



## Zadání diplomové práce

<b>Název:</b>	Lékaři v ČR
<b>Student:</b>	Bc. Jan Garček
<b>Vedoucí:</b>	Ing. Marek Sušický
<b>Studijní program:</b>	Informatika
<b>Obor / specializace:</b>	Znalostní inženýrství
<b>Katedra:</b>	Katedra aplikované matematiky
<b>Platnost zadání:</b>	do konce letního semestru 2022/2023

### Pokyny pro vypracování

Již nějakou dobu se Česká republika potýká s nedostatkem lékařů, což následně ohrožuje kvalitu zdravotnické péče. Hlavními důvody jsou stárnutí lékařské komunity, exodus do zahraničí a nedostatečné pracovní podmínky, včetně nedostatečného finančního ohodnocení. Práce má za cíl odhalit problematická geografická místa a lékařské obory v dnešní době i blízké budoucnosti.

1. Shromážděte vhodná data týkající se problematiky nedostatku lékařů v České republice. Zaměřte se především na aktuální a nadcházející lékaře, ale i na demografické ukazatele.
2. Analyzujte a vhodně vizualizujte získaná data. Zaměřte se především na analýzu pokrytí lékařských oborů v závislosti na geografických a demografických ukazatelích.
3. Ze získaných dat vyberte vhodné příznaky a vytvořte model, který bude predikovat pokrytí lékařů na území ČR.
4. Pro výsledný model vytvořte jednoduchou webovou stránku, která bude dostupná pro veřejnost.



Diplomová práce

# LÉKAŘI V ČR

**Bc. Jan Garček**

Fakulta informačních technologií  
Katedra aplikované matematiky  
Vedoucí: Ing. Marek Sušický  
29. prosince 2022

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta informačních technologií

© 2023 Bc. Jan Garček. Všechna práva vyhrazena.

*Tato práce vznikla jako školní dílo na Českém vysokém učení technickém v Praze, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna právními předpisy a mezinárodními úmluvami o právu autorském a právech souvisejících s právem autorským. K jejímu užití, s výjimkou bezúplatných zákonných licencí a nad rámec oprávnění uvedených v Prohlášení, je nezbytný souhlas autora.*

Odkaz na tuto práci: Garček Jan. *Lékaři v ČR*. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta informačních technologií, 2023.

## Obsah

Poděkování	vii
Prohlášení	viii
Abstrakt	ix
Seznam zkratk	xi
<b>1 Úvod</b>	<b>1</b>
1.1 Cíl práce . . . . .	2
<b>2 Data</b>	<b>3</b>
2.1 Výběr dat . . . . .	3
2.2 Získání dat . . . . .	4
2.2.1 Lékaři . . . . .	4
2.2.2 Studenti lékařských programů . . . . .	8
2.2.3 Pojišťovny . . . . .	9
2.2.4 Zdravotnická zařízení . . . . .	11
2.2.5 Demografické údaje . . . . .	11
2.3 Úprava a struktura dat . . . . .	12
2.3.1 Studenti lékařských programů . . . . .	12
2.3.2 Lékaři . . . . .	13
2.3.3 Pojišťovny . . . . .	16
2.3.4 Demografické údaje . . . . .	17
2.3.5 Zdravotnická zařízení . . . . .	18
2.4 Shrnutí . . . . .	19
<b>3 Analýza a vizualizace</b>	<b>21</b>
3.1 Přírůstek nových lékařů . . . . .	21
3.2 Aktuální stav lékařů v ČLK . . . . .	25
3.2.1 Stáří lékařů podle specializací . . . . .	25
3.2.2 Stáří lékařů v okresech . . . . .	27
3.3 Situace zubních lékařů . . . . .	30
3.4 Pojišťovny a lékařské výkony . . . . .	32
3.5 Shrnutí . . . . .	35
<b>4 Predikce dostupnosti lékařské péče</b>	<b>37</b>
4.1 Sampling zdravotnických výkonů . . . . .	37
4.2 Dostupnost lékařské péče . . . . .	40
4.2.1 Predikce lékařských výkonů . . . . .	41
4.2.2 Predikce aktuálních lékařů . . . . .	42
4.2.3 Predikce nových lékařů . . . . .	43
4.2.4 Predikce dostupnosti lékařské péče . . . . .	45
4.3 Shrnutí . . . . .	47

<b>5</b>	<b>Webová aplikace</b>	<b>49</b>
5.1	Databáze . . . . .	49
5.2	Backend . . . . .	50
5.3	Frontend . . . . .	51
5.4	Uživatelský pohled . . . . .	51
5.4.1	Hlavní stránka . . . . .	51
5.4.2	Mapa . . . . .	52
5.4.3	Statistiky . . . . .	53
5.4.4	Dashboard . . . . .	54
5.4.5	Aktuality . . . . .	54
5.4.6	O projektu . . . . .	54
5.4.7	Záhlaví a zápatí . . . . .	54
5.5	Shrnutí . . . . .	54
<b>6</b>	<b>Diskuze</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>Závěr</b>	<b>63</b>
7.1	Budoucí rozvoj projektu a návrhy na vylepšení . . . . .	65
<b>A</b>	<b>Šablona žádosti o informace podle zákona č. 106/1999 Sb.</b>	<b>67</b>
<b>B</b>	<b>Odvolání čj. VZP-21-05408733-D1A3(I_206_21)</b>	<b>69</b>
<b>C</b>	<b>Národnostní složení studentů</b>	<b>73</b>
<b>D</b>	<b>Ostatní lékařské specializace podle věku lékařů</b>	<b>75</b>
<b>E</b>	<b>Další grafy a tabulky kapitoly 3</b>	<b>77</b>
<b>F</b>	<b>Podíl výkonů OZP na základě propojených zdravotnických zařízení s NRPZS</b>	<b>79</b>
<b>G</b>	<b>Instalační instrukce pro spuštění aplikace</b>	<b>81</b>
G.1	Produkční verze . . . . .	81
G.2	Vývojářská verze (nedoporučeno) . . . . .	81
	<b>Obsah přiloženého média</b>	<b>91</b>

## Seznam obrázků

3.1	Počet lékařů zapsaných do ČLK a počet absolventů mezi lety 2012–2021 . . . . .	22
3.2	Občanství absolventů mezi lety 2012–2021 . . . . .	23
3.3	Odhadovaný počet absolventů v letech 2022-2027 . . . . .	24
3.4	Lékařské specializace podle věku lékařů . . . . .	26
3.5	Průměrný věk lékařů v jednotlivých okresech . . . . .	28
3.6	Minimální poměr absolventů Všeobecného lékařství, kteří by se měli zapsat do ČLK	29
3.7	Počet stomatologických preventivních prohlídek pojištěnců VZP . . . . .	30
3.8	Počet zubních lékařů na 10 tisíc obyvatel v jednotlivých okresech . . . . .	31
3.9	Srovnání pojištěnců VZP s obyvatelstvem podle pohlaví v jednotlivých krajích .	33
3.10	Srovnání pojištěnců VZP s obyvatelstvem podle věkové kategorie . . . . .	33
3.11	Počty vybraných proplacených výkonů VZP v jednotlivých letech . . . . .	34
3.12	Celkový počet proplacených výkonů VZP v jednotlivých letech . . . . .	35
4.1	Počet lékařů na 10 tisíc obyvatel v jednotlivých okresech . . . . .	38
4.2	Věkové rozložení klientů pojišťoven VZP a OZP . . . . .	39
4.3	Celkový výkonů a výsledky predikce . . . . .	42
4.4	Srovnání predikcí vnitřního lékařství (s = vnitřní lékařství) pro rok 2025 (y = 2025) v závislosti na parametrech 4.7 . . . . .	46
5.1	Základní model databáze . . . . .	50
5.2	Domovská stránka s mapou hustoty lékařů, tabulkami okresů, záhlavím a zápatím	52
5.3	Stránka Mapa predikce dostupnosti lékařské péče v ČR . . . . .	53
5.4	Vybrané statistiky z podstránky Statistiky . . . . .	53
C.1	Národnostní složení studentů a absolventů z dat vysokých škol . . . . .	73
D.1	Věková struktura lékařských specializací s méně než 50 lékaři . . . . .	76
E.1	Počty absolventů lékařských fakult v jednotlivých letech . . . . .	77
F.1	Poměr výkonů OZP s platným zdravotnickým zařízením z NRPZS . . . . .	79

## Seznam tabulek

2.1	Data a jejich zdroje . . . . .	4
2.2	Pojišťovny na území ČR . . . . .	10
2.3	Zavedené kódy pro lékařské fakulty univerzit . . . . .	12
2.4	Sloupce tabulky Students . . . . .	13
2.5	Údaje o absolventech Všeobecného lékařství v roce dokončení programu . . . . .	14
2.6	Sloupce tabulky Doctors . . . . .	15
2.7	Sloupce tabulky Insurances . . . . .	17
2.8	Sloupce tabulky Demographics . . . . .	18
3.1	Nejčtenější specializace ČLK k 1. 8. 2022 . . . . .	27
3.2	Nejmladší okresy podle průměru . . . . .	28
3.3	Nejstarší okresy podle průměru . . . . .	28
3.4	Nejvíce rizikové okresy . . . . .	29
3.5	Okresy s nejvyšší hustotou zubařů . . . . .	32
3.6	Okresy s nejnižší hustotou zubařů . . . . .	32
4.1	Počty proplacených výkonů pojišťovnami v České republice . . . . .	40
E.1	Statistiky délky studia studentů na jednotlivých fakultách . . . . .	78



*Chtěl bych poděkovat Ing. Marku Sušickému a Ing. Adamovi Szabó za ochotu, věnovaný čas a cenné rady, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.*

*Dále bych chtěl poděkovat Univerzitě Karlově, Univerzitě Palackého v Olomouci, Masarykově univerzitě, Univerzitě obrany, Ostravské univerzitě, Všeobecné zdravotní pojišťovně, Zaměstnanecké pojišťovně Škoda a Oborové zdravotní pojišťovně zaměstnanců bank, pojišťoven a stavebnictví za poskytnutá data, která tvoří základní stavební kámen této práce.*

*Závěrem bych rád poděkoval svým přátelům za věcné postřehy během tvorby diplomové práce a rodině za podporu v průběhu celého studia na ČVUT.*

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů, zejména skutečnost, že České vysoké učení technické v Praze má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 citovaného zákona.

V Praze dne 29. prosince 2022

.....

## Abstrakt

Předmětem této práce je analýza a predikce dostupnosti lékařské péče v České republice. Ta se skládá z několika částí, kterými jsou predikce lékařských výkonů, přírůstků nových lékařů a aktivních lékařů.

Práce sleduje meziroční vývoje vybraných onemocnění a lékařských zákroků. Zaměřuje se na zanedbávání zdravotní péče pojištěnci, primárně v oblasti stomatologických zákroků. Dále sleduje aktuální stav lékařů v jednotlivých specializacích a okresech se speciálním zaměřením na věk. V práci jsou diskutovány dopady legislativních kroků okolních států, vysokých škol a státních orgánů na vývoji nových lékařů. Zároveň jsou reflektovány aktuální trendy ve volbě lékařské specializace, na základě kterých jsou noví lékaři rozdělováni.

Dosažené výsledky predikce jsou prezentovány ve webové aplikaci. Hlavní část aplikace tvoří mapa s predikcí dostupnosti lékařské péče, součástí které jsou volitelné parametry ovlivňující výsledné hodnoty. Podle této mapy je možné identifikovat geografické oblasti i lékařské specializace, které jsou nebo v blízké budoucnosti budou vystaveny kritickému stavu dostupnosti.

Hlavním přínosem této práce je poskytnutí mapy predikce dostupnosti lékařské péče v České republice a komplexních statistik spjatých s tématem českého zdravotnictví ve formě webové aplikace široké veřejnosti.

**Klíčová slova** dostupnost lékařské péče, české zdravotnictví, nedostatek lékařů, predikce lékařské péče, stav lékařů, zdravotnické výkony. webová aplikace

## Abstract

The aim of this thesis is the analysis and prediction of the availability of medical care in the Czech Republic. This consists of several components, which are the prediction of medical procedures, the addition of new physicians and active physicians.

The thesis follows the year-to-year evolution of selected diseases and medical interventions in the Czech republic. It also focuses on malpractice by the population, primarily in the area of dental procedures. It also looks at the current state of physicians in each specialty and district, with a special focus on age. The implications of actions by neighboring states, colleges, and state agencies on the development of new physicians are discussed. It also reflects on current trends in medical specialty choice, based on which new physicians are distributed.

The achieved prediction results are presented in a web application. Its main part is a map of the predicted medical care availability in Czechia. It includes optional parameters influencing the resulting values. According to this map, it is possible to identify geographical areas and medical specialties that are, or will be in the near future, exposed to a critical accessibility situation.

The main contribution of this work is to provide a map of medical care availability prediction in the Czech Republic and comprehensive statistics related to the topic of Czech health care in the form of a web application to the general public.

**Keywords** medical care availability, Czech health care, shortage of doctors, medical care prediction, state of doctors, medical performances. web application

## Seznam zkratek

1LFUK	1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze
2LFUK	2. lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze
3LFUK	3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze
CAPTCHA	Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart
CSV	Comma-separated values
ČLK	Česká lékařská komora
ČSK	Česká stomatologická komora
ČSÚ	Český statistický úřad
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
JSON	JavaScript Object Notation
HKUK	lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Hradci Králové
HTML	Hypertext Markup Language
LF	lékařská fakulta
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky
MUNI	lékařská fakulta Masarykovy Univerzity v Brně
MZ ČR	Ministerstvo zdravotnictví České republiky
NRPZS	Národní registr poskytovatelů zdravotních služeb
NUTS	Nomenclature of Units for Territorial Statistics
OVA	lékařská fakulta Ostravské univerzity v Ostravě
ÓZP	Oborová zdravotní pojišťovna zaměstnanců bank, pojišťoven a stavebnictví
PDF	Portable Document Format
PLUK	lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Plzni
RDBMS	Relational Database Management System
SES	Simple exponential smoothing
UNOB	Vojenská lékařská akademie v Hradci Králové
UPOL	lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
UX	User experience
ÚZIS	Ústav zdravotnických informací a statistiky
VZP	Všeobecná zdravotní pojišťovna České republiky
WHO	World Health Organization
WSGI	Web Server Gateway Interface
ZP	Zdravotní pojišťovna



# Kapitola 1

## Úvod

Léčba je nedílnou součástí lidského života již od pravěku, dávno před vznikem prvních civilizací. Za léčitele byli původně označováni šamani a kouzelníci, kteří příčiny nemocí hledali v nadpřirozenu a neduhy léčili pomocí rituálů či bylinek. S vývojem lidské rasy, vznikem starověkých civilizací a pokrokem s tímto spjatým se obor posouval stále více vpřed až vznikla jedna z prvních věd – lékařství[1]. Její zakladatel, Hyppokratés, viděl naprosto zřejmé důvody proč tento vědní obor založit. Společnost si vytvořila sociální a citové vazby na konkrétní jedince, kteří si většinou přejí prožít co nejdéle život, nebo je společnost na nich závislá díky jejich unikátním zkušenostem a dovednostem. Nesmíme tak zapomenout i na čistě praktický důvod, který je v moderní civilizaci již na ústupu, ale v některých oblastech světa je stále velmi zásadní. Lidská reprodukce je časově náročná a ztráta jakéhokoliv vyspělého jedince může být pro určitou skupinu kritická (např. z hlediska pracovní síly). Proto lékařství vždy patřilo mezi nejdůležitější obory vědy. Tak je tomu dodnes.

Přestože došlo k vymýcení či výraznému potlačení mnoha nemocí, důsledkem moderního městského životního stylu se objevují stále nové civilizační choroby. Reakcemi na tyto události a nemoci je rozvoj stále nových technik a lékařských oborů. Tím dochází ke štěpení této vědy na konkrétní specializace. V dnešní době je lékařství tak obsáhlá věda, že je těžko realizovatelné, aby byl lékař expertem na všechny její podoblasti. Běžnou praxí lékaře je specializace na jeden nebo několik málo oborů. Pokud jsou nemoci vymýcené, stává se obor zastaralý a přirozeně zaniká.

Nemoci se na území České republiky neobjevují pouze lokálně, ale v rámci prakticky stejných životních podmínek a malé geografické rozlohy se vyskytují po celé zemi. Pomineme-li vznik ohnisek, které se ale také mohou objevit prakticky kdekoliv. Obyvatelstvo celé této země by mělo mít zaručenou určitou zdravotnickou péči, což je přímo ustanoveno v zákoně č. 372/2011 Sb., *o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování, ve znění pozdějších předpisů*[2]. Tento zákon udává povinnost celorepublikově pokryté potřebné zdravotnické péče, a to v co nejširším rozsahu. Není možné, aby například osoba bydlící v Karlovarském kraji musela dojíždět ke stomatologovi nebo ortopedovi do jiného kraje a přitom neměla vhodnější alternativu.

Již nějakou dobu stojí Česká republika na hraně propasti. Podle tiskové zprávy České lékařské komory nedostatek lékařů ohrožuje kvalitu zdravotnické péče[3]. Za hlavní důvody jsou označeny stárnutí lékařské komunity, exodus lékařů do zahraničí a nedostatečné pracovní podmínky. Těmi jsou především nedostatečné finanční ohodnocení a nadměrná fyzická i psychická zátěž. Lékaři stárnou a podle hrubých propočtů ministerstva zdravotnictví jich do roku 2030 odejde třetina do důchodu.[4] Tuto díru by měli zaplnit noví lékaři, především absolventi vysokých škol. Nezanebatelná část absolventů však z finančních důvodů opouští Českou republiku a stěhuje se za prací do západních zemí, zejména Německa a Velké Británie. Nedostatek nových lékařů tak způsobuje nadměrnou pracovní zátěž pro ty stávající. Mnozí z nich musí nadále pracovat i přes dosažený důchodový věk. Bez této skupiny se podle odborníků některé obory zdravotnictví mohou zhroutit.

tit[5]. Svoji nemalou roli hrála v posledních letech také epidemiologická situace, která vyžadovala vyšší počty lékařského i nelékařského zdravotnického personálu. Dokazuje to i skutečnost, že Česká republika na počátku roku 2021 nedokázala poskytnout zdravotnickou péči svým občanům a musela tak požádat o pomoc sousední státy[6]. V Ústeckém kraji je u lékařů evidován mezi létem 2019 a létem 2021 nárůst volných pracovních pozic ve výši 20 %[7]. I tento nedostatek může vést ke snížení kapacity, nedostatečnému pokrytí ordinačních hodin či redukcí lůžek a tedy k nedostatečné dostupnosti zdravotní péče v daném regionu.

## 1.1 Cíl práce

Hlavními cíli této práce jsou analýza aktuálního pokrytí lékařské péče na úrovni specializací v závislosti na území a populaci a vytvoření mapy dostupnosti zdravotnické péče v ČR s následnou predikcí vývoje v nadcházejících letech. Nedílnou součástí této práce je získání nezbytných dat od různých lékařských institucí, škol, případně pojišťoven pro realizaci zvoleného tématu, optimálně v rozmezí posledních 5-10 let. Analýza těchto dat pomůže především včas odhalit problematická místa a obory tak, aby bylo možné systematicky předcházet výpadkům zdravotní péče napříč celou Českou republikou.

Dalším cílem je vytvoření internetové aplikace, která bude srozumitelná a dostupná nejen zdravotnickým institucím, ale i široké veřejnosti. Nová aplikace bude sloužit k upozornění na kritické lékařské i geografické oblasti a hrozící nedostupnost zdravotnické péče v budoucnosti. Práce je zároveň koncipována tak, aby dokázala reagovat na aktuální vývoj situace a aby v případě aktualizace a poskytnutí nových dat dokázala přemodelovat stávající trendy a reflektovat skutečnost, což se poté odrazí i v následné predikci vývoje. Všechny zdravotní instituce, pojišťovny i školy se tak budou moci díky získaným znalostem zaměřit na problémové specializace a místa a dle svého uvážení motivovat stávající i budoucí lékaře k úspěšnému pokrytí zdravotnické péče v České republice. Veřejnost získá povědomí o rozložení sil lékařského personálu a díky dostupným informacím může například upozornit státní orgány na vznikající problém nebo se rozhodnout o migraci do dané lokality.

Součástí této práce tvoří i twitterový účet Dostupnost lékařské péče v ČR[8], jehož cílem bylo dostat tento projekt do povědomí širší veřejnosti.



## Kapitola 2

# Data

Tato kapitola se zabývá daty, která byla při tvorbě výsledné práce použita. Sekce jsou tématicky odděleny. V 2.1 jsou představena data a je vysvětleno, proč se právě na ně tato práce zaměřuje.

Kroky, které byly podniknuty k získání zvolených informací, jsou popsány v sekci 2.2.

Jejich následným zpracováním do požadovaných datasetů a popisem se zabývá sekce 2.3.

### 2.1 Výběr dat

Nejdůležitějším parametrem pro vytvoření modelu, který analyzuje a predikuje dostupnost zdravotnické péče, jsou data lékařů s platným oprávněním výkonu v České republice. Aby toto oprávnění lékaři obdrželi, musí být zapsáni v České lékařské komoře nebo České stomatologické komoře. Zatímco Česká stomatologická komora vydává licence lékařům v oboru stomatologie, Česká lékařská komora zaštiťuje obory, na které se lze specializovat v rámci všeobecného lékařství. Nicméně pouze tyto informace nejsou pro práci dostatečné. Lékaři sice tvoří nedílnou součást celku modelu, ovšem plně nereprezentují lékařskou péči.

Lékařské obory jsou velmi odlišné, také druh, délka a intenzita péče každého zaměření se liší. Například stomatolog bude mít více pacientů, kterým ovšem nemusí věnovat tolik času jako onkolog, jenž má své pacienty dlouhodobě, ale ne v takové kvantitě. Obory tak nelze generalizovat a brát je jako identické. Proto je potřeba brát v potaz počty výkonů, které doktoři vykáží, a jejich časovou spotřebu. Tyto výkony jsou placené ze zdravotního pojištění a evidují je zdravotní pojišťovny.

Zdravotní péče není rozprostřena mezi obyvatelstvo rovnoměrně. V nejhustěji osídlených oblastech (tzn. v městských aglomeracích) je vyšší nápor na lékařskou péči než v méně obývaných a periferních místech, kterými jsou například hory. S přibývajícím věkem mají lidé také větší sklony ke zhoršení smyslů, chronickým nemocem, demenci a dalším onemocněním, které mohou být v pokročilejším věku fatální[9]. Je tedy důležité pečovat o své zdraví s větší intenzitou. Totéž platí také u dětí a mladistvých, kteří stále procházejí vývojem a nemusí mít tak vyvinutou imunitu. Objevuje se i vyšší úrazovost dětí a dospívajících. Zároveň některé lékařské obory nejsou ve všech oblastech potřebné stejně. Pokud se v jedné lokalitě nachází primárně dospělí lidé, není z ní takový tlak poskytnutí pediatrické péče jako v oblasti, kterou obývá vysoký počet dětí a mladistvých. Stejně tak gynekologie v ryze mužské komunitě není potřebným lékařským oborem. Do práce jsou proto zahrnuta také demografická data, především rozdělení podle věku a pohlaví populace na úrovni okresů.

Také pro raritnější onemocnění, která vyžadují komplexnější péči, není tak důležité mít velké množství specialistů, ale pro léčbu může být klíčové vybavení, které se nachází pouze v několika specializovaných centrech v České republice, případně ve světě. Další data, která jsou pro práci

důležitá, jsou informace o poskytovatelích zdravotnických služeb. Přes zdravotnická zařízení lékaři zároveň vykazují zdravotnické výkony, které proplácí zdravotní pojišťovny.

Všechny tyto informace jsou potřebné k získání povědomí o aktuální situaci. Pokud však chceme znát vývoj v nadcházejících letech, je proto nutné brát v úvahu také doktory, kteří jsou stále v procesu vzdělávání. Podle zákona č. 372/2011 Sb.[2] a zákona č. 95/2004 Sb.[10] smí provozovat lékařskou praxi mj. pouze absolvent s odbornou způsobilostí k výkonu zdravotnického povolání podle jiných právních předpisů. Tato způsobilost se uděluje po úspěšném absolvování akreditovaného zdravotnického magisterského programu všeobecné lékařství (šestileté studium), případně programu zubní lékařství<sup>1</sup> (pětileté studium) na lékařské fakultě. Informace o potenciálních budoucích lékařích shromažďují vysoké školy.

Ne všichni absolventi však vstoupí do České lékařské komory, respektive do České stomatologické komory, je nutné získat informace také o tom, kolik studentů úspěšně absolvovalo v posledních letech akreditované magisterské programy všeobecné lékařství a zubní lékařství. To je následně možné využít například k zjištění odlivu absolventů z oboru nebo země.

## 2.2 Získání dat

Tato sekce pojednává o postupu získávání jednotlivých dat, o které konkrétní informace bylo žádáno, které byly získány a dalších úskalích s těmito akcemi spojenými.

Pro realizaci práce bylo nutné získat data z různých zdrojů sdružující potřebné údaje. Ty se dají podle typu informací (viz sekce 2.1) tématicky rozdělit do 5 kategorií (viz tabulka 2.1). Jednotlivé podsekce jsou rozděleny tématicky podle těchto kategorií.

■ **Tabulka 2.1** Data a jejich zdroje

Kategorie	Instituce sdružující data
lékaři	Česká lékařská komora, Česká stomatologická komora
studenti lékařských programů	lékařské fakulty vysokých škol ČR
vykázané úkony	pojišťovny
demografické údaje	Český statistický úřad
zdravotnická zařízení	Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR

Všechny vyjmenované instituce patří pod státní správu, a proto podléhají zákonu č. 106/1999 Sb., *o svobodném přístupu k informacím*[11]. Oficiální postup, jak o tyto informace žádat, lze nalézt na webových stránkách Ministerstva vnitra ČR[12]. Pro účely komunikace se státními orgány byla zřízena osobní datová schránka, prostřednictvím které byly odesílány všechny oficiální žádosti či odvolání a přijímány rozhodnutí daných institucí. Šablona používaná k podání žádosti je k nahlédnutí v příloze A, všechny podané žádosti a následná rozhodnutí jsou k dispozici ve složce */doc*. Případné upřesnění detailů a ostatní komunikace probíhaly emailovou korespondencí nebo telefonními hovory.

### 2.2.1 Lékaři

Data o lékařích s platnou akreditací shromažďují dvě stavovské organizace – Česká stomatologická komora, sdružující zubní lékaře, a Česká lékařská komora, sdružující ostatní specializace. Členství v jedné z těchto komor je pro výkon praxe lékaře povinné zákonem České národní

<sup>1</sup>programu stomatologie, pokud byl program zahájen nejpozději v akademickém roce 2003/2004

rady č. 220/1991 Sb., o *České lékařské komoře, České stomatologické komoře a České lékárnické komoře*[13]. Získání kompletního seznamu lékařů ordinujících na území České republiky se proto dělí na komunikaci se dvěma orgány.

### 2.2.1.1 Česká lékařská komora

Česká lékařská komora (dále jen ČLK) byla oficiálně požádána o informace podle zákona č. 106/1999 Sb. v souladu s postupem Ministerstva vnitra ČR o tyto informace lékařů:

- vystudovaná vysoká škola,
- rok promoce lékaře,
- dosažená odbornost lékaře,
- platné licence udělené Českou lékařskou komorou,
- identifikátor zdravotnického zařízení, ve kterém lékař vykonává svou pracovní činnost (pokud je k dispozici), a ostatní údaje o zdravotnickém zařízení, které jsou volně dostupné na internetovém portálu ČLK<sup>2</sup>.

Ta v odpovědi na žádost sdělila následující:

*„Česká lékařská komora vede seznam lékařů v souladu se zák. č. 220/1991 Sb., v platném znění, přičemž jeho veřejně přístupná část je dostupná na webových stránkách České lékařské komory (odkaz: [https://www.lkcr.cz/seznam-lekaru-426.html?do\[list\]=1](https://www.lkcr.cz/seznam-lekaru-426.html?do[list]=1)). Česká lékařská komora tedy konstatuje, že předmětné údaje, jsou-li České lékařské komoře známy, jsou dostupné široké veřejnosti, tedy i výše uvedenému žadateli. [...] Nad rámec veřejně dostupných informací nebudou žádná data poskytována, a to s ohledem na absenci jakékoliv zákonné povinnosti,...*“

Podle těchto slov bylo zcela vyhověno žádosti s tím, že se oficiální záznamy nachází přímo na internetových stránkách ČLK. Zároveň však nebyl poskytnutý dataset ani nástroj, jak informace o lékařích získat. Bylo nutné seznam lékařů automaticky nascrapovat z odkazu zmíněném v citaci. Stahování datasetu ze seznamu dostupného na internetových stránkách ČLK probíhalo ve dvou fázích.

Cílem první fáze bylo nashromáždění všech odkazů na detaily lékařů, cílem druhé bylo samotné těžení dat z konkrétních stránek. K tomuto účelu bylo využíván balíček Selenium v jazyce Python.

K získání odkazů s detaily doktorů v první fázi bylo možné přistupovat třemi způsoby.

V prvním případě šlo nejdříve o otevření internetové stránky ČLK, na kterou odkazovalo rozhodnutí žádosti. Zde je možné vyhledávat doktory přes množinu okresů a specializací. To se dá zajistit jednoduchým výběrem hodnot z dropdown listů, které jsou k dispozici ve vyhledávání. Implementačně se jedná o jednoduché řešení. Celkem lze vybrat z 76 okresů + hlavního města Prahy a 117 specializací, tedy celkem 9 009 dotazů. Tento postup by byl nejjednodušší možný a úspěšný, stránky České lékařské komory jsou ovšem chráněny službou reCAPTCHA v2 (Invisible reCAPTCHA badge)[14]. Tato služba kontroluje podezřelou aktivitu a v případě nestandardního chování vyzve uživatele k vyřešení captcha. Protože skript na scrapování ji neumí vyřešit a tato služba vyskakovala po 5-10 dotazech, bylo nutné tento problém vyřešit.

V implementaci byly vyzkoušeny různé možnosti řešení. Těmi byly:

- přihlášení se do aktivního Google účtu v Google Chrome prohlížeči a dotazování se jako neanonymní uživatel,
- změna velikosti (výšky a šířky) prohlížeče[15],

<sup>2</sup><https://www.lkcr.cz/seznam-lekaru>

- použití fake user agenta,
- simulace reálného uživatele (tzn. klikání a pohyb myši na různé, nerelevantní webové elementy),
- volání funkcí pro uspaní skriptu (např. `sleep()`) v různých částech skriptu,
- paralelizace skriptu pro optimalizaci a minimalizaci počtu vyplnění reCAPTCHA. Tato varianta měla opačný účinek a byla nepoužitelná. reCAPTCHA se objevila prakticky hned při prvním dotazu.

Všechny vyjmenované featury byly zkoušeny ve vícero různých kombinacích pro dosažení optimálního výsledku. Přestože mnohé kombinace dokázaly prodloužit počet dotazů bez zastavením captchou až na dvojnásobek, žádná kombinace nebyla úspěšná.

Další možností bylo využití python balíčků na řešení CAPTCHA (například `captcha-solver`<sup>3</sup>), ovšem ty buď dokázaly řešit pouze starší verze captcha, nebo využívali služby, které jsou za platební bránou. Jelikož tak byly všechny snahy o prolomení testu reCAPTCHA neúspěšné, bylo od varianty vyhledávání přes okresy a specializace nakonec upuštěno.

Druhou variantou, jak získat seznam lékařů, bylo získání požadovaných URL přímo z evidenčních čísel a jmen lékařů. Všechny url s detaily lékařů jsou totiž ve formátu

$$\text{https://www.lkcr.cz/seznam-lekaru?filterId}=\{\text{base64}\}\%3D\&\text{do[load]}=1, \quad (2.1)$$

kde  $\{\text{base64}\}$  je zakódovaný textový řetězec ve formátu „evidenční\_číslo„jméno„příjmení“ v Base64.

Problém se reformuloval na problém, jak získat evidenční čísla se jmény lékařů. K tomu byl osloven majitel a správce stránky Tvůj lékař<sup>4</sup>. Ta sice také poskytuje dataset s lékaři, nicméně obsahuje nekonzistentní informace a součástí seznamu jsou také lékaři, kteří již svou praxi neprovozují. Přesto lze na základě těchto informací vytěžit data pro získání url odkazů z 2.1. To vše za předpokladu, že ČLK v případě odhlášení lékaře z komory smaže jeho detail na internetové stránce, nikoliv pouze skryje. Proto byl správce osloven s žádostí o pomoc, zda by byl ochoten nasdílet data, která získal, a případně se podělit o kroky, které musel podstoupit pro získání dat. Po výměně několika emailů však přestal přes opakované připomínání reagovat. I tato varianta byla neúspěšná a nepřinesla žádný pokrok.

Třetí, výslednou možností bylo vyhledávání lékařů podle jména. V průběhu práce na první variantě získání url lékařů bylo zjištěno, že kombinace prefixu a znaku „%“ v input field elementu příjmení zobrazí prvních tisíc záznamů lékařů se jménem začínajícím na daný prefix. Tato varianta se dala efektivně použít pro příjmení, která začínají na méně obvyklá písmena z abecedy (např. W nebo X). Pro obvyklejší písmena (jako je K nebo P) z důvodu omezení seznamu na 1 000 záznamů nebyla možná. Prefix byl proto rozložen do většiny detailů (tzn. přidání následujících písmen ve jméně). Algoritmus byl poté použit pro specifitější prefixy. Bylo nutné brát ohled na diakritiku, protože vyhledávání na stránkách ČLK ji nebere v potaz (*ře%* a *re%* vidí jako stejný prefix). Zároveň ale řadí podle české abecedy a jako první zobrazí záznamy bez diakritiky, poté s ní (tedy příjmení Rváč zobrazí před příjmením Řádek). Pokud došlo k dosažení limitu 1 000 záznamů pro počátek příjmení, daný prefix byl rozložen na detailnější, zatím zcela nepokryté prefixy. Tímto způsobem byla zpracována celá abeceda a všechna jména, která ČLK poskytuje ve svém seznamu lékařů podle zákona. S pomocí těchto znalostí byly získány všechny odkazy směřující na detail lékařů s platnou akreditací na území v ČR k 1. srpnu 2022.

Celkový počet dotazů se při této variantě snížil z 9 009 (při použití kombinace okres–specializace) na 492. Zároveň se captcha neobjevovala tak frekventovaně jako při první variantě.

<sup>3</sup><https://pypi.org/project/captcha-solver/>

<sup>4</sup><https://www.tvuj-lekar.cz/>

Pokud se při jednom dotazu zobrazila, nebylo pravidlem, že byla přítomna i v následujícím dotazu.

V poloautomatickém web scrapingu, který byl výsledně aplikován, bylo nutné vyřešit reCAPTCHA přibližně 40x. Plná automatizace by byla možná, pokud by se rekurzivně opakovalo vyhledávání s prefixy příjmení, které nemají zatím uložený žádný záznam. Doba běhu tohoto algoritmu by ovšem řádově narostla a z časového hlediska nebyla efektivní.

Druhá fáze vytěžení dat České lékařské komory proběhla bez výraznějších obtíží. Turingův test CAPTCHA do ní nezasahoval. Nejdříve při běhu skriptu bylo nutné otevřít stránku ČLK z důvodu bugu, který se na jejich stránkách nachází, a poté načítáním všech nascrapovaných url z první části web data miningu byly vytaženy všechny informace, které jsou ověřené a za které ručí ČLK, nikoliv lékař. Těmi jsou:

- jméno a příjmení,
- evidenční číslo,
- absolvovaná vysoká škola,
- rok promoce,
- dosažená odbornost,
- platné licence udělené ČLK k výkonu soukromé praxe a lektora,
- platné licence udělené ČLK k výkonu vedoucího lékaře a primáře,
- diplom celoživotního vzdělávání,
- seznam pracovišť, včetně názvu, názvu zdravotnického zařízení a adresy.

V průběhu tvorby skriptu pro web scraping také proběhl release nového webového rozhraní stránek České lékařské komory. Podle internetové digitální knihovny Internet Archive<sup>5</sup> zálohující verze internetových stránek proběhla tato změna mezi 30. červnem 2022 17:19:08 a 1. červencem 2022 01:08:23[16]. Přejít mezi starým a novým webovým interfacem a adaptaci skriptu upravuje commit *v2: new webpage* v projektu na GitHubu[17].

Výslednou verzi skriptu používaného pro stahování dat z internetové stránky ČLK lze nalézt pod názvem *src/scripts/clk\_scraping.ipynb*. Dataset byl uložen ve formátu JSON jako *data/intermediate/doctors.all.json* a jeho strukturu a detailní informace popisuje podkapitola 2.3.2.

### 2.2.1.2 Česká stomatologická komora

Česká stomatologická komora (dále jen ČSK) má, stejně jako ČLK, ze zákona povinnost sdílet informace o jejích členech. Tyto informace sdílí na oficiální webové stránce této instituce<sup>6</sup>. V podadresářích se nachází seznam členů ČSK<sup>7</sup> a seznam poskytovatelů zdravotních služeb v oboru zubní lékařství a zubních lékařů v nich pracujících<sup>8</sup>. Právě pro tyto seznamy byla oslovena ČSK s žádostí o informace podle zákona č. 106/1999 Sb, a to v rozsahu sdíleném na zmíněných stránkách. U seznamu členů se jednalo o následující informace:

- jméno lékaře (včetně titulu),
- oblastní stomatologickou komoru,
- zdravotnická zařízení, ve kterých vykonává svou činnost, včetně adresy.

<sup>5</sup><https://web.archive.org/>

<sup>6</sup><https://www.dent.cz/>

<sup>7</sup><https://www.dent.cz/zubni-lekari/abecedne>

<sup>8</sup><https://www.dent.cz/zubni-lekari>

U seznamu poskytovatelů zdravotních služeb bylo žádáno o:

- název zdravotnického zařízení,
- adresu poskytovatele,
- seznam působících členů v tomto zařízení,
- seznam pojištěoven, se kterými má zařízení uzavřenou smlouvu

a to ve stejném formátu, ve kterém byla data ukládána pro potřebu zobrazení na internetové stránce.

V tomto případě byla reakce ředitelky kanceláře ČSK na podanou žádost prakticky okamžitá s požadavkem na upřesnění. Po poskytnutí doplňujících informací byla i přes opětovnou snahu kontaktovat tuto odpovědnou osobu a vyjasnění si následného postupu přesažena zákonem povinná patnáctidenní lhůta na oficiální odpověď. Z časových důvodů nebyla podána stížnost, nýbrž byl zvolen totožný postup jako v případě ČLK, tedy web scraping. Na rozdíl od stránek ČLK není dotazování v seznamech chráněné CAPTCHou. Kód pro stahování informací o zubních lékařích probíhal plně automaticky a logika byla analogická se scrapingem ČLK. I v tomto případě byl použit package Selenium v jazyce Python.

Scraping byl logicky rozdělen na seznam lékařů a seznam poskytovatelů a stahování probíhalo z výše zmíněných internetových odkazů.

Stahování seznamu lékařů bylo rozdělené na dvě podfáze. Nejprve bylo potřebné získat všechny url adresy s detaily dentistů. Toho bylo dosaženo otevřením listu členů ČSK a následným uložením jména osoby a odkazu na její podrobné informace. Skript běžel rychleji, než se dokázaly načítat nové stránky, proto docházelo k duplicitám nebo vynechání odkazů na lékaře. Z tohoto důvodu byla do kódu přidána metoda pro uspnání po dobu 1 sekundy, aby se zamezilo takovému nežádoucímu chování.

Druhá fáze pracovala se získanými odkazy. Všechny byly postupně otevřeny a detailní záznamy byly staženy ve stejném rozsahu, o který bylo žádáno podle zákona č. 106/1999 Sb.

Pro seznam poskytovatelů zdravotních služeb probíhal postup totožně. Opět byly nejprve získány linky odkazující na detaily zdravotnických zařízení, poté byly url adresy otevřeny a staženy všechny dostupné informace. Také zde byly získány všechny informace, o které bylo původně žádáno přes datovou schránku.

Konečná verze nástroje používaného pro stahování dat z internetové stránky ČSK je k dispozici jako `src/scripts/ask_scraping.ipynb`. Datasets byly uloženy ve formátu JSON jako `data/intermediate/dentists_all.json` (zubní lékaři) a `data/intermediate/workplaces_all.json` (poskytovatelé zdravotních služeb). Jejich struktura, spárování a další detailní informace popisuje podkapitola 2.3.2.

## 2.2.2 Studenti lékařských programů

Pro zajištění dat aktuálních studentů a absolventů lékařských programů byly oslovené všechny vysoké školy v České republice, které těmito programy disponují. V České republice má k akademickému roku 2022/2023 lékařskou akreditaci celkem 9 fakult na 5 univerzitách. Konkrétně se jedná o tyto fakulty:

- 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy,
- 2. lékařská fakulta Univerzity Karlovy,
- 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy,
- Lékařská fakulta v Plzni Univerzity Karlovy,
- Lékařská fakulta v Hradci Králové Univerzity Karlovy,

- Lékařská fakulta Masarykovy univerzity,
- Lékařská fakulta Univerzity Palackého,
- Lékařská fakulta Ostravské univerzity,
- Fakulta vojenského zdravotnictví Univerzity obrany.

Se všemi výše jmenovanými vysokými školami byla navázaná spolupráce a podle zákona č. 106/1999 Sb. byly osloveny a požádány o údaje vhodné k následnému modelování. Bylo požádáno o tyto atributy současných studentů a absolventů za posledních 10 let:

- specializace/obor studenta,
- datum (plánované) promoce studenta<sup>9</sup>,
- akademický rok při nástupu do prvního ročníku,
- věk studenta při nástupu do prvního ročníku,
- státní příslušnost studenta,
- datum / akademický rok, ke kterému jsou výše vyjmenované body relevantní,
- jakýkoliv další doplňující údaj, který může zpřesnit výslednou predikci.

O data bylo žádáno ve formátu, který je vhodný pro strojové zpracování (např. CSV soubor, Excel či Feather).

Po doplnění informací, emailových komunikacích a telefonních hovorech a případném odvolání všechny vysoké školy poskytly informace s odpuštěním poplatků za zpracování dat. Rozsah těchto informací se mírně lišil (například některé univerzity poskytly rok narození studenta, některé pouze aktuální věk). I přesto se z poskytnutých dat dalo po následné úpravě a pročištění získat všechny požadované informace (více viz 2.3.1), včetně dat, které školy poskytly nad rámec požadavku – například Univerzita Palackého v Olomouci poskytla informace o pohlaví studenta.

Jedinou výjimkou z požadovaných dat je absence státní příslušnosti studentů a absolventů, kterou neposkytl Univerzita Karlova na základě následujícího rozhodnutí:

*„S ohledem na obecné nařízení (EU) 2016/679 jsou údaje poskytnuty pouze v takovém rozsahu, aby nebylo zasahováno do práv subjektů údajů.“*

Univerzity také vyhověly požadovanému formátu, jen Ostravská univerzita poskytla data ve formátu PDF. Tento formát byl za pomoci nástroje Microsoft Excel konvertován do excelovského souboru.

Surová data získaná od univerzit jsou k dispozici ve složce `data/raw/uni/`.

### 2.2.3 Pojišťovny

Na území České republiky působí k roku 2022 sedm pojišťoven[18]. Jejich jména společně s počty pojištěnců zobrazuje tabulka 2.2. V době vyhledávání informací Ministerstvo zdravotnictví ČR ve svém nejnovějším reportu[19] uvádělo data o počtu klientů k roku 2021. Počty pojištěnců se meziročně mění maximálně v řádech tisíců.

---

<sup>9</sup>ČLK volně poskytuje informaci o promoci lékaře, nikoliv o dokončení studia (viz 2.2.1)

■ **Tabulka 2.2** Pojišťovny na území ČR

Zdravotní pojišťovna	Zkratka	Počet pojištěnců
Všeobecná zdravotní pojišťovna ČR (111)	VZP	5 922 131
Vojenská zdravotní pojišťovna ČR (201)	VOZP	700 356
Česká průmyslová zdravotní pojišťovna (205)	ČPZP	1 280 744
Oborová zdravotní poj. zam. bank, poj. a stav. (207)	OZP	740 817
Zaměstnanecká pojišťovna Škoda (209)	ZP Škoda	144 710
Zdravotní pojišťovna ministerstva vnitra ČR (211)	ZP MV ČR	1 332 853
RBP, zdravotní pojišťovna (213)	RBP	429 732

Také na pojišťovny se vztahuje zákon č. 106/1999 Sb. a rovněž ony byly osloveny s žádostí o informace o proplacených výkonech jednotlivých zdravotnických zařízení za posledních 10 let, konkrétně o:

- specializace a počet proplacených výkonů (tj. nikoliv konkrétní výkazy, ale agregované výkony podle lékařské specializace – stomatologie atd.),
- identifikátor zdravotnického zařízení, které dané výkony vykázalo (identifikátor z NRPZS),
- rok, ve kterém byly dané výkony proplaceny.

Odpovědi pojišťoven byly odlišné. Zatímco Oborová zdravotní pojišťovna zaměstnanců bank, pojišťoven a stavebnictví (dále jen OZP) a Zaměstnanecká pojišťovna Škoda vyhověly žádostem bez nutnosti jakéhokoliv dovyjasnění k žádaným informacím, Zdravotní pojišťovna ministerstva vnitra ČR žádost zamítla s tím, že tyto informace nelze poskytnout z vícero důvodů. Těmi hlavními byly:

*„Žadatel požaduje v žádosti informace, které ZP MV ČR v požadované struktuře ani rozsahu nemá k dispozici.“ a „Požadavek uvedený v žádosti vysoce přesahuje možnosti mechanického zpracování.“*

Ostatní pojišťovny oznámily, že mohou data poskytnout po úhradě za mimořádně rozsáhlé vyhledávání informací v souvislosti s žádostí. Celková suma ostatních pojišťoven byla vyčíslena na 3 200 Kč (ČPZP) + 2 588 Kč (RBP) + 5 970 Kč (VZP) + 1 200 Kč (VOZP) = 12 958 Kč celkem. V případě VOZP došlo zároveň k částečnému zamítnutí a po bližší emailové komunikaci s ředitelem odboru VOZP bylo jasné, že data, kterými pojišťovna disponuje a je ochotna sdílet, by byla pro tento projekt nevhodná.

Stále se však jednalo o vysokou finanční částku k úhradě ostatním pojišťovnám. Proto byl osloven sekretariát Katedry Aplikované Matematiky FIT ČVUT, pod kterou je tato diplomová práce psána, s žádostí o finanční pomoc při tvorbě. Bohužel neúspěšně, bez kladné odezvy. Částky pro RBP, ani pro ČPZP nebyly uhrazeny a žádosti byly nakonec zamítnuty.

V případě oznámení VZP nebyla požadovaná částka za úhradu mimořádně rozsáhlého vyhledávání informací řádně opodstatněná na základě rozhodnutí Nejvyššího správního soudu v Brně číslo 4161/2021, *Právo na informace: mimořádně rozsáhlé vyhledávání a náklady s ním spojené; úplatnost poskytovaných informací*[20]. Rozhodnutí VZP proto bylo napadeno. Stížnost byla podána na Úřad pro ochranu osobních údajů a její znění je v příloze B. Úřad vyhodnotil stížnost jako důvodnou pro oprávněné zpochybnění finanční kompenzace za poskytnutí informací a volbu náročnějšího způsobu získání informací, které nelze klást k tíži žadatele. Původní částka 5 970 Kč byla zrušena. Podle ustanovení §16a odst. 9 zákona č. 106/1999 Sb. se proti tomuto rozhodnutí nelze odvolat. VZP následně poskytla informace bez jakékoliv úhrady. Místo identifikátoru zdravotnického zařízení pojišťovna dodala pouze rozdělení na tři české země – Čechy, Moravu a Slezsko.



Přes zmíněné překážky tak výsledná práce počítá s daty poskytnutými třemi pojišťovnami – VZP, OZP a ZP Škoda. Tyto pojišťovny pokrývají přibližně 6,9 milionu pojištěnců, což činí 65 % z celkového počtu pojištěnců ČR.

Všechny pojišťovny poskytly seznam odborností ve formě kódu. Pro vyšší informativní hodnotu je vhodnější použít názvy odborností. K přehlednějšímu zobrazení informací byl získán číselník výkonů z internetových stránek Ministerstva zdravotnictví ČR[21] (pouze ambulantní péče), detailnější číselníky včetně péče lůžkové poskytuje VZP[22].

Získaná data týkající se této podseky lze nalézt ve složce *data/raw/ic/*.

## 2.2.4 Zdravotnická zařízení

Oficiální záznamy o zdravotnických zařízeních s periodickou měsíční aktualizací poskytuje Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR (ÚZIS ČR), jehož zřizovatelem je ministerstvo zdravotnictví ČR. Datová sada je pojmenována jako Národní registr poskytovatelů zdravotních služeb (NRPZS) a poskytuje údaje o profilu a rozsahu péče poskytované jednotlivými zdravotnickými zařízeními. Také obsahuje kontaktní údaje na daná zdravotnická zařízení a další detaily zařízení.

Aktuální verze datové sady je dostupná z portálu otevřených dat MZČR[23]. Pro účely této práce byla použita verze z 25. 9. 2022. Ta je uložena pod názvem *data/raw/nrpzs.csv*.

## 2.2.5 Demografické údaje

Poslední oblast dat potřebných k této práci se týká demografických údajů. Také datasey týkající se obyvatelstva ČR jsou volně dostupné, konkrétně z internetových stránek Českého statistického úřadu (dále jen ČSÚ).

Pro účely práce byly vybrány dvě databáze. První databáze, *Územní změny, počty obyvatel, narození, zemřelí, stěhování mezi lety 1971–2021* [24], podává report o pohybech obyvatelstva, jejich přirozeném úbytku a přírůstku během daného roku na úrovni obcí. Soubory jsou rozděleny podle okresů a pojmenovány podle jejich příslušných CZ-NUTS kódů, tudíž lze k obci jednoznačně nalézt také příslušný okres. Tyto datasey se nachází ve složce *data/raw/population/*.

CZ-NUTS je označení normalizované klasifikace územních celků v Česku pro potřeby Eurostatu a ČSÚ a zapadá do širší klasifikace NUTS Evropské unie[25]. Okresy České republiky, tedy katastrální oblasti relevantní pro tuto práci, jsou podle této nomenklatury územními celky 4. úrovně. Konverzní tabulku *NUTS kód – jméno okresu* dává k dispozici opět ČSÚ v online podobě[25] a v projektu je nazvána jako *data/raw/NUTS.xlsx*.

Podstatné, co databáze Územních změn neobsahuje, ale z hlediska některých zdravotnických oborů je zásadní, je věkové zastoupení obyvatelstva a jejich pohlaví. Tyto údaje schraňuje *Demografická ročenka správních obvodů obcí s rozšířenou působností*. V té je mimo jiné rozdělení pohlaví a tří hlavních věkových kategorií – do 14 let včetně, 15-64 let a 65 a více. Tato ročenka vychází s roční periodicitou na začátku podzimu. Zprvu proto byla využita ročenka z let 2011–2020[26] spolu s reportem *Obyvatelstvo podle věkových skupin, krajů a okresů* pro rok 2021[27]. Dne 30. 9. 2022 byla vydaná aktualizovaná ročenka i pro rok 2021[28] a data pro tento rok jsou výsledně čerpána z tohoto souboru. Rok 2022 nebyl v době tvorby práce na internetovém portálu ČSÚ k dispozici. Stará verze ročenky je dostupná ve složce *data/raw/population\_age\_2011-2020/*, nová ve složce *data/raw/population\_age\_2012-2021/*. Původní report pro rok 2021 je v souboru *data/raw/vek\_okres\_2021.xlsx*. Jak již bylo zmíněno a stejně jako v případě číselníku výkonů zdravotnické péče, také tyto datasey poskytují informace o oblastech České republiky ve formě kódu CZ-NUTS.

## 2.3 Úprava a struktura dat

V této sekci jsou přiblíženy postupy, které byly aplikovány na získaná, nezpracovaná data, za cílem tvorby ucelených, vyčištěných datasetů. Ke každému výslednému datasetu je následně uvedena i jeho struktura, popisy jednotlivých příznaků a další meta-informace k nim relevantní. Přibližují tak celkovou strukturu dat, se kterými bylo v rámci této práce operováno. Pokud se vyskytla nějaká omezení, kdy data nebyla dostupná ze všech zdrojů a nebylo je možné dopočítat, jsou v této sekci také zmíněna.

Podsekce jsou rozděleny stejně jako v sekci 2.2 pro jednodušší orientaci mezi jednotlivými kategoriemi.

### 2.3.1 Studenti lékařských programů

Hlavním cílem bylo unifikovat data ze všech lékařských fakult. Vesměs se jednalo o soubory s podobnými daty, ovšem každá univerzita dodala data v různém formátu, kvalitě a rozsahu. Bylo tak nutné tato data sjednotit do jednoho souboru a vytěžit z něj co nejvíce informací.

Šlo primárně o pročištění souborů od jednotlivých nekonzistencí, sjednocení sloupců a převod do stejného formátu, aby mohly být sloučeny do jedné společné tabulky. Vybrané školy také poskytly informace nejen o lékařských magisterských oborech, ale i o všech zdravotnických nelékařských a postgraduálních oborech, které nejsou pro tuto práci relevantní. Právě záznamy nesplňující podmínku magisterského lékařského oboru jsou z výsledného datasetu odfiltrovány.

V průběhu processingu docházelo především k dopočítávání časových údajů (např. aktuální rok studia, nebo věk studenta při nástupu do prvního ročníku) z dat již známých, sjednocování názvosloví jednotlivých příznaků nebo analýza délky studia jednotlivých studentů a označení, zda školu absolvovali nebo byli ve studiu neúspěšní. Místo celého názvu fakulty, ze které univerzity student či absolvent pochází, byly zavedeny jejich zkratky (viz tabulka 2.3). Stejně tak bylo učiněno u sloupců s hodnotami jednotlivých států, kde byly použity jejich oficiální kódy[29].

■ **Tabulka 2.3** Zavedené kódy pro lékařské fakulty univerzit

Jméno fakulty	Zkratka
1. LF Univerzity Karlovy v Praze	1LFUK
2. LF Univerzity Karlovy v Praze	2LFUK
3. LF Univerzity Karlovy v Praze	3LFUK
LF Univerzity Karlovy v Plzni	PLUK
LF Univerzity Karlovy v Hradci Králové	HKUK
LF Masarykovy Univerzity v Brně	MUNI
LF Univerzity Palackého v Olomouci	UPOL
LF Ostravské univerzity v Ostravě	OVA
Vojenská lékařská akademie v Hradci Králové	UNOB
zahraniční lékařská fakulta	ABROAD

Soubory `src/utills/parsing.py` a `src/scripts/uni_parsing.ipynb` provádí úpravy z původních surových souborů a slučuje je do jednoho, ve kterém se nacházejí údaje o aktuálních studentech i absolventech. Ten se jmenuje `data/final/students.csv`. Jeden záznam odpovídá jednomu unikátnímu studentovi. Struktura souboru je v tabulce 2.4.

■ **Tabulka 2.4** Sloupce tabulky Students

Název sloupce	Vysvětlivka	Omezení
birth_date	rok narození studenta	
citizenship	národnost studenta	všichni kromě UK
permanent_address	země, ve které má student trvalou adresu	pouze UPOL
gender	pohlaví studenta	pouze UPOL
date_start	rok zahájení studia	
date_end	(přepokládaný) rok ukončení studia	
age_start	věk v roce zahájení studia	
age_end	věk v roce dokončení studia	
age_now	věk v roce 2022	
major	obor studenta	
degree	titul, který získává absolvent po dokončení studia	
language	jazyk výuky	
study_length	běžná délka studia v letech	
university	univerzita studenta	
year_of_study	ročník studia relevantní k <i>relevance_date</i>	
years_for_degree	(předpokládaný) počet let k absolvování studia	
years_extra	počet let nad rámec běžné délky studia	
graduated	příznak, zda student již studium dokončil	
dropout	příznak vyloučení studenta ze studia v jeho průběhu	
relevance_date	datum poskytnutí informace	

## 2.3.2 Lékaři

Surová data lékařů z České lékařské komory a České stomatologické komory byla po nascrapování uložena bez jakéhokoli dalšího zpracování do formátu JSON ve dvou různých souborech s různými příznaky, bylo tedy v následujícím kroku žádoucí tyto soubory postprocesovat a sjednotit je do jednoho finálního souboru. V obou případech se postup odlišoval, jelikož lékařské komory neposkytují stejné informace.

V případě záznamů ČLK došlo k rekonstrukci poškozených dat tam, kde to bylo možné (např. v případě roku promoce lékaře), případně nahrazeny null hodnotami tam, kde informace byly nejasné nebo nebyly uvedené. Pro zjednodušení práce byly také konvertovány hodnoty některých sloupců na vhodně vybrané primitivní datové typy.

Pro sjednocení názvosloví napříč datasety byly i zde názvy lékařských fakult, ve kterých lékaři absolvovali vzdělávací program, nahrazeny jejich kódy (viz tabulka 2.3).

Informace o pracovištích byly rozparsovány a rozděleny do jednotlivých sloupců. Nové sloupce mimo jiné obsahovaly údaje o ulici pracoviště, PSC nebo nemocničním oddělení tam, kde to bylo relevantní.

Na základě dat poskytnutých vysokými školami bylo možné odhadnout věk lékaře v době promoce. Pro jednoduchost předpokládejme, že rok promoce (tento údaj uvádí ČLK) byl stejný jako rok absolvování (tento údaj byl poskytnut vysokými školami), kdy až na výjimky se tyto roky shodují. Druhý předpoklad je, že věkové složení absolventů zůstává meziročně stejné. Toto tvrzení podporují data získaná od univerzit zobrazené v následující tabulce 2.5:

■ **Tabulka 2.5** Údaje o absolventech Všeobecného lékařství v roce dokončení programu

Rok	Průměrný věk	Nejčastější věk	Medián věku
2011	27.19	25	26
2012	26.83	25	26
2013	26.81	25	26
2014	26.74	25	26
2015	26.73	25	26
2016	26.89	25	26
2017	26.82	25	26
2018	26.88	25	26
2019	26.85	25	26
2020	26.96	25	26
2021	26.81	25	26

S pomocí druhého předpokladu lze vytvořit tabulku pravděpodobností, kdy ke každému věku  $v \in V$ , kde  $V = \{ x \mid \text{osoba z datasetu v sekci 2.3.1 absolvovala Všeobecné lékařství ve věku } x \}$  byla přiřazena pravděpodobnost věku v době absolvování  $P(V=v)$  podle jejich četností získaných z dat absolventů nezávisle na roku dokončení. Na základě těchto pravděpodobností byl náhodně vygenerovaný věk jednotlivých lékařů v roce absolvování vysoké školy, který je podle prvního předpokladu shodný s rokem promoce. Z věku v době promoce a roku promoce pak již bylo možné dopočítat přibližný věk lékaře v roce 2022 vztahem:

$$Age_{curr} = Age_{grad} + (Year_{curr} - Year_{grad}), \quad (2.2)$$

kde  $Age_{curr}$  = věk lékaře v roce 2022,

$Age_{grad}$  = věk lékaře v době dokončení programu Všeobecné lékařství,

$Year_{curr}$  = rok 2022,

$Year_{grad}$  = rok, ve kterém lékař dokončil program Všeobecné lékařství.

Následně byly podle oficiálního seznamu oborů Institutu postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví[30] unifikovány údaje doktorů o jejich dosažených odbornostech, platných licencích udělených CLK k výkonu soukromé praxe a lektora v oborech a licencích pro výkon funkce vedoucího lékaře a primáře.

Postup zpracování dat z ČSK byl podobný s rozdílem, že byly získány 2 soubory – první s detailem o dentistech, druhý s detailem o pracovištích. Ty byly spojeny podle pracovišť a jmen dentistů. Tyto údaje obsahovaly obě tabulky. Nejprve ale byla data opět očištěna, rekonstruována tam, kde to bylo možné, a doplněny příznaky. Ať už se jednalo o parsing adresy, doplnění informací o počtu pracovišť lékaře nebo jeho specializace. Sloupce byly doplněny tak, aby se co nejvíce přiblížily zpracovanému datasetu z ČLK. Stejným způsobem byl také doplněn věk v době promoce. Pro tyto účely však byly použity data absolventů oboru Zubního lékařství místo oboru Všeobecného lékařství.

Data z ČSK bohužel neobsahují roky promoce lékařů ani jiné časové údaje o nich. V tomto případě ani není vhodné dopočítávat rok jejich promoce. Sice za předpokladu stejného složení obou lékařských komor lze na základě počtu absolventů Zubního lékařství z posledních 10 let a poměru přihlášených lékařů do ČSK ku počtu absolventů Všeobecného lékařství dopočítat očekávaný roční přírůstek lékařů do stomatologické komory a tedy i odhadnout věkovou strukturu, ovšem tato data již nelze přiřadit ke konkrétním zubním lékařům. Vzhledem k tomu, že jsou lékaři lokalizováni po celé republice, může v krajním případě dojít k přiřazení diametrálně

■ **Tabulka 2.6** Sloupce tabulky Doctors

Název sloupce	Vysvětlivka	Omezení
_id	unikátní identifikátor lékaře	
doctor_name	celé jméno lékaře	
university	zkratka vystudované univerzity v ČR, nebo příznak zahraničí	pouze ČLK
graduated_year	rok promoce lékaře	pouze ČLK
lifelong_studies	diplom celoživotního vzdělávání	pouze ČLK
medical_specialty	dosažená odbornost	
private_practice	licence k výkonu soukromé praxe a lektora v oboru	
leading_doctor_licence	licence pro výkon funkce vedoucího lékaře a primáře v oboru	pouze ČLK
method_of_treatment_licence	funkční licence pro léčebnou metodu	pouze ČLK
n_doctor_workplaces	počet pracovišť lékaře	
n_workplaces	počet pracovišť spadajících pod stejný název	
n_doctors_in_workplace	počet lékařů na pracovišti, ve kterém poskytuje služby daný lékař	
graduated_age_estimate	odhadovaný věk lékaře v době promoce	
age_estimate	odhadovaný věk lékaře v roce 2022	pouze ČLK
workplace_name	jméno pracoviště lékaře	
workplace_hospital_ward	oddělení pracoviště lékaře	pouze ČLK
workplace_address	kompletní adresa pracoviště lékaře	
zip_code	PSC pracoviště lékaře	
street	ulice pracoviště lékaře	
city	město pracoviště lékaře	
NUTS	CZ-NUTS pracoviště lékaře	
doctor_url	URL na detailní informace o doktorovi	
workplace_url	URL na detailní informace pracoviště	pouze ČSK
IC	pojišťovny, se kterými má pracoviště lékaře uzavřené smlouvy	pouze ČSK
area	oblastní komora lékaře	pouze ČSK

odlišného roku promoce k lékaři, než je jeho faktická hodnota. Tím se může nakumulovat počet mladých, případně starých lékařů v určitých regionech a dojde k výraznému zkreslení. Tento bias poškodí modelaci a výsledky tak nebudou ani průkazné, ani důvěryhodné. Práce tak musí počítat s tímto omezením.

Pokud však odhadneme počty absolventů v jednotlivých letech, což na základě normálního rozdělení absolventů dokážeme, příchozích doktorů z ciziny podle ročního procentuálního zastoupení v ČLK a využijeme odhadnutý věk lékaře v době promoce bez ohledu na region, ve kterém vykonává své služby, a budeme pro zjednodušení uvažovat identické věkové rozdělení zubařů ve všech regionech, lze alespoň tímto způsobem podle počtu zubních lékařů odhadnout pokrytí v České republice. Toto byla motivace pro vygenerování souboru *data/final/dentists\_age\_estimate.csv*. Vzorec pro výpočet věku je shodný s vzorcem pro výpočet věku lékařů v České lékařské komoře (2.2). Výsledný věk  $Age_{curr}$  ovšem není přiřazen k žádnému konkrétnímu lékaři. Vzorec pro výpočet počtu lékařů, kteří byli v roce  $n$  zapsáni do České stomatologické komory, popisuje vztah:

$$\#CSK_n = (1 + Abroad_n) * DS\_ratio * X, \quad (2.3)$$

kde  $\#CSK_n$  = počet nově zapsaných lékařů do ČSK v roce  $n$ ,  
 $Abroad_n$  = poměr zapsaných lékařů do ČLK ze zahraničí v roce  $n$ ,  
 $DS\_ratio$  = poměr zapsaných lékařů do ČLK k absolventům Všeobecného lékařství z dostupných dat,  
 $X \sim \mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$ ,  
 $\mu$  = počet absolventů oboru Zubního lékařství, pokud jsou údaje dostupné pro daný rok; jinak průměr z dostupných dat,  
 $\sigma = 0$ , pokud jsou dostupné údaje o počtu absolventů v daném roce; jinak směrodatná odchylka počtu absolventů oboru Zubního lékařství z dostupných dat.

Po těchto změnách, sjednocení pojmenování příznaků, doplnění dat v obou tabulkách tak, aby obsahovaly co nejvíce společných sloupců a vygenerování nového souboru, byly finálně oba datasety — z ČSK a z ČLK — spojeny do jednoho. Informace obsažené ve výsledném souboru zobrazuje tabulka 2.6.

Každý záznam je unikátní pro dvojici lékař–pracoviště. Pokud má lékař  $n$  pracovišť, jsou jeho údaje v datasetu obsaženy přesně  $n$ -krát, pro každé pracoviště zvlášť. Lékaři jsou unikátně identifikovatelní podle sloupce *\_id*.

Úpravy datasetu ČLK jsou k dispozici v souboru *src/scripts/clk\_scraping.ipynb* v části *Postprocessing*, stejně pojmenovaná sekce v notebooku *src/scripts/csk\_scraping.ipynb* upravuje datové sady získané z ČSK. Soubor sjednocující informace o lékařích, jejich pracovištích a dalších relevantních informacích má jméno *data/final/doctors\_all.csv*.

### 2.3.3 Pojišťovny

Jak již bylo zmíněno v sekci 2.2.3, získání dat od pojišťoven vyžadovalo komplikovanější postup a v mnoha případech nebylo žádostem vyhověno. Jedinými třemi pojišťovnami, které nakonec nasdílely data, byly VZP, OZP a ZP Škoda. I tak byly jejich výstupy poměrně odlišné. Zatímco ZP Škoda a OZP poskytly zagregované počty odborností podle identifikačního čísla osoby (IČO) zdravotnických zařízení, VZP dodalo data zagregované pouze pro regiony Čechy, Morava a Slezsko. O tom, jak byla data nasamplována z regionů na jednotlivé okresy, pojednává sekce 4.1. Naopak VZP jako jediné poskytla kódy konkrétních výkonů, nikoliv pouze odborností.

VZP i ZP Škoda poskytly data z let 2011 až 2021. U OZP rok 2021 chybí.

Zaměstnanecká pojišťovna Škoda je už podle názvu specifickou zdravotní pojišťovnou sdružující především zaměstnance Škoda Auto a.s. Jejich primárními klienty jsou proto lidé pracující v tomto automobilovém závodě a jejich blízcí. Cílovou klientelu této pojišťovny najdeme na Mladoboleslavsku. Je také nejmenší pojišťovnou na českém území mající kolem 145

tisíc pojištěnců[31]. Nejedná se tak o nezávislý vzorek české populace. Tento závěr v práci je zohledněn.

Získaná data nevyžadovala mnoho úprav. Následné modelace a dopočítávání příznaků pro predikci dostupnosti lékařské péče jsou diskutovány v sekci 4.1. Kromě sjednocení názvosloví mezi pojišťovnami byla data odfiltrována, pokud kód odbornosti nebyl známý (6,05 % záznamů), a také pokud byl agregovaný počet výkonů v jednom roce menší než 75 (cca 30 % záznamů).

Výsledný soubor obsahuje příznaky dostupné v tabulce 2.7. Skript, který upravuje data výkonů, lze nalézt pod názvem *src/scripts/ins\_parsing.ipynb*.

■ **Tabulka 2.7** Sloupce tabulky Insurances

Název sloupce	Vysvětlivka	Omezení
count	počet výkonů	
expertise_code	kód odbornosti	
ico	ičo zařízení	OZP a ZP Škoda
insurance_company	jméno pojišťovny	
procedure_code	kód výkonu	pouze VZP
region	region	pouze VZP
year	rok	
expertise_name	jméno odbornosti	

### 2.3.4 Demografické údaje

Skript pod názvem *src/scripts/demographics.ipynb* je určený ke zpracování demografických dat získaných z Českého statistického úřadu.

Údaje s meziročním pohybem obyvatelstva na obecní úrovni byly rozděleny do souborů, které byly pojmenovány podle NUTS kódů. Bylo tak jednoduché získat informaci o tom, ve kterém okrese se daná obec nachází. Následně byly záznamy zgrupovány na úroveň okresů, které jsou pro práci podstatné.

K těmto údajům byly připojeny relevantní informace z demografické ročenky správních obvodů obcí s rozšířenou působností z let 2012-2021 doplněné o rok 2011 z demografické ročenky z let 2011-2020. Data z těchto ročenek byla také agregována podle okresů. Jméno okresu, pod který obec s rozšířenou působností spadá, bylo zapsáno přímo v konkrétním souboru ročenky.

Český statistický úřad poskytuje pročištěná, dobře zpracovatelná data, proto nebylo nutné provést mnoho úprav. Výsledný soubor s údaji o obyvatelstvu je k dispozici jako *data/final/demographics.csv*. Obsahuje údaje z tabulky 2.8.

■ **Tabulka 2.8** Sloupce tabulky Demographics

Název sloupce	Vysvětlivka
district	jméno okresu
normalized	jméno v lower-case bez diakritiky
NUTS	NUTS okresu
year	rok relevance záznamu
population	celkový počet obyvatel k 31. 12.
born	počet narozených
deceased	počet zesnulých
born_deceased	rozdíl <i>born - deceased</i>
immigrants	počet přistěhovalých
emigrants	počet odstěhovalých
migration	rozdíl <i>immigrants - emigrants</i>
change_total	meziroční změna počtu obyvatel, součet <i>migration + born_deceased</i>
population_0_14	počet obyvatel mladších 15 let
population_15_64	počet obyvatel mezi 15–64 lety
population_65_more	počet obyvatel 65+ let
avg_age_total	průměrný věk obyvatel
age_index_total	index stáří (65+ / 0–14 v %)
female_total	počet žen
female_0_14	počet žen mladších 15 let
female_15_64	počet žen mezi 15–64 lety
female_65_more	počet žen 65+ let
female_avg_age	průměrný věk žen
female_age_index	index stáří žen (65+ / 0–14 v %)
male_total	počet mužů
male_0_14	počet mužů mladších 15 let
male_15_64	počet mužů mezi 15–64 lety
male_65_more	počet mužů 65+ let
male_avg_age	průměrný věk mužů
male_age_index	index stáří mužů (65+ / 0–14 v %)

### 2.3.5 Zdravotnická zařízení

Seznam zdravotnických zařízení je dostupný jako otevřený dataset na stránkách ministerstva zdravotnictví ČR a periodicky aktualizovaný. Tabulka s těmito informacemi je již pročištěná a nepotřebuje tak žádné zásadní úpravy, vyjma převodu názvů sloupců do lowercase a odstranění sloupců nerelevantních pro tuto práci (například email provozovatele). Zároveň byla také odstraněna zdravotnická zařízení, která poskytují nelékařskou zdravotnickou péči (např. lékárny a fyzioterapeutická zařízení). Tato úprava je součástí notebooku pojištěven *src/script-s/ins\_parsing.ipynb* v sekci NRPZS.



Popis jednotlivých atributů poskytuje Ministerstvo zdravotnictví ČR na své webové doméně[23].

## 2.4 Shrnutí

Tato kapitola se zabývá základními daty, která jsou potřebná pro modelování a predikce dostupnosti lékařské péče v České republice. Nejdříve byly v sekci 2.1 přiblíženy koncept, data potřebná k práci a instituce, které požadovanými daty disponují.

Následně byly v sekci 2.2 popsány postupy a procesy, které byly použity pro získání daných dat. Jmenovitě se jednalo o žádosti podle zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, a web scraping, který musel být implementován na seznamy České lékařské komory a České stomatologické komory.

Finálně byly představeny transformace k dosažení výsledných struktur tabulek a tabulky samotné pro ucelenou představu v následujících kapitolách.

V průběhu kapitoly jsou zmíněna i omezení, se kterými se práce musí potýkat z důvodu neúplného ukládání všech údajů, či nevole oslovených poskytovatelů dat.

Časová náročnost tvorby této kapitoly zásadně převýšila původní očekávání. Komunikace se státními institucemi a úřady se v mnoha případech protahovala do řádu týdnů. Neochota některých orgánů státní správy a implementace CAPTCHA na jejich internetových stránkách postup této práce také zpomalila.



# Analýza a vizualizace

Většina získaných dat není veřejně dostupná. Všechny instituce zmíněné v kapitole 2 shromažďují pouze svá data a pouze výjimečné částečná data ostatních (např. VZP, jakožto správce vedoucí evidence pojištěnců[18]). Ze získaných dat se naskytuje příležitost poskytnout obrázek o dostupnosti lékařské péče, aktuálním stavu i budoucím vývoji v souvislostech a pro největší přehlednost i ve formě vizualizací.

Cílem této kapitoly je analyzovat informace ze získaných dat a zobrazit je ve vizuální podobě. Poté lze lépe pochopit závislosti jednotlivých fragmentů a vyvodit závěry.

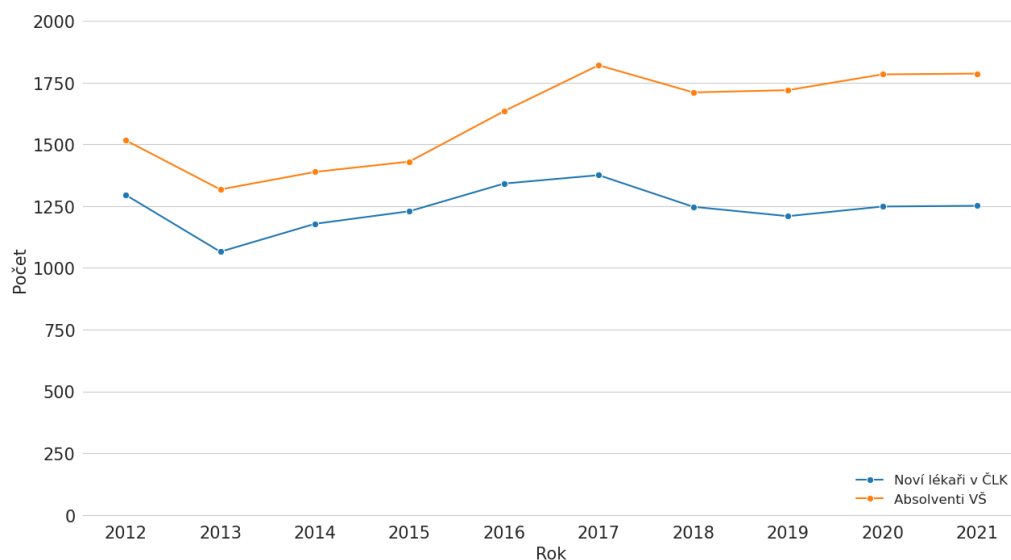
Tato kapitola byla aktualizována v průběhu tvorby celé práce. Vizuální interpretace napomáhá k jednoduššímu vyvozování trendů, vzorů a odchylek, které mohou být v surové podobě dat přehlédnutelné. Při správném použití poskytují grafy ucelenou a jasnou představu o potenciálních problémech a vlastnostech i čtenářům, kteří jsou laiky v jedné sféře, ale experty ve druhé. V tomto případě se nabízí příklad doktor–specialista, který nemá žádné znalosti datové analýzy, ale zná souvislosti ve zdravotnictví.

Kapitola je rozdělena do tematických celků, které kompletně pokrývají všechny oblasti získaných dat (viz tabulka 2.1).

### 3.1 Přírůstek nových lékařů

Z důvodu zajištění dostupné lékařské péče pro všechny obyvatele České republiky bez rozdílu, je potřebné mít dostatečný počet aktivních lékařů. Lékaři jsou základním stavebním kamenem zdravotnického systému. Je proto nezbytné, aby byl v případě výpadku lékaře systém schopný jeho práci nahradit. Pokud univerzity dokáží vyprodukovat dostatečný počet kvalitních absolventů lékařských oborů, lékaři budou moci lépe pokrýt poptávku po jejich službách, aniž by byli přetěžováni. Pokud každoročně absolvuje studium méně lékařů, než kolik jich dosáhne důchodového věku, ocitne se lékařství v recesi. Tento trend může ve středně- až dlouhodobém horizontu představovat zásadní problém ve zdravotnictví.

Samotný počet absolventů ovšem neřeší problém počtu lékařů v českém zdravotnictví. Pokud lékař chce provozovat svou medicínskou činnost na území České republiky, musí být k tomu zapsán jako aktivní člen České lékařské komory, respektive České stomatologické komory. Přihlášku do nich lékaři podávají v řádu dnů či týdnů po absolvování magisterského lékařského programu, tedy v roce absolutoria. Tato sekce pojednává pouze o absolventech programu všeobecného lékařství ve vztahu k ČLK, protože ČSK nedává volně k dispozici jakýkoliv časový údaj o svém členovi. Graf 3.1 porovnává počty absolventů v posledních 10 letech ku počtu přihlášených lékařů do ČLK.



■ **Obrázek 3.1** Počet lékařů zapsaných do ČLK a počet absolventů mezi lety 2012–2021

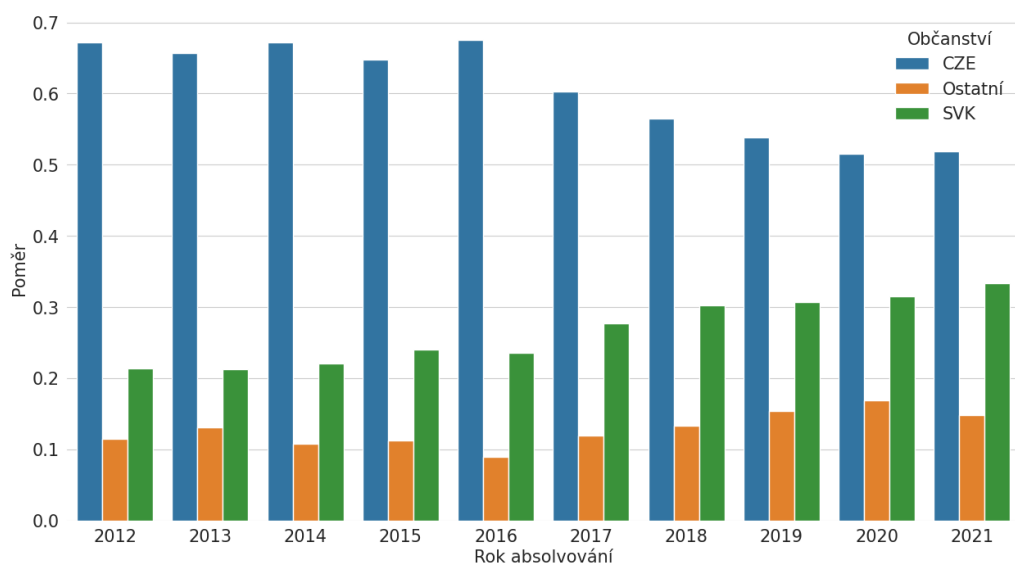
Z tohoto grafu je patrné, že v posledních pěti letech výrazný nárůst počtu absolventů nezaručilo srovnatelný nárůst nových lékařů v ČLK. Pětiletý průměr přihlášených do ČLK po absolvování z let 2012-2016, kde dosahoval 83,84 %, se v letech 2017-2021 snížil na 71,78 %. I přesto se však v druhé pětiletce přihlásilo do komory o 222 lékařů více (6 108 proti 6 330). Otázkou však zůstává, kam zmizelo teoretických 1 000 lékařů, kteří by se stali členy ČLK, pokud by zůstal zachovaný průměr z prvního pětiletka, a co bylo jejich motivací neprojektovat zdravotnickou péči v České republice.

Prvním vysvětlením by mohl být zvýšený počet cizinců na vysokých školách v posledních letech. U nich je vyšší pravděpodobnost opuštění České republiky za účelem návratu do své rodné země a výkonu praxe v tamějším prostředí. Právě složení absolventů z pohledu občanství sledují grafy 3.2. V těch byly zobrazeny poměry i absolutní počty absolventů v jednotlivých letech. Byly rozděleny do tří kategorií –absolventů s českou státní příslušností, slovenskou státní příslušností a zbytkem světa. Slovenská příslušnost byla zahrnuta, jelikož je tato menšina nejpočetnější menšinou na území České republiky[32]. Zároveň jazyková podobnost umožňuje této menšině studovat i v českém jazyce bez závažnějších problémů, čemuž u ostatních zemí světa není.

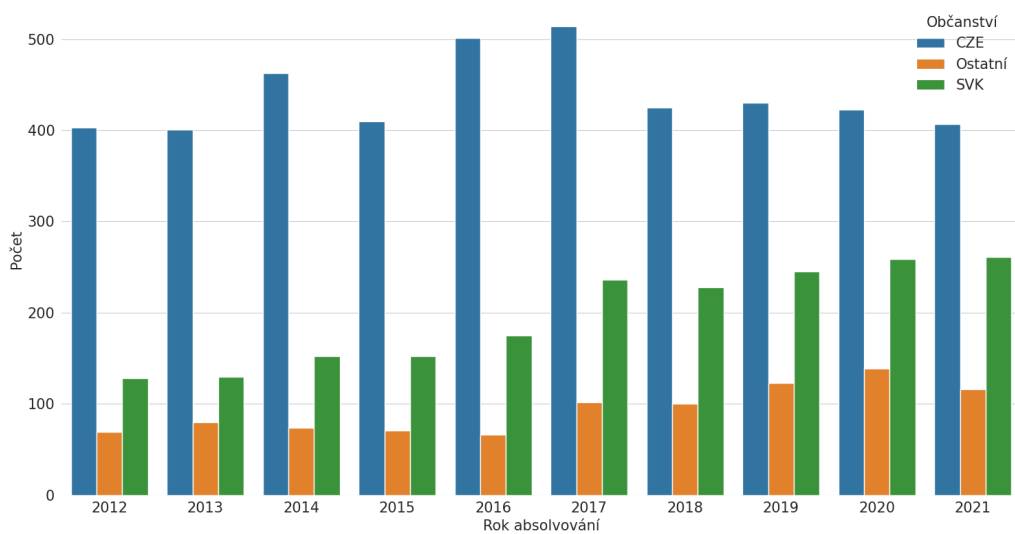
Nutno podotknout, že grafy se potýkají s omezením, které je zmíněné v sekci 2.2.2. Univerzita Karlova s odůvodněním neposkytlala informaci o státních příslušnostech svých studentů a absolventů. Data jsou omezena pouze na ostatní vysoké školy, které se nachází na Moravě. To může způsobovat bias zejména v zastoupení studentů slovenské národnosti, kteří to mají na tyto školy z geografického hlediska blíže než na jakoukoliv lékařskou fakultu UK.

Další možnou příčinou je odchod za lepšími podmínkami do ciziny. Ročně odejde až 200 lékařů do ciziny[33], eliminace tohoto čísla by vynahradila teoretickou ztrátu 1 000 lékařů v posledních 5 letech. Takový postup je z praktického hlediska neproveditelný. Lidé jsou motivováni různými důvody přesunu do jiné země a vynucení jejich setrvání v zemi je přímým porušením dohody jednotného trhu Evropské unie[34].

Jinou možností může být rozhodnutí absolventa o nevstoupení do ČLK z důvodu změny profesního zaměření. Tato práce ovšem nedisponuje dostatečnými informacemi k vyvození jasného závěru a hlavní příčiny úbytku přihlašovaných absolventů do ČLK. Musí se realisticky předpokládat určitá ztráta počtu absolventů vysokých škol a jejich odliv do jiné země nebo odvětví. Důležitým aspektem zůstává motivování mladých lékařů k setrvání v České republice a zajištění konkurenceschopných podmínek v rámci Evropské unie i zbytku světa. Pokud české zdravotnictví dokáže splnit tyto cíle, má větší možnost udržet, případně zvýšit meziroční poměr



(a) Poměrové zastoupení studentů



(b) Absolutní počty studentů

■ **Obrázek 3.2** Občanství absolventů mezi lety 2012–2021

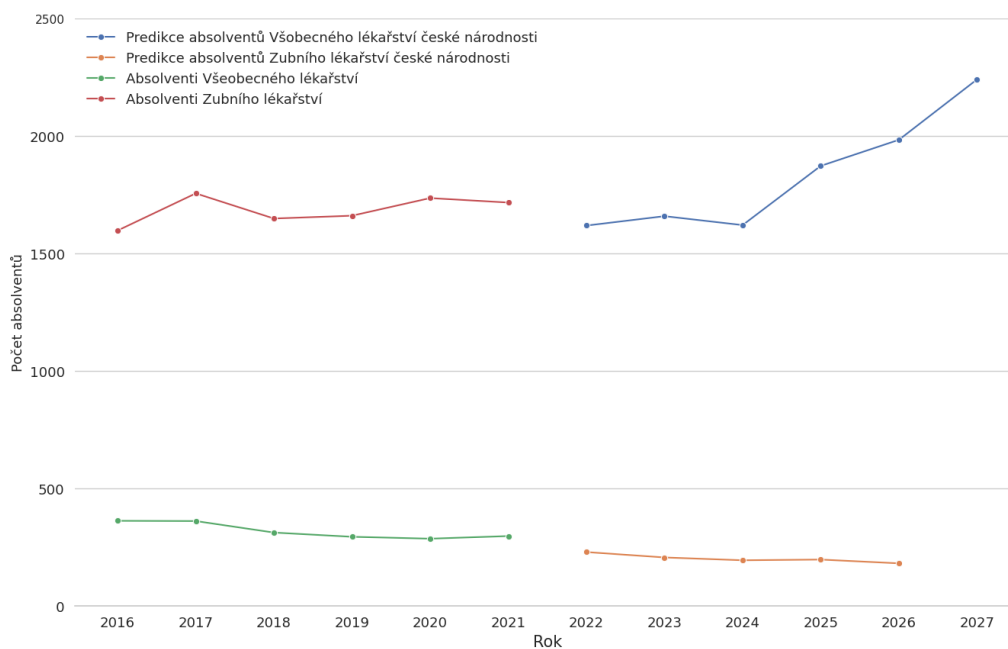
přihlášených absolventů a nových lékařů. Na základě tohoto nastavení a nastavení podmínek pro vysoké školy lze lépe regulovat vzniklou situaci. Pokud však bude meziroční poměr dlouhodobě klesat (jak je tomu od roku 2017), je to výstražný ukazatel pro celé zdravotnické odvětví, že systém není nastaven podle očekávání a jsou nutné změny. Pouhé jednoduché zvýšení počtu přijatých studentů není vhodným řešením, protože kvantita jde často na úkor kvality a problém se jen přesune do jiné dimenze.

Poměrové zastoupení českých, slovenských a ostatních studentů zůstává stejné jak u absolventů, tak u zapsaných uchazečů (viz příloha C).

Podle dostupných dat Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky zveřejňující počet zapsaných osob do studia prvního ročníku v jednotlivých akademických letech [35] a tabulky *Šance na dostudování českých VŠ* portálu Česko v datech [36] obsahující šance na dostudování jednotlivých fakult vysokých škol, se dá odhadnout přibližný počet absolventů v jednotlivých letech.

Lékařské obory jsou jedinými čistě magisterskými obory na lékařských fakultách vysokých škol. Předpokládáme stejnou průchodnost Zubního lékařství i Všeobecného lékařství a jejich standardní délku studia 5, respektive 6 let.

K tomuto výpočtu nelze použít data, která vysoké školy poskytly. Neexistuje žádná informace o podmíněných pravděpodobnostech dokončení studia, pokud je student již ve vyšším ročníku studia. Zpravidla není trend lineární a vyšší odchodovost bývá v nižších ročnících. Můžeme ale předpokládat, že studenti Zubního lékařství a Všeobecného lékařství mají stejnou procentuální odchodovost ve stejném stadiu studia. Pokud z dostupných dat od vysokých škol získáme poměrové rozložení studentů obou oborů, můžeme odhadnout počet absolventů české národnosti v následujících letech. Výsledky jsou vyneseny do grafu 3.3.



■ **Obrázek 3.3** Odhadovaný počet absolventů v letech 2022-2027

V grafu jsme omezeni na již přijaté studenty. Počítá se s běžnou délkou studia studentů. Pro referenci je zobrazen historický vývoj úplných dat absolventů do roku 2021 z dostupného datasetu studentů. Zvýšený nárůst absolventů od roku 2025 je dán zvýšeným počtem přijatých uchazečů na lékařské fakulty. Nicméně predikce může být výsledně ovlivněna mnoha faktory.

V následujících akademických letech mohou fakulty v závislosti na okolnostech přijímat jiné

množství studentů nebo jiné národnostní složení vzhledem k vlně migrace z východní Evropy. Může se i zásadně změnit průměrná průchodnost studia ve kterémkoliv oboru. Mimo jiné dojde k otevření nového oboru Zubního lékařství na Ostravské univerzitě, která počítá prvoplánově ročně až s 20 studenty[37]. Tím by se měl zvýšit počet absolventů Zubního lékařství.

Je tak získán pohled na předpokládaný počet absolventů v následujících letech a jejich národnostní složení. Velké množství proměnných určí výsledný vstup absolventů do ČLK a ČSK. Práce nezná všechna omezení a proměnné v medicínském prostředí, proto není přímo odhadován výsledný počet nových lékařů v komorách.

O hranici, pod kterou by neměl počet čerstvých absolventů zapsaných v ČLK klesnout, hovoří sekce 3.2.2. Data zubních lékařů nejsou dále rozebírána, protože jak hovoří sekce 2.3.2, věk a rok dokončení studia konkrétních zubních lékařů nejsou známé.

## 3.2 Aktuální stav lékařů v ČLK

Seznámení se s aktuálním stavem v lékařské komoře je nezbytnou podmínkou pro provedení hlavní části práce, tj. predikce dostupnosti lékařské péče v ČR. Sekce 3.1 se zaměřuje především na příchod nových lékařů a odhadovaný počet absolventů, se kterými lze v nejbližších letech počítat. Tato sekce má za cíl porozumět stavu lékařů v České lékařské komoře ke dni, ke kterému byla data získána, a analyzovat problematické okresy v České republice z pohledu věku lékařů v nich ordinujících. V případě ČSK je situace s dostupnými daty obtížně modelovatelná, jelikož chybí již zmiňované časové údaje o zubních lékařích. Jsou proto použita data pouze z ČLK.

Kancelář ČSK v emailové komunikaci při získávání dat uvedla, že ke konci roku 2021 bylo 8 607 aktivních zubních lékařů, včetně matek na rodičovské dovolené. V době scrapingu dat ČSK, 28. 8. 2022, bylo 8 421 dentistů s aktivním pracovištěm z celkových 11 277.

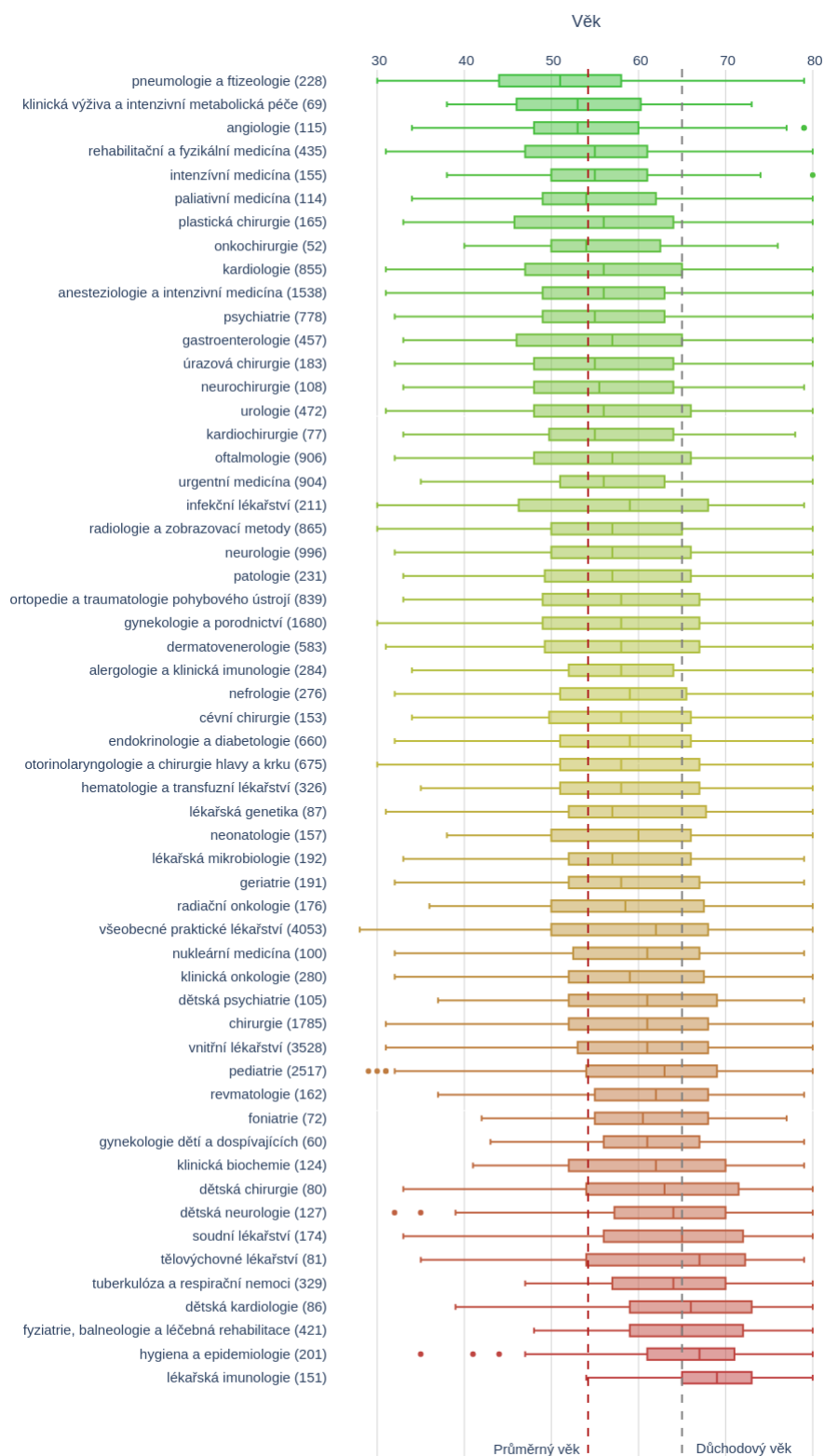
Pro ČLK jsou údaje v době scrapingu (1. 8. 2022) následující: 45 755 lékařů s více než jedním pracovištěm z celkových 56 180 zapsaných. Celkem 22 205, tedy 39,5 % z aktivních lékařů, je ve věku 60 a více let.

Podsekce 3.2.1 analyzuje lékařská odvětví podle věku, podsekce 3.2.2 se zabývá problematikou stáří v konkrétních okresech.

### 3.2.1 Stáří lékařů podle specializací

Pro získání lékařské licence ve specializované způsobilosti, která je podmínkou pro samostatný výkon povolání lékaře podle § 5 zákona č. 95/2004 Sb.[10], je nutné úspěšné ukončení specializačního vzdělávání atestační zkouškou. Specializační vzdělávání je rozděleno do 2 částí. První, základní kmen, trvá 30 měsíců (respektive 24 u lékařů zařazených do 30. 6. 2017) a je ukončen zkouškou. Po splnění všech požadavků základního kmene následuje postup do navazujícího vlastního specializovaného výcviku. Vlastní specializovaný výcvik je ukončen právě atestační zkouškou. Délku druhé části určuje příslušný vzdělávací program a liší se podle oboru. Většinou se pohybuje v rozmezí 24-54 měsíců[38]. Z tohoto pohledu se nabízí hypotéza, že některé lékařské obory budou tvořeny mírně staršími lékaři než obory, které mají druhou fázi specializačního vzdělávání kratší. V optimálním případě by měl průměrný věk lékařů pro všechny obory oscilovat v rozmezí 2-3 roky právě podle délky druhé části vzdělávání.

Graf 3.4 zobrazuje reálnou situaci, jak si jednotlivé obory vedou v porovnání s ostatními z pohledu věkového rozložení.



■ Obrázek 3.4 Lékařské specializace podle věku lékařů



Obory jsou seřazeny podle průměrného stáří lékařů s platnými licencemi v těchto oborech. Graf zobrazuje pouze obory, ve kterých má platnou licenci více než 50 lékařů, kteří mají uvedené pracoviště a zároveň nedosáhli 80 let. Věk je omezený touto horní hranicí, protože lékaři starší 80 let již mnoho let přesluhují a mají právo na starobní důchod. České zdravotnictví by se nemělo o tyto lidi opírat a spoléhat na ně do budoucna. Právě hranici důchodového věku označuje v grafu přímkou s názvem *Důchodový věk*. Druhá přerušovaná přímkou s označením *Průměrný věk* označuje průměrný věk všech lékařů zapsaných v ČLK s aktivní pracovní pozicí. Ti zatím nemusí disponovat licenci. Průměrný věk lékařů v ČLK je 54 let. Průměrný věk licencovaných lékařů je 58 let. Je předpokládána mírná chybovost v řádu desetin let, protože data disponují pouze odhadovaným věkem lékařů na základě věku studentů v době absolvování a roku promoce (viz 2.2). Představuje to tak horní odhad průměrného věku. Pro všechny lékaře je počítáno s věkem, kterého dosáhnou v roce 2022, tedy jako kdyby všichni lékaři měli den narození 1. ledna.

Z grafu je patrné, že v některých oborech je výrazná většina lékařů blízko nebo již za limitem důchodového věku. Tyto obory jsou primárně zastaralé a jejich agenda buď už není relevantní nebo ji přebírají ostatní odvětví. Příkladem je nejstarší specializace v grafu – lékařská imunologie. V průběhu let se lékařství vyvinulo a zodpovědnost výkonů lékařské imunologie se přesunula především pod alergologii a klinickou imunologii. Ta se řadí mezi lékařská odvětví ve středu grafu.

V závorkách za názvy odborností jsou uvedeny počty lékařů s platnou licenci v daném oboru. Pro větší přehlednost obory, ve kterých má licenci nejvíce doktorů, uvádí tabulka 3.1. Jde o čtyři odvětví primární péče a chirurgie. Zarážející je průměrný věk lékařů v těchto odvětvích. Vyjma gynekologie mají všechny nejčastější obory medián věku nad 60 let. Více než polovina lékařů v těchto specializacích má méně než 5 let do věku, který je stanovený jako důchodová hranice. Z těchto oborů celkem 7 473 z 13 563 doktorů je ve věku 60 a více let. Pokud by do těchto specializací nepřišel žádný nový lékař, za 5 let (v roce 2027) by 55,1 % lékařů bylo za hranicí starobního důchodového věku.

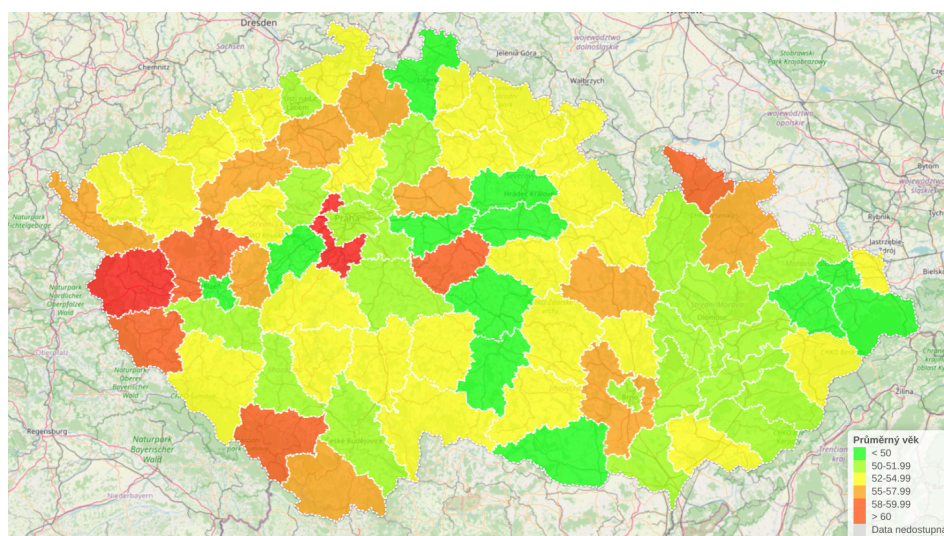
■ **Tabulka 3.1** Nejčetnější specializace ČLK k 1. 8. 2022

Specializace	Počet lékařů	Průměrný věk
Všeobecné praktické lékařství	4 053	59,1
Vnitřní lékařství	3 528	60,0
Pediatric	2 512	60,9
Chirurgie	1 785	59,8
Gynekologie a porodnictví	1 680	57,8

V příloze D se nachází graf ve stejném formátu jako 3.4, který zobrazuje ostatní, méně časté specializace.

### 3.2.2 Stáří lékařů v okresech

Z pohledu okresů je situace ohledně věku lékařů různorodá. Přestože průměrný věk lékařů v republice je 54 let, pouze ve 26 ze 77 okresů a hlavního města Prahy je průměrný věk vyšší. Mapa 3.5 graficky zobrazuje průměrný věk v okresech podle intervalů. Situace na Moravě je podstatně lepší než v Čechách. Vyjma okresů Bruntál, Brno-venkov, Svitavy a Jeseník žádný z Moravských okresů nemá průměrný věk vyšší než 54 let. V Čechách je situace odlišná a téměř všechny pohraniční okresy tuto hodnotu přesahují. Právě lékaři ze sudetských oblastí tvoří nejstarší část ČLK. Hodnoty v průměru pět nejmladších, respektive nejstarších okresů jsou v tabulkách 3.2 a 3.3.



■ **Obrázek 3.5** Průměrný věk lékařů v jednotlivých okresech

■ **Tabulka 3.2** Nejmladší okresy podle průměru

Okres	Průměrný věk
Liberec	48,2
Kolín	48,6
Ostrava-město	48,7
Frýdek-Místek	48,8
Havlíčkův Brod	48,9

■ **Tabulka 3.3** Nejstarší okresy podle průměru

Okres	Průměrný věk
Tachov	66,3
Praha-západ	63,3
Plzeň-sever	59,7
Kutná Hora	58,9
Jeseník	58,6

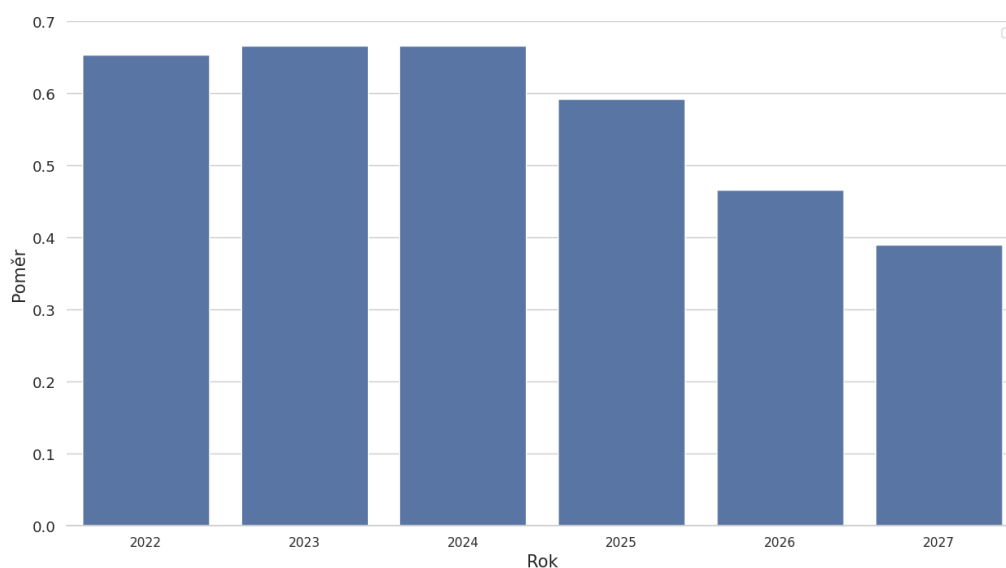
Tabulky a mapa reflektují aktuální stav a označují okresy, ve kterých jsou průměrně nejstarší, respektive nejmladší lékaři. Tato čísla však nutně nemusí znamenat závažný problém, pokud se starší lékaři dokážou nahradit v dostatečném množství. V České republice je v roce 2022 6 149 lékařů ve věku 60-65 let. To činí 12 % z celkového počtu. Z pohledu absolutních čísel je nejvíce lékařů s 5 a méně lety odchodu do důchodu v největších městech. První je v tomto žebříčku Praha s 1 130 lékaři v této kategorii (11,4 % z lékařů v tomto regionu), druhé Brno-město s 454 lékaři (11,3 %) a třetí okres Olomouc s 201 lékaři (11,8 %). Tyto okresy tak zapadají do celorepublikového průměru. Okresy s nejvyšším podílem lékařů ve věku 60-65 let ku celkovému počtu zobrazuje tabulka 3.4. Jedná se opět o hůře dostupné a periferní okresy republiky. Především

v těchto okresech je důležité, aby byli lékaři nahrazeni v dostatečném počtu. Nejlepší situace je v okresech Benešov (8,7 %) a Liberec (8,8 %).

■ **Tabulka 3.4** Nejvíce rizikové okresy

Okres	Lékaři celkem	Lékaři 60-65 let	
Prachatice	152	32	21,05 %
Kutná Hora	157	33	21,02 %
Tachov	94	18	19,15 %
Jeseník	101	19	18,81 %
Šumperk	338	63	18,64 %

Při využití závěrů, které byly prezentovány v sekci 3.1, lze dopočítat procento absolventů, které by se mělo zapsat do ČLK v následujících 5 letech, aby nedošlo ke kolapsu zdravotnictví z důvodu odchodu lékařů do důchodu. Poměr v nadcházejících letech zobrazuje graf 3.6. Pro jednoduchost nejsou brány v potaz všeobecné události a případná nařízení, která mohou čísla zásadně změnit.



■ **Obrázek 3.6** Minimální poměr absolventů Všeobecného lékařství, kteří by se měli zapsat do ČLK

Pokud studium dokončí předpokládaný počet studentů (viz 3.3), bude minimální poměr v nejbližších letech klesat. Je to zapříčiněno tím, že počet lékařů, kteří dosáhnou do roku 2027 důchodového věku, se každoročně pohybuje v rozmezí 900 - 1 100. Jak již bylo diskutováno v sekci 3.1 počet přijatých studentů lékařských oborů se v posledních letech zvýšil. Tento trend je vhodně nastavený, protože můžeme předpokládat, že reálný poměr zapsaných absolventů do ČLK bude vyšší, a tím se i zvýší počet lékařů v ČR. Pokud se absolventi vhodně roz distribuují do specializací, uleví to náporu na lékaře a zároveň pomůže dosáhnout lepší dostupnosti lékařské péče.

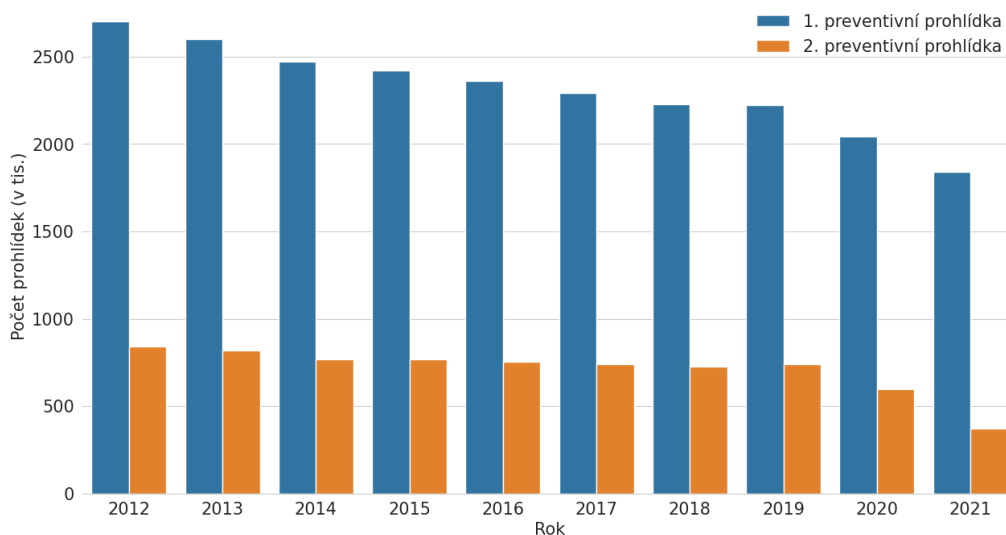
### 3.3 Situace zubních lékařů

Podle nascrapovaných dat z 28. srpna 2022 bylo zaregistrováno 11 277 lékařů, z toho pouze 8 421 s uvedeným pracovištěm. Toto číslo je podobné počtu aktivních stomatologů, které v rámci komunikace při žádosti o data poskytla kancelář České stomatologické komory. Podle ročenky 2021 jich bylo 8 607, ovšem včetně matek na rodičovské dovolené. Pro jednoduchost předpokládejme, že rozdíl těchto čísel (= 186) je právě počet matek na rodičovské dovolené, nikoliv výrazný odliš stomatologů z aktivní sféry českého zdravotnictví. Obory Zubního lékařství na všech vysokých školách v ČR dokáží vyprodukovat ročně kolem 300 absolventů. Uvažujme stejně jako v 3.1, že pouze 71,78 % případů, tedy kolem 215 nových lékařů, se v posledních letech ročně přihlásí do komory. Rozdíl 186 stomatologů za prvních 8 měsíců roku 2022 znamená vysoký propad. Pokud se jednalo o neočekávaný výpadek a odchod těchto lékařů do ciziny nebo z oboru, je potřeba tomuto vývoji zamezit.

Podle ČSÚ bylo k 31. 12. 2021 v České republice 10 524 167 obyvatel. Pomineme-li neočekávané vlivy, které zapříčinily nárůst osob pohybujících se na území České republiky v roce 2022 a migraci z válečného území, vývoj počtu osob pohybujících se na území ČR zůstává meziročně konstantní s odchylkou v řádu tisíců. Na konci letního období 2022 tak připadalo přibližně 1 250 pacientů na jednoho lékaře.

Pokud by každý pacient pravidelně absolvoval stomatologickou preventivní prohlídku dvakrát ročně, jak je doporučeno a propláceno zdravotními pojišťovnami, musel by lékař průměrně každý všední den provést 9,9 prohlídek denně (při průměrném počtu 252 pracovních dní ročně). Za předpokladu, že preventivní prohlídka trvá zhruba 30 minut, to činí 4 hodiny a 56 minut denně. Zbývají mu tedy 3 hodiny každý den z pracovní doby na ostatní vyšetření a ošetření, která se musí provádět, pokud je pacientovi nalezena nějaká vada či kaz.

Podle dostupných dat je realita ovšem jiná. Úhradová vyhláška MZ ČR udává, že do konce roku 2021 sloužily kódy 00901 a 00902 odbornosti 014 zubním lékařům k vykazování preventivních prohlídek, respektive druhých preventivních prohlídek v kalendářním roce[39]. Na základě těchto kódů je možné zjistit počet prvních a druhých preventivních stomatologických prohlídek pojištěnců VZP v jednotlivých letech (viz obrázek 3.7).



**Obrázek 3.7** Počet stomatologických preventivních prohlídek pojištěnců VZP

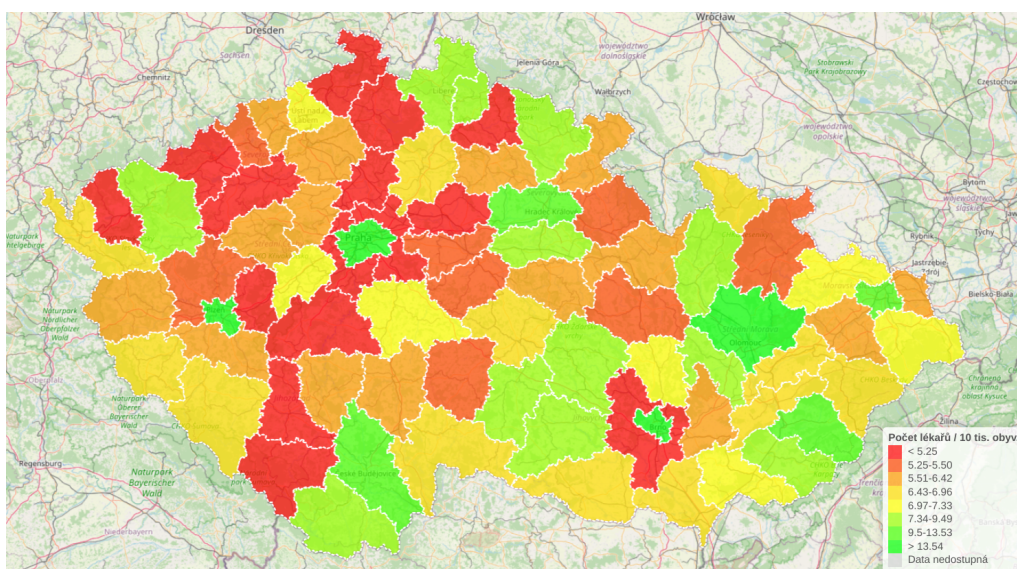
Z grafu vyplývá, že se každoročně snižuje počet klientů VZP, kterým byla proplacena první stomatologická preventivní prohlídka. V roce 2021 absolvovalo alespoň jednu lékařskou prohlídku

pouze 31,1 % z 5,91 milionu registrovaných pojištěnců VZP, nejméně od roku 2012. V případě druhých preventivních prohlídek jsou hodnoty ještě podstatně nižší. Každoročně je využije pouze několik stovek tisíc klientů.

Výrazný úbytek preventivních prohlídek v posledních letech může být vysvětlen vícero způsoby. Během epidemie covid-19 došlo k izolaci obyvatelstva a prohlídka ústní dutiny se pro mnoho občanů stala vysoce rizikovou.

Mnoho zubních lékařských zařízení také nemá uzavřené smlouvy s jednotlivými zdravotními pojišťovnami. To může vést ke snížení čísel v grafu, zvláště pokud dříve pojišťovny se zařízeními smlouvu měly. Lidé mohou stále chodit k zubaři, ale protože dané zařízení nemá uzavřenou smlouvu s pojišťovnou klienta, pojišťovny tento údaj nevidují a výkon neproplácí. Podle dat České stomatologické komory z registrovaných 6 159 lékařských zařízení jich 4 800 (77,9 %) nemá uzavřenou smlouvu s žádnou z pojišťoven. Pojišťovna VZP má uzavřenou smlouvu s 1 339 zařízeními.

Dalším vysvětlením nízkého počtu preventivních prohlídek je i fakt, že velká část populace nemá svého zubního lékaře. Podle průzkumů vícero českých médií[40][41] a příspěvků na sociálních platformách[42] nemá svého zubního lékaře každý třetí člověk v České republice. Kvůli své vytíženosti stomatologové často nepřijímají žádné pacienty. Pokud oznámí zvýšení kapacit, lidé jsou ochotni čekat na zapsání v řádu hodin[43]. Za situace, kdy se stomatologové uskutečněnými preventivními prohlídkami zdaleka nepřibližují stavu, který MZ ČR doporučuje, tedy 2 prohlídky ročně na pacienta, 9,9 prohlídky denně na lékaře.



**Obrázek 3.8** Počet zubních lékařů na 10 tisíc obyvatel v jednotlivých okresech

Situace se stavem počtu zubních lékařů je odlišná v různých okresech. V hustě osídlených aglomeracích se sdružuje vyšší počet zubních lékařů. V případě okresů bez větších měst (například okres Semily nebo Louny) je situace s počtem zubních lékařů kritičtější. Obrázek 3.8 zobrazuje mapu České republiky rozdělenou podle okresů. Ke každému okresu je dopočítaná hustota zubních lékařů na 10 000 obyvatel a na základě intervalů v legendě je každému přiřazena barva.

Tabulka 3.5 zobrazuje 5 okresů s nejlepším pokrytím zubařů. Zcela očekávaně je počet lékařů na obyvatele nejvyšší v okresech, jejichž města disponují vysokou školou s fakultou, která provozuje obor Zubního lékařství<sup>1</sup>. Dalšími v pořadí jsou okresy s velkými městy, jako jsou Ostrava-město a České Budějovice. Druhý konec žebříčku tvoří 2 typy okresů. Prvním jsou satelitní okresy,

<sup>1</sup>všechny fakulty vyjma 2LFUK, 3LFUK a OVA

kteřé sousedí s těmi nejlepšími (Praha-východ, Praha-západ a Brno-venkov) a lidé z nich dojíždí právě do sousedních okresů. Druhou částí jsou právě zmiňované okresy bez velkých měst a periferní regiony (viz tabulka 3.6). Tyto okresy nejsou pro zubní lékaře lákavé z hlediska životního standardu a podmínek, které jsou nesrovnatelné s těmi ve velkých městech. Pokud nemají k dané lokalitě žádný vztah, motivace v nich pracovat je nízká.

■ **Tabulka 3.5** Okresy s nejvyšší hustotou zubařů

Okres	Počet zubařů	Počet obyvatel	Zubařů na 10 tis. obyv.
Brno-město	691	379466	18,21
Plzeň-město	330	188407	17,52
Praha	1967	1275406	15,42
Olomouc	328	233588	14,04
Hradec Králové	218	162400	13,42

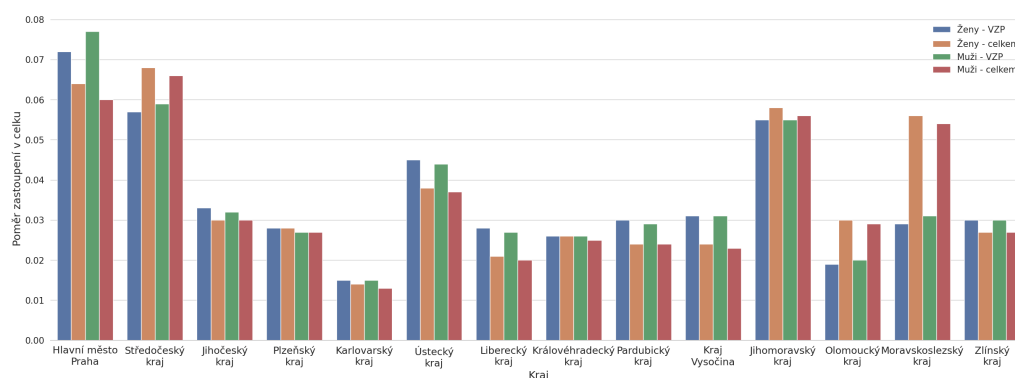
■ **Tabulka 3.6** Okresy s nejnižší hustotou zubařů

Okres	Počet zubařů	Počet obyvatel	Zubařů na 10 tis. obyv.
Sokolov	32	85200	3,76
Praha-východ	78	188384	4,14
Strakonice	30	69773	4,30
Praha-západ	65	151093	4,30
Louny	39	85381	4,57

### 3.4 Pojišťovny a lékařské výkony

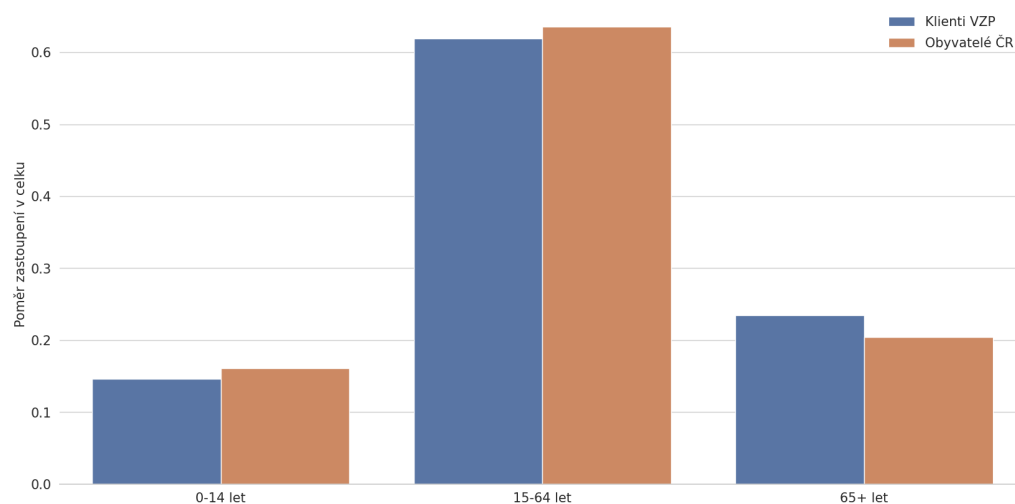
Cílem této sekce je analyzovat proplácené lékařské výkony zdravotními pojišťovnami. To poskytně představu o nejběžnějších problémech obyvatelstva. Tyto znalosti slouží jako základ odhadu, kolik lékařů a v jakých specializacích je nutných pro dostatečné pokrytí zdravotnické péče pro obyvatelstvo. O samotném odhadu a predikci hovoří kapitola 4. Kromě nejčastěji proplácených zdravotnických výkonů v jednotlivých letech bylo explicitně vybráno i několik méně běžných výkonů tvořící zajímavý náhled na problémy, se kterými se potýká česká společnost. Vybranými výkony jsou akutní příhody (včetně infarktu myokardu), CT hlavy, kardiologické výkony, zubní kazy a zlomeniny.

Jak již bylo zmíněno v sekci 2.3.3, data zdravotnických výkonů byla získána pouze ze tří pojišťoven. Navíc pouze VZP poskytla i kódy konkrétních výkonů, nikoliv pouze odborností. Klientela VZP tvoří 56,2 % obyvatelstva ČR. Aby proplácené lékařské výkony VZP mohly brány za zástupný vzorek výkonů obyvatelstva, muselo být nejprve ověřeno, že klientela VZP tvoří nezávislý vzorek české populace. Toto ověření bylo provedeno srovnáním ročenky VZP pro rok 2021[44] a sčítáním lidu z téhož roku[45]. V potaz byly zohledněny tři nejdůležitější údaje – pohlaví, kraj bydliště, věk.



**Obrázek 3.9** Srovnání pojištěnců VZP s obyvatelstvem podle pohlaví v jednotlivých krajích

Graf 3.9 spojuje 2 parametry, a to kraj bydliště a pohlaví. Zobrazuje poměrové rozložení jednotlivých hodnot vůči celku. V případě hodnot obyvatel je celek brán jako počet obyvatel ČR, u VZP se jedná o celkový počet pojištěnců VZP. Z tohoto grafu je patrné, že rozdíly hodnot jsou obvykle v řádu desetin procent. Z pohledu krajů a pohlaví jsou podobné. Pro úplnost VZP uvádí u svých klientů poměr mezi muži a ženami 50,2 % : 49,8 %. V České republice je poměr mezi muži a ženami 49,3 % : 50,7 %.



**Obrázek 3.10** Srovnání pojištěnců VZP s obyvatelstvem podle věkové kategorie

Ve své ročence VZP neuvádí konkrétní pohlaví u věkových kategorií. Ty jsou však rozděleny do intervalů po 5 letech. Data z ČSÚ ovšem nejsou rozděleny takto jemně, poskytují informace o pohlaví ve 3 věkových intervalech, které jsou využity v grafu 3.10. I zde můžeme vidět, že poměrově obě srovnávané množiny celkem odpovídají. Logicky nejvyšší počet jak obyvatel, tak klientů je v produktivním věku.

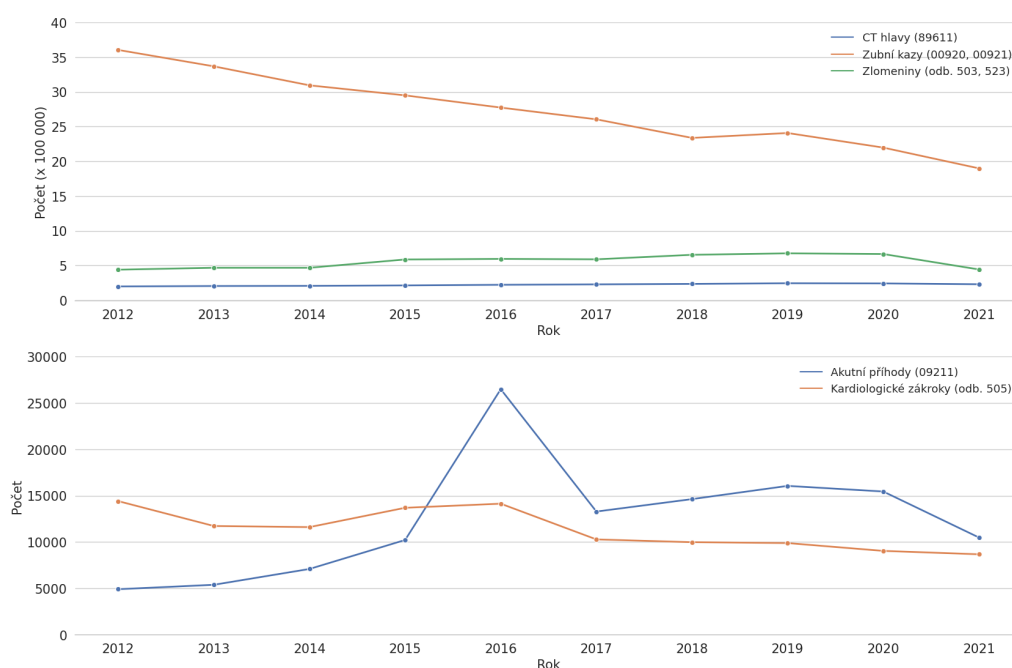
Na základě těchto podobností ve 3 základních ukazatelích bylo rozhodnuto, že proplacené výkony pojišťovnou VZP věrohodně reflektují výkony celého obyvatelstva, až na koeficient. Koeficient je stanoven jako podíl počtu klientů VZP k počtu obyvatel ČR. V této sekci je tak nadále pojednáváno o proplacených výkonech VZP. Jak již bylo zmíněno výše, pojištěnci VZP tvoří přes 56 % obyvatelstva České republiky.

Nejčastější zdravotnické výkony v České republice nejsou z pohledu zdravotního stavu lidu příliš zajímavé. Typicky se každoročně jedná o aplikaci léků neinvazivní cestou (06620), léčebné

terapie I.M. nebo S.C. (06623), fyzikální terapie (21113), individuální kinezioterapie (21225) nebo separaci séra nebo plazmy (97111). Počet výkonů se pohybuje v nižších desítkách milionů a jejich hodnoty nevykazují žádné zásadní trendy.

Pokud se však zaměříme na výše vybrané výkony, dostáváme se do řádově nižších čísel. Na obrázku 3.11 jsou zobrazeny jejich hodnoty v jednotlivých letech. Obrázek je rozdělen na dva podgrafy, aby byl zřejmý vývoj pro všechny vybrané výkony. Na prvním, horním s frekventovanějšími výkony, jsou zobrazeny CT hlavy, zubní kazy a zlomeniny. Druhý tvoří akutní příhody, mezi které se počítají například výjezdy k astmatickým záchvatům a infarktu myokardu, a veškeré kardiologické zákroky.

Příslušné kódy výkonů, případně odborností, jsou uvedené v legendě grafů.



**Obrázek 3.11** Počty vybraných proplacených výkonů VZP v jednotlivých letech

Jednotlivé zdravotnické výkony jsou vykazovány pro každou část lidského těla zvlášť, pro jednu osobu jich tak může být vykázáno více. Proto nelze soudit kolik osob (klientů VZP) bylo ročně ošetřeno. U CT hlavy, která se praktikuje například pro zjištění mozkové mrtvice, lze předpokládat 1 výkon na 1 osobu v daném čase. V případě zubních kazů nebo zlomenin může být diagnostikováno vícero výkonů u jednoho pacienta naráz.

V sekci 3.3 bylo rozebíráno nedostatečné navštěvování zubních lékařů v rámci preventivní prohlídky. To se projevilo i na počtu ošetření zubních kazů s výplní, kdy také každoročně počet těchto výkonů klesá. Zároveň zde může hrát svou roli i to, že lidé o svůj chrup více pečují a reparace zubu není tak často nutná.

Také počet kardiologických zákroků od roku 2016 pravidelně klesá. Od roku 2012 do roku 2021 se počet vykázaných výkonů v oblasti kardiologie snížil z 14 416 na 8 685.

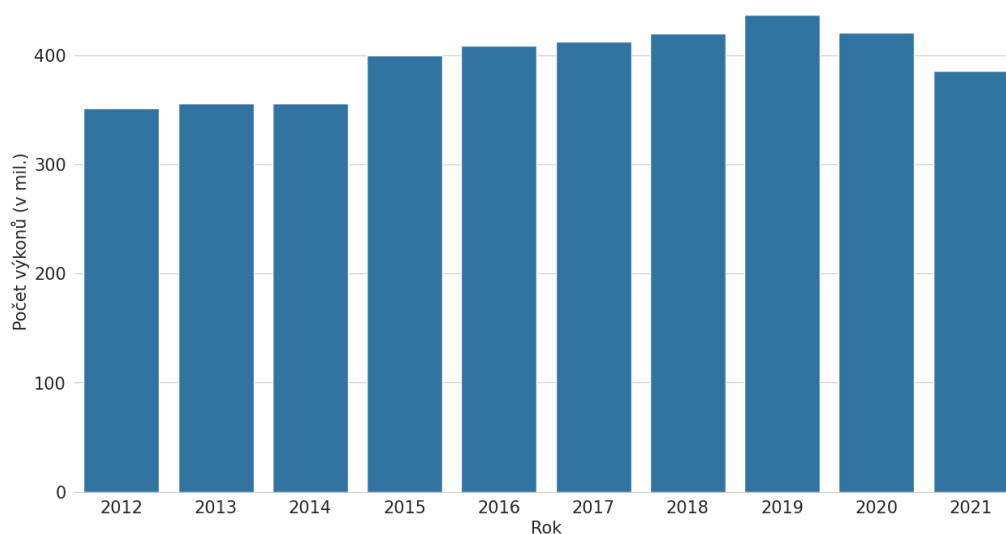
Nicméně k lehkému meziročnímu nárůstu dochází v případech akutních příhod. Mezi ty se počítá i infarkt myokardu. Práce nedisponuje informacemi, o které příhody se jedná. Proto nelze tvrdit, že ubyl počet kardiologických výkonů, a tím i infarktu myokardu. V roce 2016 došlo k výraznému nárůstu počtu akutních příhod, ovšem o rok později čísla opět zapadají do lineárního vzestupného trendu. Čím byl tento vzestup způsobem, není známo. Mohlo jít o dočasnou úpravu legislativy. Nicméně stále narůstající počet akutních příhod značí určitý vývoj ve zdraví občanů.



Zda bude tento trend pokračovat, nebo se již zastavil, nebo bude nadále klesat jako v roce 2021, ukáží následující roky.

Veškeré kódy byly převzaty z oficiálního číselníku výkonů aktuálnímu k poslednímu dni roku 2021. Tento číselník poskytuje VZP[46].

Graf 3.12 ukazuje celkový počet proplacených výkonů VZP. V roce 2015 došlo k výraznému skoku proplacených výkonů pojišťovnou VZP nad 400 milionů. Po vypuknutí epidemie covid-19 se počet proplacených výkonů v letech 2020 a 2021 snížil, i přes zvýšený počet testování proti této nemoci. Protože epidemie skončila na přelomu let 2021-2022, není průkazné, zda se počet výkonů snížil trvale nebo se jedná jen o dočasný stav.



■ **Obrázek 3.12** Celkový počet proplacených výkonů VZP v jednotlivých letech

### 3.5 Shrnutí

Tato kapitola byla zaměřená na porozumění získaných dat a je důležitá pro potřebu hlavní části práce. Vizualizace pomohly k identifikování aktuálního stavu studentů na vysokých školách a vyzvození závěru v počtu absolventů v následujících letech. Následně byla analyzována situace stáří lékařské obce z pohledu geografického působení lékařů a jednotlivých specializací. Na základě dat byla představena aktuální situace zubních lékařů a byly zobrazeny počty preventivních zubních prohlídek v posledních 10 letech. Poslední částí bylo propojení demografického rozdělení obyvatelstva s počty vykázaných výkonů. Tato část byla modelována pouze na základě dat VZP, jelikož jiné pojišťovny data neposkytly. Na základě analýzy složení pojištěnců VZP a obyvatelstva ČR se jedná o zástupný vzorek. Bylo prezentováno, že meziročně zůstávají výkony ve stejných číslech a jen výjimečně dochází k výraznému poklesu (zubní kazy) nebo nárůstu (akutní příhody). Většinou jsou způsobeny upravenou legislativou nebo událostmi ve společnosti.

K vizualizacím byly použity knihovny jazyku Python Seaborn<sup>2</sup>, Matplotlib<sup>3</sup> a Plotly<sup>4</sup> a JavaScript knihovny Leaflet<sup>5</sup> a ApexCharts<sup>6</sup>.

Součástí práce byly také další grafy a tabulky, které nebyly zahrnuty v této kapitole. Některé další grafy jsou k dispozici v přílohách D a E. Kompletní výčet je v Jupyter notebooku *src/script-*

<sup>2</sup><https://seaborn.pydata.org/>

<sup>3</sup><https://matplotlib.org/>

<sup>4</sup><https://plotly.com/>

<sup>5</sup><https://leafletjs.com/>

<sup>6</sup><https://apexcharts.com/>

*s/visualization.ipynb*. Část kódu z poslední sekce 3.4 se kvůli primárnímu použití v kapitole 4 nachází v notebooku *src/scripts/models.ipynb*

# Predikce dostupnosti lékařské péče

Hlavní část této práce je zaměřena na predikci vývoje jednotlivých oborů v následujících letech s rozpadem do jednotlivých okresů. Předcházelo tomu více prerekvizit popsaných v kapitolách 2 a 3. Tím se z velké části ucelil pohled na tuto problematiku a data, která jsou nezbytná pro modelaci.

Posledním krokem, který je před výslednou modelací nutné udělat a byl zmíněn již v sekci 2.3.3, je sampling dat poskytnutý zdravotními pojišťovnami. Tento krok je nezbytný, protože bez něj je možné predikovat pouze vývoj v porovnání se stavem, ke kterému jsou data aktuální, tzv. *ground truth*. Bez vykázaných lékařských zákroků neexistuje žádná časová informace o vytížení lékařů. Nelze tak predikovat, jestli již v *ground truth* nejsou lékaři přetěžováni.

Výsledné modelování poté popisuje sekce 4.2.

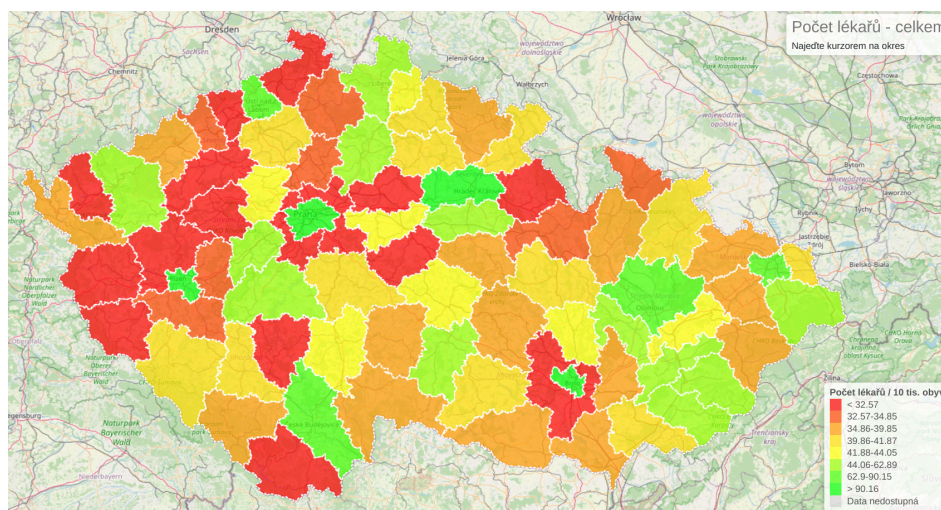
### 4.1 Sampling zdravotnických výkonů

Jedním z faktorů pro získání přesnější predikce dostupnosti zdravotnické péče je informace o zdravotnických výkonech vykazovaných pojišťovnami. VZP pokrývá více než 50 % celkového počtu pojištěnců. Zároveň ale neposkytló informace o vykázaných výkonech v rámci zdravotnických zařízení, okresů, ani krajů, ale pouze regionů. Je proto potřebné počty rozdělit do okresů podle znalostí trhu tak, aby co nejvěrohodněji reflektovaly skutečnost. VZP rozděluje data do tří regionů – Čech, Moravy a Slezska – přičemž jejich rozdělení neodpovídá reálným hranicím českých zemí. Do regionu Čech spadají kraje Jihočeský, Karlovarský, Plzeňský, Liberecký, Ústecký, Královéhradecký, Pardubický a Středočeský a hlavní město Praha. Mezi moravské regiony se řadí Jihomoravský kraj a kraj Vysočina a region Slezska pokrývá Olomoucký, Moravskoslezský a Zlínský kraj.

*„S ohledem na zásadu přístupu k informacím VZP ČR poskytla v rámci odpovědi č.j. VZP-22-01062474-D1A3 (I/206/21) údaje požadované žadatelem místo v dělení na jednotlivé IČZ v členění na regiony – Čechy, Morava a Slezsko, konkrétně region Čechy (zahrnující IČZ spadající do působnosti regionálních poboček: RP Praha, pobočky pro Hl. m. Prahu a Středočeský kraj, RP Plzeň, pobočky pro Jihočeský, Karlovarský a Plzeňský kraj, RP Ústí nad Labem, pobočky pro Liberecký a Ústecký kraj, RP Hradec Králové, pobočky pro Královéhradecký a Pardubický kraj), region Morava (zahrnující IČZ spadající do působnosti regionální pobočky RP Brno, pobočky pro Jihomoravský kraj a Kraj Vysočina) a region Slezsko (zahrnující IČZ spadající do působnosti regionální pobočky RP*

*Ostrava, pobočky pro Moravskoslezský, Olomoucký a Zlínský kraj).*“ – z rozhodnutí VZP, k dispozici pod názvem *doc/decisions/vzp3.pdf*

Ze sekce 3.4 je dáno, že VZP tvoří vhodný a nezávislý vzorek populace na základě tří hlavních parametrů – věkového složení, místa bydliště a pohlaví. Ovšem pouze na základě těchto demografických informací nelze výkony rozdělit do konkrétních okresů, dá se s nimi počítat na úrovni celé republiky. Demonstrativním příkladem je mapa zubařů 4.1 z webové aplikace, konkrétně okresy Praha-východ a Praha-západ. Tyto okresy jsou hustě osídleny, jelikož obce tvoří satelity Prahy. Mnoho lidí z těchto okresů dojíždí do Prahy za vzděláním nebo prací. Své lékaře tak mohou mít právě v hlavním městě, které disponuje mnoha nemocnicemi s nejlepším vybavením. Lékaři v těchto obcích pak nejsou potřební pro každou specializaci takového rozsahu – například kardiologii. A přestože tyto okresy patří mezi 3 nejhůře obsazené okresy při přepočtu lékařů na 10 000 obyvatel (Praha-východ 17,36, Praha-západ 15,69), nelze tvrdit, že je v nich nejhorší dostupnost lékařské péče v ČR.



■ **Obrázek 4.1** Počet lékařů na 10 tisíc obyvatel v jednotlivých okresech

Právě množství výkonů v daném okrese vykonaných na pacientech z jiných okresů může být zásadním faktorem a jejich rozdělení čistě podle přepočtu obyvatel může vést k zavádějícím výsledkům.

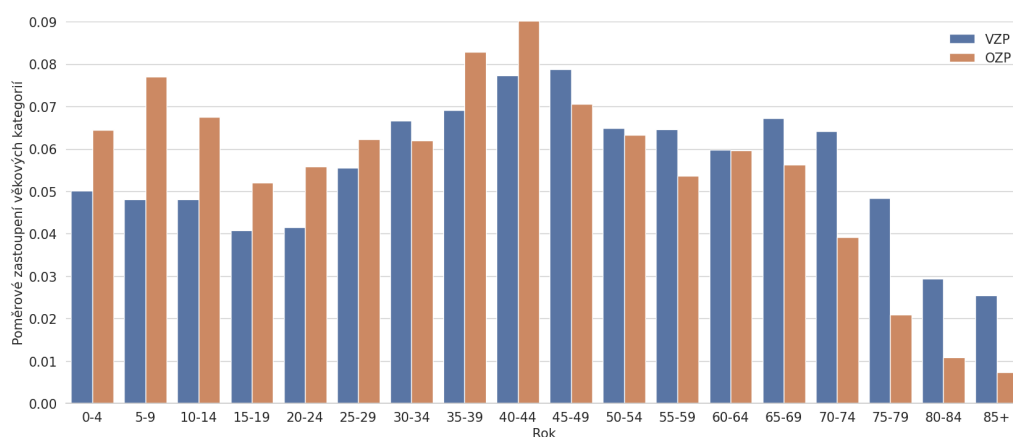
Nejvhodnějším vzorkem pro rozdělení VZP dat do okresů se jeví data z ostatních pojišťoven, která jsou k dispozici. V případě ZP Škody je klientela tvořena specifickou částí populace, především zaměstnanci Škoda a.s. a jejich příbuznými. U této pojišťovny je tak kladen větší důraz na smlouvy se zařízeními v oblasti Mladoboleslavska. Demografické složení těchto klientů je omezeno právě na tuto strukturu a netvoří tak vhodná data, podle kterých by měla být data VZP rozdělena.

Ovšem na základě dat OZP lze rozdělit data VZP do jednotlivých okresů. Důležitou prerekvizitou je opět nejprve ověření, zda se klientela obou pojišťoven shoduje opět ve třech základních parametrech – věku, bydliště a pohlaví. Nejdůležitější je z tohoto pohledu bydliště, jelikož cílem je zobrazení dostupnosti péče v konkrétních regionech. Věk a pohlaví jsou důležité pouze u vybraných specializací, například dětských nebo gynekologie.

Důležité je také vzít v potaz fakt, že ne všechna zařízení mají uzavřené smlouvy s oběma pojišťovnami. V případě zubních zařízení se však jedná o rozdíl 31 ordinací (VZP 1 339 : 1 308 OZP). Pro jednoduchost lze předpokládat, že přestože VZP mělo více smluvních zařízení než OZP[47], jednalo se a stále jedná poměrově o stejné procento ve všech okresech.

OZP ve svých výročních zprávách neudává žádná konkrétní čísla o svých pojištěncích v jednotlivých krajích, ale zdravotní pojistný plán pro rok 2019 hovoří, že „mezi regiony s nejvyššími náklady na zdravotní služby patří Praha a Středočeský kraj, ve kterých má OZP vysoký podíl pojištěnců.“[48] Pro VZP platí tatáž skutečnost, kdy podle výroční zprávy z roku 2021[44] pochází nejvíce klientů z Prahy (882 695), Středočeského kraje (687 778) a Jihomoravského kraje (647 306). V tomto ohledu je práce omezena a aby bylo vzorkování výkonů do jednotlivých okresů možné, musí být tato informace považována za dostatečnou pro uskutečnění závěrečného předpokladu.

Z posledního dokumentu, ve kterém OZP podává informace o věkové struktuře klientů[49], a věkové struktury VZP[44], je zřejmé, že poměrově vůči celkovému počtu svých klientů má OZP mladší pojištěnce. Poměry jsou zobrazeny na obrázku 4.2. VZP má vybalancovanou věkovou strukturu a podíl klientů před 45. rokem a po něm je 49,7 : 50,3. U OZP je rozdíl markantní (61,8 : 38,2). Děti a mladiství tvoří u OZP 26,1 % klientů, lidé 65+ 13,5 %. Jejich věková struktura kmene ovšem konstantně stárne[50]. VZP vykazuje 18,7 % dětí a mladistvých, 23,5 % osob s 65 a více roky z celkového počtu.



■ **Obrázek 4.2** Věkové rozložení klientů pojištěoven VZP a OZP

I z pohledu pohlaví je patrný rozdíl mezi pojištěnci obou pojišťoven. Již v sekci 3.4 bylo zmíněno, že poměr mezi muži a ženami u VZP je 50,2 : 49,8. V případě OZP je poměr 45,3 : 54,7, ovšem do 30. roku života je rozdělení téměř totožné s VZP – 49,9 : 50,1.

Ze tří základních ukazatelů tak vychází lehce odlišné nebo neúplné údaje. Obecně vzato OZP pojištěnci jsou tvořeni mladšími občany a ženami. Struktura pojištěnců zdravotních pojišťoven je daná také benefitním programem, které zdravotní pojišťovny nabízí. O demografickém rozložení klientů nepodává OZP dostatek údajů. Z těch dostupných nelze vyloučit, že obě pojišťovny jsou zastoupeny ve všech krajích stejně. Proto, aby bylo možné ještě více podpořit rozdělení výkonů VZP do okresů podle OZP, byly porovnány počty výkonů v jednotlivých letech s počty pojištěnců. Změny počtu klientů se meziročně pohybují v řádech tisíců. V roce 2021 měla OZP 740 817 klientů, VZP 5 922 131, tedy 7,99× více[19].

Pokud by podíl počtu výkonů nekorespondoval s podílem počtu klientů pojišťoven, bylo by zřejmé, že odchylky ve výše zkoumaných parametrech by nebylo možné zanedbat. Tabulka 4.1 říká, že počty výkonů na úrovni České republiky odpovídají počtu klientů obou pojišťoven. Stejný postup byl aplikován i na úrovních VZP regionů Čech, Moravy a Slezska. S totožným výsledkem.

Mezi OZP a VZP tak nebyly zjištěny žádné zásadní rozdíly, které by zabránily vzorkování dat VZP do okresů na základě znalosti dat demografických a OZP klientely.

■ **Tabulka 4.1** Počty proplacených výkonů pojišťovnami v České republice

Rok	Počet VZP	Počet OZP	Poměr
2012	351 700 256	43 472 941	8,09×
2013	355 433 276	44 186 149	8,04×
2014	355 562 874	45 821 264	7,75×
2015	399 668 690	50 636 621	7,89×
2016	408 751 332	51 413 233	7,95×
2017	412 061 781	51 694 351	7,97×
2018	419 950 120	52 629 282	7,97×
2019	436 942 411	55 144 040	7,92×
2020	420 910 150	53 652 177	7,84×

Prvním krokem pro samotné rozdělení VZP výkonů do okresů bylo spárování OZP záznamů s NRPZS datasetem na základě identifikačního čísla zdravotnického zařízení. Podle tohoto spárování bylo možné přiřadit počty výkonů do jednotlivých okresů. Pokud mělo zdravotnické zařízení více poboček v různých okresech, byl počet výkonů rozdělen do okresů podle počtu poboček v nich dostupných. Není v možnostech práce analyzovat všechny pobočky zdravotnických zařízení, jejich kapacity a konkrétně vykázané výkony. Počet zařízení s pobočkami ve více okresech je 2 384 z celkových 26 198 (9,1 %). Výsledně bylo spárováno pouze 66,28 % zařízení (17 363). Ovšem z pohledu počtu výkonů jich bylo spárováno 84,91 % (celkem 417,4 mil. z 491,6 mil.). Poměr spárovaných výkonů se každoročně zvyšuje (viz příloha F).

Po prvním kroku následovalo rozdělení výkonů VZP do jednotlivých okresů. Protože se předpokládá stejné rozložení klientely a smluvních zařízení obou pojišťoven, lze na tomto základě rozdělit i agregované výkony podle poměrů konkrétních odborností v jednotlivých regionech a letech. Nejprve byla data rozdělena proporcionalně do krajů a posléze okresů.

V případě OZP, která poskytuje data pouze na úrovni odborností, byly počty jednotlivých výkonů predikovány podle poměrů z dat VZP, konkrétně podle okresu, dané odbornosti a roku.

Poté následovalo napojení časových údajů jednotlivých výkonů. Pojišťovna VZP na svých internetových stránkách sdílí oficiální číselník, který obsahuje položky seznamu zdravotních výkonů s bodovými hodnotami, včetně času výkonu v minutách[46]. Tento příznak je důležitý z pohledu času využití lékařů a dodá požadovanou informaci o jejich vytížení.

V průběhu práce byly na základě kódů odborností přiřazeny k výkonům jednotlivé lékařské specializace, jejichž lékaři kódy vykazují. Motivací byla možnost přiřazení jednotlivých lékařských odvětví a tedy i lékařů k výkonům.

Poslední úpravou byl upsampling – dovozování zdravotních výkonů na pokrytí 100 % obyvatelstva ve všech okresech. Aktuální data byla pouze ze zmíněných dvou pojišťoven. Hodnota koeficientu je poměr počtu klientů VZP a OZP k počtu obyvatel ČR.

Data i časy byly výsledně agregovány podle roku, okresu a odbornosti a uloženy pro následnou predikci.

## 4.2 Dostupnost lékařské péče

Predikce dostupnosti lékařské péče byla rozdělena do více částí podle typu dat – na predikci lékařských výkonů, predikci lékařů, jejich kapacit v jednotlivých okresech a jejich odchodu do důchodového věku a predikci přílivu nových lékařů z vysokých škol a jejich následné rozdělení do specializací. Tyto jednotlivé části byly poté spojeny, aby utvořily celkový model dostupnosti lékařské péče v ČR pro jednotlivé specializace.

Výsledná modelace je do roku 2026 včetně a zahrnuje několik volitelných parametrů. Pro srovnání jsou do výsledného modelu zahrnuty také roky 2020 a 2021, ze kterých je vyjmuta predikce nových lékařů. V těchto letech jsou počty lékařských výkonů jsou známé. Protože původní data byla od poskytovatelů získána pro roky 2021 a starší, je rok 2022 zahrnut do predikce.

### 4.2.1 Predikce lékařských výkonů

Predikce počtu lékařských výkonů lze přeformulovat na predikci časové řady pro každou odbornost a okres, ve které je vykonávána. S využitím dat ze samplingu zdravotnických odborností ze sekce 4.1 vzniká celkem 16 815 unikátních časových řad.

Časové řady se dají dekomponovat na tři složky – sezónnost, trend a šum. Z predikce lékařských výkonů lze vypustit první složku, sezónnost, jelikož data jsou zagregovaná podle letopočtů. Tím se přichází o informaci sezónních výkonů v ročních obdobích. V případě agregací na úrovni měsíců by již bylo možné vyzorovat sezónní trendy, jakými jsou například chřipková sezóna. Jelikož není předpokládána žádná periodicitita ve smyslu vyššího počtu výkonů specializace jednou za několik let, sezónnost do modelování nevstupuje.

Naopak mnoho časových řad v této práci může být ovlivněno trendem. V sekci 3.4 byly rozebírány některé lékařské výkony a jejich meziroční nárůst, nebo pokles. Právě tyto závislosti lze podchytit trendem. Dalším příkladem je graf 3.7, který demonstruje trend zubních lékařských prohlídek.

Šum je přirozenou proměnnou časových řad, kterou nedokáže vysvětlit trend, ani sezónnost. Cílem modelů je tuto složku co nejvíce potlačit, aby byla chyba modelu co nejnižší, ale zároveň byl model co nejjednodušší a co nejvíce seděl na trénovací data. V případě zakomponování šumu do parametrů modelu může dojít k přeučení, které vede ke špatné predikci.

Pro predikci časových řad lze vybrat z několika skupin modelů[51]. Zásadní problém ovšem činí malý počet historických, tedy trénovacích dat, ze kterých modelace vychází. Počet hodnot jednotlivých časových řad je maximálně 10. Pro každý rok je k dispozici pouze 1 agregovaný záznam. Výsledný model musí být co nejjednodušší a být schopný přesně predikovat na základě malého počtu vstupů více kroků, let. Supervizované, ani deep learning metody se pro tento účel nehodí, vhodnými kandidáty jsou modely klasické. Mezi ty se řadí modely rodiny ARIMA[52] nebo exponenciální vyhlazovací modely[53]. První jmenované není vhodné použít, protože počet dat je nedostatečný a při aplikaci modelu docházelo právě k chybovým upozorněním na jejich nedostatky.

Aplikace jednoduchého exponenciálního vyhlazování (SES) není vhodná, jelikož sice nepředpokládáme sezónnost, ale trend se v datech může vyskytovat. Proto byla aplikovaná Holtova metoda, která je součástí kategorie dvojitého exponenciálního vyhlazování. Ta je rozšířením SES právě o složku trendu. Jelikož v posledních letech došlo k nečekanému výkyvu ve zdravotnictví v podobě epidemie covid-19, která mohla ovlivnit data, byla zvolena varianta Holtovy metody s tlumeným trendem. Ta na rozdíl od metody s lineárním trendem trend utlumuje na základě parametru  $\phi \in (0, 1]$ , a tak nemá tendence tolik nadhodnocovat budoucí hodnoty.

Holtovu metodu s tlumeným trendem popisují rovnice 4.1-4.3:

$$\hat{y}_{t+h|t} = l_t + (\phi + \phi^2 + \dots + \phi^h)b_t, \quad (4.1)$$

$$l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(l_{t-1} + \phi b_{t-1}), \quad (4.2)$$

$$b_t = \beta^*(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta^*)\phi b_{t-1}, \quad (4.3)$$

kde  $l_t$  = hladina časové řady v čase  $t$ ,  
 $b_t$  je odhad směrnice trendu v čase  $t$ ,  
parametry  $\alpha, \beta^*, \phi \in (0, 1]$  jsou vyhlazovací parametry,  
parametr  $h$  určuje počet kroků předpovědi a

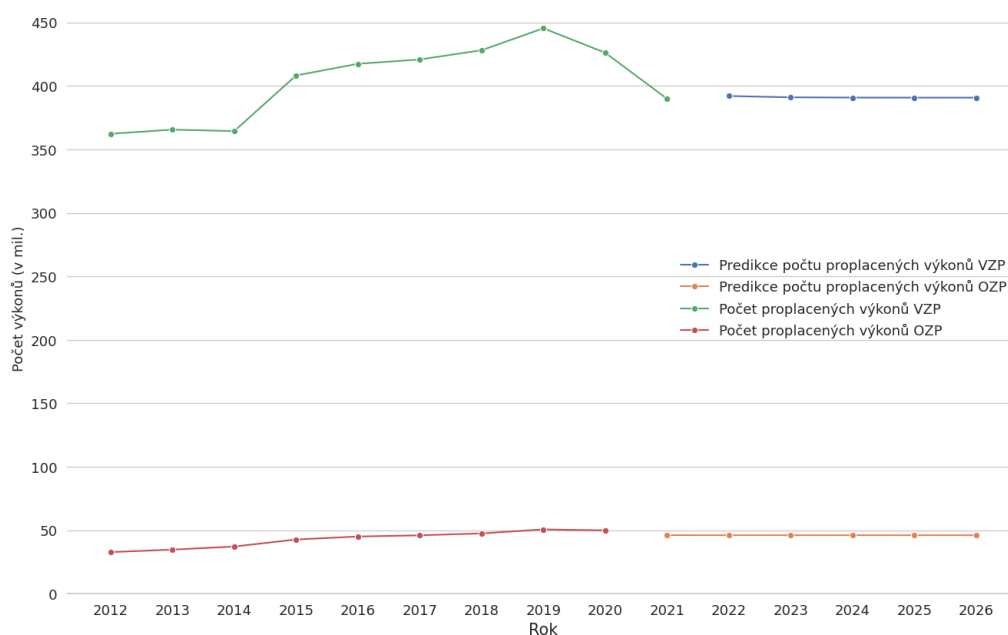
$\hat{y}_{t+h|t}$  predikovanou hodnotu v čase  $t + h|t$ [53].

Predikce pro výkony pojišťoven VZP a OZP probíhaly odděleně.

Pro predikci VZP výkonů do roku 2026 byla využita právě popsaná Holtova metoda s tlumenným trendem. Na metodu byly aplikovány různé hodnoty hyperparametrů. Jelikož je metoda pro nízký počet dat vysoce náchylná na trend, výsledné nastavení parametru  $\phi$  má hodnotu 0,2, přestože se doporučovaná hodnota v praxi pohybuje v rozmezí [0,8, 0,98]. Trend je tedy vysoce utlumen. Hodnoty  $\alpha$  i  $\beta^*$  byly shodně nastaveny na hodnotu 0,8.

Rovnaký postup a stejné hodnoty hyperparametrů byly aplikovány pro predikci OZP výkonů.

Zagregované počty predikovaných výkonů pro jednotlivé roky na úrovni pojišťoven a jejich srovnání s počtem výkonů poskytnutými pojišťovnami zobrazuje graf 4.3.



**Obrázek 4.3** Celkový výkonů a výsledky predikce

Výsledky predikcí byly zagregovány přes okresy, odbornost, rok a nakonec vyděleny koeficientem 0,633, který udává poměr klientů VZP a OZP ku celkovému počtu pojištěnců ČR[19]. Tím byly získány očekávané počty výkonů pro celou populaci České republiky.

Na základě znalostí průměrné časové náročnosti výkonu specializace byla dopočítána časová náročnost výkonů specializací v okresech. Tyto informace jsou využity jako jeden ze tří částí výsledné predikce. Na rozdíl od ostatních predikcí do této části nevstupuje žádná proměnná, která mění hodnoty výsledné predikce.

Pro časovou náročnost predikce byly výsledky předpočítány a jejich hodnoty uloženy v souboru `data/pred/insurances_prediction.csv`, který byl poté vložen ve formě tabulky do databáze aplikace. Pro paměťovou úsporu jsou ve výsledném modelu ve webové aplikaci zahrnuti záznamy pouze z let 2020-2026.

## 4.2.2 Predikce aktuálních lékařů

Pro predikci aktuálního stavu lékařů a jejich kapacit v jednotlivých pracovištích a oborech byli využiti pouze ti, kteří mají uvedené pracoviště, tudíž údaj o místě výkonu práce. Někteří lékaři



zatím nemají žádnou platnou licenci v žádné specializaci, tzn. nemají stále dokončenou akreditaci. Přesto pracují ve specializovaném oddělení pod dozorem licencovaného lékaře. Proto byl zaveden nový příznak *working\_specialty* do datasetu lékařů. V případě, že lékař již disponuje licenci/licencemi, byl tento příznak vyplněn příslušnou hodnotou. Pokud lékař nemá licenci, ale informace o jeho pracovišti poskytuje dostatečnou informaci o vykonávané specializaci (např. kardiologické oddělení), je příznak doplněn příslušnou specializací. Doplnění specializace na základě oddělení pracoviště přineslo informaci o 13 694 dalších lékařích, kteří vykonávají praxi ve specializacích, ale stále nemají platnou licenci a musí tedy pracovat pod dozorem.

Předpokládá se, že všichni lékaři pracují na stejný úvazek, přičemž nejsou brány v potaz služby, které jsou pro každou specializaci variabilní. Zároveň se pro jednoduchost předpokládá, že každou svou specializaci vykonávají rovným dílem. Stejný případ platí i pro pracoviště, protože z dat lékařských komor jasně nevyplývá, jakou mírou se zdržuje lékař na konkrétních pracovištích.

Kapacity lékařů, kteří již pracují v oboru, byly modelovány pro roky 2020 až 2026. U dopočítání hodnot pro roky 2020 a 2021 se nepředpokládá, že lékaři jsou vyškrtnuti z lékařské komory v době odchodu do důchodu. Obecně není předpokládána žádná jiná odchodovost lékařů z komory než po dosažení důchodového věku. Protože rok 2022 je brán jako rok predikce, lékaři v něm zapsaní nejsou v této sekci zahrnuti.

Pro predikci byla zavedena proměnná *age\_threshold*, která určuje hranici věku odchodu lékařů do důchodu. Nabývá hodnot 60-75 let. Predikce je tak dostupná pro všechny uvedené věkové hranice. Lékaři z ČLK byli profiltrováni podle této proměnné a jejich věku v odpovídajícím roce. Následně byl jejich úvazek pro specializaci a pracoviště zagregován podle okresů, specializace a roku. Tím byly získány kapacity lékařů, které jsou k dispozici pro danou specializaci a okres v odpovídajícím roce.

V případě zubních lékařů byly kapacity estimovány na základě datasetu *data/final/dentists\_age\_estimate.csv* (viz 2.3.2). Nejprve byl stanoven odhadovaný počet lékařů  $n_0$  pod hranici *age\_threshold* v roce 2022. Poté byla náhodně vybrána množina zubních lékařů  $Z_0 = |n_0|$  z datasetu zubních lékařů. Rekursivně z podmnožiny  $Z_x$  byla vybrána nová podmnožina  $Z_{x+1} \subset Z_x \wedge Z_{x+1} = |n_{x+1}|$  pro predikci následujícího roku, tedy s hranicí *age\_threshold-x+1*. Celá tato rekurze byla zopakována 100× se zafixovaným parametrem *random\_state* pro každý běh zvlášť z důvodu deterministického chování. Důvodem opakování rekurze jsou body zmíněné v sekci 2.3.2. Tím hlavním je nemožnost přiřadit časovou stopu ke konkrétním členům ČSK. Výstupy s kapacitou zubních lékařů byly agregované podle roku, okresu a specializace a následně zprůměrovány. K tomu byly využity vlastnosti silného zákona velkých čísel[54].

Analogicky bylo postupováno v případě zpětné predikce zubních lékařů pro roky 2020 a 2021.

Podle tohoto principu byla spočítána kapacita všech specializací v okresech pro roky 2020-2026, přičemž každý lékař disponuje souhrnnou kapacitou 1. Tento výstup uložený jako *data/pred/doctors\_capacity\_prediction.csv* je využit v celkové predikci dostupnosti zdravotnické péče v ČR. Soubor je také vložený do databáze webové aplikace.

### 4.2.3 Predikce nových lékařů

U nových absolventů se nepředpokládá, že dosáhli důchodového věku, a tedy všichni, kteří studují jsou schopni vykonávat povolání na plný úvazek. Modelace budoucích lékařů proběhla pomocí dat diskutovaných 3.1, konkrétně zobrazených v obrázku 3.3. Z počtu absolventů byli predikováni noví lékaři podle tří parametrů – zda absolvent bude vykonávat práci lékaře v ČR, výběr specializace a výběr pracoviště. Ty jsou vyhodnocovány v chronologickém pořadí, ve kterém jsou uvedeny. Simulují postup absolventa v jeho rozhodování.

První parametr, *clk\_ratio*  $\in [0,1]$ , je proměnný a určuje poměr studentů, kteří se zapíší do lékařské komory po dokončení studia. Výchozí hodnota je nastavena na průměr posledních 5 let – 0,72 (viz 3.1). Simuluje situaci, kdy se student rozhoduje, zda chce působit jako lékař v České republice, či nikoliv. Počet nově zapsaných lékařů do ČLK, resp. ČSK je poté dán vztahem 4.4:

$$new\_doctors_{year} = \lceil graduates_{year} \times clk\_ratio \rceil, \quad (4.4)$$

kde  $year \in \{2022, \dots, 2026\}$  je rok predikce,  
 $new\_doctors_{year}$  = počet lékařů zapsaných do ČLK v roce  $year$ ,  
 $graduates_{year}$  = počet absolventů všeobecného lékařství v roce  $year$ ,  
 $clk\_ratio \in [0, 1]$ .

Analogický postup je i v případě zubních lékařů, kteří absolvují obor zubní lékařství a zapisují se do ČSK.

Rozdělení aktuálních lékařů do lékařských specializací je dáno příznakem *working-specialty* diskutovaným v části 4.2.2. Pomocí tohoto příznaku lze vyvodit rozdělení lékařů s platnou licenci, ale také těch, u kterých stále probíhá akreditace za účelem získání specializované odbornosti. Tento příznak je využit v druhé části modelace – výběru specializace.

V ideálním případě je každý lékař odcházející do důchodu nahrazen novým absolventem. Jelikož je tato situace vysoce nepravděpodobná a lékařství prochází vývojem, kdy se jednotlivé obory štěpí nebo slučují, není pro predikci vhodná. Proto byl uveden druhý parametr *ws\_probability*, který ke každé specializaci přiřazuje pravděpodobnost toho, že si ji absolvent zvolí za svou. Pravděpodobnost  $P(W=w)$  je lékařské specializaci  $w$  přiřazena na základě proporcionálního rozdělení příznaku *working-specialty* lékařů, kteří se zapsali do České lékařské komory v letech 2015 a později. Volba hranice roku 2015 byla zvolena tak, aby reflektovala aktuální trendy v lékařství a aktuální zájmy o jednotlivé obory.

Ke každému jednotlivému absolventovi byla na základě popsaného pravděpodobnostního rozdělení přiřazena specializace  $w$ . Výsledky byly zagregovány a byly získány počty nových lékařů v jednotlivých oborech. Při predikci oborů jednotlivým studentům byl pro deterministické chování modelu parametr *random\_seed* daný vztahem:

$$random\_seed = new\_doctors_{year} \times year \pmod{10^4}. \quad (4.5)$$

Hodnoty těchto proměnných popisuje rovnice 4.4.

Na absolventy zubního lékařství a zubní lékaře se tento parametr nevztahuje a jejich záznamy byly z rozdělení vyjmuty. Pro získání této specializace jsou nutné jiné podmínky, především absolvování oboru zubního lékařství, nikoliv všeobecného. Všem absolventům Zubního lékařství byla přidělena specializace stomatologie.

Parametr simuluje rozhodování absolventa o volbě budoucí specializace a lékařského kmenu pro atestaci. Předpokládá se pouze jedna specializace na jednu osobu.

Poslední částí predikce budoucích lékařů na území ČR byla jejich distribuce do jednotlivých okresů. Protože ne všechny specializace jsou ve všech okresech zastoupeny a v některých obcích existují specializovaná pracoviště s vyšší koncentrací lékařů daného oboru, nebylo vhodné pracovat s pravděpodobnostním rozdělením do okresů na úrovni všech specializací jako celkem tak, jako tomu bylo v případě rozdělení do specializací a pravděpodobností *ws\_probability*. Postup byl však analogicky aplikovatelný na úrovni jednotlivých specializací. Pro každou specializaci bylo možné vypočítat pravděpodobnosti místa pracoviště podle distribuce lékařů, kteří již povolání v daném regionu vykonávají. Opět byli bráni v potaz pouze ti, kteří se zapsali do ČLK po roce 2014. V případě zubních lékařů, kde není žádná informace o roku absolvování nebo zapsání do ČSK, nebyl časový úsek nijak omezen.

Rovněž při predikci okresu působení lékaře byl zafixovaný parametr *random\_seed* rovnicí:

$$random\_seed = ws\_count_{year} \times year \pmod{10^4}, \quad (4.6)$$

kde  $ws\_count_{year}$  = počet nových lékařů dané specializace v roce  $year$ .

Parametr simuluje volbu pracoviště studenta a předpokládá se pouze jedno pracoviště, tedy i okres na osobu.

Celkovým výstupem této predikce je počet nových lékařů v daném okresu od roku 2022 do roku 2026 pro všechny specializace. Výstupy jsou variabilní na základě parametru *clk\_ratio*. Záznamy těchto hodnot je k dispozici v souboru *data/pred/new\_doctors\_prediction.csv* nebo v databázi jako tabulka *NewDoctorsPrecomputed*.

#### 4.2.4 Predikce dostupnosti lékařské péče

Predikce jednotlivých částí je k dispozici v souboru *src/scripts/models.ipynb* v páté sekci s názvem *Prediction*. Získané soubory byly konvertovány do tabulek v databázi webové aplikace<sup>1</sup> a výsledná predikce probíhá strategií lazy evaluation až podle nastavení parametrů uživatele.

Volitelných parametrů je v predikci celkem pět. Prvním parametrem je lékařská specializace. Poskytuje na výběr ty specializace, ve kterých dochází k průniku množin specializací lékařů a zdravotnických výkonů. Například laboratorní výkony nejsou do této množiny zahrnuty. Nutnou podmínkou pro zobrazení hodnoty v okresu je nenulová kapacita v něm praktikujících lékařů. V případě, že není zvolena žádná konkrétní specializace, výsledný model poskytuje souhrnný náhled na lékařskou péči bez ohledu na obor. V takovém případě jsou predikovány hodnoty všech specializací zvlášť a výsledné hodnoty jsou agregovány.

Dalším parametrem je volba roku z rozsahu let 2020-2026. Pokud je zvolen rok 2020, nebo 2021, do výsledné modelace nevstupuje predikce nových lékařů. Tyto roky jsou zahrnuty pro porovnání s predikcemi z let 2022-2026 a jsou založeny na pevných datech získaných ze státních orgánů.

Třetím parametrem je již diskutovaný *clk\_ratio*. Nemá vliv na zobrazení v letech 2020 a 2021, vstupuje pouze do let predikce. Výchozí hodnota je nastavena na 0,72.

Parametr důchodového věku *age\_threshold* určuje hranici, ve které odchází lékaři do penze a přestávají vykonávat praxi. Výchozí hodnotou je 65 let. Ovšem jak bylo analyzováno v sekci 3.2, téměř 40 % jich má 60 a více let. České zdravotnictví by podle tohoto formátu přišlo do pěti let o dvě pětiny lékařů za předpokladu, že by do komory nevstoupil žádný nový lékař (*clk\_ratio* = 0). Přichází čas výrazné generační obměny, kterou by nemuselo české zdravotnictví ustát, ať z pohledu kapacit, tak z pohledu kvality lékařské péče. Graf 3.4 ukázal, že mnoho lékařů provozuje praxi i po překročení výchozí hranice důchodového věku 65 let. Proto je parametr důchodového věku volitelný z rozsahu 60-75 let, aby bylo možné sledovat závislosti predikce na tomto prahu.

Základní formát predikce předpokládá 40hodinovou týdenní pracovní dobu (1 kapacita lékaře = 40 hodin týdně), která vychází ze zákoníku práce[55]. Opět se v praxi jedná o nereálnou situaci, jelikož je u mnoha specializací běžné vykonávat služby nad rámec běžné pracovní doby[56]. Právě díky lékařským službám je mnoho oborů v udržitelném stavu. Jedná se ale o dobrovolnou práci lékařů navíc, která je kompenzovaná proplácenými přesčasy. Aby predikce reflektovala co nejněvčetněji reálnou situaci, byl do predikce zaveden parametr *hours\_weekly*  $\in \{30, \dots, 100\}$ , podle kterého lze měnit délku týdenní pracovní doby lékaře.

Do modelu vstupuje těchto pět volitelných hyperparametrů a následná evaluace probíhá podle jejich hodnot. Výsledná predikce je sloučením tří predikcí z předchozích sekcí.

Podle vybrané specializace a roku jsou z databáze lékařských výkonů vybrané okresy a jejich roční časová náročnost v daném regionu.

Dále jsou z databáze vybrány příznaky predikce aktuálních lékařů, konkrétně okres a kapacita, opět podle zvoleného roku a specializace.

Pokud je uvedený rok z doby 2022-2026 do predikce vstupuje poslední část predikce – noví lékaři. Také u nich je vstupem do finální predikce kapacita nových lékařů zvolené specializace v jednotlivých okresech z let  $\{2022, \dots, year \mid year \text{ je zvolený rok pro predikci}\}$  a podle parametru *clk\_ratio*. Souhrnné kapacity nových lékařů jsou přičteny k hodnotám těch aktuálních ve vybraném roce.

---

<sup>1</sup>popsané v sekci 5.1

Pro zvolenou specializaci jsou následně vypočteny roční kapacity v minutách ve všech okresech, ve kterých se provozuje tato praxe. Pro výpočet se standardně bere 40hodinový pracovní týden a počet pracovních dní v daném roce. Právě podle parametru *hours\_weekly* lze časovou stopu dynamicky měnit. Motivací k tomuto kroku bylo získání časových údajů lékařů, které se dají poměřit s časovými údaji proplacených zdravotnických výkonů na úrovni okresů. Právě tyto časové údaje byly porovnány. Do výsledné mapy se zobrazuje poměr mezi nimi v procentech podle vzorce 4.7:

$$final\_ratio_{d|y,s,c,h,a} = 100 \times ic\_time_{d|y,s} / doc\_time_{d|y,s,c,h,a}, \quad (4.7)$$

kdě *final\_ratio* = výsledný poměr časových nákladů v procentech,

*ic\_time* = časová náročnost (predikovaných) lékařských výkonů,

*ic\_time* = (predikovaná) časová kapacita lékařů,

*d* = okres,

*y* = zvolený rok,

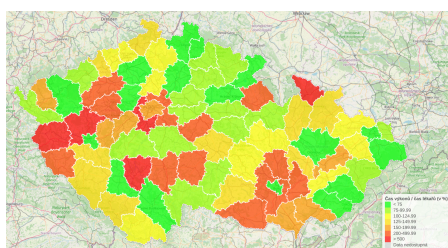
*s* = specializace,

*c* = hyperparametr *clk\_ratio*,

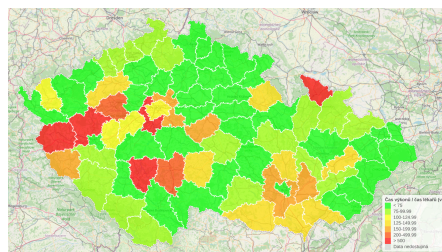
*h* = hyperparametr *hours\_weekly*,

*a* = hyperparametr *age\_threshold*.

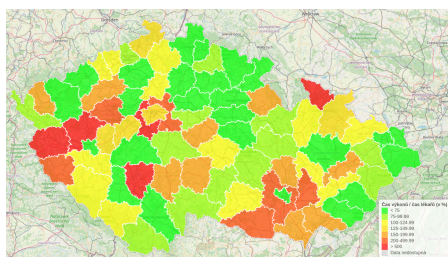
Mapa predikce s volitelnými parametry je dostupná ve webové aplikaci (viz 5.4.2). Demonstrace závislosti parametrů na predikci a samotnou predikci demonstrují obrázky 4.4.



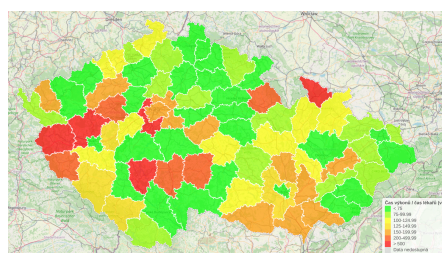
(a)  $c=0,72$ ,  $a=65$ ,  $h=40$



(b)  $c=0,72$ ,  $a=65$ ,  $h=60$



(c)  $c=0,72$ ,  $a=72$ ,  $h=40$



(d)  $c=1$ ,  $a=65$ ,  $h=40$

■ **Obrázek 4.4** Srovnání predikcí vnitřního lékařství (*s* = vnitřní lékařství) pro rok 2025 ( $y = 2025$ ) v závislosti na parametrech 4.7

Obrázek (a) reprezentuje mapu predikce dostupnosti vnitřního lékařství v roce 2025 s výchozími hodnotami *clk\_ratio* = 0,72, *age\_threshold* = 65 a *hours\_weekly* = 40. Na něm jsou patrné čtyři výrazné kritické oblasti. Tachovsko a hraniční okresy na západě republiky patří ve všech specializacích mezi nejhorší okresy. Brno stahuje do svých nemocnic lékaře z celé jižní Moravy a v jejích okresech tak zůstává větší zátěž na zbylých lékařích. Stejná situace může nastávat i v okresech Tábor, Písek a Jihlava. Ty se nachází mezi největšími městy v České republice, a tak se lékaři pocházející z těchto oblastí mohou stahovat právě do velkoměst. Poslední

kritickou oblast tvoří Praha, která je přetížená počtem obyvatel. Při nastavených parametrech nedokáže v roce 2025 dostatečně pokrýt lékařskou péči. Pokud je zvýšen počet hodin za týden na 60 (obrázek (b)), stává se vnitřní lékařství dostupnějším. Lze z toho usuzovat, aby nedocházelo právě k těmto výpadkům v poskytování péče, budou muset lékaři této specializace v Praze vykonávat služby nad rámec standardní pracovní doby. Situace se při zvýšení počtu pracovních hodin za týden zlepší téměř ve všech oblastech vyjma prvních dvou jmenovaných. Tábořsko a Tachovsko čelí kritickému nedostatku lékařů, které nedokáží vykompenzovat ani přesčasy.

Ukázka toho, jak se sdružují starší lékaři mimo okresy s většími městy demonstruje obrázek (c). Téměř každý okres s nižší urbanizací dosahuje s nastavením důchodové hranice na 72 let lepších výsledků v porovnání s obrázkem (a). Naopak na Jihomoravský kraj nemá změna tohoto parametru téměř žádný vliv. Z toho lze soudit, že v tomto kraji nebude nutná generační obměna lékařů, stačí pouze doplnit stavy.

Pokud se všichni absolventi Všeobecného lékařství od roku 2022 do roku 2025 rozhodnou vstoupit do ČLK (obrázek (d)), bude to mít pozitivní dopad především na okresy ze středu žebříčku výkonnostní kapacity. Pokud se absolventi budou distribuovat stále stejně tak, jako tomu bylo od roku 2015, bude v nich kvalitněji pokryté vnitřního lékařství. Naopak na ohrožené oblasti to bude mít minimální dopad. V případě jižní Moravy a Prahy se situace mírně zlepší, ale zbylé dva kritické regiony pravděpodobně nedokáží nabídnout konkurenceschopné podmínky lékařům a situace v nich zůstane vážná.

### 4.3 Shrnutí

Hlavní částí práce je mapa predikce dostupnosti lékařské péče v ČR. Aby byla tato část realizovatelná, předcházela k tomu detailní analýza a navzorkování zdravotnických výkonů do okresů v jednotlivých letech z dostupných dat. Výkony byly spojeny s oficiálním číselníkem seznamu zdravotních výkonů, ve kterých jsou uvedeny i časové limity pro jednotlivé výkony. Tím byla získána rámcová doba výkonů. Následně byly výkony agregovány podle lékařských odborností, aby je bylo možné přiřadit ke konkrétním lékařským specializacím. Poté byly dopočítány jejich hodnoty pro celou populaci České republiky. Výsledně byly na základě těchto záznamů predikovány hodnoty lékařských výkonů do roku 2026 pomocí Holtovy metody s tlumeným trendem, což tvoří první ze tří částí predikce.

Druhou částí bylo dopočítání kapacit lékařů do roku 2026 v závislosti na počtu jejich specializací, pracovišť a věku.

Poslední částí, která vstupuje do predikce pouze pro roky 2022-2026 je predikce budoucích lékařů. Na základě dostupných dat, rozdělení lékařů z posledních let a myšlenkového postupu absolventů byly předpovězeny nové kapacity všech specializací v okresech.

Tyto části byly sloučeny do výsledné mapy předpovědi dostupnosti lékařské péče. Ta má pět uživatelem volitelných parametrů a reflektuje tak predikci na základě zadaných údajů.



# Webová aplikace

Posledním bodem této práce bylo vytvoření internetové aplikace. Přestože je toto téma zpracované jako diplomová práce, je účelné zpracování výsledků také do podoby webové stránky, pokud je chceme prezentovat široké veřejnosti. U té je pravděpodobnější získání informací návštěvou internetové stránky než čtením práce. Jak již bylo zmíněno v úvodu, práce je koncipovaná tak, aby upozorňovala na problém dostupnosti zdravotnické péče nejen akademickou sféru, ale také jakoukoliv osobu se zájmem o tuto problematiku, a to i bez příslušného vzdělání.

Cílem této části je blíže představit architekturu a funkcionalitu webové aplikace. Model aplikace byl rozdělen na 3 části – databázovou vrstvu (viz 5.1), vrstvu pro přístup k datům (viz 5.2) a finálně prezentační vrstvu (viz 5.3). Popisy a obrázky jednotlivých stránek aplikace z uživatelského pohledu popisuje sekce 5.4.

Výslednou aplikaci je možné spustit lokálně pomocí instalačních instrukcí, které jsou k dispozici v příloze G nebo souboru *README.md*.

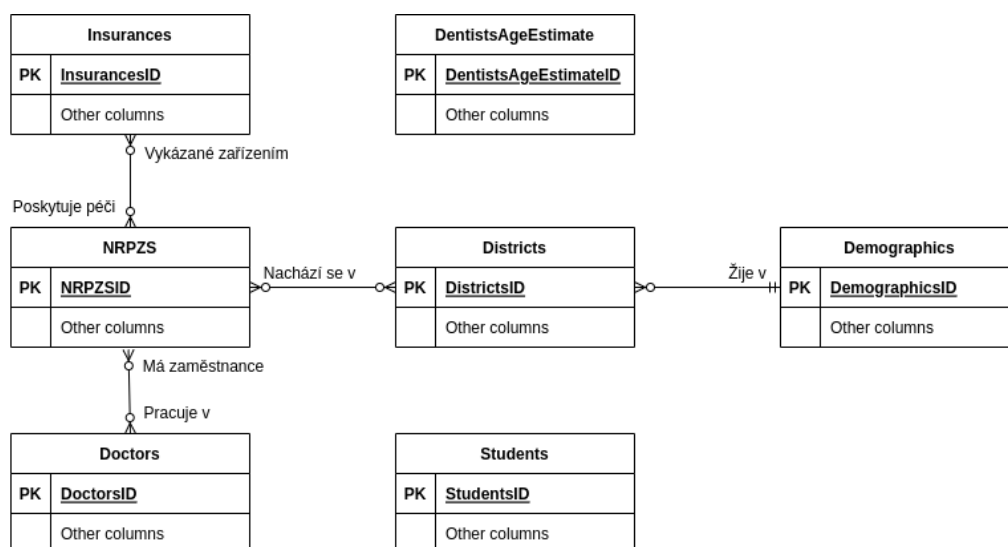
## 5.1 Databáze

Pro účely webové aplikace bylo nutné zajistit nepřetržitý přístup k datům. Ideálním nástrojem pro tento případ užití je databáze. Z důvodu omezení ve smyslu neveřejně dostupných dat, o které bylo žádáno v rámci zákona 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, případně omezení reCAPTCHA u web scrapingu, nedochází k žádné periodické aktualizaci dat. Neděje se tak v datových souborech, které jsou vystavené v podobě otevřených dat Českým statistickým úřadem a Ústavem zdravotnických informací a statistiky ČR pro zachování konzistence časového období. Tabulky s daty jsou tedy statické, žádná nová data do nich nevstupují.

Zároveň žádná ze získaných tabulek není natolik obsáhlá (maximálně v nižších řádech desítek MB), aby byla nutná práce s big daty nebo NoSQL databázovým konceptem. Z výše zmíněných důvodů a v rámci finanční úspory byla zvolena open-source RDBMS PostgreSQL<sup>1</sup> databáze ve verzi 12.12 poskytující dostatečnou funkcionalitu pro tyto účely.

Všechny csv soubory zpracované v kapitole 2 byly nahrány do příslušných tabulek v PostgreSQL databázi. Základní pohled na model databáze zobrazuje obrázek 5.1. Ten obsahuje pročištěná data, která byla získána v rámci žádostí o informace. Sloupce, které v tomto modelu nejsou zobrazeny, jsou označeny jako *Other columns*. Odpovídají sloupcům z datasetů popsanych v 2.3. Záznamy ve všech tabulkách mají navíc svůj primární klíč pro jednoznačnou identifikaci. Všechny úpravy vznikly za účelem optimalizace pro jednoduché dotazování z backendové vrstvy. Detailní struktura tabulek je uložena v souboru *src/app/models.py*.

<sup>1</sup><https://www.postgresql.org/>



■ **Obrázek 5.1** Základní model databáze

Tabulky *Students* a *DentistsAgeEstimate* nemají žádné vazby na ostatní tabulky. Neexistuje žádná přímá relace mezi studenty a absolventy z tabulky *Students* a ostatními tabulkami. Data jsou anonymizovaná a žádný ze záznamů tak není spárovatelný se záznamy z tabulky *Doctors*. Zároveň data studentů neposkytují ani detailní informaci o místě trvalého bydliště nebo aktuální pracovní pozici a její lokaci, takže se nenabízí žádná vhodná vazba. Ta se naopak nabízí mezi záznamy tabulky *DentistsAgeEstimate* a záznamy zubních lékařů z tabulky *Doctors*. Nicméně již v sekci 2.3.2 bylo zmíněno, že takovéto propojení není žádoucí z důvodu zavádějícího stáří zubařů s ohledem na lokaci jejich pracoviště.

Součástí databáze jsou také tabulky s předpočítanými hodnotami pro predikce, aby nedocházelo k dlouhým časovým prodlevám při zobrazování. Každá část predikce má vlastní tabulku, která není propojena žádnými vazbami s ostatními. Ty vznikají až při zpracování a sloučení predikcí, které popisuje sekce 4.2.4, tedy po zadání parametrů uživatele a dotazu do databáze.

Pro přístup do databáze z aplikace byl vytvořen soubor `src/app/config.py`, který mimo jiné ukládá i jednotný identifikátor zdroje (URI), který slouží k přesné identifikaci zdroje a obsahuje přístupové údaje do databáze.

## 5.2 Backend

Vrstva pro přístup k datům je postavená na programovacím jazyku Python ve verzi 3.7.4. Hlavním frameworkem využitým v této práci je Flask<sup>2</sup>. Jedná se o mikro webový aplikační framework, který nevyžaduje konkrétní nástroje ani vnitřní knihovny. Byla použita verze 2.1.3. Tento framework je založen na Jinja template engine<sup>3</sup> pro jednodušší generování HTML stránek a nástroji Werkzeug<sup>4</sup>, WSGI knihovně pro webové aplikace.

Pro dotazování do databáze bylo aplikováno rozšíření Flasku – Flask-SQLAlchemy<sup>5</sup> ve verzi 2.5.1. SQLAlchemy je SQL toolkit a Object Relational Mapper pro Python. Jeho největší výhodou je poskytnutí plné flexibility a funkčnosti jazyka SQL, aniž by bylo nutné disponovat

<sup>2</sup><https://flask.palletsprojects.com/en/2.2.x/>

<sup>3</sup><https://jinja.palletsprojects.com/en/3.1.x/>

<sup>4</sup><https://werkzeug.palletsprojects.com/en/2.2.x/>

<sup>5</sup><https://flask-sqlalchemy.palletsprojects.com/en/3.0.x/>



jeho znalostmi. Tím také zároveň zjednodušuje práci, veškeré dotazování a následné transformace mohou být prováděny na jednom místě a ve stejném jazyce[57]. Data z tabulek z databáze mapuje na třídy deklarované v Pythonu. K datům pak lze přistupovat jako k jednotlivým atributům konkrétních instancí dané třídy. Atributy tříd musí mít podle dokumentace SQLAlchemy jasné deklarované typy a jména. Ve výsledné aplikaci v souboru *src/app/models.py* jsou deklarované třídy totožné s tabulkami v PostgreSQL.

Pro načtení dat do databáze byl použit skript *src/scripts/data2db.ipynb*. Pro každou tabulku byla upravena její struktura podle typů a omezení sloupců příslušných datasetů. Příkazy pro vkládání tabulek do databáze skrze skript jsou v souboru *data/final/db\_queries.txt*.

Součástí backendové vrstvy jsou především soubory *src/app/queries.py*, sloužící k dotazování do databáze, a *src/app/predictions.py*, ve které se propojují již zmiňované predikce do výsledného formátu, který popisuje sekce 4.2.4.

## 5.3 Frontend

Prezentační vrstva je založena na kombinaci tří jazyků – Python, JavaScript a značkovacího jazyku HTML. V předchozí sekci byly popsány vztahy Pythonu a HTML na základě frameworku Flask. Frontendovou částí napsanou v Pythonu je soubor *src/app/views.py*. Jeho hlavním úkolem je přeposílání dat z backendové části a případně základní zpracování těchto dat a proměnných, které se dynamicky vykreslují v HTML šablonách. Zároveň právě Python část frontendu také renderuje HTML soubory.

HTML šablony se nachází ve složce *src/app/static/*. Pro každou podstránku aplikace existuje jeden soubor, přičemž základní vlastnosti každé stránky jsou děděny ze souboru *base.html*. Ten obsahuje univerzální šablonu pro všechny podstránky a sjednocuje jejich rozložení. Pro lepší vizuální zpracování aplikace a sjednocení vzhledu byly využity CSS styly v souboru *src/app/static/style.css*. Ty sjednocují vzhled záhlaví, zápatí, styl vložených obrázků, map a jiných elementů, které se na stránce objevují.

Poslední část frontendu je vytvořen v jazyce JavaScript. Ten byl do práce zahrnut ze dvou hlavních důvodů. Prvním je interaktivní vizualizace grafů za pomoci knihovny ApexCharts, ve které jsou grafy uživatelsky a graficky přívětivější než v Pythonu za cenu nižší časové náročnosti.

Druhým důvodem je implementace mapy do webové aplikace. V celé aplikaci byla pro zobrazení mapy použita JavaScriptová knihovna Leaflet. K vykreslení okresů byl využit projekt CzechGPSPolygonList[58], součástí kterého jsou souřadnice hranic a názvy okresů. Při najetí kurzorem na okres se zobrazí příslušná hodnota pro danou lokaci a její název. Okres je dynamicky vybarven podle intervalu v legendě, do kterého spadá. Tato vlastnost je implementovaná na všech mapách aplikace.

JavaScriptové soubory jsou uloženy ve složce *src/app/static/js/*.

## 5.4 Uživatelský pohled

Předchozí sekce této kapitoly se zabývaly architektonickým řešením aplikace a popisovaly využití různých nástrojů. Tato sekce naopak představuje čisté funkcionality a jednotlivé části z pohledu běžného uživatele. Jednotlivé podsekce jsou rozděleny podle podstránek.

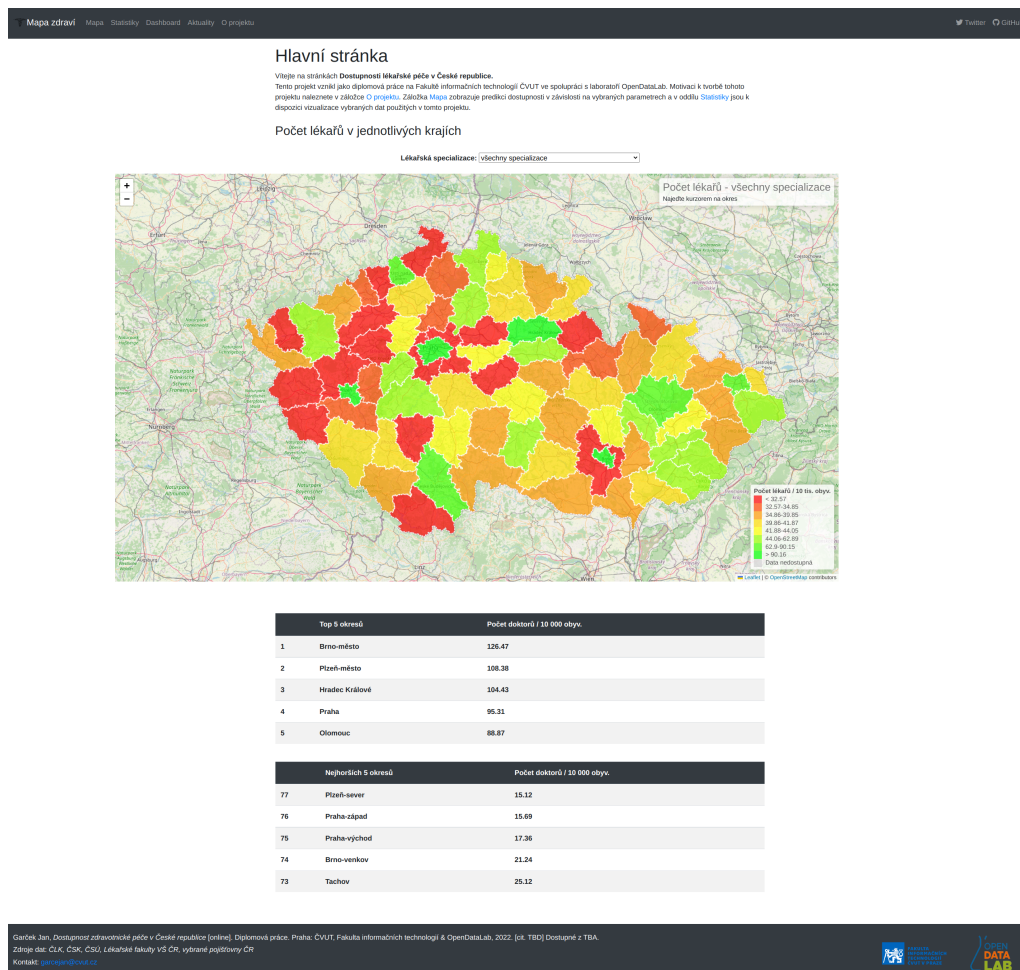
### 5.4.1 Hlavní stránka

Hlavní stránka tohoto projektu je koncipována jako rozcestník s vysvětlivkami ostatních záložek. Na této stránce se nachází také mapa s počtem lékařů na 10 000 obyvatel, která je zobrazena na obrázku 4.1. Pomocí dropdown listu, který je k mapě přidán jako volitelný parametr, lze zobrazovat konkrétní lékařské specializace v okresech. Zároveň jsou na stránce dvě tabulky, které

ukazují pět okresů s nejvyšší, respektive nejnižší koncentrací lékařů v České republice pro vybraný parametr specializace.

Lékaři jsou rozděleni do 9 kategorií podle kvantilů (0, 0,2), [0,2, 0,3), [0,3, 0,5), [0,5, 0,65), [0,65, 0,75), [0,75, 0,9), [0,9, 0,95), [0,95, 1] a kategorie *Data nedostupná*, pokud nejsou žádní lékaři s vybranou specializací v daném okrese.

Hlavní stránku zobrazuje obrázek 5.2.

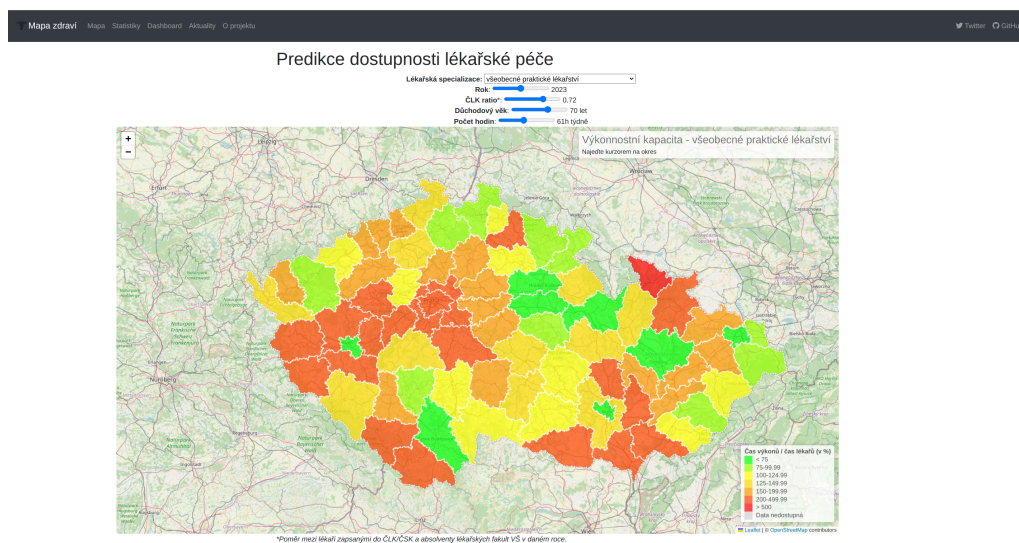


■ **Obrázek 5.2** Domovská stránka s mapou hustoty lékařů, tabulkami okresů, záhlavím a zápatím

## 5.4.2 Mapa

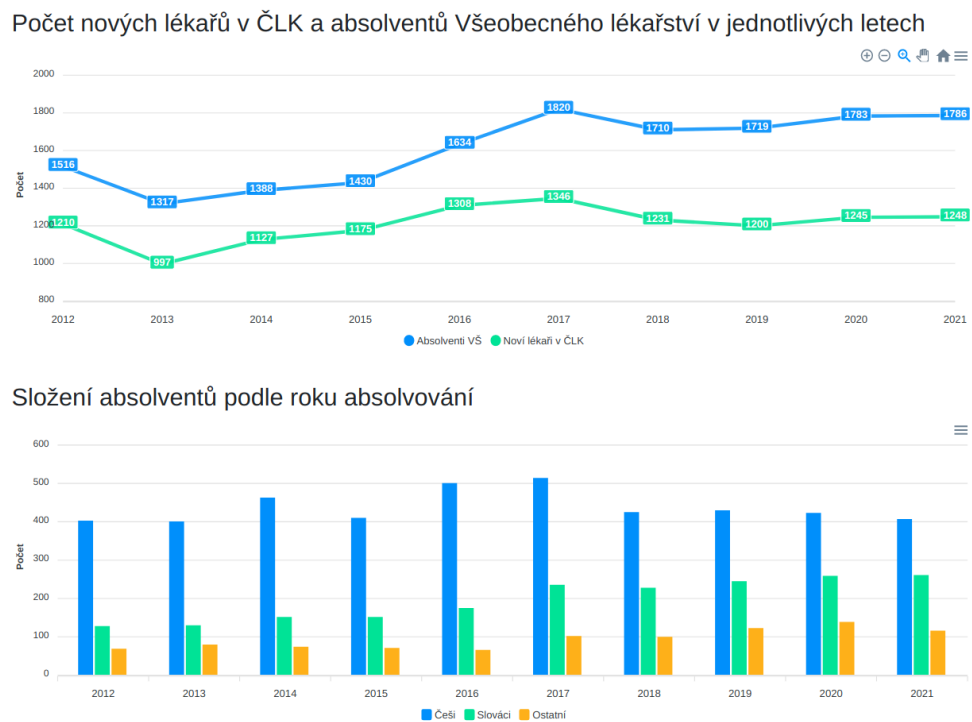
Tato část webové stránky poskytuje mapu predikce dostupnosti lékařské péče v České republice, tedy hlavní část práce, která je diskutována v kapitole 4. Součástí této stránky jsou i volitelné parametry, které byly v předchozí kapitole zmíněny. Nachází se v oblasti nad mapou. Uživatel může zvolit predikci podle svých požadavků. Při změně jakéhokoliv parametru dojde k okamžitému překreslení mapy. Ta zobrazuje výkonnostní kapacitu v procentech. Specializace jsou rozděleny do intervalů (0, 75), [75, 100), [100, 125), [125, 150), [150, 200), [200, 500), [500, +∞). Opět je přidána kategorie *Data nedostupná*, pokud nelze spočítat výslednou hodnotu predikce.

Obrázek 5.3 ukazuje, jak tato stránka vypadá z uživatelského pohledu.



■ Obrázek 5.3 Stránka Mapa predikce dostupnosti lékařské péče v ČR

### 5.4.3 Statistiky



■ Obrázek 5.4 Vybrané statistiky z podstránky Statistiky

Na této stránce se nachází vybrané statistiky a grafy, které byly představeny v kapitole 3 nebo příslušném notebooku. Grafy dostupné na této stránce jsou vytvořeny primárně v JavaScriptové

knihovně Apecharts. Demonstrací těchto grafů ukazuje obrázek 5.4. Obsahově se jedná o největší stránku, proto byly do obrázku vybrány jen některé grafy, které se na stránce nachází. Zároveň i zde se nachází mapa — mapa průměrného věku lékařů.

#### 5.4.4 Dashboard

Tato stránka je přípravou pro PowerBI dashboards, na kterých si budou moci uživatelé stránek zobrazit data podle vlastních potřeb a zájmů na základě předpřipravených šablon a dostupných tabulek z databáze.

#### 5.4.5 Aktuality

Mezi dalšími stránkami je záložka Aktuality. Motivací pro tuto stránku je vytvoření přehledu s aktualitami o tématu zdravotnické péče z externích zdrojů (např. propojení tweetů z Twitter) a novými informacemi o aktualizaci dat, dostupných funkcionalit a verzí projektu. Podmínky pro implementaci jsou rozebírány v kapitole 6.

#### 5.4.6 O projektu

Tato podstránka je vytvořena primárně za účelem popisu projektu pro lepší pochopení problematiky uživatelem. Je zde vysvětlena motivace, přiblíženy technické detaily a omezení a další informace o projektu. Veškerý text (s drobnými úpravami) pochází z této práce, primárně z kapitoly 1. Z metodologického a prezentačního pohledu není relevantní.

#### 5.4.7 Záhloví a zápatí

Záhloví a zápatí lze nalézt na každé stránce webové aplikace. Záhloví tvoří rozcestník práce. Dá se z něj dostat do příslušných podstránek, ale také na twitterový účet tohoto projektu Dostupnost lékařské péče v ČR[8] a zdrojové kódy projektu na Githubu[17].

V zápatí se nachází informace o projektu a kontaktní informace.

Jak obě tyto části vypadají, ukazuje 5.2.

### 5.5 Shrnutí

Tato kapitola popisuje poslední část diplomové práce, webovou aplikaci. Byla rozdělena do dvou částí – z pohledu technických vlastností a z pohledu uživatele.

Z technického pohledu byly představeny databázová, backendová i frontendová vrstva a s nimi spojené nástroje, které byly při práci použity. Webovou aplikaci je možné pustit buď ve vývojářském nebo produkčním prostředí. Pro účely spuštění v produkčním prostředí byla celá aplikace dockerizovaná. Hlavní výhodou dockerizace je jednoduchá nasaditelnost v různých prostředích. Postup, jak spustit produkční verzi, popisuje příloha G.

Pohled uživatele popisuje vzhled a funkcionalitu stránky aplikace. Ke každé podstránce, která prezentačně důležitá, je přidán obrázek.

## Kapitola 6

# Diskuze

Práce se potýkala s různými limity danými především vnějšími vlivy. Cílem práce je poskytnutí univerzálního a jednoduchého modelu, který zachycuje nejdůležitější faktory v rozhodování dostupnosti zdravotnické péče, eliminuje riziko neočekávaných událostí a generalizuje odlišnosti.

Výsledná modelace byla zjednodušena. Stejně tak byly zanedbány některé vlivy a proměnné, které se do výsledného stavu promítají a výsledky by dokázaly zpřesnit, ovšem z důvodu ochrany osobních údajů nebyly poskytnuty (například trvalé bydliště studentů). Zároveň mnoho parametrů, které určují výsledné hodnoty predikce, se z pohledu práce jeví jako nekonceptní a obtížně splnitelné. Mezi tyto faktory se řadí ordinační hodiny lékařů nebo primární a vedlejší pracoviště poskytovatelů zdravotnických služeb. Zároveň není v časových možnostech práce zjistit aktuální stav každého poskytovatele služeb a stavu jeho pracoviště. Práce tudíž nesleduje kvalitu lékařské péče, pouze její dostupnost. Předpokládá se, že podmínky, vybavení a kvalita poskytování péče jsou všech zdravotnických zařízení stejné.

Přestože tato práce přistupuje ke všem zdravotnickým zařízením jako k jednotným se stejným vybavením, mapy zobrazující závislosti predikce na parametrech 4.4 nepřímo naznačují, že tomu tak není. Na těchto příkladech bylo ukázáno, že obor vnitřního lékařství na Tachovsku bude v roce 2025 v kritickém stavu. V tom se podle dostupných dat již několik let nachází. Okresu chybí nemocnice, která v roce 2002 byla uzavřena[59], její kapacity supluje poliklinika v Tachově a Boru. Nedostatečně. Navíc u nich nelze předpokládat, že reálně disponují stejným vybavením jaké mají k dispozici fakultní a krajské nemocnice. Pro porovnání celé město Tachov v roce 2022 operovalo s rozpočtem 484 milionů Kč[60], městská nemocnice Ostrava disponovala rozpočtem 2,48 miliardy Kč[61]. Právě rozpočty jednotlivých zařízení a finance, se kterými disponují, nejsou do práce též zakomponované.

Okres se řadí mezi nejhorší v České republice téměř ve všech specializacích. V mnoha z nich dokonce ani lékaře nemá (například psychiatrii). Žije v něm téměř 53 tisíc obyvatel[62]. Ve vážných zdravotních situacích jsou spádovými nemocnicemi okresu nemocnice Svatá Anna v Plané a Stodská nemocnice. Ty jsou však pro některé obce vzdáleny až půl hodiny dopravním prostředkem[63].

V roce 2021 se objevila zpráva o plánování nové nemocnice v Tachově[64]. Ta je ovšem stále v prvotní fázi projektování a potrvá mnoho let, než a pokud vůbec bude nemocnice v Tachově znovu otevřená. Do té doby není okres konkurenceschopný s těmi, které disponují kvalitním lékařským zázemím. Přestože má poměrně strategickou polohu a z mnoha dalších pohledů se jedná o atraktivní okres, jde stále o periferní lokalitu a lékaři primárně volí jinou destinaci.

Okres Tachov není jediným okresem, který čelí tomuto problému. Avšak na rozdíl od většiny těchto okresů Tachov hraničí výhradně s dalšími problémovými okresy, které tvoří „nárazníkovou zónu“ pro dostatečné pokrytí lékařské péče. Tím tak odsouvají Tachov do druhé vrstvy, což problému dostupnosti lékařské péče pouze přitěžuje. Právě o problémech vznikajících koncentrací

lékařství v metropolitních oblastech Spojených států amerických na úkor venkovských oblastí v 80. letech 20. století pojednává publikace Lanise L. Hickse *Availability and Accessibility of Rural Health Care*[65] V této publikaci upozorňuje na rizika a zanedbávání lékařské péče občanů žijících mimo metropole, pokud se lékařský personál koncentruje ve velkých specializačních zařízeních největších měst.

Podobná situace jako na Tachovsku je také v okrese Jeseník. Ten sice disponuje okresní nemocnicí ve městě Jeseník, ale geograficky se rozkládá na obtížně dostupném terénu. Tamější pohoří je turisticky, sportovně i rekreačně zajímavé pro mnoho lidí. Ti v případě zranění během aktivit zatěžují již přetíženou Jesenickou Nemocnici. Podle predikce se základními hodnotami parametrů se situace v okrese bude v následujících letech konstantně zhoršovat. Jedná se tak o jiný druh problému než na Tachovsku, ve kterém se musí nejdříve vytvořit pracovní místa pro lékaře. Jeseník je o krok dál, zbývá „jen“ udělat nemocnici atraktivní pro nové lékaře, případně zvýšit kapacitu.

Do pracovních úvazků lékařů v práci nejsou zahrnuta osobní volna, dovolené a nemocenské. Smluvní podmínky lékařů jsou odlišné. Minimální uzákoněná dovolená pro lékaře ve státním sektoru je 5 týdnů, pro lékaře v soukromém 4[55]. Nelze však taxativně předpokládat, že všichni lékaři mají tyto sazby ročních dovolených. Některé ordinace a kliniky mohou poskytovat výhodnější benefity pro zaměstnance. Lékař provozující soukromou praxi může pracovat podle svého uvážení. Zohledněny nejsou také lékařské služby, které jsou v různých specializacích odlišné. Předpokládá se výchozí pracovní doba lékaře 40 hodin týdně, která může být změněna parametrem *hours\_weekly*. Její praktické využití lze vidět na mapě 4.4 (b), ve kterém je v porovnání s mapou (a) viditelně lepší pokrytí výkonů a věrohodněji reflektuje skutečnost.

Do predikce nejsou zahrnuty žádné neočekávané události, jakými byla například epidemie covid-19, která výrazně ovlivnila české zdravotnictví a ohrozila dostupnost zdravotnické péče v ČR v letech 2020 a 2021[6]. V případě predikce lékařských výkonů byl právě tento faktor co nejvíce utlumen, aby reflektoval „běžný“ rok bez epidemie.

Pokud všechny výkony specializace mají uvedenou nulovou hodnotu v položce času v seznamu zdravotních výkonů[46], výsledný model predikuje nulovou výkonnostní kapacitu. To je demonstrováno v případě gynekologie, ve které byli v minulosti lékaři na Karlovarsku podle zpráv přetížení a bez volných kapacit[66]. Výsledný model nedokáže tuto faktickou událost podchytit. Při použití dat ze seznamu zdravotních výkonů může proto docházet k nepřesným výsledkům, především pokud jsou hodnoty času výkonu špatně nastavené. Sledovanou výkonnostní kapacitu proto nelze prezentovat jako vytížení lékařů. Lékaři mohou být schopni odbavit výkony za kratší, ale i delší časový úsek. Příklady jsou geriatric, kde hodnoty výkonnostní kapacity nepřesahují 50% hranici v žádném z dostupných okresů, a naopak klinická onkologie, kde hodnoty přesahují do řádů tisíců procent. Ani v jednom z oborů nejsou evidovány žádné zprávy o přetížení, ani podstavech lékařů.

Možným řešením je přidělení konkrétního časového údaje pro všechny dostupné lékařské výkony, nikoliv pouze u vybraných. U mnoha z nich však nelze nastavit pevné časové limity, za které by lékaři měli daný výkon stihnout. Pokud lékaři operují nebo jsou u porodu, není logické jim nastavovat nějaké hranice. Na základě reálného vytížení lékaře z historických dat lze však rámcově odhadnout běžnou časovou náročnost výkonů. Právě tyto hodnoty jsou směrodatným ukazatelem reálné vytíženosti lékařů. Tím je možné demonstrovat celkovou vytíženost lékařů a případný nedostatek jejich kapacit pro pokrytí zdravotnické péče v regionu. Není však v možnostech práce ověřit, zda reálná časová délka výkonu skutečně odpovídá času ze seznamu zdravotních výkonů. Předpokládá se, že délky výkonů budou vyhodnocovány odpovědnými osobami a v pouze nezbytně nutných případech jsou časové hodnoty v seznamu volné, nebo nulové. Tato práce může poskytnout těmto osobám pohled na reálné využití výkonů a na základě dat optimalizovat časové údaje číselníku. Zároveň nebylo ani ověřováno, zda nejsou výkony vykazovány častěji, než dovoluje seznam zdravotních výkonů.

Do výsledného skutečného vytížení lékařů je také nutné počítat s administrativní prací, která je spojená s poskytováním zdravotnické péče. Ta může tvořit až 50 % času[67].

V sekci 3.1 byl zaznamenán a rozebrán propad procentuálního přechodu absolventů všeobecného lékařství do České lékařské komory. Tento propad byl přibližně 12%. Poměr přechodů z let 2012-2016 se snížil z 83,84 % na 71,78 % za roky 2017-2021. V absolutních číslech těchto 12 % tvoří přibližně 1 000 studentů v letech 2017-2021. Předpokládejme, že všichni tito studenti splňovali po celou dobu studia podmínky pro studium zdarma a studovali v českém jazyce standardní délku studia, tedy 6 let. Po tuto dobu bylo zodpovědností státu dotovat vysoké školy a hradit studium za tyto studenty. Podle dostupných informací vysokých škol jsou poplatky za všeobecné lékařství: 43 000 Kč za započatých 6 měsíců studia na 1LFUK, 1LFUK, 1LFUK, HKUK, PLUK (dále jen UK)[68], 20 000 Kč za započatých 6 měsíců studia na UPOL[69], 36 000 Kč za započatých 6 měsíců studia na MUNI[70]. OVA vypočítává cenu studia individuálně, částky nejsou k dispozici. Jelikož je poplatek neznámý, je pro následující výpočet stanoven na dolní hranici, tedy 20 000 Kč za započatých 6 měsíců studia, které se platí na UPOL. Kódy pro jednotlivé lékařské fakulty univerzit uvádí tabulka 2.3. Poplatky jsou relevantní k akademickému roku 2022/2023, ale v posledních letech zůstává cena neměnná.

Protože se stále očekává určitá ztrátovost při přechodu absolventů do ČLK, uvažujme poměrové rozdělení mezi jednotlivými fakultami z dostupných dat. Rozdílných 12 % tak tvoří 619 absolventů UK, 225 MUNI, 24 OVA a 120 UPOL. Celková vynaložená částka Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky ČR na dotaci těchto studentů byla 451 milionů Kč, ročně 90 milionů Kč za období 2017-2021.

Ztráta rozdílných 28,22 %, kdyby všichni absolventi všeobecného zdravotnictví byli registrováni do ČLK, dosahuje 1,312 miliardy Kč za stejné časové období. MŠMT dotovalo studium celkem 2 880 absolventům z let 2017-2021, kteří nezačali vykonávat lékařskou praxi na území České republiky v průměrné roční hodnotě 262,4 milionů Kč. Tato čísla jsou uvedena jen pro úplnost, 100% přesun studentů do ČLK je krajně nepravděpodobný z mnoha aspektů. Lze však srovnávat poměry pětiletých období 2012-2016 s 2017-2021, kdy došlo k právě zmiňovanému poklesu.

V roce 2022 MŠMT vyhradilo ve svém rozpočtu 27,3 miliard Kč na činnost vysokých škol[71].

Důležité je si uvědomit, že zmiňované částky automaticky neznamenají, že stát dotoval studium lékaře, který se rozhodl svou praxi vykonávat v zahraničí, a ročně tak investoval přes 262 milionů Kč do osob, které české společnosti a státu samotnému nic nevrátí. Absolvent se mohl také po dokončení studia rozhodnout, že nechce vykonávat povolání lékaře a pouze změnit své povolání, nikoliv zemi působení. Tato práce nedisponuje informacemi o tom, jaký směr absolvent zvolil.

Vysoké školy začaly v posledních letech přijímat do studií více studentů, aby reagovaly na nedostatek lékařů v systému. Pokud se udrží přechod absolventů do ČLK ve stejném poměru jako v posledních letech, lze očekávat nárůst počtu lékařů od druhé poloviny 20. let. Pokud však v následujících letech nastane stejná situace, která se stala v letech 2017-2021, a absolutní čísla lékařů sice nepatrně vzrostou, ale poměr přechodu se opět sníží, výrazně se zvýší náklady státu na získání jednoho lékaře. Podle modelace 3.3 se v letech 2023-2027 předpokládá 9 378 nových absolventů všeobecného lékařství. Pokud by se poměr zapsání do ČLK snížil o 1,78 % na 70% hranici, estimovaný počet lékařů by se snížil o 160 ze 6 734 na 6 564. Státní dotace ke studiu vysokoškolského programu těchto 160 studentů by činila 71,2 milionů Kč. Navíc se jedná o 160 potenciálních lékařů, kteří mohou pokrýt péči specializační péči několika regionů.

Není proto v zájmu státu a českého zdravotnictví, aby se kompenzoval nižší poměr přechodů vyšším počtem studentů lékařských fakult. Tento postup navíc nelze aplikovat donekonečna. Počet lékařů může být sice mírně rostoucí, ale jejich kvalita se sníží a MŠMT bude vynakládat stále více prostředků na dotování lékařských vysokých škol. Důležité je proto vytvořit kvalitní a konkurenceschopné podmínky pro lékaře a motivovat je k setrvání v oboru a v České republice, ideálně v regionech, ve kterých jsou lékaři nejvíce potřební. Právě analýzu k poslední části poskytuje tato práce.

Faktorem, který může mít určitý vliv na vyšší odchod absolventů z oboru nebo republiky, jsou roční poplatky, jež je lékař povinen hradit ČLK, aby mohl provozovat praxi. Ty se navíc

periodicky navyšují. Pro lékaře zaměstnance v roce 2022 činí částka k úhradě ČLK 2 500 Kč, pro rok 2023 je sazba nastavena na 3 000 Kč[72]. To může pro lékaře, kteří spadají do nejnižší platové třídy 11 a jejich plat se pohybuje kolem 40 000 Kč hrubého měsíčně[73], znamenat velký zásah do financí.

Pokud chce lékař vykonávat soukromou praxi, roční členství je ještě o 1 000 Kč dražší. Kvalitnímu pokrytí a dostupnosti lékařské péče po republice tak nepomáhá ČLK, která navíc penalizuje soukromé lékaře pracujících v periferních oblastech, které nedisponují státními zdravotnickými zařízeními.

U běžných povolání je nepřijatelná situace, kdy zaměstnanec hradí svému zaměstnavateli za to, aby mohl vykonávat svou práci. Zaměstnanec se sice může stát součástí odboru a platit příspěvky pro jeho chod, ale členství v něm je čistě dobrovolné. Lékaři tuto možnost nemají.

Nejen v České republice je však zaveden poplatkový systém pro lékaře. V Německu je také povinné platit členské poplatky, ovšem výše se odvíjí od jejich platové hranice. Pro Berlínskou lékařskou komoru poplatky pro lékaře s ročními příjmy do 30 000 € činí 60 €[74], tedy méně než polovinu poplatků ČLK. Na základě tabulek pro rok 2022[73] nemůže lékař z žádné platové kategorie dosáhnout základního ročního platu 30 000 € ( $\approx 60\,490$  Kč měsíčně) s méně než 5 lety praxe.

Průměrná mzda německého lékaře v roce 2022 je 7 462 € ( $\approx 180\,650$  Kč) měsíčně[75].

Přibližně o 10 % vyšší platy než v Česku budou mít od roku 2023 také slovenští lékaři[76]. Základní měsíční mzda slovenského lékaře bez praxe a atestace by měla v roce 2023 být 1 816 € ( $\approx 43\,942$  Kč). To může představovat novou hrozbu pro české zdravotnictví, protože v posledních letech počet absolventů slovenské národnosti překonal 30% hranici (viz graf 3.2). Těm byly do této doby v České republice poskytovány lepší podmínky než právě na Slovensku. Tato výhoda byla dohodou Lékařského odborového svazu Slovenska a slovenskou vládou z počátku prosince 2022 eliminována. Zatím však platí, že české zdravotnictví disponuje lepší základnou a vybavením. Nicméně slovenské zdravotnictví prochází reformami a investuje do svých nemocnic[77]. Příkladem investice je nová nemocnice Nemocnice Bory, nejmodernější nemocnice ve střední a východní Evropě, která bude plně funkční do listopadu 2023[78].

Práce v mnoha ohledech korespondovala s tvrzeními expertů, které byly zveřejněny v průběhu tvorby práce. Jedním z nich je identifikace totožných regionů, ve kterých je nedostatečné množství všeobecných praktických lékařů, jak v rozhovoru pro zpravodajský portál iDNES.cz uvedl lékař MUDr. Dušan Zhoř[79]. Konkrétně se jedná o regiony Mostecka, Karlovarska a vybrané oblasti kraje Vysočina. Lékař v rozhovoru také zmínil, že zdravotní gramotnost je v české společnosti malá a lidé nedostatečně pečují o své zdraví. To podporuje i tvrzení diskutované v sekci 3.3, kdy bylo zjištěno, že na pravidelné zubní prohlídky chodí pouze necelá třetina klientů VZP. Bylo dokázáno, že tato klientela tvoří nezávislý vzorek české populace na základě základních parametrů věku, pohlaví a bydliště.

V sekci 3.3 byla rozebrána aktuální situace zubních lékařů. Na jejich nedostatek upozorňují téměř všechna česká média na svých stránkách[40][41][43], ale i sociálních sítích[42]. Ve srovnání s ostatními zeměmi světa Česká republika patří mezi ty nejlepší. V počtu zubních lékařů na 1 000 obyvatel se v Evropě za rok 2020 umístila na 9. místě. V kontextu celého světa obsadila 10. pozici s 0,73 zubními lékaři na 1 000 obyvatel[80]. Přesto třetina občanů této země nemá svého zubního lékaře a právě zmiňovaná pouhá třetina chodí na preventivní prohlídky.

I přes tyto velmi dobré výsledky ve srovnání se světem se v České republice vyskytuje mnoho červených oblastí značících nízké zastoupení zubních lékařů. Opět se jedná o primárně periferní a venkovská území, která zobrazuje mapa 3.8. Prezident České stomatologické komory doc. MUDr. Roman Šmucler CSc. však nevidí v územích nepokrytých dostatečnou zubní péčí problém[81]. Podle jeho slov ze stejného článku se jedná o socialistický přežitek. Zároveň lidem doporučuje dojíždění do větších specializovaných center. V těchto centrech mají zubní lékaři lepší vybavení a dokáží poskytnout péči ve vysoké kvalitě. Konceptně se to jeví jako logický krok. Avšak na zanedbávání lékařské péče a zhoršení ukazatelů zdravotního stavu vesnického obyvatelstva upozorňuje opět Lanis L. Hicks[65]. V Česku žije přes 2,1 miliony obyvatel seniorního věku[45], pro



kteřé návštěva těchto specializovaných center ve vybraných městech může představovat logistickou překážku. Kvůli té se na návštěvu zubního lékaře nedostaví a péči začnou zanedbávat. Jelikož Spojené státy americké se rozkládají na 125× větším území a Hicksova publikace pojednává o 80. letech 20. století, nelze automaticky usuzovat, že stejný výsledek by nastal v případě zubního lékařství v České republice 20. let 21. století. Možným výstupem se z počátku jeví kombinace obou variant. Především mladší generace budou pravděpodobně volit kvalitní péči v zubařských centrech i přes delší dojezdovou vzdálenost, lidé seniorního věku upřednostní kratší nebo žádnou dojezdovou vzdálenost. S postupem času je pak možné se pomalu přesouvat k verzi specializačních center a postupně upouštět od „vesnických“ zubařů. Základem ale zůstává dostatečné rámcové pokrytí všech regionů zubními lékaři.

Regionem s nedostatečným pokrytím zubní lékařské péče je Moravskoslezský kraj, ve kterém sto tisíc pacientů nemá zubaře[41]. Tato práce v obrázku 3.8 nevyhodnocuje zmíněný kraj jako jednu z hůře pokrytých oblastí České republiky. Oproti tomu mapa zobrazující nedostatek stomatologů z pohledu klientů VZP nedostatek stomatologů označuje právě Moravskoslezský kraj jako nejkritičtější[82]. Pracuje s vyšší granularitou a identifikuje problematické obce s rozšířenou působností. Ty se poměrně věrohodně promítají do celkových hodnot okresů, a tak až na tuto jednu odchylku identifikují obě mapy stejné oblasti. Z pohledu klientů VZP může být nedostatek stomatologů opodstatněný, protože pouze 129 ze 641 stomatologických zařízení v Moravskoslezském kraji evidovaných v této práci (20,1 %) má uzavřenou smlouvu s pojišťovnou VZP. Ve skutečnosti se tedy nemusí jednat o problém nedostatku zubních lékařů v kraji, ale pouze o smluvní absenci VZP se zdravotnickými zařízeními. Ostravská univerzita chce i přesto reagovat na nedostatek zubních lékařů v kraji otevřením nového oboru zubního lékařství na své lékařské fakultě[37]. Kapacita oboru by měla činit přibližně 20 studentů. Pro akademický rok 2022/2023 však neobdržela akreditaci od MZ ČR[83]. První absolventi tohoto oboru tak budou moci zahájit stomatologickou praxi v kraji nejdříve v roce 2029.

Podle dostupných dat Eurostatu, statistického úřadu Evropské unie, pro rok 2021 pouze 0,3 % českého obyvatelstva nad 16 let ohlašovalo neuspokojené potřeby lékařské péče z důvodu vysokých nákladů, dojezdové vzdálenosti nebo pozice na čekací listině[84]. Ve srovnání s ostatními státy Evropské unie činí Českou republiku jako jednu z nejdostupnějších v tomto ohledu. Evropský průměr činí 2 %. Celkem je v ČR 2,5 % obyvatel s neuspokojenými potřebami lékařské péče, kdy zbylé 2,2 % jsou označeny jako ostatní důvody. Eurostat nezmiňuje, co přesně mezi tyto důvody patří. Mohou se mezi ně řadit například osobní neochota navštívit lékaře nebo úplná absence lékařů dané specializace. Z pohledu zubního lékařství, které tvoří jeden ze základních odvětví primární lékařské péče (dalšími jsou všeobecné praktické lékařství, pediatrie a gynekologie a porodnictví), se tato data zcela liší od diskutovaných výsledků, veřejných anket a článků médií. Z toho lze vyvodit tři možné závěry.

Nejpravděpodobnější se jeví závěr, kdy lidé neohlašují zanedbávání lékařské péče a o své zdraví nepečují. Na to upozorňuje MUDr. Dušan Zhoř[79] i tato práce.

Další možností je, že Eurostat disponuje špatnými daty, kdy si pro svou statistiku zvolil špatný vzorek populace, nebo nedostatečně vysvětlil sledovaná kritéria. Lidé pak v anketě neoznámili zanedbání lékařské péče, přestože jsou tomuto nedostatku vystaveni.

Vysoce nepravděpodobnou, poslední možností je nespolehlivost médií, která disponuje špatnými informacemi a vzbuzuje povědomí o problému, který ve skutečnosti není tak palčivý. Tuto možnost však vyvrací tato práce, která s publikovanými články koresponduje.

Česko patří nejen v případě zubních lékařů mezi země s nejvyšším počtem v přepočtu na obyvatele. Podle dat WHO je 23. v žebříčku celkového počtu doktorů na 10 000 obyvatel s 41,5 lékaři v roce 2020[85]. Nutno podotknout, že průměr se od roku 1990, kdy byl průměr 27,1 lékaře na 10 000 obyvatel, konstantně zvyšuje. Tato práce eviduje 43,5 lékařů na 10 000 obyvatel k roku 2022.

Přestože počet lékařů stále roste, všeobecné praktické lékařství tento trend nepotvrzuje. Mezi lety 1995-2019 se počet praktických lékařů v republice zvýšil z 7 175 na 7 357 lékařů, tedy o pouhých 182[86]. Ve srovnání s dalšími zeměmi Evropy je v tomto ohledu ČR jedna z nej-

horších[87]. Všeobecné praktické lékařství není atraktivním oborem pro nové lékaře a břemeno leží na starší generaci, která se blíží nebo již je v důchodovém věku (viz sekce 3.2.1). Dokládají to i rozhovory s lékaři a studenty všeobecného zdravotnictví, které byly vedeny v průběhu tvorby práce. Všechny oslovené subjekty uvedly, že nezvažují či ani nezvažovaly vykonávání všeobecného praktického lékařství. Primárně z důvodu vysoké zátěže a nízké podpory od příslušných orgánů. Právě tato specializace však tvoří složku primární zdravotnické péče a nachází se krok od kolapsu v nejbližších letech[88]. Situace není pouze problémem venkovských oblastí[89], ale i velkoměst[90]. Všechny tyto články fakticky odpovídají zjištěním této práce a lze je podložit dostupnými daty.

Problematikou dostupnosti lékařské péče se zabývali v roce 2017 RNDr. Luděk Šídlo, Ph.D., RNDr. Martin Novák, Ph.D., RNDr. Přemysl Štych, Ph.D. a RNDr. Boris Burcin, Ph.D. (dále jen Šídlo a kol.). Jejich práce vyšla ve čtyřech publikacích, pro každou primární lékařskou specializaci zvlášť[91][92][93][94]. Dále publikovali i souhrnnou studii[95] a metodologickou studii[96].

Tento projekt přistupuje k dostupnosti lékařské péče odlišným způsobem. Šídlo a kol. se na problematiku zaměřují především z geografického pohledu a dojezdové doby k lékařům podle vymezení tzv. spádových regionů. Jejich cílem je nalezení nejbližšího poskytovatele zdravotních služeb k bodu poptávky, tj. k příslušné obci s potenciálními pacienty. Neřeší samotné kapacitní vytížení zdravotnických zařízení ve spádových regionech.

Na rozdíl od Šídla a kol. tato práce operuje s dostupností lékařské péče právě z pohledu zatížení lékařských specializací v okresech. Navíc predikuje vývoj v následujících letech, ale nebere v potaz zmiňovaný bod poptávky.

Šídlo a kol. taktéž v práci řeší otázku rozdělení pracovišť lékařů na hlavní a vedlejší, ale rovněž pokládají pracování s údaji za jednotlivé ordinační hodiny za nekonceptní.

Šídlo a kol. ve své práci identifikují stejné problematické okresy v ohledu stáří lékařů jako tato práce. Jedná se především o Krušnohorskou oblast, severní Čechy, Tachovsko a Domažlicko a oblast pokrývající pohoří Jeseníky, tedy pohraniční oblasti České republiky. Protože jejich výsledky byly publikovány v roce 2017, lze s pětiletým odstupem soudit, že poukázání na kritické oblasti a přesun mladých lékařů do těchto okresů nebyly úspěšné. Zároveň jejich práce správně predikuje vývoje průměrného věku lékařů poskytující primární péči v roce 2022, které se shodují s výstupy tabulky 3.1.

Výsledky jejich predikcí počtu lékařů v roce 2025 pro jednotlivé primární péče se shoduje až na nízké desítky s predikcí v této práci s parametry nastavenými na výchozí hodnoty, tedy  $clk\_ratio = 0,72$  a  $age\_threshold = 65$ . Jedinou výjimkou je všeobecné praktické lékařství, kde tato práce dosahuje pesimističtějšího odhadu 3 201 lékařů oproti 5 959 lékařům predikce Šídla a kol. Hlavním faktorem je stáří lékařů v této specializaci. Pokud by hranice důchodového věku byla nastavena na 75 let, predikce v obou pracích by se shodovala. Znovu se tak potvrzuje kritická situace tohoto oboru.

Také VZP sleduje místní dostupnost primární péče pomocí síťové analýzy, tzn. z pohledu dojezdové vzdálenosti stejně jako Šídlo a kol. Tato analýza tvoří jeden ze vstupů pro tvorbu sítě poskytovatelů, která stojí na 6 základních pilířích[97]. Primárně o prvním a druhém pilíři, mapě sítě poskytovatelů zdravotních služeb a místní a časové dostupnosti, pojednává práce Šídla a kol. Třetí a čtvrtý pilíř, reálnou dostupnost zdravotní péče a plánovací a monitorovací systém tvorby sítě, pokrývá tato práce. Částečně zasahuje i do pátého, obměně sítě předávání a doplňování sítě, součástí které je mj. sledování generačních obměn.

V průběhu tvorby této práce byla ministrem zdravotnictví ČR Vlastimilem Válkem ohlášena tvorba projektu *Pokrytí Česka službami primární péče*, který má za cíl zmapování volných kapacit praktiků, pediatrů, stomatologů a gynekologů ve formě zdravotnické mapy[98]. V dubnu 2022 byl plánovaný půlroční pilotní projekt pro Kraj Vysočina. Avšak podle posledních zpráv z konce listopadu 2022 žádný takový projekt nebyl dosud realizován a v nejbližší době ani nebude[99]. Výsledky této diplomové práce tak nejsou zatím ověřitelné s výsledky, které plánuje prezentovat Ministerstvo zdravotnictví ČR. Vznikla ovšem alternativní varianta k projektu *Pokrytí Česka službami primární péče*. Ta sice nedisponuje takovým zázemím a možnostmi, které má MZ ČR

k dispozici, ale lze ji využít jako základní stavební kámen pro oficiální aplikaci státního orgánu. Nabízí se proto možnost zahájení spolupráce s ministerstvem, které jeví o projekt této problematiky zájem a disponuje většími prostředky a kapacitami.

Na rozdíl od výše jmenovaných projektů[95][98] tato práce necílí pouze na obory primární lékařské péče, ale na všechny obory, ve kterých lékaři vykonávají praxi a jsou v souladu s odbornými způsobilostmi, které lze v rámci atestačních programů získat[30]. Poskytuje proto pohled na lékařské specializace, které nejsou potřebné periodicky nebo pro celou populaci České republiky, ale pro vybrané jedince mohou být klíčové.

Další možností, jak lze interpretovat dostupnost lékařské péče v České republice jinak než geograficky a z pohledu lékaře, je z pohledu klienta. Informace, které jsou pro něj důležité, jsou existence lékaře, jeho lokalita a ordinační hodiny a volná kapacita pro přijetí nových pacientů. Pro české zdravotnictví existuje více internetových stránek s číselníky lékařů pro klienty[100][101]. Ani u jedné z nich se nelze spoléhat na stoprocentní kvalitu a úplnost dat, protože své údaje si aktualizují pouze některá zdravotnická zařízení. Ministerstvo zdravotnictví rovněž zatím žádný projekt neviduje.

Důležitou složkou dostupnosti zdravotnické péče v ČR není pouze lékařský personál. Tvoří ji také zdravotní sestry, sanitáři, sociální pracovníci, ošetřovatelé a další povolání, bez kterých by se české zdravotnictví neobešlo. Tato práce se na nelékařský zdravotnický personál nezaměřuje, protože nesplňují podmínky zákona č. 95/2004 Sb., *o podmínkách získávání a uznávání odborné způsobilosti a specializované způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání lékaře, zubního lékaře a farmaceuta*[10]. Bez splnění příslušných podmínek tohoto zákona není možné vstoupit do České lékařské komory, respektive České stomatologické komory, a tedy provozovat lékařskou praxi na území ČR. Tato práce rovněž nesleduje farmaceutickou dostupnost a dostupnost léčiv. V praxi se často stává, že se lékárny na úrovni celého státu potýkají s výpadky léků[102][103]. Výroba léčiv je pro mnoho firem velký byznys a vstupuje do něj mnoho proměnných, které jsou obtížně podchytilné. Predikce dostupnosti farmaceutické péče a dostupnosti léků jsou obtížně modelovatelné.



## Kapitola 7

# Závěr

Úvodní částí práce bylo vydefinování si hranic a konkrétních cílů. Těmito body byly volba, získání a úprava dat potřebných pro samotný projekt. Dále to byly vizualizace dat, která odhalí skryté závislosti a poskytne ucelený obraz o dané problematice, a predikce dostupnosti lékařské péče v jednotlivých oborech v okresech ČR. Poslední částí bylo postavení webové aplikace, ve které budou předchozí body publikovány pro veřejnost. Na základě tohoto seznamu byly detailnější cíle přetaveny do jednotlivých kapitol této práce.

Již ze samého počátku od podání prvních žádostí o informace podle zákona č. 106/1999 Sb. bylo jisté, že v mnoha případech bude nutná estimace dat, které tvoří prerekvizitu pro vytvoření modelu predikce. Více oslovených subjektů totiž nedisponovalo požadovanými daty, zamítlo podanou žádost nebo požadovalo finanční kompenzaci za vzniklou práci. Na vybraná zamítnutí s napadnutelnými znaky (například nedostatečně opodstatněné důvody finanční kompenzace) byla podána odvolání. V případě, že orgány nedisponovaly všemi požadovanými informacemi, došlo individuální komunikací ke konsenzu a data byla získána s mírně odlišnými příznaky.

Výsledně byly získána data o studentech a absolventech všech lékařských fakult českých vysokých škol a proplacené zdravotnické výkony pojišťoven ZP Škoda, VZP a OZP. V obou případech šlo o data za posledních 10 let.

Dále byly získány vhodné geografické a demografické údaje dodávané Českým statistickým úřadem a data národního registru poskytovatelů zdravotnických služeb z Ústavu zdravotnických informací a statistiky ČR. Obě instituce zveřejňují záznamy v podobě otevřených dat.

Protože bylo nutné pro práci získat data aktivních lékařů na území ČR a Česká lékařská komora ani Česká stomatologická komora nevyhověly žádostem o informace s odkazem, že data jsou dostupná na internetových stránkách, bylo nutné zajistit informace jinak. Proto byly na internetové stránky obou komor implementovány metody web scrapingu. Nevýhodou tohoto postupu je, že není možné data pravidelně aktualizovat. Na stránkách ČLK je vložena CAPTCHA, která blokuje automatické stahování dat. Přesto byl nalezen způsob, jak tento nástroj překonat a poloautomatizovaně data získat. Jedná se však o netriviální a časově náročný úkon, který brání automatické aktualizaci dat projektu.

Po získání a pročištění datasetů byly vytěženy informace o vztazích a závislostech jednotlivých částí práce. Z celkové analýzy dat byly do výsledné práce explicitně vybrány témata, která korespondovala s následnými požadavky na celkovou predikci dostupnosti lékařské péče. Nejprve se práce zaměřila na složení nových lékařů za posledních 10 let a odhadované počty absolventů vysokých škol do roku 2027. Rozebírány byly také závislosti státní příslušnosti studentů.

Dále byli analyzováni lékaři z pohledu věkového složení. To vedlo k odhalení stárnutí vybraných specializací a závěru, že bez lékařů, kteří již věkem patří do starobního důchodu, by některé lékařské obory zkolabovaly. Stáří lékařů bylo sledováno také v rámci jednotlivých okresů.

Jelikož se v roce 2022 objevovalo v médiích mnoho zpráv o nedostatku zubních lékařů, práce

se zaměřila také na tuto problematiku. Během ní bylo také zjištěno zanedbávání stomatologické péče dvoutřetinovou částí klientely VZP. Tento stav paradoxně pomáhá stomatologům, protože ti nejsou kapacitně dostatečně vybaveni na poskytování péče doporučené ministerstvem celému obyvatelstvu ČR.

Práce se speciálně zaměřila také na analýzu lékařských výkonů, vývoj počtu civilizačních chorob a složení klientely pojišťoven z důvodu jejich následné predikce.

Celkové predikci lékařské péče předcházelo rozdělení lékařských výkonů do jednotlivých okresů. Data pojišťoven, která byla pro práci získána, poskytovala pohled na zdravotnické výkony na úrovni zdravotnických zařízení v případě OZP a ZP Škoda, nebo regionů Čechy, Morava a Slezsko (VZP). Pojistné výkony z prvního případu mohly být agregovány do okresů podle NRPZS, národního registru, který poskytuje aktuální data o poskytovatelích zdravotnických služeb.

Pro rozdělení výkonů VZP do okresů muselo být ověřeno, že složení klientel všech zmíněných pojišťoven se shoduje a zároveň klientela VZP reflektuje složení českého obyvatelstva a tvoří tedy nezávislý vzorek populace ČR. To bylo sledováno na základě tří hlavních parametrů – pohlaví, věkového složení a bydliště. ZP Škoda nesplňovala podmínky nezávislého vzorku, proto byla z dalších kroků vyškrtuta. U VZP a OZP se vyskytly pouze drobné nuance, které byly akceptovány jako šum. VZP výkony tak byly poměrově rozděleny podle výkonů OZP do jednotlivých krajů a posléze okresů.

VZP a OZP klientely tvoří zástupný vzorek obyvatelstva ČR, bylo proto možné základními matematickými operacemi dopočítat odhadované počty výkonů pro celou populaci.

Predikce dostupnosti lékařské péče se skládala ze tří tematicky oddělených částí, které byly výsledně spojeny do jedné a finálně vizualizované na mapě České republiky.

První tvořila predikce lékařských výkonů. Tento problém byl přeformulován na predikci časové řady. Na základě vlastností dostupných dat byla jako nejvhodnější metoda vybrána Holtova metoda s tlumeným trendem. Trend musel být ve výsledné predikci silně utlumen, protože do lékařských výkonů z posledních let se promítla epidemie covid-19.

Druhou částí predikce byla predikce lékařů, kteří jsou již členy České lékařské komory, respektive České stomatologické komory, tudíž vykonávají praxi. Podle jejich pracovišť, vykonávaných specializací a věku byly predikovány kapacity lékařů jednotlivých specializací v okresech pro následující roky.

Poslední složku predikce tvoří noví lékaři. Na základě dostupných dat a parametru byl estimován počet nových lékařů v jednotlivých letech. V druhé části predikce nových lékařů byly podle trendů z posledních let predikovány specializace a posléze bylo provedeno rozdělení lékařů do okresů. Zubní lékaři a studenti zubního lékařství tvoří vlastní kategorii a v druhé části byl predikováno pouze jejich rozdělení do okresů.

Do predikce je zahrnuto 5 parametrů a na základě zvolení jejich hodnot jsou modelovány výsledné hodnoty. Byly zvoleny univerzální parametry, které jsou plošně aplikovatelné pro celé zdravotnictví nezávisle na okresu. Těmi jsou rok predikce 2022-2026, přičemž jsou zahrnuty i referenční roky 2020 a 2021, na kterých je možné sledovat historický vývoj. Dalším parametrem je lékařská specializace. Parametry zabývající se pracovní dobou lékařů jsou dva. První stanovuje důchodovou hranici, ten druhý počet pracovních hodin lékaře za týden. Poslední parametr zasahuje do příchodu nových lékařů. Pojmenovaný jako  $clk\_ratio \in [0, 1]$  určuje poměr absolventů, kteří se zapíší do ČLK, respektive ČSK v případě stomatologů. Podle těchto parametrů je možné sledovat vývoj lékařství v jednotlivých okresech. Protože bylo cílem prezentovat univerzální model, nevstupují do něj neočekávané události ani individuální parametry zdravotnických zařízení. Výsledné predikce jsou o toto očištěny.

Webová aplikace, která byla v této práci vytvořena, shrnuje dosažené výsledky práce a poskytuje je v jednoduchém náhledu. Hlavní část aplikace tvoří stránka s mapou predikce dostupnosti lékařské péče se zmíněnými volitelnými parametry. Aplikace se skládá ze tří základních komponent aplikací. Těmi jsou PostgreSQL databáze, backendu založeném na Python frameworku Flask a jeho rozšíření SQLAlchemy a frontendu, který je kombinací již zmiňovaného Flasku, JavaScriptových knihoven Leaflet a ApexCharts a HTML.

Závěrečná část práce rozebírá dopad projektu, jeho vlastnosti a srovnání s ostatními pracemi, které byly na toto téma publikované. Všechny práce k tématu přistupovaly svým vlastním pojetím dostupnosti lékařské péče. V analýzách se ve většině případů všechny práce shodovaly v základních nedostatcích a regionech českého zdravotnictví. Srovnány a diskutovány byly také statistiky Eurostatu, WHO nebo VZP. Dále byla nastíněna možná řešení problémů. Je nutné vzít v potaz, že autor nedisponuje lékařským vzděláním a zkušenostmi v tomto oboru, proto je aplikace koncipovaná jako nástroj, který podá ucelené informace o aktuálním stavu lékařů s predikcí následujících let expertům v tomto oboru. Ti potom budou moci podniknout cílené akční kroky a sledovat jejich efektivitu v následujících letech.

Projekt byl i přes zmíněná omezení a limitace, se kterými se musel potýkat především v omezeném rozsahu vstupních dat, úspěšný. Téměř ve všech aspektech korespondoval s tvrzeními odborníků v dané problematice, datově podkládal jejich tvrzení a potvrdil predikce prací, které se dostupnosti lékařské péče zabývaly v předchozích letech, byť s trochu jiným přístupem. Pokud došlo k rozkolu mezi výsledky prací, byla nastíněna možná vysvětlení (nedostatek zubních lékařů v Moravskoslezském kraji pro klienty VZP), případně vysvětleny fenomény, které zapříčiňují rozdílná tvrzení (počet praktických lékařů v roce 2025). V této práci byly prezentovány i nové poznatky, kterými se ostatní práce nezabývaly.

## 7.1 Budoucí rozvoj projektu a návrhy na vylepšení

V projektu bylo poukázáno na fakt, že se potýká s problémy vstupních dat. Prvotním cílem v budoucím rozvoji projektu je zajištění automatizovaného získávání dat na periodické bázi. Týká se to především dat lékařů z lékařských komor a zdravotnických výkonů z pojišťoven tak, aby modely dokázaly dynamicky reagovat na aktualizovaná vstupní data. Přestože byl v sekci 2.2.1 popsán poloautomatický web scraping s návrhem, jak by šel plně automatizovat, není nikde zaručeno, že nedojde k žádným úpravám stránek a změně rozložení webových elementů. To se ostatně již stalo u ČLK v průběhu tvorby práce a nová forma stránek zneplatnila funkcionalitu skriptu, který se opíral o v nové verzi již neexistující objekty na stránce.

Dalším důležitým prvkem pro zajištění vyšší robustnosti projektu a zlepšení přesnosti predikce, jsou data od pojišťoven, které je z různých důvodů neposkytly. Přestože bylo dokázáno, že složení klientely VZP proporcionalně koresponduje se složením obyvatelstva podle pohlaví, věkové skupiny i místa bydliště, reálná data ostatních pojišťoven poskytují lepší informaci než predikce a odhady na základě několika vlastností. Do modelu mohou totiž vstupovat i další proměnné, které se v práci nepromítly. Ideální by bylo získat data přímo od poskytovatelů zdravotnických služeb, jelikož mnoho z nich nemá sjednané smlouvy s některými pojišťovnami (viz zubní ordinace v oddílu 3.3) a mnoho jejich pacientů jsou samoplátci. Výkony samoplátců nejsou v této predikci zahrnuty.

Výsledná predikce není ovlivněna pouze pěti parametry, které jsou implementovány. Podíl na predikcích mají i jiné faktory, kterými jsou například vybavení, rozpočet a kapacity pracovišť nebo bydliště lékařů a studentů. Právě tyto proměnné mohou hrát roli při výsledném výběru pracoviště lékařem. Přestože se v čase dynamicky mění, možností jak zpřesnit predikci je implementace právě těchto parametrů. Zároveň je však důležité i tato data periodicky aktualizovat, aby model nepřiděloval lékaře do pracovišť v okresech s plnými kapacitami nebo bez volného rozpočtu.

Pro výsledný model je důležitá časová náročnost prováděných lékařských výkonů. V kapitole 6 bylo diskutováno, že výkony některých specializací mají „volnou ruku“ v časové náročnosti výkonu. Pokud se zajistí navrhované řešení s poskytnutím dat reálného vytížení lékaře při daném výkonu a nahradí data z číselníku seznamu zdravotnických výkonů[46], výsledná predikce bude věrohodně predikovat skutečné vytížení lékařů, nikoliv pouze tabulkové, které může být ovlivněno nastavením špatných časových limitů v číselníku.

Variabilní rozvojové činnosti mohou být aplikovány ve webové aplikaci. Prvním rozšířením aplikace se nabízí přidání PowerBI dashboardu do záložky Dashboard (viz 5.4.4). Tento da-

shboard slouží jako interaktivní playground pro uživatele, kteří si mohou nasimulovat a zobrazit data podle své potřeby. Přidáním tohoto nástroje lze odhalit nové závislosti a trendy, které do tvorby projektu nebyly zahrnuty. Je důležité pevně vydefinovat strukturu a dostatečně vysvětlit data, aby nedocházelo k dezinterpretaci výsledků. Je to další možnost, jak rozšířit kapitolu 3 a poskytnout detailní analýzu ze získaných dat.

Rozšířením, které dává smysl především pokud bude splněná podmínka periodického a automatického získávání dat od poskytovatelů dat, je záložka Aktuality z webové aplikace. Práce je koncipována tak, aby tato podstránka obsahovala aktuální informace o stavu zdravotnické péče, lékařích apod. Součástí rozšíření je i automatický reporting vybraných statistik a případná implementace Twitter bota k publikování vybraných aktualit na sociální síť Twitter pod profilem Dostupnost lékařské péče v ČR[8]. Tento účet byl již v průběhu práce používán pro informování široké veřejnosti o projektu.

Z technického pohledu webové aplikace je vhodná implementace reverse proxy s cache pro zrychlení načítání a vykreslování map s požadovanými daty. Další technickou vlastností se nabízí implementace hit counteru, počítadla s počtem návštěvníků stránky, a clickmapy, na základě které bude možné optimalizovat UX design.

Vedlejším budoucím plánem projektu je také publikace využitých datasetů pro širokou veřejnost. Z dostupných dat pak bude moci kdokoliv vytvořit projekt, který bude pojednávat o jiné problematice. Prerekvizitou pro samotnou publikaci je dostatečná anonymizace dat, aby splňovala podmínky Obecného nařízení o ochraně osobních údajů[104].



..... Příloha A

**Šablona žádosti o informace podle  
zákona č. 106/1999 Sb.**

**Žádost o informace podle zákona č. 106/1999 Sb.**V Praze dne **DATUM**

Vážení,

ve spolupráci Fakulty informačních technologií ČVUT s laboratoří OpenDataLab vzniká nový projekt zaměřující se na problematiku nedostatku lékařů v České republice. Práce je vypracována jako moje diplomová práce, práce studenta magisterského oboru Znalostního inženýrství Fakulty informačních technologií ČVUT. Zdrojové kódy tohoto projektu budou dostupné na [GitHubu](#).

Cílem této práce je zpracování a analýza aktuálního pokrytí lékařských oborů v závislosti na území a populaci a vytvoření mapy dostupnosti zdravotnické péče v ČR s následnou predikcí vývoje v nadcházejících minimálně 3 letech. Nedílnou součástí této práce je získání nezbytných dat od různých lékařských správních orgánů, škol a pojišťoven pro realizaci zvoleného tématu, ideálně v rozmezí posledních 5 - 10 let. Analýza těchto dat pomůže především včas odhalit problematická místa a obory, tak aby bylo možné systematicky předcházet výpadkům zdravotní péče napříč celou Českou republikou.

Hlavním cílem je vytvoření internetové aplikace, která bude srozumitelná a dostupná nejen všem zdravotnickým institucím, ale i široké veřejnosti. Nová aplikace bude sloužit k upozornění na kritické lékařské obory i geografické oblasti a hrozící nedostupnost zdravotnické péče v budoucnosti. Práce je zároveň koncipována tak, aby dokázala reagovat na aktuální vývoj situace a aby v případě aktualizace a poskytnutí nových dat dokázala přemodelovat stávající trendy a reflektovat skutečnost, což se poté odrazí i v následné predikci vývoje. Všechny zdravotní instituce, pojišťovny i školy se tak budou moci díky získaným znalostem zaměřit na problémové specializace a místa a dle svého uvážení motivovat stávající i budoucí lékaře k úspěšnému pokrytí zdravotnické péče v České republice. Veřejnost získá povědomí o rozložení sil lékařského personálu a díky dostupným informacím může například upozornit státní orgány na vznikající problém nebo se rozhodnout o migraci do dané lokality.

**Z tohoto důvodu podávám následující žádost:**

Prosím o data, které shrmažďuje **JMÉNO INSTITUCE**. Jedná se o údaje **TYP ZÁZNAMU** za posledních 10 let. Konkrétně jde o následující informace:

- **SPECIFIKACE POŽADOVANÝCH ÚDAJŮ**

O informace žádám ve formátu **.csv**, **.xlsx**, nebo **.feather** s kódováním UTF-8 a formátováním času dle platné normy ISO 8601. V případě použití jiné normy, prosím, uveďte její specifika. Zároveň jakékoliv další informace o **TYP ZÁZNAMU** (např. **PŘÍKLAD ZÁZNAMU**) je vítána, jelikož může pomoci ke zlepšení predikcí výsledné aplikace.

Podle zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím Vás, **JMÉNO INSTITUCE**, tímto žádám o záznamy **TYP ZÁZNAMU** v rozsahu výše specifikovaném.

Děkuji za spolupráci při vytváření tohoto projektu.

S pozdravem,

**Bc. Jan Garček**

datum narození: [REDAKCE]

trvale bytem: [REDAKCE]

Datová schránka: ffcvwur

Emailová schránka: garcejan@fit.cvut.cz

..... Příloha B

**Odvolání čj.  
VZP-21-05408733-D1A3(I\_206\_21)**

Všeobecná zdravotní pojišťovna České republiky  
Orlická 2020/4  
130 00 Praha 3 - Vinohrady  
Česká republika  
Identifikační číslo: 41197518  
Datová schránka: i48ae3q

V Praze dne 27. 1. 2022

**Věc: Odvolání proti oznámení o úhradě k žádosti podle zákona č. 106/1999 Sb.,  
o svobodném přístupu k informacím, čj. VZP-21-05408733-D1A3(I/206/21)**

Dne 30. 12. 2021 bylo do mé datové schránky doručeno Vaše oznámení o výši úhrady k mé žádosti o poskytnutí informací podle zákona č. 106/1999 Sb. Nesouhlasím s výší úhrady, vůči které se odvolávám a vůči které podávám stížnost podle § 16a odst. 1 písm d) z následujících důvodů.

S odkazem na rozhodnutí Nejvyššího správního soudu v Brně (dále jen NS soud) číslo 4161/2021, *Právo na informace: mimořádné rozsáhlé vyhledávání a náklady s ním spojené; úplatnost poskytovaných informací* (viz [zde](#)), nepovažuji požadovanou částku za úhradu mimořádně rozsáhlého vyhledávání informací podle § 17 za řádně opodstatněnou.

*„[28] ... V písemném oznámení o požadované úhradě musí povinný subjekt uvést, na základě jakých skutečností a jakým způsobem byla výše úhrady vyčíslena (srov. § 17 odst. 3 informačního zákona), tzn. musí uvést nejen jednotkovou sazbu a počet hodin, po které by trvalo vyhledání informace, ale též náležitě odůvodnit, v čem mimořádná rozsáhlost vyhledávání spočívala (...).“* (cit. z rozhodnutí NS soudu)

Z odůvodnění rozhodnutí zároveň musí vyplývat, vyhledání jakých informací již pro Vaši pojišťovnu bude zátěží nad míru obvyklou a v čem toto zatížení spočívá. Zároveň by se žadatel, tedy má osoba, měl dozvědět i to, že pokud by žádal pouze o určité informace, budou mu poskytnuty bezúplatně. V tomto případě však nebylo dostatečně stanoveno, na základě jakých skutečností a jakým způsobem byla výše úhrady stanovena, ani jaké informace by bylo možné získat bezúplatně.

Navíc se já, student magisterského studia Fakulty informačních technologií ČVUT a zároveň zaměstnanec s několikaletou zkušeností v oblasti informačních technologií a znalostmi databázových systémů, nedomnívám, že je doba výkonu práce potřebná k vyhledávání požadovaných informací v délce 15 hodin tak, jak bylo naceněno v kalkulačním listu ve Vaší odpovědi na mou žádost, opodstatněná. Informace jsou z databáze zjistitelné napsáním několika jednoduchých dotazů, příp. agregací, a pokud je zpracování odpovědi plánováno jiným, náročnějším způsobem, znamená to, že nebyl zvolen nejjednodušší způsob pro vyhledání příslušných informací. Takový postup však nelze klást k tíži žadatele, tedy mé osoby (opět viz rozhodnutí NS soudu).

*„Vzhledem k tomu, že vyhledání a zpracování Vámi požadovaných informací ve shora uvedeném rozsahu si z důvodu náročnosti výběru a složitosti výsledného souboru vyžádalo*

*delší čas, kdy bylo pro získání dat nutné provést rozsáhlou přípravu datových podkladů vázanou na analýzu žádosti, posouzení bezpečnostního hlediska požadovaných údajů ve vztahu k ochraně osobních údajů a obchodnímu tajemství a hospodářské soutěži, přípravu požadavku k realizaci a přípravu zadání specialistou úhrad, nastavení výběrových kritérií a výběr dat z informačního systému VZP ČR v aplikaci BAM a transformaci výsledků do požadovaného formátu výstupu a kontrolu předávaných údajů, požaduje VZP ČR v souladu s § 17 odst. 1 a 3 zákona o svobodném přístupu k informacím úhradu za mimořádně rozsáhlé vyhledání informací dle uvedeného kalkulačního listu, a to v celkové výši 5.970,- Kč.” (cit. z Vašeho oznámení o úhradě)*

Dále v projednávané věci z oznámení o výši úhrady vyplývá, že Vaše pojišťovna již informace shromáždila a zpracovala do požadované podoby, měla tudíž možnost sepsat konkrétní dobu k získání požadovaných informací. Pokud částka nebude uhrazena, náklady spojené se shromážděním a zpracováním informací tak budou vynaloženy zcela marně.

Z komunikace s dalšími pojišťovnami navíc vyplývá, že jsou tyto subjekty ochotné poskytnout tytéž požadované informace bez zbytečného odkladu a zcela zdarma, pokud jimi disponují.

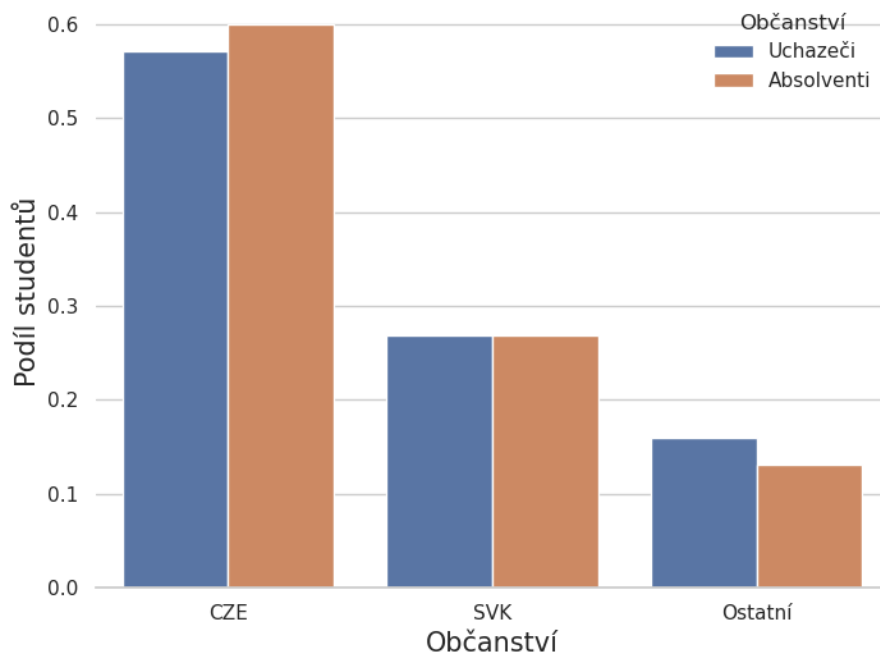
Na základě těchto odůvodnění žádám o bezodkladné poskytnutí požadovaných informací bez jakékoliv finanční kompenzace.

S pozdravem

Bc. Jan Garček  
datum narození: [REDACTED]  
trvale bytem: [REDACTED]  
Datová schránka: ffcvwur  
Emailová schránka: garcejjan@fit.cvut.cz



## Národnostní složení studentů



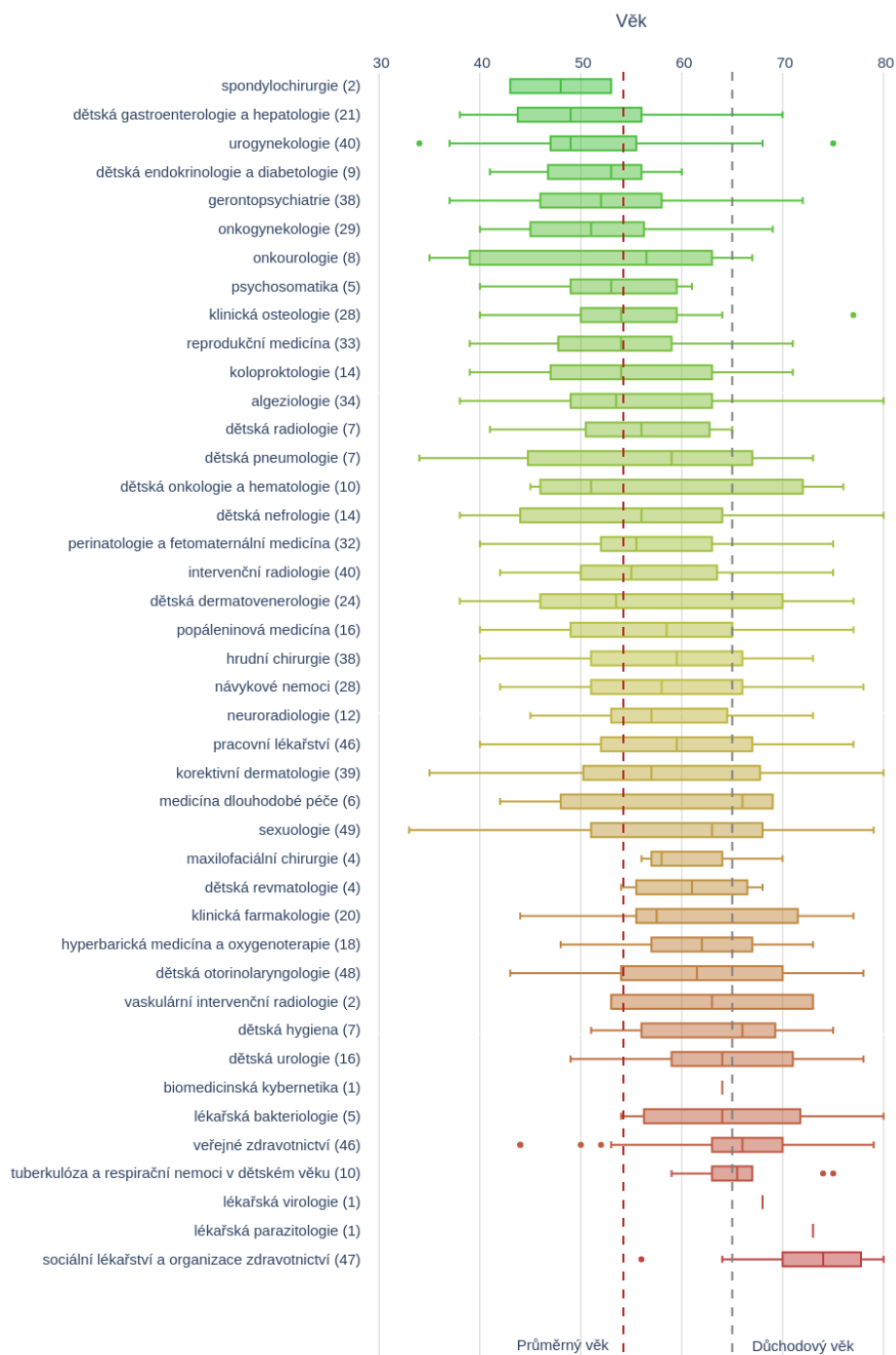
■ **Obrázek C.1** Národnostní složení studentů a absolventů z dat vysokých škol





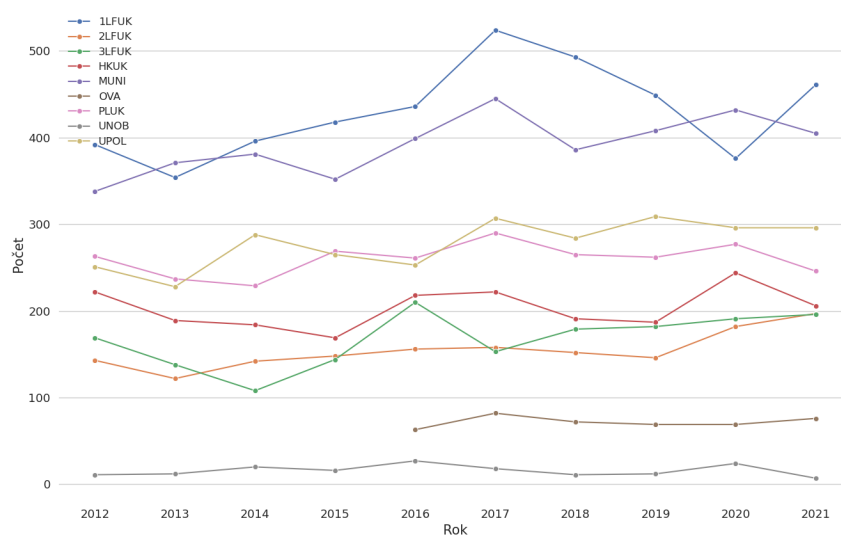
..... Příloha D

## Ostatní lékařské specializace podle věku lékařů



■ **Obrázek D.1** Věková struktura lékařských specializací s méně než 50 lékaři

## Další grafy a tabulky kapitoly 3

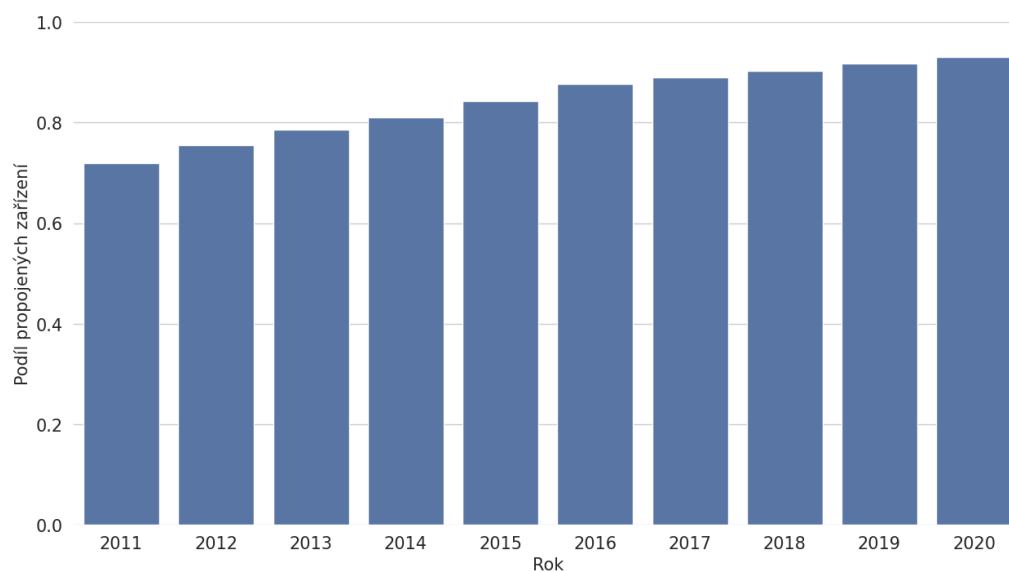


■ Obrázek E.1 Počty absolventů lékařských fakult v jednotlivých letech

■ **Tabulka E.1** Statistiky délky studia studentů na jednotlivých fakultách

<b>Fakulta</b>	<b>Obor</b>	<b>Průměrná doba studia</b>	<b>Prodloužilo</b>
HKUK	MUDr.	6,36 let	27,86 %
PLUK	MUDr.	6,40 let	33,80 %
3LFUK	MUDr.	6,41 let	29,45 %
1LFUK	MUDr.	6,45 let	37,30 %
2LFUK	MUDr.	6,40 let	34,91 %
MUNI	MUDr.	6,17 let	25,60 %
OVA	MUDr.	6,06 let	6,96 %
UPOL	MUDr.	6,14 let	16,09 %
UNOB	MUDr.	6,39 let	34,52 %
HKUK	MDDr.	5,16 let	16,55 %
PLUK	MDDr.	5,25 let	27,85 %
1LFUK	MDDr.	5,30 let	25,87 %
MUNI	MDDr.	4,97 let	16,30 %
UPOL	MDDr.	4,99 let	5,25 %
UNOB	MDDr.	5,60 let	60,00 %

## Podíl výkonů OZP na základě propojených zdravotnických zařízení s NRPZS



■ **Obrázek F.1** Poměr výkonů OZP s platným zdravotnickým zařízením z NRPZS



# Instalační instrukce pro spuštění aplikace

## G.1 Produkční verze

- Stáhnout Docker<sup>1</sup>
- `$ cd src`
- `$ docker-compose up -d`
- `$ docker exec -i <db-container-id> pg_restore --no-owner --no-privileges -d mapa_zdravi_web -U mapazdravi_user < db.bak2`
- Otevřít v prohlížeči: <http://localhost:3000>

## G.2 Vývojářská verze (nedoporučeno)

- Stáhnout Anaconda<sup>3</sup>, případně PostgreSQL<sup>4</sup>
- `$ cd src`
- `$ conda create --name mapa-zdravi --file requirements.txt`
- `$ conda activate mapa-zdravi`
- `$ pg_restore --no-owner --no-privileges -d mapa_zdravi_web -U mapazdravi_user < db.bak`
- `$ python3 main.py`
- Otevřít v prohlížeči: <http://localhost:3000>

---

<sup>1</sup><https://www.docker.com/>

<sup>2</sup><db-container-id> je id kontejneru s názvem db v příkazu `docker ps`

<sup>3</sup><https://www.anaconda.com/products/distribution>

<sup>4</sup><https://www.postgresql.org/download/>





# Bibliografie

1. ŘÍHOVÁ, Milada. *Kapitoly z dějin lékařství*. 2005. ISBN 1211-80-246-1021-3.
2. *Zákon č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zákon o zdravotních službách), znění dvacáté osmé*. Sbírka zákonů České republiky, 2011. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=6059>.
3. *Nedostatek lékařů v ČR již ohrožuje kvalitu zdravotní péče* [online]. Česká lékařská komora, [cit. 2022-12-04]. Dostupné také z: [https://www.lkcr.cz/doc/clanky\\_file/01\\_nedostatek\\_lekaru\\_jiz\\_ohrozuje\\_kvalitu\\_zdravotni\\_pece-82882.pdf](https://www.lkcr.cz/doc/clanky_file/01_nedostatek_lekaru_jiz_ohrozuje_kvalitu_zdravotni_pece-82882.pdf).
4. KUCHYŇOVÁ, Zdeňka; HORÁČKOVÁ, Anna. *Čtyřicet procent praktických lékařů má přes 60 let* [online]. Český rozhlas Radiožurnál, [cit. 2022-12-04]. Dostupné také z: <https://cesky.radio.cz/ctyricet-procent-prakticky-ch-lekaru-ma-pres-60-let-8109520>.
5. PAVLÍKOVÁ, Jitka. *Bez důchodců se praktické lékařství zhroutlí, říká odborník* [online]. Lidové noviny, [cit. 2022-12-04]. Dostupné také z: [https://www.lidovky.cz/relax/zdravi/bez- Duchodcu-se-prakticke-lekarstvi-zhrouti-rika-predseda-sdruzeni-prakticky-ch-lekaru.A190109\\_113112\\_ln-zdravi\\_ape](https://www.lidovky.cz/relax/zdravi/bez- Duchodcu-se-prakticke-lekarstvi-zhrouti-rika-predseda-sdruzeni-prakticky-ch-lekaru.A190109_113112_ln-zdravi_ape).
6. ŠULOVÁ, Kateřina. *Vláda požádá Německo a Polsko o pomoc s pacienty s covidem-19* [online]. ČTK, [cit. 2021-12-12]. Dostupné také z: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/vlada-pozada-nemecko-a-polsko-o-pomoc-s-pacienty-s-covidem-19/2001334>.
7. PAULENKOVÁ, Kristína. *Statistice navrch i byt. Nemocnice se předhánějí, jak přilákat lékaře a sestry* [online]. iDNES.cz, [cit. 2022-12-04]. Dostupné také z: [https://www.idnes.cz/ekonomika/domaci/lekar-sestra-nemocnice-personal-nedostatek.A210830\\_202110\\_ekonomika\\_mato](https://www.idnes.cz/ekonomika/domaci/lekar-sestra-nemocnice-personal-nedostatek.A210830_202110_ekonomika_mato).
8. GARČEK, Jan. *Dostupnost lékařské péče v ČR*. Twitter, [cit. 2022-10-18]. Dostupné také z: [https://twitter.com/Lekari\\_v\\_CR](https://twitter.com/Lekari_v_CR).
9. *Ageing and health* [online]. World Health Organization, [cit. 2022-08-12]. Dostupné také z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>.
10. *Zákon č. 95/2004 Sb., o podmínkách získávání a uznávání odborné způsobilosti a specializované způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání lékaře, zubního lékaře a farmaceuta, znění třinácté*. Sbírka zákonů České republiky, 2004. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=4334>.
11. *Zákon č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, znění dvacáté čtvrté*. Sbírka zákonů České republiky, 1999. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=3256>.

12. *Kódy států*. Ministerstvo vnitra České republiky, [cit. 2022-12-25]. Dostupné také z: <https://www.mvcr.cz/clanek/jak-zadat-o-informace-453908.aspx>.
13. *Zákon č. 220/1991 Sb., o České lékařské komoře, České stomatologické komoře a České lékárnické komoře, znění šesté*. Sbírnka zákonů České republiky, 1991. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=2456>.
14. *reCAPTCHA v2 (Invisible reCAPTCHA badge)*. Google, [cit. 2022-12-25]. Dostupné také z: [https://developers.google.com/recaptcha/docs/versions#recaptcha\\_v2\\_invisible\\_recaptcha\\_badge](https://developers.google.com/recaptcha/docs/versions#recaptcha_v2_invisible_recaptcha_badge).
15. SELENIUM, undetected. *How can I bypass the Google CAPTCHA with Selenium and Python?* Stack Overflow, [cit. 2022-12-25]. Dostupné také z: <https://stackoverflow.com/questions/58872451/how-can-i-bypass-the-google-captcha-with-selenium-and-python>.
16. *Wayback Machine* [online]. Internet Archive, [cit. 2022-08-30]. Dostupné také z: [https://web.archive.org/web/20220000000000\\*/https://www.lkcr.cz/](https://web.archive.org/web/20220000000000*/https://www.lkcr.cz/).
17. GARČEK, Jan. *Opendatalabcz/mapa-zdravi: Aplikace Monitorující Dostupnost Zdravotnické Péče*. GitHub, [cit. 2022-12-29]. Dostupné také z: <https://github.com/opendatalabcz/mapa-zdravi>.
18. *Zdravotní pojišťovny*. Ministerstvo zdravotnictví ČR, [cit. 2022-10-28]. Dostupné také z: <https://www.mzcr.cz/zdravotni-pojistovny-2/>.
19. *Základní ukazatele činnosti zdravotních pojišťoven v letech 2020 A 2021*. Ministerstvo zdravotnictví ČR, [cit. 2022-12-01]. Dostupné také z: [https://www.mzcr.cz/wp-content/uploads/2013/07/zakladni\\_ukazatele.pdf](https://www.mzcr.cz/wp-content/uploads/2013/07/zakladni_ukazatele.pdf).
20. *Právo na informace: Mimořádně rozsáhlé vyhledávání a náklady s ním spojené; úplatnost poskytovaných informací*. Sbírnka rozhodnutí nejvyššího správního soudu, 5/2021. ISSN 4164/2021. Dostupné také z: <https://sbirka.nssoud.cz/cz/pravo-na-informace-mimoradne-rozsahle-vyhledavani-a-naklady-s-nim-spojene-uplatnost-poskytovanych-informaci.p4162.html>.
21. *Seznam zdravotních výkonů*. Ministerstvo zdravotnictví ČR, [cit. 2022-12-25]. Dostupné také z: <https://szv.mzcr.cz/Ciselnik/Odbornost>.
22. *Smluvní odbornosti pracovišť*. Všeobecná zdravotní pojišťovna České republiky, [cit. 2022-12-25]. Dostupné také z: <https://www.vzp.cz/poskytovatele/ciselniky/smluvni-odbornosti-pracovist>.
23. *Národní registr poskytovatelů zdravotních služeb*. Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, [cit. 2022-12-25]. Dostupné také z: <https://opendata.mzcr.cz/dataset/nrpzs>.
24. *Databáze demografických údajů za obce ČR*. Český statistický úřad, [cit. 2022-12-25]. Dostupné také z: <https://www.czso.cz/csu/czso/databaze-demografickych-udaju-za-obce-cr>.
25. FOUNDATION, Wikimedia. *CZ-NUTS*. Wikipedia, [cit. 2022-09-19]. Dostupné také z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/CZ-NUTS>.
26. *Demografická ročenka správních obvodů obcí s rozšířenou působností - 2011–2020*. Český statistický úřad, [cit. 2022-12-25]. Dostupné také z: <https://www.czso.cz/csu/czso/demograficka-rocenka-spravnich-obvodu-obci-s-rozsirenou-pusobnosti-471dtbx8dm>.
27. *Obyvatelstvo podle věkových skupin, krajů a okresů*. Český statistický úřad, [cit. 2022-12-25]. Dostupné také z: <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=SLD210052-OK2&z=T&f=TABULKA&skupId=4291&katalog=33517&pvo=SLD210052-OK2#w>.

28. *Demografická ročenka správních obvodů obcí s rozšířenou působností - 2012–2021*. Český statistický úřad, [cit. 2022-12-25]. Dostupné také z: <https://www.czso.cz/csu/czso/demograficka-rocenka-spravnich-obvodu-obci-s-rozsirenou-pusobnosti-2012-2021>.
29. *Jak žádat o informace*. Ministerstvo vnitra České republiky, [cit. 2022-12-25]. Dostupné také z: <https://www.mvcr.cz/clanek/kody-statu.aspx>.
30. *Jak získat specializovanou způsobilost ZÍSKAT SPECIALIZOVANOU ZPŮSOBILOST*. Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví, [cit. 2022-09-06]. Dostupné také z: <https://www.ipvz.cz/lekari-zubni-lekari-farmaceuti/ziskavani-specializace/jak-ziskat-specializovanou-zpusobilost>.
31. *Zdravotně pojistný plán 2021*. Zaměstnanecká pojišťovna Škoda, [cit. 2022-12-25]. Dostupné také z: <https://www.zpskoda.cz/files/2309/ZPP%5C%202021.pdf>.
32. *Slovenská národnost na území ČR*. Český statistický úřad, [cit. 2022-10-31]. Dostupné také z: [https://www.czso.cz/csu/czso/slovenska\\_narodnost](https://www.czso.cz/csu/czso/slovenska_narodnost).
33. JONÁŠOVÁ, Veronika. *Děkujeme, odešli jsme do Německa*. e15, [cit. 2022-10-30]. Dostupné také z: <https://www.e15.cz/zahranicni/dekujeme-odesli-jsme-do-nemecka-vzkazuji-cesti-lekari-po-deseti-letech-od-proslule-vyzvy-1377630>.
34. *EU single market*. Evropská unie, [cit. 2022-10-30]. Dostupné také z: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/deeper-single-market/>.
35. *Některé výstupy z úlohy Uchazeč*. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky, [cit. 2022-12-25]. Dostupné také z: <https://dsia.msmt.cz/vystupy.html>.
36. *Šance na dostudování českých VŠ*. Česko v datech, [cit. 2022-12-25]. Dostupné také z: <https://dsia.msmt.cz/vystupy.html>.
37. *Nedostatek zubařů pomůže řešit nový studijní obor*. Ostravská univerzita, [cit. 2022-11-11]. Dostupné také z: <https://www.osu.cz/27288/nedostatek-zubaru-pomuze-resit-novy-studijni-obor/>.
38. *Jak funguje vzdělávání lékařů v ČR?* Přehlednější zdravotnictví, [cit. 2022-12-25]. Dostupné také z: <https://prehlednejsizdravotnictvi.cz/jak-funguje-vzdelavani-lekaru/>.
39. *Příloha č. 11 k vyhlášce č. 428/2020 Sb., o stanovení hodnot bodu, výše úhrad hrazených služeb a regulačních omezení pro rok 2021*. Sběrka zákonů České republiky, 2020. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-428#prilohy:~:text=P%5C%5C%99%5C%AD1oha%5C%20%5C%4%5C%8D.%5C%2011%5C%20k%5C%20vyhl%5C%3%5C%A1%5C%5C%A1ce%5C%20%5C%4%5C%8D.%5C%20428/2020%5C%20Sb..>
40. *České trable se zubaři: nerovnoměrné rozmístění, platby, věk a motivace*. iDNES.cz, [cit. 2022-12-19]. Dostupné také z: [https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/zubari-dostupnost-zubni-pece-v-cesku-lekari-obce-kraje-nedostatek.A220511\\_083606\\_domaci\\_lre](https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/zubari-dostupnost-zubni-pece-v-cesku-lekari-obce-kraje-nedostatek.A220511_083606_domaci_lre).
41. *Chybějící zubaři v MS kraji: ministr dostal analýzu, jak situaci řešit*. Moravskoslezský deník, [cit. 2022-12-19]. Dostupné také z: [https://moravskoslezsky.denik.cz/zpravy\\_region/zubari-nedostatek-kraj-chybi-ministr-reseni-analyza-stomatologie-situace-2022052.html](https://moravskoslezsky.denik.cz/zpravy_region/zubari-nedostatek-kraj-chybi-ministr-reseni-analyza-stomatologie-situace-2022052.html).
42. *Příspěvek uživatele ČT24 na Facebooku*. Facebook, [cit. 2022-12-19]. Dostupné také z: <https://www.facebook.com/CT24.cz/posts/10161254236304009>.

43. MAREK, Vrlák. *Zubař oznámil, že přijme osm set nových pacientů. Lidé ve frontě čekali řadu hodin.* ČT24, [cit. 2022-12-19]. Dostupné také z: [https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/3540480-zubar-oznamil-ze-prijme-osm-set-novych-pacientu-lide-ve-fronte-cekali-radu-hodin?fbclid=IwAR28ao7HNAom3MnSRjBpZeHdwmQg1wdzYK4Z5IqVQOJABw8A-1T%5C\\_J5hM7cw](https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/3540480-zubar-oznamil-ze-prijme-osm-set-novych-pacientu-lide-ve-fronte-cekali-radu-hodin?fbclid=IwAR28ao7HNAom3MnSRjBpZeHdwmQg1wdzYK4Z5IqVQOJABw8A-1T%5C_J5hM7cw).
44. *Ročenka VZP ČR za rok 2021.* Všeobecná zdravotní pojišťovna České republiky, [cit. 2022-11-11]. Dostupné také z: [https://media.vzpstatic.cz/media/Default/rocenky/rocenka\\_vzp\\_2021.xlsx](https://media.vzpstatic.cz/media/Default/rocenky/rocenka_vzp_2021.xlsx).
45. *Sčítání 2021 – Věková struktura.* Český statistický úřad, [cit. 2022-11-11]. Dostupné také z: <https://www.czso.cz/csu/scitani2021/vekova-struktura>.
46. *Seznam zdravotních výkonů s bodovými hodnotami.* Všeobecná zdravotní pojišťovna České republiky, [cit. 2022-09-16]. Dostupné také z: [https://media.vzpstatic.cz/media/Default/dokumenty/ciselniky/vykony\\_01336.pdf](https://media.vzpstatic.cz/media/Default/dokumenty/ciselniky/vykony_01336.pdf).
47. TICHÝ, Mgr. Oldřich. *S VZP má smlouvy o 60 % víc ambulancí než s ostatními pojišťovnami v Česku.* Všeobecná zdravotní pojišťovna České republiky, [cit. 2022-12-01]. Dostupné také z: <https://www.vzp.cz/o-nas/aktuality/s-vzp-ma-smlouvy-o-60-vic-ambulanci-nez-s-ostatnimi-pojistovnami-v-cesku>.
48. *Zdravotně pojistný plán Oborové zdravotní pojišťovny zaměstnanců bank, pojišťoven a stavebnictví za rok 2019.* Oborová zdravotní pojišťovna zaměstnanců bank, pojišťoven a stavebnictví, [cit. 2022-11-11]. Dostupné také z: [https://www.ozp.cz/web/files-c/545/zpp\\_2019.pdf?190103](https://www.ozp.cz/web/files-c/545/zpp_2019.pdf?190103).
49. *Návrh zdravotně pojistného plánu Oborové zdravotní pojišťovny zaměstnanců bank, pojišťoven a stavebnictví na rok 2018.* Oborová zdravotní pojišťovna zaměstnanců bank, pojišťoven a stavebnictví, [cit. 2022-11-11]. Dostupné také z: [https://www.ozp.cz/web/files-c/545/zpp\\_2018\\_navrh.pdf](https://www.ozp.cz/web/files-c/545/zpp_2018_navrh.pdf).
50. *Výroční zpráva Oborové zdravotní pojišťovny zaměstnanců bank, pojišťoven a stavebnictví za rok 2021.* Oborová zdravotní pojišťovna zaměstnanců bank, pojišťoven a stavebnictví, [cit. 2022-12-01]. Dostupné také z: [https://www.ozp.cz/web/files-c/510/vz\\_ozp\\_2021.pdf](https://www.ozp.cz/web/files-c/510/vz_ozp_2021.pdf).
51. ADMINISTRÁTOR LF1.CZ. *Pracovní doba v českých nemocnicích.* [cit. 2022-12-15]. Dostupné také z: <http://lf1.cz/pracovni-doba-v-ceskych-nemocnicich/>.
52. DEDECIUS, Kamil. *Materiály k NI-SCR, 4. přednáška.* [cit. 2022-12-15]. Dostupné také z: <https://gitlab.fit.cvut.cz/dedeckam/mi-scr/-/blob/master/prednasky/4.ipynb>.
53. DEDECIUS, Kamil. *Materiály k NI-SCR, 1. přednáška.* [cit. 2022-12-15]. Dostupné také z: <https://gitlab.fit.cvut.cz/dedeckam/mi-scr/-/blob/master/prednasky/1.ipynb>.
54. BLAŽEK, Rudolf B.; KOTECKÝ, Roman; VAŠATA, Daniel; HRABÁKOVÁ, Jitka; NOVÁK, Petr. *Skripta předmětu BI-PST – Pravděpodobnost a statistika, kapitola 5.* [cit. 2022-12-08]. Dostupné také z: <https://courses.fit.cvut.cz/BI-PST/media/lectures/BI-PST-Lec08-Handout.pdf>.
55. *§ 109 zákona č. 262/2006 Sb., Zákoník práce.* Sbírka zákonů České republiky, 2006. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-262#cast6>.
56. KORSTANJE, Joos. *How to Select a Model For Your Time Series Prediction Task [Guide].* MLOps Blog, [cit. 2022-12-15]. Dostupné také z: <https://neptune.ai/blog/select-model-for-time-series-prediction-task>.
57. *SQLAlchemy - The Python SQL Toolkit and Object Relational Mapper.* [cit. 2022-12-15]. Dostupné také z: <https://www.sqlalchemy.org/>.

58. MICHALZEM. *CzechGPSPolygonList*. Github, [cit. 2022-10-18]. Dostupné také z: <https://github.com/MichalZem/CzechGPSPolygonList>.
59. SMATANA, Lubomír. *V Tachově je zavřená nemocnice*. Český rozhlas Radiožurnál, [cit. 2022-12-19]. Dostupné také z: <https://radiozurnal.rozhlas.cz/v-tachove-je-zavrena-nemocnice-6334047>.
60. *Město Tachov – rozpočet pro rok 2022*. Město Tachov, [cit. 2022-12-19]. Dostupné také z: <https://www.tachov-mesto.cz/rozpocet-mesta-na-rok-2022.html>.
61. *Městská nemocnice Ostrava – rozpočet pro rok 2022*. Městská nemocnice Ostrava, p.o, [cit. 2022-12-19]. Dostupné také z: <https://www.mnof.cz/media/files/o-nemocnici/rozpocet-2022/MNO-rozpocet-2022-a-strednedoby-vyhled-2023-2024.pdf>.
62. *Charakteristika okresu Tachov*. Krajská správa ČSÚ v Plzni, [cit. 2022-12-19]. Dostupné také z: [https://www.czso.cz/documents/11252/17841492/charakteristika\\_tachov.pdf](https://www.czso.cz/documents/11252/17841492/charakteristika_tachov.pdf).
63. *Cesta z Rozvadova do nemocnice Svatá Anna v Plané*. Google Maps, [cit. 2022-12-19]. Dostupné také z: <https://bit.ly/3PLzZ63>.
64. *Plzeňský kraj plánuje další stavbu. Na Tachovsku vznikne nová nemocnice*. Náš region, [cit. 2022-12-19]. Dostupné také z: <https://nasregion.cz/plzensky-kraj-planuje-dalsi-stavbu-na-tachovsku-vznikne-nova-nemocnice-228009/>.
65. HICKS, Lanis L. Availability and Accessibility of Rural Health Care. 1990, roč. 6, č. 4. Dostupné také z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1748-0361.1990.tb00684.x>.
66. RISOVÁ, Silvie. *Registrovat se u gynekologa je v Karlových Varech těžké* [online]. Karlovarský deník, [cit. 2022-08-18]. Dostupné také z: [https://karlovarsky.denik.cz/zpravy\\_region/kv\\_malo\\_gynekologu\\_20080316.html](https://karlovarsky.denik.cz/zpravy_region/kv_malo_gynekologu_20080316.html).
67. *Papírování zabere praktikovi 50 % času, jen zbytek má pro pacienty*. Vitalia, [cit. 2022-12-22]. Dostupné také z: <https://www.vitalia.cz/clanky/papirovani-zabere-praktikovi-50-casu-jen-zbytek-ma-pro-pacienta/>.
68. *Druhy a výše poplatků spojených se studiem na Univerzitě Karlově pro akademický rok 2021/2022*. Univerzita Karlova, [cit. 2022-12-18]. Dostupné také z: [https://cuni.cz/UK-917-version1-vyse\\_poplatku\\_na\\_uk\\_2021\\_2022\\_upr\\_21\\_06\\_2021.pdf](https://cuni.cz/UK-917-version1-vyse_poplatku_na_uk_2021_2022_upr_21_06_2021.pdf).
69. *Poplatky spojené se studiem*. Univerzita Palackého v Olomouci, [cit. 2022-12-18]. Dostupné také z: [https://www.upol.cz/fileadmin/userdata/UP/Studenti/vyse\\_poplatku\\_-\\_kopie.pdf](https://www.upol.cz/fileadmin/userdata/UP/Studenti/vyse_poplatku_-_kopie.pdf).
70. *Poplatky*. Masarykova Univerzita, [cit. 2022-12-18]. Dostupné také z: <https://www.med.muni.cz/studenti/poplatky>.
71. *Rozpis rozpočtu vysokých škol na rok 2022*. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky, [cit. 2022-12-18]. Dostupné také z: <https://www.msmt.cz/vzdelavani/vysoke-skolstvi/rozpis-rozpocet-vysokych-skol-na-rok-2022>.
72. *Členské příspěvky ČLK*. Česká lékařská komora, [cit. 2022-12-21]. Dostupné také z: <https://www.lkcr.cz/clenske-prispevky>.
73. *Platy v roce 2022*. Mladí lékaři, [cit. 2022-12-21]. Dostupné také z: <https://mladilekari.cz/2021/12/11/platy-lekaru-2022/>.
74. *Beitragsordnung der Ärztekammer Berlin*. Ärztekammer Berlin, [cit. 2022-12-21]. Dostupné také z: [https://www.aekb.de/fileadmin/01\\_aerzt-innen/mitgliedschaft/AEKB\\_Beitragsordnung-und-tabelle-2021.pdf](https://www.aekb.de/fileadmin/01_aerzt-innen/mitgliedschaft/AEKB_Beitragsordnung-und-tabelle-2021.pdf).
75. *Arzt Gehalt 2022: Wie viel verdient ein Arzt?* Springer Medizin, [cit. 2022-12-21]. Dostupné také z: <https://jobs.springermedizin.de/arzt-karriere/gehalt/arzt-gehalt>.

76. *Slovenští lékaři vybojovali platy vyšší než v Česku*. Medical Tribune, [cit. 2022-12-21]. Dostupné také z: <https://www.tribune.cz/zdravotnictvi/slovensti-lekari-vybojovali-platy-vyssi-nez-v-cesku/>.
77. ČABANOVÁ, Adéla. *Slovenské nemocnice čekají velké změny a investice*. Medical Tribune, [cit. 2022-12-21]. Dostupné také z: <https://www.tribune.cz/archiv/slovenske-nemocnice-cekaji-velke-zmeny-a-investice/>.
78. HODKOVÁ, Zuzana. *Slováci předběhli Čechy. Postavili nejlepší špitál ve střední Evropě*. Seznam Zprávy, [cit. 2022-12-21]. Dostupné také z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/ekonomika-byznys-slovaci-predbehli-cechy-postavili-nejlepsi-spital-ve-stredni-evrope-220465>.
79. VOKÁL, Vladimír; ZHOŘ, Dušan. *Lékař z Kyjova: Nedostatek praktiků může způsobit humanitární katastrofu* [online]. iDNES.cz, Rozstřel, [cit. 2022-12-08]. Dostupné také z: [https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/dusan-zhor-prakticky-lekar-cesi-se-nestaraji-o-sva-tela-rozstrel.A221123\\_150249\\_domaci\\_vov](https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/dusan-zhor-prakticky-lekar-cesi-se-nestaraji-o-sva-tela-rozstrel.A221123_150249_domaci_vov).
80. *Dvanáct hodin ve frontě na zubaře nebo losování pacientů. Dojíždějte, radí Šmucler*. theGlobalEconomy.com, [cit. 2022-12-19]. Dostupné také z: [https://www.theglobaleconomy.com/rankings/dentists\\_per\\_1000\\_people/Europe/](https://www.theglobaleconomy.com/rankings/dentists_per_1000_people/Europe/).
81. ENDRŠTOVÁ, Michaela. *Dvanáct hodin ve frontě na zubaře nebo losování pacientů. Dojíždějte, radí Šmucler*. Aktuálně.cz, [cit. 2022-12-19]. Dostupné také z: <https://zpravy.aktualne.cz/domaci/nedostatek-zubaru/r-9742f52869f011edba5b0cc47ab5f122/>.
82. *Kde jsou v Česku potřeba noví zubaři?* ArcČR 500, [cit. 2022-12-19]. Dostupné také z: <https://cdn.xsd.cz/original/a0d4fda5f7273e88a9568e8bd5912d10.png>.
83. KŘIŽÁKOVÁ, Klára. *Ostravská univerzita neotevře obor stomatology, zatím nedostala od ministerstva akreditaci*. Český rozhlas Radiožurnál, [cit. 2022-12-19]. Dostupné také z: [https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/ostrava-zubari-fakulta-stomatologie\\_2206300730\\_mfk](https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/ostrava-zubari-fakulta-stomatologie_2206300730_mfk).
84. *Unmet health care needs statistics*. Eurostat, [cit. 2022-12-20]. Dostupné také z: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Unmet\\_health\\_care\\_needs\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Unmet_health_care_needs_statistics).
85. *Medical doctors (per 10 000 population)*. World Health Organization, [cit. 2022-12-21]. Dostupné také z: [https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/medical-doctors-\(per-10-000-population\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/medical-doctors-(per-10-000-population)).
86. *Generalist medical practitioners (number)*. World Health Organization, [cit. 2022-12-21]. Dostupné také z: [https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/generalist-medical-practitioners-\(number\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/generalist-medical-practitioners-(number)).
87. *Healthcare personnel statistics - physicians*. Eurostat, [cit. 2022-12-21]. Dostupné také z: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Healthcare\\_personnel\\_statistics\\_-\\_physicians&oldid=460643](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Healthcare_personnel_statistics_-_physicians&oldid=460643).
88. CECHL, Pavel. *Kritická situace. Praktiků je v Česku nedostatek, skončit mohou sta dalších*. deník.cz, [cit. 2022-12-21]. Dostupné také z: <https://www.denik.cz/zdravi/lekari-praktici-nedostatek-cesko-20220520.html>.
89. CHALUPA, Martin. *Špatná zpráva pro pacienty: Venkov přichází o praktiky, pomoc je často daleko. Lékaři vysvětlují, co musí vláda změnit*. čtidoma.cz, [cit. 2022-12-21]. Dostupné také z: <https://www.ctidoma.cz/zpravodajstvi/spatna-zprava-pro-pacienty-venkov-prichazi-o-praktiky-pomoc-je-casto-daleko-lekari>.

90. *V Praze začíná být nedostatek praktiků, dostupnost zhoršil i příchod Ukrajinců.* Pražský patriot, [cit. 2022-12-21]. Dostupné také z: <https://www.prazskypatriot.cz/v-hlavnim-meste-zacina-byt-nedostatek-praktiku-dostupnost-zhorsil-i-prichod-ukrajincu/>.
91. RNDR. LUDĚK ŠÍDLO, Ph.D.; RNDR. MARTIN NOVÁK, Ph.D.; RNDR. PŘEMYSL ŠTYCH, Ph.D.; RNDR. BORIS BURCIN, Ph.D. *Hodnocení dostupnosti primární zdravotní péče v Česku: Dostupnost ambulantní gynekologie.* 2017. ISBN 978-80-87343-75-3. Dostupné také z: <https://drive.google.com/file/d/1HfxWZ1NVmVzsi4zbSjKM4TXovw17bDKu/view>.
92. RNDR. LUDĚK ŠÍDLO, Ph.D.; RNDR. MARTIN NOVÁK, Ph.D.; RNDR. PŘEMYSL ŠTYCH, Ph.D.; RNDR. BORIS BURCIN, Ph.D. *Hodnocení dostupnosti primární zdravotní péče v Česku: Dostupnost zubního lékařství.* 2017. ISBN 978-80-87343-74-6. Dostupné také z: <https://drive.google.com/file/d/1ARSZeM8XhGMI15kVLXJ46v1fcxpjwWYb/view>.
93. RNDR. LUDĚK ŠÍDLO, Ph.D.; RNDR. MARTIN NOVÁK, Ph.D.; RNDR. PŘEMYSL ŠTYCH, Ph.D.; RNDR. BORIS BURCIN, Ph.D. *Hodnocení dostupnosti primární zdravotní péče v Česku: Dostupnost praktického lékařství pro děti a dorost.* 2017. ISBN 978-80-87343-73-9. Dostupné také z: [https://drive.google.com/file/d/1Pwg2gvqQGVwX2HD2qXkQvzNy\\_hg5jDwa/view](https://drive.google.com/file/d/1Pwg2gvqQGVwX2HD2qXkQvzNy_hg5jDwa/view).
94. RNDR. LUDĚK ŠÍDLO, Ph.D.; RNDR. MARTIN NOVÁK, Ph.D.; RNDR. PŘEMYSL ŠTYCH, Ph.D.; RNDR. BORIS BURCIN, Ph.D. *Hodnocení dostupnosti primární zdravotní péče v Česku: Dostupnost všeobecného praktického lékařství.* 2017. ISBN 978-80-87343-72-2. Dostupné také z: <https://drive.google.com/file/d/104qb1K8gWKHWGnfPqdMQ5ervuG3a9bfu/view>.
95. RNDR. LUDĚK ŠÍDLO, Ph.D.; RNDR. MARTIN NOVÁK, Ph.D.; RNDR. PŘEMYSL ŠTYCH, Ph.D.; RNDR. BORIS BURCIN, Ph.D. *Hodnocení a modelování dostupnosti primární zdravotní péče.* [cit. 2022-12-18]. Dostupné také z: <https://www.natur.cuni.cz/geografie/demografie-a-geodemografie/veda-a-vyzkum/vybrane-projekty/hodnoceni-a-modelovani-dostupnosti-primarni-zdravotni-pece-jako-klicoveho-aspektu-zdravotni-pece-v-cr/souhrna-studie.pdf>.
96. RNDR. LUDĚK ŠÍDLO, Ph.D.; RNDR. MARTIN NOVÁK, Ph.D.; RNDR. PŘEMYSL ŠTYCH, Ph.D.; RNDR. BORIS BURCIN, Ph.D. *Metodika hodnocení dostupnosti primární zdravotní péče.* [cit. 2022-12-18]. Dostupné také z: <https://www.natur.cuni.cz/geografie/demografie-a-geodemografie/veda-a-vyzkum/vybrane-projekty/hodnoceni-a-modelovani-dostupnosti-primarni-zdravotni-pece-jako-klicoveho-aspektu-zdravotni-pece-v-cr/metodika-hodnoceni-dostupnosti-zp.pdf>.
97. *Tvorba sítě poskytovatelů zdravotních služeb – primární péče.* Všeobecná zdravotní pojišťovna České republiky, [cit. 2022-12-22]. Dostupné také z: <https://www.vzp.cz/poskytovatele/dostupnost-zdravotni-pece/tvorba-site-poskytovatelu-zdravotnich-sluzeb-primarni-pece>.
98. ZDRAVEZPRAVY. *Volné kapacity primární péče ukáže zdravotnická mapa.* Zdravé zprávy, [cit. 2022-12-18]. Dostupné také z: <https://www.zdravezpravy.cz/2022/04/14/volne-kapacity-primarni-pece-ukaze-zdravotnicka-mapa/>.
99. ZDRAVEZPRAVY. *V dubnu slíbil ministr mapy dostupné péče. Doted' neexistují.* Zdravé zprávy, [cit. 2022-12-18]. Dostupné také z: <https://www.zdravezpravy.cz/2022/11/28/v-dubnu-slibil-ministr-mapy-dostupne-pece-doted-neexistuji/>.
100. *Registr Lékařů České republiky.* [cit. 2022-12-28]. Dostupné také z: <https://www.registrlekaru.cz/>.

101. *Známý lékař*. [cit. 2022-12-28]. Dostupné také z: <https://www.znamylekar.cz/>.
102. ZELENKA, Filip. *Česku chybějí léky. Výpadky přicházejí častěji a trvají déle. Novinkou je nedostatek antibiotik*. E15.cz, [cit. 2022-12-21]. Dostupné také z: <https://www.e15.cz/domaci/cesku-chybeji-leky-vypadky-prichazeji-asteji-a-trvaji-dele-novinkou-je-nedostatek-antibiotik-1395536>.
103. PIKA, Tomáš; ŽERAVOVÁ, Veronika. *V Česku chybí sirupy na horečku pro děti. Lékový úřad vyjednal mimořádnou dodávku 350 tisíc balení*. Český rozhlas Radiožurnál, [cit. 2022-12-21]. Dostupné také z: [https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/nedostatek-leku-cesko-sukl-deti-sirup-lekarny\\_2212141419\\_pik](https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/nedostatek-leku-cesko-sukl-deti-sirup-lekarny_2212141419_pik).
104. *Obecné nařízení o ochraně osobních údajů (GDPR)*. [cit. 2022-12-09]. Dostupné také z: <https://www.uoou.cz/uplne-zneni-gdpr/ds-6607/p1=6607>.



# Obsah přiloženého média

README.md	.....	stručný popis obsahu média a projektu
LICENSE	.....	licence projektu
data		
final	.....	výsledné, pročištěné soubory
intermediate	.....	pomocné soubory při zpracování dat
pred	.....	soubory predikcí
raw	.....	nezpracované soubory získané od orgánů
doc		
decisions	.....	rozhodnutí žádostí o informace podle zákona č. 106/1999 Sb.
letters	.....	žádosti o informace podle zákona č. 106/1999 Sb.
thesis.pdf	.....	text práce ve formátu PDF
images		
visualizaton	.....	vytvořené grafy
wireframe	.....	návrhy wireframů webové aplikace
src		
app	.....	zdrojové kódy webové aplikace
scripts	.....	zdrojové kódy pro zpracování dat, vizualizace a predikce
utils	.....	pomocné moduly pro zpracování dat a vizualizaci
thesis	.....	zdrojová forma práce ve formátu L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X
db.bak	.....	dump databáze
docker-compose.yml	.....	soubor pro dockerizaci projektu
Dockerfile	.....	soubor pro tvorbu dockeru webové aplikace
main.py	.....	hlavní soubor pro vývojářskou verzi
requirements.txt	.....	seznam knihoven webové aplikace