Some basic study on the pandemic evolution in selected countries

19/05/2020

P. Korohoda

(Uwaga: na końcu polski dodatek)

1. Introductory: some general demographic data confronted with the pandemic data

Demographic data for year 2019 from page: https://countrymeters.info/en/italy (change the country)

Pandemic data from page: https://www.worldometers.info/coronavirus/country/italy (change the country)

Area values taken from anywhere.

data for year 2019	ITALY	POLAND	AUSTRIA	SPAIN
Population (in millions)	60.0	38.6	8.7	45.9
Average population density per 1 km^2 [area in thousands of km^2]	199 [301.4]	123 [312.7]	104 [83.9]	90 [505.9]
Deaths per year (rounded to whole thousands)	580	380	81	404
Average deaths per day (year = 365 days)	1587	1040	222	1106
Average number of infected per 1 thousand inhabitants (referring to population in 2019) on the **18th of May 2020**	3.76	0.49	1.87	6.09
Deaths from coronavirus (as reported officially)				
On the **18th of May 2020** (related to average per day from 2019)	99 (6.24%)	11 (1.06%)	0 (0.00%)	59 (5.34%)
Until the **18th of May 2020** (related to the matched number of days in 2019)	32007 (22.66% for 89 days)	936 (1.22% for 74 days)	629 (3.46% for 82 days)	27709 (29.48% for 85 days)

2. The pandemic evolution study

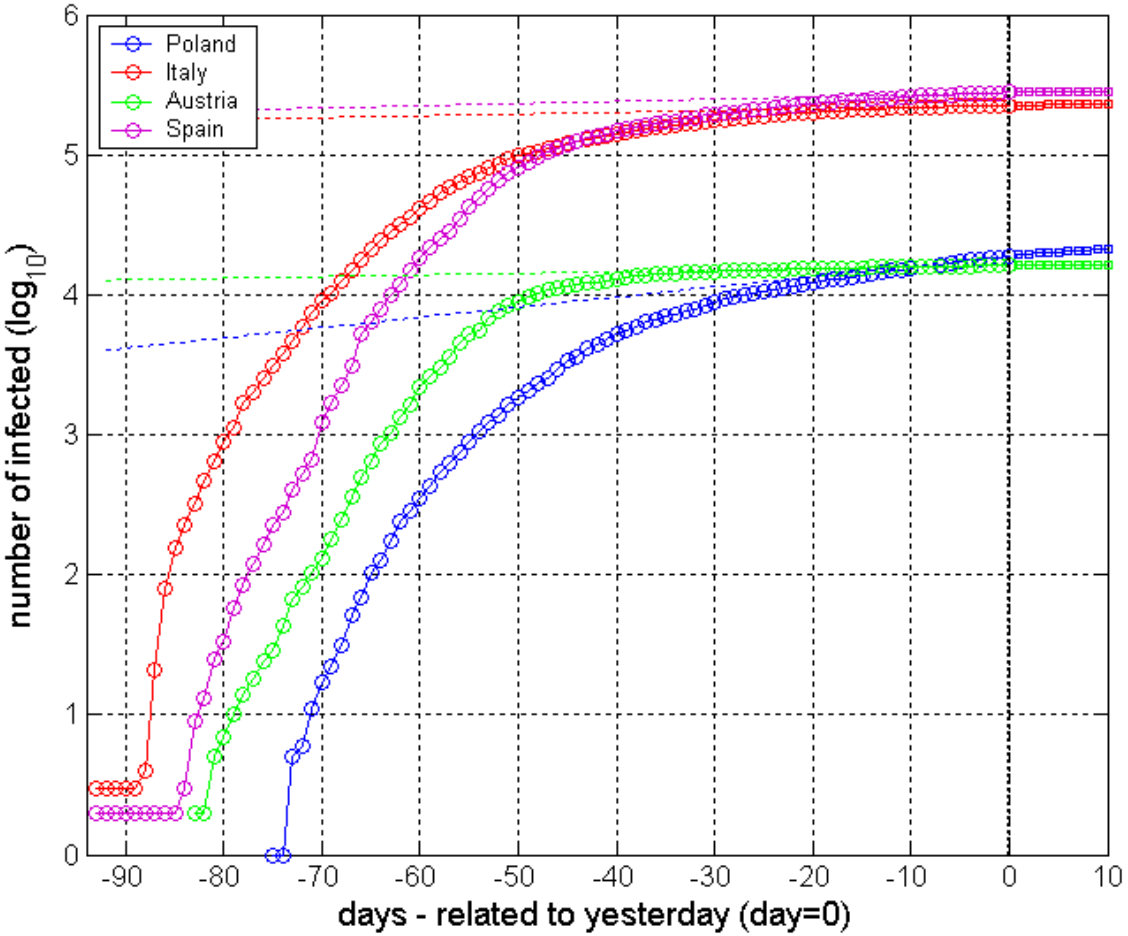


Fig. 1. Total number of infected persons. The straight lines provide reference to the "logarithmically constant" growing rate: red-dotted (r=344/343), magenta-dotted (r=278/277), green-dotted (r=373/372), blue-dotted (r=60/59), when $y(n+1)=y(n)\cdot r$ and n denotes the day number. Square markers with the same color show the predicted data – see Tab. 2.

In general, all curves are bent, which means the growing rates decrease with time. The curves are not "regular". The experimental approach to model such curves indicated several (like three, or more) exponential functions necessary to describe each of the curves. Therefore, it has been decided that only the last 4 days would be used to suggest the prediction model for the near future (however, with some weighted impact from the predictions from the earlier days, gradually increasing when reaching further in the future from today).
For simplified approach the curves have been visually matched with the reference straight lines and the concluding observations are presented in Tab. 1.

Tab. 1. Simplified interpretation of the growing speed of the total number of infected persons (based on the visual assessment of the growing model) – see also Fig. 3.

	Growing rate (ratio) coefficient (***r***)	Number of those already infected necessary to infect one new person per day (***p***)	Number of days necessary to double the number of infected	Normalized day of the pandemic
Italy	344/343	343	238.1	89
Poland	60/59	59	41.2	74
Austria	373/372	372	258.2	82
Spain	278/277	277	192.3	85

Parameters *r* and *p* are mutually related:
$p=1/(r-1)$; $r=(1+p)/p$;

Tab. 2. Prognosed total number of infected persons after given day – depicted also in Fig. 1 with square markers.

	19 May	20 May	21 May	22 May	23 May	24 May	25 May	26 May	27 May	28 May
	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday
Italy	226213	226478	226706	226919	227128	227339	227557	227792	228049	228308
Poland	19193	19481	19754	20008	20243	20459	20659	20842	21008	21176
Austria	16286	16298	16310	16321	16334	16347	16360	16374	16390	16406
Spain	278425	278643	278895	279219	279638	280165	280809	281599	282513	283430

Tab. 2. shows the worst case (hopefully) scenario prediction, which means: assuming continuation of the exponentially modeled trend observed for the last 4 days, with some weighted impact of predictions from previous days included. Therefore, these are rather the assessed upper-limit values. One should expect the real numbers to be smaller than those predicted. However, one should be aware that the prediction is based solely on the previously reported numbers – there is no pandemic phenomena modeling included. Therefore, any momentary jump within data recorded until yesterday (and yesterday, particularly) may result in noticeable changes within predicted numbers.

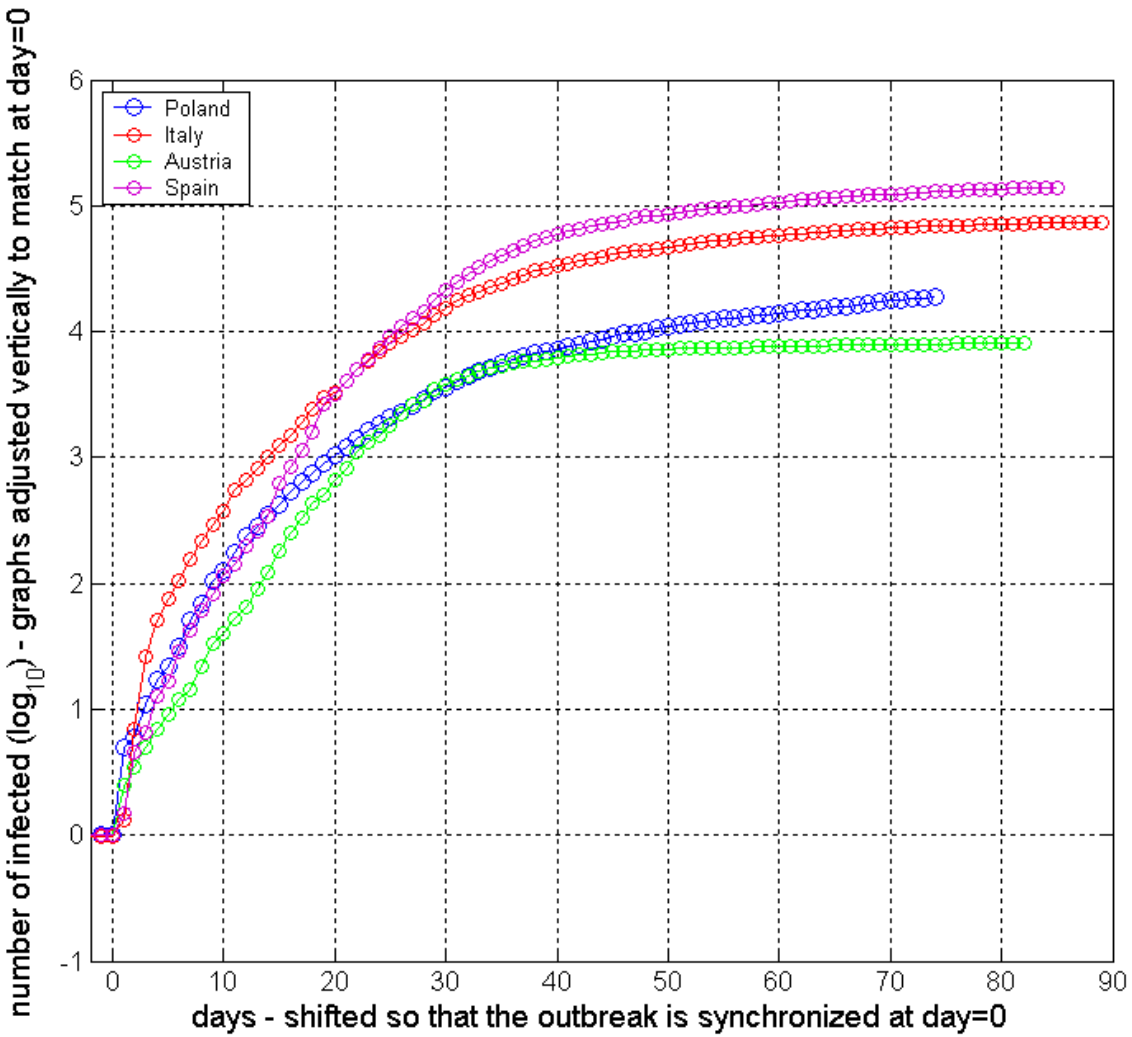


Fig. 2. The same graphs as in Fig. 1, but the curves have been shifted, both vertically and horizontally, to make it possible to visually compare the evolution of the pandemic in the selected countries. The comparison may suggest some anticipation of the future evolution for each country. The flat ending of the curve running horizontally would mean there are no newly infected persons reported.

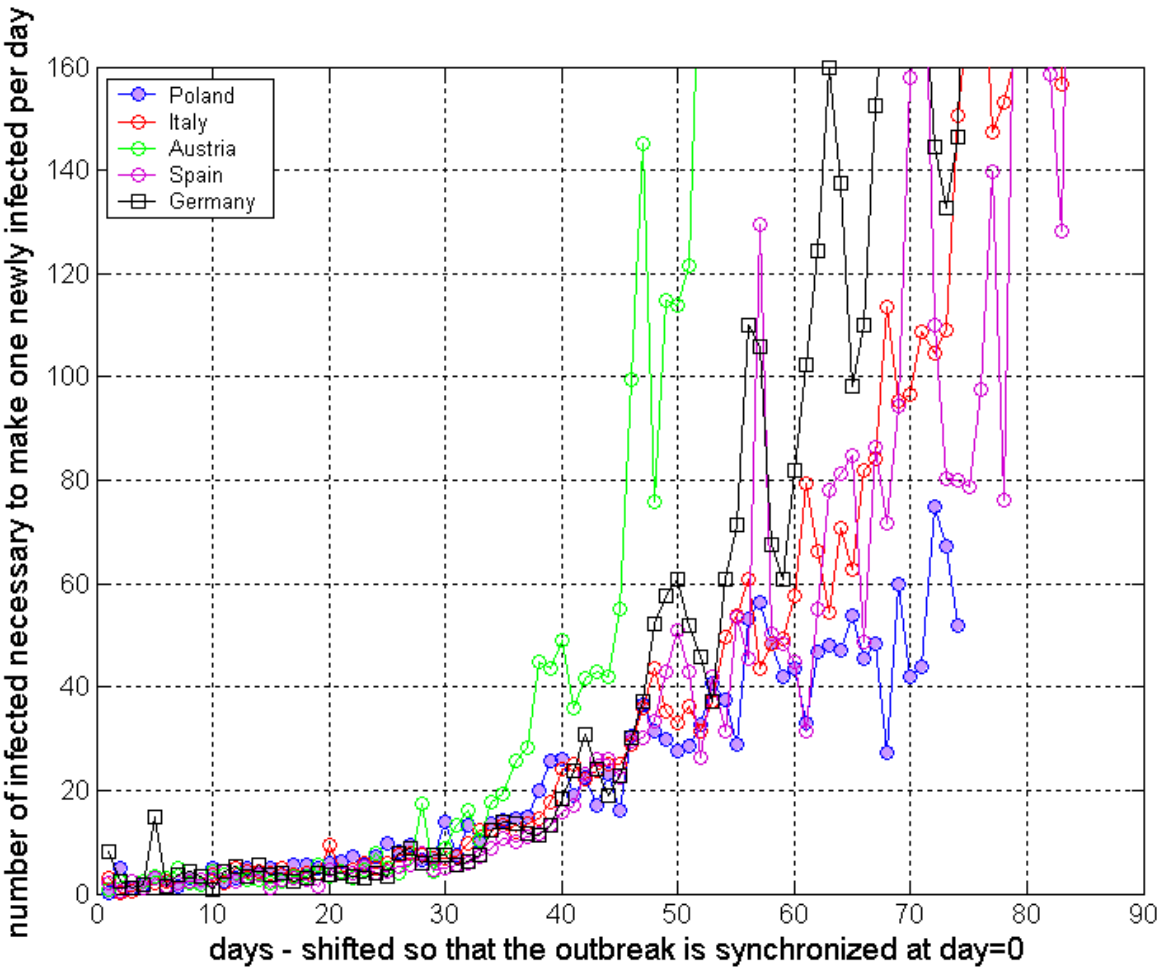


Fig. 3. The statistically average number of already infected persons, *p* (see Tab. 1), necessary to produce one newly infected person per day (calculated a posteriori). Note that the cured ones have not been subtracted from the total number of infected, therefore this parameter provides only the alternative way to interpret graphs in Fig. 2. The higher is the *p* parameter, the slower the number of infected grows (in the logarithmic scale!).
For example, *p*=10 means that during given day the number of infected persons increased from 10 to 11 (on the average) or from 2000 to 2200, or from 15000 to 16500, etc.

The vertical axis in the graph has the upper limit (at 160).

Interestingly, all countries experienced several days (one week, roughly) of no clear progress in Fig. 3. - a kind of oscillations, even Austria, however, in Austria the first oscillations were around 40, while in other countries around 20.

Please note that plots in Fig. 2 and in Fig. 3 depict values shifted on the time axis (horizontally) as if the beginning of the process was on the same day in all studied countries which should simplify comparison between countries after, say, 36 days (just for example) from the pandemic outbreak.
Note that the plots in Fig. 3 seem to follow the rather similar pattern.

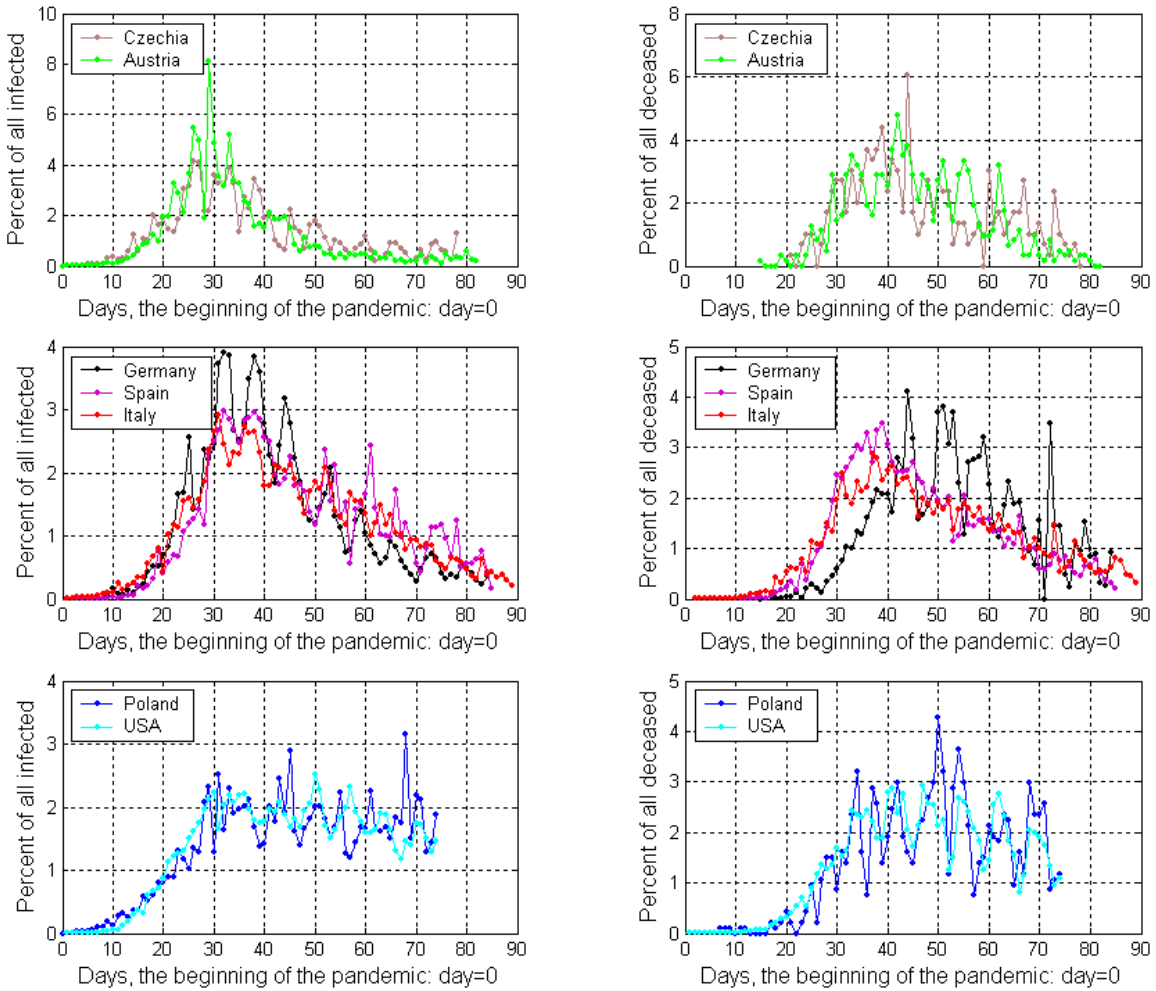
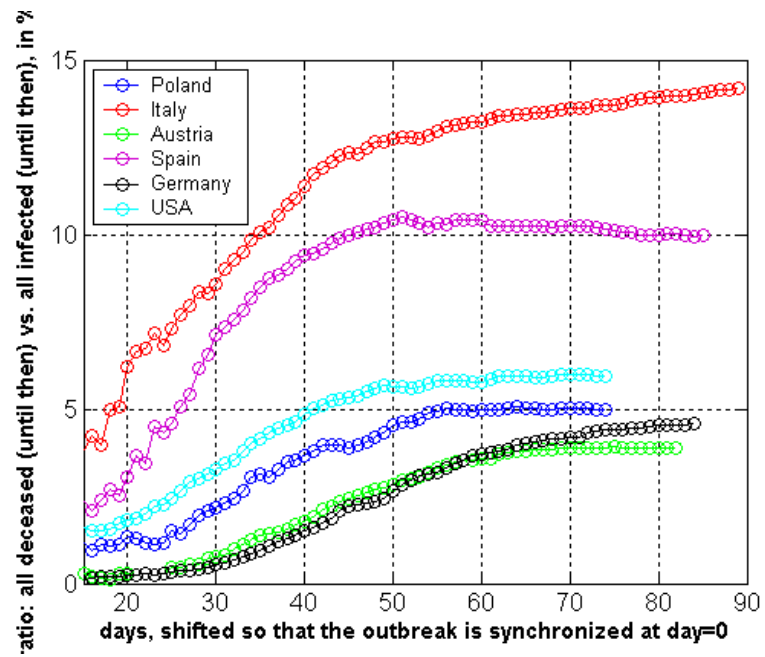


Fig. 4. Comparison: selected countries in groups, on the left – persons infected daily, on the right – persons deceased daily. 100% means all infected/deceased in each country until yestarday. Day=0 represents the beginning of the pandemic – may be different for each country, and only for the USA the graphs have been shifted horizontally by additional 14 days, to emphasize the matching shape.

It is clearly visible that the graphs of the deceased repeat the shapes of the infected, only with some days of delay (around 7 days, only in Germany about 6 days more, interestingly).



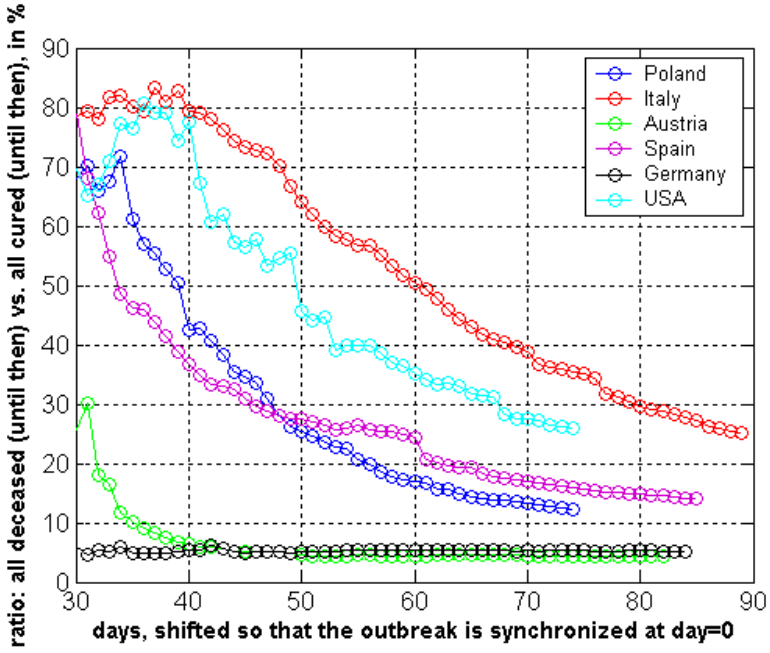
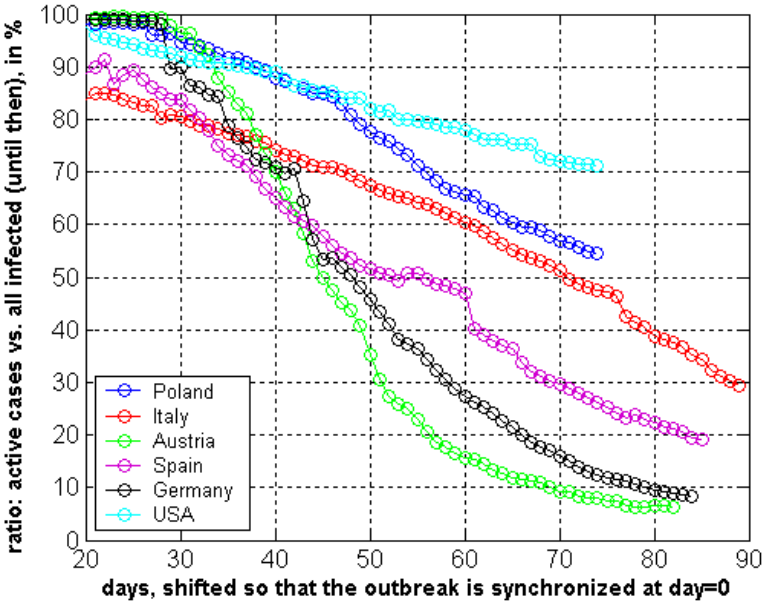


Fig. 5. Two other comparisons - ratios expressed in the form of percentage. On the left: all cumulative (from the beginning up to yesterday) deceased over all infected (also cumulative). On the right: all cumulative deceased over all cured (also cumulative). The initial sections of graphs are not presented as this kind of data turned out to be rather chaotic at the beginning of the pandemic.



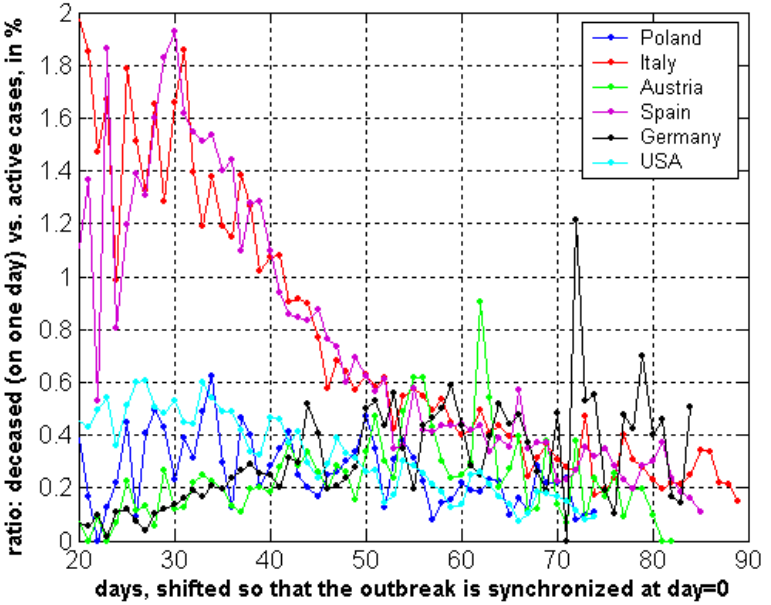
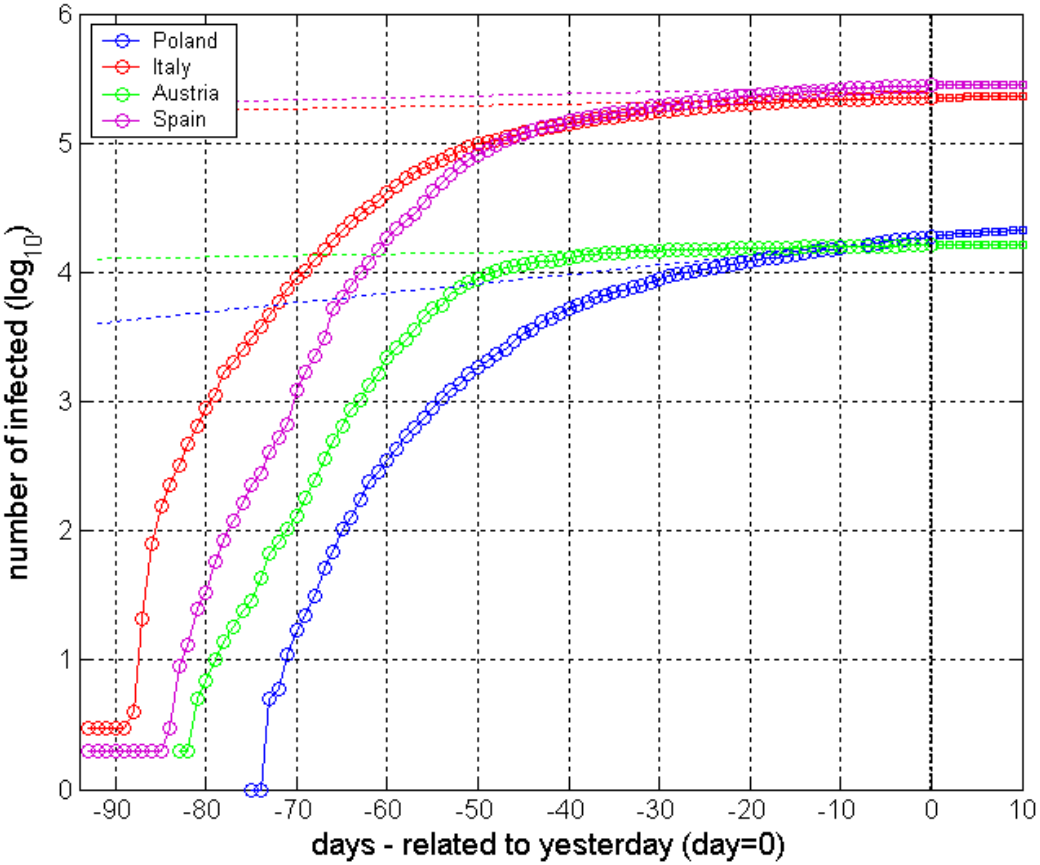


Fig. 6. Two additional comparisons - ratios expressed in the form of percentage. On the left: active cases on a given day of pandemic over all infected (until this day). On the right: deceased on a given day over those active then.

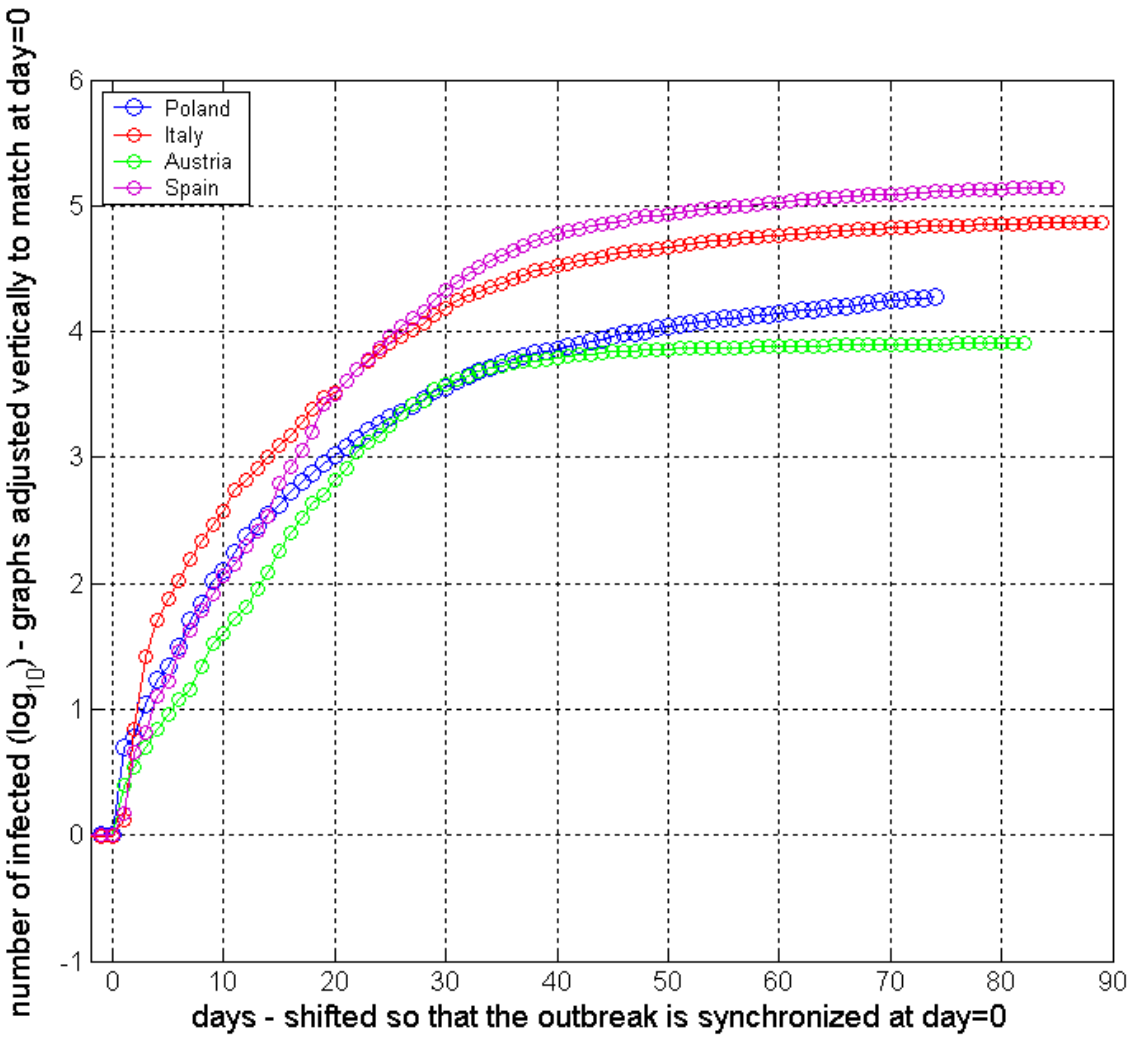
*****END OF REPORT FOR TODAY*****

Polski dodatek

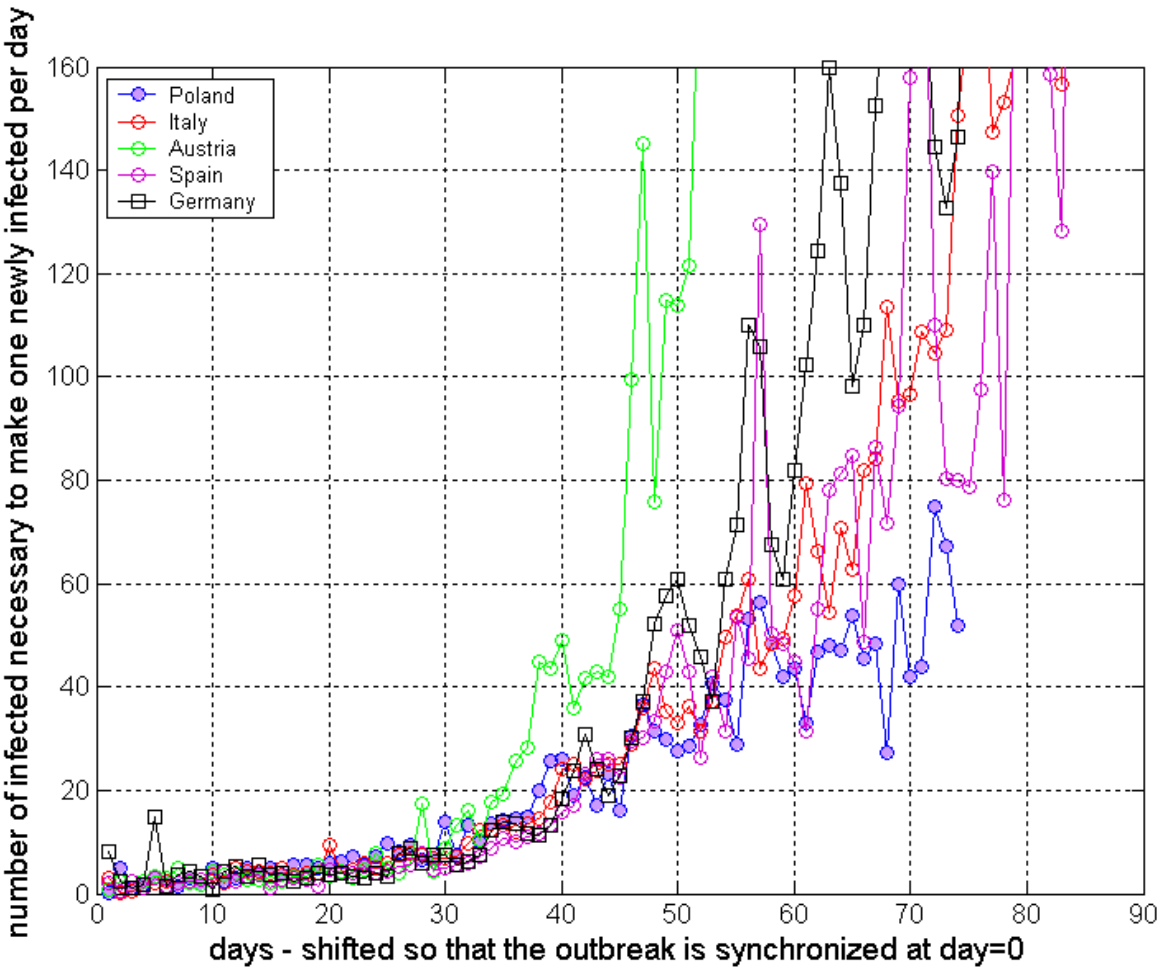


Na Rys. 1 (Fig. 1) pokazano, w skali logarytmicznej, liczby określające całkowitą liczbę zarażonych w kolejnych dniach, przy czym dzień 0 oznacza wczoraj. Wykresy pokazane za pomocą kwadracików pokazują wartości prognozowane w oparciu o ostatnie 4 dni ale z uwzględnieniem prognoz z poprzedniego dnia (wynikowe wartości są podane w tab. 2). Linie proste pokazują nachylenia wykresów gdyby liczba zarażonych rosła cały czas w stałej proporcji (wartości tych proporcji podano w oryginalnym opisie rysunku).

Warto jednak pamiętać, że predykcja bazuje wyłącznie na poprzedzających wartościach – nie zastosowano tutaj żadnego modelowania zjawiska pandemii. Dlatego każde chwilowe „wahnięcie” danych zebranych do wczoraj (a w szczególności wczoraj) może powodować zmiany w predykcji.



Na Rys. 2 (Fig. 2) pokazano, w skali logarytmicznej, liczby określające całkowitą liczbę zarażonych w kolejnych dniach, przy czym dzień 0 oznacza przyjęty tutaj dzień początku pandemii, czyli dzień poprzedzający stały wzrost zarażonych – określony osobno dla każdego kraju. Ponadto wykresy zostały przesunięte w pionie, tak żeby ich początek (w dniu 0) był w tym samym punkcie. Takie zabiegi umożliwiają wzrokowe porównanie zmian w różnych krajach. Poziomy przebieg krzywej wskazywałby na brak nowych zgłoszonych zachorowań.

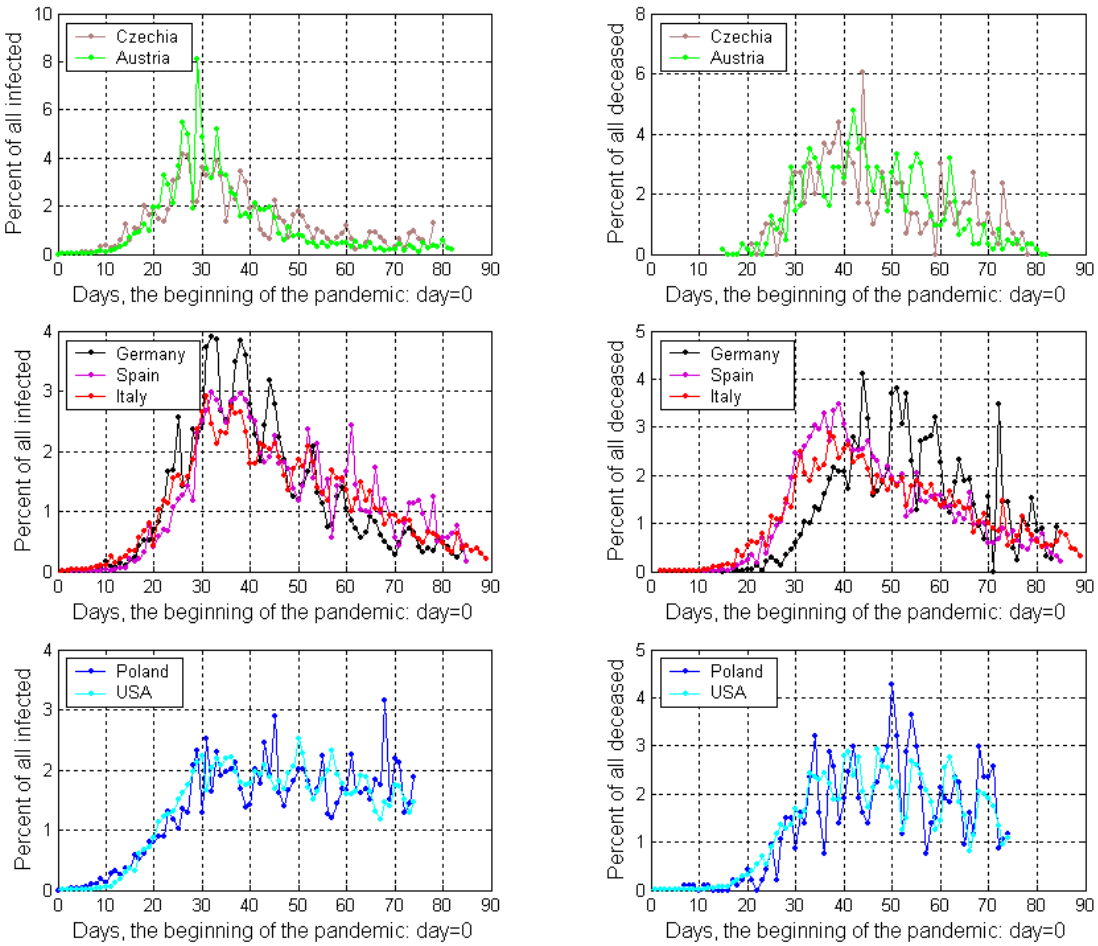


Na Rys. 3 (Fig. 3) pokazano (średnie statystycznie!) liczby osób zarażonych dla danego dnia, które przypadały na każdego dodatkowego kolejnego pojedynczego zarażonego w tym dniu – czyli parametr *p* z tabeli 1. Dni na tym wykresie są opisane tak jak na Rys. 2. Im większa wartość *p* tym lepiej – gdy osiągnie nieskończoność, to przestanie wzrastać liczba zarażonych.

Pionowa oś jest na wykresie ograniczona do wartości 160.

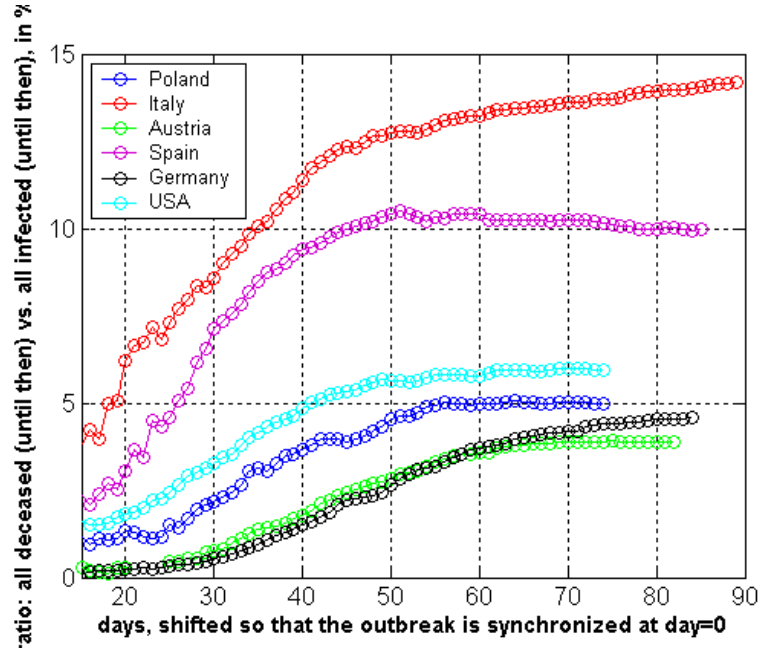
Ciekawe, że wszystkie te kraje wykazały w pewnym momencie brak wyraźnego postępu na wykresach z Rys. 3 – coś jakby oscylacje (może około tygodnia). Nawet Austria miała taki efekt, aczkolwiek w okolicy wartości 40, podczas gdy pozostałe kraje w okolicy wartości 20.

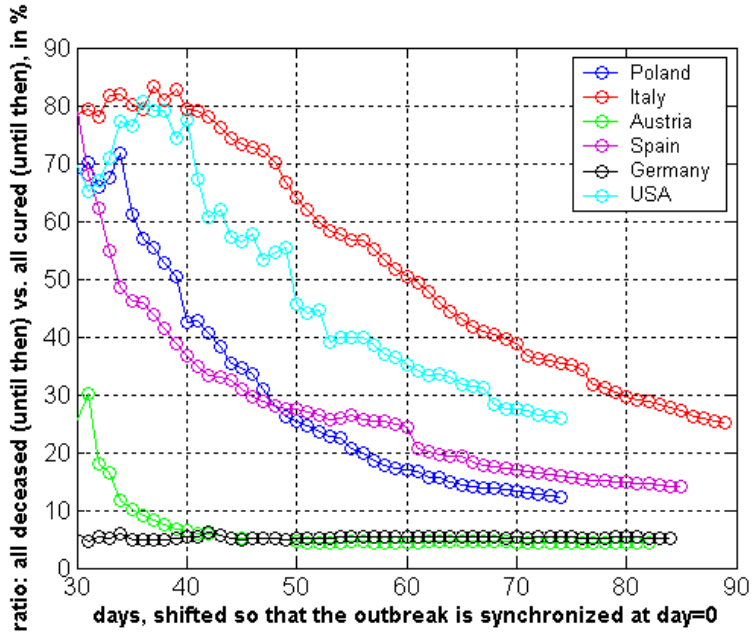
Wykresy wartości *p* są dość podobne, co sugeruje, że ewolucja w porównywanych krajach przebiega analogicznie. Nowe ognisko zarażeń na Śląsku spowodowało gwałtowne pogorszenie naszych parametrów z wykresu na Rys. 3 i w efekcie trochę zaczęliśmy się niekorzystnie wyróżniać na wykresie *p*.



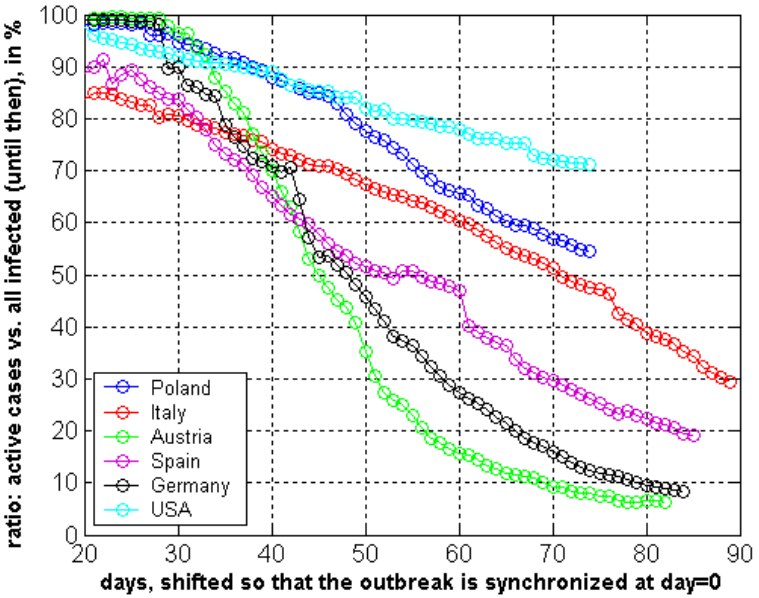
Na Rys. 4. (Fig. 4.) pokazano porównanie grup wybranych krajów. Po lewej – liczba osób zarażonych każdego kolejnego dnia, po prawej – liczba osób zmarłych każdego kolejnego dnia. W każdym kraju wartości są odniesione do 100%, co dla każdego kraju oznacza liczbę wszystkich zarażonych/zmarłych do wczoraj. Dzień=0 odpowiada początkowi pandemii – może to być inna data dla każdego kraju (jedynie w przypadku USA dodano 14 dni przesunięcia – w lewo, by podkreślić podobieństwo porównywanych wykresów). Porównując kształty wykresów z Rys. 4 warto pamiętać też o proporcji liczb, które odpowiadają 100% w każdym z krajów – np. dla USA:Polska to proporcja wynosi ok. 82:1 dla wykresów po lewej (tj. wszystkich zarażonych) oraz 98:1 dla wykresów po prawej (tj. wszystkich zmarłych).

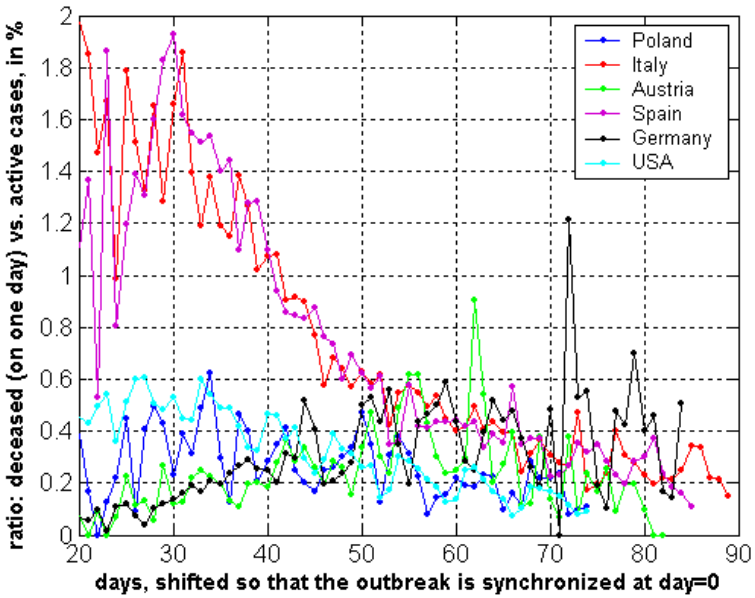
Widać jak wykresy zmarłych kopiują kształty wykresów zarażonych – tylko z pewnym opóźnieniem (o około 7 dni, ciekawe że tylko w Niemczech o około 6 dni więcej).



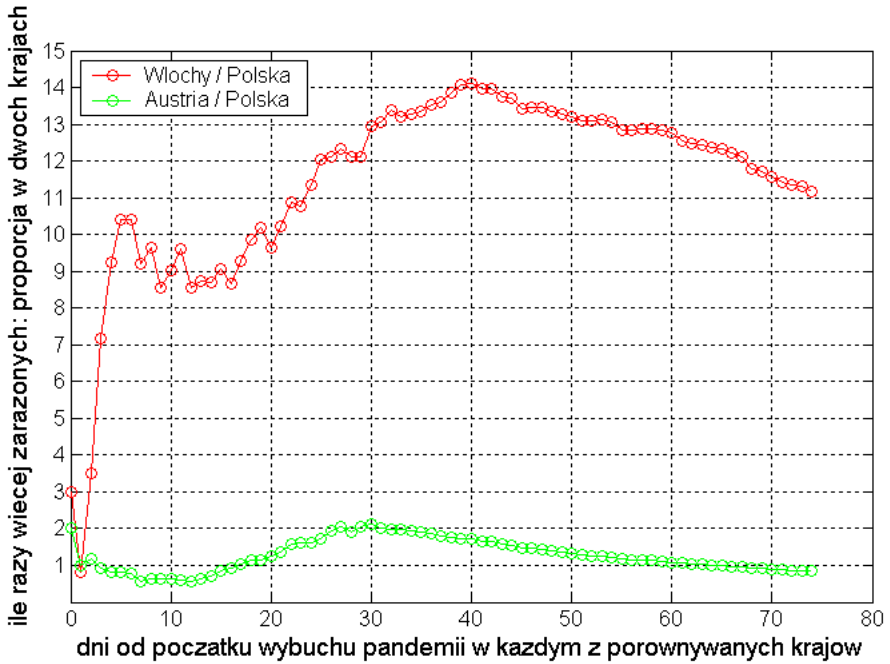


Na Rys. 5. (Fig. 5.) znajdują się dwa kolejne zestawienia porównawcze – wartości proporcji wyrażone w procentach. Po lewej: skumulowana (czyli wszystkie przypadki od początku pandemii do wczoraj) liczba zgonów do skumulowanej liczby zarażonych. Po prawej: skumulowana liczba zgonów do skumulowanej liczby osób, które wyzdrowiały. Nie pokazano początkowych odcinków wykresów, ponieważ ich przebiegi były zwykle dość chaotyczne. Na osi poziomej są dni od umownego dnia początku pandemii – określonego osobno dla każdego kraju.





Na Rys. 6. (Fig. 6.) znajdują się dwa kolejne zestawienia porównawcze – wartości proporcji wyrażone w procentach. Po lewej: liczba przypadków aktywnych w kolejnym dniu pandemii do skumulowanej liczby zarażonych. Po prawej: liczba zgonów w danym dniu do liczby osób aktywnych w tym dniu w tym samym kraju.



Rys. 7. Proporcja zarażonych (według oficjalnych danych) w kolejnych dniach od wybuchu pandemii – czyli przykładowo: ostatni wynik dotyczy danych z Polski z dnia 18 maja, natomiast z Włoch z 3 maja, a dla Austrii z 10 maja, ponieważ to był 74. dzień pandemii w tych krajach (według przyjętego tu kryterium).

Im większa jest proporcja pokazana na Rys. 7, tym lepiej dla Polski. W kontekście liczby dni pandemii Włochy wyprzedzają Polskę o 15 dni (czyli o ok. dwa tygodnie).

Polski wykres (Rys. 1 i Rys. 2) rozwija się od jakiegoś czasu „po swojemu". Porównując go z włoskim otrzymujemy, że ostatnio mieliśmy proporcję Włochy:Polska ok. 11,2-krotną (na dziś, czyli dla danych zebranych do 18 maja) całkowitej liczby zarażonych (ta proporcja - niestety - ostatnio opada). Przy proporcji populacji 38,6/60 daje to 7,2 razy mniejszy względny zasięg pandemii w populacji (porównując całkowitą liczbę zarażonych na milion mieszkańców). Polskie wykresy z Rys. 1 i Rys. 2. niestety coraz mniej wyglądają podobnie do włoskich - proporcja Włochy:Polska (patrz Rys. 7) od ponad czterech tygodni powoli maleje (od 14 w maksimum do 11,2).

Z kolei w porównaniu Austrii do Polski (w Austrii pandemia wybuchła o 8 dni wcześniej – patrz Rys. 1.) w ostatnich dniach proporcja wynosi już około 0,84:1 i także od wielu dni maleje (co nie jest dla nas korzystne). Jednak przyjmując, że populacja Austrii jest ponad 4 krotnie mniejsza niż Polski (patrz nienumerowana tabela na początku), otrzymujemy proporcję zarażonych (w przeliczeniu na milion mieszkańców) 3,7:1 – czyli proporcja, choć znacznie większa od 1 (co jest akurat korzystne), to jednak zauważalnie mniejsza, niż w przypadku porównania Włoch do Polski. Nowe liczne zarażenia na Śląsku pogorszyły znacznie nasze parametry. Wynika to z faktu, że ogólnie było u nas mało zarażonych i w takiej sytuacji każde nowe ognisko zarażeń bardzo zmienia chwilowe dane statystyczne, natomiast jest znacznie mniej widoczne w danych uśrednionych po całym okresie pandemii.

*****KONIEC POLSKIEGO DODATKU NA DZIŚ*****