

# Vývoj priebehu Covid-19 v Českej republike v porovnaní so Švédskom, Gréckom a Haiti.

# Obsah

Úvod a cieľ .....	3
Metodika .....	4
Vstupné dáta .....	4
Priebeh spracovania dát .....	7
Získanie a spracovanie dát .....	7
Načítanie dát do dátového skladu .....	9
Návrh dátového skladu s atribútmi .....	11
Faktové tabuľky .....	13
Dimenzionálne tabuľky .....	14
Dočasné tabuľky .....	17
Výsledky .....	19
Korelácia počtu nakazených s počtom zaočkovaných .....	19
Denný počet nakazených verzus počet vykonaných testov .....	19
Vývoj epidémie v rámci reštrikcií .....	21
Zavretie firiem a škôl .....	21
Zákaz zhromažďovania a verejných udalostí .....	22
Rúška .....	23
Zákaz pohybu v krajine .....	24
Kombinácia reštrikcií .....	25
Vývoj epidémie v rámci počasia .....	27
Vzťah uzavretia hraníc voči vývoju počtu nakazených .....	28
Úmrtnosť na covid v priebehu epidémie .....	29
Diskusia a záver .....	31
Literatúra .....	32

# Úvod a cieľ

Hlavným cieľom projektu je porovnať vývoj priebehu Covid-19 v Českej republike so Švédskom, Gréckom a Haiti. Zistiť aké opatrenia sú najviac účinné, a ktoré opatrenia nemajú vplyv na šírenie ochorenia covid-19. Dôvodom prečo porovnávame práve tieto štyri krajiny je, že všetky krajiny majú približne rovnaký počet obyvateľov, ale majú rozdielne rozlohy, počasie v krajine a sociálne zázemie. Po určení témy sme si definovali šesť kľúčových ukazovateľov výkonnosti (KPI), ktoré chceme skúmať:

1. Korelácia počtu nakazených s počtom zaočkovaných
2. Denný počet nakazených verzus počet vykonaných testov
3. Vývoj epidémie v rámci reštrikcií
  - a. Zavretie firiem a škôl
  - b. Zákaz zhromažďovania a verejných udalostí
  - c. Rúška
  - d. Zákaz pohybu v krajine
4. Vývoj epidémie v rámci počasia
5. Vzťah uzavretia hraníc voči vývoju počtu nakazených
6. Úmrtnosť na covid v priebehu epidémie

# Metodika

## Vstupné dáta

Pri analýze boli používané dáta z dvoch hlavných zdrojov. Dáta o počasí [1] a dáta o pandémii covid-19 [2].

Dáta o počasí sú zo zdroja získané vo formáte json (Obrázok 3). Dáta obsahujú okrem teploty, zrážok a vlhkosti aj informácie o východe a západe slnka, poveternostné podmienky. Json súbor je spracovaný a vyfiltrovaný na potreby tohto projektu pomocou skriptu loadWeatherData.py. Obrázok (Obrázok 1) ukazuje časť dát vo výslednom csv súbore. Každý záznam obsahuje názov krajiny a dátum, ktorého sa záznam týka, teplotu v stupňoch Celzia, vlhkosť v percentách a slovný popis počasia.

```
name,date,temperature,humidity,description
Haiti,2020-01-01,26,79.75,Patchy rain possible
Haiti,2020-01-02,27,80.625,Patchy rain possible
Haiti,2020-01-03,27,76.5,Partly cloudy
Haiti,2020-01-04,27,71.875,Clear
Haiti,2020-01-05,27,76.75,Partly cloudy
Haiti,2020-01-06,26,70.75,Patchy rain possible
Haiti,2020-01-07,25,70.375,Partly cloudy
Haiti,2020-01-08,26,73.375,Partly cloudy
Haiti,2020-01-09,26,73.375,Partly cloudy
Haiti,2020-01-10,26,64.625,Partly cloudy
Haiti,2020-01-11,26,66.375,Partly cloudy
Haiti,2020-01-12,25,66.0,Partly cloudy
Haiti,2020-01-13,25,66.5,Partly cloudy
Haiti,2020-01-14,25,64.125,Partly cloudy
```

Obrázok 1 Príklad dát weather.csv

Dáta o ochorení covid-19 sú vo formáte csv. Sú rozdelené do dokumentov podľa oblastí skúmaných pri tomto ochorení, kde jeden súbor obsahuje všetky fakty o prírastkoch nakazených, vakcinovaných, testovaných a mnoho ďalších. Tieto dáta sú upravené skriptom loadDataRestriction.py. Obrázok (Obrázok 2) ukazuje príklad dát, ktoré sú spracované spomínaným skriptom. Spracovaný súbor csv obsahuje kód krajiny, kontinent, názov krajiny, dátum, úplný počet nakazených v danej krajine, počet nových prípadov, počet nových úmrtí, počet vykonaných testov, počet nových vakcinácií a mieru s ktorou sa v krajine vykonávalo testovanie.

Zvyšné zdrojové súbory sa týkajú obmedzení alebo nariadení. Každé obmedzenie je získané v samostatnom súbore csv a skladá sa z názvu krajiny, kódu krajiny, dátumu a celočíselnej hodnoty, ktorá predstavuje stupeň obmedzenia. Obrázok (Obrázok 4) zobrazuje príklad takéhoto zdrojového súboru, konkrétne pre obmedzenie zákazu zhromažďovania.

Dáta, ktoré sú k dispozícii obsahujú všetky krajiny, v ktorých je daná oblasť zaznamenávaná. V projekte sú použité dáta len pre štyri spomínané krajiny: Česká republika Švédsko, Grécko a Haiti.

```

code,continent,name,date,total_cases,positive_increase,number_of_deaths,number_of_tests,new_vaccinations,testing_policy
CZE,Europe,Czechia,2020-03-01,3.0,3.0,0.0,0.0,0.0,0
CZE,Europe,Czechia,2020-03-02,3.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0
CZE,Europe,Czechia,2020-03-03,5.0,2.0,0.0,0.0,0.0,0
CZE,Europe,Czechia,2020-03-04,8.0,3.0,0.0,0.0,0.0,0
CZE,Europe,Czechia,2020-03-05,12.0,4.0,0.0,0.0,0.0,0
CZE,Europe,Czechia,2020-03-06,18.0,6.0,0.0,0.0,0.0,0
CZE,Europe,Czechia,2020-03-07,19.0,1.0,0.0,0.0,0.0,0
CZE,Europe,Czechia,2020-03-08,31.0,12.0,0.0,0.0,0.0,0
CZE,Europe,Czechia,2020-03-09,31.0,0.0,0.0,0.0,0.0,1
CZE,Europe,Czechia,2020-03-10,41.0,10.0,0.0,0.0,0.0,1
CZE,Europe,Czechia,2020-03-11,91.0,50.0,0.0,0.0,0.0,1
CZE,Europe,Czechia,2020-03-12,94.0,3.0,0.0,0.0,0.0,1
CZE,Europe,Czechia,2020-03-13,141.0,47.0,0.0,0.0,0.0,1
CZE,Europe,Czechia,2020-03-14,189.0,48.0,0.0,0.0,0.0,1

```

*Obrázok 2 príklad spracovaných dát zo zdrojového súboru owid-covid-data.csv*

```

{
  "data": {
    "request": [
      {
        "type": "City",
        "query": "Prague, Czech Republic"
      }
    ],
    "current_condition": [
      {
        "observation_time": "10:47 AM",
        "temp_C": "2",
        "temp_F": "36",
        "weatherCode": "116",
        "weatherIconUrl": [
          {
            "value": "http://cdn.worldweatheronline.com/images/wsymbols01_png_64/wsymb01_0002_sunny_intervals.png"
          }
        ],
        "weatherDesc": [
          {
            "value": "Partly cloudy"
          }
        ],
        "windspeedMiles": "13",
        "windspeedKmph": "20",
        "winddirDegree": "320",
        "winddir16Point": "NW",
        "precipMM": "0.8",
        "precipInches": "0.0",
        "humidity": "75",
        "visibility": "10",
        "visibilityMiles": "6",
        "pressure": "1025",
        "pressureInches": "30",
        "cloudcover": "75",
        "FeelsLikeC": "-2",
        "FeelsLikeF": "28",
        "uvIndex": "1"
      }
    ],
    "weather": [
      {
        "date": "2022-01-22",
        "astronomy": [
          {
            "sunrise": "07:49 AM",
            "sunset": "04:39 PM",
            "moonrise": "09:38 PM",
            "moonset": "10:10 AM",
            "moon_phase": "Waning Gibbous",
            "moon_illumination": "63"
          }
        ]
      }
    ]
  }
}

```

Obrázok 3 Príklad dát zo zdrojového súboru o počasi vo formáte json.

```

Entity,Code,Day,restriction_gatherings
Afghanistan,AFG,2020-01-01,0
Afghanistan,AFG,2020-01-02,0
Afghanistan,AFG,2020-01-03,0
Afghanistan,AFG,2020-01-04,0
Afghanistan,AFG,2020-01-05,0
Afghanistan,AFG,2020-01-06,0
Afghanistan,AFG,2020-01-07,0
Afghanistan,AFG,2020-01-08,0
Afghanistan,AFG,2020-01-09,0
Afghanistan,AFG,2020-01-10,0
Afghanistan,AFG,2020-01-11,0
Afghanistan,AFG,2020-01-12,0
Afghanistan,AFG,2020-01-13,0
Afghanistan,AFG,2020-01-14,0

```

*Obrázok 4 Příklad dát public-gathering-rules-covid.csv*

## Priebeh spracovania dát

Po definovaní KPI bolo prvým krokom vytvorenie modelu dátového skladu. Prvý pokus o vytvorenie faktových a dimenzionálnych tabuliek nebol úspešný, pretože do atribútov dimenzionálnych tabuliek boli pri vytváraní zakomponované aj fakty. Druhý pokus je aktuálna verzia, ktorej bližší popis sa nachádza v nasledujúcej kapitole. Dalším krokom bolo vytvorenie databázy. Pre vytvorenie databázy bol použitý nástroj SQL Server Management Studio [4], kde boli pomocou skriptov vytvorené prázdne tabuľky. Tretím krokom bolo spracovanie dát. Keďže získané dáta obsahovali nadbytočné informácie pre náš projekt, tak boli pomocou skriptov napísaných v pythone vyfiltrované iba potrebné krajiny a údaje o počasí. Takto upravené dáta boli pomocou SQL Server Integration Services nahraté do tabuliek. Štvrtým krokom bola vizualizácia dát, ktorá prebehla pomocou nástroja PowerBI [3]. Posledným krokom bola analýza vizualizovaných dát, ktorých popisy sa nachádzajú v tomto dokumente.

## Získanie a spracovanie dát

Dáta boli získané pomocou nasledovných skriptov:

### **loadDataRestriction.py**

Pythonový skript, ktorý stiahne zo stránky [7] obecné dáta o covid-19 vo formáte CSV. Tieto dáta obsahujú krajinu, pre ktorú platia namerané dáta, jej kód (pre Českú republiku CZE), kontinent, štát, dátum, totálny počet prípadov, nový počet prípadov, nové úmrtia, nové testy, počet nových vakcinácií.

Dáta sú vyfiltrované pre potrebné krajiny a niektoré stĺpce sú premenované na potrebný názov a uložené pod názvom *data-covid.csv*.

Použité knižnice:

- Pandas - pre analýzu a manipuláciu s dátami
- Requests – pre stiahnutie súborov

### **loadDataPolicies.py**

Skript získa potrebné .csv súbory, ktoré obsahujú informácie o nariadeniach a opatreniach spojených s covid19.

Nakoľko zdroj dát [8], neposkytuje verejne dostupné API, rozhodli sme sa na získanie dát použiť knižnicu Selenium v jazyku Python. Knižnica Selenium sa používa na automatizáciu používania webových prehliadačov.

Pre správny chod skriptu je potrebné stiahnuť Chrome Webdriver [5] a v zdrojovom kóde upraviť cestu ku stiahnutému Webdriveru.

Skript obsahuje nastavené url pre jednotlivé stránky, ku ktorým je potrebné pristúpiť.

Skript otvorí nové okno prehliadača, pristúpi ku stránke a podľa xpath nájde potrebné elementy, tak aby sa dostal ku tlačidlu na stiahnutie. Súbor csv sa stiahne do požadovaného priečinku.

Postupne načítané dáta o rôznych typoch obmedzení zjednotí do jedného súboru a jednotlivé stĺpce sú premenované a prípadné chýbajúce hodnoty sú nahradené nulami.

Použité knižnice:

- Selenium - automatizácia prehliadača
- sys - systémové funkcie, načítanie argumentov
- time - uspanie, aby bol dostatočný čas na stiahnutie súboru
- Pandas

### **loadWeatherData.py**

Python skript, ktorý sťahuje dáta vo formáte JSON o počasí zo stránky [9] pre špecifikované krajiny a obdobia. Tieto dáta sú stiahnuté, vyfiltrované a upravené do tvaru: *krajina, dátum, teplota, vlhkosť, slovný popis počasia*. Získané dáta sa vzťahujú vždy pre hlavné mesto danej krajiny a sú zovšeobecnené na celú krajinu.

Ak tomuto skriptu nie sú predané extra parametre roky a mesiace, stiahne dáta za celé obdobie pandémie covid-19. Prvý parameter sú teda roky oddelené čiarkami a druhý parameter sú mesiace, tiež oddelené čiarkami.

Pre správne použitie skriptu je nutné mať vygenerovaný API kľúč, ktorý je možné nájsť po registrácii na stránkach. Tento kľúč môže, ale nemusí byť predaný ako 3tí parameter, je tu nastavený predvolený. Všetko je uložené do jedného súboru s názvom *weather.csv*.

Následne tento skript načíta vytvorený súbor a vyhľadá v stĺpci popis počasia unikátne hodnoty a tie uloží do nového súboru s názvom *dim\_table\_weather.csv* pro nahranie do dimenzionálnej tabuľky.

Predvolené hodnoty

- Krajiny: Czechia, Haiti, Greece, Sweden
- Roky: 2020, 2021



- Mesiace: 1, 2, 3 .. 12

Použité knižnice:

- requests - knižnica pre načítanie potrebných dát vo formáte JSON
- Json - knižnica pre manipuláciu s JSON formátom
- Datetime - knižnica pre manipuláciu s dátumom
- Sys - pre načítanie systémových parametrov
- Os - pre korektné načítanie systémovej cesty
- Csv - knižnica pre manipuláciu s csv formátom
- pandas - pre analýzu a manipuláciu s dátami
- Glob - knižnica na prístup ku adresárom

### **getUniqueValFromDownloadedFiles.py**

Python skript, ktorý z výše uvedených stiahnutých súborov, vyčíta unikátne hodnoty a uloží ich do špecifického súboru pre nahranie do dimenzionálnych tabuliek. Jedna sa o hodnoty testovacej politiky, nosenie rúšok, uzatvorenie škôl, typ cezhraničných kontrol, obmedzenie verejných udalostí, nastavenie homeoffice. Dáta sú postupne uložené do súborov: *dim\_table\_testing\_policy.csv*, *dim\_table\_masks.csv*, *dim\_table\_closure.csv*, *dim\_table\_type\_travel\_controle.csv*, *dim\_table\_lockdown.csv*

- Použité knižnice:
- Itertools - knižnica pre prácu s dátami (uľahčuje prácu s cyklom)
- Pandas - pre analýzu a manipuláciu dát

### **Makefile**

Pomocou tohto súboru sú postupne spustené všetky python skripty na stiahnutie všetkých potrebných súborov.

## **Načítanie dát do dátového skladu**

### **Naplnenie dočasných tabuliek - fullDataInsertion.dtsx**

Tabuľky naplňané v tomto kroku, obsahujú všetky informácie pre príslušnú faktovú tabuľku a jej dimenzie. Sú potrebné na vytvorenie faktových tabuliek.

Na začiatku sa zmažú všetky záznamy pre tabuľku. Následne sa pripojí požadovaný .csv zdroj dát pre danú tabuľku. Dáta sa načítajú a prebehne konverzie na potrebné dátové typy. Dáta sa uložia do cieľovej tabuľky.

### **Naplnenie dim date a dim country - staticDataInsertion.dtsx**

Dimenzia krajiny je statická dimenzia, ktorá obsahuje nami 4 vybrané krajiny. Naplnenie tabuľky prebehne pomocou SQL príkazu Insert.

Naplnenie dimenzie dátumu prebieha taktiež pomocou SQL skriptu. Logika skriptu počíta jednotlivé dátumy a k nim názvy dní v týždni. Skript bol prevzatý z [6] a následne upravený

na potreby nášho projektu. Rozsah použitých dátumov sa dá upraviť na začiatku skriptu. Momentálne sú hodnoty v rozsahu od 1.1.2020 do 30.1.2022.

### **Naplnenie dimenzionálnych tabuliek**

Naplnenie a prípadné doplnenie údajov do dimenzionálnej tabuľky prebieha pre všetky dimenzie rovnako.

Postup:

1. Pripojenie na zdrojový súbor .csv
2. Konverzia dát v prípade potreby. Týka sa najmä dimenzií, ktoré obsahujú číselné hodnoty a je potrebné ich konvertovať na integer alebo float.
3. Lookup - porovnanie načítaných hodnôt zo zdroja s obsahom cieľovej tabuľky.
4. Podmienka a rozdelenie
  1. V prípade, že tabuľka už obsahuje vstupné hodnoty, nebudú sa znova pridávať.
  2. V prípade, že sa v tabuľke vstupné hodnoty nenájdu, zapíšu sa na koniec cieľovej tabuľky.

### **Naplnenie faktových tabuliek – factTablePopulation.dtsx**

Prebieha rovnako pre všetky tabuľky:

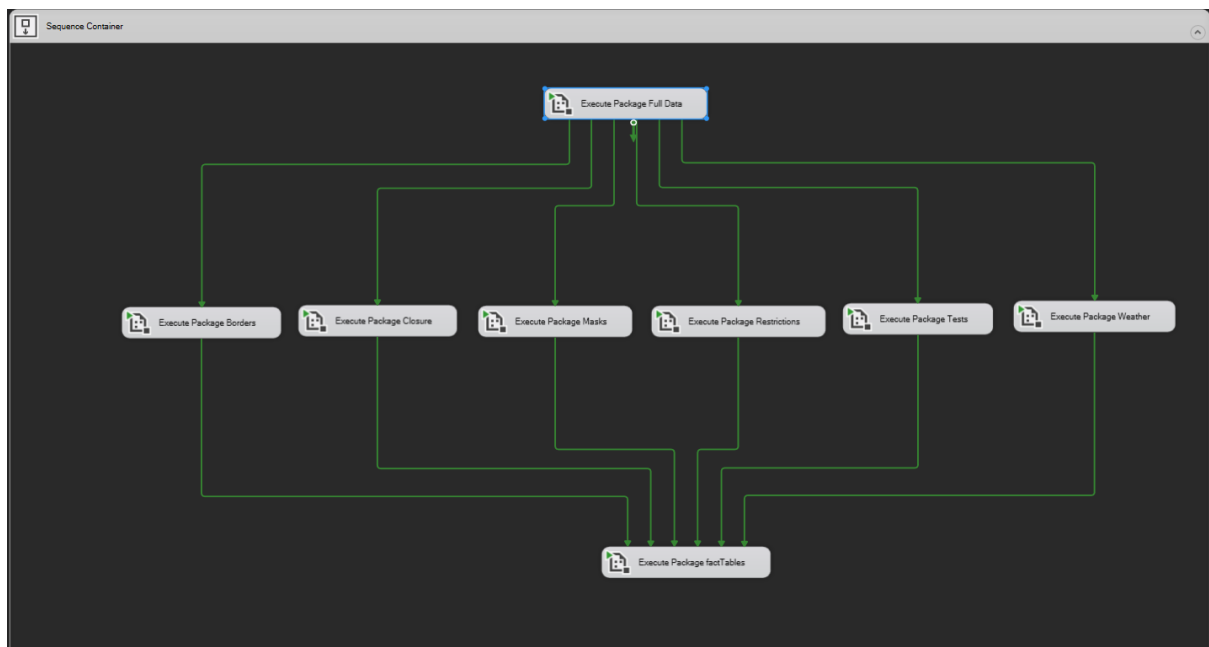
1. Zmažú sa záznamy príkazom *TRUNCATE*
2. Pripojí sa zdroj dát, a to dočasná tabuľka, príslušná danej faktovej
3. Následne prebehnú Lookup-i pre každú dimenzionálnu tabuľku. Hodnoty z dočasnej tabuľky sú vyhľadané v dimenzionálnej tabuľke.
4. Kľúče do dimenzionálnych tabuliek a fakty, sú uložené do príslušnej faktovej tabuľky.

V prípade faktovej tabuľky fact\_covid, sú vyhľadané záporne hodnoty a upravené na kladné, nakoľko sa občas vyskytnú nekorektné hodnoty v zdrojových dátach.

### **Sequence flow**

Postupne spúšťa jednotlivé balíčky spomenuté vyššie. Najprv sa spustí balíček fullDataInsertion, v ktorom sa naplnia tabuľky ktoré obsahujú všetky dáta. Následne sa vykonajú všetky balíčky potrebné na naplnenie dimenzií. Ak sa dimenzie naplnia úspešne, vykoná sa balíček naplnenia faktových tabuliek. Sekvenčné spustenie je zobrazené na obrázku (Obrázok 5).

Balíček staticDataInsertion.dtsx na nevykonáva v Sekvenčnom naplňaní, pretože nie je potrebné tieto statické dáta naplňať viac krát. Pri prvom naplnení daných tabuliek bol balíček spustený a naplnený potrebnými dátami.

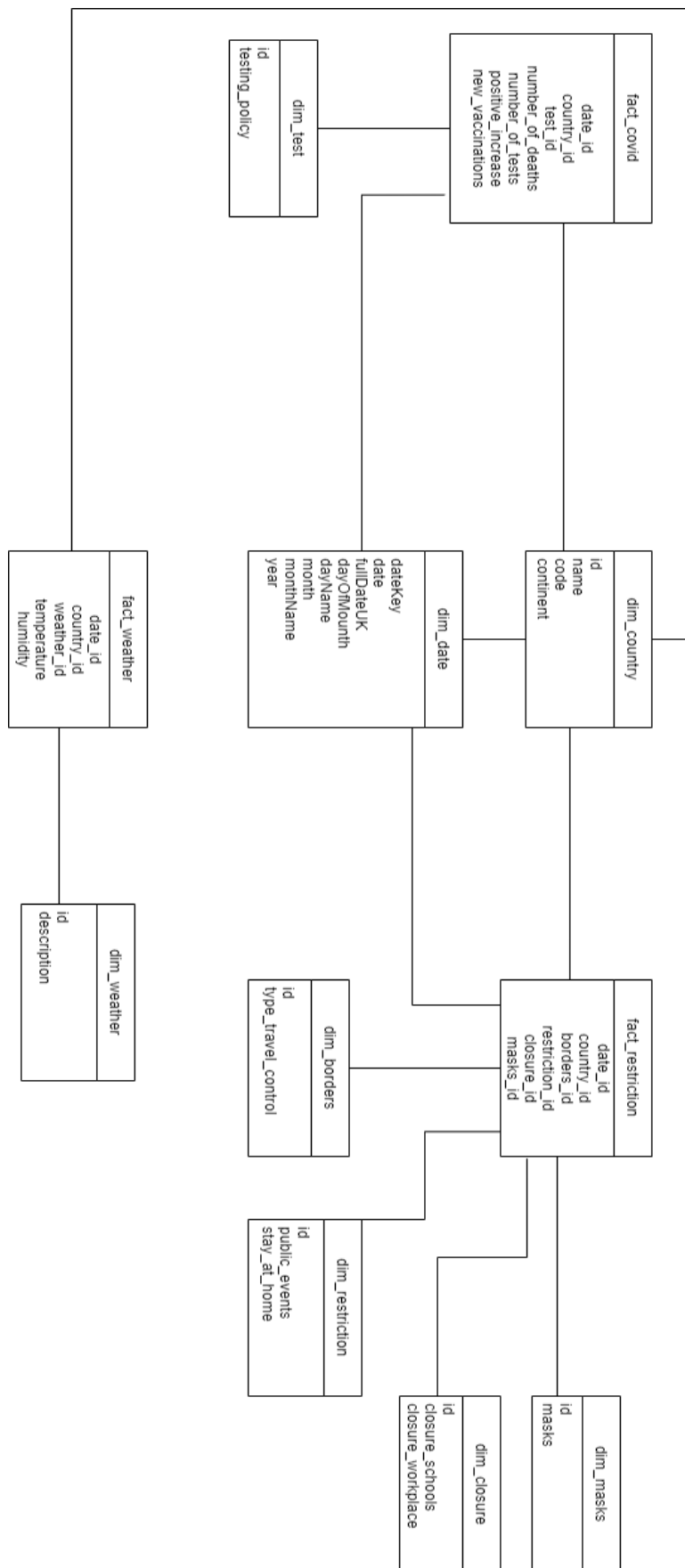


Obrázok 5 Sekvenčný tok naplňania tabuliek

## Návrh dátového skladu s atribútmi

Navrhnutý dátový sklad je ukázaný na obrázku (Obrázok 6). Dátový sklad obsahuje tri faktové tabuľky, ktorými sú *fact\_covid*, *fact\_restriction* a *fact\_weather*. Faktová tabuľka *fact\_covid* obsahuje informácie o ochorení covid-19 ako napríklad denný prírastok nakazených, denný prírastok mŕtvych na covid-19, denný prírastok zaočkovaných a počet vykonaných testov za daný deň. Tabuľka *fact\_covid* je spojená s dimenzionálnou tabuľkou *dim\_test*, ktorá zachytáva informácie o pravidlách testovania. Faktová tabuľka *fact\_restriction* obsahuje identifikátory, ktoré sú odkazmi do dimenzionálnych tabuliek, ktoré zachytávajú rôzne typy reštrikcií na obmedzenie šírenia ochorenia covid-19. V projekte sledujeme štyri typy opatrení: opatrenia pri vstupe do krajiny v dimenzionálnej tabuľke *dim\_borders*, opatrenia spojené s nosením rúšok (*dim\_masks*), zatváraním pracovísk a škôl (*dim\_closure*) a zákaz vychádzania a zhromažďovania sa (*dim\_restriction*). Faktová tabuľka *fact\_weather* obsahuje dáta spojené s počasím konkrétne teplotu a vlhkosť. *Fact\_weather* má svoju dimenzionálnu tabuľku *dim\_weather*, ktorá obsahuje slovný popis počasia.

Všetky faktové tabuľky majú pripojené spoločné dimenzionálne tabuľky času (*dim\_date*) a krajiny (*dim\_country*). Dimenzionálna tabuľka *dim\_date* umožňuje pohľad na epidémiu z pohľadu času. Dimenzionálna tabuľka *dim\_country* sa pozerá na covid-19 z rôznych krajín. Bližšie popisy atribútov faktových a dimenzionálnych tabuliek sa nachádzajú v kapitolách **Faktové tabuľky a Dimenzionálne tabuľky**.



Obrázok 6 Návrh datového skladu

## Faktové tabuľky

### Fact\_covid

Tabuľka 1 obsahuje fakty s číslami, ktoré sú spojené so šírením vírusu, a to počet nakazených, počet novo očkovaných, počet otestovaných a počet úmrtí.

Táto faktová tabuľka je spojená s dimenziou krajiny, dimenziou dátumu a dimenziou test. Na tieto tabuľky sa odkazuje pomocou cudzieho kľúča na identifikátor správneho záznamu.

#### Atribúty, dátový typ, príklad

Atribúty	Dátový typ	Príklad	Popis
date_id	int	1	Odkaz na dimenzionálnu tabuľku dim_date
country_id	int	2	Odkaz na dimenzionálnu tabuľku dim_country
tests_id	int	3	Odkaz na dimenzionálnu tabuľku dim_tests
number_of_deaths	int	127	Počet nových úmrtí spojených s ochorením Covid-19
number_of_tests	int	50 080	Počet vykonaných testov v daných deň
positive_increase	int	1 452	Počet pozitívnych testov
new_vaccinations	int	31 560	Počet novo-zaočkovaných obyvateľov

*Tabuľka 1 opisuje faktovú tabuľku Fact\_covid.*

### Fact\_weather

Faktová Tabuľka 2 na skúmanie počasia. Opisuje teplotu v stupňoch celzia a vlhkosť ovzdušia v daný deň v danej krajine. Tabuľka je spojená s dimenziou krajiny, dátumu a dimenziou počasia.

#### Atribúty, dátový typ, príklad

Atribúty	Dátový typ	Príklad	Popis
date_id	int	1	Odkaz na dimenzionálnu tabuľku dim_date
country_id	int	2	Odkaz na dimenzionálnu tabuľku dim_country
weather_id	int	3	Odkaz na dimenzionálnu tabuľku dim_weather
temperature	float	9.0	Priemerná teplota (°C) v krajine v daný deň
humidity	float	36	Priemerná vlhkosť

*Tabuľka 2 opisuje faktovú tabuľku Fact\_weather.*

### Fact\_restriction

Tabuľka 3 obsahuje odkazy do dimenzií, ktoré opisujú reštrikcie počas pandémie covid-19, a to dimenziu nosenia rúšok, dimenziu zatvorenia hraníc, dimenziu uzavretia škôl a pracovísk a dimenziu so zákazom vychádzania a zhromažďovania.

#### Atribúty, dátový typ, príklad

Atribúty	Dátový typ	Príklad	Popis
date_id	int	1	Odkaz na dimenzionálnu tabuľku dim_date
country_id	int	2	Odkaz na dimenzionálnu tabuľku dim_country
borders_id	int	3	Odkaz na dimenzionálnu tabuľku dim_borders

restriction_id	int	4	Odkaz na dimenzionálnu tabuľku dim_restriction
closure_id	int	5	Odkaz na dimenzionálnu tabuľku dim_closure
masks_id	int	6	Odkaz na dimenzionálnu tabuľku dim_masks

*Tabuľka 3 opisuje faktovú tabuľku Fact\_restriction.*

## Dimenzionálne tabuľky

### Dim\_date

Tabuľka 4 predstavuje dimenziu času. Dimenzia času prepája jednotlivé faktové tabuľky. Je kľúčovou súčasťou modelu, nakoľko sledujeme vývoj epidémie v priebehu času. Jej atribútmi sú deň, mesiac a rok. Ďalej zaznamenáva aj deň v týždni.

#### Atribúty, dátový typ, príklad

Atribúty	Dátový typ	Príklad	Popis
id	int	1	Primárny kľúč tabuľky
date	datetime	2021-01-10 09:12:00	Čas a dátum
fullDate	string	05-06-2020	Dátum vo formáte dd-MM-yyyy
day	int	9	Dátum - deň
dayName	string	Pondelok	Deň v týždni slovne
month	int	11	Dátum - mesiac
monthName	string	Apríl	Mesiac v roku slovne
year	int	2021	Dátum - rok

*Tabuľka 4 opisuje dimenzionálnu tabuľku Dim\_date.*

### Dim\_country

Tabuľka 5 predstavuje dimenziu krajín. Je kľúčovou tabuľkou, pretože sledujeme vývoj epidémie v 4 krajinách s rovnakým počtom obyvateľov. Zaznamenáva názov krajiny, jej skratku a kontinent, na ktorom sa nachádza.

#### Atribúty, dátový typ, príklad

Atribúty	Dátový typ	Príklad	Popis
id	int	1	Primárny kľúč tabuľky
name	string	Czechia	Názov krajiny
code	string	CZE	Skratka krajiny
continent	string	Europe	Kontinent na ktorom sa krajina nachádza

*Tabuľka 5 opisuje dimenzionálnu tabuľku Dim\_country.*

### Dim\_test

Tabuľka 6 predstavuje dimenziu testovania na ochorenie Covid-19. Zaznamenáva pravidlá, na základe ktorých sa mohli obyvatelia testovať.

### Atribúty, dátový typ, príklad

Atribúty	Dátový typ	Príklad	Popis
id	int	1	Primárny kľúč tabuľky
testing_policy	int	3	Hodnoty 0-3 udávajú, kto sa mohol testovať*

*Tabuľka 6 opisuje dimenzionálnu tabuľku Dim\_test.*

\*testovanie

- 0 - žiadne zavedené pravidlá
- 1 – testovanie tých, ktorí majú symptómy a splňujú špecifické kritéria (e.g. návrat zo zahraničia, sú v nemocnici, prišli do kontaktu s nakazeným...)
- 2 – testovanie všetkých so symptómami
- 3 - verejné testovanie (dostupné pre asymptomatických ľudí)

### Dim\_weather

Tabuľka 7 predstavuje dimenziu počasia. Je dôležitá pre sledovanie KPI č. 4, teda vývoj epidémie v rámci počasia. Zaznamenáva priemernú teplotu, vlhkosť a slovný popis počasia v daný deň.

### Atribúty, dátový typ, príklad

Atribúty	Dátový typ	Príklad	Popis
id	int	1	Primárny kľúč tabuľky
description	string	Polooblačno	Slovný popis počasia

*Tabuľka 7 opisuje dimenzionálnu tabuľku Dim\_weather.*

### Dim\_borders

Tabuľka 8 predstavuje dimenziu opatrení na hraniciach. Zaznamenáva ako boli sledovaní občania vstupujúci na územie republiky. Je potrebná pre KPI č. 5, vzťah uzavrenia hraníc s nárastom počtu nakazených.

### Atribúty, dátový typ, príklad

Atribúty	Dátový typ	Príklad	Popis
id	int	1	Primárny kľúč tabuľky
type_travel_controle	int	2	Hodnoty 0 – 4 udávajú level obmedzenia cezhraničného pohybu*

*Tabuľka 8 opisuje dimenzionálnu tabuľku Dim\_borders.*

\*kontrola cezhraničného pohybu

- 0 - žiadne opatrenia
- 1 – sledovanie pohybu
- 2 - karanténa po návrate z krajín s vysokým rizikom
- 3 - zákaz vstupu z krajín s vysokým rizikom

- 4 - úplne uzavretie hraníc

### Dim\_masks

Tabuľka 9 predstavuje dimenziu rúšok. Zaznamenáva pravidlá zavedené s nosením rúšok. Je potrebná pre KPI č. 3.

#### Atribúty, dátový typ, príklad

Atribúty	Dátový typ	Príklad	Popis
id	int	1	Primárny kľúč tabuľky
masks	int	2	Hodnoty 0-4 udávajú, povinnosť nosenia rúšok*

*Tabuľka 9 opisuje dimenzionálnu tabuľku Dim\_masks.*

\*rúška

- 0 - žiadne opatrenia
- 1 - odporúčané rúška
- 2 - povinnosť rúška na určitých verejných priestoroch, kde sú iní ľudia alebo nie je možné udržiavať odstup
- 3 - povinnosť rúška vo všetkých verejných priestoroch, kde sú iní ľudia alebo vždy keď nie je možné udržiavať odstup
- 4 - povinnosť rúška všade mimo domov bez výnimky

### Dim\_restriction

Tabuľka 10 predstavuje dimenziu obmedzení. Zaznamenáva obmedzenia z pohľadu verejných akcií a zákazu vychádzania. Tabuľka je potrebná pre KPI č. 3

#### Atribúty, dátový typ, príklad

Atribúty	Dátový typ	Príklad	Popis
id	int	1	Primárny kľúč tabuľky
public_events	int	2	Hodnoty 0- 4 udávajú obmedzenie verejných zhromaždení*
stay_at_home	int	0	Hodnoty 0-3 udávajú level zákazu vychádzania

*Tabuľka 10 opisuje dimenzionálnu tabuľku Dim\_restricton.*

\*Verejné udalosti

- 0 - žiadne opatrenia
- 1 – obmedzenie zhromažďovania nad 1000 osôb
- 2 – obmedzenie zhromažďovania medzi 100 – 1000 osôb
- 3 - obmedzenie zhromažďovania medzi 10 – 100 osôb
- 4 - obmedzenie zhromažďovania pod 10 osôb

\*Zákaz vychádzania

- 0 - žiadne nariadenie
- 1 - odporúčané nevychádzanie



- 2 - zákaz vychádzania s výnimkou športu, nákupov potravín a nevyhnutých situácií
- 3 - zákaz vychádzania s minimálnymi výnimkami (e.g. raz za pár dní, jedna osoba z domácnosti)

### Dim\_closure

Tabuľka 11 predstavuje dimenziu zatvárania inštitúcií. Zaznamenáva zatváranie škôl a zatváranie pracovísk. Tabuľka je potrebná pre KPI č. 3

#### Atribúty, dátový typ, príklad

Atribúty	Dátový typ	Príklad	Popis
id	int	1	Primárny kľúč tabuľky
closure_schools	int	0	Hodnoty 0-3 udávajú level uzavretia*
closure_workplace	int	0	Hodnoty 0-3 udávajú level uzavretia

*Tabuľka 11 opisuje dimenzionálnu tabuľku Dim\_closure.*

\*Uzavretie škôl:

- 0 - žiadne obmedzenie
- 1 - odporúčané uzavretie
- 2 – uzavretie niektorých kategórií škôl, napríklad stredné školy, druhý stupeň
- 3 - uzavretie všetkých škôl, povinná distančná výuka

\*Uzavretie pracovísk

- 0 - žiadne obmedzenie
- 1 - odporúčané uzavretie alebo homeoffice
- 2 – povinné uzavretie alebo homeoffice niektorých kategórií
- 3 - povinné uzavretie alebo homeoffice, okrem nezbytných služieb

## Dočasné tabuľky

### Covid

Tabuľka 12 predstavuje dočasnú tabuľku, na základe ktorej sa vytvára faktová tabuľka fact\_covid.

Atribúty	Dátový typ	Príklad	Popis
id	int	145	Identifikátor záznamu
date	datetime	2020-03-01 00:00:00.000	Dátum
name	Varchar(50)	Czechia	Názov krajiny
testing_policy	int	3	Hodnoty 0-3 udávajú, kto sa mohol testovať
number_of_deaths	int	127	Počet nových úmrtí spojených s ochorením Covid-19

number_of_tests	int	50 080	Počet vykonaných testov v daných deň
positive_increase	int	1 452	Počet pozitívnych testov
new_vaccinations	int	31 560	Počet novo-zaočkovaných obyvateľov

*Tabuľka 12 opisuje dočasnú tabuľku covid, potrebnú na vytvorenie tabuľky fact\_covid.*

### Restrictions

Tabuľka 13 predstavuje pomocnú tabuľku, ktorá sa používa na vytvorenie faktovej tabuľky fact\_restrictions.

Atribúty	Datový typ	Príklad	Popis
id	int	48	Identifikátor záznamu
name	Varchar(50)	Czechia	Názov krajiny
code	Varchar(50)	CZE	Kód krajiny
date	Datetime	1	Dátum
stay_at_home	Int	2	Level obmedzenia vychádzania z domu
closure_schools	Int	1	Level obmedzenia výučby z školách
closure_workplace	int	1	Level nariadenia práce z domu
type_travel_controle	int	3	Level obmedzenia cezhraničného prechodu
public_events	int	4	Level obmedzenia hrmdných akcií
masks	int	4	Level nariadenia nosenia rúšok

*Tabuľka 13 opisuje dočasnú tabuľku restrictions, potrebnú na vytvorenie tabuľky fact\_restrictions.*

### Weather

Tabuľka 14 predstavuje pomocnú tabuľku, ktorá sa používa na vytvorenie faktovej tabuľky fact\_weather.

Atribúty	Datový typ	Príklad	Popis
id	int	14	Identifikátor záznamu
date	datetime	2020-06-25 00:00:00.000	Dátum
name	Varchar(50)	Czechia	Názov krajiny
temperature	float	9.0	Priemerná teplota (°C) v krajine v daný deň
humidity	float	36	Priemerná vlhkosť
description	Varchar(50)	Partly cloudy	Slovný popis počasia

*Tabuľka 14 opisuje dočasnú tabuľku weather, potrebnú na vytvorenie tabuľky fact\_weather.*

# Výsledky

## Korelácia počtu nakazených s počtom zaočkovaných

Prvý experiment mal sledovať závislosť počtu nakazených s počtom zaočkovaných v každej zo štyroch vybraných krajín. Pri analýze dát bolo zistené, že dáta o očkovaní sú síce k dispozícii, ale nie sú kompletné, a preto by nebolo možné z nich vytvoriť dôveryhodné a pravdivé výsledky. Preto záverom tohto experimentu je, že momentálne dostupné dáta o očkovaní nie sú postačujúce na to, aby sme z nich mohli vyvodzovať závery, ktorým by sa dalo veriť.

## Denný počet nakazených verzus počet vykonaných testov

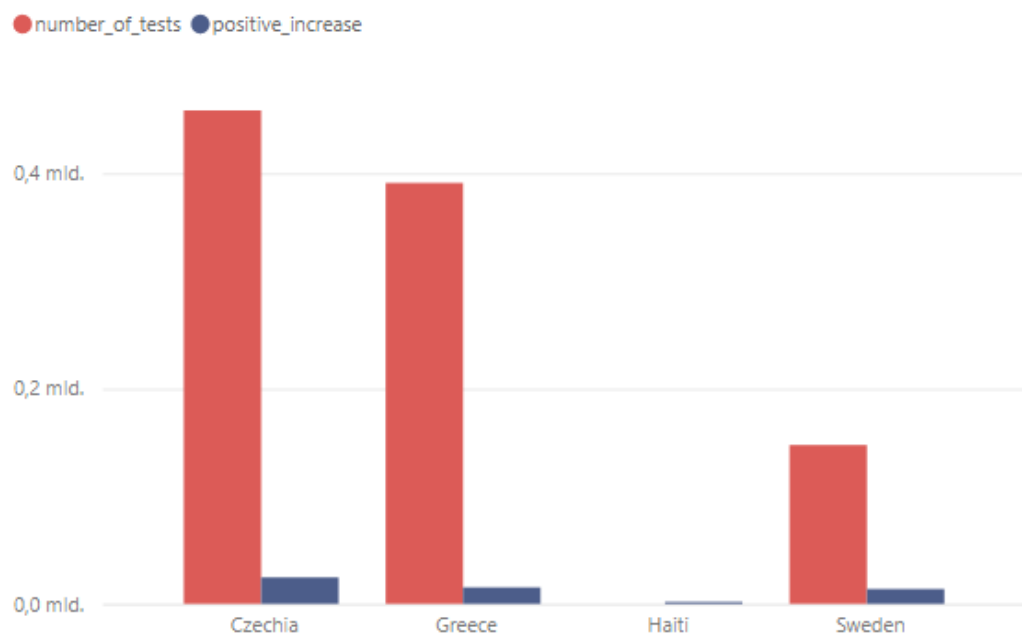
Druhý experiment je zameraný na sledovanie počtu nakazených a počtu vykonaných testov.

Na obrázku (Obrázok 7) je zobrazený pomer medzi počtom vykonaných testov a počtom nakazených v štyroch vybraných krajinách za celé sledované obdobie. Červené stĺpce zobrazujú počet vykonaných testov a tmavomodré stĺpce ukazujú počet pozitívnych prípadov v každej krajine. Keďže Haiti neuvádza počet vykonaných testov, v tom experimente budú porovnávané hlavne Česko, Grécko a Švédsko. Podľa grafu má najväčšiu testovaciu aktivitu Česko, kedy za celé obdobie vykonalo 458 331 240 testov. Najmenšia testovacia aktivita sa objavuje vo Švédsku, kde počet vykonaných testov je 147 497 280, čo je približne tretina oproti Česku. Na základe obrázku (Obrázok 8), kde je zobrazené porovnanie rokov 2020 a 2021, vidíme, že počet vykonaných testov vo všetkých troch štátoch na základe osi y v roku 2021 stúpol. Zatiaľ, čo v roku 2020 bola testovacia aktivita v Česku a Švédsku na podobnej úrovni, dokonca Švédsko v počte vykonaných testov predbehlo Grécko, v nasledujúcom roku sa testovacia aktivita vo Švédsku v porovnaní s ostatnými krajinami znížila.

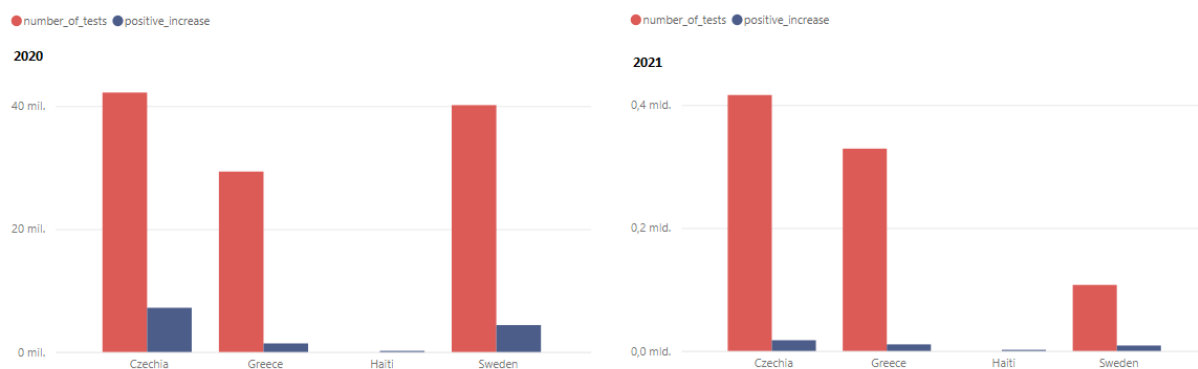
Okrem počtu vykonaných testov sa v grafe nachádza porovnanie s počtom nakazených. Detailnejšie informácie sa nachádzajú v tabuľke (Tabuľka 15), ktorá v poslednom stĺpci zobrazuje pomer medzi vykonanými testami a pozitívnymi prípadmi na covid-19. Pomer je potrebný pri zistení, ktorá krajina testovala najefektívnejšie. Podľa číselných výsledkov je Švédsko v tomto ohľade najúspešnejšou krajinou. Konkrétne 9,32 % zo všetkých vykonaných testov bolo pozitívnych. Za Švédskom nasleduje Česko s 5,32 % efektívnosťou a nakoniec Grécko s 3,90 %.

country	number_of_tests	positive_increase	positive_tests_ratio
Sweden	147497280	13752670	9,32 %
Czechia	458331240	24543780	5,36 %
Greece	390957970	15260980	3,90 %
Haiti	0	259230	
Celkovo	996786490	53816660	5,40 %

Tabuľka 15 Tabuľka pomeru počtu nakazených voči vykonaným testom



Obrázok 7 Graf pomeru medzi počtom vykonaných testov a počtom nakazených.



Obrázok 8 Porovnanie počtu vykonaných testov a pozitívnych prípadov v rokoch 2020 a 2021

## Vývoj epidémie v rámci reštrikcií

V treťom experimente bol sledovaný vývoj pandémie v štyroch skúmaných krajinách v rámci viacerých druhov reštrikcií a ich dopadu na počet novo nakazených. Konkrétne boli sledované štyri druhy reštrikcií: uzavretie firiem a škôl, zákaz zhromažďovania a konania verejných akcií, nosenie rúšok a zákaz pohybu v krajiny. Každá reštrikcia a jej výsledky sú bližšie opísané v nasledujúcom texte.

### Zavretie firiem a škôl

Obrázok (Obrázok 9) zobrazuje štyri grafy - štyri skúmané krajiny. Tmavosivá krivka ukazuje denný prírastok nakazených a farby v pozadí určujú v akej fáze bola v danom čase reštrikcia zatvárania firiem. Úroveň reštrikcie zatvárania firiem môžeme rozdeliť do štyroch kategórií: žiadne obmedzenie (0), odporúčané uzavretie alebo homeoffice (1), povinné uzavretie alebo homeoffice niektorých kategórií (2), povinné uzavretie alebo homeoffice, okrem nezbytných služieb (3).

Ako ukazuje obrázok najprísnejšie zavedené reštrikcie tejto kategórie vidíme v Českej republike, Grécku a Haiti, Švédsko sa úplnému uzatváraniu pracovísk vyhlo. Reštrikcie nultého a prvého typu spôsobili nárast denného prírastku nakazených. Môžeme vidieť, že k opatreniam druhého a tretieho typu v Česku a Švédsku dochádzalo až po prudkom dennom náraste počtu nakazených zatiaľ, čo v Grécku tieto opatrenia zavádzali už pri nepatrnom náraste počtu nakazených. Haiti začala prísnymi opatreniami, ktoré uvoľňovala.

Záverom tohto experimentu je, že opatrenia tohto typu môžu znížiť počet nakazených, ale musia byť zavedené včas. To znamená ešte predtým ako dôjde k vysokému nárastu nakazených.



Obrázok 9 Grafy zobrazujú denný prírastok nakazených v závislosti na opatreniach zatvorenia firiem v štyroch sledovaných krajinách.

## Zákaz zhromažďovania a verejných udalostí

Obrázok (Obrázok 10) zobrazuje štyri grafy - štyri skúmané krajiny. Svetlomodrá krivka ukazuje denný prírastok nakazených a farby v pozadí určujú v akej fáze boli v danom čase reštrikcie spojené s verejnými udalosťami. Úroveň reštrikcií spojených s verejnými udalosťami môžeme rozdeliť do piatich kategórií: žiadne opatrenia (0), obmedzenie zhromažďovania nad 1000 osôb (1), obmedzenie zhromažďovania medzi 100 – 1000 osôb (2), obmedzenie zhromažďovania medzi 10 – 100 osôb (3), obmedzenie zhromažďovania pod 10 osôb (4).

Všetky štyri štáty siahli po zavedení najtvrdších opatrení, kedy bolo stretávanie obmedzené na skupiny pod 10 osôb. Na obrázku môžeme vidieť podobný trend zavádzania opatrení ako v predchádzajúcom sledovanom experimente zatvárania firiem. Švédsko oproti ostatným krajinám zavádzalo opatrenie až po dennom náraste nakazených, čo môžeme najmä vidieť v období novembra 2020 kedy dochádzalo k prudkému nárastu nakazených no sprísnenie opatrení sa dostali až decembri 2020.



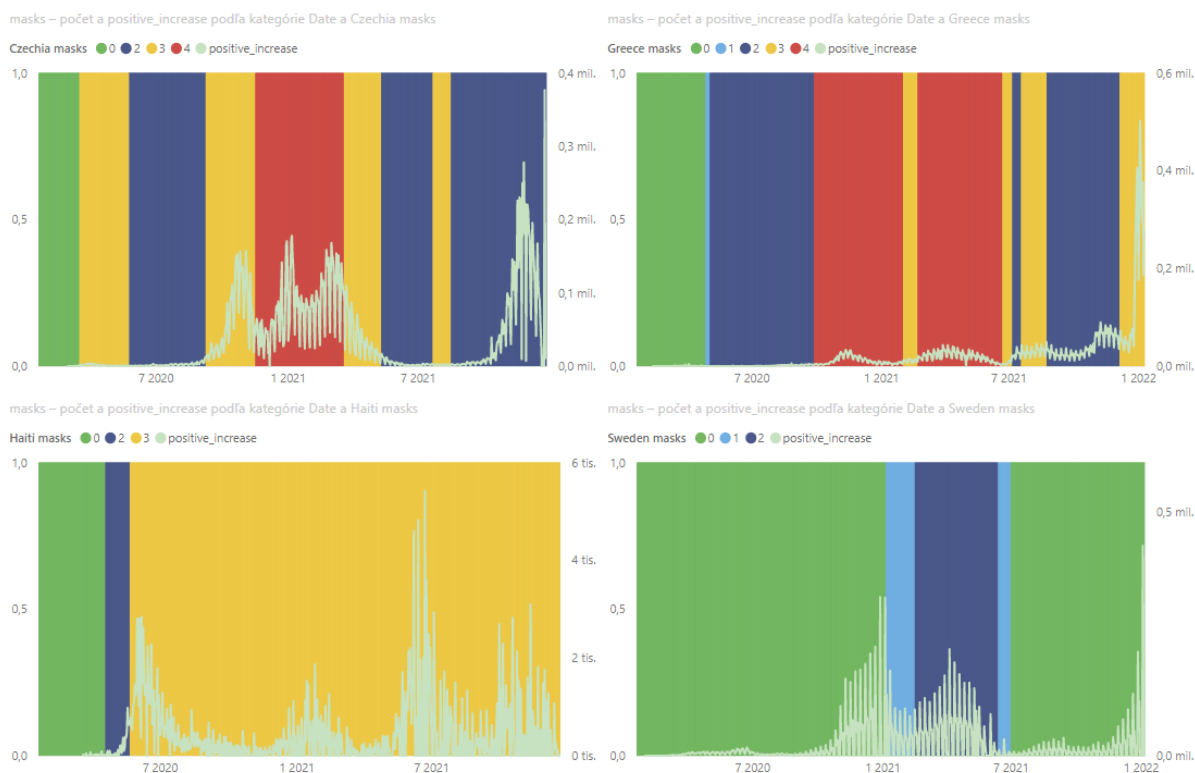
Obrázok 10 Grafy zobrazujú denný prírastok nakazených v závislosti na opatreniach spojených z verejnými udalosťami v štyroch sledovaných krajinách.

## Rúška

Obrázok (Obrázok 11) zobrazuje štyri grafy - štyri skúmané krajiny. svetlozelená krivka ukazuje denný prírastok nakazených a farby v pozadí určujú v akej fáze boli v danom čase reštrikcie spojené s nosením rúšok. Úroveň reštrikcií spojených s nosením rúšok môžeme rozdeliť do piatich kategórií: žiadne opatrenia (0), odporúčané rúška (1), povinnosť rúška na určitých verejných priestoroch, kde sú iní ľudia alebo nie je možné udržiavať odstup (2), povinnosť rúška vo všetkých verejných priestoroch, kde sú iní ľudia alebo vždy keď nie je možné udržiavať odstup (3), povinnosť rúška všade mimo domov bez výnimky (4).

Na základe grafov vidíme, že Česko a Grécko zavádzali opatrenia všetkých úrovni na základe zvyšujúceho a znižujúceho sa počtu novo nakazených. Švédsko oproti ostatným skúmaným krajinám vedie voľnejšiu politiku nosenia rúšok a reakcie na sprísnenie opatrení spojenými s rúškami sú oneskorené. Za povšimnutie stojí aj fakt, že vo Švédsku neboli vykonané žiadne opatrenia nosenia rúšok až do 05.01.2021 kedy bol denný prírastok nakazených 323 690. Haiti reagovala na zvyšujúci sa počet nakazených postupným sprísňovaním až ostala na úrovni 3, ktorá zavádza povinnosť rúška vo všetkých verejných priestoroch, kde sú iní ľudia alebo vždy keď nie je možné udržiavať odstup.

Záverom je, že Švédsko opäť zaostáva za ostatnými krajinami v tvrdosti opatrení.

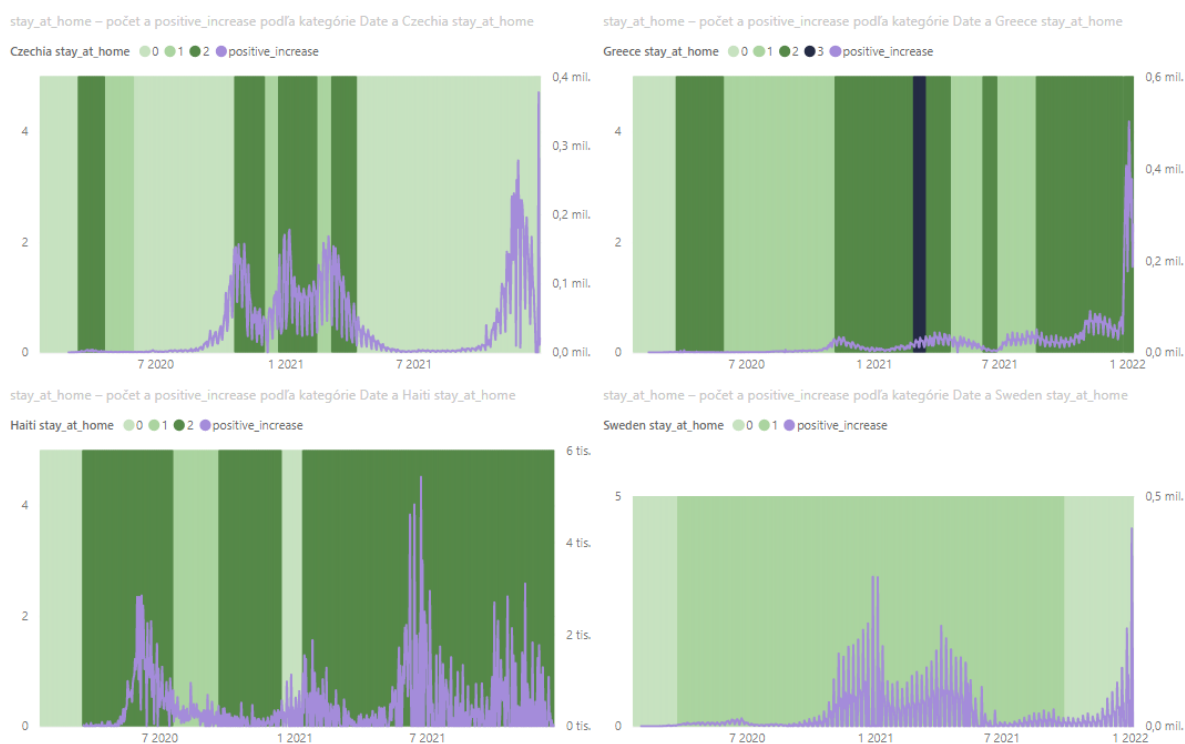


Obrázok 11 Grafy zobrazujú denný prírastok nakazených v závislosti na opatreniach spojeným s nosením rúšok v štyroch sledovaných krajinách.

## Zákaz pohybu v krajine

Obrázok (Obrázok 12) zobrazuje štyri grafy - štyri skúmané krajiny. fialová krivka ukazuje denný prírastok nakazených a farby v pozadí určujú v akej fáze boli v danom čase reštrikcie spojené so zákazom vychádzania. Úroveň reštrikcií spojených so zákazom vychádzania môžeme rozdeliť do štyroch kategórií: žiadne opatrenia (0), odporúčané nevychádzanie (1), zákaz vychádzania s výnimkou športu, nákupov potravín a nevyhnutných situácií (2), zákaz vychádzania s minimálnymi výnimkami (e.g. raz za pár dní, jedna osoba z domácnosti) (3).

Graf zobrazuje, že po najtvrdšom opatrení, zákazu vychádzania s minimálnymi výnimkami siahlo iba Grécko a to na obdobie 3 týždňov na prelome februára a marca 2021. V Česku vidíme sprísňovanie opatrení v troch hlavných vlnách, kedy dochádzalo aj k nárastu počtu nakazených. V Grécku vidíme časté zmeny a krátke intervaly v úrovniach opatrení spojených so zákazom vychádzania. Švédsko ako pri ostatných typoch reštrikcií v tvrdosti zaostávalo a pri náraste počtu nakazených nereagovalo sprísnením tohto typu opatrenia. Haiti ako v ostaných prípadoch na začiatku zaviedla prísne opatrenia, ktoré uvoľňovala následne pri náraste zavádzala naspäť.



Obrázok 12 Grafy zobrazujú denný prírastok nakazených v závislosti na opatreniach spojeným so zákazom pohybu v štyroch sledovaných krajinách.



## Kombinácia reštrikcií

Táto časť je venovaná zameraniu sa na kombináciu reštrikcií sledovaných v predchádzajúcich kapitolách. Pre tieto účely boli vytvorené štyri tabuľky. Každá tabuľka zachytáva iný deň počas pandémie. Prvé tri tabuľky zobrazujú aké typy, a akej tvrdości boli zavedené opatrenia vo všetkých štyroch krajinách. Posledná tabuľka obsahuje údaje iba z Grécka. Pre iné krajiny neboli na daný deň údaje dostupné.

Pre prvú tabuľku (Tabuľka 16) bol vybraný deň na počiatku pandémie. V tabuľke môžeme vidieť kombinácie opatrení, ktoré jednotlivé krajiny zaviedli. Prekvapivý je fakt, že jediné Česko zaviedlo opatrenie povinných rúšok, ostatné krajiny tento typ opatrenia nepovažovali za podstatný. Tabuľka nám potvrdzuje aj fakt že Švédsko aj napriek počiatočným vysokým číslam nakazených zaostávalo v tvrdości opatrení o stupeň alebo dva. Ostatné krajiny sa na opatreniach týkajúcich sa zatvárania pracovísk, škôl, zákazu vychádzania a zhromažďovania zhodli.

### 25.03.2020

Year	Month	name	masks	public_events	stay_at_home	closure_schools	closure_workplace	positive_increase
2020	March	Czechia	3	4	2	3	3	2600
2020	March	Greece	0	4	2	3	2	920
2020	March	Haiti	0	4	2	3	3	0
2020	March	Sweden	0	2	1	2	1	3140

*Tabuľka 16 tabuľka zobrazuje opatrenia zavedené 25.03.2020*

05.01 (Tabuľka 17) je deň, ktorý patrí do obdobia, keď svet zápasí už desať mesiacov s pandémoiu covidu-19. Tento dátum patrí dňu kedy bol vo Švédsku jeden z najvyšších denných prírastkov nakazených. V tomto čase oproti predchádzajúcej tabuľke vidíme vo Švédsku sprísnenie opatrení zhromažďovania sa. Grécko a Haiti sprísnilo opatrenia ohľadom nosenia rúšok. Česko s porovnaním opatrení na začiatku pandémie zaviedlo povinné nosenie rúšok bez výnimky a zmiernilo opatrenia týkajúce sa zatvárania pracovísk.

### 05.01.2021

Year	Month	name	masks	public_events	stay_at_home	closure_schools	closure_workplace	positive_increase
2021	January	Czechia	4	4	2	3	2	129210
2021	January	Greece	4	4	2	3	2	9270
2021	January	Haiti	3	3	0	1	0	0
2021	January	Sweden	0	4	1	2	2	323690

*Tabuľka 17 tabuľka zobrazuje opatrenia zavedené 05.01.2021*

Tretia tabuľka (tabuľka zobrazuje opatrenia zavedené 21.12.2021) zachytáva nastavené opatrenia pre Vianocami 2021. Zaujímavý je pohľad na posledný riadok tabuľky Švédsko nemá zavedené žiadne zo sledovaných opatrení. Môžeme si ho porovnať s Gréckom, kde ich denný prírastok nakazených je veľmi podobný no zavedené opatrenia sa diametrálne odlišujú. Zmenu v opatreniach vidíme aj v Česku, kde sú opatrenia oproti začiatku pandémie oveľa

miernejšie aj napriek tomu, že prírastok za jeden deň je stále vysoký. Haiti v tomto období určite oproti začiatku pandémie sprísnila opatrenia nosenia rúšok. Opatrenia týkajúce sa zhromažďovania sa má stále prísne. Opatrenia zatvárania pracovísk a škôl povolila rovnako ako Česká republika, keďže ide o esenciálne časti života ľudí. Posledná tabuľka (Tabuľka 19) slúži na porovnanie opatrení a počtu prípadov v Grécku na konci decembra 2021 a začiatku januára 2022. Opatrenia sú takmer nezmenené no nárast prípadov je rapídny. Môžeme predpokladať, že Grécko čaká veľká vlna počtu nakazených.

## 21.12.2021

Year	Month	name	masks	public_events	stay_at_home	closure_schools	closure_workplace	positive_increase
2021	December	Czechia	2	3	0	1	1	95250
2021	December	Greece	3	4	2	2	2	47610
2021	December	Haiti	3	4	2	1	1	0
2021	December	Sweden	0	0	0	0	0	41300

*Tabuľka 18 tabuľka zobrazuje opatrenia zavedené 21.12.2021*

## 07.01.2022

Year	Month	name	masks	public_events	stay_at_home	closure_schools	closure_workplace	positive_increase
2022	January	Greece	3	4	2	1	2	293340

*Tabuľka 19 tabuľka zobrazuje opatrenia zavedené 07.01.2022 v Grécku.*

## Vývoj epidémie v rámci počasia

Pri ďalšom experimente bol sledovaný vplyv vývoja priemernej teploty krajiny na počet nakazených. Na obrázku (Obrázok 13) sú štyri grafy, ktoré zobrazujú prírastok novo nakazených za dané mesiace v celom sledovanom období.

Priemerná teplota v daných mesiacoch je reprezentovaná tmavomodrou krivkou a stĺpcové časti grafu reprezentujú prírastok nakazených v daných mesiacoch. Z grafov môžeme vyčítať a vidieť, že pokiaľ sa v krajine teplota približovala k 10°C resp. dostane sa cez túto hranicu, prírastok nakazených začne rapídne narastať. V prípade Českej republiky a Švédska je tento trend znateľne vidieť. Naopak v prípade Haiti a Grécka, ktoré sa nachádzajú v teplejšom podnebnom pásme ako Česká republika a Švédsko, teplota sa tak často ani nepribližovala k tejto hladine a počet nových prípadov stagnoval, ale nedosiahol úroveň štátov, ktoré majú chladnejšie podnebie.

Záverom experimentu je zistenie, že teplota má razantný vplyv na celkový priebeh pandemickej situácie v krajine. Môžeme konštatovať, že teplota nad 20°C v danej krajine znižuje nárast počtu nakazených a naopak teploty okolo 10°C a nižšie razantne zvyšujú počet novo indikovaných pacientov s týmto vírusovým ochorením.



Obrázok 13 Grafy zobrazujú prírastok nakazených v závislosti na priemernej teplote v štyroch sledovaných krajinách.

## Vzt'ah uzavretia hraníc voči vývoju počtu nakazených

Pri ďalšom experimente bol sledovaný vplyv opatrení pri vstupe do krajiny na počet nakazených. Na obrázku (Obrázok 14) sú štyri grafy, ktoré zobrazujú denný prírastok novo nakazených v celom sledovanom období. Denný prírastok zobrazuje slabomodrú krivku. Jednotlivé farby v pozadí naznačujú typy opatrení pri vstupe do krajiny a ich trvanie. Opatrenia na hraniciach môžeme rozdeliť do piatich kategórií: žiadne opatrenia (0), sledovanie pohybu (1), karanténa po návrate z krajín s vysokým rizikom (2), zákaz vstupu z krajín s vysokým rizikom (3), úplne uzavretie hraníc (4).

Z grafov môžeme vidieť, že ako prvá začala zavádzať opatrenia tohto typu Česká republika a ako posledné Grécko. Česko a Haiti začali zavádzať opatrenia pri vstupe do krajiny ešte pred tým ako bol v danej krajine potvrdený prvý prípad ochorenia covid-19. Tieto dve krajiny ako jediné siahli najtvrdším opatrením úplného zavretia hraníc. V Grécku a Švédsku bolo zavedenie zákazu vstupu z krajín s vysokým rizikom odpoveďou na prvé pozitívne prípady. Na grafe Česka a Haiti môžeme sledovať, že po uvoľnení opatrení na začal počet nakazených stúpať. V Česku tento jav sledujeme pri uvoľnení opatrení na úroveň 2 (karanténa po návrate z krajín s vysokým rizikom). Pri Švédsku takmer počas celej pandémie vidíme zavedenie opatrenie zákazu vstupu z krajín s vysokým rizikom (3), ale aj najvyššie denné prírastky nakazených.

Záverom experimentu je zistenie, že tvrdosť opatrení nemá vplyv na celkový priebeh pandemickej situácie v krajine. Môžeme konštatovať, že po uvoľnení opatrení dochádza k rýchlejšiemu nárastu počtu nakazených, ale prísne opatrenia nezaručujú lepšie pandemickú situáciu.



Obrázok 14 Grafy zobrazujú denný prírastok nakazených v závislosti na opatreniach pri vstupe do krajiny.

## Úmrtnosť na covid v priebehu epidémie

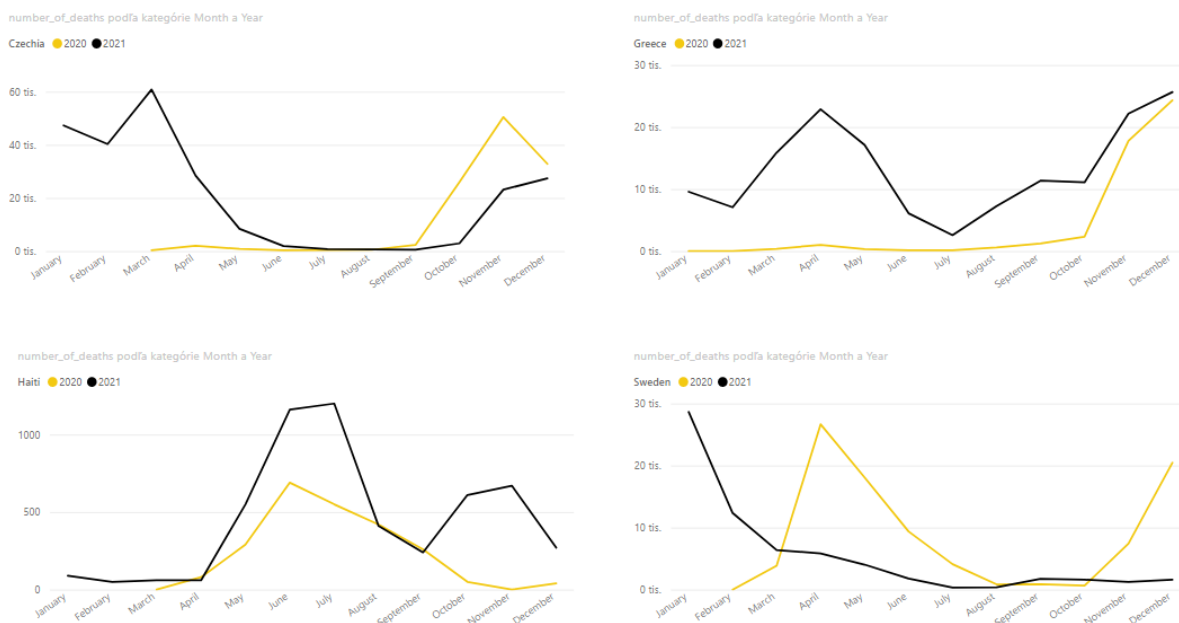
Obrázok (Obrázok 15) ukazuje porovnanie úmrtnosti na ochorenie covid -19 v rokoch 2020 a 2021.

Každý graf zobrazuje jednu sledovanú krajinu. Žltá krivka vyjadruje priebeh počtu úmrtí v roku 2020 a čierna krivka v roku 2021. Jednotlivé hodnoty úmrtí vyjadrujú súčet denného počtu úmrtí pre konkrétny mesiac.

Každý graf má rozdielne hodnoty na osi x, ktorá vyjadruje počet úmrtí. Pri Česku, Švédsku a Grécku sa počíta mesačný počet úmrtí v desiatkach tisíc, zatiaľ, čo na Haiti je najväčší mesačný prírastok 1200 úmrtí. Rovnako ako aj v počte nakazených je na tom Haiti v porovnaní s ostatnými krajinami oveľa lepšie. Najvyšší mesačný prírastok sledujeme v Česku v Marci 2021 kedy za tento mesiac na ochorenie covid-19 zomrelo 60 820 ľudí.

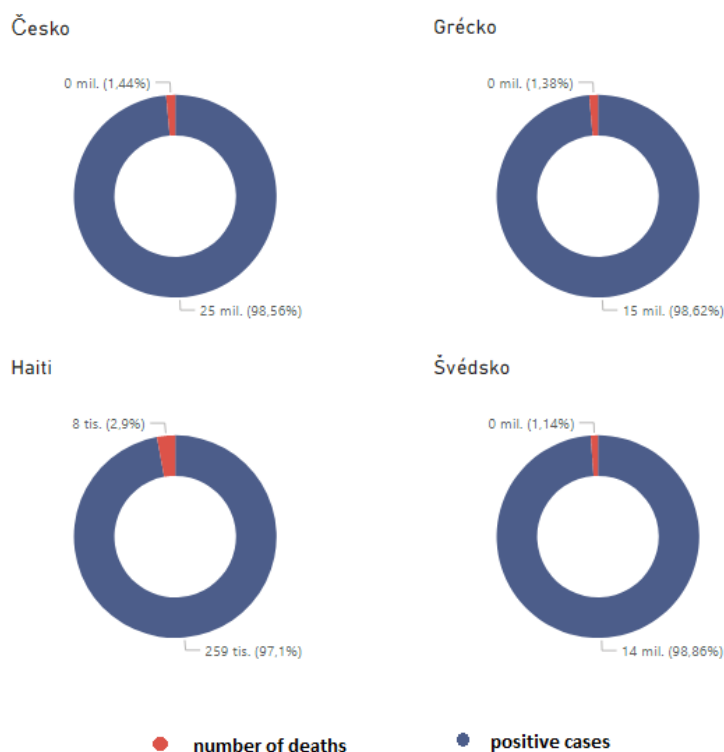
Pri zameraní sa na roky zistíme, že najvyššie vlny úmrtí v jednotlivých krajinách nastali v rôznych obdobiach. Najviac sa vymyká Švédsko, kde jeden z najvyšších počtov úmrtí za jeden mesiac sledujeme hneď na začiatku pandémie v apríli 2020, kedy zomrelo 26 650 ľudí, pre porovnanie v tom istom čase bolo toto číslo v Česku 2050, v Grécku 1020 a na Haiti 80 ľudí. V ostatných krajinách sa najvyššie mesačné prírastky úmrtí vyskytujú až v priebehu roka 2021.

Na základe predošlých experimentov ohľadom opatrení vieme, že Švédsko nereagovalo na začiatku pandémie na šíriace sa ochorenie tak promptne ako ostatné štáty, čo mohlo spôsobiť vysoký počet úmrtí v apríli 2020. Česko aj Grécko reagovali rýchlo a prísnyimi opatreniami preto najvyšší počet úmrtí oddialili do poslednej štvrtiny roku 2020 a prvej štvrtiny roku 2021.



Obrázok 15 Grafy úmrtnosti na ochorenie covid-19 v štyroch sledovaných krajinách.

Dáta o úmrtí boli spracované aj ako pomer voči celkovému počtu nakazených v každej krajine. Percentuálne vyjadrenie sa nachádza na obrázku (Obrázok 16). Na základe pomerov bolo zistené, že najväčšia úmrtnosť na počet nakazených je na Haiti a to 2,9%. V ostatných krajinách sa úmrtnosť pohybuje okolo 1%, konkrétne vo Švédsku 1,14%, v Grécku 1,38% a v Česku 1,44%. Skutočnosť, že Haiti vykazovala najväčšiu úmrtnosť, môže byť spôsobená, že ich zdravotná starostlivosť nie je na takej úrovni v ostatných porovnávaných krajinách.



Obrázok 16 Grafy zobrazujú percentuálny pomer počtu nakazených a počtu úmrtí.

## Diskusia a záver

Hlavným cieľom tohto projektu bolo analyzovať vývoj priebehu Covid-19 v Českej republike v porovnaní so Švédskom, Gréckom a Haiti z rôznych pohľadov. Prvým krokom pri práci na projekte bolo vybratie témy a definovanie KPI, ktoré sa budú analyzovať. Ďalším krokom bolo navrhnutie dátového skladu, tvorba a naplnenie databázy. Posledným krokom bola vizualizácia a analýza získaných dát. V našom projekte sme sledovali denný počet nakazených s počtom vykonaných testov a s počtom zaočkovaných obyvateľov. Ďalším sledovaným bodom bol vývoj epidémie v rámci reštrikcií spojených s nosením rúšok, zákazom vychádzania, obmedzenia s navštevovaním verejných akcií a zatvárania škôl, či pracovísk. Tretím sledovaným bodom bol vývoj epidémie v rámci počasia. V štvrtom bode bol skúmaný vplyv zatvárania hraníc na denný prírastok nakazených. Posledný bod analyzuje úmrtnosť na ochorenie covid-19 v sledovaných krajinách. Na základe sledovaných bodov môžeme bolo zistené:

Pri prvom sledovanom KPI, kde sa sledoval počet zaočkovaných v krajine bolo zistené, že dostupné dáta nie sú dostatočné na vytvorenie dôveryhodných záverov.

Z druhého sledovaného KPI, kde bol analyzovaný počet nakazených verzus počet testovaných vychádza, že Česko vykonalo najvyšší počet testov a Švédsko malo najväčšiu efektivitu testovania voči pozitívnym prípadom.

Na základe tretieho sledovaného KPI, kde bol analyzovaný vývoj pandémie v rámci reštrikcií bolo zistené, že vo všetkých štyroch sledovaných reštrikciách Švédsko zaostávalo v tvrdosti reštrikcií za ostatnými štátmi, čo sa prejavilo aj na vyššom počte nakazených. Grécko včasným zavádzaním opatrení dospelo k nižšiemu počtu nakazených ako Švédsko alebo Česko.

Pri štvrtom KPI, bol vývoj sledovaný v rámci počasia, kde dochádza k trendu, že pri nižších teplotách sa počet nakazených zvyšuje, pri zvyšovaní teplôt sa tento počet znižuje.

Piate KPI, ktoré sleduje obmedzenia pri vstupe do krajiny nepreukázalo očakávané výsledky. Tvrdšie opatrenia nevedli k zníženému počtu nakazených. Tento fakt môže byť spojený aj s nedodržiavaním zavedených obmedzení po príchode do krajiny.

Posledné KPI sa zaoberalo úmrtnosťou v krajine. Najnižšia úmrtnosť so sledovaných krajín je na Haiti. Vo Švédsku prišla vysoká vlna úmrtí na začiatku pandémie, kedy opatrenia nereagovali na šíriace sa ochorenie.

Z vykonanej analýzy plynú nasledujúce konkrétne závery. Teplota ovplyvňuje priebeh epidémie. Krivka priemernej teploty a počet nakazených sú v nepriamej úmere. So stúpajúcou teplotou sa znižuje denný prírastok nakazených a s klesajúcou teplotou sa naopak tento prírastok zvyšuje. Zavádzanie reštrikcií má najlepší efekt, ak sú reštrikcie zavedené ešte pred jednotlivými vlnami nákazy. Preto je dôležité sa riadiť podľa modelov, ktoré predvídajú príchod vysokého nárastu nakazených a zaviesť opatrenia už pred týmto obdobím. Takéto správanie môžeme vidieť v Grécku. Opačné správanie prejavuje Švédsko.

V budúcnosti by mohol byť projekt rozšírený o ďalšiu analýzu dát napríklad v oblasti očkovania konkrétne pomer zaočkovaných voči nezaočkovaným a vplyv na denný prírastok nakazených alebo analýza rôznych typov vakcín používaných v daných krajinách a ich vplyv na počet nakazených. Ďalšie rozšírenie by sa mohlo venovať vypočítaniu a analyzovaniu priemerných hodnôt v sledovaných oblastiach a ich porovnanie v týchto krajinách. Možným rozšírením by bolo pridanie viacerých krajín do porovnania.

# Literatúra

- [1] Weather API [online]. [cit.2021-12-30]. Dostupné z: <https://www.worldweatheronline.com/developer/>
- [2] Coronavirus Pandemic (COVID-19) [online]. [cit. 2021-12-30]. Dostupné z: <https://ourworldindata.org/coronavirus>
- [3] Power BI [online]. [cit. 2021-12-30]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/sk-sk/power-bi/fundamentals/desktop-getting-started>
- [4] SQL Server Managment Studio [online]. [cit. 2021-12-30]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/ssms/download-sql-server-management-studio-ssms?view=sql-server-ver15>
- [5] Chrome Driver [online]. [cit. 2022-01-22] Dostupné z: <https://chromedriver.chromium.org/home>
- [6] Skript na naplnenie dátumu [online]. [cit.2022-01-22] Dostupné z: <https://www.codeproject.com/Articles/647950/Create-and-Populate-Date-Dimension-for-Data-Wareho>
- [7] Data COVID-19 [online]. [cit.2022-01-22] Dostupné z: <https://covid.ourworldindata.org/data/owid-covid-data.csv>
- [8] Our World In Data [online]. [cit.2022-01-22] Dostupné z: [www.ourworldindata.com](http://www.ourworldindata.com)
- [9] World Wether Online [online]. [cit.2022-01-22] Dostupné z: <https://www.worldweatheronline.com>