

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje

Studijní program: Epidemiologie

Studijní obor: Sociální epidemiologie



Bc. Lea Švábová

Časoprostorová analýza šíření chřipkové epidemie v Česku
Spatiotemporal analysis of spreading of influenza epidemic in Czechia

Diplomová práce

Vedoucí práce:

RNDr. Pavlína Netrdová, Ph.D.

Praha, 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze

podpis autorky

Abstrakt

Chřipka provází lidstvo celá století a již po staletí na ni umírají tisíce lidí. Každý rok se v Česku pravidelně objevuje sezónní chřipka, způsobená běžně cirkulujícími viry chřipky, ve kterých dochází k drobným změnám. Jednou za 10-20 let se ale objeví zcela nový poddruh tohoto viru, se kterým se lidské tělo ještě nesešlo, jelikož ve viru dojde k velkým genetickým změnám. Nejvíce postižené státy jsou chudé asijské či jiné státy, kde je nedostatečná hygiena nebo nedostupná lékařská péče zároveň je v těchto státech bývá i vysoká úmrtnost. Chřipka a jiné akutní i chronické respirační onemocnění podléhá hlášení, proto je možné provádět demografické či statistické analýzy. V Česku je ale hlášeno pouze 50-55 % veškerých případů. Tato práce se věnuje časoprostorové analýze šíření chřipky v Česku pomocí statistických analýz jako je korelační analýza či analýza časových řad. Práce s pomocí těchto metod má za cíl odpovědět na otázky týkající se časoprostorových vzorců šíření chřipky, tedy jaká je opakovatelnost jednotlivých sezón a regionální rozdílnost. Tyto vzorce jsou klíčové k určování šíření, znalosti vývoje a dynamiky onemocnění.

Klíčová slova: chřipka, Česko, časoprostorová analýza, regionální diference

Abstract

Influenza is accompanying humans for centuries and for centuries people are dying in hundreds. Every year there is seasonal influenza epidemic, which is caused by common circling influenza viruses in which happened small changes. Every 10-20 years is discovered completely new influenza virus subtype which is created by big genetical changes. Most affected areas are poor states in Asia or in different countries with insufficient hygiene or unavailable medical care, these countries also have huge mortality. Czech Republic wasn't independent for many centuries and describing historical evolution of this disease is very complicated, but we have few data from Spanish influenza time. Influenza and other acute or chronic respiratory are reported, so it is possible to create some demographic or statistical analysis. Unfortunately, in Czech Republic only 50-55 % of all cases are reported. This work is devoted to spatiotemporal analysis of influenza in Czechia and is done through statistical analysis like correlation analysis or time series analysis that are examining spatiotemporal way of the spread of the virus. Goals of this thesis with the help of these methods are to answer questions about questions concerning the spatiotemporal patterns of influenza spread, therefore what the repeatability of individual seasons and regional differences is. These patterns are key to determining the spread, knowledge of disease development and dynamics.

Key words: influenza, Czechia, spatiotemporal analysis, regional differentiation

Poděkování

Ráda bych poděkovala své školitelce RNDr. Pavlíně Netrdové, Ph.D., za vedení práce a konzultace, které pomohly mé práci udat správný směr. Dále také děkuji mé rodině a přátelům, kteří mi byli po celou dobu studia silnou oporou a všemi možnými prostředky mě podporovali.

Obsah

Seznam obrázků	6
Seznam grafů.....	7
Seznam tabulek.....	8
Seznam příloh.....	9
Seznam zkratk.....	10
1. Úvod	11
2. Chřipka jako infekční onemocnění	14
2.1. Anatomie viru chřipky	15
2.1.1. Antigenní drift a shift.....	21
2.2. Léčba a epidemiologické opatření.....	21
2.2.1. Chřipková vakcína.....	22
2.2.2. Primární opatření	24
2.2.3. Sekundární opatření	31
3. Výskyt a šíření chřipky ve světě.....	34
3.1. Historie šíření viru	35
3.1.1. Španělská chřipka.....	36
3.1.2. Pandemie ptačí chřipky	38
3.2. Přenos	41
3.3. Výzkumné hypotézy.....	43
4. Metodika a data	45
4.1. Zdroje dat.....	45
4.2. Analýza časových řad	48
4.3. Korelační analýza	49
4.4. Geografické informační systémy (GIS).....	50
5. Vývoj úmrtnosti v Česku	51
6. Šíření chřipky v Česku	55
6.1. Územní souvislosti výskytu chřipky.....	57
6.2. Prostorová analýza výskytu chřipky	59
6.3. Časové trendy vývoje chřipky.....	65
7. Závěr	71
8. Seznam literatury.....	75
9. Přílohy	81

Seznam obrázků

Obrázek 1: Anatomie viru	15
Obrázek 2: Procentuální zastoupení typů chřipek na celém světě v roce 2018.....	18
Obrázek 3: Fáze pandemického plánu WHO.....	25
Obrázek 4: Regiony WHO.....	26
Obrázek 5: Doba přežívání chřipkového viru	28
Obrázek 6: Pandemie v čase.....	39
Obrázek 7: Úmrtí na Asijkou chřipku (pouze státy s dostupnými daty).....	40
Obrázek 8: Postižení jednotlivých států pandemií prasečí chřipky.....	41
Obrázek 9: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2007	62
Obrázek 10: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2017	63
Obrázek 11: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2013.....	64
Obrázek 12: Chřipková sezóna v USA v roce 2017 - první týden.....	65
Obrázek 13: Chřipková sezóna v USA v roce 2017 - druhý týden	65
Obrázek 14: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Ústeckém kraji.....	68
Obrázek 15: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Královéhradeckém kraji	69
Obrázek 16: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Libereckém kraji	70

Seznam grafů

Graf 1: Početní výskyt typů chřipky v celém světě, 1995-2020.....	19
Graf 2: Počet nakažených typy chřipky v roce 2019-2020 v Evropském regionu WHO	19
Graf 3: Početní zastoupení nakažených typy chřipky na severní polokouli 2019-2020	20
Graf 4: Početní zastoupení nakažených typy chřipky na jižní polokouli 2019-2020	20
Graf 5: Ukazatel populace starší 65 let a jejich procento proočkovánosti	30
Graf 6: Histogramy rozložení dat socioekonomických činitelů a nakažených.....	47
Graf 7: Počet zemřelých na chřipku od roku 1995 do roku 2018.....	52
Graf 8: Počty zemřelých na chřipku dle pohlaví v letech 1995-2018	52
Graf 9: Počet zemřelých na chřipku dle věkových kategorií 2000-2014.....	53
Graf 10: Celková intenzita úmrtnosti na chřipku na 100 000 obyv., 2000-2014	54
Graf 11: Početní šíření typů chřipky v Česku v letech 2019-2020.....	55
Graf 12: Podíl případů chřipky typu A a B v sezónách od roku 2000 do 2016 v Česku.....	56
Graf 13: Početní zastoupení nakažených typy chřipky v Česku od roku 1995 do roku 2020	57

Seznam tabulek

Tabulka 1: Základní informace o datech socioekonomických činitelů za kraje.....	47
Tabulka 2: Interpretace hodnot korelačních koeficientů	49
Tabulka 3: Korelace nemocnosti chřipkou a socioekonomických faktorů v roce 2008.....	58
Tabulka 4: Korelace nemocnosti chřipkou a socioekonomických faktorů v roce 2011.....	58

Seznam příloh

Příloha 1: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Jihočeském kraji	81
Příloha 2: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Jihomoravském kraji	82
Příloha 3: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Karlovarském kraji.....	83
Příloha 4: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Moravskoslezském kraji	84
Příloha 5: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Olomouckém kraji.....	85
Příloha 6: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Pardubickém kraji.....	86
Příloha 7: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Plzeňském kraji.....	87
Příloha 8: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v hlavním městě Praha	88
Příloha 9: Dekompozice časové řady výskytu chřipky ve Středočeském kraji	89
Příloha 10: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v kraji Vysočina.....	90
Příloha 11: Dekompozice časové řady výskytu chřipky ve Zlínském kraji.....	91
Příloha 12: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2008	92
Příloha 13: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2009	93
Příloha 14: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2010	94
Příloha 15: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2011	95
Příloha 16: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2012	96
Příloha 17: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2014	97
Příloha 18: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2015	98
Příloha 19: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2016	99
Příloha 20: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2018	100
Příloha 21: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2019	101

Seznam zkratek

CDC	Centrum pro kontrolu a prevenci nemocí
ČSÚ	Český statistický úřad
GBD	Global Burden of Disease Study
GIS	Geoinformační systémy
GLaMOR	Global Influeza Mortality
H	hemaglutinin
HDP	Hrubý domácí produkt
N	neuraminidáza
RNA	ribonukleová kyselina
SZÚ	Státního zdravotního ústavu
USA	Spojené státy Americké
WHO	Světová zdravotnická organizace

1. Úvod

Chřipka je onemocnění, které pravděpodobně každého z nás alespoň jednou za život postihlo. Jedná se o RNA virus, který je velmi nestabilní, rád mutuje, přenáší se snadno větrem a kapénky a každý rok nakazí miliony lidí po celém světě. Nejedná se čistě o lidský vir, ale velké historické pandemie byly způsobeny mutací zvířecího typu viru, jako byla španělská nebo ptačí chřipka (Smetana 2018). Chřipka je velmi proměnlivé onemocnění, které sužuje lidstvo již po dlouhá století. První věrohodné dokumenty pocházejí z 16. století, avšak první zmínky jsou daleko starší a přesahují před náš letopočet (Houdret 1994). Každý rok na chřipku umírá několik stovek až tisíc lidí po celém světě. Při pandemických stavech jsou tato čísla mnohonásobně zvýšena a dochází k zahlcení zdravotních zařízení, vyřazení průceschopných obyvatel a v neposlední řadě také i k velkým hospodářským škodám. Vzhledem ke změnám, ke kterým dochází uvnitř viru a obrovské úmrtnosti při pandemiích, ale i nezanedbatelné úmrtnosti při „normální“ chřipce, nelze toto onemocnění brát na lehkou váhu.

Nejznámější pandemie chřipky proběhla v letech 1918-1919 a je známá jako španělská chřipka. „Nejmladší“ pandemií je poté mexická neboli prasečí chřipka z roku 2009. Pandemie nového koronaviru vyvolávající nemoc COVID-19 vytáhla na povrch otázku ohledně rozdílu mezi klasickou chřipkou a tímto novým virem. Tyto pandemie a potýkání se s mnoha dalšími mikroorganismy vedly a stále vedou k rozvoji léků a zdokonalování očkování jako důležitého preventivního opatření.

Symptomy mezi chřipkou a nemocí COVID-19 mívají často podobnou prezentaci. Nejdříve je nutno poznamenat, že obě onemocnění jsou respirační a infekční a způsobují velkou řadu možných projevů, od zcela asymptomatického průběhu, přes lehké projevy až po velmi vážný průběh či smrt. Chřipka má spíše klasické symptomy, jako je únava, rychle nastupující horečka nebo bolest kloubů a svalů, symptomy koronaviru mají velké rozpětí od velmi mírných až po velmi těžké jako jsou vysoké horečky a dušnost, ztráta čichu, suchý kašel, třesavka a zimnice (Rettner 2020, mojemedicína.cz 2017). Druhou hlavní spojitostí je přenos těchto nemocí. Obě nemoci se přenášejí kontaktem, aerosolem, kapénkami nebo kontaminovanými předměty. Tudíž při obou nemocech je doporučen stejný postup prevence, která se na příklad skládá z dobré hygieny, častým mytí rukou, kýcháním do kapesníku, který je následně vyhozen do odpadkového koše atp. (WHO 2020).

Největší rozdíly jsou v rychlosti přenosu, inkubační době, reprodukčním čísle a dále pak v počtech závažných případů a úmrtí. V roce 2020 z celkových 38 milionů nakažených chřipkou na celém světě bylo hospitalizováno jedno procento nemocných, kdežto u koronavirové nákazy bylo hospitalizováno 12 % nakažených. Úmrtnost na chřipku je v USA

okolo 0,1 %, což je velmi nízké číslo, které odpovídá poměrně velké proočkovanosti obyvatelstva a zdravotního personálu. Počet zemřelých na COVID-19 je vyšší než u chřipky a obecně se úmrtnost uvádí mezi třemi a čtyřmi procenty (WHO 2020). Kde dne 15. 4. 2020 zemřelo v USA 26 064 lidí, což z počtu nakažených (614 246) činí 4,2 % (Worldometer.info 2020). Studie úmrtnosti byla provedena v únoru v pevninské Číně, kde celková průměrná úmrtnost byla 2,3 %. Úmrtnost se samozřejmě liší dle místa nákazy a skladby obyvatelstva v dané lokalitě, pro názornost úmrtnost v Číně byla 12 % ve městě Wu-chan, 4 % v provincii Hubei a 0,9 % ve zbytku Číny (Rettner 2020). Koronavirus je obávaný i z toho důvodu, že na rozdíl od chřipky na toto onemocnění pro zatím neexistuje očkování fungující na stejném principu jako je tomu u jiných očkovaní, ani léky či antivirotika jako je tomu u chřipky. Vzhledem k rozdílnosti obou skupin virů a následků nemoci, nemůžeme označit pandemii koronaviru za další pandemii chřipky.

Předložená diplomová práce má za cíl odhalit dlouhodobé pravidelnosti v šíření chřipkových epidemií v Česku jak z pohledu časového, tak regionálního. Tento cíl je důležitý, jelikož chřipka provází lidstvo již mnoho století, a i přes vývin léků a očkovaní se každoročně objevuje v sezónních epidemiích. Časoprostorové vzorce šíření chřipky nám pomáhají při určování ohnisek nákazy a predikci šíření nových pandemických virů. Díky těmto vzorcům se odhalila pravidelnost i u sezónních epidemií, které na první pohled vypadaly náhodně, jak časově, tak prostorově. Časoprostorové vzorce jsou tedy klíčové pro znalost vývoje, přenosu, šíření a dynamiky onemocnění. Práce vychází z dostupných dat a věnuje se nemocnosti i úmrtnosti na chřipku v Česku v jednotlivých krajích. Úmrtnost je analyzována za období od roku 1995 do roku 2018 a nemocnosti za období od roku 2007 do roku 2019.

Uvedený hlavní cíl lze rozdělit na dva dílčí cíle, kterým bude věnována pozornost. Prvním cílem je zhodnocení časové pravidelnosti nástupu chřipkové epidemie v celém Česku. Výsledky poslouží k ověření platnosti všeobecně přijímaných teorií o šíření chřipky, které budou představeny a diskutovány v teoretické části práce. Existují pravidelnosti v nástupu chřipkové epidemie v Česku? Jaká je přesně sezónnost chřipkového viru? To jsou výzkumné otázky, na které budou hledány odpovědi. I když existují odborné studie na toto téma, žádná z nich neodpovídá na tyto otázky konkrétně (SZÚ 2019), a zároveň tak podrobná analýza v Česku za delší časové období provedena nebyla. Zajímavým přínosem této práce jsou zejména grafické výstupy, které jasně znázorňují šíření viru chřipky. Tyto grafické výstupy obvykle bývají v Česku interpretovány pouze v období pandemie, na rozdíl na příklad od USA, které tyto výstupy poskytují každoročně. Druhým cílem je zhodnotit regionální diferenciaci ve výskytu a časovém průběhu chřipkové epidemie na úrovni krajů v Česku včetně posouzení možných příčin. Získané výsledky opět poslouží k ověření poznatků získaných v teoretické části práce, tedy zda v Česku fungují stejné zákonitosti šíření chřipky jako ve světě. Výzkumné

otázky se zaměřují na existenci či neexistenci sousedského vztahu při šíření chřipky mezi kraji a významnost vlivu možných podmiňujících faktorů. Regionální diference šíření chřipky nebyla doposud v rámci Česka věnována pozornost, a tak práce napomůže ukázat možné podmiňovací faktory při šíření chřipky a existenci či neexistenci sousedských vztahů.

Práce využívá statistický a GIS software jak pro přípravu a časoprostorovou analýzu získaných dat, tak pro prezentaci výsledků. Byly získané údaje o nemocnosti chřipky za jednotlivé kraje Česka, relativizované na 100 tisíc obyvatel, za roky 2007-2019. Z dalšího zdroje byly získány údaje o možných podmiňujících faktorech výskytu chřipky za jednotlivé kraje v Česku. Posledním zdrojem dat k analýze byly použity počty zemřelých s prokázanou primární příčinou smrti – chřipka, v Česku za roky 1995-2018.

Práce je strukturovaná do dvou hlavních částí, a to na část teoretickou a část praktickou. V teoretické části je v jednotlivých kapitolách popsán životní cyklus viru, jeho způsob množení a šíření, vybrané historické pandemie a důvody jeho velké rozšíření pomocí rešerše odborné literatury. Praktická část se věnuje analýze získaných dat pomocí statistického a GIS softwaru a interpretaci získaných výsledků. Práce řeší sezónnost, sousedský efekt šíření chřipky, vývojový trend nemocnosti a vývoj úmrtnosti.

2. Chřipka jako infekční onemocnění

Každoročně s ochlazením a s příchodem dětí do škol přichází i sezona chřipky, která se drží až do oteplení. S počasím nebo teplotou toto onemocnění ale přímo moc společného nemá. Teplotní vliv má takový účinek, že lidé tráví více času uvnitř budov, tím pádem i ve větším množství než v teplých měsících a vir tak má lepší šance pro své šíření (Davidson 2015).

Vedle klasické rýmy je chřipka nejznámějším a jedním z nejrozšířenějších respiračních onemocnění na světě. Ročně se nakazí 25 až 50 milionů lidí, a to jen v USA. Chřipka je obecně, ale i mediálně považována za lehkou nemoc, které není třeba přikládat velkou váhu. Každý si myslí, že chřipku zná – bolesti kloubů a svalů, horečka, rýma, osoba třesoucí se pod přikrývkou a za pár dní pocení je po nemoci (Davidson 2015). Tento scénář ale není vždy přísně dodržován stejně, a proto se pro někoho zdánlivě banální onemocnění může stát fatálním. Mnoho lidí si myslí, že právě spouštějící se rýma je předzvěstí chřipky, ta se ale v začátcích onemocnění moc neuplatňuje, a tak se může jednat o obyčejnou rýmu, případně o rýmu alergickou. Zbystřit by však měli lidé, kteří se cítí schvácení či rozlámaní, to už je totiž znamení, že dotyčná osoba může mít horečku, která u chřipky dosahuje vysokých hodnot, a to až 40 °C (Houdret 1994).

Ani Flemmingův objev penicilinu v roce 1929 a následné masivní rozšíření antibiotik všeho druhu, ale lidem nepomůže. Přesto, že lidé užijí antibiotika nalezené v chladničce z dob dřívější nemoci, jim ale léky většinou nezaberou. Chřipka je virové onemocnění a pocit úlevy, který mohou lidé pociťovat po požití antibiotik může být způsoben eliminací případné sekundární bakteriální choroby.

V minulosti, kdy nebyl takový pokrok ve virologických výzkumech, a diferenciaci virových respiračních nákaz byla minimální, šlo jen velmi obtížně rozpoznat, o jaké onemocnění se vlastně jedná. Veškerá onemocnění projevující se stejnými chřipkovými příznaky, se dříve jednotně označovala jako chřipka, bez ohledu na jemné rozdíly v symptomatice nebo na původce onemocnění (Kredba 1970). Právě až díky novým poznatkům v této oblasti můžeme odlišit, zda se jedná o pravý vir chřipky nebo o jiné virové onemocnění jako je např. vir ornitózy, *Coxiella burneti* nebo jiné onemocnění mající chřipkovitý průběh.

Název influenza pochází z Itálie 15. století, kde věřili, že výskyt chřipky má těsný vztah ke hvězdám. Italové ujišťovali, že výskyt i zmizení, stejně tak jako občasná vyšší virulence jsou ovlivňovány vztahy mezi hvězdami (Houdret 1994). Do té doby byl v Itálii používán název *freddo*, což znamená chladný vítr, s odkazem na možnou příčinu nemoci. Termín chřipka (influenza) byl běžně používán v polovině 17. století přinejmenším v Británii, kde se

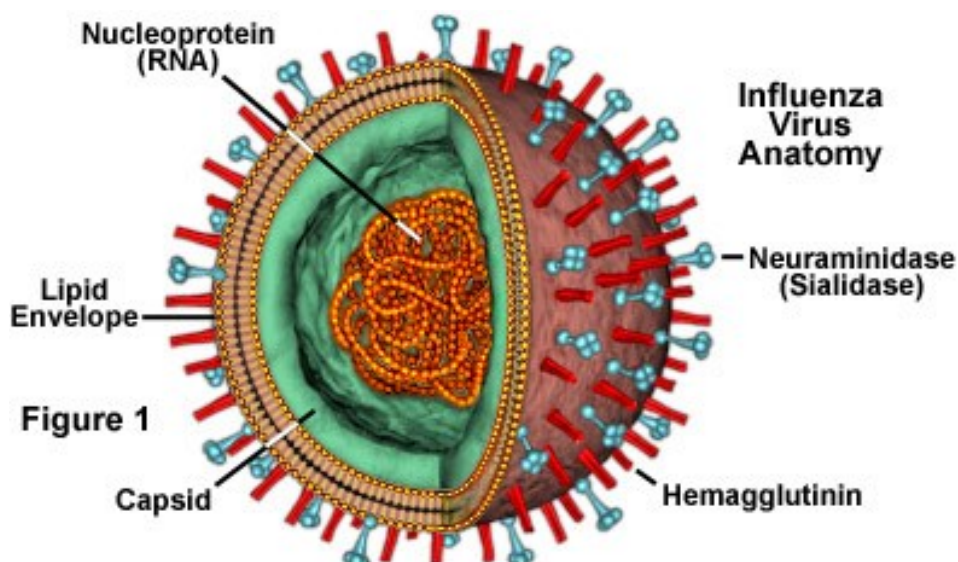
předpokládalo, že nemoc způsobil vliv chladu spolu s astrologickými vlivy – z itaštiny influenza di freddo a influenza di stelle (History 2018).

Toto pojmenování bylo v 18. století ve Francii nahrazeno slovem *grippe* z germánského slova *grippen* neboli uchopit (Houdret 1994). K další změně názvu došlo roce 1892 kdy dr. Richard Pfeiffer izoloval neznámou bakterii ze sputa svých nemocných pacientů s chřipkou a došel k závěru, že bakterie způsobují chřipku. Nazval to Pfeifferův bacil nebo *Haemophilus influenzae* (History 2018). Tento poznatek byl vyvrácen až v roce 1931 při izolaci pravého viru chřipky od prasat.

2.1. Anatomie viru chřipky

Původcem onemocnění je virus z čeledi orthomyxoviridae, nikoliv bakterie. Infekční virová částice je složena pouze z nukleové kyseliny (RNA), proteinového obalu a tento komplet neboli nukleokapsid, je schovaný pod membránovým obalem (Houdret 1994), jak je znázorněno na obrázku č. 1. Mimo lidský organismus je virus málo odolný a rychle hyne. Je snadno dezaktivován rozpouštědly, jako je éter nebo chloroform, zároveň je citlivý na všechny běžné dezinfekční prostředky (Houdret 1994). Virus se tedy vylučuje veškerým sekretem dýchacích cest, jako je kašláním a kýčáním, ale i obyčejným mluvením (Šebek 2006). Přenos je možný i nepřímou cestou, ve vysušené formě a nízkých teplotách však vir zůstává dlouhé měsíce plně virulentní, což je nebezpečné při velkých mrazech bez sněhu (Kredba 1970).

Obrázek 1: Anatomie viru



Zdroj: (2015) <https://micro.magnet.fsu.edu/cells/viruses/influenzavirus.html>

Na povrchu viru se nachází dva antigeny, které slouží jako „klíče“ pro vniknutí viru do buňky. První antigen se nazývá hemagglutinin (H) a zajišťuje přichycení viru na povrch

hostitelské buňky. Druhý povrchový antigen se nazývá neuraminidáza (N). Její funkcí je narušovat povrch hostitelské buňky, a usnadnit tak vstup a výstup viru z a do buňky (Šebek 2006). Tak jak vir v průběhu let mutuje a zároveň ho vědci více zkoumají, přibývají i typy hemagglutininů a neuraminidáz. V roce 2006 bylo známo celkem 15 typů hemagglutininu a devět typů neuraminidáz, koncem roku 2006 byl objeven další typ hemagglutininu, od roku 2015 bylo dosud objeveno 18 typů hemagglutininů a 11 typů neuraminidáz (Šebek 2006, Sedlák 2006, Göpfertová 2015, History 2018).

Tyto dva povrchové antigeny jsou upevněny ve virovém obalu a mají dají se označit za protein M1 a protein M2. Protein M1 se dá označit jako kostra viru, protože vir stabilizuje a určuje základní podobu jeho tvaru. Skrz tento protein prochází kanálky tvořené proteinem M2, který umožňuje svléknutí viru ze svých obalů a umožňuje tak viru uvolnit svou genetickou informaci do hostitelské buňky (Šebek 2006).

V dnešní době známe již různé typy viru, které od sebe můžeme oddělit i antigenně. Antigen je látka, kterou imunitní systém pozná a reaguje na ni imunitní odpovědí. Nejčastěji tím, že nastartuje produkci jedné či více protilátek. Každá protilátka se poté váže na příslušné antigeny specifickým systémem podobným klíči a zámku. Antigeny jsou buď z vnějšího prostředí (očkování) nebo se tvoří přímo v těle. Vzhledem k vysoké specifitě jednotlivých antigenů a systému zámeček klíč je druhou největší odpovědí imunitního systému zničit případně neutralizovat cizí nebo škodlivé antigeny (Plánská 2016).

U chřipky se tyto typy antigenů označují pod písmeny A, B, C a D (WHO 2018). Viry chřipky typu A a B si jsou navzájem velmi podobné, jejich RNA se skládají z osmi částí a patří do stejné skupiny influenza virů a vyvolávají každoroční epidemie. Na druhé straně virus typu C má RNA složenou pouze ze sedmi částí a tvoří vlastní druh. Tyto druhy chřipky se liší nejen jadernými bílkovinami, ale i svou virulentností. Virulence je vlastnost mikrobu, která vyjadřuje stupeň schopnosti vyvolat onemocnění ve srovnání s jinými druhy daného kmene. Viry typů A a C jsou nakažlivé pro člověka, ale i pro některá zvířata, kdežto virem typu B se může nakazit pouze člověk (Šebek 2006). Přesto, že je virus typu C nakažlivý i pro zvířata, díky jiné struktuře vyvolává jen lehká onemocnění dýchacích cest u malých dětí. Nejhorším typem z hlediska pandemií je vir typu A. Je to způsobeno jeho schopností vysoké proměnlivosti a možností kombinovat antigeny člověka a zvířat. Virus typu B takové schopnosti nemá, proto nevytváří hrozbu pandemií a má lehčí průběh (Šebek 2006). Chřipka typu D primárně postihuje dobytek a dosud není znám přenos na člověka (WHO 2018).

Pro účely systematizace, bylo vytvořeno speciální názvosloví. Každý virus má poté přesný název, který se skládá z následujících částí:

1. původní hostitel (člověk, prase, pták),
2. místo původu (Chile, Hongkong...),
3. číslo kmene,
4. rok nalezení viru.

Do závorky se dále ještě přidává typ hemaglutininu a neuraminidázy (Šebek 2006). Příkladem může být první izolovaný vir ptačí chřipky, který byl biologicky klasifikován později, ale nese označení původního roku objevu – A/Chicken/Brescia/1902(H₇N₇) (Smetana 2018). Dalším příkladem je opět vir typu A, který byl součástí vakcíny pro sezonu 2008-2009 A/Swine/Brisbane/59/2007(H₁N₁). U viru typu B se nepíše podtyp hemaglutininu a neuraminidázy, zároveň se vynechá i zápis původního hostitele, protože vir typu B postihuje jen člověka (Čelko 2017). Chřipka typu B je rozpoznávána podle linií a kmenů, laicky řečeno podle místa výskytu (Čelko 2017, History 2018).

Parachřipka neboli parainfluenza je skupina virů vyvolávající akutní záněty dýchacích cest, a to zejména v dětské populaci. Poprvé byl virus parachřipky izolován až v roce 1955. Infekce postihuje sliznice nosu a krku, při horším průběhu postihuje i paranazální dutiny nebo Eustachovu trubici (Havlík 1990).

Skupina těchto virů patří mezi paramixoviry a jsou známy čtyři typy virů. Jejich velikost je větší (130-150 nm), než je velikost chřipkových virů (80-120 nm), ale také obsahují pouze RNA a na rozdíl od chřipky jsou tyto viry antigenně stálé a je vylučován hlenem dýchacích cest a zdrojem infekce je člověk (Kredba 1970). Typy 1, 2 a 3 se nachází po celém světě, typ 4 byl nalezen pouze v USA a Velké Británii. Typy 1 a 2 se šíří většinou v zimních měsících a nevyskytují se u dětí do 4 až 6 měsíců, naopak typ 3 vyvolává infekce již v raném kojeneckém věku.

Viry parainfluenzy se vyskytují zejména u dětského kolektivu, kde probíhají jako horečnaté zánětlivé onemocnění horních dýchacích cest se zvýšenou sekrecí nebo jako bronchitida. Nejagresivnějším virem je typ 3, který se rychle šíří a v dětských kolektivech může způsobit epidemii, způsobuje pneumonii nebo akutní virovou laryngotracheitidu. Toto onemocnění postihuje především kojence a batolata a je charakterizována dušností, inspiračním stridorem (chraplavý zvuk při nádechu způsobený zúžením dolních cest dýchacích) a subglotickým otokem (otok hrtanu) (Havlík 1990). Reinfekce virem se objevuje po několika měsících až letech po první infekci a projevuje se jako onemocnění z nachlazení s horečkou, která nemá dlouhého trvání.

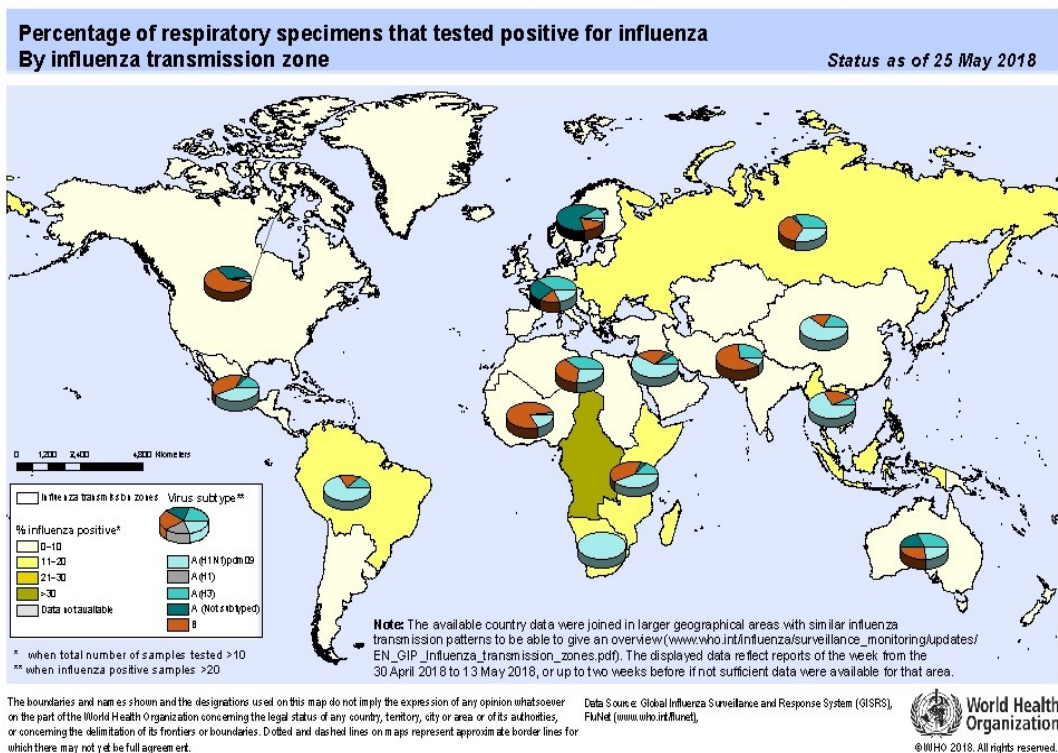
Léčba je pouze symptomatická jako u většiny virových onemocnění, pouze při společném výskytu s pseudokrupem se zahájí oxygenoterapie a rehydratace, podávají se

mukolytika a dodržuje se klidový režim i za pomoci léků jako je diazepam (Havlík 1990). Zvýšenou opatrnost věnujeme dětem, které již pseudokrup prodělaly, neboť je zde vyšší riziko recidivy.

Na obrázku č. 2 je znázorněno zastoupení jednotlivých chřipkových virů ve světě dle jejich rozšíření. Na první pohled je zcela zřejmé, že celosvětově převládá chřipka typu A, a to i v místech, kde to nemusí být hned zřejmé. Chřipka typu A je na obrázku označena šedivou barvou dále pak světle a tmavě modrou barvou. Proto například v Rusku, kde bychom řekli, že je zastoupení virů vyrovnané, tomu tak ve skutečnosti není, protože po spojení modrých barev je vidět dominance viru typu A.

Obrázek č. 2 ukazuje procentuální zastoupení typů chřipek ve světě v roce 2018. Z obrázku vyplývá, že nejvíce nakažených je v Rusku, Brazílii, Indonésii a jihovýchodní Africe. Chřipka typu B převládá v Severní Americe, Indii a západní Africe. Přibližně stejné zastoupení všech typů i podtypů chřipek se vyskytuje v Austrálii, naopak ve Skandinávských zemích dominuje nespecifický typ A. V celé jižní Africe se podle grafu vyskytuje pouze typ A, subtyp H₁N₁.

Obrázek 2: Procentuální zastoupení typů chřipek na celém světě v roce 2018

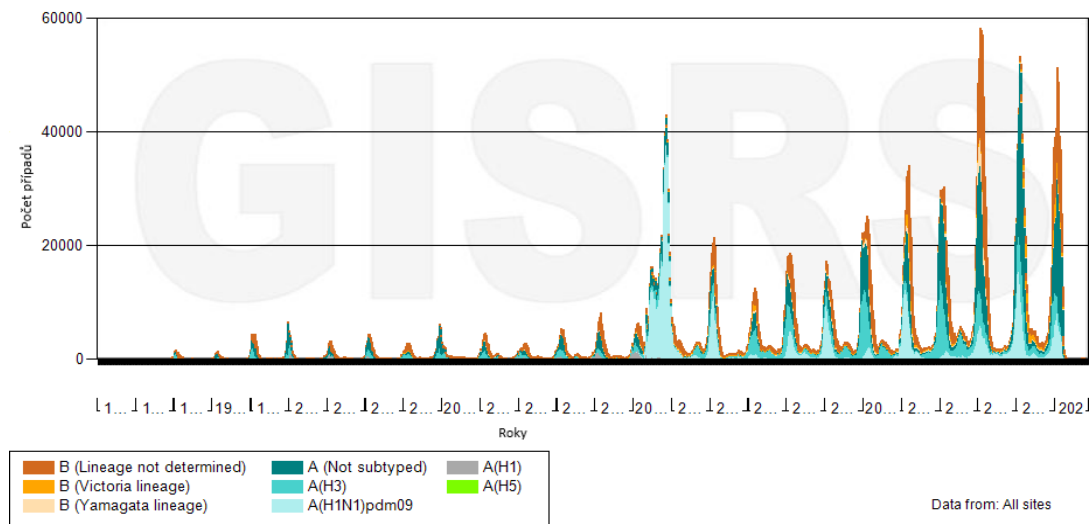


Zdroj: WHO (2018)

https://www.who.int/influenza/surveillance_monitoring/updates/2018_05_28_influenza_update_316.jpg?ua=1

Graf č. 1 ukazuje počet nakažených jednotlivými typy chřipky v celém světě od prvního týdne roku 1995 do posledního týdne roku 2020. Z grafu č. 2 zcela jednoznačně vyplývá, že ve světě převládá typ chřipky A.

Graf 1: Početní výskyt typů chřipky v celém světě, 1995-2020

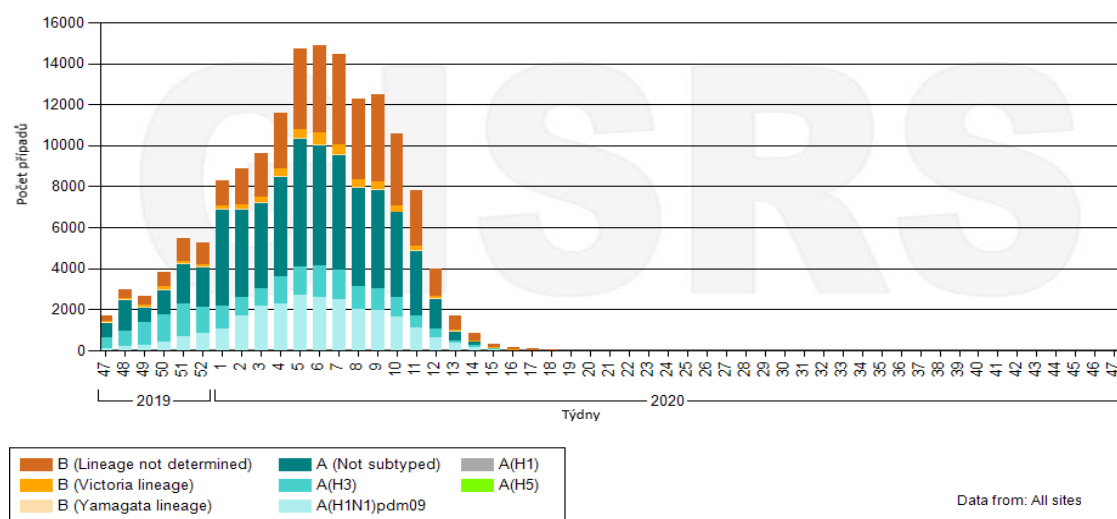


Zdroj: WHO (2020)

<https://apps.who.int/flu/mart/Default?ReportNo=10&fbclid=IwAR0Sz0mLJVR7KEnqPsdh5DjArMTA135IVGjP61qLE9ryEI4C9hUd20SZzbc>

Graf č. 2 znázorňuje početní výskyt nakažených jednotlivými typy chřipky od 47. týdne 2019 do 47. týdne 2020. Z grafu vyplývá, že v Evropském regionu jednoznačně převládá typ A.

Graf 2: Počet nakažených typy chřipky v roce 2019-2020 v Evropském regionu WHO

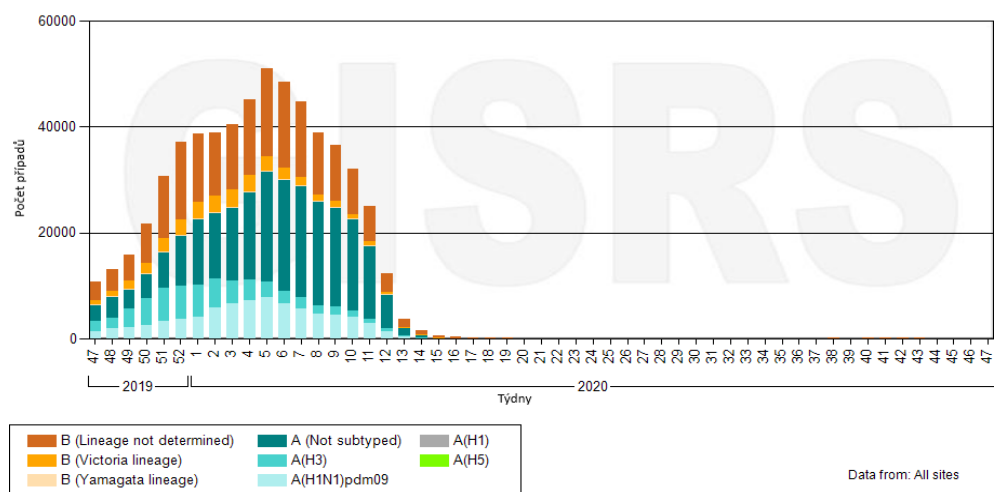


Zdroj: WHO (2020)

https://apps.who.int/flu/mart/Default?ReportNo=3&WHORegion=&fbclid=IwAR1B-Ern7DrOgwycaIive3owt3qu_DrPS1kPYBxBmJX00D-R_KiL-T0A6f0

Graf č. 3 znázorňuje počet nakažených jednotlivými typy chřipky na severní polokouli od 47. týdne roku 2019 do 47. týdne roku 2020. Graf kopíruje Gaussovu křivku, tudíž lze vyčíst, že nejvyšší počet nakažených je v zimních měsících, zejména po návratu dětí do škol z letních prázdnin. Dále lze vyčíst, že nejvyšší zastoupení má nespecifická chřipka typu A následována typem B.

Graf 3: Početní zastoupení nakažených typů chřipky na severní polokouli 2019-2020

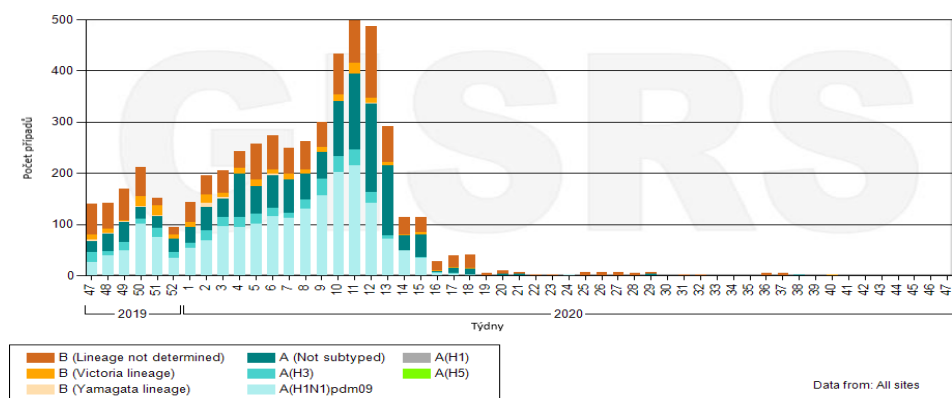


Zdroj: WHO (2020)

<https://apps.who.int/flu/mart/Default?ReportNo=5&Hemisphere=Northern&fbclid=IwAR2v6OBYPIbhvY3Qz0P5IKBwqLxkL9ESSTAmhe7S0ZZep7TWOxHakibSEnY>

Graf č. 4 znázorňuje početní zastoupení nakažených typů chřipky na jižní polokouli od 47. týdne 2019 do 47. týdne 2020. Tento graf nekopíruje Gaussovo rozložení, lze vidět i dvě malé epidemie mimo chřipkovou sezónu. Dále lze z grafu vyčíst, že převládá typ chřipky A, subtyp H₁N₁.

Graf 4: Početní zastoupení nakažených typů chřipky na jižní polokouli 2019-2020



Zdroj: WHO (2020)

https://apps.who.int/flu/mart/Default?ReportNo=5&Hemisphere=Southern&fbclid=IwAR04KBN Oz3WjO5nhq1Mqm_oMGYUezDw4iBeYOZk_YP-ILQcXoEg2lSkXVXM

2.1.1. Antigenní drift a shift

Tendenci přizpůsobovat se podmínkám svého prostředí a okolí projevují všechny viry, chřipkový vir je však ve své proměnlivosti přeborníkem. Změna se týká obou povrchových antigenů – hemaglutininu a neuraminidázy, které se různě hýbou, transformují a přizpůsobují (Houdret 1994). Právě proto je toto onemocnění tak velmi rozšířené.

Zvláštností je, že některá starší literatura uvádí definice těchto dvou pojmů zcela naopak. Dnešní literatura ale již jednotně uvádí, že antigenní drift je menší, diskrétnější variace viru. Hemaglutinin a neuraminidáza během svého množení dokážou zcela nebo jen částečně změnit svou genetickou informaci. Pokud dojde pouze k drobné změně, ale typ hemaglutininu nebo neuraminidázy zůstane stejný, mluvíme o antigenním driftu (Staňková 2000). Tato drobná změna je zodpovědná za běžné sezónní chřipky.

Antigenní shift je natolik velká změna v genetické informaci, že dojde k výměně jednoho typu hemaglutininu nebo neuraminidázy za jiný. Tato změna je možná pouze u viru typu A a je substrátem pro vznik pandemie (Šebek 2006). Tyto velké změny v genetické informaci se opakují přibližně každých 10-20 let. Jak již bylo řečeno chřipka typu A napadá lidi, ale i některá zvířata. Změnou povrchových antigenů může napadnout jen člověk, koně nebo třeba pouze ptáky. Každý živočišný druh má vědci určené typy povrchových znaků, a tím se poté i snáze zjistí kdo je původcem viru. Například člověk má typy hemaglutininu H₁, H₂ a H₃. Ptáci mají typy H₁-H₁₅ a vepřiči H₁ a H₃ (Šebek 2006). Tímto budeme vždy vědět, že u viru, který začíná např. na H₂ nikdy nebude nositelem nebo přenašečem vepřiči. Tyto štítky s názvy jsou poté velmi důležité při pandemických stavech, kdy se vybíjejí celé chovy a nemůže tak dojít k záměně.

Přesto, že dochází k těmto změnám a starší lidé bývají náchylnější k onemocnění, mohou být proti pandemické formě viru odolnější právě starší lidé. Můžou se totiž s virem, který má stejnou formu setkat i několikrát za život. Zde se poté uplatní imunitní systém, který si „pamatuje“ všechny dřívější formy viru, a tak může mít organismus protilátky z předešlého onemocnění, nebo je vytvoří rychleji a tělo je tím pádem schopno časněji zareagovat (Šebek 2006).

2.2. Léčba a epidemiologické opatření

Epidemiologické opatření proti chřipce můžeme rozdělit na dvě hlavní skupiny. Jedná se o prevenci, tudíž opatření ještě před vypuknutím nemoci, a represivní opatření, tedy kroky podnikané po vypuknutí nemoci.

Zároveň je velmi důležité uvědomit si, co je každoroční epidemie chřipky a kdy přerůstá v pandemii. Každoroční výskyt chřipky totiž neznamena, že se jedná o pandemii nebo výskyt nového kmene viru. Epidemie je abnormálně vysoký výskyt onemocnění omezený prostorem a časem. Obecně o pandemii mluvíme, při rozšíření infekčního onemocnění bez jakéhokoliv prostorového či časového omezení (Mojemedicína 2017). Dle definice WHO (Světová zdravotnická organizace) je pandemie chřipky charakterizována šířením pandemického viru v komunitách v alespoň 2 zemích jednoho WHO regionu a alespoň v jedné zemi z dalšího WHO regionu (Vláda ČR 2010).

2.2.1. Chřipková vakcína

Krátce poté, co vědci identifikovali virus chřipky A, začali pracovat na vytvoření vakcíny, přičemž první klinické studie začaly již v polovině 30. let. První vakcína byla v roce 1938 vyvinuta Jonasem Salkem a Thomasem Francisem (Davis 2020).

Vzhledem k vysokému počtu obětí na chřipku po první světové válce měla americká armáda o vakcínu proti chřipce velký zájem. Během druhé světové války byli američtí vojáci součástí polních testů bezpečnosti a účinnosti nové vakcíny. Ovšem během těchto testů v letech 1942–1945 vědci objevili chřipku typu B, což vyžadovalo novou bivalentní (dvousložkovou) vakcínu, která chrání jak proti H_1N_1 , tak proti viru chřipky B. Zkoumání chřipky přispělo i k dalším objevům – Jonas Salk díky svým zkušenostem s vakcínou proti chřipce v roce 1952 vytvořil efektivní vakcínu proti dětské obrně (Davis 2020).

Po pandemii asijské chřipky v roce 1957 byla vyvinuta nová vakcína chránící proti H_2N_2 . V tuto dobu zároveň WHO začala sledovat kmeny viru chřipky v různých zemích, aby určila, která vakcína proti chřipce bude v nadcházející sezóně potřebná, ovšem vakcíny této doby nebyly tak dokonalé jako dnes a měly velkou řadu vedlejších účinků (History 2018, Medicína.cz 2015).

V roce 1964 byla vyvinuta první štěpená vakcína, která přinesla poznatek, že uspokojivě schopná navodit tvorbu protilátek, a zároveň podstatně méně vyvolávala vedlejší či nežádoucí účinky. V roce 1976 byla vyrobena první subjednotková vakcína, to znamená, že obsahovala jen určité povrchové antigeny chřipkového viru (Medicína.cz 2015). První trivalentní (třísložková) vakcína byla vyvinuta během pandemie v roce 1978, která chránila před chřipkou typu A, subtyp H_1N_1 , dále před subtypem H_3N_2 a virem typu B. Většina vakcín proti sezónní chřipce s licenci v USA byla od té doby trivalentní. V roce 2012 byla schválena k použití první tetravalentní (čtyřsložková) vakcína, chránící před další linií chřipky B (History 2018).

Dnes se stále častěji používá tetraivalentní vakcína a vědci z WHO společně se spolupracujícími centry určují, proti kterým kmenům se má očkovat, na základě toho, jak viry v uplynulém roce zmutovaly a jak se šíří (History 2018). Díky neustálému zlepšování vakcín a dozoru WHO přijalo mnoho zemí doporučení ohledně sezónního očkování (Cowling 2017).

Chřipková vakcína není stálá, jako je tomu u jiných vakcín, ale mění se každý rok. Antigen v této vakcíně se každoročně mění, dle odhadů, jaký chřipkový virus bude kolovat v následující chřipkové sezoně, výrobní proces a ostatní složky zůstávají neměnné. Vakcína je tradičně vyráběna na kuřecích embryích. Tato metoda je výhodná právě díky své dlouhodobé tradici, tudíž perfektní znalosti její přípravy, ale je nevýhodná z hlediska omezenosti embryí, dlouhému procesu přípravy (ta trvá až půl roku) a možnosti alergické reakce na kuřecí protein. Z tohoto důvodu se začínají používat i savčí tkáňové kultury, který umožňuje větší flexibilitu, zejména v možnosti rychlejší produkce, zvýšení výroby a příprava je o něco snazší. Největší výhodou těchto vakcín je lepší adaptace na lidské podmínky, tudíž možnost očkovat osoby alergické na klasické „kuřecí vakcíny“ (EMH 2020, Medicína.cz 2015).

Vakcíny proti pandemické chřipce jsou vyráběny jako odpověď na specifický kmen viru chřipky, který způsobuje rozsáhlé šíření onemocnění. Od sezónních vakcín se liší několika způsoby. Prvním rozdílem je že, vědci ve zdravotnictví musejí vyrobit vakcíny z nového virového kmene, který v předchozích sezónách chřipky odborníci neodhalili a nebyl tudíž zahrnut do sezónních vakcín proti chřipce. Tyto kmeny chřipky jsou obvykle natolik nové, že většina lidských imunitních systémů je jen velmi těžko rozpozná, což umožňuje virům rychle se šířit po celém světě (EMH 2020).

Na trhu s chřipkovými vakcínami je spousta druhů, ale vždy tříložkové nebo tetraivalentní, liší se ale i svým složením. Existují chřipkové vakcíny inaktivované (neboli usmrčené), živé (oslabené), subjednotkové (inaktivovaná vakcína obsahující pouze komponenty mikroorganismu), štěpné (inaktivovaná vakcína obsahující rozštěpené částice mikrobů a vnitřní a vnější antigeny) nebo adjuvované (posílené) (Franc 2020, EMH 2020). V Česku se v současné době používají štěpné nebo subjednotkové vakcíny mající minimum nežádoucích účinků. Nikdy se v Česku nepoužívala vakcína s intranazální aplikací (aplikuje se přímo na nosní sliznici), zároveň jak v Česku, tak ostatních zemích EU se nepoužívají vakcíny, které obsahují živé viry (Medicína.cz 2015).

Vakcíny proti pandemické chřipce obsahují pouze jeden kmen pandemického viru (například typ H₁N₁) namísto obvyklých tří nebo čtyř typů chřipky používaných v klasických sezónních vakcínách. Sezónní vakcíny jsou syntetizovány a distribuovány vždy před začátkem nové chřipkové sezóny (přibližně od 4. října do května následujícího roku), zatímco proti

pandemické vakcíny musí být syntetizovány a distribuovány až poté, co byl identifikován pandemický virus, který již zahájil své šíření (EMH 2020).

Chřipkové vakcíny jsou označovány jako jedny z nejbezpečnějších a lze jimi očkovat děti již od 6 měsíců, ale vzhledem k vzácným vedlejším účinkům také těhotné ženy od 2. trimestru (Medicína.cz 2015).

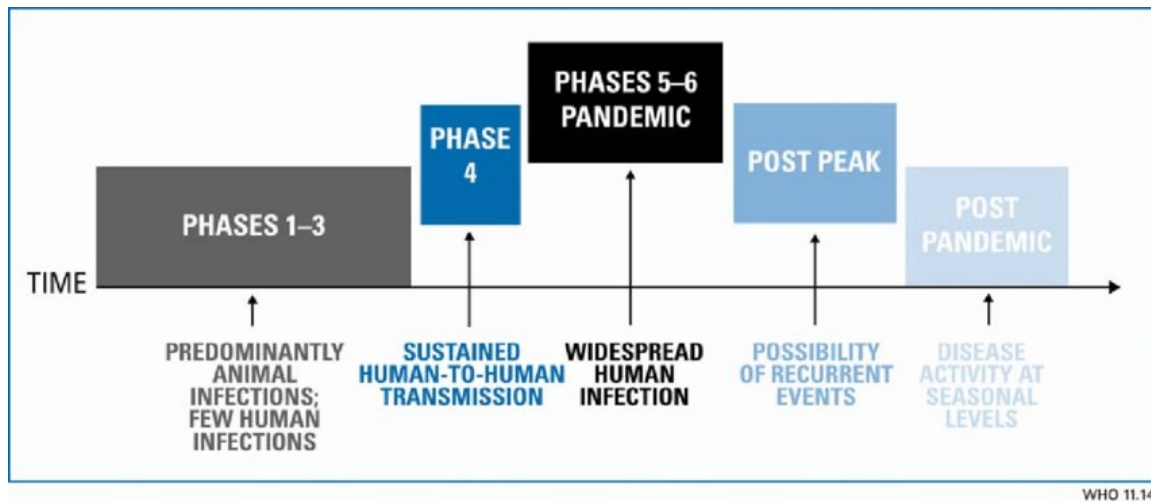
Přes velké úsilí a mnoho vynaložených finančních prostředků na zdokonalení, nejsou vakcíny tak ziskové, jak bychom mysleli. V minulosti byly vakcíny dokonce tak málo výdělečné, že v 80. a 90. letech některé firmy zcela přerušily jejich výrobu. To může být způsobeno velmi přísnými regulacemi ze strany státu, dlouhým a drahým vývojem a následným testováním vakcín. Na dostatečné otestování jedné nové vakcíny je obvykle potřeba deseti až patnácti let, teprve poté může být registrována (Medicína.cz 2015). Při „globálním zájmu“, tedy v pandemických situacích, je tato doba kratší.

2.2.2. Primární opatření

Výskyt chřipky je nepřetržitě sledován příslušnými centrály, jelikož toto onemocnění podléhá povinnému hlášení, i mezinárodní surveillance (z anglického dozor, dohled), které koordinují jednotlivé státní zdravotnické orgány. Surveillance znamená různé postupy a monitorování, v tomto případě chřipkových virů obíhajících v lidské populaci. Existuje celosvětový pandemický plán, který obsahuje šest fází (dle aktuálního rizika vzniku pandemie), ale existují i jednotlivé národní pandemické plány (Göpfertová 2015). Ty stanovují úkoly jednotlivých úřadů a organizují opatření v jednotlivých fázích. Součástí je zajištění sběru informací a jejich distribuce, vytvoření dostatečné kapacity lůžek v nemocnicích, zajištění dostatečného množství vyšetřovacích metod a vytvoření zásob léků a vakcín.

Jak již bylo zmíněno, pandemický plán WHO z roku 2009 je rozdělen do šesti fází dle závažnosti přenosu (viz obrázek č. 3).

Obrázek 3: Fáze pandemického plánu WHO



Zdroj: WHO (2009)

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44123/9789241547680_eng.pdf?sequence=1

Ve fázi 1 se virus pohybuje pouze mezi zvířaty, teoreticky může způsobit pandemii, ale není zaznamenán žádný případ přenosu na člověka.

Fáze 2 poukazuje na to, že virus cirkulující u domestikovaných či divoce žijících živočichů se přenesl na člověka, a tudíž je považován jako potencionální pandemická hrozba.

Fáze 3 již obsahuje přenos ze zvířete na člověka, ale pouze jen sporadicky či v malých hloučkách a nebyl zaznamenán přenos z člověka na člověka. Mezilidský přenos může proběhnout pouze za určitých podmínek, při velmi těsném kontaktu (na příklad mezi rodinnými členy, či u nechráněného pečovatele nebo zdravotníka). Nicméně tento virus se v populaci šíří jen za určitých podmínek a nedosáhl úrovně přenosnosti potřebné k vyvolání pandemie.

Fáze 4 je charakterizována přenosem z člověka na člověka, vyvolaná zvířecím či lidsko-zvířecím virem, schopným způsobit ohniska na úrovni komunity. Schopnost vyvolat onemocnění v komunitě výrazně ovlivňuje posun v riziku vzniku pandemie. Každá země mající podezření z šíření takového viru nebo takovou událost již ověřila by měla neprodleně konzultovat s WHO, aby mohla být situace posouzena a mohly se zavést kroky k zadržení případné pandemie. Tato fáze tedy naznačuje zvýšené riziko pandemie, neznamena však její vypuknutí.

Fáze 5 znázorňuje přenos viru z člověka na člověka do nejméně dvou zemí a jednoho regionu WHO (viz obrázek č. 4). V této fázi není ohrožena většina států světa, ale vyhlášení fáze 5 znamená blížící se pandemii, a že čas na dokončení organizace, komunikace a implementování zmírňujících opatření se krátí.

Obrázek 4: Regiony WHO



Zdroj: (2010) http://www.demografie.info/?cz_detail_clanku&artclID=680

Fáze 6, pandemická fáze, je charakterizována šířením viru alespoň v jedné zemi jiného regionu WHO krom kritérií definovaných ve fázi 5. Vyhlášení této fáze znamená, že probíhá globální pandemie.

Následně probíhá období po špičce pandemie, tzv. post-peak období, které znamená, že choroba ve většině zemí podléhajících dohledu klesne pod nejvyšší pozorovanou hodnotu. Znamená to tedy, že pandemická aktivita klesá, není však jisté, zda se neschyluje k dalším vlnám a země nebudou potřebovat být připravené na další vlnu.

Při trvalém snížení počtu nemocných a získání trvalé úrovně se může vyhlásit poslední, postpandemické období. Aktivita chřipkového onemocnění v tomto období se vrátí na úroveň běžně pozorované u sezónní chřipky. Očekává se, že se pandemický virus bude chovat jako sezónní virus chřipky A. V této fázi je důležité udržovat dohled a aktualizovat pandemickou připravenost a reakční plány odpovídajícím způsobem. Může být zapotřebí intenzivní fáze obnovy a vyhodnocení (WHO 2009).

Každá země mající své pandemické plány je průběžně aktualizuje dle nových poznatků o chování, šíření viru, vzniku nových pandemických variant a dále dle nejnovějších doporučení Světové zdravotnické organizace a implementaci Mezinárodních zdravotnických předpisů (MZČR 2011). Tyto pandemické plány lze uplatnit i při výskytu jiných infekčních onemocnění, na příklad SARS, či jak proběhlo při pandemii nemoci COVID-19.

Pandemický plán České republiky je listina obsahující postupy a systém, jak reagovat na chřipkovou pandemii způsobenou novým typem chřipkového viru. Hlavním cílem plánu v případě vzniku pandemie chřipky je zmírnit její očekávané zdravotní, sociální a ekonomické následky. Mezi hlavní cíle tohoto programu na příklad patří:

- posílení národního systému rychlého varování pro včasné zachycení možného onemocnění způsobeného pandemickým kmenem,
- rychlá identifikace nové varianty chřipkového viru u drůbeže, ptáků či jiných zvířat,
- rychlé zachycení vzniku nového subtypu viru chřipky v populaci,
- minimalizování rozšíření nového viru a předejití vzniku pandemie, pokud je to možné,
- průběžné vyhodnocování epidemiologické situace, analýza výskytu, přijímání okamžitých protiepidemických opatření,
- zabezpečení léčby nemocných a léčba komplikací,
- zabezpečení pohřbívání mrtvých,
- redukování dopadu pandemie chřipky (MZČR 2011).

Mezi hlavní principy tohoto plánu patří přerozdělení rolí a úkolů všech sektorů společnosti Česka (vláda, zdravotnický sektor, sektor nezbytných veřejných služeb, média, civilní organizace a sdružení, rodiny a jednotlivci), dále zajištění etičnosti pandemické připravenosti a odpovědi a v neposlední řadě sem patří integrace pandemické připravenosti do krizových plánů (MZČR 2011).

V prevenci chřipky mají stále největší význam tzv. nescifická opatření. Jedná se o jednoduché postupy, které jsou ale velmi účinné a platí pro velkou škálu infekčních onemocnění. Mezi tyto kroky patří na příklad krátké a intenzivní větrání, otužování, ale zároveň chránění se před nachlazením, dostatečná konzumace vitamínu C a vyhýbání se úzkému kontaktu s infikovanou osobou, zakrývání kašle a kýčání, časté mytí rukou (History 2018). Dalším primárním opatřením je častá, ale přiměřená fyzická aktivita, zejména procházky na čerstvém vzduchu, kvalitní a dostatečný spánek a nesdílení osobních předmětů (mobilní telefon, sklenice, příbor, hračky apod.) (SZÚ 2019).

Na obrázku č. 5 je přehledně vidět, jak dlouho je vir schopný přežít v různých prostředích, což opět pomáhá k uvědomění si, jak je nutné povrchy omývat a nesdílet kontaminované předměty.

Obrázek 5: Doba přežívání chřipkového viru



	chřipka
Tvrdé, neporézní povrchy (plast, kov)	až 48 hodin
Oblečení, papír	až 12 hodin
Ruce	až 5 minut

Zdroj: Vlastní tvorba, upraveno dle SZÚ (2019)

V prevenci svou významnou roli hraje i očkování. Světová zdravotnická organizace vytvořila tzv. Globální akční plán pro vakcíny proti chřipce (GAP), který je komplexní strategií ke snížení očekávaného globálního nedostatku a nespravedlivého přístupu k vakcínám proti chřipce v případě pandemie prostřednictvím tří přístupů:

1. zvyšování používání sezónních vakcín proti chřipce na základě důkazů;
2. zvýšení kapacity výroby globálních pandemických vakcín a posílení vnitrostátních regulačních kompetencí;
3. podpora vývoje nových nebo vylepšených vakcín proti chřipce, které jsou výnosnější a rychlejší (WHO 2012).

Očkování se každoročně provádí ve velkém předstihu před sezonou, to znamená od října do listopadu. Očkování se standardně podává do svalu v jedné dávce, pouze u dětí do tří let věku v dávkách dvou. Očkování by z pravidla mělo být jen málo bolestivé a jen ve velmi vzácných případech způsobovat chřipkové symptomy (Göpfertová 2015). Tyto symptomy rychle odezní a ve srovnání s průběhem chřipky jsou vždy nepodstatné. Výsledkem očkování je imunita proti tomuto onemocnění. Tato imunita však není celoživotní, její účinnost je jeden rok. CDC dokonce tvrdí, že vakcína proti chřipce je nejúčinnější prevence proti chřipce, i když není neomylná (History 2018).

Očkování je primárně určeno pro osoby, u kterých je potřeba snížit pravděpodobnost onemocnění nebo pro osoby, kde je zvýšené riziko přidružených komplikací. Dle Göpfertové (2015) je očkování tedy zvláště doporučeno osobám s chronickým onemocněním, u kterých by onemocnění vedlo ke zhoršení jejich základního onemocnění a osobám, které mají vysoké riziko výskytu komplikací po onemocnění nákazou, zejména vzniku pneumonie. Jedná se především o starší osoby nad 65 let nebo o osoby jakéhokoliv věku, tzn. i dětí, jestliže se u nich vyskytuje některé z chronických onemocnění. Mezi tato chronická onemocnění například patří onemocnění dýchacích cest včetně astma, onemocnění srdce, cév, ledvin a jater, metabolická onemocnění včetně diabetu I. typu, vrozené nebo získané onemocnění imunitního systému, osoby s poruchou funkce plic a průdušek, včetně poruch respirační funkce po poranění mozku, míchy či jiných neurologických či svalových poruchách (Göpfertová 2015). Dále je očkování doporučeno těhotným ženám bez ohledu na fázi těhotenství a osobám, které by mohli zvýšit možnost nakažení osob z rizikových skupin (např. zdravotníci, sociální pracovníci, pracovníci ve školství apod.).

Výše uvedený přehled nejvíce ohrožených skupin obyvatel neznámá, že by se ostatní skupiny lidí neměly nechat očkovat, naopak, některé země doporučují plošné očkování všech dětí. Je to zejména z toho důvodu, že chřipka právě u dětí mává často závažný průběh.

Očkování se každoročně provádí bezplatně nejen u rizikových osob, jak bylo zmíněno výše, ale i u osob umístěných v léčebnách pro dlouhodobě nemocné, v sociálních zařízeních pro seniory a v ostatních zařízeních se sociální péčí, ale zde pouze u oslabených. V ostatních případech se očkování provádí pouze na vlastní žádost. V Česku je oproti jiným Evropským zemím či oproti USA jen velmi málo proočkované. Velmi nízká proočkovanost je protichůdná s relativně vysokým počtem nakažených a zemřelých v zemi. Ročně se celosvětově nakazí přibližně 10 % dospělých a téměř 30 % dětské populace. Tato procenta jsou brána dle výsledků laboratoří, bohužel ale zdaleka neodpovídají realitě. Ve skutečnosti se nakazí mnohem více lidí, ale ne každý navštíví svého praktického lékaře, i tak jsou tyto procenta právě díky výsledkům laboratoře jen velmi těžko zpochybnitelná. Dle Kynčla (2020), vyhledalo v během čtvrtého až devátého kalendářního týdne (tzn. šest epidemiologických týdnů) v sezóně 2018-2019, téměř 996 tisíc osob. Toto vysoké číslo je způsobeno i faktem, že chřipka je jedním z nejdominantnějších původců respiračních onemocnění.

Dle Světové zdravotnické organizace by mělo nechat očkovat 30 % obyvatelstva a až 75 % všech osob z rizikových skupin. V současné době se v Česku nechává očkovat pouze 8-10 % obyvatelstva, některé zdroje uvádějí dokonce pouhých 5 % (Očkovací centrum 2015). Osoby starší 65 let se nechávají očkovat z pouhých 20-23 % a u osob s rizikovými faktory se proočkovanost pohybuje mezi 19 a 20 %. Podle ministerstva zdravotnictví by ideálem bylo

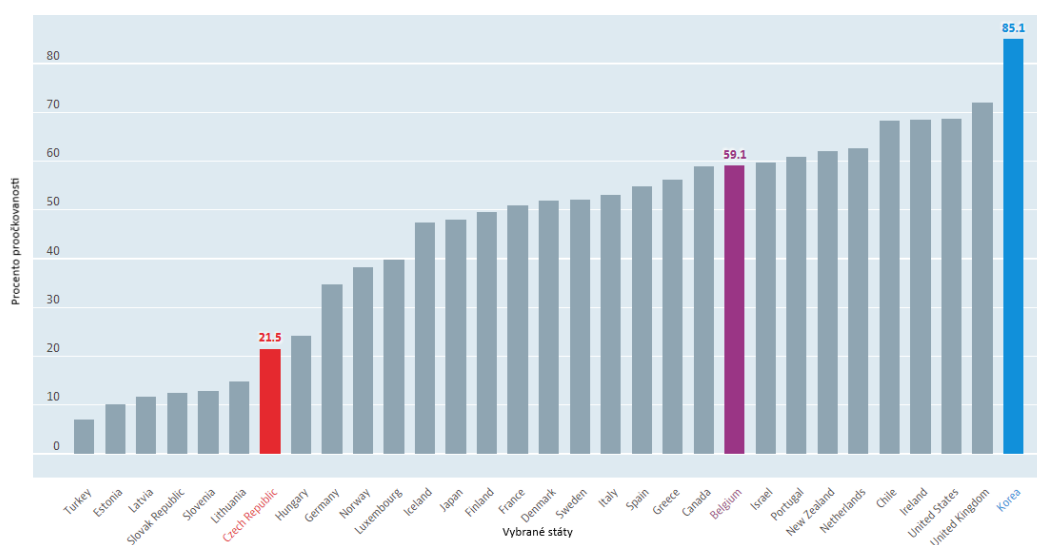
minimálně třikrát tak vysoké číslo. Vládu by takto vysoká proočkovanost stála 300 milionů, ale na druhé straně by se ušetřilo přes jednu miliardu korun na léčbě nemocných.

Při porovnání proočkovanosti se světem má Německo 21 % obyvatel proočkovaných. O něco lépe je na tom Japonsko, které má proočkováno 23 % obyvatel, z asijských zemí ale dominuje Jižní Korea s 31,1% proočkovaností. Pokud bychom se chtěli podívat na kontinent Severní Ameriky, tak nejvíce vyčnívá Kanada s 36,4% proočkovaností, ale daleko více ji předbíhá USA se svým téměř 50% (konkrétně 48%) proočkovaným obyvatelstvem (Očkování proti chřipce 2012).

V některých evropských zemích, a hlavně v jejich zdravotnických zařízeních se v posledních letech rozšiřuje povinnost očkování u zdravotníků. Podobná situace je i v některých zařízeních v USA, kde v místech s nepovinným očkováním byla 63,5% proočkovanost, ale v místech s povinným očkováním bylo 98,1 % pracovníků vakcinováno (očkování proti chřipce 2012). Proočkovanost nemůže být téměř nikdy 100% z důvodu, že někteří lidé mohou být alergičtí na vakcínu, zde se poté uplatňuje kolektivní imunita.

Na grafu č. 5 je znázorněno procento populace ve věku 65 let a starší, která pravidelně dostává vakcínu proti chřipce. Pro názornost je barevně vyznačené Česko (21,5% proočkovanost), Belgie (59,1% proočkovanost) z důvodu velmi podobného počtu obyvatel a životních podmínek a Jižní Korea (85,1% proočkovanost) jako stát s nejvyšším procentem proočkovanosti. Údaje pocházejí z administrativních zdrojů či průzkumů v dané zemi. Hodnoty jsou vždy brány za celý rok a je uvedena nejaktuálnější dostupná hodnota.

Graf 5: Ukazatel populace starší 65 let a jejich procento proočkovanosti



Zdroj: OECD (2019), https://data.oecd.org/healthcare/influenza-vaccination-rates.htm?fbclid=IwAR2DtmJyi683Lq7g_i7SQHbe3nvcMrsnHZY5kA3yF6bPbYr1rKqW82DCumg

K prevenci nákazy se také používají protivirové látky jako je amantadin nebo rimantadin. Problémem těchto dvou antivirotik je ale jejich širší působnosti, protože působí jen na chřipku typu A, ale také prudký nárůst rezistence na tyto látky ve státech, kde se používá (Göpfertová 2015). Dalším modernějším preparátem jsou preparáty ze skupiny inhibitorů neuraminidázy. I tyto preparáty ale mají omezení, a tím je, že působí pouze na vir typu B.

V Česku jsou dostupné štěpné nebo subjednotkové vakcíny, které jsou vhodné pro rizikové skupiny (Staňková 2000). Složení těchto vakcín je každoročně aktualizováno, proto je i nutné je každoročně revakcinovat. V případech chronického onemocnění (viz. výše) je dokonce očkování, myšleno očkování i očkovací látka, hrazeno pojišťovnou pacienta (Göpfertová 2015).

2.2.3. Sekundární opatření

Tato opatření se také nazývají represivní. Jedná se tedy o kroky podnikané po vypuknutí onemocnění u jednotlivců nebo epidemie.

Léčba nemoci je také modifikována v závislosti na nemocném člověku, zda se jedná o těhotnou ženu, imunokompetentního jedince v dobrém stavu či imunokompromitovaného jedince, kde může být zvažena i hospitalizace (Chmelík 2009). Pokud již nemoc vypukne, je velmi důležité nepodávat antibiotika a zjistit o jakého člověka se jedná. Nejjednodušší je léčba symptomatická doprovázená specifickými léky. U symptomatické léčby je základem klid na lůžku, čaj s citronem, zázvorem a medem a léky potlačující horečku, kašel či ucpaný nos (Mojemedicína 2017).

Specifické léky nazýváme chřipková virostatika a účinkují přímo proti chřipkovým virům. Do dnes existuje jen omezené množství léků a neúčinnější virostatika proti chřipce jsou látky obdařené schopností vázat se na virus a blokovat jeho povrchové molekuly, nazývané inhibitory neuraminidázy (Mojemedicína 2017).

Chřipková antivirotika jsou jedny z nejstarších léků proti chřipce. Práce virostatik nespočívá v ničení viru, ale v nemožnosti napadat buňky a následnému pomnožení viru. To hraje významnou roli při podání. Pokud podáme virostatika pozdě, tudíž když už jsou viry přemnožené, mají léky nesprávný nebo nulový účinek. Virostatika na základě lékařského rozhodnutí mohou být podávány preventivně, vždy ale záleží na jednotlivci a dané situaci. Jejich nevýhodou je tedy, že účinkují jen proti viru typu A, a je nutné je podat maximálně do 48 hodin po vypuknutí prvních příznaků. Tyto antivirotika omezují činnost proteinu M1 v obalech viru a tím brání uvolnění genetické informace (Mojemedicína 2017).

Inhibitory neuraminidázy jsou antivirotika nové generace. Tyto léky zabrání viru vstoupit do buňky nebo z ní uniknout, právě blokováním povrchového antigenu neuraminidázy. I u těchto léků ale platí, že je nutné je podat do 48 hodin po vypuknutí prvních příznaků (Mojemedicína 2017).

Mezi kroky podnikané po vypuknutí epidemie patří příslušné odběry biologického materiálu u pacientů s diagnostikovanou nemocí chřipka a následný odborný transport materiálu do laboratoře. Dále sem patří odběry včetně informací pro surveillance, kdy laboratoř poskytne detailní informace o antigenní povaze izolátů (Göpfertová 2015). Každý týden, případně častěji dle epidemiologické situace se hromadně hlásí příslušné hygienické stanici počet nakažených, komplikace a úmrtí. Při vyšším výskytu nemocných nebo větší epidemii je jedním z kroků domácí karanténa nemocných, omezení shromažďování lidí a zákaz návštěv v nemocnicích.

S omezováním na nižší úrovni, to znamená ne celostátní či globální úrovni, souvisí vyhlásování chřipkových prázdnin. Tím vyplouvají na povrch otázky jako kdo je vyhláshuje, zda je to v kompetenci ředitele školy, a pokud ano, na jak dlouho.

Pojem „chřipkové prázdniny“ právní předpisy, které upravují provoz škol a školních zařízení neznají. Existuje pouze vyhláška Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy stanovující, že školní prázdniny jsou pouze podzimní, zimní, jarní a hlavní. Tato vyhláška určuje i jejich délku. K řešení dané situace lze využít ustanovení vyhlášky č. 362/1991 Sb.:

- § 4 odst. 1, kde je uvedeno: *„Ze závažných důvodů, zejména organizačních a technických, může ředitel školy vyhlásit pro žáky volné dny, a to v jednom školním roce nejvíce čtyři.“*;
- § 6, v němž se stanoví: *„Ředitel školy může stanovit po projednání se zástupci rodičů nebo jiných zákonných zástupců žáků, po dohodě se zřizovatelem a se souhlasem ministerstva ze závažných důvodů odlišnou organizaci školního roku; ve středních zdravotnických školách se souhlasem ministerstva zdravotnictví.“*

Neexistují žádná omezení k postupu podle § 6, ani právní opatření. Záleží tedy pouze na domluvě mezi zúčastněnými stranami. Kromě těchto dvou paragrafů lze postupovat i dle zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. Podle § 69 odst. 1 písm. b) jsou mimořádnými opatřeními při epidemii nebo nebezpečí jejího vzniku *„zákaz nebo omezení styku skupin fyzických osob podezřelých z nákazy s ostatními fyzickými osobami, zejména omezení cestování z některých oblastí a omezení dopravy mezi některými oblastmi, zákaz nebo omezení slavností, divadelních a filmových představení, sportovních a jiných shromáždění a trhů, uzavření lůžkových zařízení léčebně*

preventivní péče, zařízení sociální péče, škol, předškolních zařízení, školských zařízení, zotavovacích akcí, jakož i ubytovacích podniků a provozoven stravovacích služeb nebo omezení jejich provozu“.

Dle tohoto zákona mimořádná opatření, jejich rozsah a délku platnosti určí místní příslušník orgánu ochrany veřejného zdraví dle místa výskytu infekčního onemocnění. V takovém případě by orgánem ochrany veřejného zdraví byla krajská hygienická stanice. Odvolání proti těmto nařízením nemá odkladný účinek a osoby jsou povinny se těmto opatřením podřídit (Berka 2003).

„Chřipkové prázdniny“ jsou tedy i v kompetenci a na rozhodnutí ředitele školy. Měly by se vyhlásit při 30% nemocnosti všech žáků ve škole, či po zhodnocení situace v kraji či okrese. Prázdniny by neměly být vyhlášeny na dobu kratší 7 dnů, jinak se správně nezamezí přenosu viru (Khsova.cz 2007).

3. Výskyt a šíření chřipky ve světě

Výskyt chřipky je celosvětový, tudíž k přenosu dochází po celém světě a každoročně, a to zejména v chladných měsících. Klasická „chřipková sezóna“ obvykle trvá od podzimu do jara a každý rok způsobují 3 až 5 milionů případů těžkých onemocnění a přibližně 290 000 až 650 000 úmrtí po celém světě (History 2018). Každý rok chřipka nakazí přibližně 20 % celosvětové populace, v závislosti na aktuálně cirkulujícím viru. I když se obecně uznává, že chřipka má významný ekonomický dopad v podobě nákladů na zdravotní péči a ztracené pracovní doby, je pro země často náročné odhadnout úplný ekonomický dopad nemoci a úmrtnosti na chřipku (WHO).

Virus se šíří zejména přímým kontaktem, nejčastěji kapénkovou infekcí v nevětraných nebo špatně větraných prostorech s velkým počtem lidí. Naopak v suchém, chladném a dobře větraném prostředí má chřipka životnost jen několik hodin. Jak již bylo zmíněno výše, virus se může přenášet i kontaminovanými předměty, vnesením do očí nebo jako alimentární nákaza (Göpfertová 2015).

Šíření viru celoročně sleduje WHO společně s dalšími partnery pomocí WHO GISRS systému, a následně doporučuje sezónní složení vakcín proti chřipce, a to dvakrát ročně pro chřipková období na severní a jižní polokouli. Dále pak vede země v tropických a subtropických oblastech, ke zvolení formulí vakcín, podporuje rozhodnutí o načasování očkovacích kampaní a podporuje členské státy při rozvoji strategií prevence a kontroly (WHO 2018). WHO pracuje na posílení vnitrostátních, regionálních a globálních kapacit při reakci na chřipku, včetně diagnostiky, monitorování citlivosti na antivirové látky, dozoru nad chorobami, reakce na ohniska nákazy a zvýšení pokrytí vakcínami u vysoce rizikových skupin a přípravy na další chřipkovou pandemii (WHO 2018).

Dle WHO tomu, abychom správně určili zátěž chřipky a mohli správně popsat její šíření, musíme správně splnit následující úkoly:

- odlišit chřipku od jiných respiračních onemocnění pomocí kvalitních laboratorních testů,
- uvědomit si, že velká část nemocnosti a úmrtnosti způsobené chřipkou je způsobena komplikacemi a infekcemi, které nejsou pro chřipku jedinečné, z nichž mnohé nemusí být zachyceny v údajích o sezónním chřipce,
- co nejvíce eliminovat neúplné a nekvalitní údaje z dohledu, z nichž jsou odvozeny pouze odhady.

3.1. Historie šíření viru

Na začátek je nutné objasnit rozdíl mezi dvěma nejdůležitějšími pojmy, a těmi jsou epidemie a pandemie. Epidemie je nahromadění se výskytu nákazy v nějakých časových a místních souvislostech. Pandemie je hromadný výskyt infekčního onemocnění bez prostorového onemocnění (Salfellner 2018). Epidemie je tedy neobvykle vysoký výskyt onemocnění, který je ale limitován časem a prostorem. Jedná se tedy o situaci, kdy výskyt nějakého onemocnění výrazně převyšuje očekávaný výskyt, opět v závislosti na čase a prostoru. Termín „výrazně převyšuje“ má poté v různých státech různou definici na základě různých ukazatelů.

Tyto ukazatele jsou:

- úmrtnost,
- počet nových případů,
- počet pracovních neschopností,
- množství prodaných léků.

Epidemie chřipky se objevuje pravidelně každý rok, v přibližně podobných počtech, zajímavým příkladem můžou být různé historické epidemie moru. Ukazatelem byla právě úmrtnost, nebo nedávná epidemie Eboly v Demokratické republice Kongo, kde ukazatelem byla vysoká úmrtnost i vysoký počet nových případů. Významné epidemie proběhly i v průběhu světových válek, jednalo se o epidemii břišního tyfu, cholery nebo žloutenky (Mojemedicína 2017). Je všeobecně známo, že epidemie AIDS přerostla v pandemii, přesto se dá lokálně mluvit o epidemiích, kde počet nakažených přerůstá celosvětové měřítko. Takovým místem je třeba Afrika, ale nemocných přibývá třeba i v Rusku (Mojemedicína 2017).

Vir chřipky provází lidstvo v pravidelných vlnách již dlouhá staletí, dalo by se říct až tisíciletí. První zmínky o této naze pocházejí již z roku 412 před naším letopočtem od Hippokrata, který popisoval údajnou epidemii chřipky v Malé Asii (Barberis 2016). První věrohodné zprávy o chřipce pocházejí z 16. století. Z této doby je popsána epidemie chřipky v Anglii v roce 1563 v podobě dopisu o nové nemoci, která sužuje královnu Mary (Houdret 1994). První podrobně popsána a obecně uznávaná pandemie pochází z roku 1580, kdy bylo zasaženo několik kontinentů. Onemocnění se nejprve objevilo v severní Africe, odkud se dostalo do Itálie a celé Evropy, a postupně bylo zavlečeno až do Severní Ameriky (Šebek 2006). Historikové spekulují, zda byla chřipka do USA zavlečena infikovanými prasaty z připlouvajících lodí, či zda již bylo onemocnění na tomto kontinentě přítomno dříve. Existují Aztécké texty popisující „morový katar“ v letech 1450-1456, v oblasti dnešního Mexika, ovšem texty jsou příliš složité ke správnému překladu (Barberis 2016).

Podle dobových informací v některých městech, zejména pak španělských, nepřežil téměř nikdo (Šebek 2006). K šíření této pandemie napomáhaly tehdejší hygienické zvyklosti, ale také prakticky neexistence vhodné péče a zneužívání výplachů a pouštění žilou.

První pandemií, kde máme již nějaký odhad zemřelých, je pandemie z roku 1889-1890. Tato pandemie začala ve střední Asii a do Evropy se dostala Rusko. Celkem proběhla ve čtyřech vlnách a podle dobových zdrojů byla v určitých zemích infikována až polovina obyvatel. Vysoká úmrtnost postihla zejména dětskou populaci a odhaduje se, že zemřelo celkem okolo jednoho milionu lidí (Šebek 2006). Zároveň se jedná o jednu z prvních pandemií, kde byl určen typ viru, jedná se vir H_2N_2 , který se poté objevil znovu pod názvem Asijská chřipka v letech 1957-1958 (Šebek 2006).

Pro chřipkové pandemie, ale obecně i pro pandemie jiných onemocnění je typický průběh ve vlnách. První vlna znamená, že se onemocnění rozšířilo natolik, že ve většině zemí světa je hlášena celostátní epidemie. Následně dochází k oslabení viru, snížení počtu nemocných a pomalý nástup zpět do normálního života, ale s tím přichází i počátek následné druhé vlny. Až po ukončení druhé, či více vln onemocnění dochází k finálnímu odeznění pandemie a návratu k běžnému způsobu života (Šebek 2006). Obvykle mívají pandemie dvě vlny, ale může jich být libovolný počet, jako na příklad u Španělské chřipky, která měla celkem čtyři vlny.

3.1.1. Španělská chřipka

Nejznámější a zároveň nejhorší pandemií v dějinách lidstva je tzv. Španělská chřipka. Název španělská pochází z faktu, že Španělsko bylo velmi otevřené ohledně informací o počtu nakažených a zemřelých, a tak se zdálo, že je mnohem více nakaženo než jiné státy, kde se informace cenzurovaly (History 2016). Jiný zdroj uvádí odvození názvu z pomluv, že chřipku z Evropy do Argentiny zavlékli španělští námořníci (Salfellner 2018).

Španělská chřipka byla způsobena chřipkovým virem typu A kmene H_1N_1 . Do dnešní doby se neví, kdy přesně začala, zda v únoru či na jaře, přesto však nepřišla zcela neočekávaně. Již od roku 1914 byly pozorovány ve zvýšené míře těžké případy chřipky, a to postupně po celé Evropě. Od prosince roku 1915 postupně stoupala úmrtí na chřipku a pneumonii. V roce 1917 se také zvyšují čísla nemocných a umírajících ve Francii, USA, ale i v Argentině (Salfellner 2018).

Tak jako se přesně neví začátek pandemie časově, tak se přesně neví ani místo původu onemocnění. Podle některých zdrojů přišlo onemocnění z Asie, kde jsou exploze nemocí pozorovány prakticky celý rok, a navíc již koncem roku 1917 Čína zaznamenávala

erupce silně nakažlivého a rychle se šířícího onemocnění dýchacích cest, přičemž nedokázala zjistit o jakého původce se jedná (Salfellner 2018). Jiné zdroje uvádí Francii nebo Ameriku jako ohnisko nákazy. První zprávy z Ameriky o objevení této pandemické chřipky byly již v dubnu roku 1918 v Kansasu (CDC 2018). Rakouská monarchie dokonce obviňovala Rusko, ale tam zrovna probíhaly revoluce (Salfellner 2018). Vzhledem k zaneprázdněnosti s revolucí ale Rusko také nepočítalo oběti pandemického viru, a i proto se odhady obětí výrazně liší. Šíření viru rozhodně napomáhali vojáci vracující se zpět do svých zemí.

Jak již bylo řečeno, pro chřipkové pandemie je typický průběh ve vlnách a španělská chřipka není výjimkou. První vlna proběhla na jaře roku 1918 v Evropě a v USA v relativně mírné formě. Druhá vlna proběhla na podzim roku 1918 a byla spojena s abnormálně vysokou mortalitou. Nejvíce fatální byla u mladých a lidí oplývající zdravím. Tento fakt se uvažuje jako následek přehnané obranné reakce organismu, která následně vedla k poškození plic (Šebek 2006). Třetí vlna byla pozorována v lednu a únoru roku 1919, též spjatou s vysokou úmrtností. V roce 1920 proběhla finální čtvrtá vlna, která byla stále extrémně virulentní, ale již jen na některých místech. Mezi různými vlnami se objevovali izolované případy nebo i drobné epidemie různého stupně a závažnosti, ale s rozdílným charakterem než od zmíněného průběhu ve vlnách.

Neobvyklým projevem pandemie byla právě skupina lidí, u které byla zjištěna nejvyšší úmrtnost. Kromě tradičně vysoké úmrtnosti u velmi malých dětí, a naopak velmi starých lidí, postihovala tato pandemie nejvíce lidi ve věku 15-45 let. Neobvyklá byla i úmrtnost u těhotných žen, která se uvádí mezi 23 % a 71 % (Šebek 2006).

Celkově španělská chřipka celosvětově nakazila přes 200 milionů lidí a vyžádala si přibližně 50 až 100 milionů životů. Dřívější odhady popisovaly 20 až 40 milionů obětí, to se však změnilo v důsledku nových šetření a statistických metod (Salfellner 2018). Nejpreciznější data pocházejí z Japonska, kde evidují přesně 250 333 obětí (Salfellner 2018), naopak nejchatrnější, pokud nějaká data pocházejí již ze zmiňovaného Ruska, ale také z mnoha afrických nebo asijských zemí, kde se spolehlivá data nesbírala (Salfellner 2018). Při přepočtu na dnešní počet obyvatel, by se počet obětí vyšplhal přibližně na 170 až 350 milionů obětí.

Španělská chřipka si vyžádala tolik obětí i z toho důvodu, že obecně v tuto dobu bylo známo celkem málo vakcín natož proti chřipce. Jakákoliv vakcína v tu dobu vytvořená byla v lepším případě neúčinná, v horším případě dokonce škodící zdravý. Zároveň tehdejší experti byli přesvědčeni, že chřipka je způsobena bakteriemi, nikoliv virem a sekundární infekce způsobené právě bakteriemi nemohly být ošetřeny z důvodu neexistujících antibiotik (History of vaccines 2018).

Pokud bychom se zaměřili skutečně jen na Česko, největší nebezpečí pro přenos onemocnění představovali chroničtí nositelé z předchozích let. Zároveň byli dalším velkým rizikem vojáci přicházející zpět do svých domovů. Mnoho nemocnic bylo plných právě těchto vojáků, kteří byli nakaženi úplavicí či jinou exotickou nemocí, což by mohl být jeden z faktorů, proč se španělská chřipka šířila tak snadno přes celý svět a trvalo dlouho, než se ni přišlo. Jen přes léto roku 1918 bylo v Česku hlášeno 1671 nemocných osob, kdy 246 osob zemřelo primárně na úplavici, ale komplikací byla právě pandemie chřipky (Salfellner 2018). Dle různých metodik a podkladů z dobových statistických a demografických pramenů se počet obětí v Česku vyčísluje na 46-77 tisíc osob (Salfellner 2017).

3.1.2. Pandemie ptačí chřipky

Tento název pochází z označení pro syndrom, který postihuje velkou řadu volně žijících, domestikovaných, zpěvných, ale i okrasných ptačích druhů. Viry ptačí chřipky jsou velmi početná skupina, kde se jednotlivé kmeny liší svou patogenitou i virulencí. Kmeny, které byly izolované z ptačí říše, se dělí do více než 20 subtypů a hlavním rezervoárem tohoto viru jsou vodní ptáci, u kterých probíhá nákaza bez klinických příznaků (Sedlák 2006). Subtypy ptačí chřipky se mohou vyskytovat v nízké i vysoce patogenní formě. Zejména subtypy H5 a H7 jsou pro domácí drůbež prakticky stoprocentně letální. V místech výskytu těchto dvou vysoce patogenních subtypů byla nemoc detekována i u člověka nebo jiných savců, proto ptačí chřipka představuje neustálou hrozbu pandemie (Smetana 2018).

Úplně poprvé byl kmen ptačí chřipky izolován již v roce 1902, taxonomicky byl zařazen až mnohem později, přesto nese stále stejné jméno – A/Chicken/Brescia/1902 H₇N₇. (Smetana 2018). Přesto, že byl tento kmen izolován jako první, a je také definován jako vysoce patogenní, zůstává nejhorším kmen H₅N₁. Tento kmen se objevil poprvé v roce 1997 v Hongkongu, kde se nakazilo 18 slepic a 6 z toho následně zemřelo. Následně se vir objevil v jihovýchodní Asii v roce 2003, v roce 2005 se poté rozšířil do Kazachstánu, Číny, Mongolska, Ruska až do Evropy. Po nakažení celé Evropy se vir v roce 2006 přesouvá do Afriky. Od svého objevení v roce 1997 tento kmen zabil přes sto lidí pocházející z jihovýchodní Asie (Sedlák 2006). Jedná se o polovinu nakažených, tudíž je zde vidět velmi vysoká virulence a oprávněné velké obavy z pandemie.

Na rozdíl od ostatních chřipkových virů a kmenů, kde je typická kapénková infekce, je ptačí chřipka výjimečná svou schopností přenášet se i alimentární nákazou. Přesto, že nákaza probíhá u ptáků bez příznaků, lze zjistit, zda ptáci nemoc prodělali ještě dlouho poté. Virus je z těla ptáků vylučován po prodělané nemoci všemi sekrety, ale i exkrety v abnormálním množství dalších 11-17 dní. Virus ptačí chřipky, zejména kmene H₅N₁ je poměrně odolný, protože dokáže přežít teplotu 37 °C až šest dní (Sedlák 2006). K jeho nebezpečnosti ale

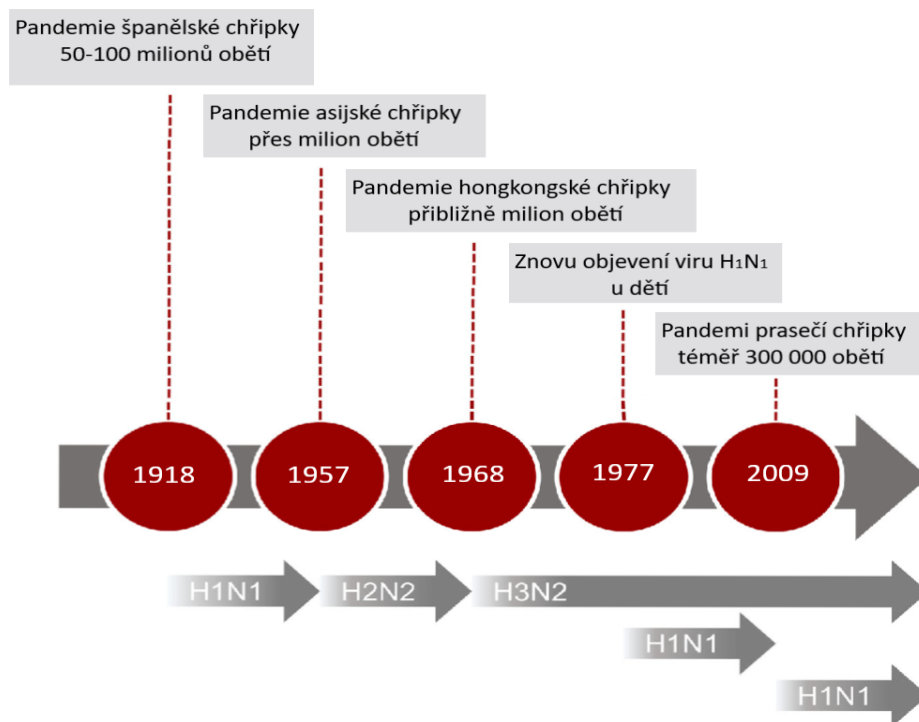
přispívá hlavně jiná vlastnost, a tou je nesnížení své virulence a koncentrace ani po zmražení. Tato schopnost napomáhá tedy nejen k nakažení se po nějaké době, ale k poměrně snadnému šíření po celém světě, pokud se takto infikované maso dostane na trh, jako se tak stalo v případě exportu do Japonska a Jižní Koreje.

Přestože vir H_5N_1 zabil přes 100 lidí, stále se řadí mezi kmenev na člověka vzácně přenosné. Na druhé straně již neplatí, že se dá nakazit pouze přes mezihostitele (vepř), naopak, nakazit se můžeme i přímo od infikovaného ptáka. Zkombinování tohoto kmene s lidským genem by mohlo vést ke vzniku pandemie, zde by poté mohlo hrát svou roli očkování (Sedlák 2006). Předpokládá se, že větší spotřeba vakcín na běžnou sezónní chřipku by potencionálně mohla snížit viry, které se můžou podílet na vzniku pandemického viru. Zároveň s vyšší spotřebou běžných vakcín narůstá šance na výrobu dostatečného množství pandemické vakcíny.

3.1.3. Další významné pandemie

Obrázek č. 6 popisuje nejvýznamnější milníky chřipkového viru od pandemie od roku 1891. Dále obsahuje informace, zda se jedná o typ A nebo B, typu virových kmenů u viru A, ale také přibližný počet úmrtí. Jednotlivé pandemie jsou poté více rozepsány pod obrázkem.

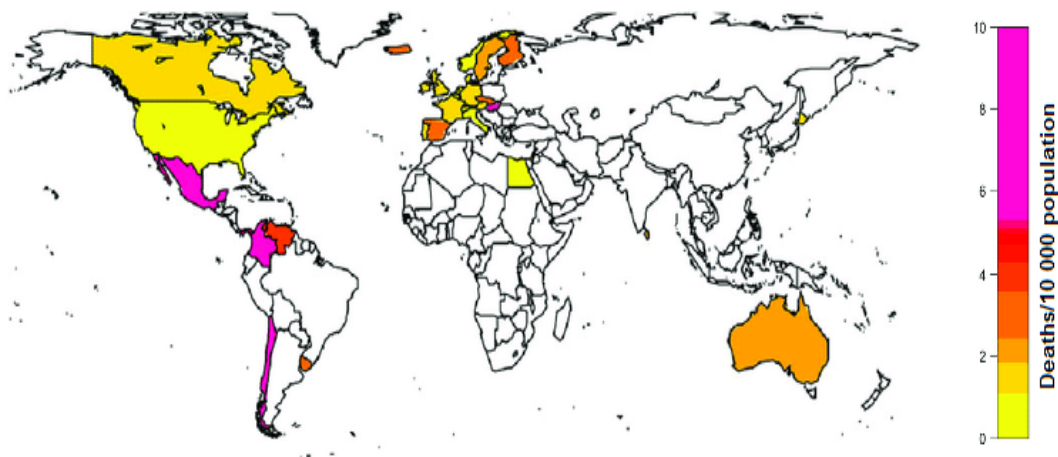
Obrázek 6: Pandemie v čase



Zdroj: vlastní tvorba, upraveno dle: https://www.researchgate.net/figure/Timeline-of-the-history-of-influenza-virus-circulation-in-humans-since-1890s-The_fig3_330745030 (2019)

Jednou z významných pandemií byla Asijská chřipka, která se objevila v letech 1957–1958. Tato pandemie vznikla v Číně a její původce byl virus chřipky z kmene H₂N₂. Tento virus nahradil dřívější pandemický vir H₁N₁ (CDC 2018). Virus byl nejdříve podchycen laboratořemi v Singapuru a následně o dva měsíce později v Hongkongu. V létě se poté rozšířila do Evropy a odtud dále do Severní Ameriky. Postižené státy zobrazuje obrázek č. 7. Virus byl namíchán ze tří genů od ptačí chřipky, vyskytujících se u divokých kachen a dalších pěti běžně se vyskytujících lidských genů. Přesto, že je normálně tento lidský gen viru běžný a není nebezpečný, v kombinaci s ptačími geny se projevil jako velmi nebezpečný (Šebek 2006). Nejvíce obětí bylo tradičně mezi starými lidmi, nicméně v průběhu první vlny zemřelo 40 % mladších 65 let. Celkově tato pandemie zabila přibližně 1-1,5 milionu obětí.

Obrázek 7: Úmrtí na Asijskou chřipku (pouze státy s dostupnými daty)



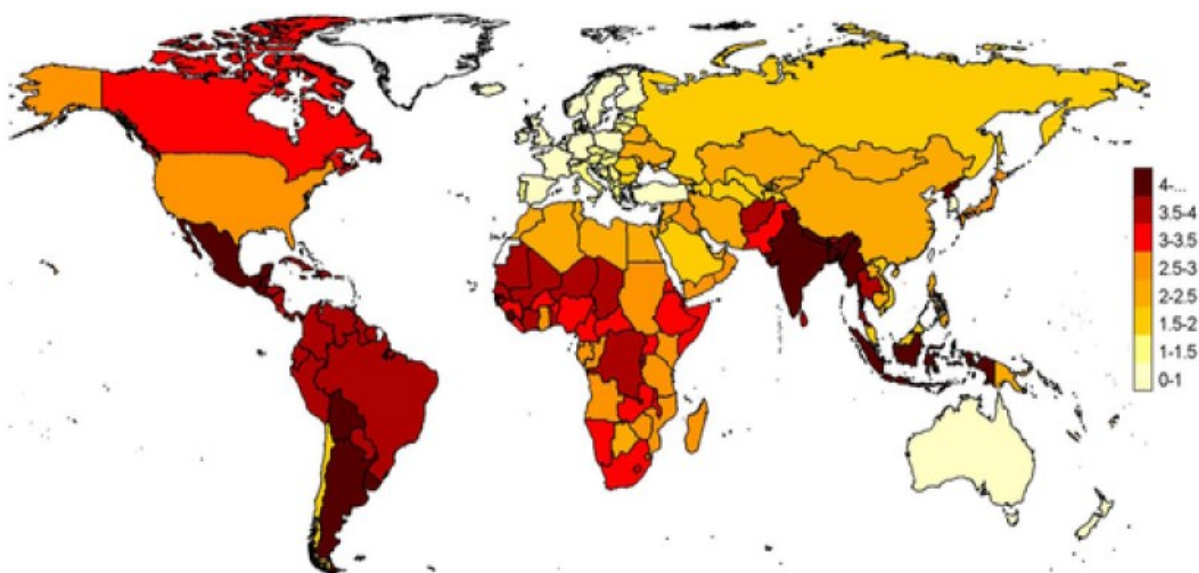
Zdroj: (2016) https://www.researchgate.net/figure/Global-maps-of-pandemic-influenza-related-mortality-rates-during-the-1957-1959-pandemic_fig2_294107451

Mezi další zajímavé pandemie patří tzv. hongkongská chřipka, která řádila v letech 1968-1969 a byla způsobena kmenem H₃N₂, který nahradil původní kmen H₂N₂ (CDC 2018). Tato chřipka si převzala pouze dva geny od divokých ptáků a zbylých šest bylo běžně kolujících lidských. Tato pandemie probíhala o něco mírněji, zřejmě proto, že k mutaci došlo pouze na jednom z povrchových antigenů a nikoli na obou (Šebek 2006). Úmrtnost mezi starými v této pandemii nebyla tak vysoká, jelikož chřipkové kmeny obsahující H₃ kolovaly mezi lidmi již začátkem století, tudíž staří lidé měli vytvořenou imunitu. Celkově na tuto pandemii zemřelo 0,75 až jeden milion lidí.

Poslední pandemickou chřipkou, která proběhla v relativně nedávné době, je Mexická chřipka, též známá jako prasečí chřipka. Průběh této pandemie se dá označit jako globální pandemie, jelikož skutečně byla přes více než jeden kontinent a zároveň to byla první globální

pandemie za 40 let (CDC 2019), jak lze vidět na obrázku č. 8. Tato pandemie proběhla v letech 2009-2010 a celkem na ni zemřelo 151 až 575 tisíc lidí (CDC 2019). Jedná se o vir kmene H₁N₁, který obsahoval geny lidské, prasečí, ale i ptačí (Smetana 2018). Přesto, že má stejnou zkratku jako španělská chřipka (H₁N₁), jsou zde zejména geny prasečí, nikoliv pouze lidské a ptačí, jak tomu bylo právě u této obrovské pandemie v letech 1918-1920. Mnoho lidí starších 60 let (uvádí se až jedna třetina lidí) mělo v těle vytvořené protilátky proti tomuto kmeni viru, zřejmě po expozici viru H₁N₁ z dřívějších let svého života (CDC 2019). Lepší dopad této pandemie dokazují i data převzatá z WHO kde se uvádí, že počet zemřelých od dubna do července roku 2009 byl v mnoha zemích nulový (CEIC 2020). V uvedeném datu to platí i pro Česko, nicméně celkově si pandemie u nás vyžádala 102 životů (iDNES 2010).

Obrázek 8: Postižení jednotlivých států pandemií prasečí chřipky



Zdroj: (2013) <https://www.latimes.com/science/sciencenow/la-sci-sn-h1n1-influenza-virus-killed-10-times-more-than-estimated-in-2009-20131126-story.html>

3.2. Přenos

Virus se přenáší kapičkami, které se tvoří při kašlání, kýchání, a dokonce i při mluvení. Tyto kapičky, zvané kapénky, se přenáší vzduchem na vzdálenost necelé 2 m (CDC 2018). Nejčastějším přenosem je tedy vdechnutí či ulpění na sliznici. Méně častý přenos je kontaminovaným materiálem (klávesnice, kliky, ...), který je následně zanesen na sliznici tím, že si sáhneme do obličeje – do oblasti očí, nosu či úst (Göpfertová 2015). Přenos může být způsoben i kontaktem jako je potřesení rukou nebo objetí a slinami sdílenými při pití nebo líbání (History 2018).

Většina lidí začne být infekční již den před prvními příznaky a až 5-7 dní po odeznění hlavních symptomů. U dětí se tato doba ještě prodlužuje. Nejvíce nakažliví jsou lidé ve 3-4 dnu od začátku symptomů (CDC 2018). Příznaky začínají průměrně druhý den od nakažení (může být 1-4 dny) nebo nemoc může proběhnout zcela bezpříznakově a tím se může nakazit mnoho lidí, aniž bychom označili pacienta 0 (CDC 2018). Výraz pacient 0 byl poprvé použit v 80. letech 20. století ve Spojených státech amerických při hledání původního nositele nemoci AIDS. V dnešní době je tento termín používán k popisu prvního člověka infikovaného určitou chorobou (Pravda 2020).

Názory vědců na šíření chřipky v zimních měsících se velmi liší. Obecně ale platí, že je vir mnohem stabilnější a trvanlivější na suchém a studeném vzduchu. Naopak, během vlhkého nebo mrazivého počasí se vir velmi dobře šíří (Khsova.cz 2007).

Vědět, jak virus migruje po celém světě, je velmi důležité. Obecně můžeme říct, že chřipka dorazí do Evropy a Severní Ameriky šest až devět měsíců poté, co vir infikuje Asii, a po dalších šesti až devíti měsících ukončí svou cestu v jižní Americe (Smith 2008).

Při onemocnění bychom vždy měli zvážit možnost zotavení se při práci nebo studiu z domova, protože právě tam se nemoc může rozšířit na ostatní.

Až o nedávna Světová zdravotnická organizace odhadovala roční nadúmrtost na chřipku na 250 000 až 500 000 případů celosvětově. Nicméně v roce 2017, po vyhodnocení nových studií a metod tří různých skupin, dospěla k závěru, že ročně umírá 290 000 až 650 000 lidí na nemoc spojenou s chřipkou. První metoda byla zveřejněna Centrem pro kontrolu a prevenci nemocí (CDC). V roce 2019 studie Global Burden of Disease Study (GBD) vypočítala 99 000 až 200 000 úmrtí na infekce dolních cest dýchacích přímo spojených s chřipkou. Přestože je známo, že chřipka v průběhu let velmi kolísá, nebyl žádný z odhadů rozdělen dle jednotlivých let či právě kolujících kmenů.

Třetí studie byla provedena v rámci projektu Global Influenza Mortality (GLaMOR), kde se došlo k závěru, že ročně umírá na chřipku 294 000 až 518 000 lidí (NCBI 2019). Tato studie také naznačuje vliv mezi respirační úmrtími a přístupem ke zdravotní péči. Zároveň navrhuje zlepšení ve zdravotní péči zejména v zemích s nízkými a středními příjmy s argumentací, že toto zlepšení by mohlo podstatně snížit úmrtost na sezónní chřipku (NCBI 2019).

3.3. Výzkumné hypotézy

Jak již bylo řečeno, chřipka sužuje lidstvo po staletí díky svým velkým mutačním schopnostem a velmi jednoduchým přenosem. Nemusí se jednat jen o fyzický kontakt s jinou osobou, ale i nepřímý přenos přes kontaminované předměty jako jsou kapesníky, kartáčky, skleničky apod. Chřipka se vyskytuje každý rok v jednotlivých sezónních epidemiích, ale i pravidelně vždy za 10-20 let ve velkých, celosvětových pandemiích, které jsou typické velkým nadúmrtím, zejména u mladších věkových skupin. Všechny země se snaží bojovat proti tomuto viru, mnoho z nich i přijalo doporučení WHO ohledně očkování, připravilo si vlastní pandemické plány nebo se snaží rozšiřovat všeobecnou osvětu. Cílem této práce je zhodnotit regionální diferenciaci, odhalit pravidelnosti a časoprostorové vzorce v šíření chřipkového viru v Česku, které jsou velmi důležité pro znalost vývoje, přenosu, šíření a dynamiky onemocnění. Výsledky poslouží k ověření platnosti všeobecně přijímaných teorií o šíření chřipky.

Hypotéza 1: Vliv socioekonomických faktorů na šíření viru chřipky je nevýznamný.

Chřipka je respirační onemocnění, takže záleží na čistotě životního prostředí, a na tom, co lidé vdechují. Úroveň znečištění životního prostředí je v současné době měřena pomocí emisí. Na emisích se nejvíce podílí spalování paliv ve stacionárních a v mobilních zdrojích. Ve velkých stacionárních spalovnách se zavádí stále nové postupy a technologie, díky kterým emise klesají, na druhé straně podíl emisí z malých zdrojů neustále stoupá. V současné době je největším znečišťovatelem ovzduší stále narůstající počet automobilů. Dle Poláčkové (2009) dlouhodobá expozice látek znečišťujících ovzduší zvyšuje rozšíření či výskyt bronchitidy, astmatu a kašle. Nicméně neexistují studie dokazující vliv dalších socioekonomických faktorů jako je urbanizace či vyspělost regionů na přenos chřipky. Proto je předpoklad, že ani v rámci českých krajů nebudou odhaleny významné vlivy socioekonomických faktorů na výskyt chřipky.

Hypotéza 2: Chřipková sezóna v Česku se vyskytuje s časovou pravidelností.

Chřipka je jedním z neznámějších a nejrozšířenějších virů na světě a k přenosu dochází v chladných měsících (History 2018). Číslo hovoří jasně a každoročně se nakazí jen v USA 25-50 milionů lidí, v Česku kvůli respiračnímu onemocnění ročně vyhledá lékaře téměř milion obyvatel. Do Česka se chřipka pravidelně vrací každý rok s nástupem studených měsíců, ale zároveň s tím, jak se lidé více pohybují v uzavřených prostorách. Dle Davidsona (2015) obecně můžeme říct, že se výskyt chřipky zvyšuje od zří do konce roku, v průběhu zimních prázdnin se počty nakažených opět snižují a po návratu dětí do škol se nákaza opět začne šířit až do oteplení. Pravidelnost v nástupu a trvání chřipkové sezóny lze proto očekávat i v Česku a v jednotlivých krajích.

Hypotéza 3: Při šíření nákazy chřipky v Česku nelze na úrovni krajů pozorovat sousedské vztahy.

Při šíření chřipkového viru nepředpokládáme velký vliv lidského faktoru tak, jak bylo dokázáno i v jiných státech. Při sledování sousedských vztahů ve Spojených státech jsme vyzorovali, že ani malé a hustě osídlené státy, obsahující velká města nevykazovaly vyšší počet nakažených než v okolních státech, nebo přenos do sousedního státu (CDC 2008). Sousedské vztahy se neprokázaly ani ve studii zaměřené na šíření ptačího viru H₇N₉ v Číně v letech 2013-2014. Studie nijak neprokázala důkazy o trvalém nebo účinném přenosu viru mezi provinciemi (Dong 2017).

Hypotéza 4: V Česku i v jednotlivých krajích lze v posledních letech pozorovat rostoucí trend vývoje chřipky.

Každoročně chřipka nakazí přibližně 20 % světové populace v závislosti na aktuálně cirkulujícím viru. Obecně se uznává, že chřipka má velké ekonomické dopady v podobě výdajů za zdravotní péči. Dle Rozsypala (2018) můžeme v Česku od roku 2017 pozorovat rostoucí trend v šíření chřipkového viru. Tento narůstající trend můžeme pozorovat ve všech věkových kategoriích, ale i ve všech krajích Česka. Každoročně umírá v souvislosti na chřipku přibližně 1500-2500 lidí, samozřejmě s velkými odchylkami dle síly aktuálně cirkulujícího chřipkového viru. S rostoucím počtem nakažených můžeme zároveň pozorovat i zvýšený počet zemřelých. Dle zvyšujícího se počtu zemřelých můžeme předpokládat, že narůstající trend šíření chřipky začal mnohem dříve.

4. Metodika a data

V Česku podléhá chřipka povinnému hlášení praktických lékařů Státnímu zdravotnímu ústavu, který z nich zpracovává statistiky. Tyto údaje jsou následně shromažďovány, interpretovány pro Česko a zároveň jsou zasílány WHO.

V následující kapitole budou představeny hlavní datové zdroje, které budou využity v práci. Další kapitola bude věnována metodám, které se k analýze časoprostorového šíření využívají.

4.1. Zdroje dat

Získaná data jsou spojitá neboli číselná, územní jednotkou jsou kraje Česka od roku 2007 do roku 2019.

1. Nemocnost na chřipku za jednotlivé kraje – relativizovaná na 100 tisíc obyvatel. Data jsou za roky 2007-2019 získaná ze Státního zdravotního ústavu (SZÚ). Výhodou dat je jejich podrobnost v časových úsecích, jelikož jsou po jednotlivých týdnech. Nedostatkem těchto dat je, že územní jednotkou jsou jednotlivé kraje, nikoliv menší jako jsou okresy či dokonce města. Dalším nedostatkem je, že nebyly poskytnuty informace o relativizaci dat.
2. Údaje o emisích, HDP (hrubý domácí produkt), hustotě obyvatelstva, podílu městského obyvatelstva a nezaměstnanosti získané z Českého statistického úřadu (ČSÚ). Ukazatel hustoty obyvatelstva a podíl městského obyvatelstva byly použity pro potvrzení toho, že čím více lidí žije na území, tím více se vir šíří. Údaj HDP byl použit, jelikož jsme přesvědčeni, že obyvatelé bohatších krajů mají více prostředků na léky a očkování, tím pádem se v těchto krajích vir šíří méně. U ukazatele nezaměstnanosti byl předpoklad menšího šíření viru z důvodu sociální izolace těchto lidí. Největší nárůst respiračních onemocnění byl očekáván u ukazatelů emisí. U některých údajů za emise chybí některé roky – buď se v těch letech ještě data nesbírala nebo ještě data nejsou vyhodnocena. Největší limitací byly tedy údaje za emise, které se evidují od jiného roku než ostatní, tudíž nešly vyhodnotit všechny roky. Dalším problémem bylo, že některé kraje neměly vyhodnoceny data z posledních let, takže nešlo vyhodnotit poslední roky.
3. Data o zemřelých, zdroj ČSÚ – počet zemřelých na diagnózu chřipka od roku 1995 do roku 2018. Tato data obsahují úmrtí na diagnózu J09-J11 (chřipka) jako na primární příčinu úmrtí. Data obsahují: datum úmrtí, pohlaví, kód okresu, o jakou diagnózu se jedná (J09-J11) a věk zemřelého. Výhodou těchto dat je jejich podrobnost, tudíž informace se dobře zpracovávaly.

Předkládaná práce má své limity. Jednou z limitací zejména u předpovídání vývojového trendu je absence dat za rok 2020. Tento pandemický rok, nošení roušek a vládní opatření se jistě podepsali i na epidemii chřipky, což bohužel nemůžeme posoudit.

Dalším limitem této práce jsou data, která byla získána pouze za jednotlivé kraje, nikoliv za menší územní celek jako jsou na příklad okresy. Jedná se o agregovaná data patřící do ekologické studie. Výsledky je nutno interpretovat s opatrností, jelikož zobecňujeme celek a nikoliv jednotlivce, pro které dané výsledky nemusí platit. Za takto velké územní celky nelze provést hlubší analýzu a odhalit skutečnější vztahy mezi jednotlivými proměnnými. Při menších územních celcích bychom mohli prokázat sousedské vztahy nebo prokázat vliv jednotlivých socioekonomických faktorů.

Bezesporu existují určité socioekonomické faktory mající vliv na šíření chřipky či vztahy, které by se daly jinak prokázat. Jistým doporučením by tedy mohla být snaha data rozdrobit na menší územní celky. Tímto způsobem bychom stále měli potřebná čísla o počtu nemocných chřipkou, ale zároveň by se dali dělat rozsáhlejší a hlubší analýzy, což by mohlo pomoci v boji proti šíření tohoto viru.

S daty byla provedena základní analýza, kde se zjistilo jejich rozložení, základní údaje (průměr, minimum, maximum...), a zda jsou vhodná pro další práci, tyto základní informace popisuje Tabulka č. 1. Kolonka nemocní celkem obsahuje 8 946 údajů, což je způsobeno tím, že máme k dispozici údaje za všechny týdny od roku 2007-2019 ve všech 14 krajích Česka, a tyto údaje se následně sečetly do tohoto jednoho čísla. Údaje za nezaměstnanost, podíl městského obyvatelstva a hustotu zalidnění jsou také za jednotlivé kraje, ale ne za týdny, ale roky a jen do roku 2018. Údaje za HDP jsou pouze do roku 2017 a veškeré emise jsou vždy až od roku 2008 a nejčastěji do roku 2017, v některých krajích jsou data pouze do roku 2015 nebo 2016.

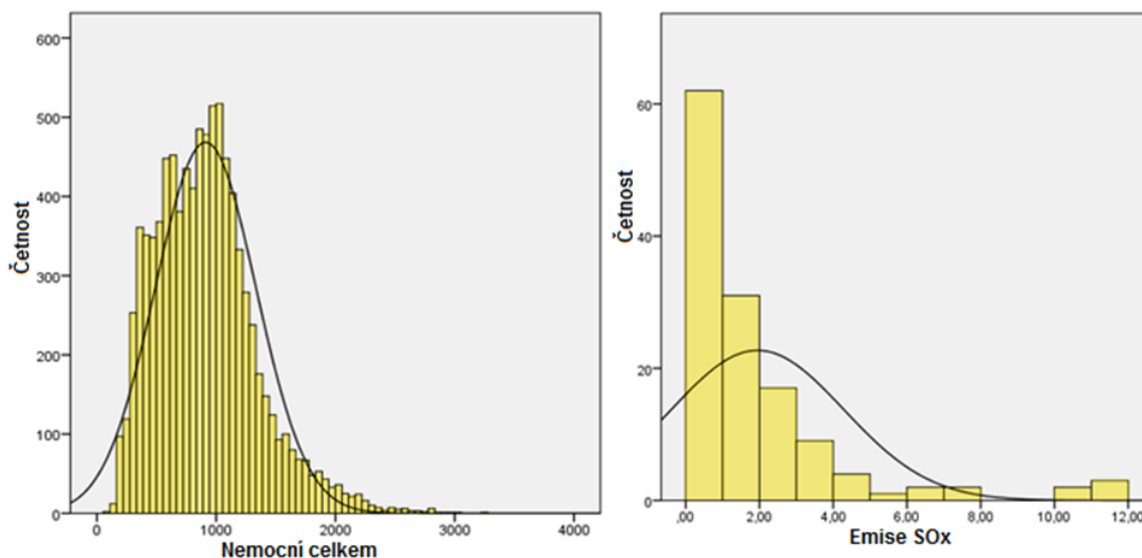
Tabulka 1: Základní informace o datech socioekonomických činitelů za kraje

	N	Minimum	Maximum	Průměr	Směrodatná odchylka
nemocní celkem	8 946	100	3 263	912	423
nezaměstnanost	168	1,8	11,4	5,9	2,2
podíl městského obyvatelstva	168	52	100	69	12
hustota zalidnění	168	63	2 637	296	624
HDP (na obyv., v Kč)	154	251 578	997 560	372 220	139 098
emise CO _x (t/km ²)	133	4,6	46,0	11,0	8,9
emise NO _x (t/km ²)	133	0,8	20,3	3,3	3,7
emise SO _x (t/km ²)	133	0,2	11,5	1,9	2,3

Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Následně byly vytvořeny histogramy zkoumající rozložení získaných dat. Graf č. 6 (histogram vlevo) má klasické Gaussovo rozložení a graf č. 6 (histogram vpravo) znázorňuje odlehle hodnoty, nenormální rozložení dat.

Graf 6: Histogramy rozložení dat socioekonomických činitelů a nakažených



Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Při tvorbě histogramů, šlo na některých z nich vidět nenormální rozložení dat (emise SO_x), které potvrdil i Kolmogorovův–Smirnovův test. To znamená, že v pozorovaném souboru jsou odlehle hodnoty, a ne všude se dají použít parametrické testy, viz Graf č. 6. Toto rozdělení dat ale pro práci nijak nevadí, protože byly využity korelační koeficienty, které jsou založené na pořadí (Spearmanův korelační koeficient), a tak nenormální rozdělení dat nevadí.

Proto, abychom byli schopni dále zpracovat získaná data a zodpovědět na stanovené hypotézy, byly stanovené dvě statistické metody (analýza časových řad, korelační analýza) a následně práce v geografickém informačním systému.

4.2. Analýza časových řad

Jedná se o soubor metod sloužící k popisu časových řad, což jsou časově uspořádaná, věcně a prostorově srovnatelná pozorování. Dále slouží k záznamu určité hodnoty v nějakém časovém intervalu, můžeme tedy zachytit konkrétní hodnotu v určitém bodě intervalu (na začátku, uprostřed nebo na konci) a průběhu nějakého trendu, který je jednoznačně uspořádán od minulosti po současnost. Pomocí této metody můžeme předpovídat budoucí vývoje hodnot, identifikovat náhlé a výrazné změny v chování časové řady, analyzovat příčiny chování časové řady, popisovat průběh a charakter trendové, cyklické a sezónní složky pomocí dekompozice řady. Cílem je také odhalení vlivu ostatních proměnných na vývoj sledované proměnné v časové ose. Analýza časových řad je v této práci využita pro odhalení současného trendu, zjištění sezónnosti a k předpovědi vývoje trendu onemocnění. Pro tuto statistickou analýzu byla použita data ze SZÚ ohledně počtu nemocných chřipkou v letech 2007-2019. Jednotlivé roky jsou podrobně rozepsány po jednotlivých kalendářních týdnech, data jsou relativizována na 100 000 obyvatel a územní jednotkou jsou kraje. V rámci analýzy se bude analyzovat i trendová složka a sezónní složka.

Časové řady lze rozdělit dle časového hlediska na intervalové (počet narozených za ...) a okamžikové (počet obyvatel k ...), dle periodicity na roční (rok a více) a krátkodobé (týden, měsíc) nebo dle druhu sledovaných ukazatelů na absolutní (počet vyrobených aut v měsíci) a odvozené (aktuální počet aut) (Litschmannová 2010). Vzhledem k datům jsem využila časovou řadu intervalovou, roční a absolutní.

Při analýze časových řad předpokládáme, že je složena z několika podsložek, které mají jednodušší průběh, než celá řada. Tyto složky se obvykle modelují zvlášť a následně se z nich zpětně složí model celé řady, která je již zároveň i očištěna od náhodné (reziduální) složky. Podsložky řady, které pomocí různých kroků sledujeme jsou trend a sezónnost, případně můžeme porovnávat změnu mezi původní a očištěnou časovou řadou. Trend znamená pohyb střední hodnoty osy neboli dlouhodobá tendence ve vývoji hodnot časové řady. Sezónnost, také sezónní složka, znamená pravidelné opakování hodnot časové řady, bez nahodilých odchylek. Též můžeme říct, že se jedná o pravidelně se opakující odchylky od trendu (Litschmannová 2010).

4.3. Korelační analýza

Korelační analýza slouží ke znázornění statistické závislosti dvou kvantitativních veličin. To znamená, že měří vztah, sílu závislosti a směr dvou proměnných. V rámci korelační analýzy bylo cílem zjistit, zda některý z vybraných socio-ekonomických faktorů souvisí s počtem nemocných chřipkou a případně jak je tato souvislost silná. Pro korelační analýzu byla použita data ze SZÚ týkající se počtu nemocných v letech 2007-2019 a vybrané socioekonomické ukazatele z ČSÚ. V práci byla využita spojitá data. Vzhledem k nenormálnímu rozdělení dat byl použit Spearmanův korelační koeficient.

Pro hodnocení výsledku korelační analýzy slouží Pearsonův, Spearmanův nebo Kendallův korelační koeficient. Pearsonův korelační koeficient vychází z normálního rozdělení dat a měří sílu lineárního vztahu dvou spojitých veličin. Spearmanův korelační koeficient je odolný vůči odlehlým hodnotám, zachycuje nejen lineární vztahy (i monotónní) a je vhodný nejen pro spojitá (číselné hodnoty), ale i ordinální data (dají se seřadit, mají kategorie). Kendallův korelační koeficient měří pořadovou korelaci a je založen na inverzích v pořadí hodnot. Seřazuje hodnoty dle jedné proměnné a sleduje posloupnost druhé proměnné, jinými slovy měří pravděpodobnost, že seřazení dvou náhodně vybraných veličin dle jedné proměnné bude stejné jako podle druhé proměnné (Hendl 2006).

Hodnoty všech koeficientů se ale vždy interpretují stejným způsobem bez ohledu na to, který z nich použijeme. Hodnoty koeficientů se pohybují v intervalech (u nominálních znaků nemá smysl určovat směr vztahu) nebo $<-1; +1>$. Pokud dosáhneme hodnoty -1 nebo 1, znamená to, že všechny body leží na jedné křivce, která má klesající nebo rostoucí charakter. Nula obvykle znamená neexistenci vztahu, ale vztah zde může existovat, jen není lineární. Záporné koeficienty znamenají negativní asociaci a kladné koeficienty pozitivní asociaci. Interpretaci si můžeme zjednodušit vytvořením intervalů závislosti dle hodnoty korelace, jako je vidět v tabulce č. 2 (Hendl 2006).

Tabulka 2: Interpretace hodnot korelačních koeficientů

Hodnota korelace	Interpretace závislosti
0,01 – 0,09	Triviální, žádná
0,10 – 0,29	Nízká až střední
0,30 – 0,49	Střední až podstatná
0,50 – 0,69	Podstatná až velmi silná
0,70 – 0,89	Velmi silná
0,90 – 0,99	Téměř perfektní

Zdroj: Vlastní tvorba, upraveno dle De Vaus (2002)

4.4. Geografické informační systémy (GIS)

Odpověď nebo výsledek těchto systémů je ve formě mapy, mnohdy přehlednější než tabulky, čísla či dlouhé texty. Rozpětí míst, kde se tyto systémy využívají je tedy velmi široké, právě pro svou jednoduchou, ale účinnou názornost. Na příklad se používá v dopravě, školství, zemědělství, územním plánování, v armádě a mimo jiné i v epidemiologii (Netrdová 2018). Pro výsledky mé práce byl použit software ArcGIS, takže byly získány přehledné mapy.

Jedním z nejstarších epidemiologických nástrojů byla právě mapa. Nejznámější epidemiologická mapa byla vytvořena Johnem Snowem v roce 1854 při hledání příčiny cholery. Ta zde napomáhala a dodnes stále pomáhá k analýze prostorového rozložení výskytu nemoci a také vztah k potencionálním rizikovým faktorům. Jejich popularita spočívá opět ve schopnosti podat rychlý, jednoduchý, ale přitom kvalitní vizuální přehled na místo jinak velmi komplexních informací z oblasti epidemiologického i geografického. Správné vytvoření těchto map může také sloužit k objevení prostorových souvislostí, které jsou v číselné tabulce snadno přehlédnutelné (Netrdová 2018).

V této práci jsou geoinformační systémy použity pro znázornění šíření chřipkového viru v Česku, ale také pro zjištění, zda prvotní ohnisko nákazy začíná vždy na stejném místě a zda se dají uplatnit „sousedské vztahy“, čili zda se onemocnění šíří nejdříve do sousedních krajů, či zda vznikají ohniska nákazy nezávisle na sobě.

5. Vývoj úmrtnosti v Česku

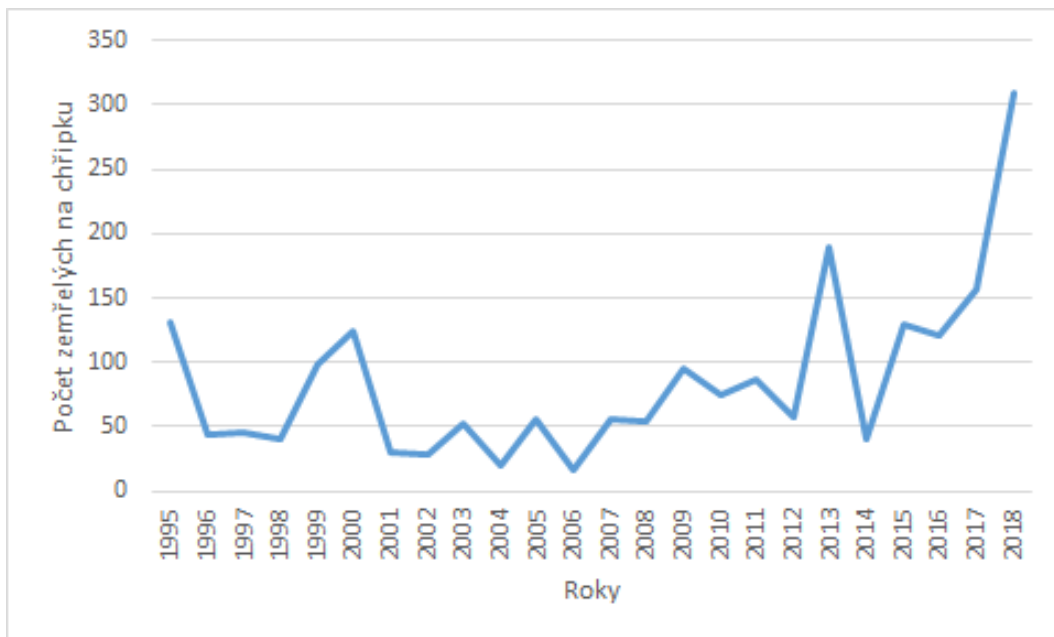
Když bychom si chtěli zodpovědět na otázku, kolik ročně umírá lidí na chřipku, nebude vůbec lehké odpovědět. Přesto, že na chřipku jako na primární příčinu úmrtí ročně umírá jen několik desítek až stovek lidí, již z výše uvedeného faktu, že ne všichni se k lékaři dostaví je jasné, že toto číslo není úplné. Lidé většinou zemřou na jinou primární příčinu jako je na příklad selhání srdce a chřipka bývá často jen „spouštěčem“. To znamená, že na úmrtním listu je uvedena jako sekundární příčina nebo není zaznamenána vůbec (Kynčl 2020).

Dalším problémem je zpoždění podrobných dat, které jsou vždy dostupná až v létě nadcházejícího roku, přesto se počet zemřelých uvádí, a to za pomoci matematického modelování. Výsledky tohoto modelu ukazují, že ročně v Česku zemře průměrně 1500-2500 lidí, samozřejmě s výraznými odchylkami dle stupně závažnosti jednotlivé chřipkové sezony. Tento model i číslo 1500 zemřelých za rok odpovídají i kalkulacím, které provádějí naši zahraniční sousedé, můžeme tedy zároveň konstatovat, že situace je velmi podobná i v ostatních vyspělých zemích (Kynčl 2020). Tuto kalkulaci lze porovnat i s daty z WHO z roku 2018, kdy bylo celkem nahlášeno 3571 úmrtí na chřipku nebo zápal plic. Po rozdělení skutečně pouze dvěma dojdeme k číslu 1785, které odpovídá i kalkulačním modelům (Worldlifeexpectancy 2018).

V různých pramenech lze vidět rozdíly i ve vyšší úmrtnosti v průběhu roku v závislosti na chřipkovou sezonu. Dle Kynčla (2005) existují statisticky významné rozdíly v nadměrné úmrtnosti mezi chřipkovými epidemickými a neepidemiologickými obdobími v Česku v letech 1982 až 2000. Odhaduje, že 2,17 % z celkové příčiny úmrtnosti a 2,57 % z úmrtnosti na nemoci oběhového systému po celé sledované období lze dát za vinu právě chřipce. Tím se výpočty dostává k ročnímu průměru 2661 a 1752 úmrtí, přičemž nejvyšší počet úmrtí byl zaznamenán v letech, kdy byla v oběhu chřipka typu A, kmen H₃N₂. Zároveň v této studii uvádí, že jediná možnost, jak snížit úmrtnost na chřipku je zvýšením proočkovanosti (Kynčl 2005, Havlíčková 2019).

Počet úmrtí na chřipku se neustále zvyšuje, jak je vidět na grafu č. 7, což by mohlo být nedostatkem očkovaní a prevence lidí, ale také určitá míra podceňování tohoto onemocnění. Na druhé straně to může být nějaká předzvěst blížící se pandemie, jako tomu bylo v případech i jiných pandemií v minulosti.

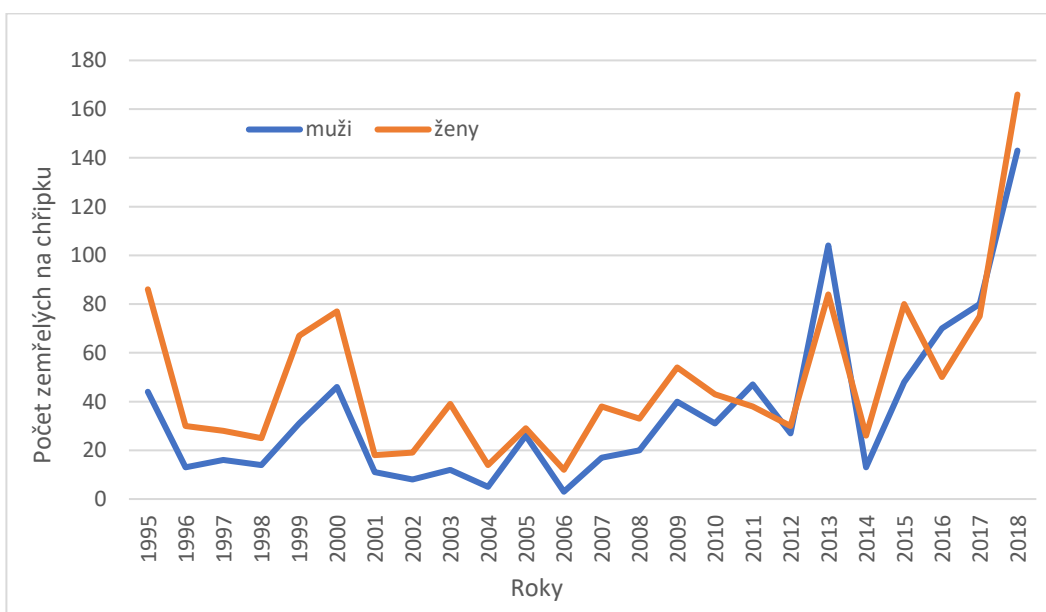
Graf 7: Počet zemřelých na chřipku od roku 1995 do roku 2018



Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Při věnování se počtu zemřelých pouze na diagnózu chřipka v Česku od roku 1995, na který odkazuje graf č. 8, si všimneme, že v těchto více než dvaceti letech, za které je graf proveden, je vzorec umírání pořád přibližně stejný. Převládá ženská nadúmrtnost, a to i v roce 2005, kdy byly rozdíly mezi pohlavím nejmenší. Dále je z grafu vidět pokles v počtu zemřelých, a to až do roku 2005 a poté opět můžeme vidět nárůst, a to až do roku 2018 kdy byl počet zemřelých na chřipku největší.

Graf 8: Počty zemřelých na chřipku dle pohlaví v letech 1995-2018

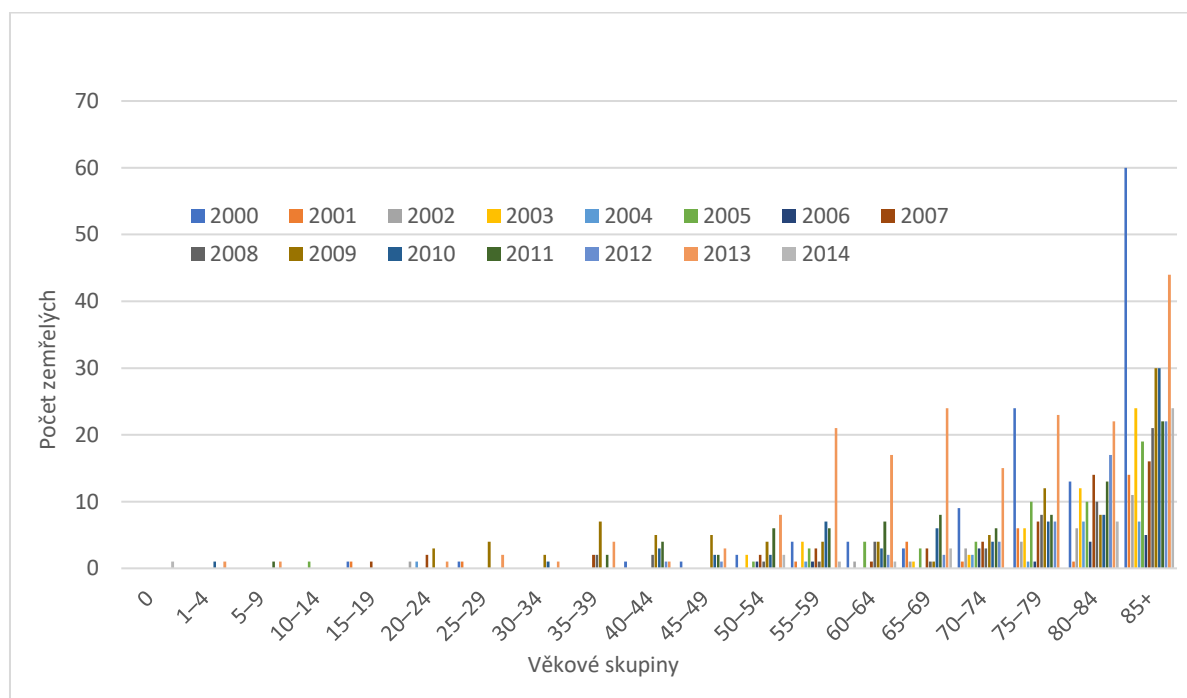


Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Tato ženská nadúmrtnost může být způsobena vyššímu riziku vystavení se viru a většímu „opotřebování“ organismu. Ženy jsou častěji doma se svými nemocnými dětmi či vnoučaty, od kterých je nemoc následně přenesena právě na ně. Zároveň ženy i více nakupují a pracují v domácnosti po jejich běžné práci v zaměstnání než muži, což opět vede ke zvýšenému riziku přenosu či většímu vysílení těla. Další zvýšené riziko přenosu a tím pádem i horších důsledků je způsobeno vyšším počtem žen ve školství, mateřských školkách či ve zdravotnictví (zdravotní sestry), kde jsou opět vystaveny nákaze více než muži.

Graf č. 9 znázorňuje počet zemřelých na diagnózu chřipka (J09-J11) dle jednotlivých věkových skupin za roky 2000-2014. Na grafu si lze všimnout, že se stoupajícím věkem stoupá i počet zemřelých. Zároveň lze z grafu rozpoznat extrémní rok 2013 (oranžovou barvou), kde byly počty zemřelých vyšší v každé věkové kategorii. Největší počet zemřelých byl v roce 2000 ve věkové kategorii 85+.

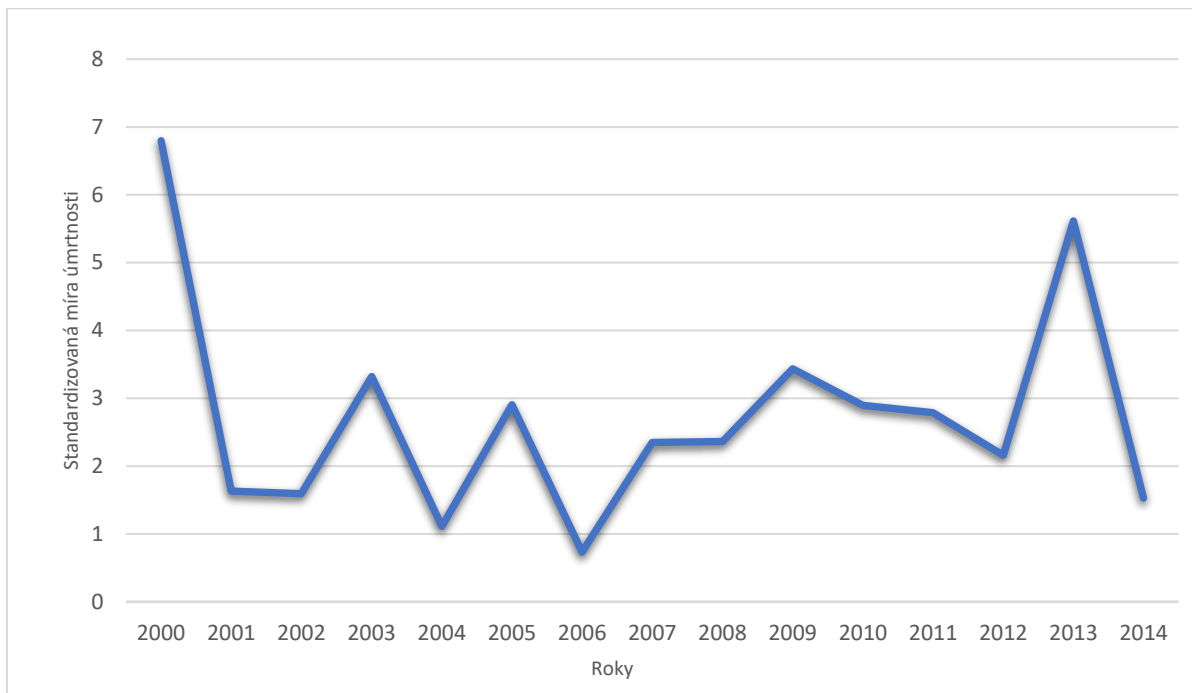
Graf 9: Počet zemřelých na chřipku dle věkových kategorií 2000-2014



Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Graf č. 10 ukazuje celkovou intenzitu úmrtnosti na chřipku standardizované na 100 000 obyvatel v letech 2000-2014. Křivka má podobný tvar jako vývojový trend chřipky v Česku charakterizovaný poklesem do určitého roku a následné stoupání. Největší intenzita úmrtnosti byla v roce 2000 a následně v roce 2013, v roce 2014 intenzita úmrtnosti prudce klesá.

Graf 10: Celková intenzita úmrtnosti na chřipku na 100 000 obyv., 2000-2014



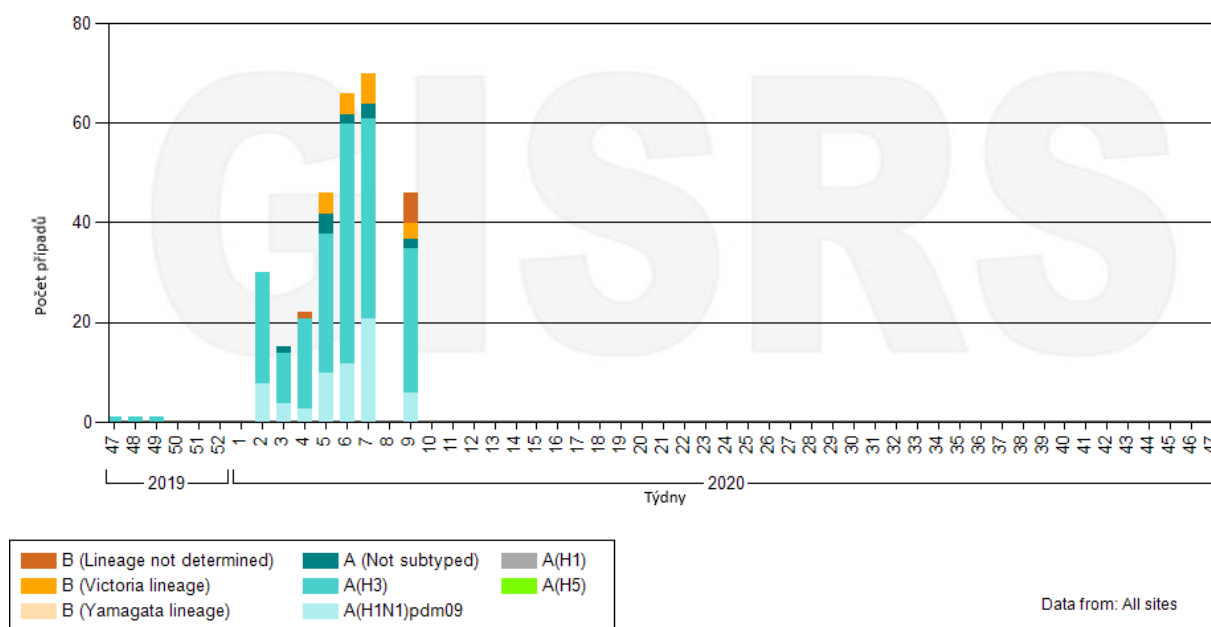
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

6. Šíření chřipky v Česku

Šíření viru v Česku v posledních letech, zejména od roku 2017 neustále mírně stoupá. Tento vzestup můžeme najít ve všech věkových strukturách a ve všech krajích Česka (Rozsypal 2018).

Ke zlepšení doporučení ohledně boje s onemocněním či pro zlepšení vakcinace je nutné znát informace o šíření chřipkových virů. Graf č. 11 znázorňuje početní zastoupení nakažených typů chřipky v Česku od 47. týdne roku 2019 do 47. týdne roku 2020. Chřipková sezóna WHO začíná i končí 47. kalendářním týdnem roku, na rozdíl od Česka, kde sezóna začíná i končí 37. kalendářním týdnem. Z tohoto grafu lze vyčíst, že v Česku převládá typ chřipky A, subtyp H₃, je následován subtypem H₁N₁, poté lze vidět šíření typu B. Subtypy H₁ a H₅ se v této sezóně nevyskytly.

Graf 11: Početní šíření typů chřipky v Česku v letech 2019-2020



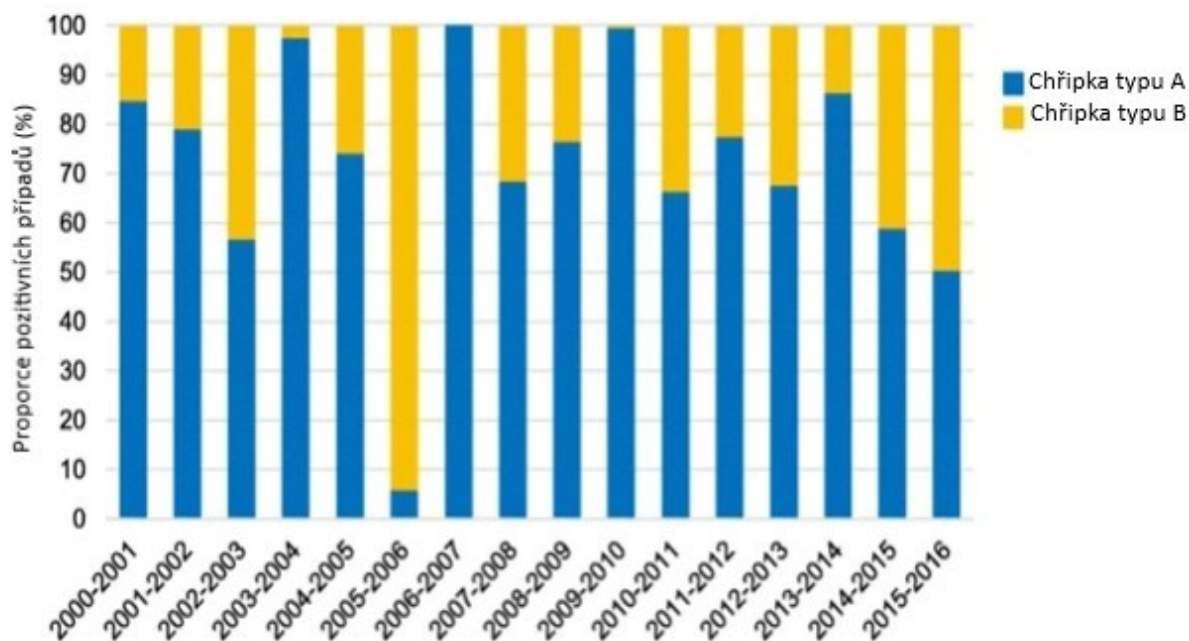
Zdroj: WHO (2020)

https://apps.who.int/flu/mart/Default?ReportNo=1&fbclid=IwAR33f99tWYVlJrPgWq7tiF_wyOnNdjEzh7YHzwQ5qUvlyc_bqjWfSnZiSEc

Analýza Havlíčkové (2019) dokazuje, že se nejvíce šíří chřipka typu A, která v každé sezóně od roku 2000 do roku 2016 představovala přes 55 % všech případů chřipky, výjimkou byla pouze sezóna 2005-2006, kdy převládala chřipka typu B. Chřipka typu představuje ve všech sezónách, kromě sezóny 2005-2006, přibližně 20 % všech případů. Vysoké šíření chřipky typu B v sezóně 2005-2006 je způsobena vakcínou této sezóny, která obsahovala špatný kmen. Nesoulad mezi obíhající chřipkou a vakcínou tedy způsobil vysoké šíření tohoto kmenu.

Kmen chřipky A, typy H₁N₁ nebo H₃N₂ byl identifikován u téměř 80,5 % ze všech případů chřipky A. Celkově přes 66 % bylo způsobeno chřipkou typu A subtypem H₁N₁, nicméně většina z těchto případů byla obsažena v pandemickém roce 2009-2010 (Havlíčková 2019). Graf č. 12 přehledně znázorňuje zastoupení chřipkového kmenu A či B.

Graf 12: Podíl případů chřipky typu A a B v sezónách od roku 2000 do 2016 v Česku

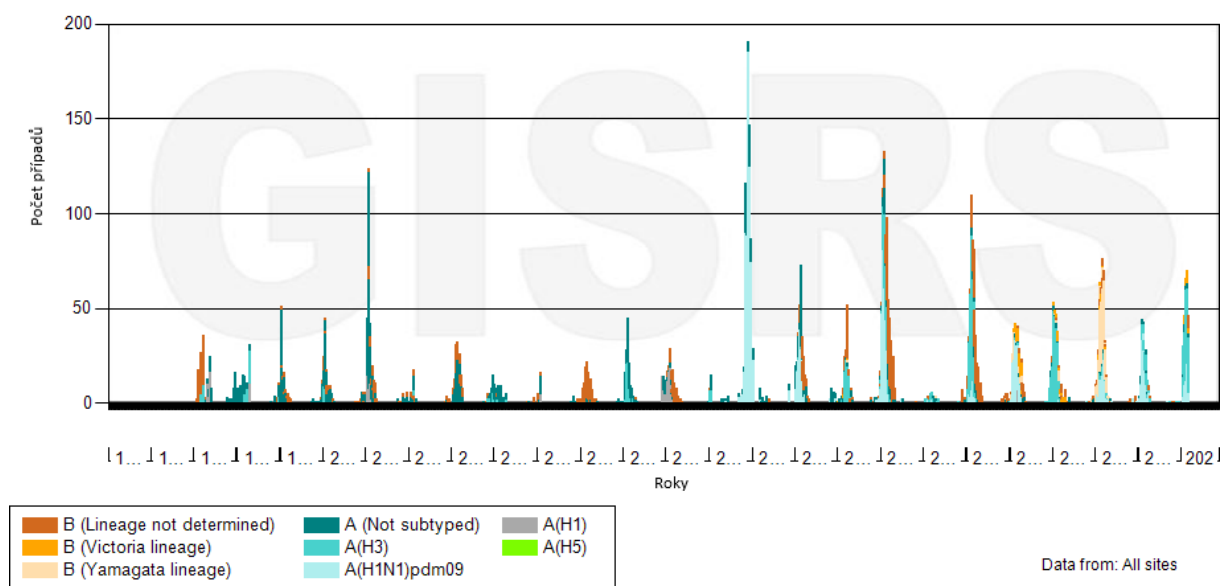


Zdroj: BMC (2019), https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-019-3783-z?fbclid=IwAR0nhlt9tOjSMecV3iNi57T1nW-raT4H7iEtxBY69R87YRmxbayK__OANM

Z grafu č. 12 je tedy patrné, co již bylo zmíněno, tudíž převahu kmene A, zejména v pandemickém roce 2009-2010 nebo v sezóně 2006-2007 a naopak převahu kmenu B v sezóně 2005-2006, vyrovnané zastoupení obou virů bylo v sezóně 2015-2016.

Graf č. 13 na následující straně znázorňuje početní zastoupení nakažených jednotlivými typy chřipky v Česku od prvního týdne roku 1995 až do posledního týdne roku 2020. Obecně lze vyčíst, že převládá typ chřipky A. Pouze v roce 2006 byl dominantní typ B, jak již bylo řečeno bylo to způsobeno nevhodnou vakcínou. V roce 2010 převládal typ A, subtyp H₁N₁ – opět jak bylo zmíněno, tyto hodnoty byly způsobeny pandemií ptačí chřipky.

Graf 13: Početní zastoupení nakažených typů chřipky v Česku od roku 1995 do roku 2020



Zdroj: WHO (1995)

https://apps.who.int/flumart/Default?ReportNo=7&fbclid=IwAR0V-fV_eh0Rd4ktRFfgXwuBUDD_WFUz8Y9P6Floy6GUqXFtR2ZpHDzpxm4

6.1. Územní souvislosti výskytu chřipky

Vzhledem k tomu, že největším faktorem přenosu chřipky je zejména lidské přičinění, jako je blízký kontakt, jejímu šíření napomáhá i vnější faktor jako je počasí, dalo by se zamyslet, zda k šíření chřipky nepomáhají i jiné faktory. Jedná se o faktory socioekonomické, to znamená, že by šíření viru napomáhaly různí činitele jako jsou emise, vysoká nezaměstnanost, HDP a podobně.

Část této práce je věnována právě zjištění, zda tyto vlivy či případné vztahy skutečně existují. Byla provedena korelační analýza se získanými daty a se socioekonomickými činiteli. Mezi tyto činitele patří podíl městského obyvatelstva, hustota zalidnění, HDP, nezaměstnanost, emise oxidů uhlíku, emise oxidů dusíku a emise oxidů síry. Analyzované byly všechny roky od roku 2007 do roku 2019, ale vzhledem ke stejným či extrémně podobným výsledkům budou uvedeny pouze dva reprezentativní roky, a to rok 2008 a 2011, ty jsou znázorněny tabulkami č. 3 a 4. Pro názornost jsou barevně vyznačené výsledky, které nás zajímají nejvíce – tudíž spojení mezi nemocnými a socioekonomickými faktory. Ostatní korelační koeficienty mohou znázorňovat nějaký vztah, ale ten je pro předmět našeho zkoumání nevýznamný či nicneříkající.

Tabulka 3: Korelace nemocnosti chřipkou a socioekonomických faktorů v roce 2008

Rok	Spearmanův korelační koeficient	Nemocní celkem	Emise CO _x	Nezam.	Městské obyv.	Hustota zalidnění	HDP	Emise NO _x	Emise SO _x
2008	Nemocní celkem	1	-0,13	0,6	0,31	0,25	-0,07	-0,17	0
	Emise CO _x	-0,13	1	0,02	-0,08	0,79	0,37	0,57	0,27
	Nezam.	0,6	0,02	1	0,24	0,29	-0,59	0,21	0,08
	Městské obyv.	0,31	-0,08	0,24	1	0,34	0	0,32	0,54
	Hustota zalidnění	0,25	0,79	0,29	0,34	1	0,25	0,63	0,36
	HDP	-0,07	0,37	-0,59	0	0,25	1	0,18	0,17
	Emise NO _x	-0,17	0,56	0,21	0,32	0,18	0,43	1	0,77
	Emise SO _x	0	0,27	0,08	0,54	0,36	0,17	0,77	1

Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Z tabulky č. 3 lze vyčíst, že pouhá hrstka proměnných má nějakou společnou závislost. Jedná se například o závislost mezi proměnnou nezaměstnanost a nemocní celkem, kde je korelační koeficient 0,6. Tento koeficient již ukazuje na silnou závislost a kladné znamínko nám svědčí o pozitivní závislosti. Vzhledem k relativnosti dat by se dalo říct, že čím je vyšší míra nezaměstnanosti, tím vyšší nemocnost na chřipku. Nejvyšší korelace je mezi hustotou zalidnění a emisemi oxidů uhlíku. Zde je korelační koeficient dokonce 0,79, což svědčí o velmi silném pozitivním vztahu. Z toho výsledku ale nelze říct, zda nějak ovlivňuje počet nemocných.

Tabulka 4: Korelace nemocnosti chřipkou a socioekonomických faktorů v roce 2011

Rok	Spearmanův korelační koeficient	Nemocní celkem	Emise CO _x	Nezam.	Městské obyvatelstvo	Hustota zalidnění	HDP	Emise NO _x	Emise SO _x
2011	Nemocní celkem	1	0,16	0,27	-0,29	0,34	0,07	-0,2	-0,1
	Emise CO _x	0,16	1	0,14	-0,08	0,77	0,29	0,61	0,2
	Nezam.	0,27	0,14	1	0,09	0,23	-0,65	0,16	0,12
	Městské obyv.	-0,29	-0,08	0,09	1	0,32	-0,02	0,28	0,31
	Hustota zalidnění	0,34	0,77	0,23	0,32	1	0,33	0,65	0,23
	HDP	0,07	0,29	-0,65	-0,02	0,33	1	0,17	-0,04
	Emise NO _x	-0,2	0,61	0,16	0,28	0,65	0,17	1	0,65
	Emise SO _x	-0,1	0,2	0,12	0,31	0,23	-0,04	0,65	1

Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Stejně jako v roce 2008, i v roce 2011 (viz tabulka č. 4) vykazují významnou korelaci jen nějaké proměnné. Tuto závislost lze vidět například u proměnných hustota zalidnění a emise oxidů dusíku, zde je korelační koeficient 0,65. To značí silnou závislost mezi proměnnými, zároveň i na pozitivní vztah – čím větší hustota zalidnění, tím vyšší emise oxidů dusíku. Tento výsledek bychom logicky očekávali, jelikož větší hustota zalidnění znamená i hustší dopravní síť, a tím i vyšší emise oxidů dusíku. Na druhé straně nám tento výsledek opět neříká vůbec nic o tom, jak je ovlivněn počet nemocných. Pokud bychom se podívali čistě na korelaci mezi počtem nemocných a hustotou zalidnění nebo mezi počtem nemocných emisemi oxidů dusíku, zjistíme, že je zde velmi slabá korelace.

Zde se zároveň dá odpovědět na první hypotézu, že neexistuje souvislost mezi socioekonomickými faktory a nemocností. Tento vztah se neukázal jako významný, na výzkumnou otázku tudíž odpovídáme záporně – neexistuje tu vztah mezi nemocnými a socioekonomickými faktory. Je to z toho důvodu, že kraje jsou příliš velké regiony a nelze tuto souvislost očekávat, prostředí v krajích je silně heterogenní (velká města vs. venkovské oblasti). Při sledování sousedských vztahů ve Spojených státech jsme vyzorovali, že ani malé a hustě osídlené státy, obsahující velká města neměly vyšší počet nakažených než v okolních státech, to znamená, že socioekonomičtí ukazatelé (jako je hustota obyvatelstva) skutečně nemají vliv na šíření viru (CDC 2008).

6.2. Prostorová analýza výskytu chřipky

Následující část práce je věnována prostorové analýze chřipkového viru v Česku. Tato analýza byla provedena pomocí metody GIS. Byly vytvořeny kartogramy zvýrazňující vždy první a druhý týden sezony daného roku, aby se odhalil případný sousedský vztah v šíření nemoci. Pokud by se tato hypotéza potvrdila, znamenalo by to, že v šíření chřipky hraje roli pohyb lidí mezi jednotlivými kraji a ta se následně nejdříve začne šířit právě do sousedních krajů. Zároveň tato metoda pomůže určit, zda se každý rok nachází ohnisko nákazy ve stejné oblasti, či zda je každý rok na jiném místě. Na této úrovni není vhodné počítat analýzu prostorové autokorelace, tudíž tato analýza nebyla použita.

Při pohledu na jednotlivé mapy můžeme říct, že sousedské vztahy se uplatňují jen ve výjimečných letech či u jednotlivých krajů. Obecně můžeme vidět, že ve druhém týdnu sezóny je vždy více případů chřipky než v prvním ve všech krajích, čísla narůstají všude, sousedské vztahy můžeme ale vidět jen místně.

Sousedské šíření lze vidět na příklad v roce 2007, kde se nákaza z moravských krajů postupně šířila směrem na západ. Na druhou stranu i v tomto roce lze vidět, že v druhém týdnu sezóny se nákaza ve větší míře objevila v Ústeckém a Plzeňském kraji. Vzhledem k poloze

těchto dvou krajů, můžeme předpokládat zavlečení a rozšíření nemoci z Německa, pro důkaz této teorie ale nemáme data.

Další případ sousedského vztahu lze vidět na příklad v roce 2016 mezi Libereckým a Královéhradeckým krajem. V tomto roce byl velmi postižen Liberecký kraj hned ze začátku sezóny a v dalším týdnu lze vidět zvýšená čísla nakažených i v kraji Královéhradeckém. Podobný případ můžeme vidět i v naší poslední zkoumané sezóně, tedy v roce 2019. Zde byl v prvním týdnu sezóny velmi postižen Jihomoravský kraj, v následujícím týdnu jsou pak zvýšená čísla v sousedícím Olomouckém i Zlínském kraji.

Na druhou stranu nemůžeme prohlásit, že skutečně existuje sousedský vztah. Největším příkladem je hlavní město Praha a Karlovarský kraj. Tyto dva kraje prokazují, že i když jejich sousedé mají velký počet prokázaných případů chřipky, v těchto krajích se nic nemění a chřipka se nešíří více než obvykle. Tento fenomén lze pozorovat u všech dostupných sezón, v Karlovarském kraji. V tomto kraji, ať v prvním, druhém či v obou týdnech lze pozorovat nižší výskyt chřipkového onemocnění. Jediným rokem, kde byl průběh lehce jiný byl rok 2013, kde sezóna začala výrazněji, ale poté jako by stagnovala, zatímco v ostatních krajích narůstala, tudíž se tento kraj opět dostal do nižších čísel než jeho sousedé. Vzhledem k poloze Karlovarského kraje, bychom předpokládali stejný postup jako u Ústeckého nebo Plzeňského kraje, a to sice nárůst způsobeným sousedskými vztahy nebo zavlečením z Německa.

Zejména v Praze bychom očekávali nejvyšší počty nakažených, či úkaz sousedských vztahů. Bohužel ani v tomto kraji tento úkaz nelze až na výjimky vidět. Až na čtyři sezóny, kde byly vyšší čísla lze vidět, že sousední Středočeský kraj má vyšší hodnoty nemocných než právě Praha. Nejvýraznější rozdíl proběhl v sezóně v roce 2013 v prvním a zejména poté ve druhém týdnu. V této sezóně byl Středočeský kraj tzv. v červených číslech, kdežto Praha byla v zelené, což znamená, že zde bylo minimálně o 350-550 případů méně. Logicky bychom předpokládali opačný scénář, už jen z toho důvodu, že v Praze je velké množství lidí, na mnohem menší ploše, tudíž přenos je zde lehčí, zároveň sem dojíždí velké množství lidí za prací, školou či jen pro pobavení.

Tradičně nejvyšší počet nakažených bývá v Libereckém, Plzeňském a Jihomoravském kraji, což pravděpodobně souvisí i s ohniskem nákazy (ČSG 2018).

Dalším viditelným znakem je místo začátku jednotlivých sezón. Kromě dvou ze všech sledovaných sezón je vždy nejvíce postižen Jihomoravský kraj. Tento kraj můžeme tedy označit za stálé ohnisko nákazy. Jediné dva roky, kdy bylo ohnisko jinde, než v Jihomoravském kraji byly roky 2008 a 2013.

Jak již bylo zmíněno výše, rok 2013 měl jiný průběh než obvykle. Tento rok byl zlomový pro většinu krajů a od tohoto roku onemocnění ve většině krajů stoupá. Byl také rozdílný právě svým ohniskem, které bylo v Plzeňském kraji, Jihomoravský kraj měl o něco méně případů onemocnění, proto tedy nákaza neměla své klasické ohnisko nákazy.

Rok 2008 byl předpandemický rok, právě proto je možné, že je průběh jiný než obvykle. Ohnisko nákazy je v tomto roce je sice na východě republiky jako obvykle, ale v Moravskoslezském kraji. Je možné, že se pandemický vir v tuto dobu již vyskytl na našem území, což mohlo ovlivnit místo ohnisko nákazy.

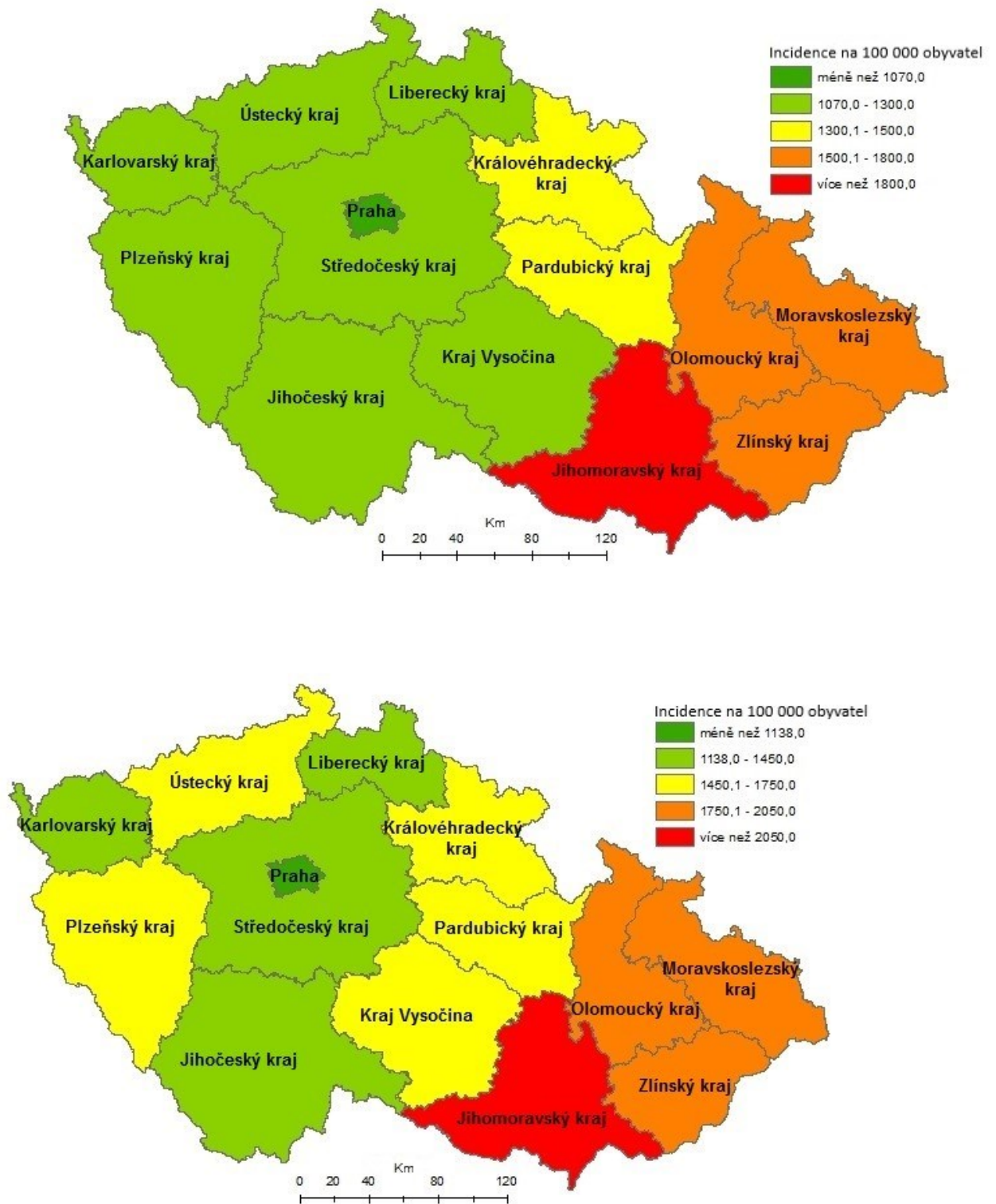
Kromě těchto dvou let je ale ohnisko nákazy vždy stejné, neměnné.

Pro naše potřeby budeme popisovat tři reprezentativní roky na obrázcích č. 9, 10 a 11, ostatní mapy lze najít v příloze.

Na obrázku č. 9 a 10 vidíme ohnisko nákazy a šíření viru za normálních podmínek a jak tomu bylo až na výjimky po celé sledované období. Ohnisko nákazy je v Jihomoravském kraji a nevidíme zde sousedské vztahy. Obrázek č. 11 popisuje extrémní rok, kdy šíření viru neprobíhalo jako obvykle. Ohnisko viru se přesunulo do Plzeňského kraje, ale opět zde nevidíme sousedské vztahy. Jak je již zmíněno výše, dle ČSG (2018) nejvyšší počet nakažených bývá v Jihomoravském, Plzeňském a Libereckém kraji, tím se dalo předpokládat, že ohnisko nákazy se bude opět vyskytovat v jednom z těchto krajů.

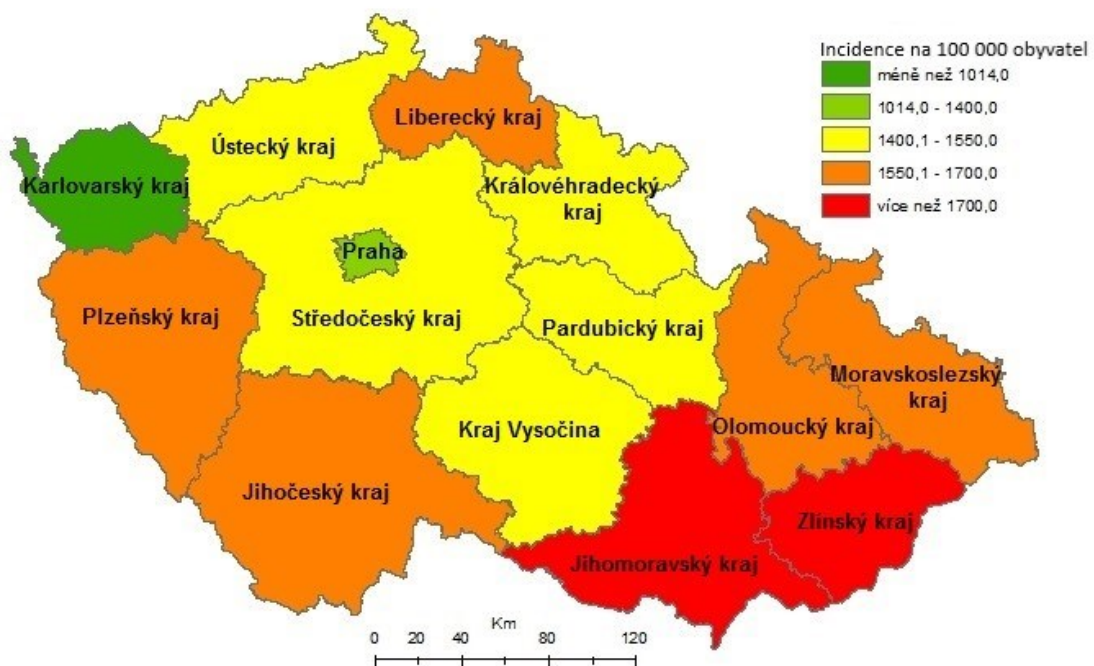
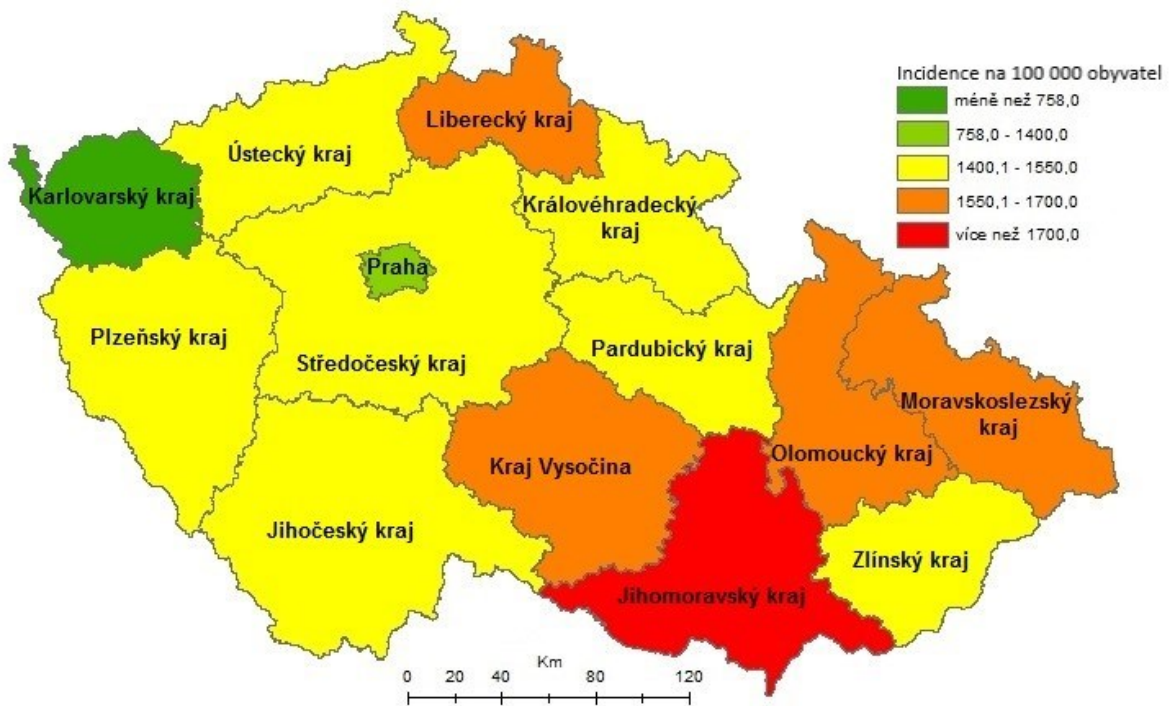
Hypotéza, že při šíření nákazy nelze pozorovat sousedské vztahy se potvrdila. Sousedské vztahy lze pozorovat jen v určitých letech a mezi určitými kraji, ale ne obecně.

Obrázek 9: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2007



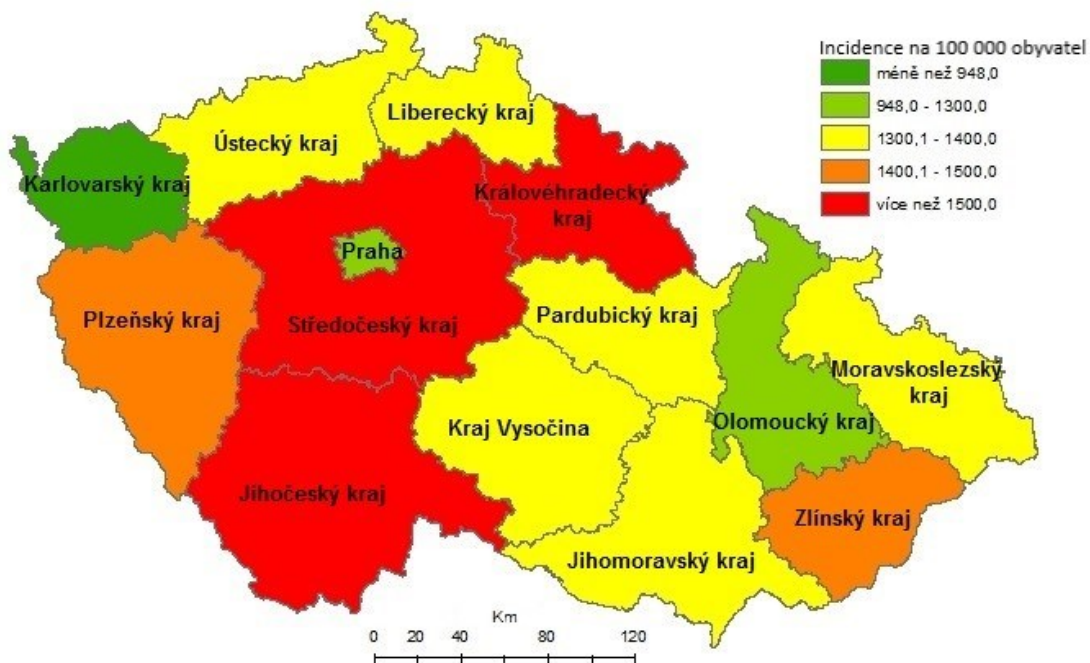
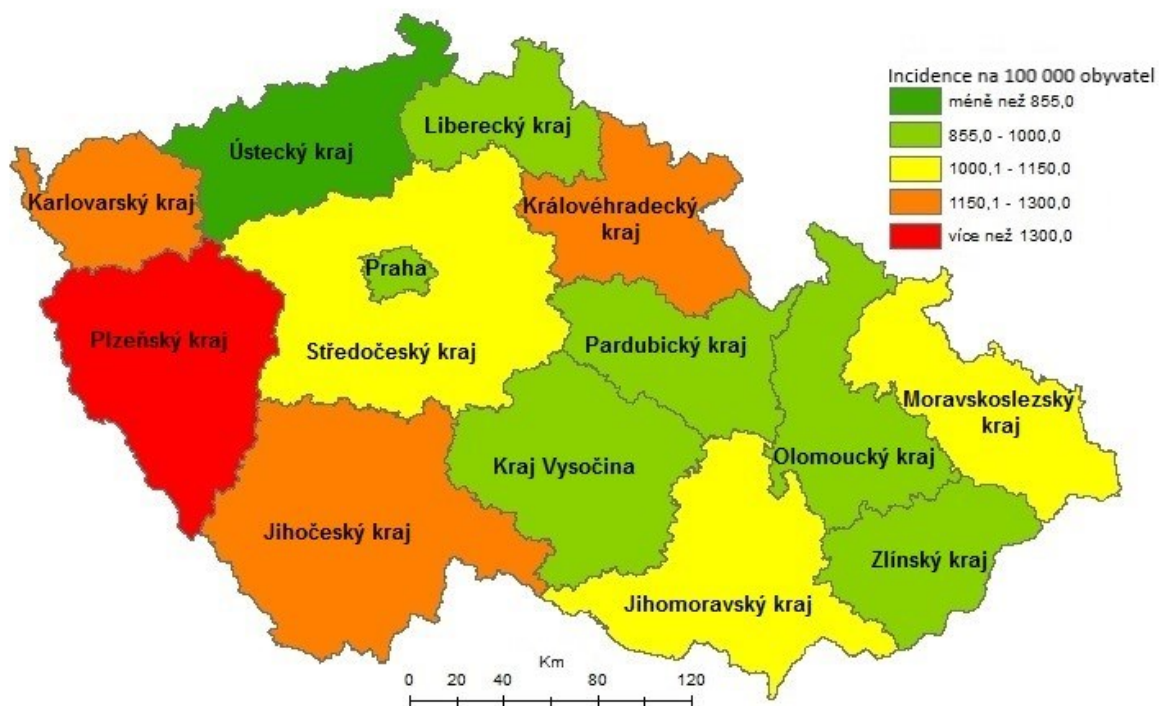
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Obrázek 10: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2017



Zdroj: DATA, vlastní tvorba

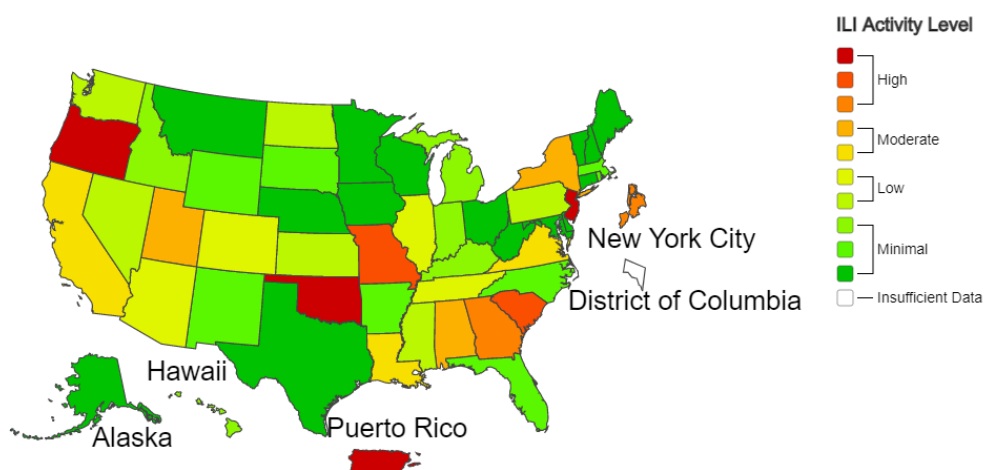
Obrázek 11: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2013



Zdroj: DATA, vlastní tvorba

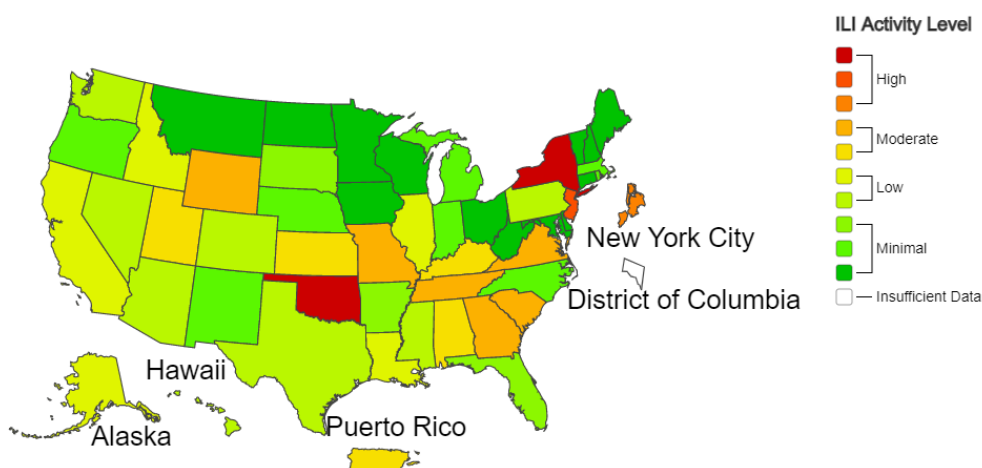
Sousedské vztahy při šíření chřipkového viru se neprokázaly ani v USA (CDC 2008). Situace je podobná jako v Česku, kde se sousedské vztahy uplatňují pouze mezi některými kraji a pouze v některých letech. Na tento fakt odkazují i obrázky č. 12 a 13, které obsahují chřipkovou situaci ve Spojených státech v 1. a 2. týdnu roku 2017. Je zde vidět, že ne všechny okolní státy toho nejpostiženějšího státu projeví zvýšený výskyt onemocnění.

Obrázek 12: Chřipková sezóna v USA v roce 2017 - první týden



Zdroj: CDC (2021), <https://www.cdc.gov/flu/weekly/index.htm#S5>

Obrázek 13: Chřipková sezóna v USA v roce 2017 - druhý týden



Zdroj: CDC (2021), <https://www.cdc.gov/flu/weekly/index.htm#S5>

6.3. Časové trendy vývoje chřipky

Následující část práce se věnuje časovým trendům a vývoji nemoci chřipky v Česku opět od roku 2007 do roku 2019. Analyzovány jsou časové řady za jednotlivé kraje,

příčemž je provedena dekompozice časové řady výskytu chřipky ve čtyřech krocích. Následující obrázky proto obsahují vždy pět grafů, kdy každý z grafů se věnuje či odhaluje něco jiného.

První graf obsahuje původní časovou řadu, nijak neočištěnou. Druhý graf znázorňuje trend časové řady, který byl popsán metodou klouzavých průměrů s periodou jednoho roku, aby se odhalil čistý vývojový trend v počtu nemocných chřipkou za roky 2007-2019. Z tohoto grafu tedy lze vyčíst vývojový trend v Česku, tudíž zda ve vývoji dochází k nárůstu nebo poklesu výskytu chřipky. Třetí a čtvrtý graf se věnuje sezónnosti a dá se říct až cykličnosti časové řady. Sezónnost je svázaná s kalendářním rokem a její poznání má význam pro určení, kdy v roce začíná sezóna. Cyklická složka odráží periodické změny, které nejsou nutně závislé na kalendářním roce. Poslední, pátý, graf znázorňuje časovou řadu, která je očištěna o sezónnost, tudíž ukazuje skutečný, nezkreslený průběh nemoci.

Jednotlivé kraje mají rozdílný průběh onemocnění, ale většina z nich v posledních letech prokazuje nárůst onemocnění chřipkou, čímž je potvrzena studie H. Rozsypala z roku 2018. Většina krajů je charakterizována poklesem počtu nemocných do roku 2010 či do roku 2013 a poté opětovným nárůstem nakažených. Největší obrat můžeme vidět u Hlavního města Prahy, kde je skutečně vidět prudký pokles nemocnosti do roku 2010 a následný prudký vzestup nemocnosti. Reprezentativními kraji jsou například Ústecký kraj, Jihočeský kraj či kraj Vysočina, kde je vidět pokles do roku 2013 a poté mírný nárůst. Pro některé kraje, jako je Pardubický, Jihomoravský nebo Moravskoslezský, také platí opětovný nárůst hodnot, není to však „obrat o 180°“ jako u jiných krajů. Tyto kraje jsou charakterizovány poklesem nemocných nejčastěji do roku 2010, následnou stagnací do roku 2013 a poté opět pozvolným nárůstem hodnot.

Čtyři české kraje vykazují zcela jiný průchod událostí, než jak je tomu v ostatních krajích. Mezi tyto kraje patří kraj Středočeský, Královéhradecký, Zlínský a kraj Vysočina. V těchto krajích celé sledované roky jsou charakterizovány prudkým a následně pozvolným či pouze pozvolným klesáním počtu nakažených.

Nejvíce odlišný kraj najdeme v severních Čechách. Jedná se o Liberecký kraj a zde je průběh chřipky odlišný všem ostatním krajům. Ve sledovaném období se průběh onemocnění v prvních dvou letech snižuje a od té doby stále stoupá.

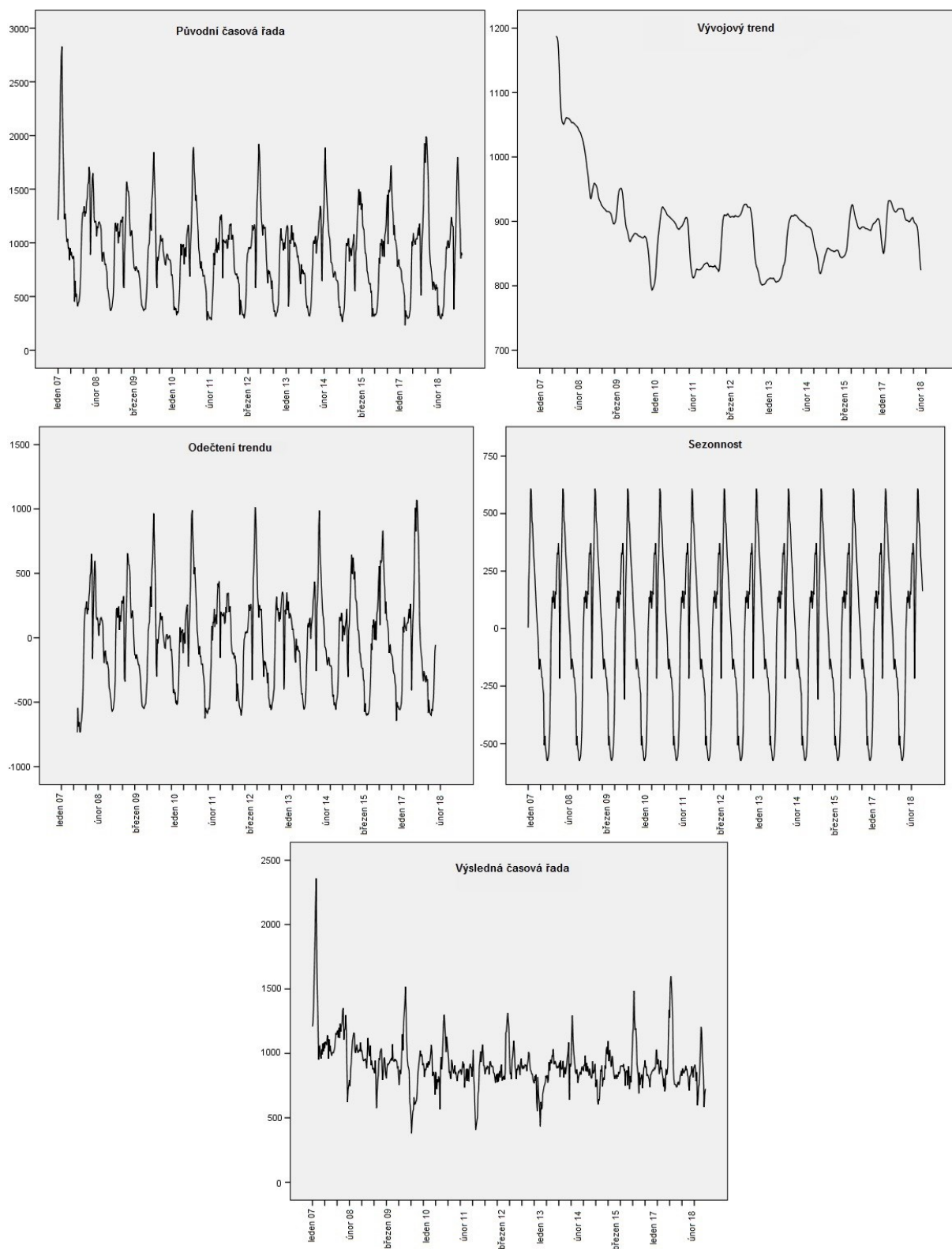
Obrázky č. 14, 15 a 16 ukazují výsledky reprezentativních krajů. Ústecký kraj na obrázku č. 14 reprezentuje celkový trend vývoje nemoci v Česku, to znamená poklesem nemoci do roku 2010 nebo 2013 a následným nárůstem nemoci. Obrázek č. 15 ukazuje Královéhradecký kraj, kde hodnota nemocnosti ve sledovaných letech stále mírně klesá.

Obrázek č. 16 zobrazuje Liberecký kraj, kde se průběh onemocnění dá označit až za extrémní, jelikož průběh onemocnění nejdříve prudce klesá, a to mnohem prudčeji než v jiných krajích, ale následně neustále stoupá.

Většina krajů tedy prokazuje spíše nárůst hodnot než pokles či stagnaci. Tím se dá potvrdit další hypotéza, že v Česku je rostoucí trend vývoje výskytu chřipky. Jak již bylo popsáno výše, většina krajů prokazuje zvyšující se hodnoty nemocných, tudíž můžeme očekávat, že tyto hodnoty budou i nadále růst.

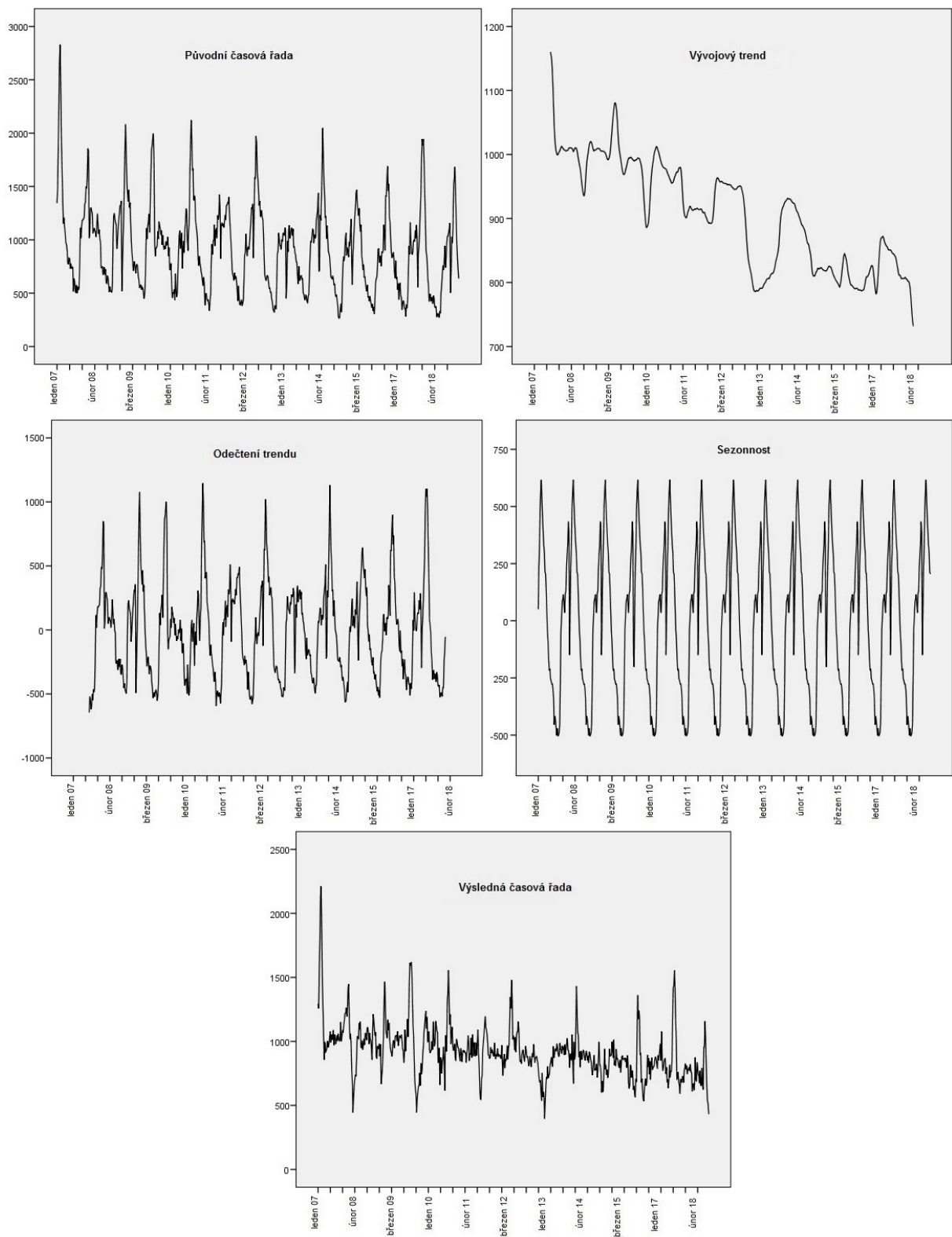
Další informací, kterou z těchto grafů lze vyčíst, je potvrzení hypotézy, že chřipková sezóna má v Česku stejný časový průběh. V grafech lze vidět, že každá sezóna v každém kraji opravdu začíná stejně. Každoročně jsou samozřejmě čísla jiná, v závislosti na síle chřipkové sezóny, ale průběh je v krajích stejný. Obecně můžeme říct, že nejvyšší incidence onemocnění je v zimních měsících hned z kraje roku.

Obrázek 14: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Ústeckém kraji



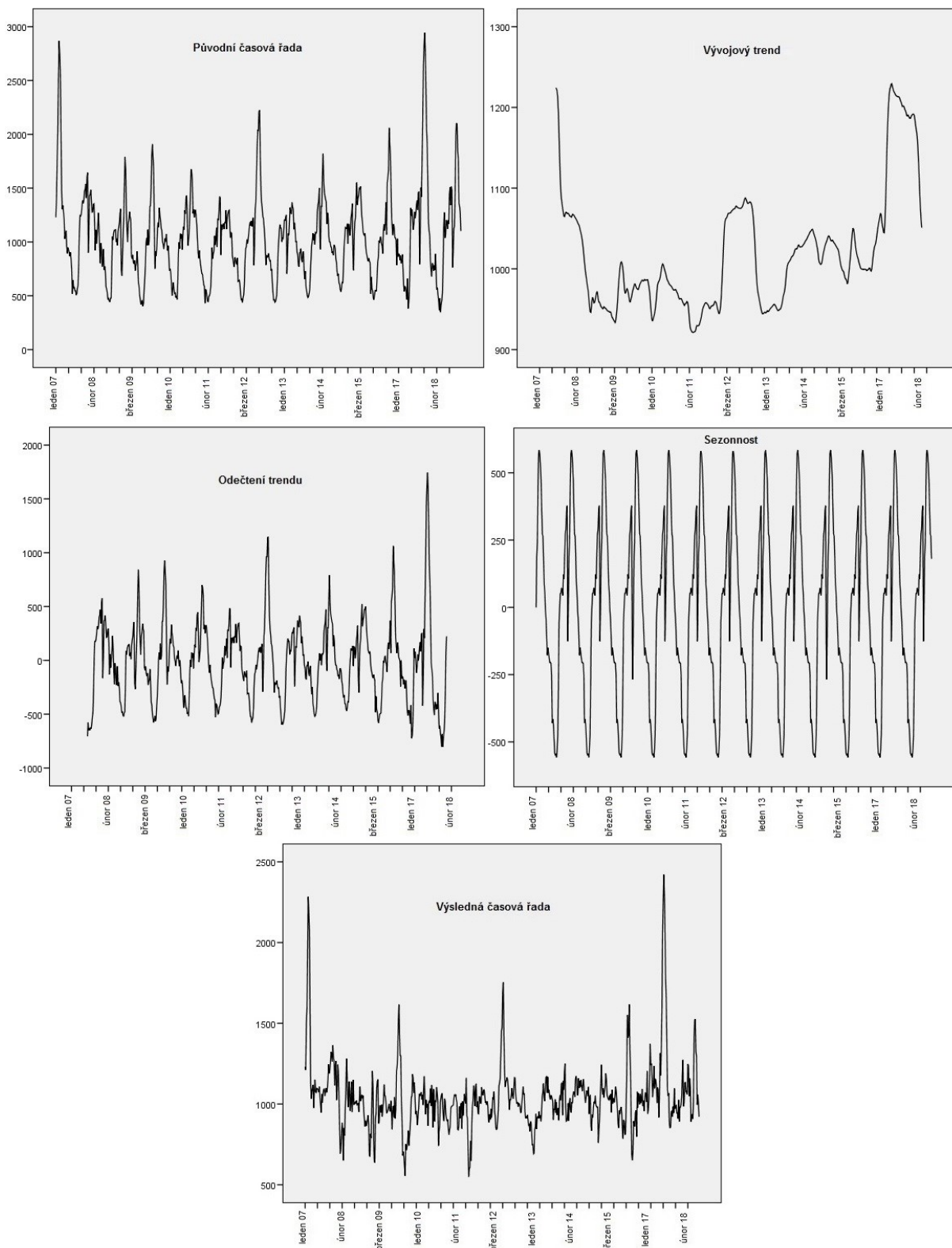
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Obrázek 15: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Královéhradeckém kraji



Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Obrázek 16: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Libereckém kraji



Zdroj: DATA, vlastní tvorba

7. Závěr

Chřipka každoročně postihne velké množství lidí, a i přes existenci léků a očkování zemře každoročně mnoho lidí. Celosvětově zemře na chřipku ročně přibližně 250 000 až 650 000, jen v Česku zemře na nemoci spojené s chřipkou přes dva tisíce lidí. Vývoj trendu v počtu zemřelých na chřipku se v Česku v posledních letech neustále zvyšuje úměrně se zvyšujícím se počtem potvrzených případů. Dále také v průběhu let stále platí ženská nadúmrtost na toto onemocnění, a to i v letech, kdy byl výskyt chřipky mnohem nižší.

Chřipka se přenáší mezi lidmi zejména kýchním a kašláním, ale i pouhým mluvením nebo kontaminovanými předměty. Chřipka se šíří zejména v zimních měsících, jelikož jí vyhovuje pobyt lidí uvnitř budov, proto bychom v těchto měsících měli zvýšeně dbát na primární prevenci jako je mytí rukou, doplňování vitamínů, ale i otírání povrchů a vyhýbání se kontaktu s nakaženými lidmi a předměty. Větrání je samozřejmě velmi vhodné, ale nesmíme zapomínat, že chřipka je vůči nízkým teplotám velmi odolná, tudíž nám samotné větrání nepomůže.

V rámci této práce jsme zjistili, že jediným prostředkem v boji proti chřipkovému šíření nejsou jen očkovací látky nebo zásady hygienického chování. Existují i sekundární opatření, mezi které patří i pandemické plány nebo možnost vyhlášení chřipkových prázdnin. Pandemický plán je globální, vytvořený WHO, tudíž není potřeba států si vytvářet vlastní plán, přesto ho mnoho států, včetně Česka má, protože je obohacen o strategické činnosti jednotlivých úřadů. Tyto pandemické plány vytvořené pro chřipku, ale mohou sloužit i jako šablona v případě vypuknutí pandemie jiným mikroorganismem.

Cílem práce bylo odhalit dlouhodobé pravidelnosti v šíření chřipkových epidemií v Česku, jak z pohledu časového, tak regionálního. Pomocí statistických metod byl určen vývojový trend chřipky na našem území, který se ve většině krajích projevil jako rostoucí. Pouze několik krajů prokázala, že jejich trend ve vývoji chřipky je spíše klesající. Jedná se přitom o kraje, které mají různorodé počty nakažených nejen mezi sebou, ale i v jednotlivých letech.

Největším přínosem této práce je podrobná analýza šíření viru, která za tak dlouhé časové období ještě v Česku nebyla provedena. Na základě provedených analýz se lze rozhodnout o platnosti zkoumaných výzkumných hypotéz.

Hypotéza 1: Vliv socioekonomických faktorů na šíření viru chřipky je nevýznamný.

Socioekonomické faktory, zejména emise způsobené neustále narůstající dopravou skutečně mají vliv na některá onemocnění, jako je astma nebo kašel. Studie dokazující vliv dalších faktorů, jako je hustota zalidnění nebo podíl městského obyvatelstva, zatím nebyly vytvořeny.

Tato hypotéza byla ověřována pomocí korelační analýzy. Tato analýza slouží ke znázornění závislosti dvou kvantitativních veličin. Měří tedy vztah, sílu závislosti, ale také směr těchto proměnných. Pro korelační analýzu v této práci byla použita data ze SZÚ obsahující počet nemocných za roky 2007-2019 a vybrané socioekonomické ukazatele z ČSÚ. Vzhledem k tomu, že data obsahovaly odlehle hodnoty, tudíž nenormální rozložení dat, byl použit Spearmanův korelační koeficient.

Tato hypotéza je pozitivní. Při statistickém šetření se prokázalo, že mezi socioekonomickými faktory a onemocněním na chřipku není žádný vliv. Při zkoumání jednotlivých vztahů mezi socioekonomickými faktory a počtem onemocnění nevyšel žádný z faktorů signifikantní. Existovaly určité silnější vztahy mezi jednotlivými socioekonomickými ukazateli, ale ty nám neřekli nic o jejich vztahu ke chřipce. Socioekonomické faktory, zejména hustota obyvatelstva se neprokázaly ani v jiných zemích.

Hypotéza 2: Chřipková sezóna v Česku se vyskytuje s časovou pravidelností.

Chřipka se do Česka každý rok vrací v září s nástupem dětí do škol po prázdninách a zároveň s příchodem chladného počasí. Vliv na šíření chřipky v těchto měsících nemá počasí jako takové, ale fakt, že se lidé v tuto dobu více vyskytují v uzavřených prostorách.

Tato hypotéza společně s hypotézou 4 byly testovány pomocí analýzy časových řad. Jedná se o soubor metod, které slouží k popisu časových řad. Tyto řady jsou časově, věcně a prostorově srovnatelná a uspořádaná pozorování. Časové řady mimo jiné slouží k záznamu určité hodnoty v časové intervalu. To znamená, že můžeme zachytit konkrétní hodnotu v určitém bodě intervalu, ať už se jedná od začátek, střed či konec. Dále můžeme zachytit průběh nějakého trendu, který je zde jednoznačně uspořádan od minulosti po současnost. Díky této metodě můžeme předvídat budoucí vývoj hodnot, identifikovat náhlé a výrazné změny v chování časové řady, analyzovat příčiny chování této řady, popisovat průběh a charakter trendové, cyklické a sezónní složky pomocí dekompozice řady. Jedním z možných použití této metody je i odhalení vlivu ostatních proměnných na vývoj sledované proměnné v časové ose.

Pro tuto analýzu byla použita data ze SZÚ obsahující počet nemocných chřipkou za roky 2007-2019. Pro hodnocení dané hypotézy je potřeba sledovat zejména sezónnost.

Výsledkem této analýzy je, že chřipkové sezóny mají odlišný počet nemocných v závislosti na síle konkrétní chřipkové sezóny, časový průběh je ale v jednotlivých krajích stejný.

Hypotéza 3: Při šíření nákazy chřipky v Česku nelze na úrovni krajů pozorovat sousedské vztahy.

Sousedský vztah lze nejjednodušeji zjistit pomocí vizualizace v podobě mapy s využitím geografického informačního systému.

V této práci jsou geoinformační systémy využity pro znázornění sousedských vztahů při šíření chřipkového viru a zároveň pro zjištění, zda je v Česku stále ohnisko nákazy.

Pokud bychom se zaměřili na sousedské vztahy mezi jednotlivými kraji, zjistíme, že přenos mezi sousedními kraji byl zaznamenán jen minimálně. Šíření viru mezi sousedními kraji je minimální a vir se tedy šíří zcela bez ohledu na geografické rozložení země. Sousedské vztahy se nepotvrdily ani v zemích Spojených států.

Dalším zkoumáním jsme odhalili ohnisko nákazy v Česku. Vizualizací dat v mapě bylo zjištěno, že v Česku je stále ohnisko nákazy, a to v Jihomoravském kraji. Tento kraj byl jako ohnisko nákazy zaznamenán až na dvě výjimky ve všech zkoumaných letech, přičemž i v oněch dvou letech, kdy tento kraj nebyl ohniskem nebyly čísla nemocných zanedbatelná.

Sousedské vztahy nebyly prokázány ani ve studii zaměřené na šíření ptačího viru H₇N₉ v Číně v letech 2013-2014. Ani tato studie neprokázala jasné šíření viru nebo důkazy o trvalém nebo účinném přenosu viru H₇N₉ z člověka na člověka (Dong 2017).

Hypotéza 4: V Česku i v jednotlivých krajích lze v posledních letech pozorovat rostoucí trend vývoje chřipky.

V Česku můžeme pozorovat rostoucí trend v onemocnění chřipkou, ve většině krajích již od roku 2010. S rostoucím vývojem chřipky můžeme pozorovat i nárůst zemřelých.

Jak již bylo zmíněno výše, pro analýzu této hypotézy byla též použita analýza časových řad. Tato analýza předpokládá, že je časová řada složena z několika podsložek, které mají jednodušší průběh než celá řada. Tohoto využívá dekompozice časové řady, ta řadu rozloží na jednotlivé složky, odstraní náhodnou složku a následně celou řadu sestaví znovu, již bez této náhodné složky. Podsložky, které sledujeme jsou trend, sezónnost, můžeme i porovnávat změnu mezi původní časovou řadou a výslednou, očištěnou řadou. Trend znamená nějakou dlouhodobou tendenci ve vývoji hodnot a sezónnost znamená pravidelné opakování odchylek od trendu.

Pro tuto analýzu byla rovněž použita data ze SZÚ obsahující počet nemocných chřipkou za roky 2007-2019. Pro hodnocení této hypotézy je ale potřeba sledovat trendovou složku časové řady.

Při zkoumání výsledků této analýzy jsme dospěli k závěru, že většina krajů prokazuje nárůst k počtu nemocných na chřipku, tudíž můžeme předpokládat, že počet nemocných bude i nadále růst.

Předložená diplomová práce má své limity. Nejdůležitějším limitem je skutečnost, že data jsou agregovaná na příliš velké územní celky, tudíž je zde možnost nedostatečného odhalení kauzálních vztahů, a tím i nedokonalého porozumění výsledků. Získaná data ze SZÚ jsou však výborným zdrojem informací pro další analýzy nebo „jen“ k poukázání závažnosti šíření tohoto viru.

8. Seznam literatury

Avenier a.s. (2015): Proočkovanosť České populace proti chřipce je nízká. Dostupné z: <https://www.ockovacentrum.cz/cz/ockovanych-proti-chripce-je-pet-procent-lidi,-ideal-by-by-l-trikrat-vyssi,-tvrdi-ministerstvo> (cit. 07.03.2020).

BARBERIS I., MYLES P., AULT S. K., BRAGAZZI N. L., MARTINI M. (2016): National Center for Biotechnology Information. History and evolution of influenza control through vaccination: from the first monovalent vaccine to universal vaccines. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5139605/?fbclid=IwAR2g0MlaaN4e3-oeZBrsuHIRLR5gy0cQ8qbVuqkvzjLkedkO8LA3rXjl0Js> (cit. 20.11.2020).

BERKA V. Kdo vyhláší chřipkové prázdniny (2003): Česká škola. Dostupné z: <http://www.ceskaskola.cz/2003/03/vit-berka-kdo-vyhlasuje-chripkove.html?fbclid=IwAR2XFt1XeXz5PPFulMVDg3sAE6G3QdED6dsROX2reasEYpzYit5TXcnKNG4> (cit. 22.2.2021).

CDC. Centers for Disease Control and Prevention (2008): Weekly U.S. Influenza Surveillance Report. Dostupné z: <https://www.cdc.gov/flu/weekly/index.htm#S5> (cit. 25.3.2021).

CDC. Centers for Disease Control and Prevention (2018): 1918 Pandemic Influenza Historic Timeline | Pandemic Influenza (Flu). Dostupné z: <https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/1918-commemoration/pandemic-timeline-1918.htm?fbclid=IwAR1QCxyhtA5VN5n7pq-BrGdVLz7KAICYmBVVvSJtR2tjgwRvryGK3yvAXKc> (cit. 4.1.2021).

CDC. Centers for Disease Control and Prevention (2018): Influenza Milestones 1917–2009 Timeline Pandemic Influenza (Flu). Dostupné z: <https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/1918-commemoration/milestone-infographic.htm> (cit.04.05.2020).

CDC. Centers for Disease Control and Prevention (2019): Pandemic Influenza (Flu). 2009 H1N1 Pandemic (H1N1pdm09 virus). Dostupné z: <https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/2009-h1n1-pandemic.html> (cit. 04.05.2020).

CDC. Centers for Disease Control and Prevention (2019): 2009 H1N1 Pandemic Timeline - Pandemic Influenza (Flu). Dostupné z: <https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/2009-pandemic-timeline.html?fbclid=IwAR1QpfVpKVA8yfAuwAPGYhOmjRshU-bF6-RxFvTr1dh4ithivS1-BCknrl> (cit. 2.1.2021).

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. (2018): How Flu Spreads Dostupné z: <https://www.cdc.gov/flu/about/disease/spread.htm> (cit. 22.11.2020).

CEIC Data (2020): Influenza A (H1N1): No of Deaths: Czech Republic WHO. Dostupné z: <https://www.ceicdata.com/en/czech-republic/world-health-organization-influenza-a-h1n1-by-countries/who-influenza-a-h1n1-no-of-deaths-czech-republic?fbclid=IwAR1TGGsODGCdvgKMpC7ZLkjIBflzaJeiDRwhlwePw3qRDcnVTsR7WWNOWk> (cit. 04.01.2021).

COWLING B., CAINI S., CHOTPITAYASUNONDH T., DJAUZI S., GATCHALIAN S., HUANG Q., KOUL P., LEE P., MUTTALIF A., PLOTKIN S. (2017): Influenza in the Asia-Pacific region: Findings and recommendations from the Global Influenza Initiative, Vaccine. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264410X16312981> (cit. 15.04.2021).

ČELKO, Alexander. Epidemiologie. Epidemiologie akutních virových respiračních onemocnění (2017): [prezentace]. 3. lékařská fakulta UK, výuka v rámci předmětu Epidemiologie

ČSG. Česká společnost pro gerontologii, z. s (2018): Epidemie chřipky v Česku pokračuje. Zemřelo již 54 lidí nad šedesát let. Dostupné z: <http://prostari.cz/epidemie-chripky-v-cesku-pokracuje-ze-70-zemrelych-bylo-54-lidi-starsich-sedesati-let/> (cit. 27.03.2021).

ČSÚ. Český statistický úřad (2021). Dostupné z: https://www.czso.cz/documents/10180/91917748/32018119_0101.pdf/0644d54b-c584-4a0f-8257-487066abfac1?version=1.0 (cit. 20.01.2020).

ČSÚ. Český statistický úřad (2021): Úmrtnostní tabulky. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/umrtnostni_tabulky (cit. 20.01.2020).

DAVIDSON M. W. (2015): Influenza (flu) virus. Dostupné z: <https://micro.magnet.fsu.edu/cells/viruses/influenzavirus.html> (cit. 14.04.2020).

DAVIS P. Ch., STÖPPLER C. M. Emedicinehealth (EMH) (2020): Flu Vaccine (Flu Shot) Effectiveness 2020, Side Effects & COVID-19. Dostupné z: https://www.emedicinehealth.com/flu_vaccine/article_em.htm (cit. 24.01.2021).

DONG W., YANG K., XU Q., LIU L., CHEN J. (2017): Spatio-temporal pattern analysis for evaluation of the spread of human infections with avian influenza A(H7N9) virus in China, 2013–2014. Dostupné z: <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-017-2781-2> (cit. 15.04.2021).

FRANC A. Prolékaře.cz (2020): Vakcíny z pohledu farmaceuta. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-slovenska-farmacie/2020-4-14/vakciny-z-pohledu-farmaceuta-125032> (cit. 26.01.2021).

GÖPFERTO VÁ, D., PAZDIORA, P., PETROUŠKOVÁ, L., DÁŇOVÁ, J. (2015): 100 infekcí epidemiologie pro praxi. In: Göpfertová, D., Pazdiora, P., Petroušková, L., Dáňová, J.: Chřipka. Triton, Praha, 92-96.

HAVLÍČKOVÁ M., DREULLES S., JIŘINCOVÁ H., LIMBERKOVÁ D., NAGY A., RASULI A., KYNČL J. (2019): Circulation of influenza A and B in the Czech Republic from 2000-2001 to 2015-2016. BMC Infectious Diseases Dostupné z: https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-019-3783-z?fbclid=IwAR0nhlt9tOjSMecV3iNi57T1nW-raT4H7iEtxBY69R87YRmxbayK__OANM (cit. 23.2.2021).

HAVLÍK, J. (1990): Infektologie, učebnice pro lékařské fakulty. In: Marešová, V.: Chřipka a parachřipka. Avicenum, Praha, 224-229.

HENDL, J. (2006): Přehled statistických metod zpracování dat. In: Hendl, J.: Korelační analýza. Portál, Praha, 240-266.

HISTORY (2016): Why Was It Called the 'Spanish Flu?'. Dostupné z: <https://www.history.com/news/why-was-it-called-the-spanish-flu> (cit. 22.04.2020).

History of Vaccines (2018): Influenza Pandemics. Dostupné z: <https://www.historyofvaccines.org/content/articles/influenza-pandemics?fbclid=IwAR3M5zuHgmqwoDmlt6wBYsUGiM1rpFzodzo9DW-0xNv4Thg1Zq2Qm4nfbqU> (cit. 16.12.2020).

HISTORY, Influenza (2018): Dostupné z: https://www.history.com/.amp/topics/inventions/flu?fbclid=IwAR0t9_DRMCMVh4Ugue1nE9TqCTP2zpsOaAFjNXpZ_ZsB-PMJoFOTA1_Qf4S4 (cit. 01.11.2020).

HOUDRET, J-C. (1994): Jak se léčí chřipka. Eminent, Praha.

CHMELÍK V. Diagnostika a léčba chřipky (2009): Dostupné z: <https://www.infekce.cz/DopChripka1.htm> (cit. 16.02.2021).

iDNES (2010): Pandemie prasečí chřipky skončila, celkem na ni zemřelo přes 18 tisíc lidí. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/pandemie-praseci-chripky-skoncila-celkem-na-ni-zemrelo-pres-18-tisic-lidi.A100810_151837_zahranicni_aha (cit. 04.01.2021).

KHSOVA. Krajská hygienická stanice Moravskoslezského kraje se sídlem v Ostravě. (2007): Chřipka epidemie. Dostupné z: <https://www.khsova.cz/obcanum/otazky-chripka?fbclid=IwAR3uAquf6JwWBE-FEdMqglpgKAT6of-YvPxpCMqLmWPwORrDCFPLopFupn4> (cit. 23.02.2021).

KREDBA, V. (1970): Infekční nemoci. In: Procházka, J.: Virové infekce dýchacího traktu a chřipka. Avicenum, Praha, 206-212.

KYNČL J. (2020): Chřipka v kontextu aktuálních opatření u koronaviru, SZÚ. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/prevence/je-koronavirus-jako-chripka> (cit. 16.03.2020).

KYNČL J., PROCHÁZKA B., HAVLÍČKOVÁ M., CASTKOVÁ J., GODDARD N. L., OTAVOVÁ M., KŘÍŽ B. (2005): A study of excess mortality during influenza epidemics in the Czech Republic, 1982–2000. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/7771028_A_study_of_excess_mortality_during_influenza_epidemics_in_the_Czech_Republic_1982-2000 (cit. 10.01.2021).

LITSCHMANNOVÁ, M. (2010): Úvod do analýzy časových řad. VŠB, Ostrava.

Medicina.cz (2015): Historický vývoj chřipky. Dostupné z: <http://medicina.cz/clanky/10654/110/Vyvoj-vakcin-proti-chripce-neni-jednoduchy-ani-levny/> (cit. 24.01.2021).

Ministerstvo zdravotnictví (2011): Pandemický plán České republiky. Dostupné z: <https://www.mzcr.cz/pandemicky-plan-ceske-republiky/> (cit. 22.2.2021).

MojeMedicina.cz (2017): Pandemie infekčních onemocnění. Roche Czech Republic
Dostupné z: <https://www.mojemedicina.cz/pruvodce-pacienta/diagnozy/pandemie-infekcnich-onemocneni.html> (cit. 21.04.2020).

Mojemedicina.cz (2017): Příznaky chřipky. Dostupné z: <https://mojemedicina.cz/pruvodce-pacienta/diagnozy/chripka-1/příznaky.html> (cit. 15.4.2021).

MojeMedicina.cz: portál pro zdraví (2017): Léčba chřipky. Dostupné z:
<https://www.mojemedicina.cz/pruvodce-pacienta/diagnozy/chripka-1/lecba-chripky.html> (cit. 16.02.2021).

NETRDOVÁ, Pavlína. Aplikace GIS v epidemiologii. Vstup do problematiky, vymezení pojmu GIS, využití GIS v epidemiologii, ukázky aplikací. (2018): [prezentace]. Přírodovědecká fakulta UK, výuka v rámci předmětu Aplikace GIS v epidemiologii.

Očkování proti chřipce (2012). Dostupné z:
<http://www.ockovaniprotichripce.cz/strana/zobrazit/proockovanost> (cit. 07.03.2020).

PAGET J., SPREEUWENBERG P., CHARU V., TAYLOR R. J., IULIANO A. D., BREESEE J., SIMONSEN L., VIBOUD C. National Center for Biotechnology Information (NCBI) (2019): Global mortality associated with seasonal influenza epidemics: New burden estimates and predictors from the GLaMOR Project. Dostupné z:
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6815659/?fbclid=IwAR2_yIPsEoRidm96SaapCW2Nw_UWTobY-KRHGICx3fFLBp6pQXU4wmIN-l4 (cit. 10.1.2021).

PLÁNSKÁ, D., Mikrobiologie a imunologie. Úvod do imunologie, nespecifická imunita, zánět (2016): [prezentace]. 3. Lékařská fakulta UK, výuka v rámci předmětu Mikrobiologie a imunologie.

POLÁČKOVÁ E. (2009): Epidemiologie akutních respiračních infekcí v ČR. Diplomová práce. Ústav epidemiologie, 3. lékařská fakulta UK, Praha.

RETTNER R. (2020): How does the new coronavirus compare with the flu? Dostupné z:
<https://www.livescience.com/new-coronavirus-compare-with-flu.html> (cit. 15.04.2020)

ROZSYPAL H. Infekce.cz (2018): Epidemie chřipky 2017/2018.
<https://www.infekce.cz/zprava18-03.htm?fbclid=IwAR2XFt1XeXz5PPFulMVDg3sAE6G3QdED6dsROX2reasEYpzYit5TXcnKNG4> (cit. 15.01.2021).

SALFELLNER H. (2017): Pandemie španělské chřipky 1918/19 se zvláštním zřetelem na České země a středoevropské poměry. Dostupné z:
https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/147785/?lang=en&fbclid=IwAR2BxVGkcdVj9tSfH6TJqrG1OZkn1vnr2NmctwJ7lZuo8sErY_MjPSmSmM (cit. 29.12.2020).

SALFELLNER, H. (2018): Španělská chřipka příběh pandemie z roku 1918. Vitalis, Praha.

SEDLÁK, K. (2006): Nebezpečné infekce zvířat a člověka. In: Sedlák, K., Tomšíčková, M.: Chřipka. Scientia, Praha, 69-72.

SMETANA, J. (2018): Vysoce nebezpečné nákazy. In: Kynčl, J.: Pandemická chřipka a Ptačí chřipka. Mladá fronta, Praha, 38-45.

SMITH M. (2008): Seasonal Flu Starts in Asia and Migrates Throughout World. Dostupné z: <https://www.medpagetoday.org/infectiousdisease/uritheflu/9142?vpass=1> (cit. 15.04.2021).

STAŇKOVÁ, M., MAREŠOVÁ, V., VANIŠTA J., (2000): Infekční lékařství minimum pro praxi. In: Staňková, M., Marešová, V., Vaništa, J.: Chřipka. Triton, Praha, 84-87.

SZÚ. Státní zdravotní ústav (2019): Chřipka. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/Epidemiologie/Infekce_zakladni_informace/Chripka.pdf (cit. 15.04.2021).

SZÚ. Státní zdravotní ústav (2019): Prevence chřipky – obecná preventivní hygienická opatření. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/prevence/prevence-chripky-obecna-preventivni-hygienicka-opatreni> (cit. 16.02.2021).

ŠEBEK, T., PATOČKOVÁ, M., FIALA, R., MATERNA, O., NÁHLOVSKÝ, J. (2006): Chřipka a pandemie ptačí hrozba? Mladá fronta, Praha.

Vláda ČR (2010): Pandemický plán. Dostupné z: https://www.vlada.cz/assets/ppov/brs/dokumenty/Pandemicky_plan_CR.pdf (cit. 21.04.2020)

Vyhláška č. 362/1991 Sb. Vyhláška ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky o organizaci školního roku v základních školách, středních školách a speciálních školách. § 4 a § 6

WHO. World Health Organisation (2009): Pandemic influenza preparedness and response: a WHO guidance document. Dostupné z: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44123/9789241547680_eng.pdf?sequence=1 (cit. 22.02.2021).

WHO. World Health Organisation (2021): Influenza – estimating burden of disease. Dostupné z: https://www.euro.who.int/en/health-topics/communicable-diseases/influenza/seasonal-influenza/burden-of-influenza?fbclid=IwAR2YeCG2CDV3EZYPQrmVxo0v8oalTDIqevECY_z4g7iTPgdaPh1jqJzQDfU (cit. 16.02.2021).

WHO. World Health Organization (2012): Influenza vaccines. Dostupné z: https://www.who.int/influenza_vaccines_plan/en/?fbclid=IwAR3-oRwjGELUTEL23zSdVejKzVUVscMWuoJsFteEtNoyo6KbmC4sPNKrOPQ (cit. 23.02.2021).

WHO. World Health Organization (2018): Influenza (Seasonal). Dostupné z: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-\(seasonal\)?fbclid=IwAR3wArGTnx8nxHzDzXNVSRb41wEPB8JQkmvqSZVnnyYVE8mhZr26YDOaulY](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-(seasonal)?fbclid=IwAR3wArGTnx8nxHzDzXNVSRb41wEPB8JQkmvqSZVnnyYVE8mhZr26YDOaulY) (cit. 18.12.2020).

WHO. World Health Organization (2020): Coronavirus disease (COVID-19): Similarities and differences with influenza. Dostupné z: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-similarities-and-differences-with-influenza?fbclid=IwAR1CSEAYWMkqhQBWN-rCP67Olc0f4h9aOOK-9URZhHOKTHd10dPSwlliflo> (cit. 21.12.2020).

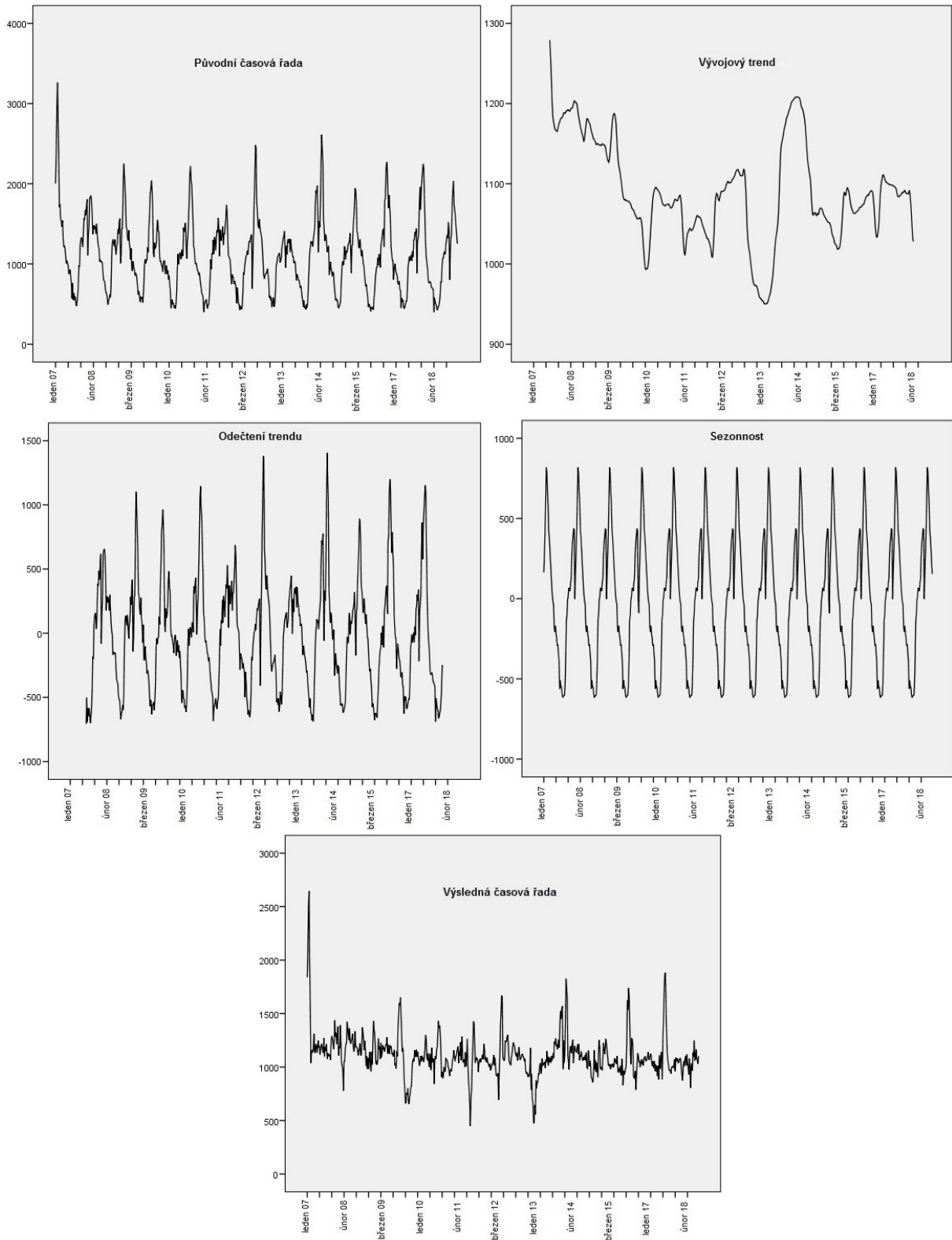
World Life Expectancy (2018): Influenza and Pneumonia in Czech Republic. Dostupné z: <https://www.worldlifeexpectancy.com/czech-republic-influenza->

pneumonia?fbclid=IwAR0RHulyZPnrNSD24NzCeWL6l4FGBlEJUBN2Giodsi65Mi6FBxPbGtx
_S8k (cit. 5.1.2021).

Worldometers.info (2020): COVID-19 Coronavirus pandemic. Dostupné z:
<https://www.worldometers.info/coronavirus/> (cit. 15.04.2020)

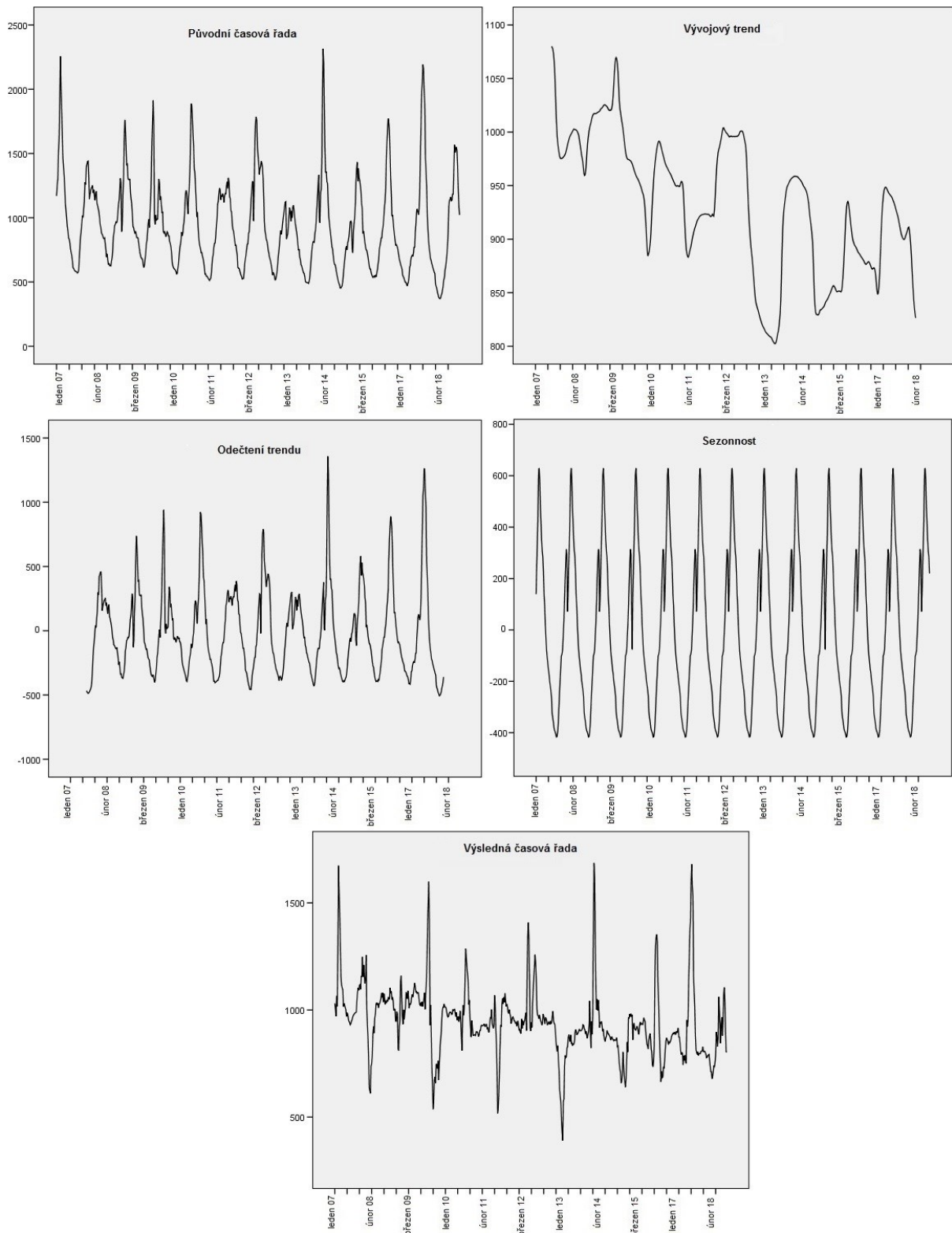
9. Přílohy

Příloha 1: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Jihočeském kraji



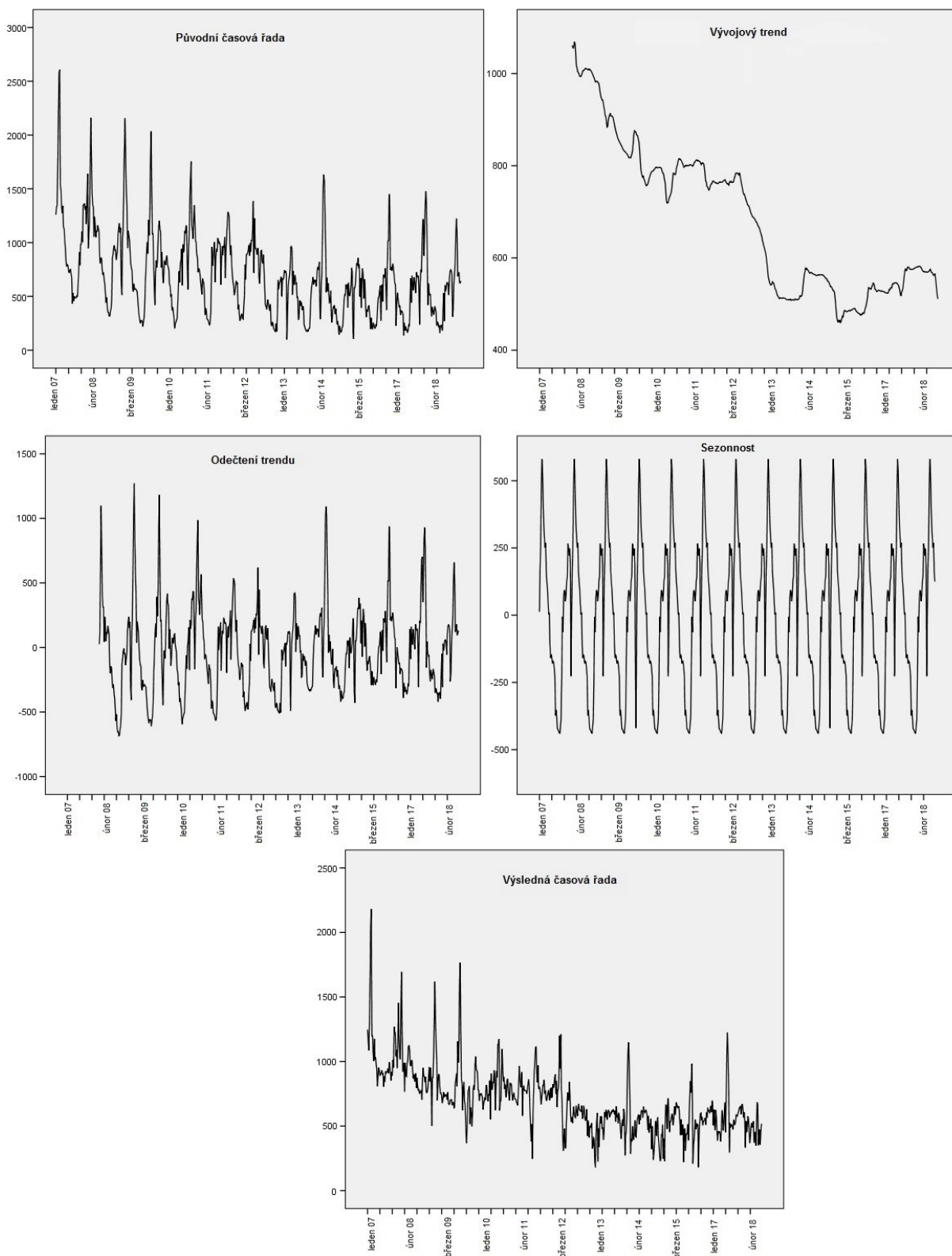
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 2: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Jihomoravském kraji



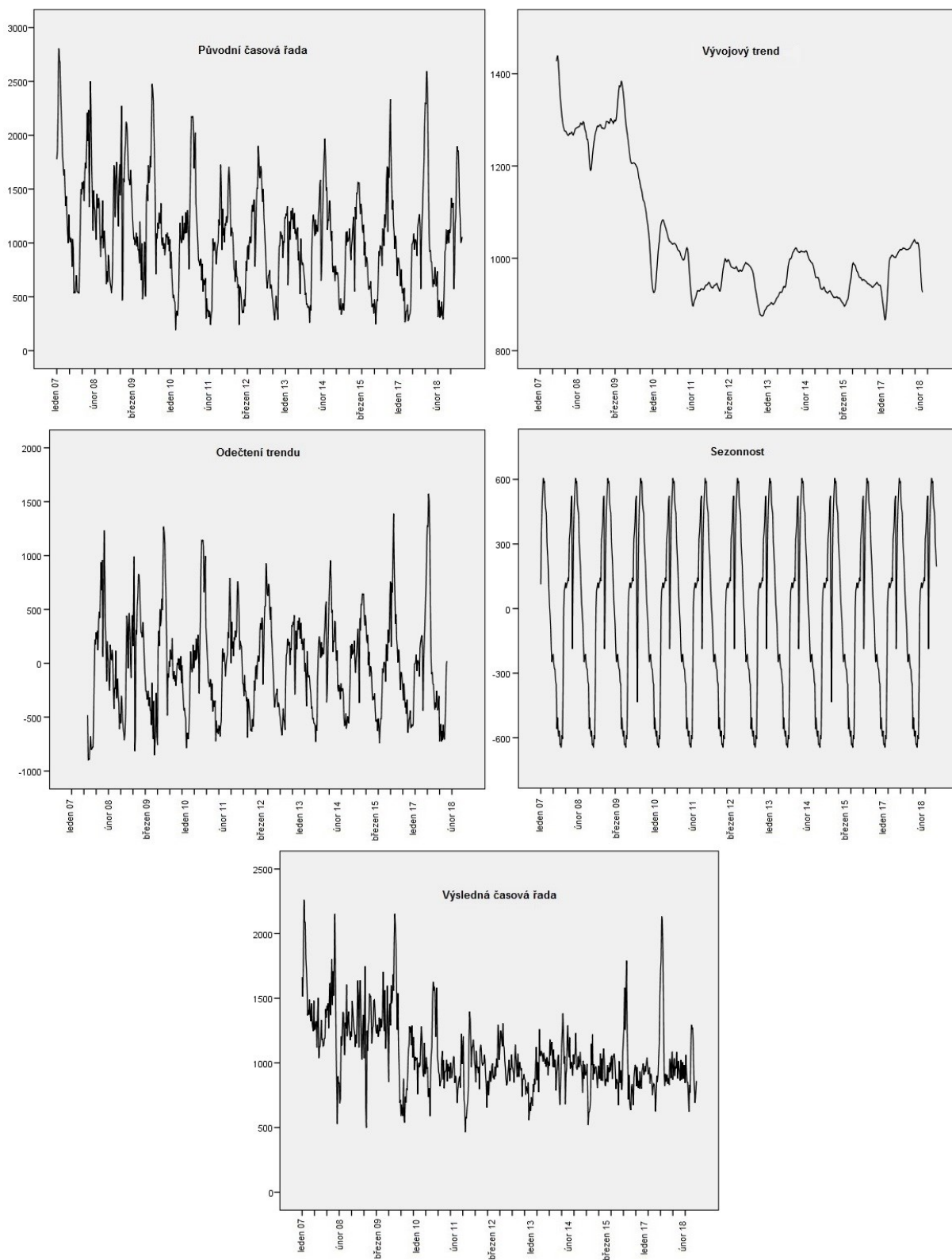
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 3: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Karlovarském kraji



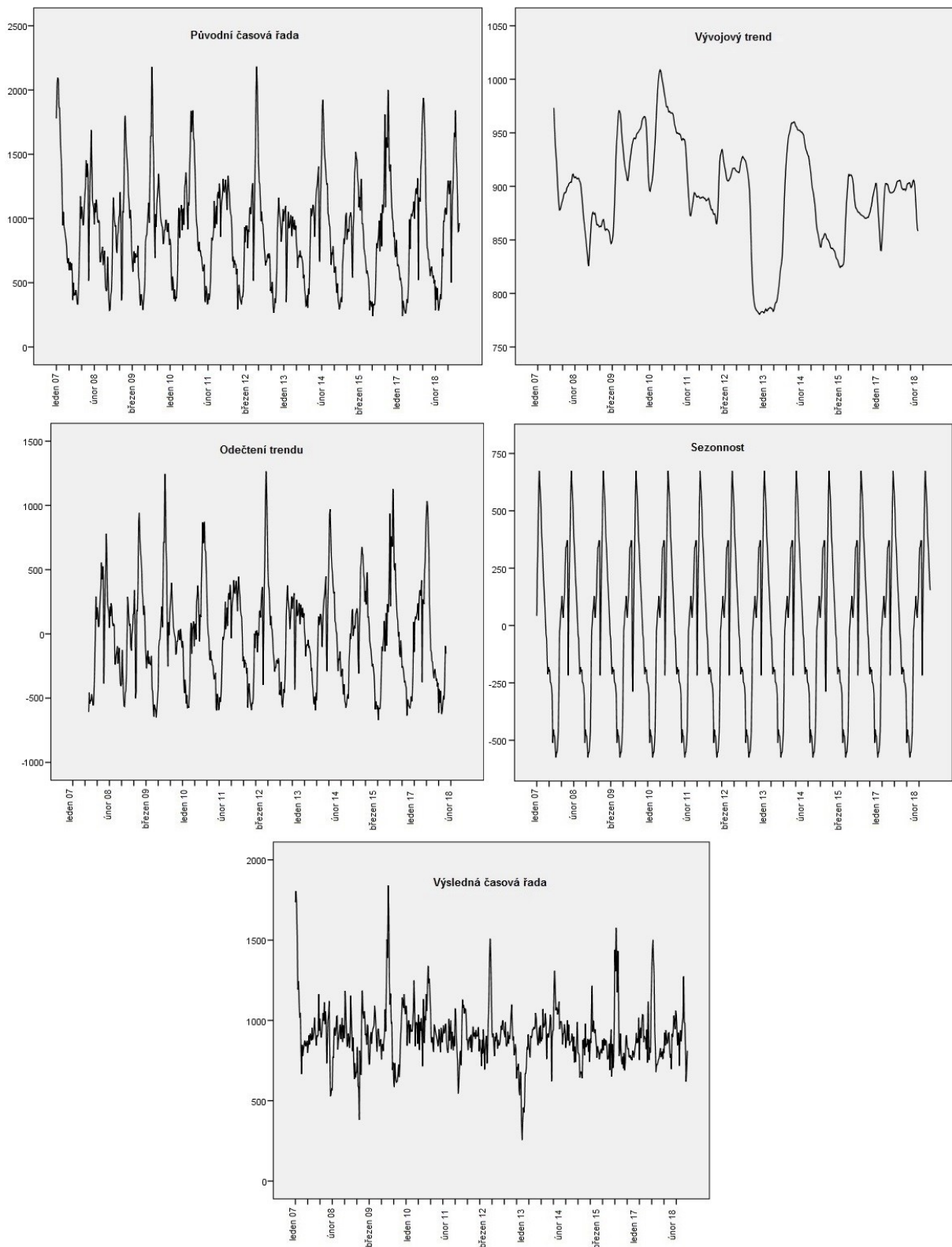
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 4: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Moravskoslezském kraji



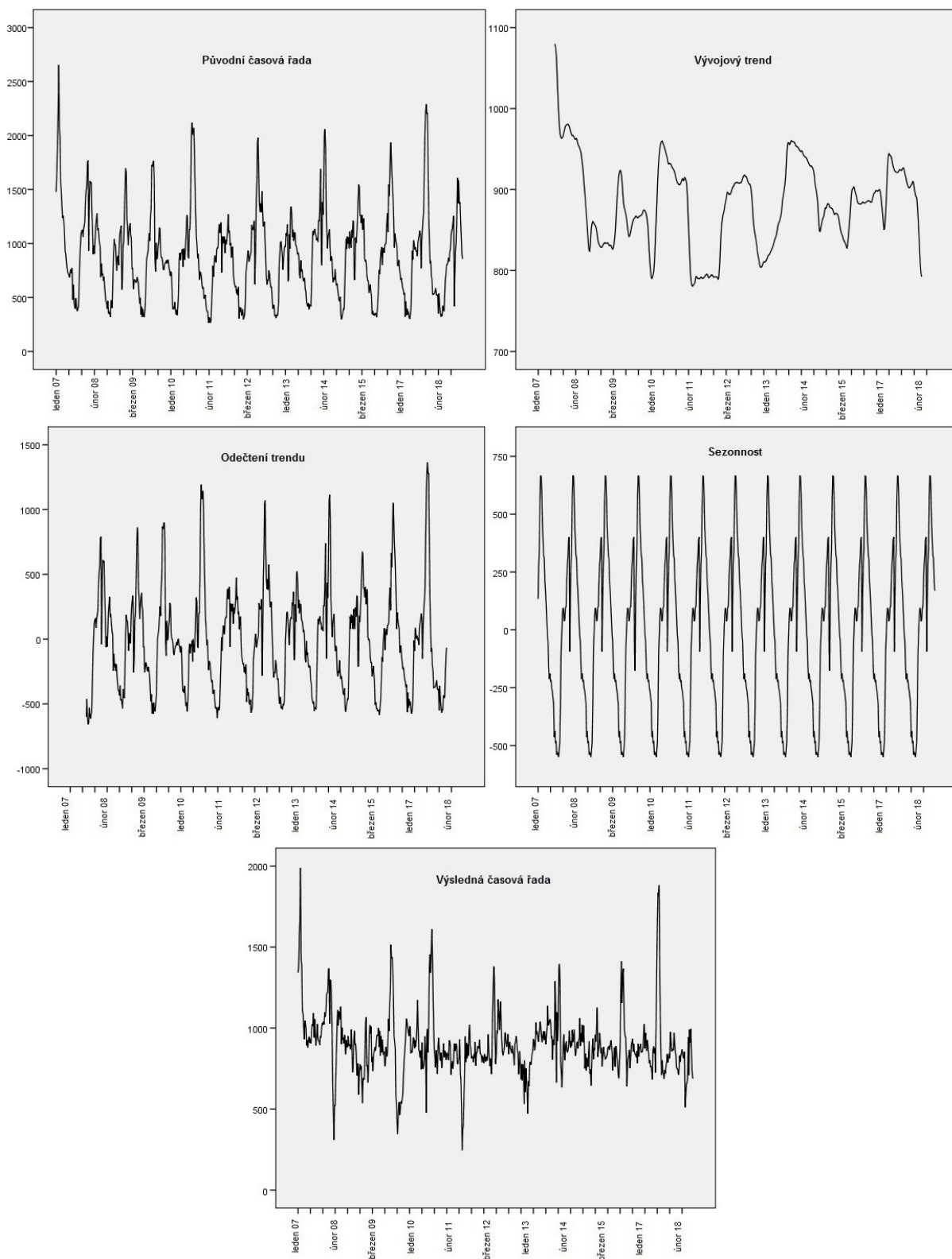
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 5: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Olomouckém kraji



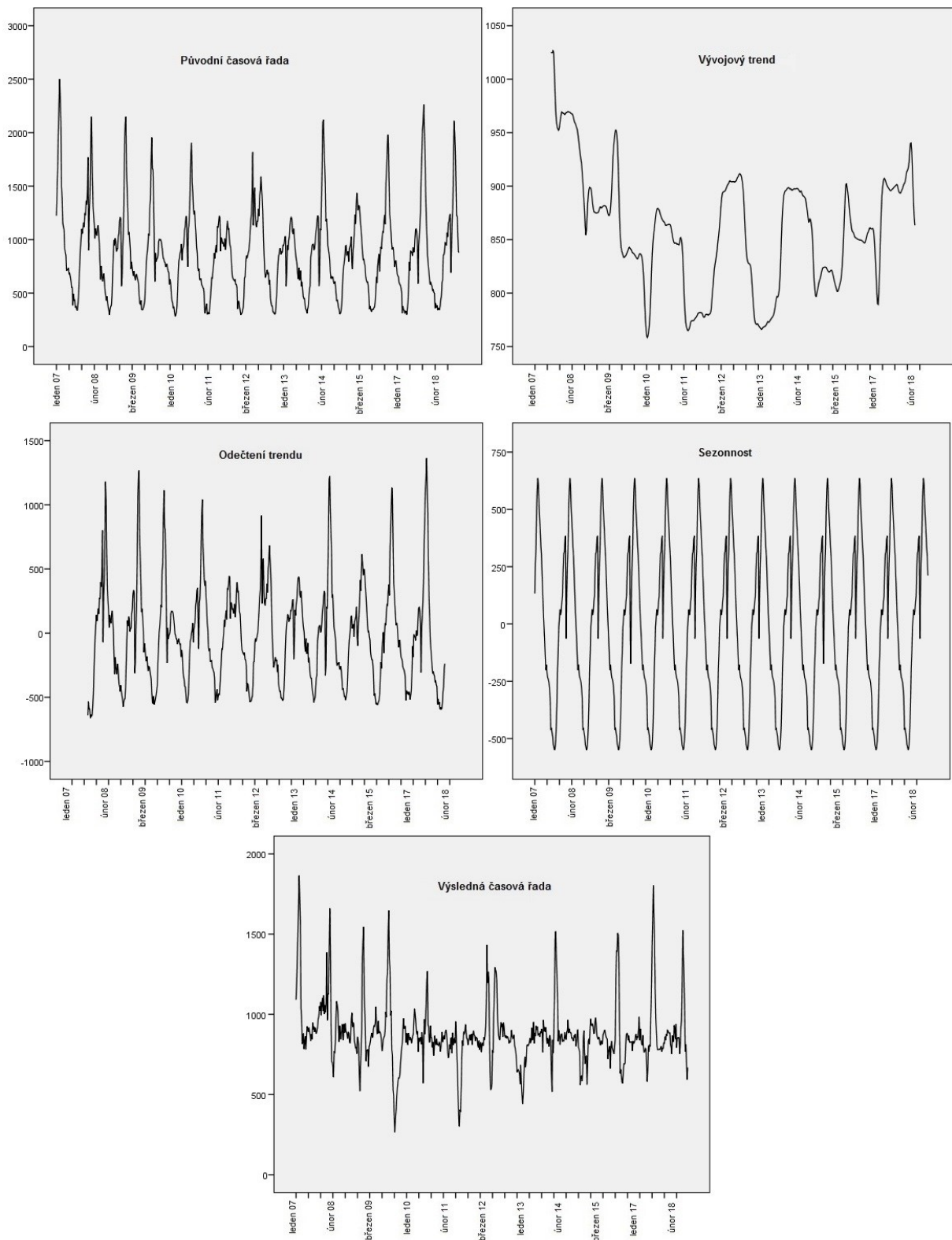
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 6: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Pardubickém kraji



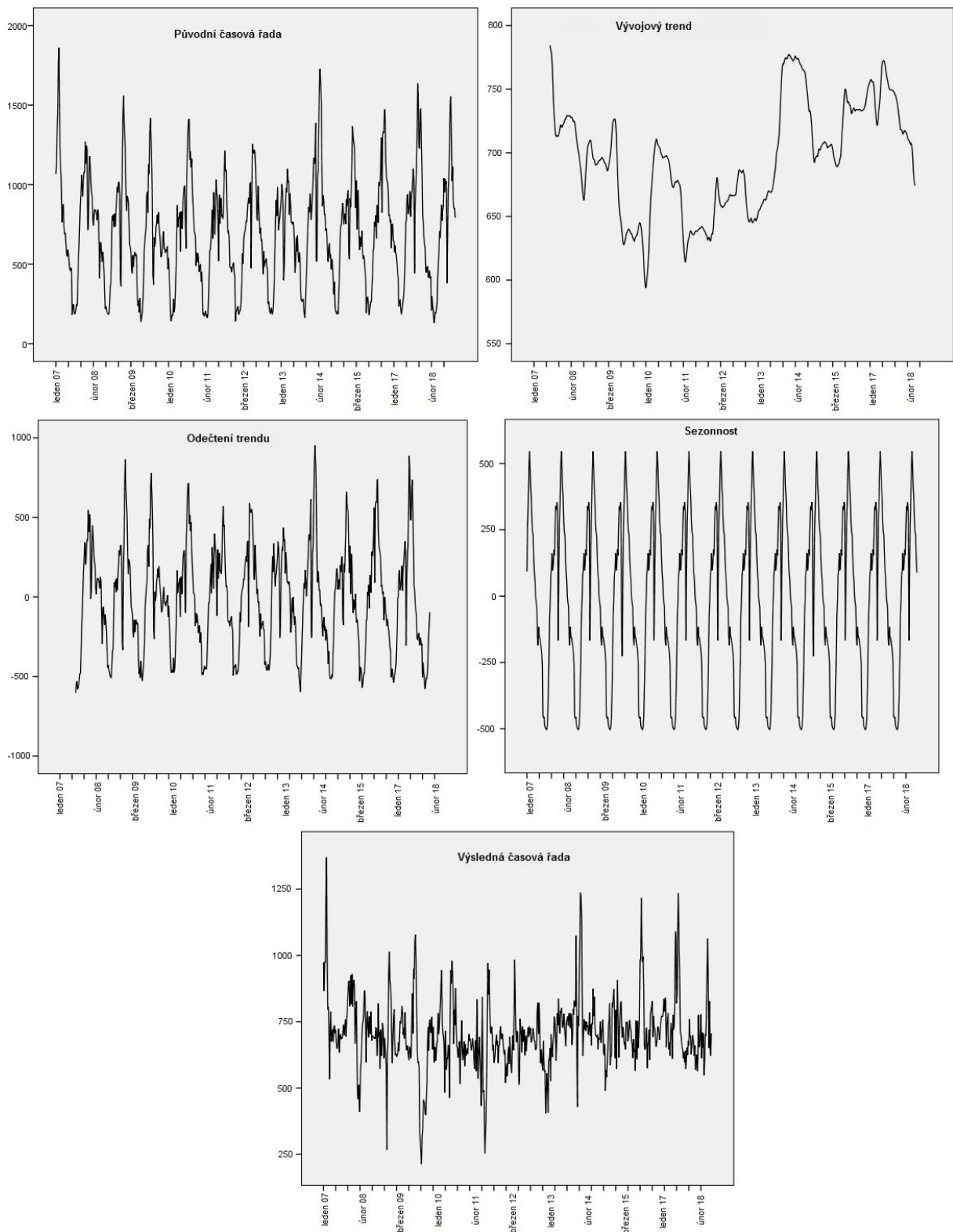
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 7: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v Plzeňském kraji



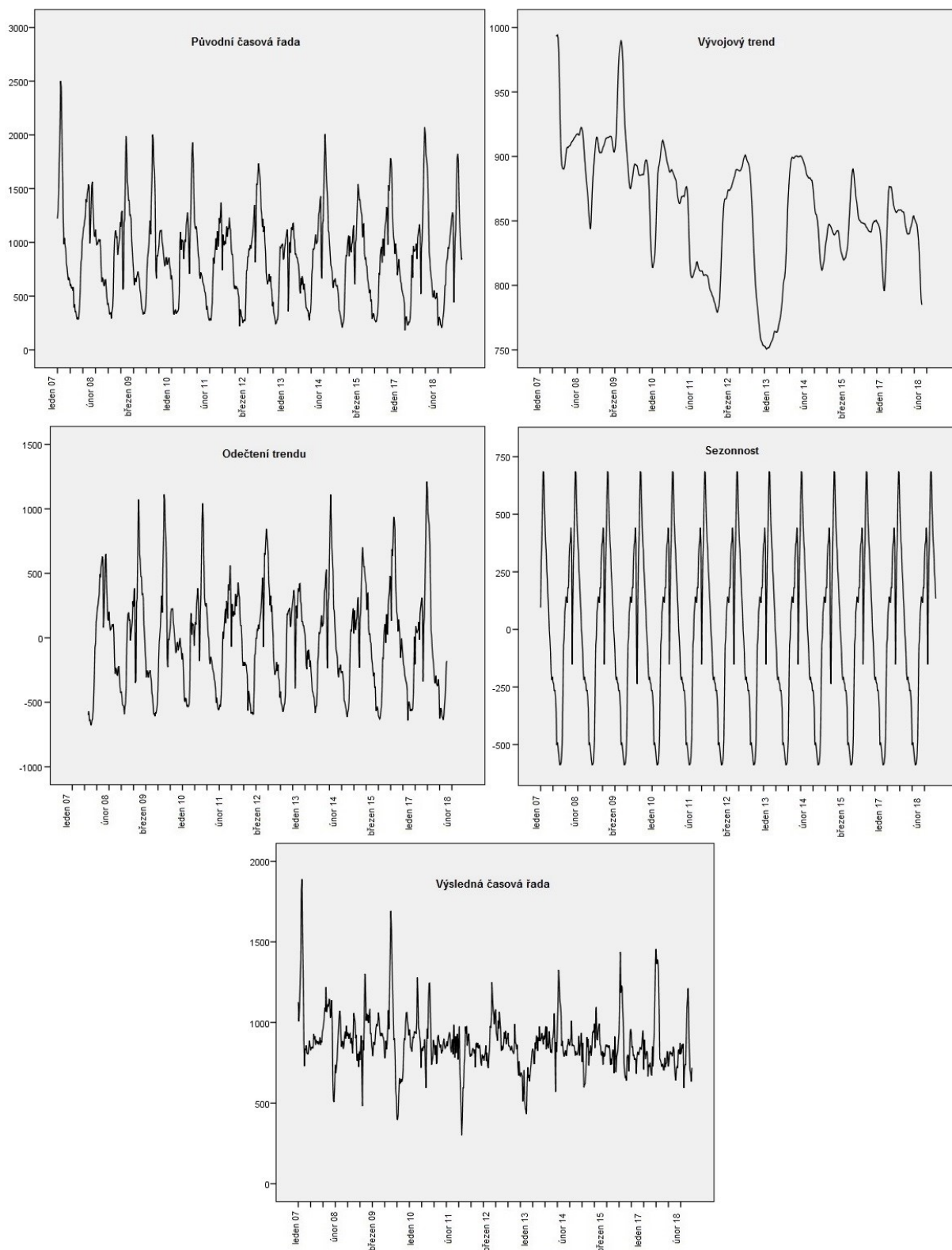
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 8: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v hlavním městě Praha



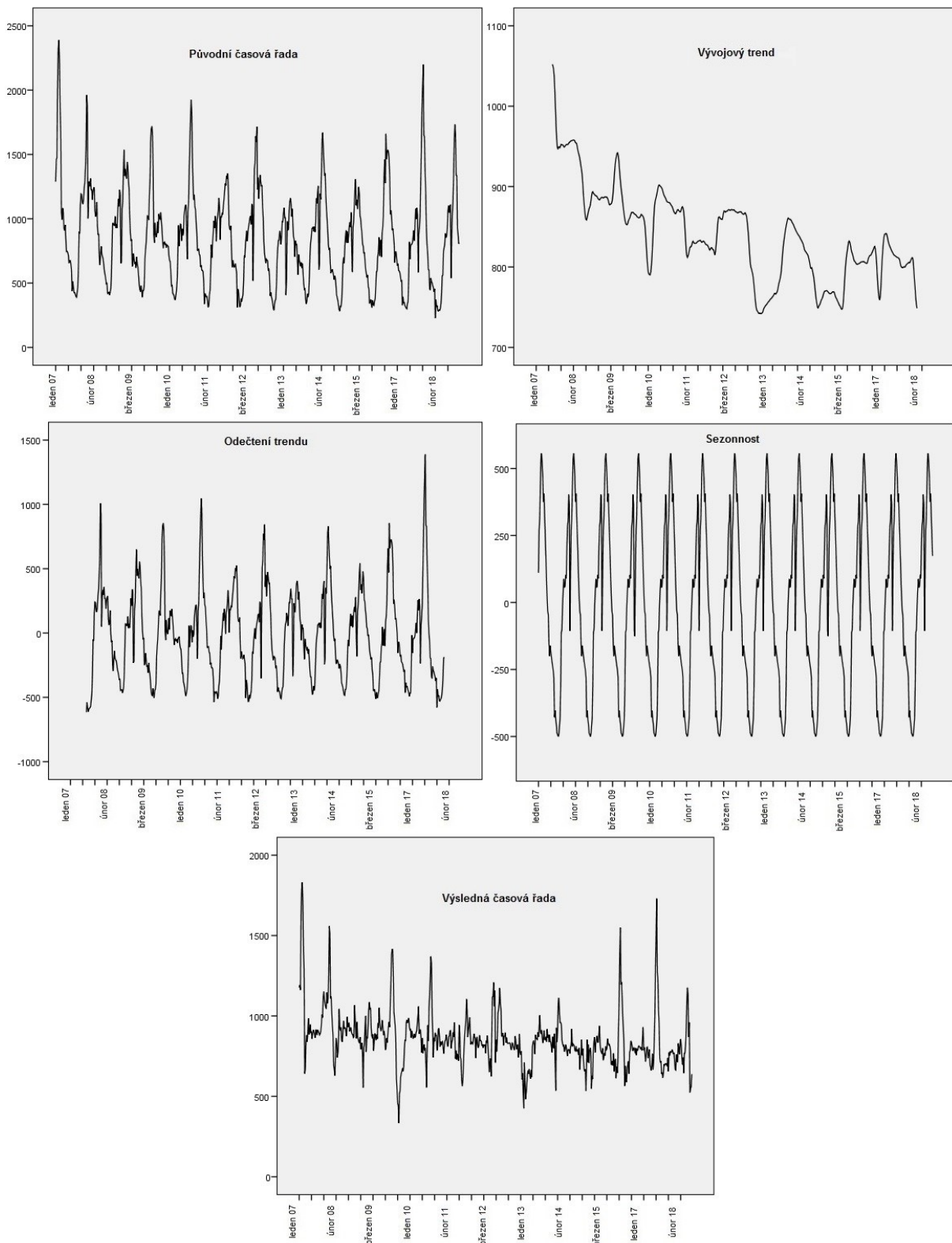
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 9: Dekompozice časové řady výskytu chřipky ve Středočeském kraji



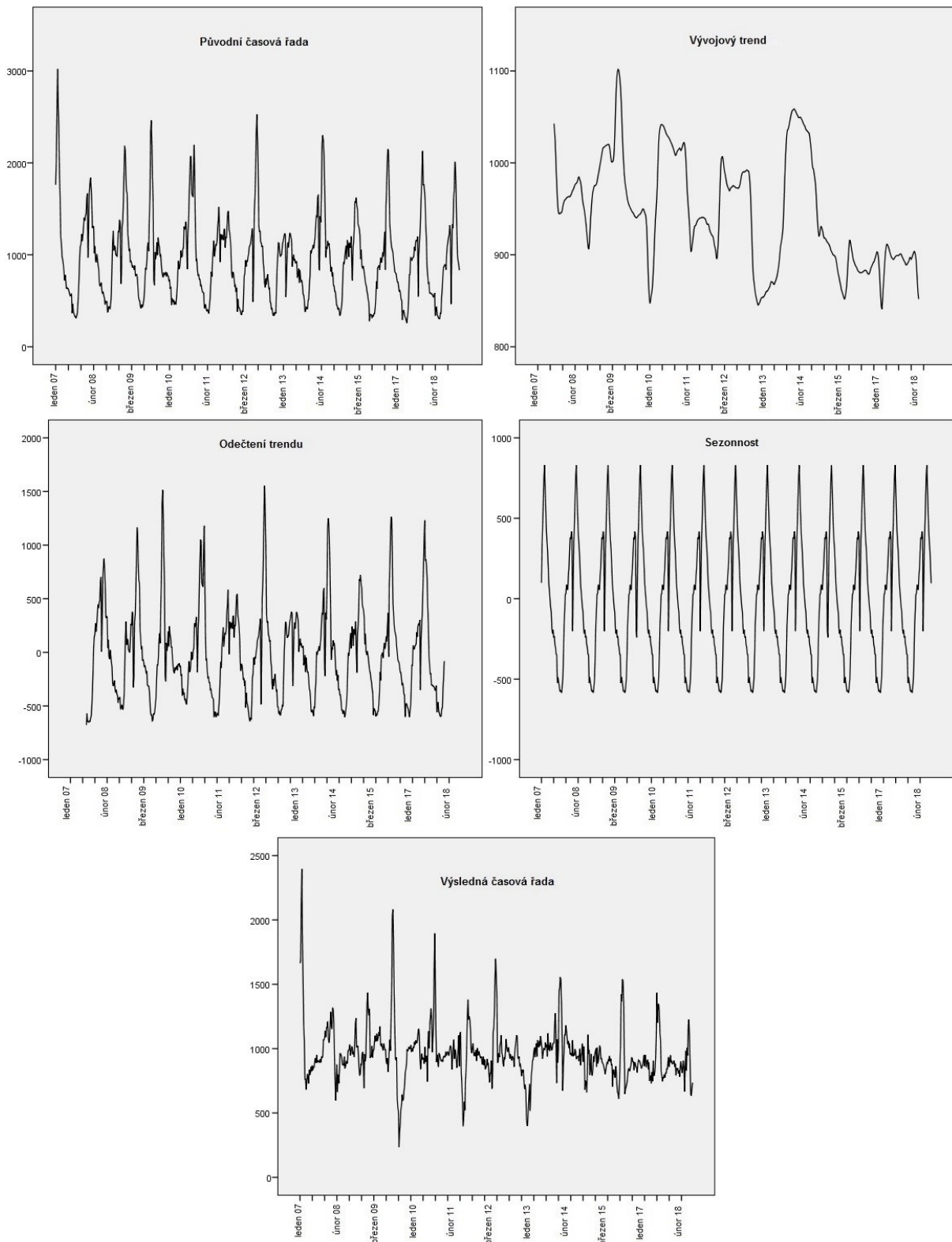
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 10: Dekompozice časové řady výskytu chřipky v kraji Vysočina



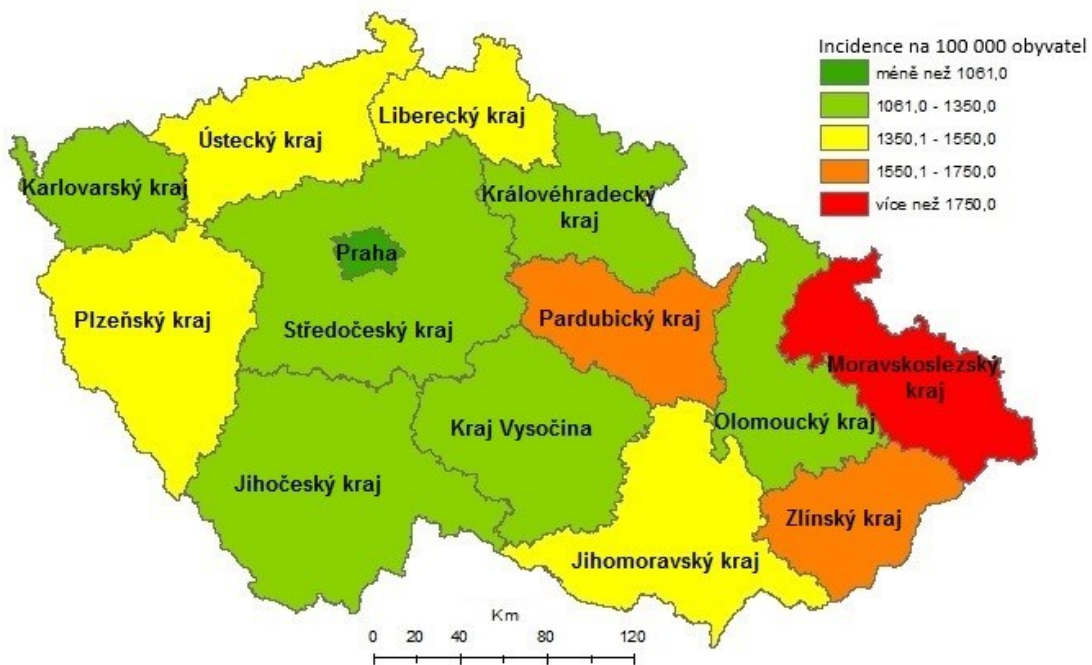
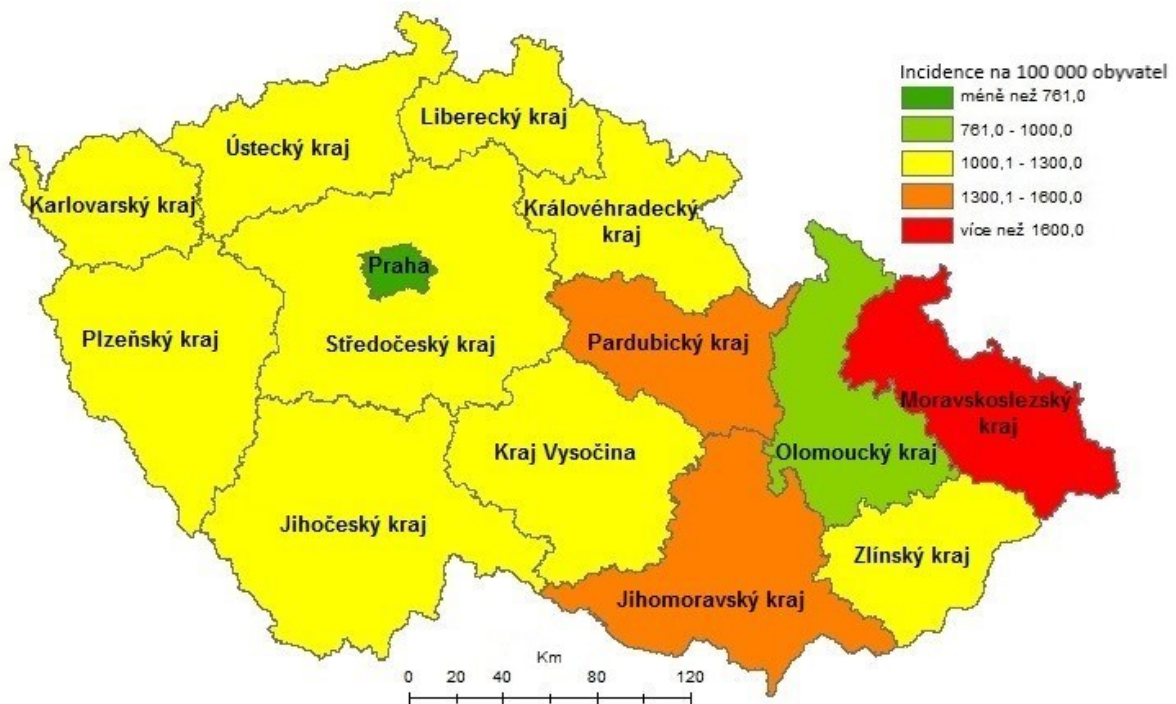
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 11: Dekompozice časové řady výskytu chřipky ve Zlínském kraji



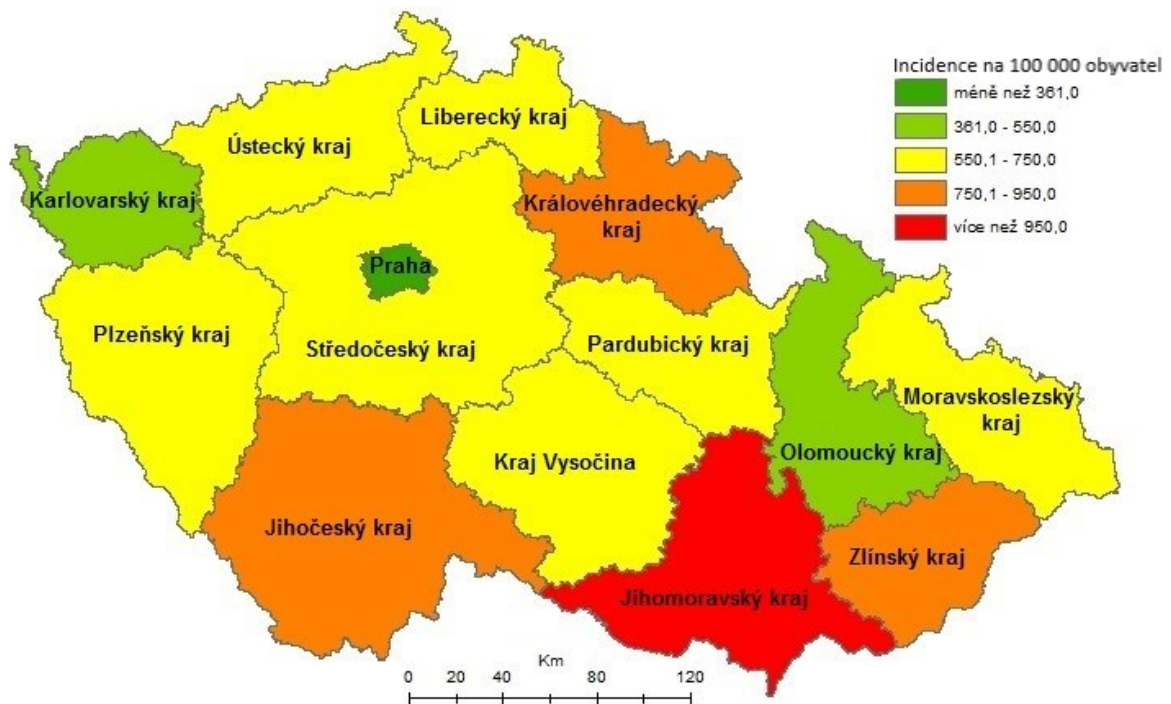
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 12: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2008



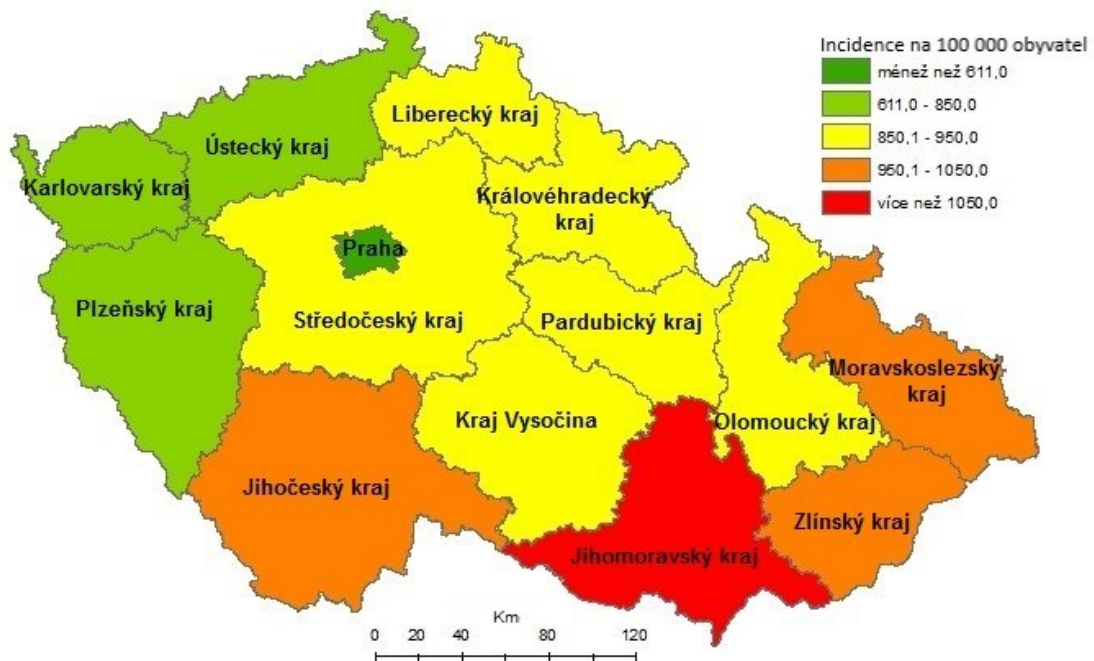
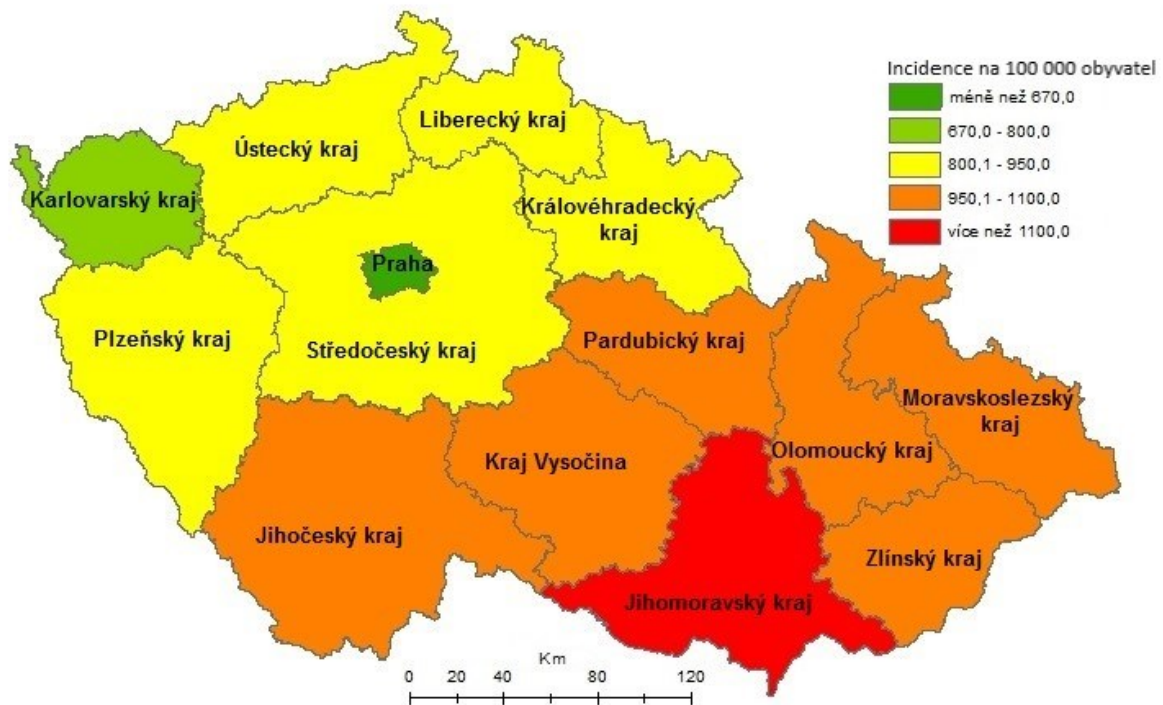
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 13: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2009



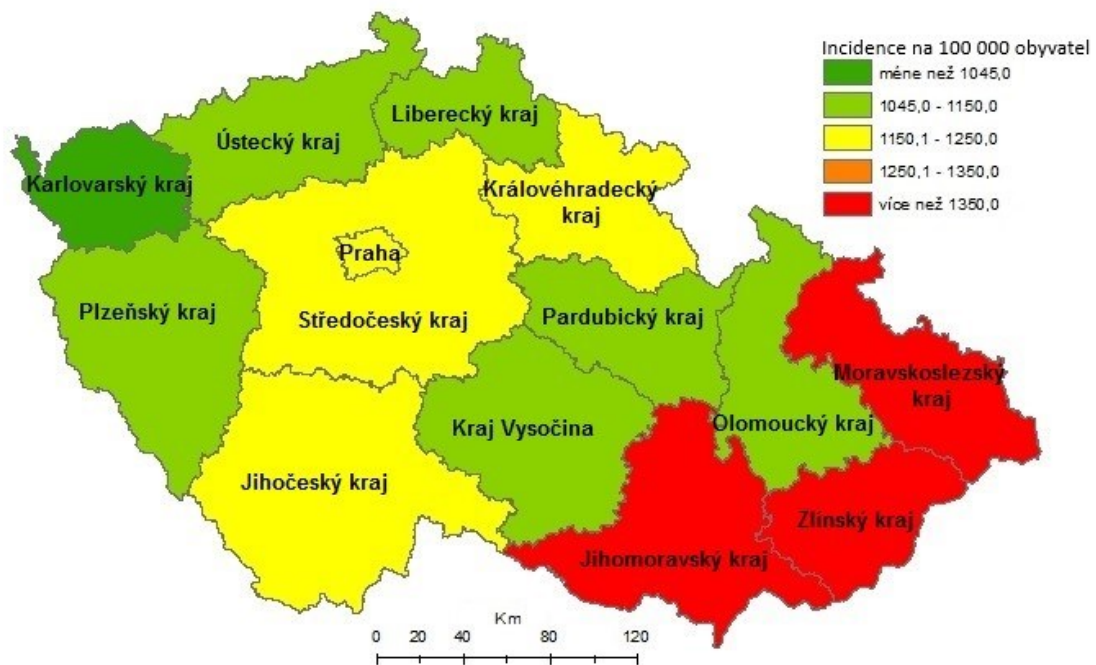
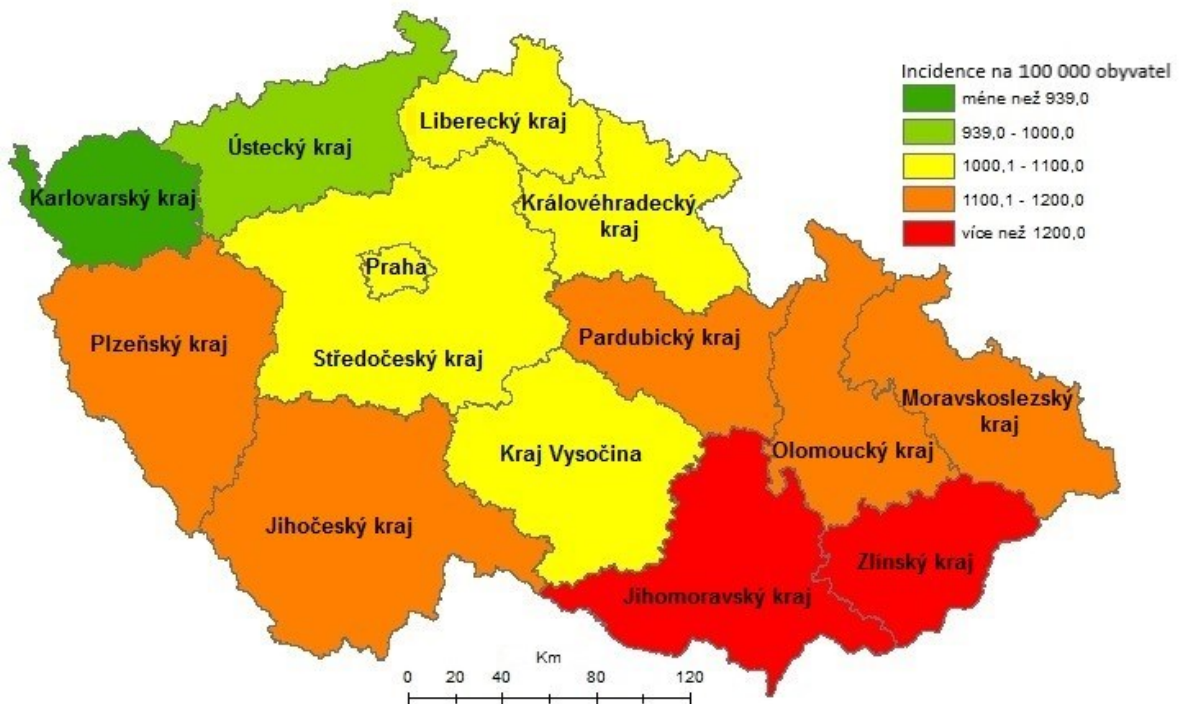
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 14: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2010



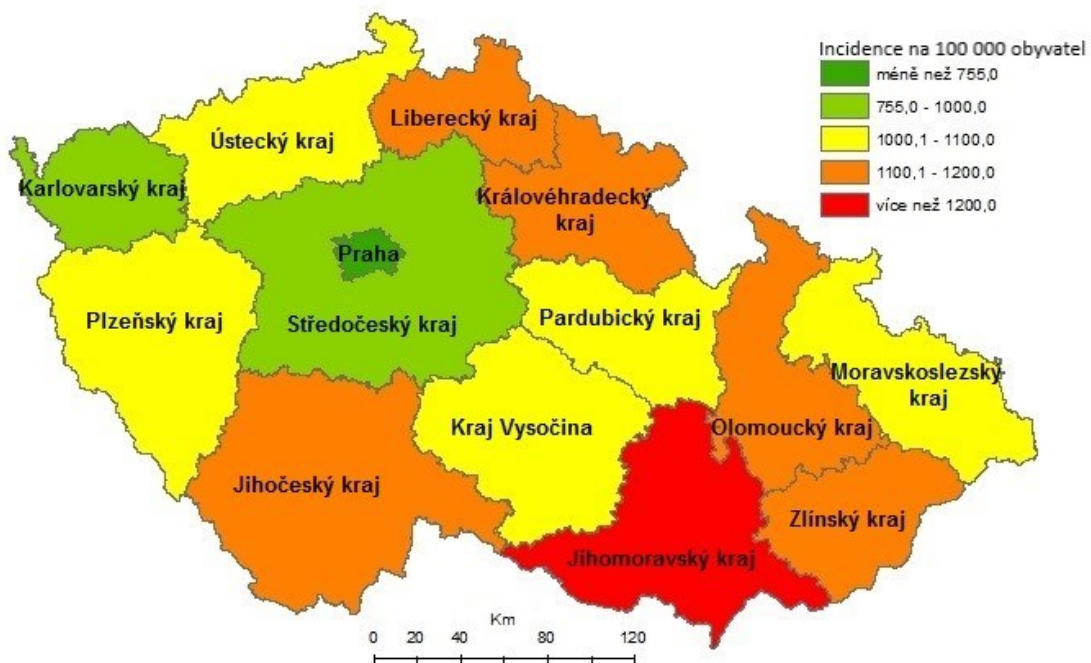
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 15: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2011



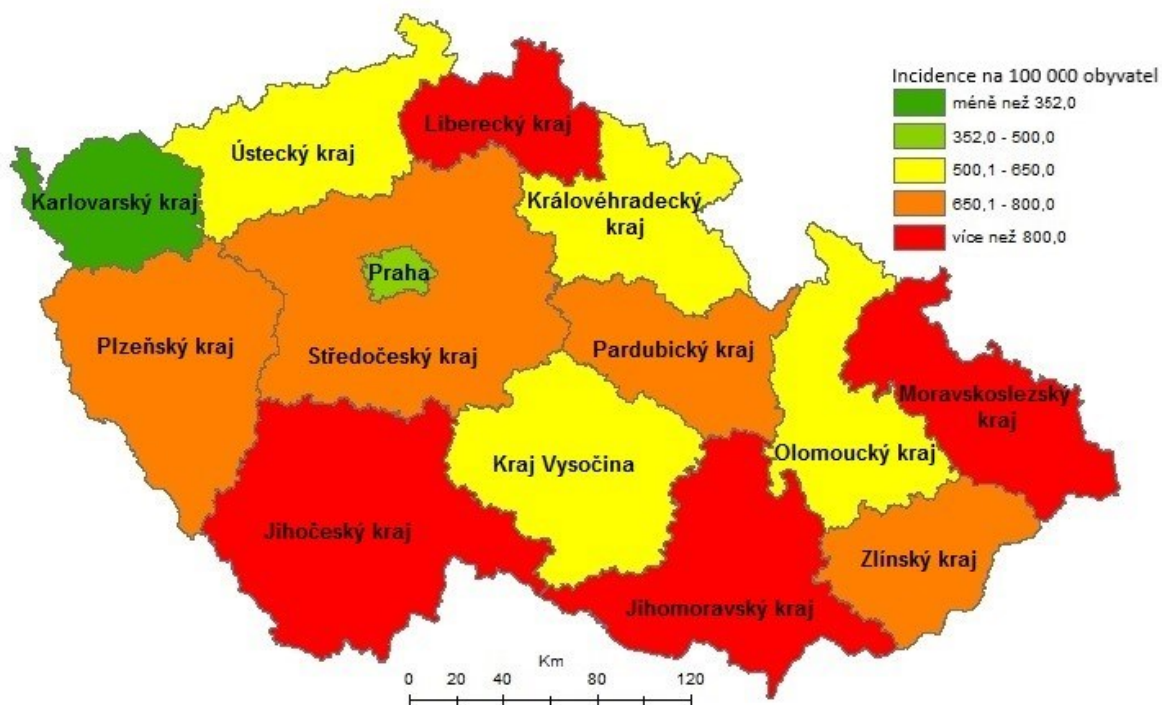
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 16: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2012



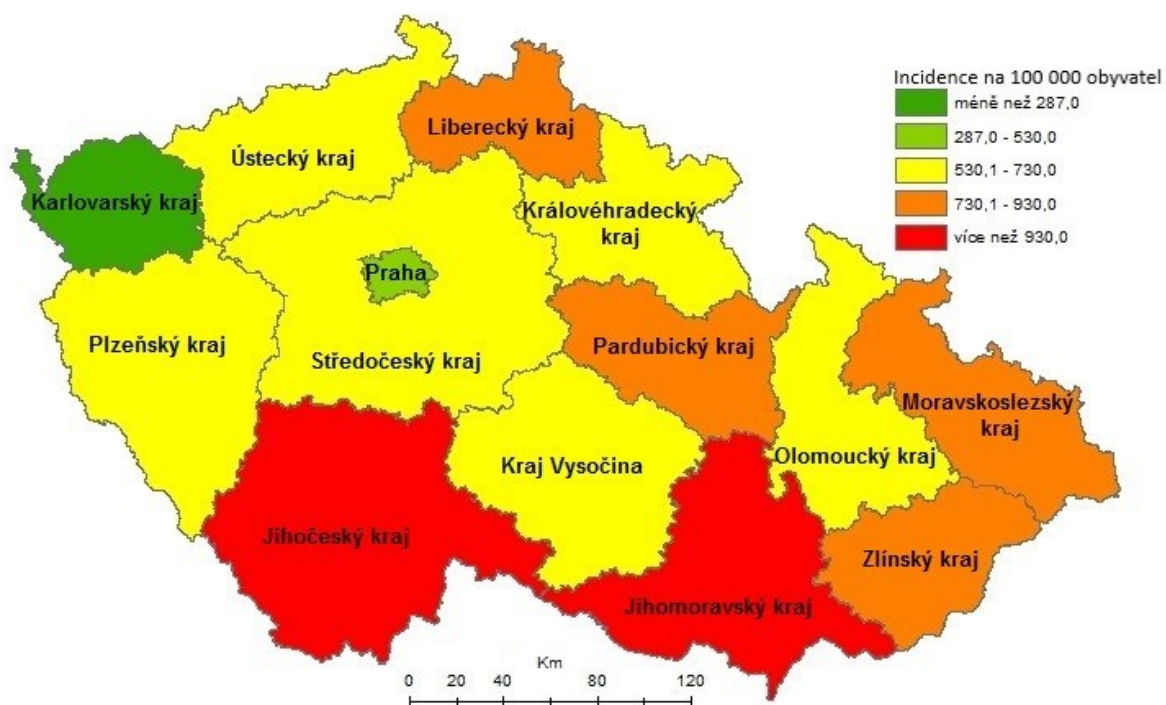
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 17: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2014



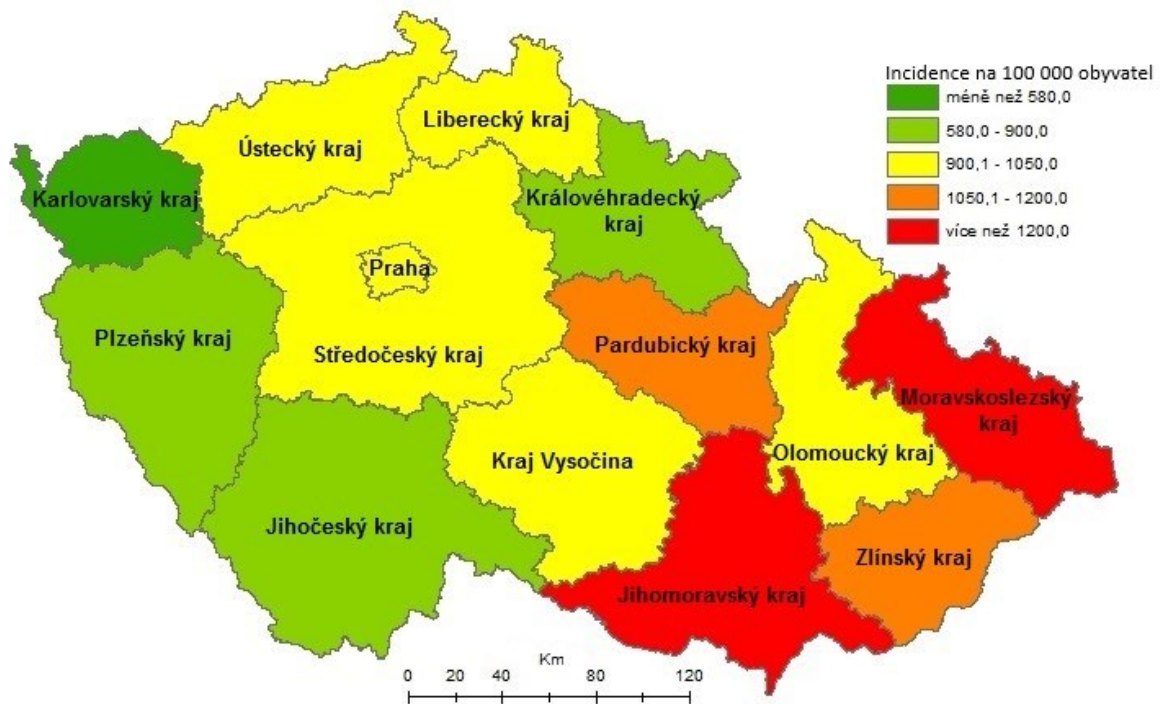
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 18: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2015



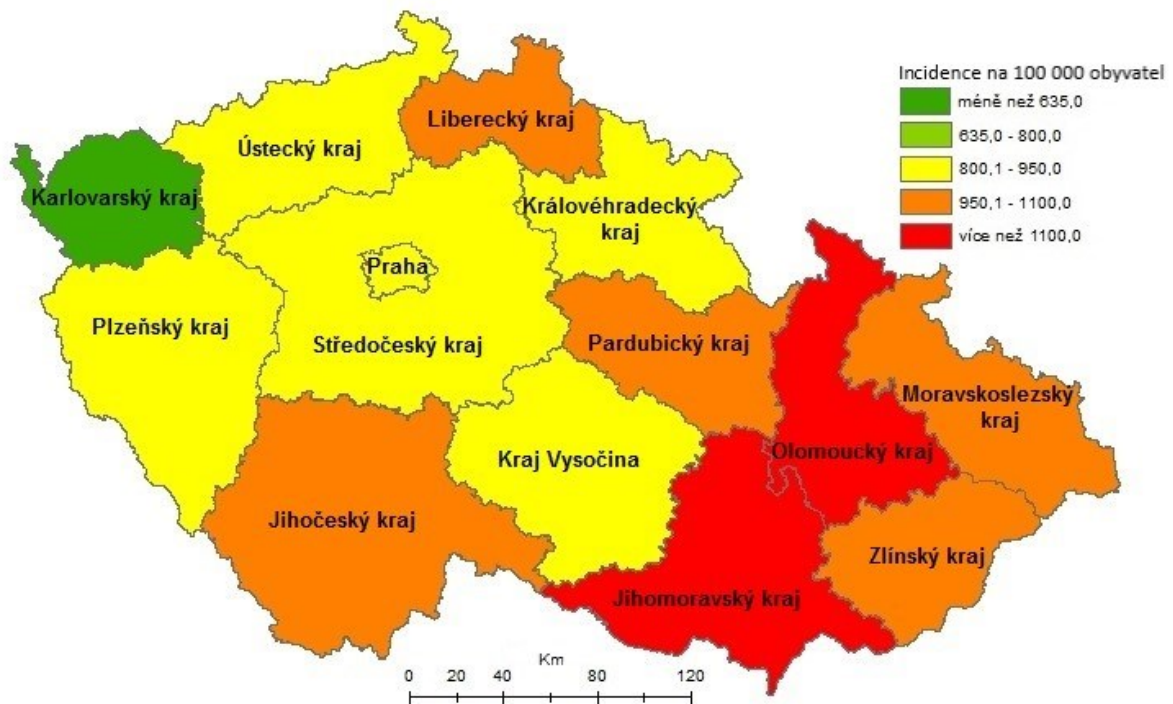
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 19: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2016



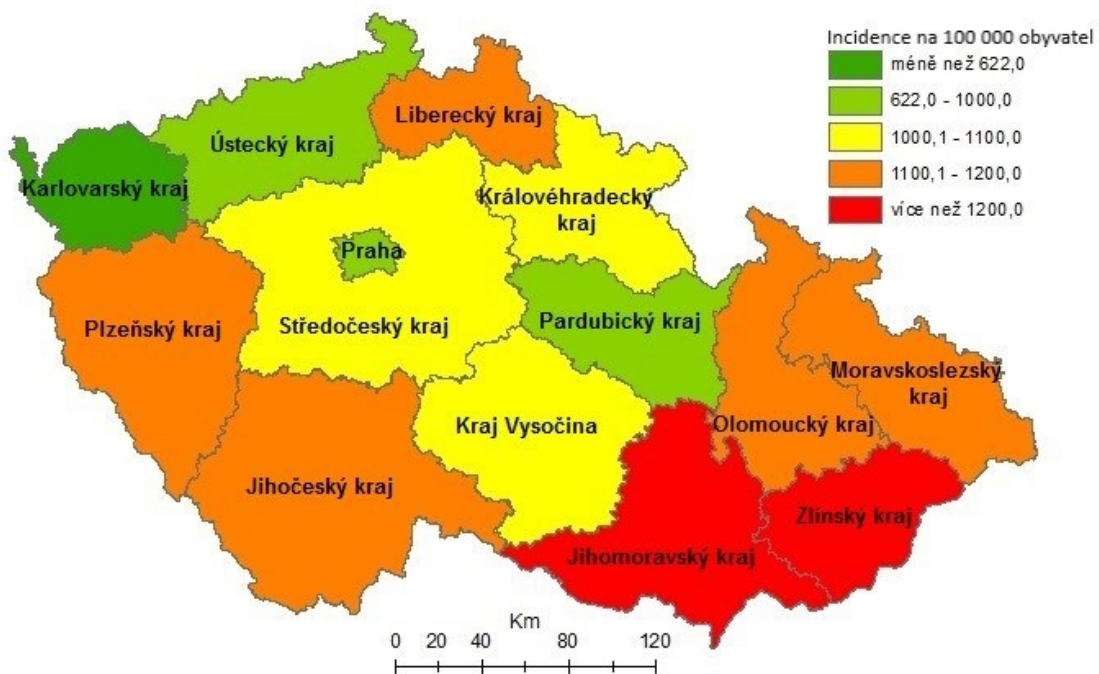
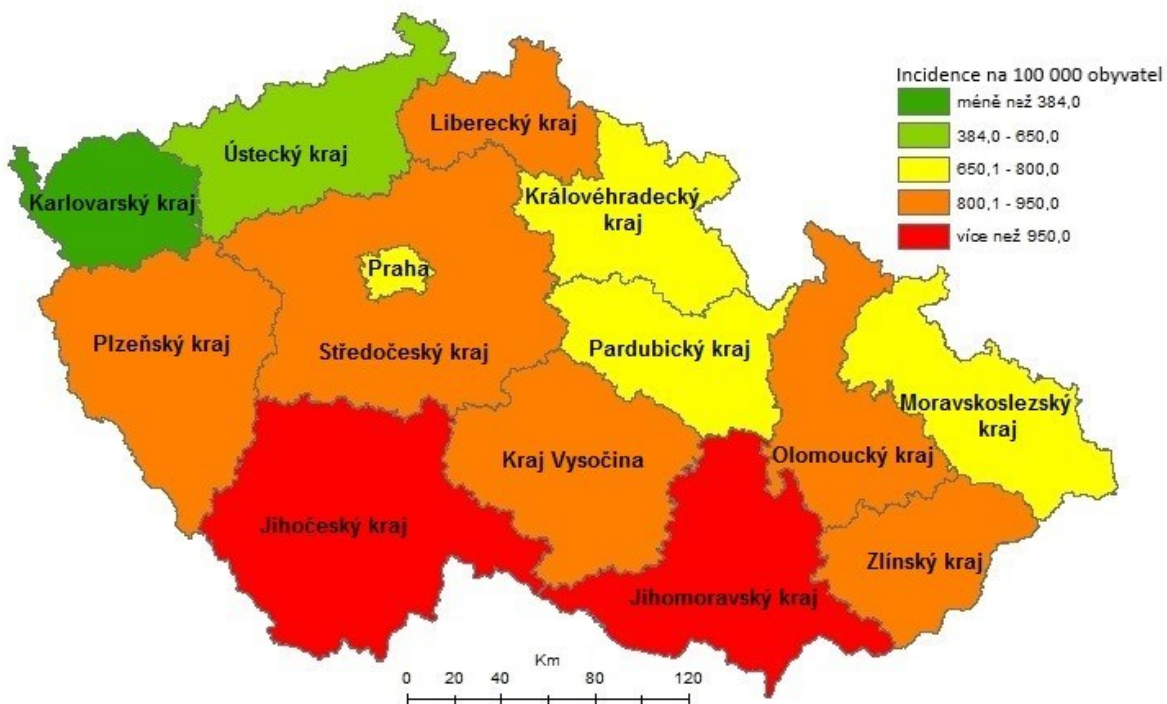
Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 20: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2018



Zdroj: DATA, vlastní tvorba

Příloha 21: Výskyt chřipky v Česku v 1. a 2. týdnu v roce 2019



Zdroj: DATA, vlastní tvorba