlovat cirkulaci viru v populacích, které nemají dostatečnou kolektivní imunitu nebo se v kolektivní imunitě vyskytují mezery (Leong a Wilder-Smith 2019), proto byla vybrána data o přírůstku stěhováním v okresech Česka, tedy podíl přistěhovalých a vystěhovalých. Dále byla vybrána data o přirozeném přírůstku obyvatel, průměrném věku, podíl osob ve věkové skupině 0-14, podíl osob ve věku 65 a více let a index stáří v okresech, protože onemocnění spalničkami souvisí s věkem a proočkovaností. K onemocnění kojenců a dětí předškolního věku dochází v oblastech s nízkou proočkovaností (Strebel a kol 2018). S rostoucí proočkovaností celé populace, výskytem mezer v kolektivní imunitě (ve věkových kohortách nebo skupin populace) se setkání s virem spalniček a následné onemocnění přesouvá do období dospívání a mladší dospělosti (Rota a kol. 2016; WHO 2019b). Osoby narozené před rokem 1957, které jsou ve věku 65 a více let, se považují za imunní vůči spalničkám z důvodu přirozené imunity po onemocnění (65 a více let). Naopak kojenci, kteří ještě nedosáhli vakcinačního věku jsou rizikovou skupinou (Mandřáková a kol. 2017a; SZÚ 2019b). Spalničky jsou infekční onemocnění a nemoci jsou ovlivněny kvalitou života, životními podmínkami, a tedy i způsobem života. Strebel a kol (2018) uvádí, že slabou kolektivní imunitou jsou ohroženy oblasti s nízkým příjmem, vyloučené skupiny a oblasti uprchlických táborů. Proto byla do analýzy zahrnuta i data o naději dožití mužů, naději dožití žen, podíl nezaměstnaných mužů a podíl nezaměstnaných žen.

Užití faktorové analýzy má své podmínky. Vstupující proměnné musí být mezi sebou vysoce korelované a zároveň musí být nízké parciální korelace. Před začátkem faktorové analýzy byla data statisticky otestována Kaiser-Meyer-Olkinovým testem (KMO), jehož výsledek by měl být vyšší než 0,6, ideálně vyšší než 0,7. Dále lze použít Bartlettův test signifikance, který informuje, zda jsou proměnné na sobě závislé a měl by vyjít menší než 0,05. Podrobnější informace o vzájemných korelacích přináší tzv. anti-image matice korelací, v níž jsou uvedeny hodnoty KMO testu.

Takto bylo všech devět proměnných testováno společně. Do dalších kroků faktorové analýzy vstoupilo všech 12 proměnných na základě KMO testu 0,76 a anti-image korelace. Korelace v anti-image matici byly ve dvou případech vyšší než 0,8, ve čtyřech případech vyšší než 0,7, ve čtyřech případech vyšší než 0,6 a v jednom případě větší než 0,5. Nejnižší hodnoty dosahovala proměnná hustota zalidnění, která je důležitá a vzhledem k celkově vysokému výsledku KMO testu, není potřeba ji z faktorové analýzy. Bartlettovým testem signifikance se zjistilo, že proměnné v základní souboru jsou na sobě závislé (signifikance menší než 0,05).

Přistoupilo se k extrakci faktorů metodou hlavních komponent (viz příloha č. 2), která převede sadu navzájem korelovaných proměnných na sadu nekorelovaných, uspořádaných podle svého rozptylu. Výsledné faktory jsou standardizované s průměrem nula a směrodatnou odchylkou jedna. Kaiserovým pravidlem se určilo, že hodnota vlastního čísla je větší než jedna, a tím byly extrahovány tři nové faktory.

Důležitým výsledkem faktorové analýzy je matice faktorových zátěží, která ukazuje, jak jsou dané faktory syceny extrahovanými proměnnými. Čím vyšší je korelace mezi vstupní proměnnou a faktorem, tím více je faktor danou proměnnou sycen. Ke zjednodušení čtení výsledků v tabulce faktorových zátěží, byly faktory rotovány metodou Varimax. Pomocí výsledků faktorových zátěží se faktory následně pojmenují. Výsledkem faktorové analýzy jsou také hodnoty faktorových skóre, které vyjadřují hodnoty nově získaných faktorů v jednotkách sledovaného souboru, v našem případě v okresech. Faktorová skóre se mohou zobrazit v mapě a využít do dalších analýz (Rabušic a kol. 2019).

V diplomové práci faktorová analýza slouží k redukci dat, odhalení vztahů mezi proměnnými a k získání faktorových skóre pro každý okres, která se uložila. Faktorová

skóre vstoupila do mnohonásobné regresní analýzy k odhalení faktorů mající vliv na výskyt spalniček v okresech Česka.

## 5.6 Regresní analýza

Lineární regresní analýza zkoumá lineární závislost předem určené kvantitativní (spojité) proměnné na jedné nebo více kvantitativních (spojitých) proměnných. Pokud je zkoumán vztah jedné závislé a jedné nezávislé proměnné, jedná se o jednoduchou lineární regresní analýzu. Pokud se jedná o vztah jedné závislé na více nezávislých proměnných, hovoří se o mnohonásobné lineární regresi.

Cílem jednoduché i mnohonásobné lineární regrese je vysvětlit rozptyl závislé proměnné, o kterém informuje koeficient determinace  $R^2$ . Druhým cílem je odhadnout jaký je vliv nezávisle proměnných na proměnnou závislou. Nestandardizované regresní koeficienty  $b$  vstupují do regresní rovnice a informují o síle vlivu nezávislých proměnných. Standardizované regresní koeficienty  $\beta$  v mnohonásobné regresi určují sílu vlivu jednotlivých proměnných na závislou proměnnou, informují o tom, které proměnné mají na rozptyl závislé proměnné největší vliv a které nejmenší. Sestavením regresní rovnice lze predikovat hodnoty závislé proměnné na základě hodnot nezávislých proměnných.

Rovnice regresní přímky:

$$Y = a + bx$$

$Y$  = závislá proměnná

$a$  = regresní konstanta

$b$  = regresní koeficient

$x$  = nezávislá proměnná

Lineární regresi lze použít pouze v případě, kdy předpokládáme mezi proměnnými lineární vztahy. Výpočet regresní analýzy hledá přímku, kterou se proloží vztahy mezi dvěma proměnnými tak, aby se od ní body nacházely co nejméně vzdálené (metoda nejmenších čtverců). Před provedením regresních analýz je třeba prozkoumat, zda data splňují vstupní předpoklady. Předpokladem pro zahájení regresní analýzy je linearita vztahů, která je založena na Pearsonově korelačním koeficientu. Nelinearita vztahů mezi proměnnými by způsobila, že důležité nelineární vztahy budou opomenuty. Linearitu vztahů lze otestovat bodovými grafy, jak to bylo provedeno v diplomové práci. V datech se dále nesmí nacházet odlehlé hodnoty, na které je regresní analýza citlivá. I jedna

odlehlá hodnota v malém souboru dat způsobí problémy se spolehlivostí odhadů regresní rovnice. Odhalit odlehle hodnoty pomůže vykreslení rozložení dat pomocí histogramů či box plotů. Dalším předpokladem pro regresní analýzu je, že data nesmí vykazovat multikolinearitu, tedy vysokou korelovanost nezávislých proměnných mezi sebou. Při vstupu faktorových skóre jako vysvětlujících proměnných do regresní analýzy je automaticky tento předpoklad splněn. V neposlední řadě vztahy mezi proměnnými musí vykazovat homoskedasticitu (homogenní rozptýlení dat), tedy víceméně shodný rozptyl v datech jedné proměnné pro všechny hodnoty druhé proměnné. K otestování se využívají bodové grafy a grafy standardizovaných očekávaných hodnot závislé proměnné a predikovaných reziduálních hodnot (Rabušic a kol. 2019).

V diplomové práci je využita lineární regresní analýza, které byla provedena v programu IBM SPSS Statistic 25. Do analýzy vstupovala standardizovaná míra incidence spalniček v okresech jako závislá proměnná a výstupy faktorové analýzy v podobě faktorových skóre jako nezávislé proměnné, které splnily předpoklady pro regresní analýzu. Tyto tři faktory nejsou mezi sebou vysoce korelovány a nevykazují multikolinearitu, čímž je splněn první předpoklad.

## **6 Incidence spalniček v čase a prostoru**

---

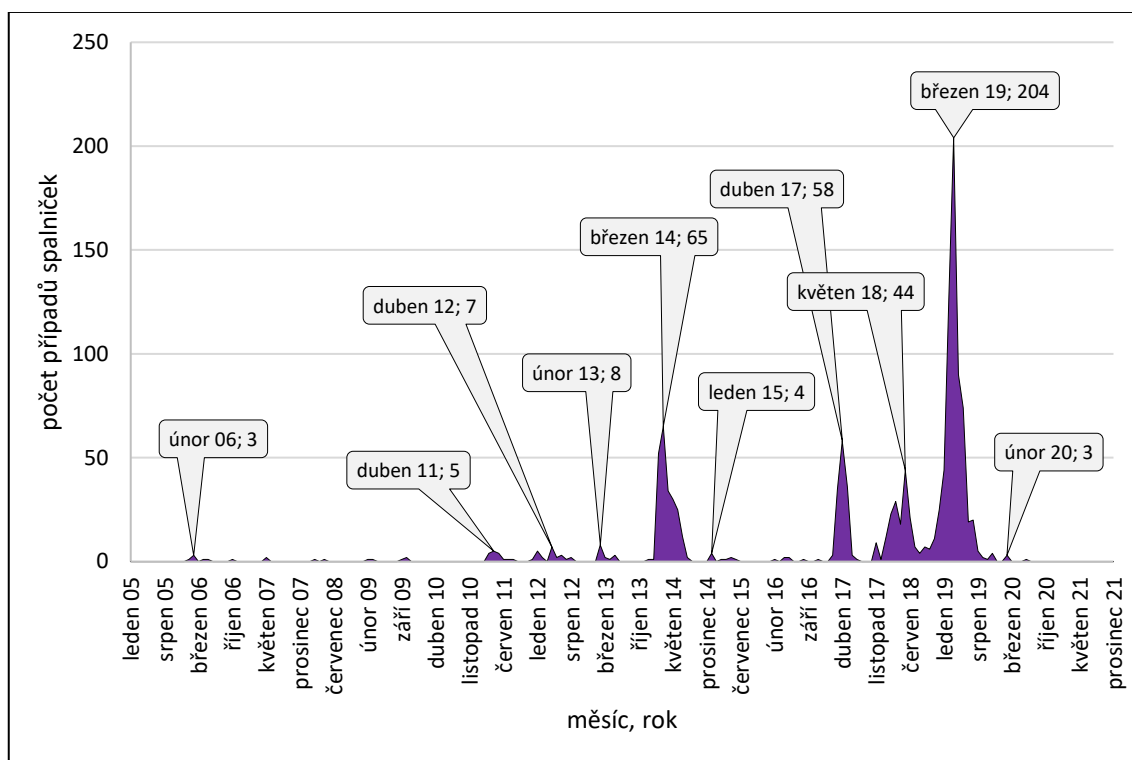
Tato kapitola je zaměřena na průzkum vývoje výskytu spalniček v Česku v čase a v prostoru. Jedním z hlavních cílů je popsat vývoj výskytu spalniček v jednotlivých měsících v letech 2005-2021 v Česku. Dalším cílem je popsat epidemiologickou situaci v okresech Česka během epidemií v letech 2017-2019. Třetím cílem je odhalit vliv možných faktorů na výskyt spalniček v okresech Česka v roce 2019, kdy byl výskyt spalniček nejvyšší a epidemie v Česku dosahovala svého vrcholu.

### **6.1 Časová řada výskytu spalniček 2005-2021 v Česku**

Tato kapitola se věnuje analýze časové řady vývoje spalniček v Česku. Analyzována jsou data hlášených případů spalniček od ledna roku 2005 do prosince roku 2021 za celé Česko. Vývoj hlášených případů je vyobrazen v grafu č. 21. Do roku 2013 se křivka grafu pohybuje kolem nuly s malým téměř každoročním výskytem případů. Pro lepší přehled byly přidány popisky dat, které znázorňují maximální počty případů v měsících (uveden: měsíc, rok; počet případů). V roce 2005, 2010 a 2021 se nevyskytl žádný případ spalniček. K výrazným změnám dochází v roce 2014 a v letech 2017-2019, kdy v Česku proběhly spalničkové epidemie, v roce 2014 v Ústeckém kraji (Lexová a kol 2017), v roce 2017 v Moravskoslezském kraji (Tkadlecová 2018; Kyselý a kol. 2018), v roce 2018 převážně v Praze a Středočeském kraji a v roce 2019 v Praze, Královéhradeckém, Pardubickém a Moravskoslezském kraji (Limberková a kol. 2022).

V takto zobrazené časové řadě nelze jednoznačně určit sezónnost, a tak je cílem analýzy odhalit pomocí metody dekompozice časové řady sezónnost ve výskytu spalniček. Trend výskytu onemocnění nemá smysl analyzovat, respektive interpretovat, neboť se spalničky vyskytují v epidemických vlnách. Hodnotit tak lze pouze jejich frekvenci a velikost výskytu.

Graf 10: Vývoj počtu případů spalniček v letech 2005-2021, Česko



Zdroj: data ISIN, vlastní zpracování

### 6.1.1 Dekompozice časové řady

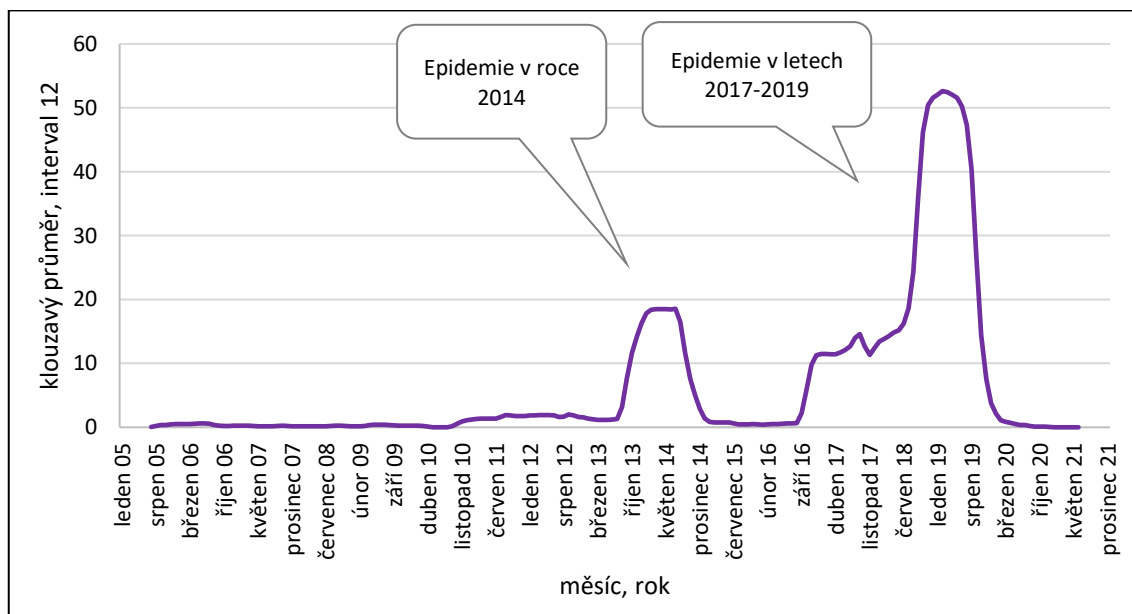
Vyrovnaní časové řady od periodických fluktuací a náhodných chyb proběhlo nejprve vyrovnaním křivkou. Vypočítala se lineární regresní rovnice, kterou se zjistilo, že onemocnění spalniček má téměř stagnující dlouhodobý lineární trend:

$$\text{onemocnění} = -435,8 + (0,00000003 \cdot \text{měsíce v letech 2005-2021})$$

Z důvodu vysoké proměnlivosti řady v čase se proto přistoupilo k dekompozici vyrovnaní časové řady metodou klouzavých průměrů (viz graf č. 22). Délka intervalu byla zvolena 12 (tj. roční klouzavé průměry) a zobrazila se trendová složka. Trendová složka se pohybuje od roku 2005 okolo nuly a po roce 2011 se zvyšuje. K nárůstu dochází v měsících 2014 a následně zase klesá. Od roku 2017 dochází k opětovnému nárůstu s maximem v měsících roku 2019. Od roku 2020 se opět pohybuje okolo nuly. Graf č. 22

vyobrazuje dvě spalničkové epidemie na území Česka, a to epidemii v roce 2014 a neaktuálnější spalničkové epidemie v letech 2017-2019.

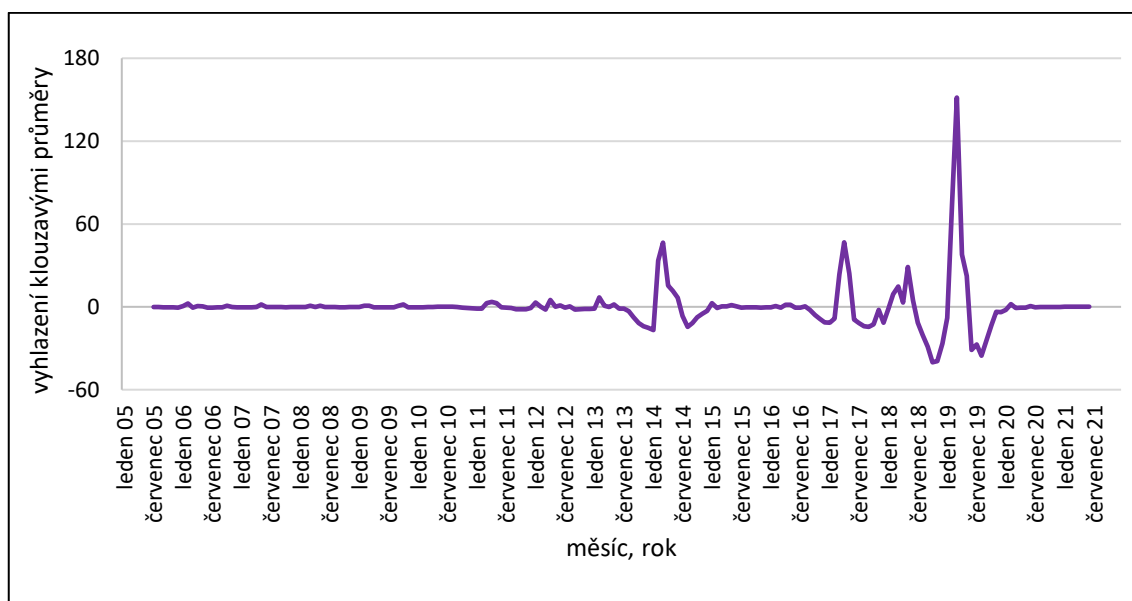
Graf 11: Vyhlazená časová řada metodou klouzavých průměrů, Česko 2005-2021



Zdroj: data ISIN, vlastní zpracování

Trendová složka se následně odečetla od časové řady a vznikla časová řada bez ovlivnění trendovou složkou. Graf č. 23 ukazuje očištěnou časovou řadu bez ovlivnění trendem, jejíž hodnoty se pohybují okolo nuly (průměr řady je nula).

Graf 12: Očištěná časová řada od klouzavých průměrů, Česko 2005-2021

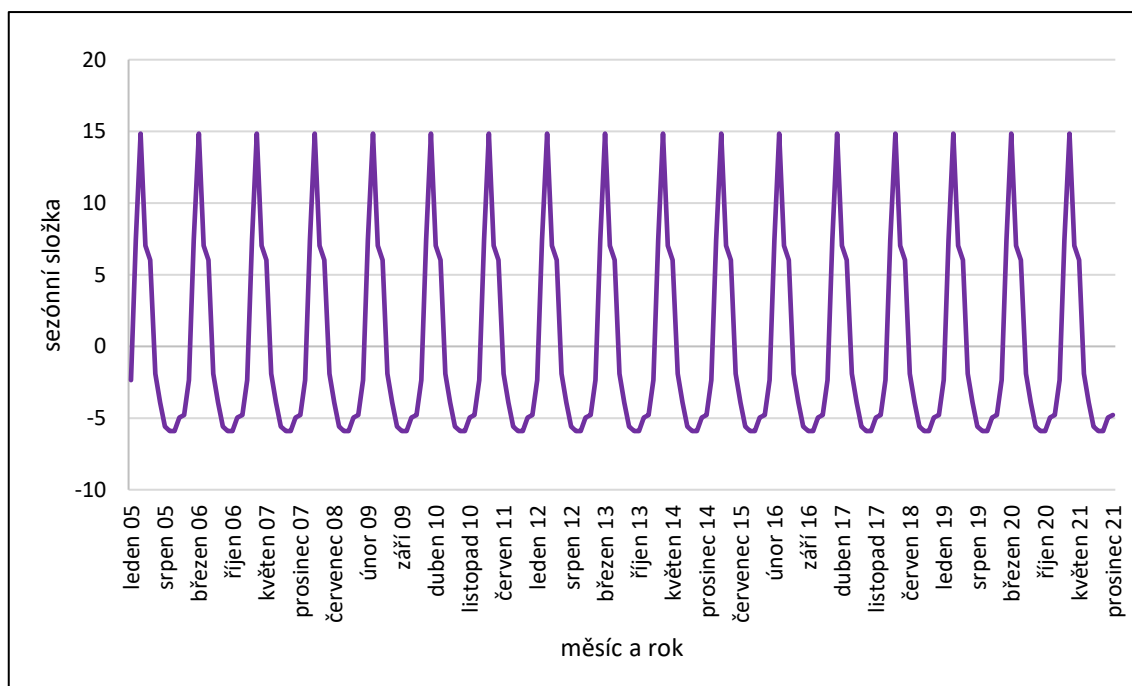


Zdroj: data ISIN, vlastní zpracování



Dekompozicí časové řady byla odhalena sezónní složka pro každý měsíc na základě dat z let 2005-2021. Sezónnost je vyobrazena v grafu č. 24. Hodnoty v grafu se opakují každý měsíc v jednotlivých letech stejně, protože se jedná o průměr za všechny roky sledovaného období. Patrný je pravidelně se opakující nárůst na konci zimního období a časného jara, následný pokles před létem.

Graf 13: Sezónní složka vývoje počtu případů spalniček v letech 2005-2021, Česko

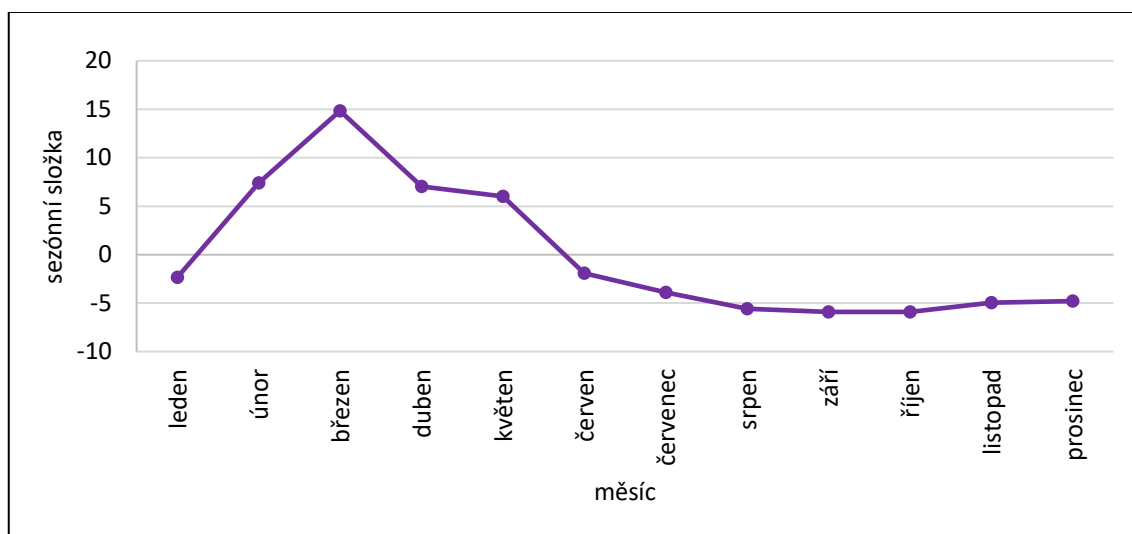


Zdroj: data ISIN, vlastní zpracování

Následující graf č. 25 ukazuje podrobnější hodnoty sezónnosti v Česku, když je zobrazena sezónní složka v rámci jedné periody. Z analýzy měsíční časové řady trvající od ledna roku 2005 do prosince roku 2021 se zjistilo, že nejvíce případů spalniček se vyskytuje od února do května. Vrchol počtu případů je v měsíci březnu. S příchodem léta případy spalniček klesají. Od léta do prosince se vyskytuje minimum případů spalniček.

Na výskyt spalniček v Česku má sezónnost vliv. V pozdní zimě a v brzkém jaře dochází k nejvyššímu nárůstu, s vrcholem v měsíci březnu. S příchodem blížícího léta počty případů klesají a od letních měsíců do ledna je výskyt spalniček nejnižší.

Graf 14: Sezónnost spalniček v reprezentativním roce 2020, Česko



Zdroj: data ISIN, vlastní zpracování

Dekompozicí časové řady se potvrdila hypotéza, která předpokládala, že byl výskyt spalniček v Česku v letech 2005-2021 ovlivněn sezónními faktory. Potvrdilo se, že k výskytu spalniček dochází převážně v období pozdní zimy a brzkého jara.

## 6.2 Epidemie spalniček v Česku v letech 2017-2019

Jak vyplývá z dat o celkovém výskytu spalniček v Česku od ledna roku 2005 do dubna roku 2022, proběhly na území Česka dvě spalničkové epidemie. Vzhledem k nízkému výskytu případů spalniček v ostatních letech, je vhodné zaměřit se na výskyt spalniček v Česku během epidemií. První epidemie z roku 2014 proběhla převážně v Ústeckém kraji. Mladý neočkovaný muž se navrátil z Indie, kde se spalničkami nakazil. V inkubační době navštívil hromadnou akci a následně při zdravotních potížích navštívil nemocnici v Ústí nad Labem. Onemocněli rodinní příslušníci infikovaného muže, lidé z hromadné akce a zdravotníci a zároveň jejich rodinní příslušníci. Celkem onemocnělo 221 osob ve spojitosti s importovaným případem (Lexová a kol 2017). Z dat vyplývá, že epidemie trvala prvních sedm měsíců roku 2014.

V roce 2017 započaly v Česku další epidemické vlny spalniček, které skončily v roce 2019. Během tříletého období onemocnělo 943 osob a došlo k nejvyššímu výskytu spalniček na území Česka od epidemie v letech 1990-1992. Vzhledem k tomu, že se epidemie v roce 2014 týkala převážně Ústeckého kraje a případy onemocnění měly souvislost s importovaným případem, je důležité se zaměřit pouze na epidemie v letech 2017-2019 a analyzovat je samostatně a podrobněji.

Analýza výskytu spalniček v letech 2017-2019 je jedním z cílů diplomové práce. Nejprve bude analyzována věková struktura nemocných v celém Česku v letech 2017-2019. Věková struktura bude analyzována pro obě pohlaví dohromady a zvlášť. Tím se zodpoví otázka, zda je onemocnění spalničkami ovlivněno věkovou strukturou populace a pohlavím. Poté bude analyzován prostorový vzorec a regionální diference epidemie na úrovni okresů v Česku v letech 2017, 2018 a 2019.

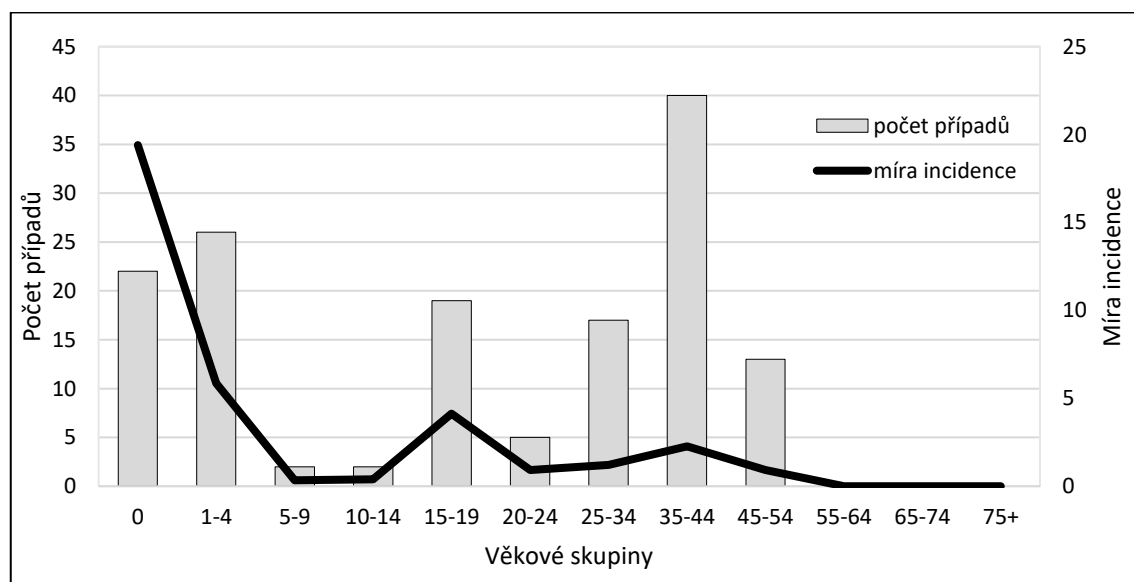
### 6.2.1 Struktura nemocných spalničkami dle věku a pohlaví

Při nízké kolektivní imunitě jsou k onemocnění náchylné především děti do pěti let. Se zvyšující se proočkovaností se posouvá setkání s virem spalniček do mladší dospělosti a dospívání (Strebel a kol 2018). Kapitola si dává za cíl odhalit nerovnosti v rozložení onemocnění spalničkami podle věku a pohlaví během epidemií v Česku v letech 2017 až 2019 a tím zjistit, zda je výskyt spalniček v Česku ovlivněn věkovou strukturou a pohlavím.

Grafy č. 26, č. 28 a č. 30 znázorňují roční výskyt hlášených případů spalniček ve věkových skupinách (šedý sloupec) a roční míru incidence spalniček ve věkových skupinách vyjádřenou na 100 000 obyvatel (černá přímka). Grafy č. 27., č. 29 a č. 31 znázorňují roční počet případů spalniček dle pohlaví a věkových skupin (muži – modrý sloupec, ženy – červený sloupec), grafy dále vykreslují roční míru incidence ve věkových skupinách dle pohlaví (muži – modrá přímka, ženy – červená přímka). Počty hlášených případů znázorňují součet všech nemocných v dané skupině. Míra incidence zohledňuje počet zdravých osob v dané skupině, vyjadřuje tedy podíl počtu osob dané skupiny, kteří spalničkami onemocněli (např. počet nemocných žen ve věku 1–4 roky ku počtu všech žen ve věku 1–4 roky na 100 000 osob).

Absolutní počet výskytu spalniček ve věkových skupinách v roce 2017 je nejvyšší ve věku 35-44 let, míra incidence spalniček je nejvyšší ve věku do 12 měsíců (viz graf č. 26). Absolutní počet případů spalniček ve věku 35-44 let je výrazně vyšší z důvodu celkového počtu osob v této věkové skupině. Míra incidence počítá se zastoupením celkového počtu osob v dané věkové skupině. Výskyt spalniček v roce 2017 byl ovlivněn věkovou strukturou.

Graf 15: Struktura onemocnění spalničkami dle věku, Česko 2017

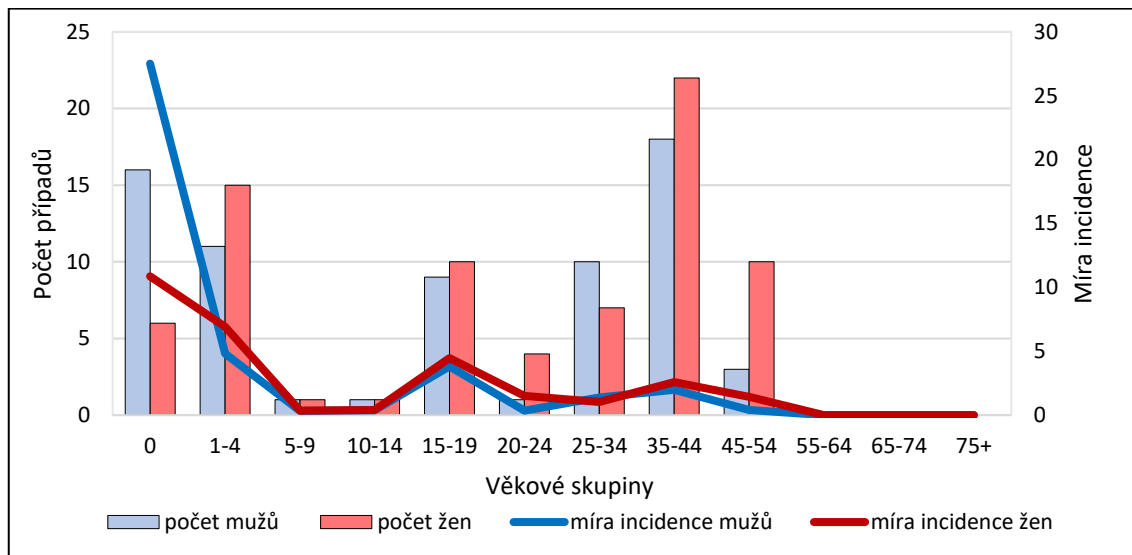


Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

Graf č. 27 znázorňuje absolutní výskyt spalniček dle pohlaví a věkových skupin a míru incidence spalniček dle pohlaví věkových skupin. Ve věku nula byl rozdíl ve výskytu spalniček i v míře incidence mezi pohlavím. V této věkové skupině bylo v roce 2017 celkem 22 případů (16 chlapců a 6 dívek), z toho 12 chlapců onemocnělo v okrese

Ostrava-město. Vyšší počet onemocnění u chlapců bylo důsledkem jejich exponování během epidemie v Moravskoslezském kraji (Martinková a kol. 2018). V dalších letech tato situace nebyla pozorována.

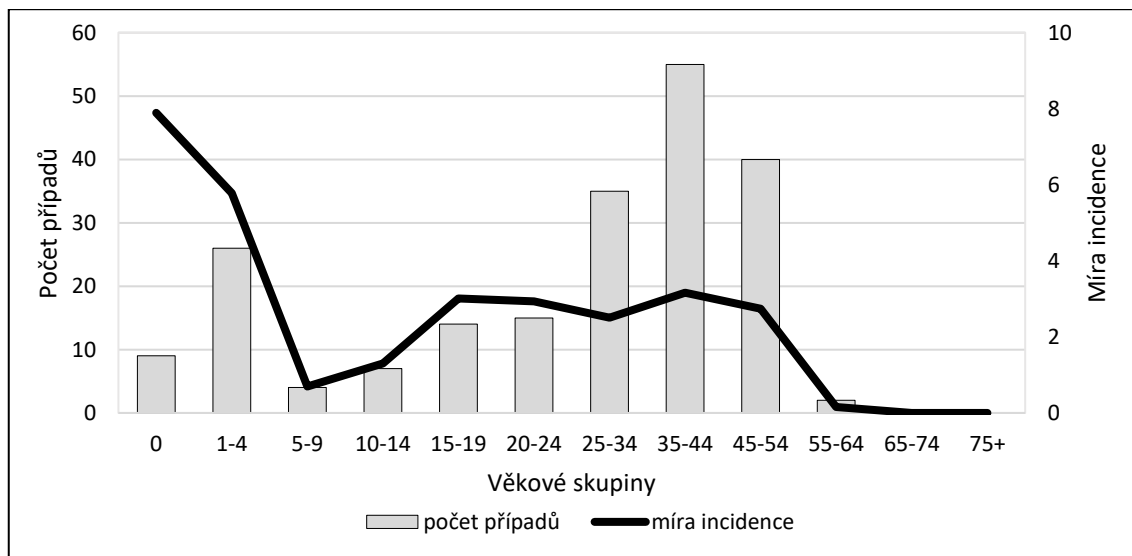
Graf 16: Struktura onemocnění spalničkami dle věku a pohlaví, Česko 2017



Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

Graf č. 28 zobrazuje strukturu onemocnění spalničkami v roce 2018. V roce 2018 bylo nejvíce nemocných osob ve věku 25-54 let, z toho absolutně nejvíce ve věku 35-44 let. Nejvyšší intenzita incidence spalniček byla u dětí do 12 měsíců. Výskyt spalniček v roce 2018 byl ovlivněn věkovou strukturou.

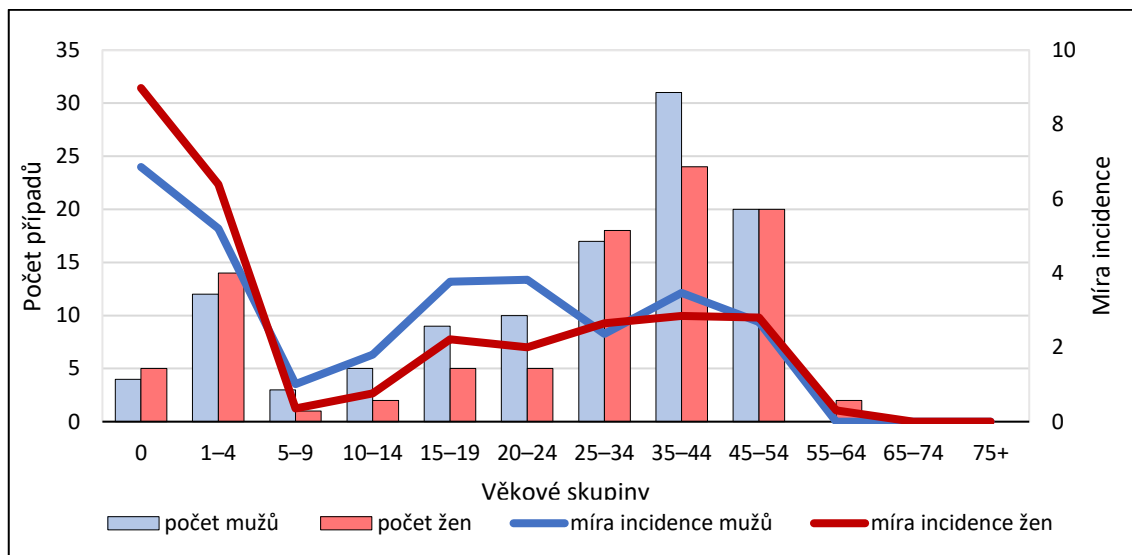
Graf 17: Struktura onemocnění spalničkami dle věku, Česko 2018



Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

Graf č. 29 znázorňuje absolutní počet výskytu spalniček a míru incidence spalniček v roce 2018 podle věku a pohlaví. Míra incidence mezi pohlavím v jednotlivých věkových skupinách je ve věku nula vyšší u žen a ve věku 15-24 let je vyšší u mužů v ostatních věkových skupinách má podobný charakter.

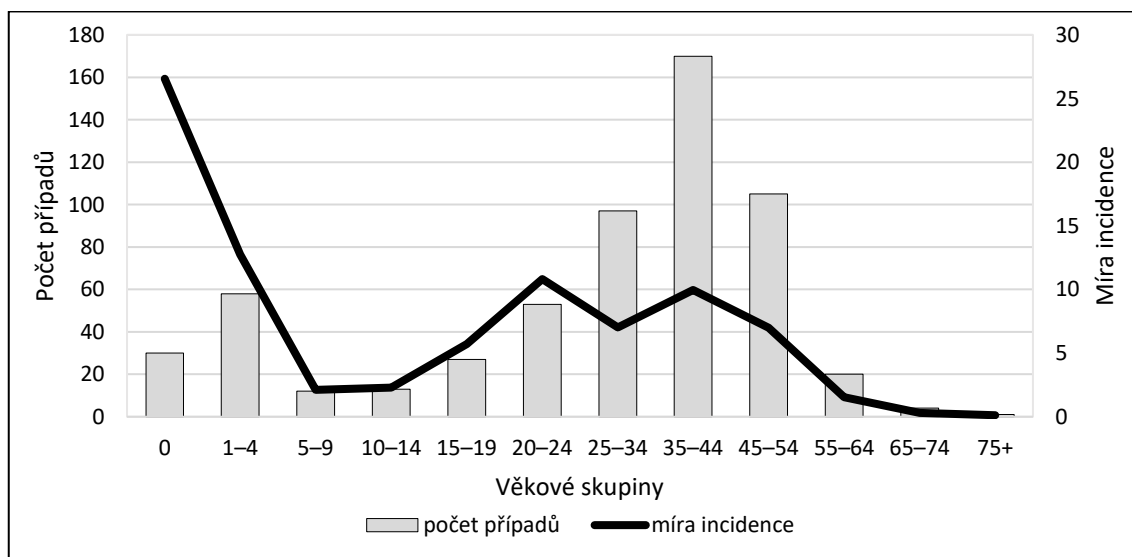
Graf 18: Struktura onemocnění spalničkami dle věku a pohlaví, Česko 2018



Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

Epidemie v roce 2019 dosahovala nejvyšších počtů onemocnění ze sledovaných let. V grafu č. 30 lze vidět, že nejvíce nemocných bylo ve věku 25-54 let s největším zastoupením ve věku 35-44 let. Naopak nejvyšší míra incidence se vyskytovala u dětí do jednoho roku, stejně tak jako v roce 2017 a 2018.

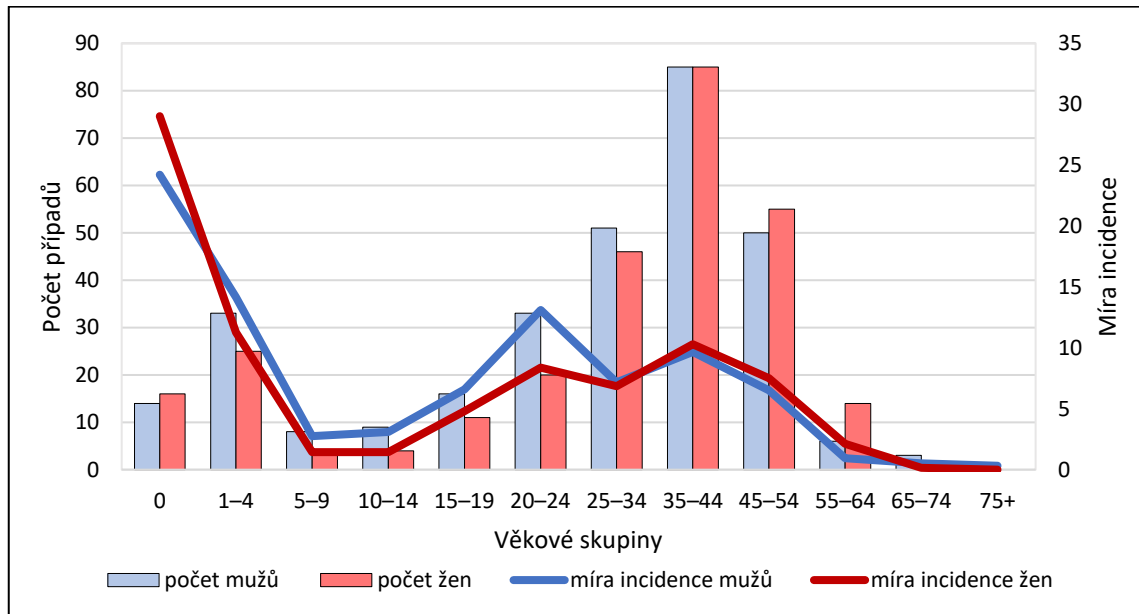
Graf 19: Struktura onemocnění spalničkami dle věku, Česko 2019



Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

Míra incidence spalniček mezi muži a ženami v jednotlivých věkových skupinách nevykazuje extrémní rozdíly, stejně tak počty absolutních případů. K rozdílu ve výskytu počtu případů a míry incidence v porovnání mezi pohlavím dochází ve věku 20–24 let.

Graf 20: Struktura onemocnění spalničkami dle věku a pohlaví, Česko 2019



Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

Výskyt spalniček v Česku v letech 2017-2019 byl ovlivněn věkovou strukturou. V každém roce se vyskytovalo nejvíce nemocných osob ve věkové skupině 35-44 let, což je ovlivněno zastoupením vysokého počtu osob v této věkové skupině. Naopak míra incidence, která zohledňuje celkový počet osob v dané věkové skupině, byla nejvyšší u dětí mladších jednoho roku. Tato situace se opakovala v každém sledovaném roce i při pozorování obou pohlaví zvlášť. Výskyt spalniček a míra incidence ve věkových skupinách nevykazuje výrazné opakující se rozdíly mezi pohlavími.

Tím se potvrdila hypotéza, která předpokládala, že je výskyt spalniček v Česku ovlivněn věkovou strukturou populace, a proto do následujících analýz, které porovnávají výskyt spalniček v prostoru, je vhodné míru incidence spalniček standardizovat.

Hypotéza, která předpokládala nejvyšší míru incidence ve věku nula a ve věku 35–54 let se potvrdila jen částečně. Zjistilo se, že nejvyšší míra incidence byla ve všech třech sledovaných letech ve věku nula a děti v tomto věku jsou onemocněním nejohroženější. Ve věku 35-54 let se vyskytuje hodně případů spalniček, což je způsobeno počtem osob v této věkové skupině. Přestože v této věkové skupině nebyla míra incidence tak vysoká, jako ve věku nula, tak v této skupině onemocnělo mnoho osob, což vypovídá o vyvanutí

protilátek po očkování nebo o neproběhlém očkování. A právě tyto mezery v kolektivní imunitě jsou nebezpečné pro osoby, které z důvodu nízkého věku (anebo z jiných zdravotních důvodů) nemohou být očkovány.

## 6.2.2 Epidemie spalniček v okresech Česka v letech 2017-2019

Jak vyplývá z dat, výskyt onemocnění spalniček je v Česku ovlivněn věkovou strukturou populace, proto aby se mohla porovnat míra incidence spalniček v okresech Česka v letech 2017-2019, měla by se míra incidence standardizovat, aby se očistila od vlivu věkové struktury. Následující mapy vykreslují standardizovanou míru incidence spalniček v okresech Česka v roce 2017, 2018 a 2019, kdy v Česku probíhaly spalničkové epidemie. Pro lepší přehled v mapách nebyly přidány názvy okresů. Mapa s názvy všech 77 okresů je k nahlédnutí v příloze č. 1.

V roce 2017 se spalničky vyskytly v 10 okresech Česka, které lze vidět v mapě č. 1. Nejvyšší standardizovaná míra incidence byla v okrese Ostrava-město, kde na 100 000 obyvatel připadalo 33 případů spalniček. Spalničky se vyskytovaly i v sousedních okresech Karviná, Opava, Nový Jičín a Frýdek Místek. V tomto roce probíhala epidemie v Moravskoslezském kraji s ohniskem epidemie v Ostravě-městu, o kterém informují také Tkadlecová (2018); Kyselý a kol. (2018) a Mandáková a kol. (2017b). Další výskyt spalniček se objevil ve třech okresech Libereckého kraje, konkrétně v Jablonci nad Nisou, v Semilech, v Liberci a dále pak v okresech Hlavní město Praha a Brno-venkov. Standardizovaná míra incidence v celém Česku činila téměř 1,4 případů na 100 000 osob.

Mapa 1: Výskyt spalniček v okresech Česka v roce 2017



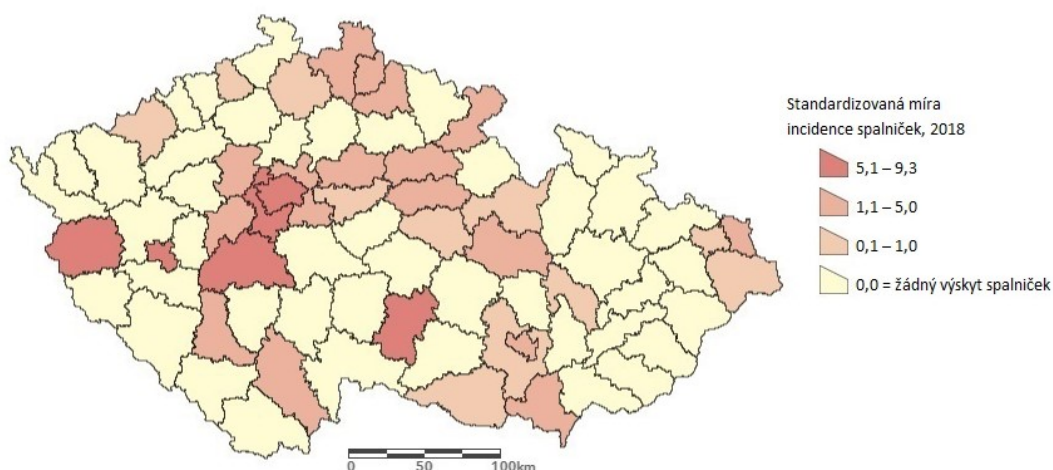
Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování



V roce 2018 se standardizovaná míra incidence spalniček v Česku zvýšila na 1,9 případů na 100 000 obyvatel, ale žádný okres nevykazoval extrémně zvýšenou míru incidence, jako tomu bylo v roce 2017 během epidemie v Ostravě-městu. Autoři Limberková a kol. (2022) uvádějí, že v roce 2018 probíhala spalničková epidemie převážně v Praze a Středočeském kraji a autoři Kukrálová a kol. (2019) informovali o zvýšeném výskytu spalniček v okrese Plzeň-město. V mapě č. 2, která ukazuje standardizovanou míru incidence, vidíme, že se zvýšený výskyt spalniček objevil také v okrese Třebíč, a také to, že se v roce 2018 výskyt spalniček rozšířil v prostoru a spalničky se vyskytovaly ve 33 okresech Česka. Nově se spalničky vyskytovaly v kraji Středočeském, Plzeňském, Ústeckém, Královéhradeckém, Pardubickém, Olomouckém, Jihomoravském, Jihočeském a v kraji Vysočina. V roce 2018 se spalničky vyskytovaly ve všech krajích Česka.

V mapě č. 2 lze vidět, že incidencí nejvíce zatížené okresy Tachov, Jihlava a Plzeň-město sousedily s okresy s nulovou mírou incidence. Naopak okresy Hlavní město Praha, Praha-západ a Příbram se nachází vedle sebe a sousedí s dalšími okresy, ve kterých se spalničky vyskytovaly. Dále je vidět pás výskytu spalniček od Středočeského kraje na západ.

Mapa 2: Výskyt spalniček v okresech Česka v roce 2018

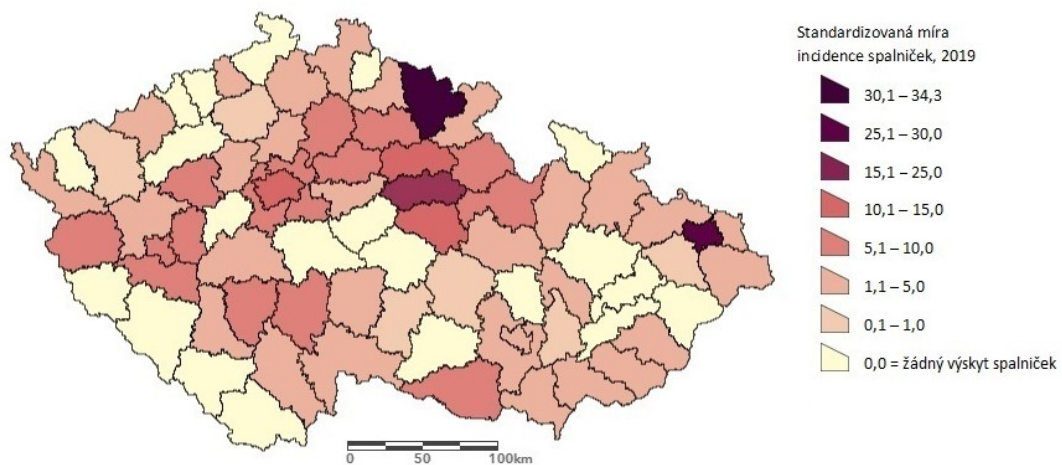


Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

Nevyšší výskyt spalniček nastal v roce 2019, ve kterém standardizovaná míra incidence v celém Česku činila téměř 5,5 případů na 100 000 obyvatel a spalničky se vyskytovaly v 56 okresech Česka, jak lze vidět na mapě č. 3. Nejvyšší výskyt nastal v okrese Trutnov, kde byla standardizovaná míra incidence 34,2 na 100 000 obyvatel, přitom v předchozích sledovaných letech se zde nevyskytoval žádný případ. K opětovnému nárůstu případů spalniček došlo v okrese Ostrava-město, kde standardizovaná míra incidence spalniček

byla 27 nemocných na 100 000 obyvatel (v roce 2018 činila 0,9 případů na 100 000 obyvatel). Třetím okresem s nejvyšší mírou incidence byl okres Pardubice se 14 nemocnými na 100 000 obyvatel (v roce 2018 2,2 na 100 000 a v roce 2017 nula). Standardizovaná míra incidence 10,1 až 15 nemocných na 100 000 obyvatel se vyskytovala v okresech Hlavní město Praha, Hradec Králové, Chrudim. V dalších 14 okresech byla incidence od 5,1 do 10 nemocných na 100 000 osob a ve 28 okresech od 1,1 do 5 nemocných na 100 000 osob. Ve 21 okresech se spalničky nevyskytovaly.

Mapa 3: Výskyt spalniček v okresech Česka v roce 2019



Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

Okresy, ve kterých se v letech 2017-2019 spalničky nevyskytovaly, byly hraniční okresy na jihozápadě Česka (Domažlice, Klatovy, Prachatice, Český Krumlov) a na severozápadě Česka (Sokolov, Most, Teplice, Děčín) a dále na severu Moravy okres Jeseník. Dalšími okresy, ve kterých byla epidemiologická situace příznivá, se nacházely ve středu Česka (Benešov, Kutná Hora, Havlíčkův Brod) a okresy na Moravě (Olomouc, Přerov, Kroměříž, Vsetín). Dalšími okresy bez výskytu spalniček byly Louny, Třebíč a Blansko.

## 6.3 Epidemie spalniček v okresech Česka v roce 2019

Z rešerše literatury a z předchozích analýz vyplývá, že od roku 2005 do roku 2021 proběhla v Česku největší spalničková epidemie v roce 2019. V tomto roce se alespoň jeden případ spalniček vyskytl v 56 ze 77 okresů Česka. Jelikož je výskyt spalniček v Česku ovlivněn věkovou strukturou populace, spočítala se standardizovaná míra incidence v okresech Česka pro rok 2019. A abychom zjistili, jak je tato standardizovaná míra incidence vybranými proměnnými ovlivňována, provedla se regresní analýza. Na základě předchozího testování bylo vybráno devět proměnných s potenciálním vlivem na výskyt spalniček. S cílem redukovat jejich počet (s co nejmenší ztrátou informace) byla využita faktorová analýza. Redukcí proměnných se mohou mezi proměnnými objevit latentní vztahy a zároveň redukovanými faktory se zjednoduší vysvětlení vztahů a závislostí mezi sledovanými proměnnými.

### 6.3.1 Syntéza epidemiologických a demografických proměnných

Syntéza možných proměnných s potenciálním vlivem na výskyt spalniček byla provedena pomocí faktorové analýzy. Do faktorové analýzy vstoupilo 12 proměnných, kterými jsou: hustota zalidnění, podíl městského obyvatelstva, přirozený přírůstek, index stáří, průměrný věk, podíl osob ve věku 0-14 let, podíl osob ve věku 65 a více let, přírůstek stěhování, naděje dožití mužů, naděje dožití žen, nezaměstnanost mužů a nezaměstnanost žen.

Přistoupilo se k extrakci faktorů metodou hlavních komponent. Proměnné se analýzou rozdělily do tří faktorů a vysvětlují téměř 82 % variability původních dat (první faktor vysvětluje 47 %, druhý faktor 23 % a třetí faktor 13 %, viz příloha č. 2). Největší část informace z původní proměnné se zachovala u indexu stáří (99 %) a nejméně variability z původní proměnné se zachovalo u nezaměstnanosti mužů (63 %) (viz příloha č. 3). Výsledné tři faktory jsou znázorněny v tabulce č. 1. Tato matice faktorových zátěží po rotaci prozrazuje, jak jsou výsledné tři faktory jednotlivými proměnnými syceny.

První faktor je sycen pozitivně indexem stáří, průměrným věkem, věkovou skupinou 65 a více let a negativně věkovou skupinou 0-14 let, přirozeným přírůstkem a přírůstkem stěhování. Protože hodnoty tohoto faktoru znamenají vyšší průměrný věk a vyšší zastoupení starších věkových skupin, byl tento faktor nazván „*Stárnoucí populace*“.

Druhý faktor je především pozitivně sycen nadějí dožití mužů a nadějí dožití žen a také přirozeným přírůstkem a přírůstkem stěhování. Negativně je sycen nezaměstnaností žen a nezaměstnaností mužů. Vyšší hodnoty druhého faktoru tedy znamenají vyšší úroveň z pohledu zdraví i ekonomiky a faktor tedy lze nazvat „Kvalita života“.

Třetí faktor je pozitivně sycen hustotou zalidnění a městským obyvatelstvem, proto byl nazván „Urbanizace“.

Tabulka 1: Matice faktorových zátěží po rotaci, Česko 2019

	Faktory		
	1 = Stárnoucí populace	2 = Kvalita života	3 = Urbanizace
Index stáří	<b>0,99</b>		
Průměrný věk	<b>0,99</b>		
Věk 65+	<b>0,96</b>		
Věk 0-14 let	<b>-0,92</b>		
Přirozený přírůstek	<b>-0,76</b>	0,48	
Přírůstek stěhování	<b>-0,72</b>	0,39	
Naděje dožití mužů		<b>0,92</b>	
Naděje dožití žen		<b>0,87</b>	
Nezaměstnanost žen		<b>-0,83</b>	
Nezaměstnanost mužů		<b>-0,73</b>	
Hustota zalidnění			<b>0,93</b>
Městské obyvatelstvo			<b>0,77</b>

Poznámka: Extrakce faktorů proběhla pomocí metody hlavních komponent s využitím rotace Varimax a využito bylo Kaiserovo pravidlo. Zobrazené jsou faktorové zátěže v absolutní hodnotě vyšší než 0,30, tučně zvýrazněné jsou faktorové zátěže v absolutní hodnotě vyšší než 0,60.

Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

Proměnné se rozdělily do třech faktorů, které jsou standardizované a vzájemně nekorelované, mají průměr nula a směrodatnou odchylku jedna. Minimální a maximální hodnoty faktorových skóre daných faktorů v okresech ukazuje tabulka č. 2. Faktorová skóre pro faktor 1: „Stárnoucí populace“ má nejnižší skóre v okrese Praha-východ a nejvyšší v okrese Jeseník. Nejvíce stárnoucí populace se tedy nachází v okrese Jeseník, a naopak nejméně stárnoucí populace v okrese Praha-východ. Faktorová skóre pro faktor 2: „Kvalita života“ má nejnižší skóre pro okres Most a nejvyšší pro okres Hlavní město Praha. Nejlepší podmínky pro kvalitní život tedy nabízí Hlavní město Praha a nejhorší okres Most (více viz příloha č. 8). Faktorová skóre pro faktor 3: „Urbanizace“ jsou

minimální v okrese Plzeň-sever a maximální v okrese Hlavní město Praha. Okres Plzeň-sever je nejméně ovlivněn urbanizací a okres Hlavní město Praha nejvíce.

Tabulka 2: Popis faktorových skóre, Česko 2019

	Stárnoucí populace		Kvalita života		Urbanizace	
Min., okres	-4,18	Praha-východ	-2,70	Most	-0,99	Plzeň-sever
Max., okres	1,68	Jeseník	1,91	Hlavní město Praha	5,50	Hlavní město Praha

Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

### 6.3.2 Vliv extrahovaných faktorů na incidenci spalniček

Faktorovou analýzou vznikla faktorová skóre za jednotlivé faktory a okresy. Cílem této kapitoly je zkoumat vliv vzniklých faktorů na výskyt spalniček v okresech Česka v roce 2019. Ke zkoumání vztahu závislé proměnné na nezávislých proměnných byla zvolena metoda lineární regrese. Závislou proměnnou byla standardizovaná míra incidence spalniček v okresech v roce 2019 a nezávislými proměnnými byla faktorová skóre pro všechny tři získané faktory.

Před uskutečněním lineární regrese je zapotřebí ověřit vstupní předpoklady pro provedení analýzy. Nejprve byla otestována normalita dat, k odhalení odlehlých hodnot se vykreslily histogramy a boxploty. Proměnná standardizovaná míra incidence spalniček vykazovala extrémně odlehlé hodnoty, nejvíce v okresech Trutnov, Ostrava-město, Pardubice a Hlavní město Praha, což způsobovalo problémy i s normalitou dat. Tyto problémy byly řešeny logaritmickou transformací dat.

Problémy s odlehlými hodnotami nastaly i u nezávislých proměnných. Přistoupilo se k citlivostní analýze, pomocí které se identifikují extrémně odlehlé hodnoty, které způsobují problémy s normalitou dat a následně se tyto proměnné z analýz odstraní. Proběhlo testování normality dat při postupném odstraňování těch nejodlehlejších hodnot. U faktoru 1 „Stárnoucí populace“ se odstranily odlehlé záporné hodnoty faktorových skóre okresů Praha-východ a Praha-západ, které mají nejméně stárnoucí populaci. U faktoru 2 „Kvalita života“ tak byly vyřazeny odlehlé záporné hodnoty faktorových skóre okresů Chomutov, Louny, Most, Sokolov, Ostrava-město, Karviná a Bruntál, které mají nejméně dobré podmínky pro kvalitní život. U faktoru 3 „Urbanizace“ došlo k odstranění odlehlých kladných faktorových skóre okresů Hlavní město Praha, Brno-město, Ostrava-město, Plzeň-město, Karviná, Ústí nad Labem,

Jablonec nad Nisou, Liberec a Most, tedy u nejvíce urbanizovaných okresů. Těmito úpravami se dosáhlo normálního rozdělení bez odlehlých hodnot.

Na základě grafické analýzy se potvrdil pozitivní lineární vztah mezi závislou proměnnou a proměnnou kvalita života. Mezi závislou proměnnou a dvěma nezávislými proměnnými, tedy faktorem stárnoucí populace a faktorem urbanizace není žádný vztah. Pearsonův korelační koeficient v tabulce č. 3 toto zjištění potvrzuje. Ke zkoumání síly vztahu byl zvolen Pearsonův korelační koeficient, neboť jsou proměnné bez odlehlých hodnot a data mají normální rozdělení. Mezi závisle proměnnou onemocnění spalniček a nezávisle proměnnou kvalita života je pozitivní středně silná statisticky významná lineární závislost. Mezi ostatními proměnnými je závislost statisticky nevýznamná.

Tabulka 3: Korelační síla a statistická závislost proměnných dle Pearsonova korelačního koeficientu

		Spalničky (ln)	Stárnoucí populace	Kvalita života	Urbanizace
Spalničky (ln)	Hodnota r	1	0,04	<b>0,35</b>	0,04
	P-hodnota		0,76	<b>0,01</b>	0,77
Stárnoucí populace	Hodnota r	0,04	1	0,17	0,04
	P-hodnota	0,76		0,16	0,74
Kvalita života	Hodnota r	0,35	0,17	1	0,00
	P-hodnota	0,01	0,16		0,97
Urbanizace	Hodnota r	0,04	0,04	0,00	1
	P-hodnota	0,77	0,74	0,97	

Poznámka: r = Pearsonův korelační koeficient měřící sílu lineárního vztahu, tučně zvýrazněné statisticky významné korelace na 5% hladině významnosti, kurzívou jsou vyznačeny vzájemné korelace nezávislých proměnných

Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

Rozptyl závislé proměnné a nezávislé proměnné je konstantní (viz příloha č. 4) a může se přistoupit k jednoduché lineární regresi.

Do regresní analýzy vstoupilo 52 ze 77 okresů, z důvodu odstranění odlehlých hodnot, které způsobovaly problém s normalitou dat a také z důvodu logaritmické transformace závislé proměnné. Výsledky lineární regrese zobrazené v tabulce č. 4 ukazují, že faktor kvalita života vysvětluje variabilitu závislé proměnné standardizované míry incidence spalniček ze 13 % ( $R^2$ ). Pearsonův korelační koeficient R, ukazuje na středně silnou sílu vztahu.

Tabulka 4: Výsledky regresního modelu

Model	R	R <sup>2</sup>	Adjustovaný R <sup>2</sup>	Střední. chyba odhadu
1	0,35	0,13	0,11	0,86

Poznámka: závislá proměnná: spalničky (ln), prediktor b – nezávislá proměnná: faktor 2: kvalita života, R = vícenásobný korelační koeficient, R<sup>2</sup> = koeficient determinace

Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

Analýzou rozptylu se zjistilo, že je p-hodnota menší než 0,05, což značí, že má smysl tvořit model, který dokáže vysvětlit závislou proměnnou na 5% hladině významnosti.

V tabulce č. 6 se nachází vypočítané regresní koeficienty a konstanta. Pomocí hodnot může být spočítána regresní rovnice, která zní:

Logaritmus standardizované míry incidence spalniček

$$= 1,04 + 0,48 \cdot \text{faktorové skóre „kvalita života“}$$

Tabulka 5: Výsledné koeficienty lineární regrese

Model		Nestand. koefic. B	Střed. chyba odhadu	Stand. koef. Beta	P-hodnota
1	Konstanta	1,04	0,13		0,00
	Kvalita života	0,48	0,18	0,35	0,01

Poznámka: Tučně zvýrazněné jsou nestandardizované regresní koeficienty vstupující do regresní rovnice

Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

Na závěr regresní analýzy byly vykresleny grafy reziduí (viz příloha č. 5-7). Histogram ukazoval na přibližně normální rozdělení dat a graf očekávaných a naměřených hodnot nevykazoval problémy s homoskedasticitou. Tento regresní model je pro popis dvou proměnných vhodný. Model nejhůře predikoval výskyt spalniček v případě okresu Trutnov, kde výskyt spalniček podhodnotil (standardizované regresní reziduum = 2,77).

Provedenými analýzami incidence spalniček v okresech Česka se třemi vysvětlujícími faktory se došlo k překvapivému zjištění. Mezi incidencí spalniček a urbanizací se nenašla žádná závislost, proto byla hypotéza o vlivu urbanizace na výskyt spalniček v okresech Česka v roce 2019 vyvrácena.

U faktoru stárnoucí populace, který v sobě skrývá vyšší podíl osob ve věku 65 a více let, nízký podíl osob ve věku 0-14 let a zároveň úbytek populace umíráním a vystěhováním se závislost také nenašla.

Faktor nazvaný kvalita života má vysoké skóre při vysoké naději dožití mužů, vysoké naději dožití žen, nízké nezaměstnanosti mužů a nízké nezaměstnanosti žen. Tyto proměnné vypovídají o populaci, která má dobré podmínky pro život, má vyšší naději dožití a více pracovních příležitostí pro obě pohlaví. Zároveň je tento faktor ovlivněn i přirozeným přírůstkem a z části i přírůstkem stěhováním. Mezi incidencí spalniček v okresech Česka a kvalitou života se našla pozitivní, středně silná a statisticky významná lineární závislost, která vypovídá o tom, že se zvyšující se kvalitou života se zvyšovala i míra incidence v okresech Česka v roce 2019.

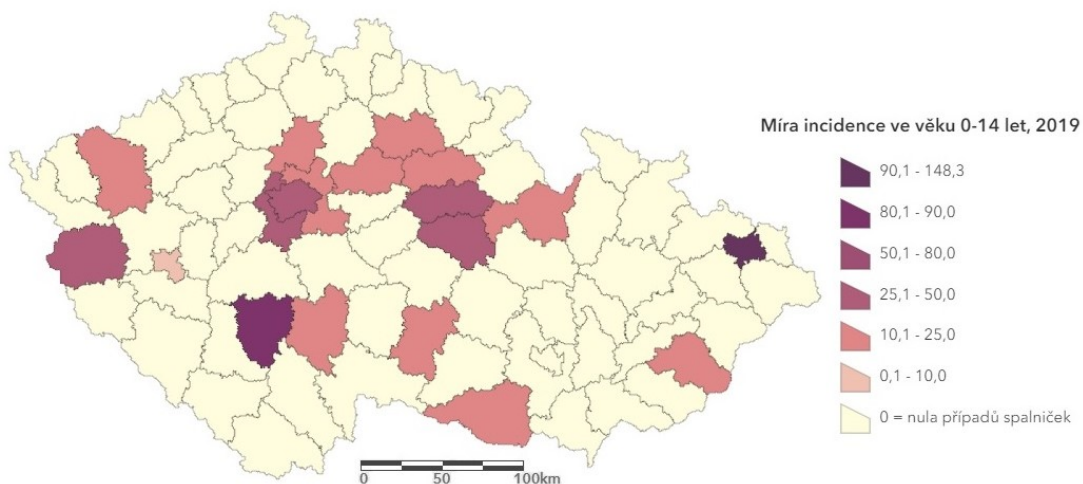
### **6.3.3 Incidence spalniček v dětství a dospívání v okresech Česka**

Z předchozích analýz vyplývá, že výskyt spalniček je ovlivněn věkovou strukturou. Proto tato kapitola popisuje výskyt spalniček v okresech Česka ve dvou věkových skupinách, tedy v dětství (0-14 let) a v dospělosti (35-54 let). Následující mapy č. 4 a č. 5 porovnávají věkově specifickou míru incidence uvedených věkových skupin v okresech Česka, která je vyjádřena na 100 000 obyvatel

Na první pohled je v mapách vidět, že se míra incidence v těchto dvou skupinách prostorově liší. Nejvyšší míra incidence ve věku 0-14 let byla v okresech Ostrava-město a poté v Písku. Onemocnění ve věku 0-14 let se vyskytovalo v menším počtu okresů než ve věku 35-54 let, ale míra incidence ve věku 0-14 let v jednotlivých okresech dosahovala vyšších hodnot. Nejvyšší míra incidence ve věku 35-54 let byla v okresech Trutnov. Vysoká míra incidence u obou věkových skupin byla v okresech Pardubice.

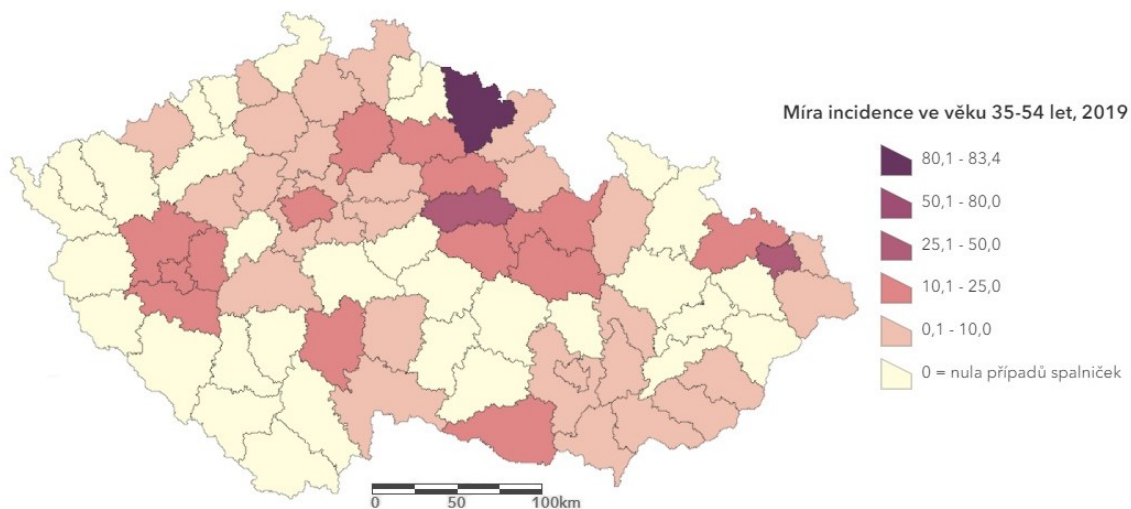


Mapa 4: Výskyt spalniček v okresech Česka ve věku 0-14 let v roce 2019



Poznámka: Věkově specifická míra incidence je vyjádřena na 100 000 obyvatel  
Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

Mapa 5: Výskyt spalniček v okresech Česka ve věku 35-54 let v roce 2019



Poznámka: Věkově specifická míra incidence je vyjádřena na 100 000 obyvatel  
Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

## 7 Diskuse

---

Předmětem analytické části diplomové práce bylo popsat a vyhodnotit výskyt spalniček v Česku z hlediska času a prostoru v letech 2005-2021. Tato kapitola se věnuje syntéze zjištěných výsledků analytické části a zhodnocení výzkumných hypotéz.

První výzkumná část analyzovala vývoj výskytu spalniček z hlediska času v jednotlivých měsících od ledna roku 2005 do prosince roku 2021 v Česku a dala tak podklady pro rozhodnutí o platnosti první výzkumné hypotézy: „*Výskyt spalniček v Česku je ovlivněn sezónností. Nejvyšší výskyt spalniček nastává v období pozdní zimy a brzkého jara*“.

Ve sledovaných 17 letech incidence spalniček v Česku se vyskytla jedna epidemie v roce 2014 a následně proběhly tři epidemie v letech 2017-2019. Mezi epidemiemi došlo pouze k menším výkyvům v počtu případů onemocnění. Dekompozicí časové řady měsíčního výskytu spalniček v letech 2005-2021 se zobrazila sezónní složka, která zobrazovala nadprůměrné hodnoty v měsících únor až květen s maximem v měsíci březnu. Potvrdilo se tedy, že je výskyt spalniček v Česku ovlivněn sezónností a k nejvyššímu počtu onemocnění dochází v období pozdní zimy a brzkého jara. Stejná situace byla pozorovaná v celém mírném pásu, kde také k vrcholu incidence dochází v období pozdní zimy a brzkého jara (Fine a Clarkson 1982). Sezónnímu výskytu spalniček napomáhá mírné klima a také enviromentální faktory, jak uvádí další autoři Yang a kol. (2014), virus spalniček je velmi citlivý vůči relativní vlhkosti vzduchu a vyhovuje mu nízká relativní vlhkost. Zároveň k cirkulaci viru napomáhá teplota vzduchu kolem 15-20 °C a nízká proočkovanost populace.

Druhá výzkumná část analyzovala výskyt spalniček v Česku v epidemických letech 2017-2019 z pohledu ročního výskytu a roční míry incidence spalniček v jednotlivých věkových skupinách a dle pohlaví. Zkoumána byla i regionální diference výskytu spalniček s využitím roční standardizované míry incidence spalniček v okresech Česka. Stanoveny zde byly dvě výzkumné hypotézy. Hypotéza první: „*Míra incidence spalniček v Česku je nejvyšší ve věku nula a ve věku 35-54 let*“ a hypotéza druhá: „*Výskyt spalniček v Česku je ovlivněn věkovou strukturou populace*“.

Výsledky analýz ukázaly, že v roce 2017 byl nejvyšší počet případů spalniček ve věku 35-44 let, ale značně vysoká míra incidence se vyskytovala ve věku nula. V roce 2018 a v roce 2019 bylo nejvíce nemocných ve věku 25-54 let a absolutně nejvíce ve věkové skupině 35-44 let. Nejvyšší míra incidence však byla také ve věku nula. Potvrdil se tedy

předpoklad, že se onemocnění vyskytovalo charakteristicky v určitých věkových skupinách a také, že je výskyt spalniček v Česku ovlivněn věkovou strukturou. Vysoký počet nemocných ve věku 35-44 let je ovlivněn vysokým zastoupením celkového počtu osob v této věkové skupině. Vysoká míra incidence ve věku 25-54 se nepotvrdila i přesto, že jsou absolutní počty nemocných vysoké. Vysoká míra incidence se potvrdila pouze ve věku nula, a právě tato věková skupina byla během epidemií spalničkami nejvíce ohrožená. Pokud děti vůbec získají mateřské protilátky proti spalničkám, tak jim během prvních šesti měsíců vyvanou. Očkovat první dávkou vakcíny proti spalničkám se mohou děti nejdříve ve věku 13 měsíců, a tak jsou v prvním roce života závislé na kolektivní imunitě, která nastává při 95% proočkovanosti (Mandřáková a kol. 2017a; SZÚ 2019b). V roce 2017 a 2018 byla v Česku 83,5% proočkovanost a v Praze v roce 2018 dokonce pouhých 71,3 % (Lexová a kol. 2017; Limberková a kol. 2022), což značí, že mezi okresy Česka mohou být významné rozdíly v proočkovanosti. V populacích, kde je nízká kolektivní imunita, dochází k onemocnění nejčastěji u kojenců a dětí předškolního věku (Strebel a kol 2018). Přestože nebyla vysoká míra incidence ve věku 25-54 let, jak se předpokládalo, vysoký počet vnímavých osob v tomto věku vytváří tzv. populační kapsu. Očkování by mělo proběhnout v případě neočkovaných osob nebo očkovaných pouze jednou dávkou. U osob očkovaných před 30-50 lety, může docházet k vyvanutí imunity (Tkadlecová 2018), proto by i tyto osoby měly zvážit přeočkování.

Třetí výzkumná část analyzovala vliv vybraných epidemiologických a demografických faktorů na výskyt spalniček v okresech Česka v roce 2019. V roce 2019 došlo na území Česka po 27 letech k největší spalničkové epidemii. Stanoveny byly dvě výzkumné hypotézy: Hypotéza první *„Výskyt spalniček v okresech Česka je pozitivně ovlivněn mírou urbanizace, tedy platí: čím více urbanizovaný okres je, tím vyšší je standardizovaná míra incidence“* a hypotéza druhá *„Výskyt spalniček v okresech Česka je ovlivněn pohybem obyvatelstva mezi okresy tak, že: standardizovaná míra incidence spalniček v okresech narůstá zvyšujícím se pohybem obyvatelstva mezi okresy.“*

Provedenými analýzami incidence spalniček v okresech Česka se třemi vysvětlujícími faktory se došlo k překvapivému zjištění. Mezi incidencí spalniček a urbanizací se nenašel žádný vztah. Hypotéza, která předpokládala, že je výskyt onemocnění ovlivněn urbanizací okresů se nepotvrdila. Zvýšená urbanizace v okresech nemá na výskyt onemocnění vliv, přestože Strebel a kol (2018) uvádí, že při slabé kolektivní imunitě

v hustě osídlených městských oblastech dochází ke zvýšené cirkulaci viru. Mezi incidencí spalniček a stárnoucí populací se také nenašel vztah.

Vztah mezi proměnnými se potvrdil pouze v jednom případě, a to u onemocnění spalniček s kvalitou života. Faktor nazvaný kvalita života v sobě skrývá vysokou naději dožití mužů, vysokou naději dožití žen, nízkou nezaměstnanost mužů a nízkou nezaměstnanost žen. Tyto proměnné vypovídají o populaci, která má dobré podmínky pro život, má vyšší naději dožití a více pracovních příležitostí pro obě pohlaví. Zároveň je tento faktor ovlivněn i přirozeným přírůstkem a z části i přírůstkem stěhováním. Mezi incidencí spalniček v okresech Česka a kvalitou života se našla pozitivní, středně silná a statisticky významná závislost a lineární vztah, který vypovídá o tom, že se zvyšující se kvalitou života se zvyšovala i míra incidence v okresech Česka v roce 2019. Dalo by se předpokládat, že se zvyšující se kvalitou života roste i počet aktivních lidí, kteří jsou společenší a navazují více kontaktů. Virus spalniček je podmiňován i sociálním kontaktem, jak uvádí autoři Fine a Clarkson (1982), kteří dávají za příklad vysoký sociální kontakt žáků ve škole. V dnešní době, kdy jsme se setkali s onemocněním covid-19, je všeobecně známé, že pokud v populaci cirkuluje infekční onemocnění, které se mezi lidmi přenáší převážně vzdušnou cestou, tak zvýšením sociálního kontaktu se zvyšuje i riziko nákazy. Onemocnění je preventabilní očkováním, přesto se v této populaci nachází vyšší míra incidence spalničkami. Lze tedy předpokládat, že v populaci, ve které je vysoká naděje dožití a silná ekonomika, je zároveň nízká proočkovanost.

Kvalita života je sycena proměnnými vysoká naděje dožití mužů a žen, vysoká zaměstnanost mužů a žen, kladný přirozený přírůstek a kladný přírůstek stěhováním. Tato kombinace proměnných zvyšuje výskyt onemocnění v okresech a nelze tak přijmout ani zamítnout hypotézu, která tvrdí, že se zvyšujícím se pohybem obyvatelstva mezi okresy se zvyšuje i míra incidence v okresech.

## 7.1 Limitace dat

Výskyt spalniček je ovlivněn kolektivní imunitou populace, na kterou má z velké části vliv očkování. V analýzách předkládané práce se s daty o očkování neworkuje, protože se je nepodařilo získat. Lze předpokládat, že míra proočkovanosti v analýzách působí jako skrytá proměnná.

Další limitací práce jsou data o výskytu spalniček v čase, která byla získána za jednotlivé měsíce. Analýzou výskytu spalniček po týdnech by se došlo k podrobnějším výsledkům.

Faktorová analýza přinesla explorativní výsledky, které nelze brát za jednoznačné. Extrakce proběhla metodou hlavních komponent a rotací Varimax, přitom existuje spousta dalších metod, které by mohly přinést jiné výsledky. Faktorová analýza slouží k redukci dat, při zachování co největší části informace, přičemž při ní pochopitelně může dojít k možnému zkreslení.

Metodou lineární regresní analýzy se došlo k zajímavým výsledkům. Nejprve ale musela být data upravena, aby splňovala předpoklady pro regresní analýzu, tedy normalitu dat bez extrémně odlehlých hodnot. Proto závislá proměnná prošla logaritmickou transformací dat. V případě nezávislých proměnných, kterými byla faktorová skóre, se odstranily extrémně odlehlé hodnoty. Těmito úpravami se došlo k normálnímu rozdělení dat bez odlehlých hodnot, ale vztahy proměnných tím mohly být poznamenány (do analýz vstoupilo 52 proměnných z původních 77).

## 8 Závěr

---

Spalničky jsou exantémové infekční onemocnění, které se z člověka na člověka přenáší převážně vzduchem pomocí kapének. Onemocnění má všeobecnou vnímavost. Spalničky splňují kritéria pro eradikaci, protože jediným rezervoárem viru je člověk, onemocnění lze snadno diagnostikovat pomocí přesných diagnostických testů a zároveň existují účinné a cenově dostupné vakcíny. Přestože jsou splněny požadavky na eradikaci, spalničky se stále vyskytují v rozvojových i vyspělých státech světa a způsobují tak různé rozsáhlé epidemie a členským státům WHO se nedaří plnit své eliminační cíle.

Předkládaná diplomová práce se věnovala analýze výskytu případů spalniček z hlediska času a prostoru v letech 2005-2021 v Česku. Zásadní soubor dat pocházel z Informačního systému infekčních nemocí (ISIN), který poskytl informace o výskytu spalniček. Druhý soubor obsahoval demografické údaje a pocházel z veřejně dostupných dat Českého statistického úřadu (ČSÚ).

Analýzou časové řady měsíčního výskytu spalniček od ledna roku 2005 do prosince roku 2021 se potvrdilo, že je výskyt v Česku ovlivněn sezónností. K nadprůměrnému výskytu onemocnění dochází od února do května, s vrcholem incidence v březnu. Nejvyšší nárůst případů je v období pozdní zimy a brzkého jara a počty případů klesají s příchodem letních měsíců. Při rešerši literatury nebyla objevena podobná analýza, která by se zabývala dekompozicí časové řady výskytu spalniček na území Česka, práce tak přináší zcela nové výsledky.

Během let 2017-2019 v řadě zemí evropského regionu probíhaly spalničkové epidemie. Stejně tak tomu bylo i v Česku, které v tomto období ztratilo status země s eliminací spalniček. Předkládaná práce zhodnotila roční výskyt spalniček v okresech Česka v letech 2017-2019 právě během spalničkových epidemií. Popsán byl vývoj míry incidence a absolutních počtů případů v jednotlivých věkových skupinách. V každém roce ze tří sledovaných let bylo nejvíce nemocných ve věku 35-44 let. Mírou incidence ve věkových skupinách, která zohledňovala počet osob jednotlivých věkových skupin, se nicméně zjistilo, že se nejvyšší míra incidence vyskytovala u dětí ve věku nula. Potvrdilo se tak, že věková struktura populace má na výskyt spalniček zásadní vliv. Nejohroženější skupinou byly nejmenší děti, které ještě nemohou být očkované a jsou závislé na kolektivní imunitě, tedy na 95% proočkovánosti populace. Ta ale v roce 2017 a 2018 dosahovala pouze 83,5 % (Lexová a kol. 2017; Limberková a kol. 2022). Během tří let

výskytu spalničkových epidemií v Česku standardizovaná míra incidence Česka rostla: z 1,4 případů na 100 000 obyvatel v roce 2017 na 1,9 případů na 100 000 obyvatel v roce 2018. V roce 2019 dosahovala standardizovaná míra incidence dokonce počtu 5,5 nemocných na 100 000 obyvatel Česka.

Po 27letém období se na území Česka v roce 2019 objevila největší spalničková epidemie, proto předkládaná diplomová práce hledala souvislosti výskytu spalniček v okresech Česka se třemi faktory. Na regionální úrovni se nenašla souvislost mezi výskytem spalniček a urbanizací ani mezi výskytem spalniček a stárnoucí populací. Podařilo se najít souvislost mezi výskytem spalniček a faktorem kvality života, který je tvořen kombinací proměnných. Nejsilněji je sycen proměnnými vysoká naděje dožití a vysoká zaměstnanost mužů a žen, a zároveň je sycen i přirozeným přírůstkem a přírůstkem stěhování. Závislost mezi výskytem spalniček a kvalitou života je středně silná a pozitivní a ukazuje, že v okresech Česka v roce 2019 se výskyt případů spalniček zvyšoval s rostoucí kvalitou života. Provedená analýza byla deskriptivní a přinesla zajímavé závěry, kterým by bylo dobré se věnovat v navazujícím výzkumu. Navazující výzkum by bylo vhodné zaměřit na výskyt onemocnění a míru proočkovanosti a jejich příčinné souvislosti. Dále by bylo zajímavé zjistit, jaké důvody vedou rodiče k váhavosti nechat své děti naočkovat proti spalničkovému onemocnění.

Závěrem diplomové práce bych ráda upozornila na aktuální epidemiologickou situaci spalniček. Během pandemie covid-19 se snížily počty případů spalniček po celém světě i v Česku. V Česku v roce 2019 onemocnělo 590 osob, následně v roce 2020 došlo pouze ke čtyřem onemocněním a od roku 2021 do června roku 2022 na území Česka spalničkami nikdo neonemocněl. Zavedená preventivní opatření proti šíření nemoci covid-19 jsou účinná i proti dalším infekčním nemocem, která se šíří převážně vzdušnou cestou, a mezi která patří i spalničky. Změna v chování lidí a zároveň pozornost zdravotnických institucí, která směřovala k boji proti covid-19, tedy ovlivnily výskyt a počty hlášených případů spalniček.

Od počátku roku 2022 se společenské chování lidí a míra cestování vrací v Česku a v celém světě do stavu před pandemií covid-19. Pandemie měla dle WHO (2022b) obrovský dopad na schopnost zemí poskytovat základní zdravotnické služby, mezi které patří i pravidelná očkování. V mnoha zemích se zpozdilo zavedení druhé dávky vakcinace proti spalničkám, která je důležitá pro dosažení kolektivní imunity. Během

dubna roku 2022 bylo hlášeno 21 ničivých spalničkových epidemií pocházejících převážně z regionu Afriky a Východního Středomoří.

Není jasné, jaká bude v budoucnu epidemiologická situace infekčního onemocnění covid-19, ale nemělo by se dopustit, aby došlo k nahrazení jedné závažné nemoci druhou závažnou nemocí. Přitom proti spalničkám existuje účinná vakcína a spalničky splňují kritéria na jejich eradikaci, jako tomu bylo například v případě pravých neštovic.



## Seznam literatury

---

ABU-BECCR, Rhazes, 1748. *A Discourse on the Smallpox and Measles* [online].

London: J. Brindley. Dostupné

z: <https://wellcomecollection.org/works/w86um3jk/items?canvas=1>

ANDĚL, Jiří, 1976. *Statistická analýza časových řad*. 1. Praha: Státní nakladatelství technické literatury.

ANTONA, Denise, Daniel LÉVY-BRUHL, Claire BAUDON, François FREYMUTH, Mathieu LAMY, Catherine MAINE, Daniel FLORET a Isabelle Parent DU CHATELET, 2013. Measles elimination efforts and 2008-2011 outbreak, France. *Emerging Infectious Diseases* [online]. **19**(3), 357–364. ISSN 10806040. Dostupné z: [doi:10.3201/eid1903.121360](https://doi.org/10.3201/eid1903.121360)

ARIYARAJAH, Archchun a Natasha S. CROWCROFT, 2021. Measles Serosurveys: A Solution in Search of the Right Problem. *Frontiers in Public Health* [online]. **9**(July), 1–3. ISSN 22962565. Dostupné z: [doi:10.3389/fpubh.2021.539325](https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.539325)

BLACK, Francis L, 1989. Measles. In: *Viral Infections of Humans* [online]. Boston, MA: Springer US, s. 451–469. Dostupné z: [doi:10.1007/978-1-4613-0705-1\\_16](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0705-1_16)

BRONIATOWSKI, David A., Amelia M. JAMISON, Si Hua QI, Lulwah ALKULAIB, Tao CHEN, Adrian BENTON, Sandra C. QUINN a Mark DREDZE, 2018. Weaponized health communication: Twitter bots and Russian trolls amplify the vaccine debate. *American Journal of Public Health* [online]. **108**(10), 1378–1384. ISSN 15410048. Dostupné z: [doi:10.2105/AJPH.2018.304567](https://doi.org/10.2105/AJPH.2018.304567)

BROWN, Allison C. a William J. MOSS, 2010. Sex, Pregnancy and Measles. In: *Sex Hormones and Immunity to Infection* [online]. B.m.: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, s. 281–302. ISBN 9783642021558. Dostupné z: [doi:10.1007/978-3-642-02155-8](https://doi.org/10.1007/978-3-642-02155-8)

CDC, 1997. Measles eradication: recommendations from a meeting cosponsored by the World Health Organization, the Pan American Health Organization, and CDC. *MMWR Recommendations and reports* [online]. **46**(RR-11), 1–20. ISSN 10575987. Dostupné z: <https://www.cdc.gov/mmwr/PDF/rr/rr4611.pdf>

- CDC, 2020. *Measles History* [online]. Dostupné z: <https://www.cdc.gov/measles/about/history.html>
- ČESKÁ VAKCINOLOGICKÁ SPOLEČNOST ČSL JEP, 2019a. *Dětský očkovací kalendář hrazeného očkování v ČR platný k 1. 9. 2019* [online]. Dostupné z: [https://www.vakcinace.eu/data/files/vakciny/detsky\\_ockovaci\\_kalendar\\_92019.pdf](https://www.vakcinace.eu/data/files/vakciny/detsky_ockovaci_kalendar_92019.pdf)
- ČESKÁ VAKCINOLOGICKÁ SPOLEČNOST ČSL JEP, 2019b. *Očkovací kalendář pro dospělé - podle věku* [online]. Dostupné z: [https://www.vakcinace.eu/data/files/downloads/ockovaci\\_kalendar\\_dospstatem.pdf](https://www.vakcinace.eu/data/files/downloads/ockovaci_kalendar_dospstatem.pdf)
- ČESKO, 2006. Vyhláška č. 537/2006 Sb., o očkování proti infekčním nemocem - znění od 1. 2. 2022. *Zákony pro lidi.cz* [online]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-537>
- ČSÚ, 2001. Příručka demografické statistiky pro potřebu oblastních statistických orgánů. *Metodické publikace* [online]. Dostupné z: <https://web.natur.cuni.cz/~mak/gos/demmetodika/www.czso.cz/cz/cisla/0/02/020100/020100.htm>
- ČSÚ, 2009. D4 Index stáří v roce 2005 ČSÚ. *Krajská správa ČSÚ v Liberci* [online]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/x1/030703104>
- ČSÚ, 2014. *Nové ukazatele nezaměstnanosti* [online]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/fd002a259d>
- DEMOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ CENTRUM, 2022. Standardizace. *Demografie* [online]. Dostupné z: [http://www.demografie.info/?cz\\_umrtnoststandard](http://www.demografie.info/?cz_umrtnoststandard)
- DIETZ, Vance, Jennifer ROTA, Héctor IZURIETA, Peter CARRASCO a William BELLINI, 2004. The laboratory confirmation of suspected measles cases in settings of low measles transmission: conclusions from the experience in the Americas. *Bulletin of the World Health Organization* [online]. **82**(11), 852–857. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2623064/pdf/15640921.pdf>
- DIMALA, Christian Akem, Benjamin Momo KADIA, Miriam Aiwokeh Mbong NJI a Ndemazie Nkafu BECHEM, 2021. Factors associated with measles resurgence in the

United States in the post-elimination era. *Scientific Reports* [online]. **11**(1), 1–10. ISSN 20452322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-020-80214-3

DIXON, Meredith G.; Ferrari MATT, Sebastien; ANTONI, Allison; PORTNOY, Brian; LAMBERT, Sarah; HAURYSKI, Hatcher CYNTHIA; Yoann; NEDELEC, Minal; PATEL, Claudia; ALEXANDER JR., JAMES P.; STEULET, Marta; GACIC-DOBO, Paul A.; ROTA, Mick N.; MULDER, Alexander; BOSE, ANINDYA S.; ROSEWELL, Katrina; KRETSINGER a Natasha S. CROWCROFT, 2021. Progress Toward Regional Measles Elimination — Worldwide, 2000–2020. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report* [online]. **70**(45), 1563–1569. ISSN 1545-861X. Dostupné z: doi:http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm7045a1

DONADEL, Morgane, Aurora STANESCU, Adriana PISTOL, Brock STEWART, Cassandra BUTU, Dragan JANKOVIC, Bogdan PAUNESCU a Laura ZIMMERMAN, 2021. Risk factors for measles deaths among children during a Nationwide measles outbreak – Romania, 2016–2018. *BMC Infectious Diseases* [online]. **21**(1), 1–10. ISSN 14712334. Dostupné z: doi:10.1186/s12879-021-05966-3

DRUTZ, Jan E., 2001. Measles: Its history and its eventual eradication. *Seminars in Pediatric Infectious Diseases* [online]. **12**(4), 315–322. ISSN 10451870. Dostupné z: doi:10.1053/spid.2001.26640

DURRHEIM, David N., 2016. Measles Elimination — Using Outbreaks to Identify and Close Immunity Gaps. *New England Journal of Medicine* [online]. **375**(14), 1392–1393. ISSN 0028-4793. Dostupné z: doi:10.1056/NEJMe1610620

DUŠEK, Ladislav, Jan MUŽÍK, Miroslav KUBÁSEK, Jana KOPTÍKOVÁ, Jan ŽALOUDEK a Rostislav VYZULA, 2006. Slovník odborných pojmů. *Epidemiologie zhoubných nádorů v České republice* [online]. Dostupné z: <https://www.svod.cz/help/4-00-0.php>

ECDC, 2014. *Measles and rubella elimination: communicating the importance of vaccination* [online]. ISBN 9789291935864. Dostupné z: doi:10.2900/31986

ECDC, 2015. *Infographic - Measles is a serious disease* [online]. Dostupné z: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/infographic-measles-serious-disease>

ECDC, 2020. *Measles* [online]. Dostupné

z: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/measles-2019-aer.pdf>

ECDC, 2022. Factsheet about measles. *Factsheet* [online]. Dostupné

z: <https://www.ecdc.europa.eu/en/measles/facts>

EUROSTAT, 2013. *Revision of the European Standard Population* [online].

Lucembursko: Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-79-31094-2.

Dostupné z: [doi:10.2785/11470](https://doi.org/10.2785/11470)

FERRARI, Matthew J., Rebecca F. GRAIS, Nita BHARTI, Andrew J.K. CONLAN, Ottar N. BJØRNSTAD, Lara J. WOLFSON, Philippe J. GUERIN, Ali DJIBO a Bryan T. GRENFELL, 2008. The dynamics of measles in sub-Saharan Africa. *Nature* [online]. **451**(7179), 679–684. ISSN 14764687. Dostupné z: [doi:10.1038/nature06509](https://doi.org/10.1038/nature06509)

FINE, Paul E.M. a Jacqueline A. CLARKSON, 1982. Measles in England and Wales - I: An analysis of factors underlying seasonal patterns. *International Journal of Epidemiology* [online]. **11**(1), 5–14. ISSN 03005771. Dostupné

z: [doi:10.1093/ije/11.1.5](https://doi.org/10.1093/ije/11.1.5)

GARENNE, Michel, 1994. Sex differences in measles mortality: A world review. *International Journal of Epidemiology* [online]. **23**(3), 632–642. ISSN 03005771.

Dostupné z: [doi:10.1093/ije/23.3.632](https://doi.org/10.1093/ije/23.3.632)

GASTAÑADUY, Paul A., Jeremy BUDD, Nicholas FISHER, Susan B. REDD, Jackie FLETCHER, Julie MILLER, Dwight J. MCFADDEN, Jennifer ROTA, Paul A. ROTA, Carole HICKMAN, Brian FOWLER, Lilith TATHAM, Gregory S. WALLACE, Sietske DE FIJTER, Amy PARKER FIEBELKORN a Mary DIORIO, 2016. A Measles Outbreak in an Underimmunized Amish Community in Ohio. *New England Journal of Medicine* [online]. **375**(14), 1343–1354. ISSN 0028-4793. Dostupné

z: [doi:10.1056/nejmoa1602295](https://doi.org/10.1056/nejmoa1602295)

GOLDBERGER, Joseph a John F. ANDERSON, 1911. Experimental measles in the monkey: a supplemental note. *Public Health Reports* [online]. **26**, 887–941.

ISSN 00333549. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1999103/>

GÖPFERTOVIÁ, Dana; a Zdeněk ŠMERHOVSKÝ, 2015. *Výkladový slovník termínů v*

*epidemiologii*. Praha: Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví. ISBN 978-80-87023-31-0.

GRIFFIN, Diane E., 2018. Measles Vaccine. *Viral Immunology* [online]. **31**(2), 86–95. ISSN 15578976. Dostupné z: doi:10.1089/vim.2017.0143

HANČLOVÁ, Jana a Lubor TVRDÝ, 2003. *Úvod do analýzy časových řad* [online]. B.m. VŠB - Technická univerzita Ostrava. Dostupné z: [https://www.fd.cvut.cz/departament/k6111/PEDAGOG/VSM/7\\_AnalyzaCasRad.pdf](https://www.fd.cvut.cz/departament/k6111/PEDAGOG/VSM/7_AnalyzaCasRad.pdf)

HELFAND, Rita F, Janet L HEATH, Larry J ANDERSON, Edmond F MAES, Dalya GURIS a William J BELLINI, 1997. Diagnosis of Measles with an IgM Capture EIA: The Optimal Timing of Specimen Collection after Rash Onset. *The Journal of Infectious Diseases* [online]. **175**(1), 195–199. Dostupné z: doi:10.1093/infdis/175.1.195

HENDL, Jan, 2004. *Přehled statistických metod zpracování dat*. Portál. ISBN 978-80-262-0200-4.

HILLEMANN, Maurice R., 2001. Current overview of the pathogenesis and prophylaxis of measles with focus on practical implications. *Vaccine* [online]. **20**(5–6), 651–665. ISSN 0264410X. Dostupné z: doi:10.1016/S0264-410X(01)00384-X

HOPKINS, Donald R., Jeffrey P. KOPLAN, Alan R. HINMAN a J. Michael LANE, 1982. The Case for Global Measles Eradication. *The Lancet* [online]. **319**(8286), 1396–1398. ISSN 01406736. Dostupné z: doi:10.1016/S0140-6736(82)92510-7

JAMA, 1969. Francis Home (1719-1813) Practitioner of Experimental Medicine. *JAMA: The Journal of the American Medical Association* [online]. **209**(3), 412. ISSN 0098-7484. Dostupné z: doi:10.1001/jama.1969.03160160048017

JAROŠ, Jakub a Jakub LYSÁK, 2014. Kartogram. *Moderní geoinformační metody ve výuce GIS a kartografie* [online]. Dostupné z: <https://www.natur.cuni.cz/geografie/geoinformatika-kartografie/ke-stazeni/projekty/moderni-geoinformacni-metody-ve-vyuce-gis-a-kartografie/kartogram/>

KABRA, Sushil K a Rakesh LODHA, 2013. Antibiotics for preventing complications in

children with measles. *The Cochrane database of systematic reviews* [online]. (8), 36. Dostupné z: doi:10.1002/14651858.CD001477.pub4.www.cochranelibrary.com

KALIBOVÁ, Květa, 2005. *Úvod do demografie*. 2. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-0222-9.

KŘIVÝ, Ivan, 2012. *Analýza časových řad*. B.m. Ostravská univerzita.

KUKRÁLOVÁ, Lenka; Dalibor; SEDLÁČEK a Mirka; ŠVECOVÁ, 2019. Spalničky – reálná hrozba dnešní doby? *Pediatric pro praxi* [online]. **20**(2), 82–86. ISSN 12130494. Dostupné z: [https://www.pediatricpropraxi.cz/artkey/ped-201902-0003\\_spalnicky\\_8211\\_realna\\_hrozba\\_dnesni\\_doby.php](https://www.pediatricpropraxi.cz/artkey/ped-201902-0003_spalnicky_8211_realna_hrozba_dnesni_doby.php)

KYSELÝ, Zdeněk, Jozef DLHÝ, Denisa KADLUBCOVÁ a Sylvie KVÁŠOVÁ, 2018. *Epidemiologická situace ve výskytu spalniček v České republice* [online]. Dostupné z: <http://www.who.int/news-room/detail/>

LANGHAMROVÁ, Jitka a Ondřej ŠIMPACH, 2013. *Základy demografie: (materiály ke cvičením)*. 1. vyd. Praha: Peconomica. ISBN 978-80-1956-2.

LEFEBVRE, N., G. CAMUSET, E. BUI, D. CHRISTMANN a Y. HANSMANN, 2010. Koplik spots: A clinical sign with epidemiological implications for measles control. *Dermatology* [online]. **220**(3), 280–281. ISSN 10188665. Dostupné z: doi:10.1159/000277122

LEONG, Wei Yee a Annika Beate WILDER-SMITH, 2019. Measles resurgence in europe: Migrants and travellers are not the main drivers. *Journal of Epidemiology and Global Health* [online]. **9**(4), 294–299. ISSN 22106014. Dostupné z: doi:10.2991/jegh.k.191007.001

LEXOVÁ, Pavla, 2011. *Spalničky – význam onemocnění a jeho výskyt v Evropě* [online]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/prevence/spalnicky-vyznam-onemocneni-a-jeho-vyskyt-v-evrope>

LEXOVÁ, Pavla, Zdenka MANDÁKOVÁ, Jana KOŠTÁLOVÁ, Jan KYNČL a Radomíra LIMBERKOVÁ, 2017. Spalničky – význam onemocnění a aktuální situace v Evropě. *SZÚ* [online]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/prevence/spalnicky->

vyznam-onemocneni-a-aktualni-situace-v-evrope

LIMBERKOVÁ, R, S REPELOVÁ, L NOVÁKOVÁ, Z BLECHOVÁ, M LINKA, M LIPTÁKOVÁ a D SMÍŠKOVÁ, 2022. Epidemie spalniček 2017 až 2019 – začátek molekulární surveillance v České republice. *Epidemiologie mikrobiologie a imunologie* [online]. **71**(1), 40–47. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/en/journals/epidemiology-microbiology-immunology/2022-1-21/measles-outbreaks-in-2017-2019-molecular-surveillance-started-in-the-czech-republic-130629/download?hl=cs>

LIMBERKOVÁ, Radomíra, 2020. Spalničky - historie vakcinace. *SZÚ*.

LIMBERKOVÁ, Radomíra a Josef TRMAL, 2014. Spalničky - současná situace a nové laboratorní poznatky. *Zprávy Centra epidemiologie a mikrobiologie*. **23**(8), 288–290.

LITSCHMANNOVÁ, Martina, 2010. *Úvod do analýzy časových řad*.

MANDÁKOVÁ, Zdenka, Irena MARTINKOVÁ, Lenka PETROUŠOVÁ, Pavla LEXOVÁ, Radomíra LIMBERKOVÁ, Jana KOŠŤÁLOVÁ a Jan KYNČL, 2017a. Spalničky – aktuální epidemiologická situace a klinické zkušenosti. *Medicína pro praxi* [online]. **14**(5), 234–237. ISSN 12148687. Dostupné z: doi:10.36290/med.2017.045

MANDÁKOVÁ, Zdenka, Irena MARTINKOVÁ, Lenka PETROUŠOVÁ, Pavla LEXOVÁ, Radomíra LIMBERKOVÁ, Jana KOŠŤÁLOVÁ a Jan KYNČL, 2017b. Spalničky – aktuální epidemiologická situace a klinické zkušenosti. *Pediatric pro praxi*. **14**(5), 234–237.

MARSHALL, Teresa Michele, Dorothy HLATSWAYO a Barry SCHOUB, 2003. Nosocomial Outbreaks — A Potential Threat to the Elimination of Measles ? *The Journal of Infectious Diseases* [online]. **187**(Suppl 1), 97–101. Dostupné z: doi:10.1086/368041

MARTINKOVÁ, I, H; ŠEBÁKOVÁ, Š; MATLEROVÁ a H TOMÁŠKOVÁ, 2018. *Epidemický výskyt spalniček v Moravskoslezském kraji v roce 2017*.

MOSS, William J. a Diane E. GRIFFIN, 2012. Measles. *The Lancet* [online]. **379**(9811), 153–164. ISSN 1474547X. Dostupné z: doi:10.1016/S0140-6736(10)62352-

MZČR, 2019. *Rizika onemocnění spalničkami a možnosti prevence* [online]. Dostupné z: <https://www.mzcr.cz/rizika-onemocneni-spalnickami-a-moznosti-prevence/>

ODDĚLENÍ BIOSTATISTIKY SZÚ, 2022. *Výskyt vybraných hlášených infekcí v České republice, leden-červen 2022* [online]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/szu/infekce/2022/tabulka\\_leden\\_cerven\\_2022.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/szu/infekce/2022/tabulka_leden_cerven_2022.pdf)

ORENSTEIN, Walter A, Peter M STREBEL, Mark PAPANIA, Roland W SUTTER, William J BELLINI a Stephen L COCHI, 2000. Measles Eradication: Is It in Our Future ? *American journal of public health* [online]. **90**(10), 1521–1525. Dostupné z: [doi:10.2105/ajph.90.10.1521](https://doi.org/10.2105/ajph.90.10.1521)

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, 2016. Plan of Action for Maintaining Measles, Rubella, and Congenital Rubella Syndrome Elimination in the Region of the Americas: Final Report [online]. (September), 26–30. Dostupné z: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/33647>

PATEL, Minal K., Marta GACIC-DOBO, Peter M STREBEL, Alya DABBAGH, Mick N. MULDER, Jean-Marie OKWO-BELE, Laure DUMOLARD, Paul A. ROTA, Katrina KRETSINGER a James L GOODSON, 2016. Progress towards regional measles elimination – worldwide, 2000–2015. *Weekly Epidemiological Record* [online]. **91**(45), 525–536. Dostupné z: <http://www.who.int/wer>

PATEL, Minal K, James P. ALEXANDER, Samir V. SODHA, Claudia STEULET, Marta GACIC-DOBO, Mick N MULDER, Katrina KRETSINGER, Paul A ROTA, James L GOODSON, Jeffrey MCFARLAND, Lisa MENNING a Natasha S. CROWCROFT, 2020. Progress toward regional measles elimination - Worldwide, 2000-2019. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report* [online]. **69**(45), 1700–1705. Dostupné z: [doi:10.15585/mmwr.mm6945a6](https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6945a6)

PETRÁŠ, Marek, 2016. Opětovný návrat spalniček v Rumunsku. *vakciny.net* [online]. Dostupné z: [https://www.vakciny.net/AKTUALITY/akt\\_2016\\_27.htm](https://www.vakciny.net/AKTUALITY/akt_2016_27.htm)

PETRÁŠ, Marek, 2017. Spalničky v ČR a v Evropě. *vakciny.net* [online]. Dostupné z: [https://www.vakciny.net/spalnicky\\_CR\\_Evropa\\_2017](https://www.vakciny.net/spalnicky_CR_Evropa_2017)



- PETRÁŠ, Marek, 2019a. Může MMR očkování spustit autismus? *vakciny.net* [online].  
Dostupné z: <https://www.vakciny.net/Muze-MMR-spustit-autismus>
- PETRÁŠ, Marek, 2019b. Spalničky - problém celého světa. *vakciny.net* [online].  
Dostupné z: <https://www.vakciny.net/spalnicky-problem-celeho-sveta>
- PETROUŠOVÁ, L., L.; ROŽNOVSKÝ a I. MARTINKOVÁ, 2018. Spalničky v dětském věku – zkušenost z epidemie na Ostravsku v roce 2017. *Česko-slovenská pediatrie* [online]. **73**(1), 41–47. Dostupné  
z: <https://www.prolekare.cz/en/journals/czech-slovak-pediatrics/2018-1-23/measles-in-childhood-experience-from-the-outbreak-in-ostava-region-in-2017-63220?hl=cs>
- PROVAZNÍK, Kamil a Lumír KOMÁREK, 2004. *Manuál prevence v lékařské praxi*. Souborné v. Paha: Fortuna. ISBN 80-7168-942-4.
- RABUŠIC, Ladislav, Petr SOUKUP a Petr MAREŠ, 2019. *Statistická analýza sociálněvědních dat (prostřednictvím SPSS)*. 2. vyd. ISBN 978-80-210-9248-8.
- REUTER, Dajana a Jürgen SCHNEIDER-SCHAULIES, 2010. Measles virus infection of the CNS: human disease, animal models, and approaches to therapy. *Medical Microbiology and Immunology* [online]. **199**(3), 261–271. Dostupné  
z: [doi:10.1007/s00430-010-0153-2](https://doi.org/10.1007/s00430-010-0153-2)
- ROTA, Paul A., William J. MOSS, Makoto TAKEDA, Rik L. DE SWART, Kimberly M. THOMPSON a James L. GOODSON, 2016. Measles. *Nature Reviews Disease Primers* [online]. **2**. ISSN 2056676X. Dostupné z: [doi:10.1038/nrdp.2016.49](https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.49)
- ROTA, Paul A, Kevin E BROWN, Judith M HU, Claude P MULLER, Joseph ICENOGLE, Min-hsin CHEN, Bettina BANKAMP, Julia R KESSLER, David W BROWN, William J BELLINI a David FEATHERSTONE, 2011. Improving Global Virologic Surveillance for Measles and Rubella. *The Journal of Infectious Diseases* [online]. **204**(Suppl 1), S506–S513. Dostupné z: [doi:10.1093/infdis/jir117](https://doi.org/10.1093/infdis/jir117)
- SERRES, Gaston De, Nigel J. GAY a C. Paddy FARRINGTON, 2000. Epidemiology of Transmissible Diseases after Elimination Gaston. *American Journal of Epidemiology* [online]. **151**(11), 1039–1048. Dostupné z: <https://hdl.handle.net/2027/uc1.b4778305>

- STINCHFIELD, Patricia A a Walter A ORENSTEIN, 2020. Vitamin A for the Management of Measles in the United States. **28**(4), 181–187.
- STREBEL, Peter M., Mark J. PAPANIA, Paul A. GASTAÑADUY a James L. GOODSON, 2018. *Chapter 37: Measles Vaccines* [online]. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-35761-6.00037-7
- SYDENHAM, Thomas, 1848. *The works of Thomas Sydenham* [online]. London: London: Printed for the Sydenham Society. Dostupné z: <https://archive.org/details/worksofthomassyd01sydeiala/page/182/mode/2up?q=measles>
- SZÚ, 2018. Spalničky (measles) – základní fakta o onemocnění. *Oddělení epidemiologie infekčních nemocí* [online]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/prevence/spalnicky-measles>
- SZÚ, 2019a. *Infekce v ČR - ISIN (dříve EPIDAT)* [online]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/publikace/data/infekce-v-cr>
- SZÚ, 2019b. Spalničky. *Oddělení epidemiologie infekčních nemocí* [online]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/prevence/spalnicky-zakladni-informace>
- THOMPSON, Kimberly M., 2016. Evolution and Use of Dynamic Transmission Models for Measles and Rubella Risk and Policy Analysis. *Risk analysis : an official publication of the Society for Risk Analysis* [online]. **36**(7), 1383–1403. ISSN 15396924. Dostupné z: doi:10.1111/risa.12637
- TKADLECOVÁ, Hana, 2018. Spalničky nejen v ČR jako reemergentní infekce. *Avenier* [online]. Dostupné z: <https://odbornost.avenier.cz/cz/spalnicky-nejen-v-crjako-reemergentni-infekce>
- TKADLECOVÁ, Hana, 2019. Spalničky – výskyt v České republice a ve světě. *Avenier* [online]. Dostupné z: <https://odbornost.avenier.cz/cz/spalnicky-vyskyt-v-ceske-republicea-ve-svete>
- TKADLECOVÁ, Hana, 2021. Nezapomínejme na spalničky. *Avenier* [online]. Dostupné z: <https://vakciny.avenier.cz/cz/nezapominejme-na-spalnicky>

UK HEALTH SECURITY AGENCY, 2019. Measles, The disease. *Green Book: Chapter 21 Measles* [online]. (December), 1–23. Dostupné z: doi:10.4324/9780429049194-1

ÚZIS, nedatováno. Informační systém infekční nemoci (ISIN). *Ochrana veřejného zdraví* [online]. Dostupné z: <https://www.uzis.cz/index.php?pg=registry-sber-dat--ochrana-verejneho-zdravi--informacni-system-infekcni-nemoci>

VACULÍKOVÁ, K.; a Aleš HOZÁK, 2020. Porovnání tří epidemií spalniček Ústecký kraj 2014, Moravskoslezský kraj 2017 a Praha 2018. *Očkování a cestovní medicína* [online]. **10**(1), 10. Dostupné z: <https://odbornost.avenier.cz/cz/porovnani-tri-epidemii-spalnicek-ustecky-kraj-2014-moravskoslezskykraj-2017-a-praha-2018>

VÝZKUMNÉ CENTRUM GEOQOL, 2022. *Přehled základních ukazatelů vztahujících se k procesu úmrtnosti a nemocnosti*.

WHO, 2003. Reducing global measles mortality [online]. **21**, 7–9. Dostupné z: [https://apps.who.int/gb/archive/pdf\\_files/EB113/eeb11332.pdf](https://apps.who.int/gb/archive/pdf_files/EB113/eeb11332.pdf)

WHO, 2009. Global reductions in measles mortality 2000 – 2008 and the risk of measles resurgence. *Weekly Epidemiological Record* [online]. **84**(49), 509–516. Dostupné z: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/241466>

WHO, 2010. Global eradication of measles. *Sixty Third World Health Assembly, Provisional Agenda item 11.15* [online]. (March), 1–7. Dostupné z: [http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/WHA63/A63\\_18-en.pdf](http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA63/A63_18-en.pdf)

WHO, 2013. Global Vaccine Action Plan 2011-2020. *Vaccine* [online]. 148. ISSN 0264410X. Dostupné z: doi:10.1016/j.vaccine.2013.02.015

WHO, 2018. Measles. *Surveillance standards for vaccine-preventable diseases* [online]. 1–30. Dostupné z: <https://www.who.int/publications/m/item/vaccine-preventable-diseases-surveillance-standards-measles>

WHO, 2019a. *Measles in the WHO European region* [online]. Dostupné z: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2019-3629-43388-60900>

WHO, 2019b. Measles vaccines: WHO position paper, April 2017 – Recommendations. *Vaccine* [online]. **37**(2), 205–227. ISSN 0264410X. Dostupné z: doi:10.1016/j.vaccine.2017.07.066

WHO, 2019c. TIP: tailoring immunization programmes. *Regional Office for Europe* [online]. 95. Dostupné z: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/329448>

WHO, 2020a. Measles - Occupied Palestinian Territory. *Disease Outbreak News* [online]. Dostupné z: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2020-DON232>

WHO, 2020b. *Module 7: Measles: Update 2020* [online]. ISBN 9789241516655. Dostupné z: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331533>

WHO, 2021a. *A report on the epidemiology of selected vaccine-preventable diseases in the European Region* [online]. Dostupné z: [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/496907/WHO-EpiBrief-1-2021-eng.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/496907/WHO-EpiBrief-1-2021-eng.pdf)

WHO, 2021b. Global progress against measles threatened amidst COVID-19 pandemic. *News release* [online]. Dostupné z: <https://www.who.int/news/item/10-11-2021-global-progress-against-measles-threatened-amidst-covid-19-pandemic>

WHO, 2022a. Ukraine: Public Health Situation Analysis (PHSA). *Health Cluster Ukraine*. **61**(March).

WHO, 2022b. UNICEF and WHO warn of perfect storm of conditions for measles outbreaks, affecting children. *News* [online]. Dostupné z: <https://www.who.int/news/item/27-04-2022-unicef-and-who-warn-of--perfect-storm--of-conditions-for-measles-outbreaks--affecting-children>

WILSON, G. S., 1962. Measles as a Universal Disease. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine* [online]. **103**(3), 219. ISSN 1072-4710. Dostupné z: doi:10.1001/archpedi.1962.02080020231004

WOLFSON, Lara J, Rebecca F GRAIS, Francisco J LUQUERO, Maureen E BIRMINGHAM a Peter M STREBEL, 2009. Estimates of measles case fatality ratios: a

comprehensive review of community-based studies. *International Journal of Epidemiology* [online]. **38**(1), 192–205. Dostupné z: doi:10.1093/ije/dyn224192brought

WOLFSON, Lara J, Peter M STREBEL, Marta GACIC-DOBO, Edward J HOEKSTRA, Jeffrey W MCFARLAND a Bradley S HERSH, 2007. Has the 2005 measles mortality reduction goal been achieved? A natural history modelling study. *The Lancet* [online]. **369**(9557), 191–200. ISSN 01406736. Dostupné z: doi:10.1016/S0140-6736(07)60107-X

YANG, Qiongying, Chuanxi FU, Naizhen WANG, Zhiqiang DONG, Wensui HU a Ming WANG, 2014. The effects of weather conditions on measles incidence in Guangzhou, Southern China. *Human Vaccines and Immunotherapeutics* [online]. **10**(4), 1104–1110. ISSN 2164554X. Dostupné z: doi:10.4161/hv.27826

## Zdroje dat

---

ISIN (2020): Data získaná oficiální žádostí pro tuto diplomovou práci.

ISIN (2022): Data získaná oficiální žádostí pro tuto diplomovou práci.

WHO database (2021): Measles vaccination coverage.

<https://immunizationdata.who.int/pages/coverage/mcv.html> (cit. 2. 5. 2022).

WHO database (2021): Measles reported cases and incidence

<https://immunizationdata.who.int/pages/incidence/measles.html> (cit. 2. 5. 2022).

MZČR (2017): Výsledky administrativní kontroly proočkovanosti dětí 2 dávkami vakcíny proti spalničkám, příušnicím a zarděnkám (MMR), 2010–2017, ČR

<https://www.mzcr.cz/rizika-onemocneni-spalnickami-a-moznosti-prevence/> (cit. 3. 5. 2022).

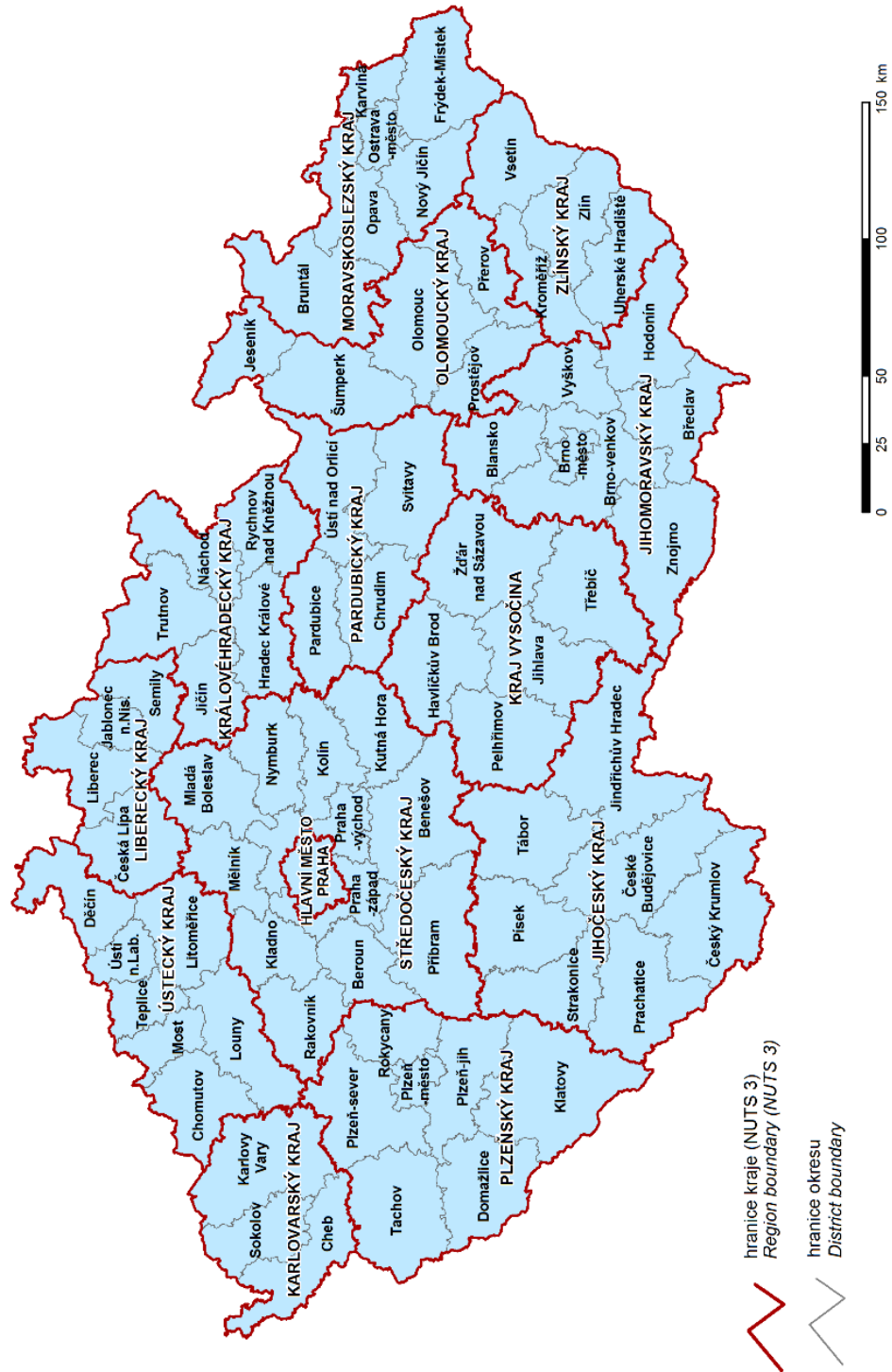
ČSÚ (2019): Demografická ročenka České republiky – 2019

<https://www.czso.cz/csu/czso/demograficka-rocenka-ceske-republiky-2019> (cit. 20. 7. 2022).

# Přílohy

Příloha 1: Okresy a kraje Česka

## Kraje (NUTS 3) a okresy České republiky Regions (NUTS 3) and Districts in the Czech Republic



Zdroj: ČSÚ

## Příloha 2: Extrakce faktorů metodou hlavních komponent, celkový rozptyl

Faktory	Vlastní číslo			Extrahované Faktory			Rotované faktory		
	Celkem	Odchylka %	Kumulace %	Celkem	Odchylka %	Kumulace %	Celkem	Odchylka %	Kumulace %
1	5,62	46,80	46,80	5,62	46,80	46,80	4,96	41,31	41,31
2	2,73	22,78	69,57	2,73	22,78	69,57	3,35	27,91	69,23
3	1,59	13,26	82,84	1,59	13,26	82,84	1,63	13,61	82,84
4	0,99	8,28	91,12						
5	0,37	3,09	94,21						
6	0,29	2,38	96,59						
7	0,15	1,25	97,85						
8	0,10	0,80	98,64						
9	0,08	0,66	99,30						
10	0,06	0,54	99,84						
11	0,01	0,09	99,93						
12	0,01	0,07	100,00						

Poznámka: Extrakce faktorů: Metoda hlavních komponent, tučně zvýrazněné % vysvětlené variability třemi extrahovanými faktory

Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

## Příloha 3: Kolik % variability proměnných zůstalo zachováno

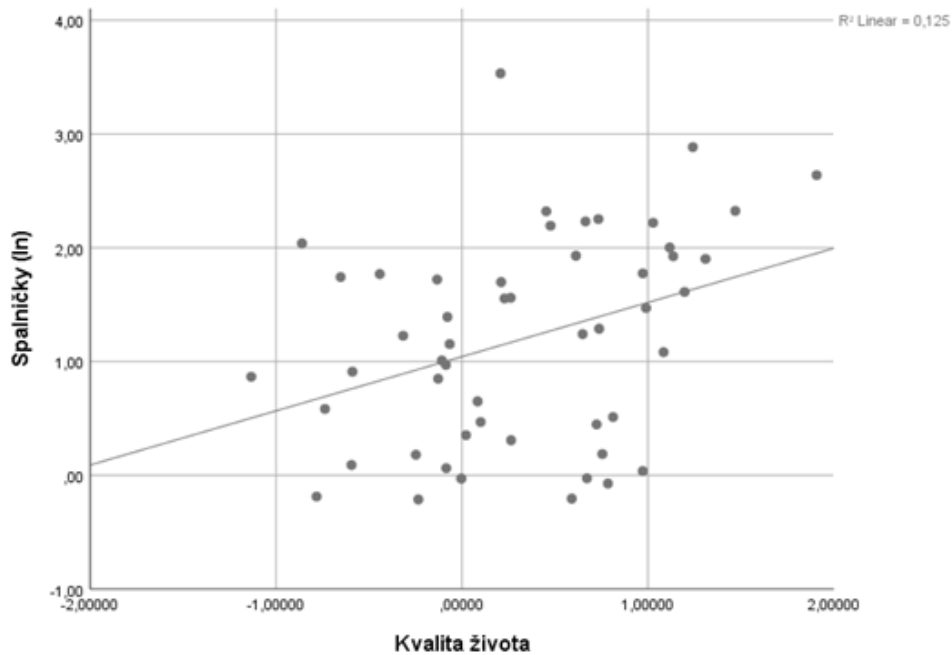
	Počáteční	Extrahované
hustota zalidnění	1,00	0,88
naděje dožití mužů	1,00	0,87
naděje dožití žen	1,00	0,75
městské obyvatelstvo	1,00	0,72
přírůstek stěhováním	1,00	0,67
index stáří	1,00	<b>0,99</b>
nezaměstnanost mužů	1,00	<b>0,63</b>
nezaměstnanost žen	1,00	0,78
Přirozený přírůstek	1,00	0,84
průměrný věk	1,00	0,98
věk 0-14 let	1,00	0,90
věk 65+	1,00	0,93

Poznámka: Extrakce faktorů: Metoda hlavních komponent, tučně zvýrazněné největší a nejmenší zachování variability z původních proměnných (v %)

Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

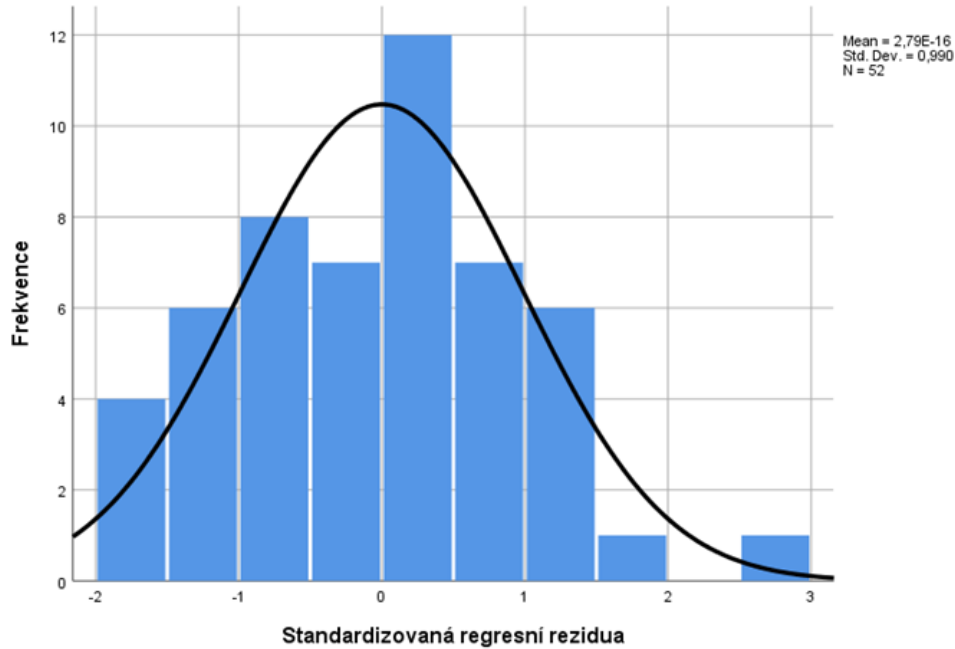


#### Příloha 4: Rozptyl hodnot závislé proměnné a nezávislé proměnných



Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

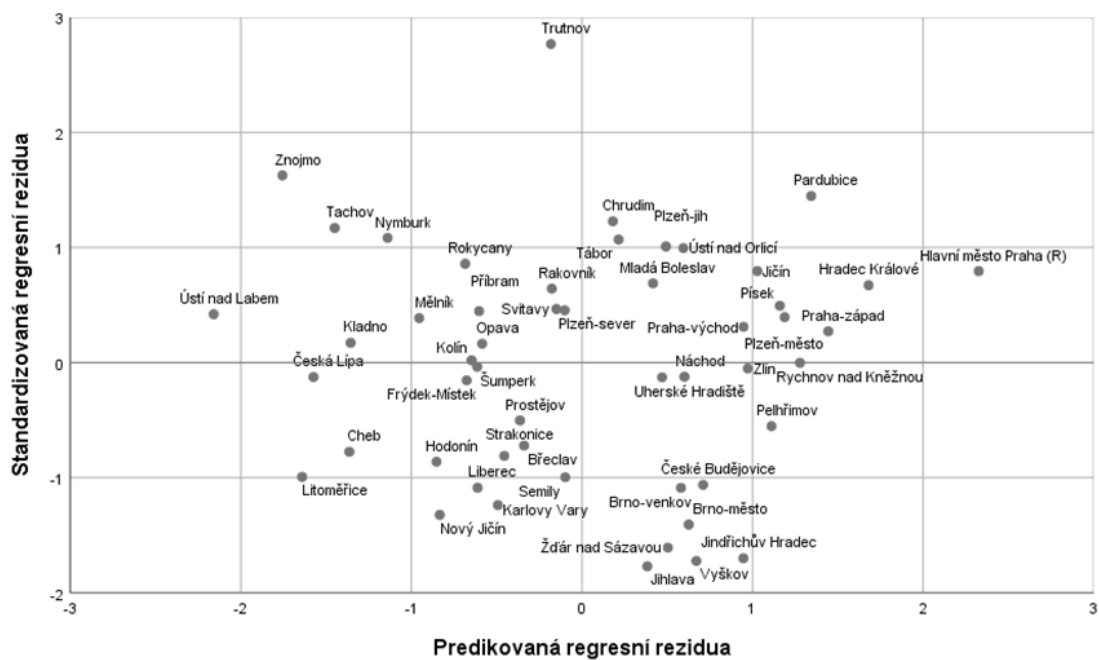
#### Příloha 5: Histogram rozdělení reziduí míry onemocnění spalničkami



Poznámka: Očekávané a naměřené hodnoty

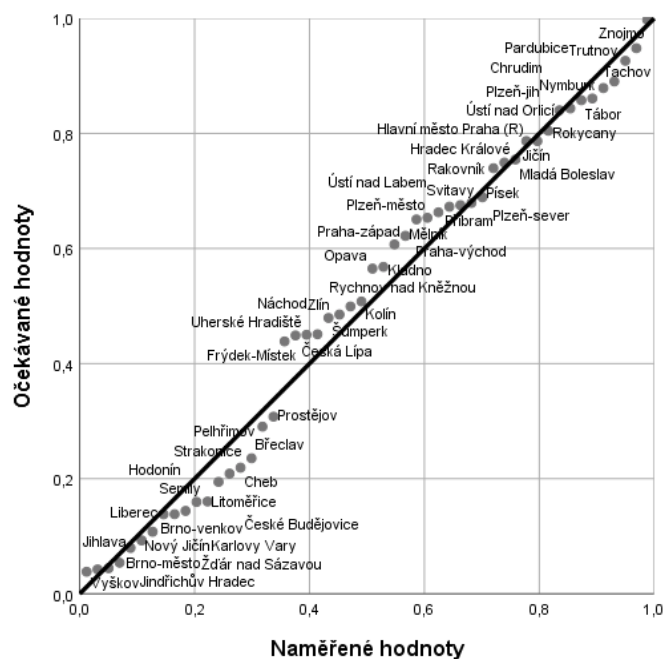
Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

## Příloha 6: Regresní rezidua míry onemocnění spalničkami



Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

## Příloha 7: Očekávané a naměřené hodnoty onemocnění spalničkami



Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování

Příloha 8: Faktorová skóre pro faktor kvalita života

okres	faktorová skóre	okres	faktorová skóre
Hlavní město Praha	1,91	Břeclav	0,10
Hradec Králové	1,47	Prostějov	0,08
Praha-západ	1,31	Kutná Hora	0,07
Pardubice	1,24	Vsetín	0,06
Rychnov nad Kněžnou	1,20	Strakonice	0,02
Plzeň-město	1,14	Prachatice	0,00
Písek	1,12	Karlovy Vary	0,00
Pelhřimov	1,08	Kroměříž	-0,03
Jičín	1,03	Opava	-0,07
Zlín	0,99	Příbram	-0,08
Praha-východ	0,97	Liberec	-0,08
Jindřichův Hradec	0,97	Šumperk	-0,09
Havlíčkův Brod	0,85	Kolín	-0,11
České Budějovice	0,81	Frýdek-Místek	-0,13
Vyškov	0,78	Rokycany	-0,13
Brno-město	0,75	Nový Jičín	-0,24
Blansko	0,74	Hodonín	-0,25
Náchod	0,74	Mělník	-0,32
Ústí nad Orlicí	0,73	Přerov	-0,33
Brno-venkov	0,72	Nymburk	-0,44
Třebíč	0,67	Kladno	-0,59
Žďár nad Sázavou	0,67	Cheb	-0,59
Plzeň-jih	0,66	Tachov	-0,65
Uherské Hradiště	0,65	Česká Lípa	-0,74
Mladá Boleslav	0,61	Litoměřice	-0,78
Jihlava	0,59	Znojmo	-0,86
Tábor	0,48	Český Krumlov	-0,87
Benešov	0,47	Ústí nad Labem	-1,13
Chrudim	0,45	Teplice	-1,41
Jablonec nad Nisou	0,43	Děčín	-1,46
Olomouc	0,42	Jeseník	-1,60
Klatovy	0,41	Chomutov	
Semily	0,26	Sokolov	
Plzeň-sever	0,26	Bruntál	
Svitavy	0,23	Louny	
Rakovník	0,21	Most	
Trutnov	0,21	Ostrava-město	
Domažlice	0,18	Karviná	
Beroun	0,10		

Zdroj: data ISIN, ČSÚ, vlastní zpracování