

# Příčiny regionálních rozdílů v úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění

## Causes of Regional Differences in Cardiovascular Mortality

Pavla Jindrová, Viera Pacáková, Žaneta Vaníčková

### **Abstrakt:**

Kardiovaskulární onemocnění (KVO) jsou hlavní příčinou úmrtí ve většině zemí OECD. Databáze "OECD Health Statistics 2017" nabízí nejkomplexnější zdroj srovnatelných statistik o zdraví a zdravotních systémech v zemích OECD. V oblasti zdraví a zdravotní péče existují obrovské rozdíly mezi zeměmi i mezi regiony. Rovněž úmrtnost v důsledku kardiovaskulárních onemocnění je v jednotlivých zemích značně odlišná. Většina zemí OECD publikuje data týkající se rizikových faktorů kardiovaskulárních onemocnění, ať už to je podíl kuřáků v populaci, konzumace alkoholu nebo nadváha a obezita. Cílem tohoto článku je na základě souboru ukazatelů KVO, rizikových faktorů KVO, kvality zdravotní péče a sociální situace ve vybraných zemích OECD pomocí aplikace vybraných vícerozměrných statistických metod identifikovat a kvantifikovat příčiny, které způsobují významné rozdíly v úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění.

### **Klíčová slova:**

Kardiovaskulární onemocnění, porovnání, úmrtnost, rizikové faktory, vícekriteriální metody

### **Abstract:**

Cardiovascular diseases (CVD) are a leading cause of death in most OECD countries. The „OECD Health Statistics 2017“ database offers the most comprehensive source of comparable statistics on health and health systems in OECD countries. Huge differences in health and healthcare exist among countries and regions. Also mortality due to cardiovascular disease varies considerably across countries. The most of OECD countries publish data on risk factors for cardiovascular disease, whether it is the proportion of smokers in the population, alcohol consumption or overweight and obesity. The aim of this article is based on a set of indicators of CVD, CVD risk factors, quality of healthcare and social situation in selected OECD countries using selected multivariate statistical methods to identify and quantify the causes of significant differences in mortality from cardiovascular disease.

### **Key words:**

Cardiovascular diseases, comparison, mortality, risk factors, multidimensional methods

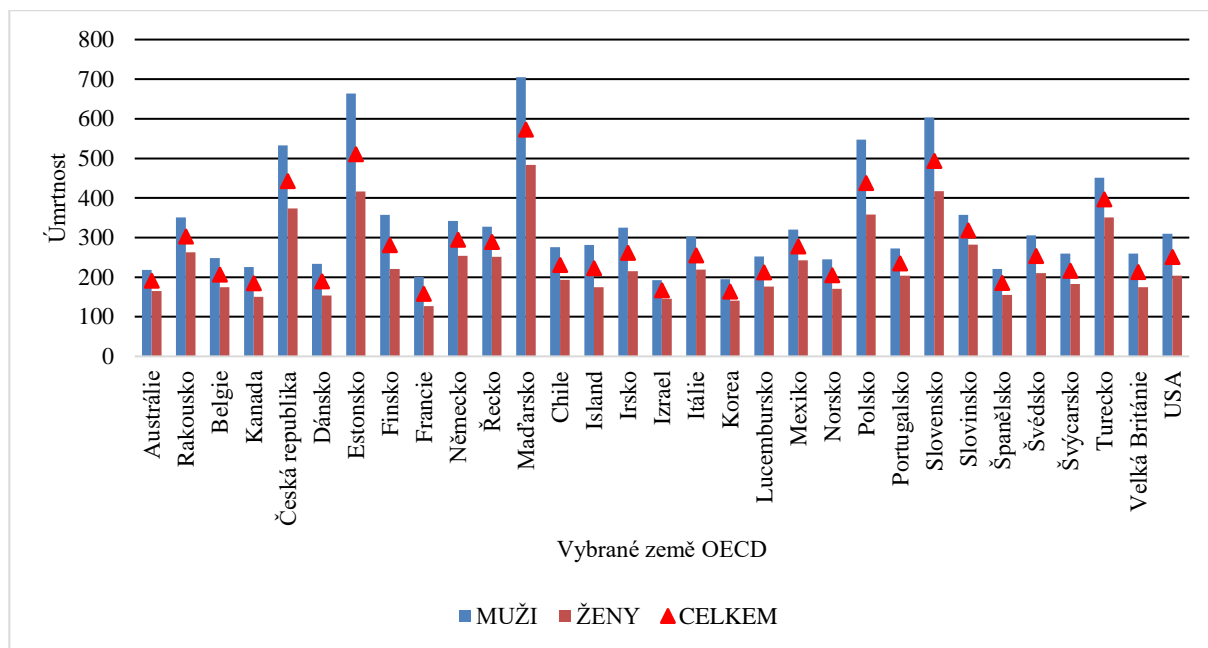
## Úvod

Všechna onemocnění srdce a cév označujeme jako kardiovaskulární onemocnění. Podle nejnovějších dat, uveřejněných v European Cardiovascular Disease Statistics (Wilkins, 2017), kardiovaskulární onemocnění (KVO) způsobuje v Evropě každoročně 3,9 milionu úmrtí a v Evropské unii (EU) více než 1,8 milionu úmrtí. KVO představují 45 % všech úmrtí v Evropě a 37 % všech úmrtí v EU. V roce 2015 bylo téměř 11,3 milionu nových případů kardiovaskulárních chorob v Evropě a 6,1 milionu nových případů kardiovaskulárních onemocnění v EU. Více než 85 milionů lidí v Evropě a téměř 49 milionů lidí v EU žilo v roce 2015 s KVO.

Od roku 1990 do roku 2010 klesla celosvětová věková standardizovaná míra úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění, což je způsobeno zlepšením v zemích s vysokými příjmy, avšak tento pokrok se v posledních pěti letech zpomalil (Roth aj., 2017).

Z celkových nákladů na kardiovaskulární onemocnění v EU přibližně 53 % (111 miliard EUR) připadá na náklady na zdravotní péči, 26 % (54 miliard EUR) na ztráty produktivity a 21 % (45 miliard EUR) na neformální péči o osoby se zdravotním postižením kardiovaskulárním onemocněním.

Závažnost úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění a značné rozdíly v různých zemích světa jsou patry rovněž v Grafu 1.



**Graf 1: Mezinárodní srovnání úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění na 100.000 obyvatel za rok 2015**

Zdroj: Vlastní zpracování z dat OECD

## Formulace problematiky

Pro rozvoj každého regionu, tedy i jednotlivých zemí, je nejdůležitější zdraví obyvatelstva. Podle množství publikací, např. (Jindrová, 2013), (Jindrová, Kopecká, 2017), (Health at a glance, OECD 2015, 2016, 2017) a Centra preventivní medicíny (2017) existují významné faktory, které u jedinců zvyšují riziko kardiovaskulárního onemocnění. Tyto faktory lze rozdělit na ovlivnitelné a neovlivnitelné. Neovlivnitelné faktory jsou tzv. osobní charakteristiky, do kterých patří věk, osobní anamnéza onemocnění, rodinný výskyt onemocnění a pohlaví. Mezi ovlivnitelné faktory patří životní styl a fyziologické charakteristiky. Pomocí ovlivnění těchto faktorů je u jedince možná určitá prevence proti kardiovaskulárním onemocněním.

Pokusíme se proto kvantifikovat intenzitu závislosti úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění ve vybraných zemích na některých předpokládaných rizikových faktorech. Předpokládané rizikové faktory jsou R1 – spotřeba tabáku, R2 – konzumace alkoholu. Úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění značíme M1. Protože ischemická choroba srdeční, tj. nedostatečné prokrvení srdce, je jednou ze zásadních příčin úmrtí, např. v ČR tento poměr odpovídá jedné třetině, jsou v příslušných statistikách tyto informace zjišťovány a zveřejňovány, proto byla do naší analýzy zařazena proměnná M2, která představuje úmrtnost na ischemickou chorobu srdeční. Proměnná M3 představuje úmrtnost na cerebrovaskulární onemocnění. Cerebrovaskulární onemocnění představují skupinu onemocnění centrální nervové soustavy, které vznikají vlivem poruch mozkových cév a analogicky jako ischemická choroba srdeční mají významný podíl na všech úmrtích. Dále budeme posuzovat také vliv zdravotní péče, kam zahrneme jak výdaje na zdravotnictví, tak i dostupnost lékařských pracovníků, dostupnost zdravotních přístrojů a ekonomické ukazatele na úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění.

Vliv předpokládaných faktorů na úmrtnost v souvislosti s kardiovaskulárním onemocněním lze zřejmě nejlépe posoudit analýzou kauzálních vztahů ukazatelů zdravotního stavu, resp. příčin úmrtí a ukazatelů, charakterizujících předpokládané faktory, které úmrtí z důvodu kardiovaskulárních onemocnění ovlivňují, zjišťovaných na souborech postižených osob. Tato individuální data jsou obsažena v lékařských záznamech, případně v registrech národních ústavů zdravotních informací různých zemí. Protože pro cíle tohoto článku byla tato data nedostupná a lze využít jenom souhrnná data za vybrané státy OECD, pro posouzení vlivu předpokládaných faktorů na kardiovaskulární onemocnění jsme zvolili vícerozměrné statistické metody a bodovací metodu vícerozměrného porovnání. Zdrojem dat pro analýzu byly OECD Health Statistics (2017) a WHO Mortality Database (2017).

## Metody

Pro dosažení cíle tohoto příspěvku budou využity následující metody:

### Spearmanův koeficient pořadové korelace

Pro posouzení kauzálních vztahů je vhodné nahradit hodnoty sledovaných ukazatelů na zemích OECD jejich pořadím a pro kvantifikaci intenzity jejich závislosti použít Spearmanův koeficient pořadové korelace. K výpočtu Spearmanova korelačního koeficientu lze použít vztah

$$r_s = 1 - \frac{6 \times \sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2}{n \times (n^2 - 1)} \quad (1)$$

kde  $p_i$ ,  $q_i$  jsou pořadová čísla uspořádaných hodnot sledovaných ukazatelů a  $n$  je počet jejich hodnot. Korelační koeficient nabývá hodnot z intervalu  $(-1; 1)$  a čím více se jeho hodnota blíží k hranicím tohoto intervalu, tím je větší shoda v pořadí sledovaných zemí a tím je silnější závislost sledovaných indikátorů, přímá nebo nepřímá, dle znaménka koeficientu.

### Bodovací metoda

Bodovací metoda je vhodná pro vytvoření syntetické proměnné, která nahradí více proměnných, u kterých lze jednoznačně posoudit, zda jsou pro dosažení stanoveného cíle žádoucí jejich vysoké, nebo naopak nízké hodnoty. Proměnné prvního typu budeme nazývat stimulanty a druhého typu destimulanty. Syntetická proměnná umožní uspořádat sledované vícerozměrné statistické jednotky, v tomto článku jsou to vybrané země OECD, od „nejlepších“ po „nejhorší“.

Možnost srovnatelnosti vícerozměrných objektů je zajištěna pomocí normování proměnných a vytvoření syntetické proměnné. Normování pro stimulanty se provádí podle vzorce

$$b_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{max,j}} \times 100 \quad (2)$$

a pro destimulanty podle vzorce

$$b_{ij} = \frac{x_{min,j}}{x_{ij}} \times 100 \quad (3)$$

Normované hodnoty pro každou statistickou jednotku (zde pro každou zemi) představují při bodovací metodě procenta z nejlepší hodnoty dané proměnné (nejvyšší v případě stimulantů a nejnižší v případě destimulantů). Hodnotu syntetické proměnné pro každý sledovaný objekt dostaneme jako součet, případně aritmetický průměr normovaných hodnot všech sledovaných ukazatelů.

Tato metoda je jednou z metod tzv. vícerozměrného porovnávání, které jsou aplikovány v mnoha publikacích, především polských autorů, ale také např. v (Stankovičová, Vojtková, 2007), (Pacáková et al., 2016), (Pacáková, Papoušková, 2016), (Pacáková, Kopecká, 2018).

### Faktorová analýza

Jedná se o statistickou metodu, která je zaměřena na snížení (redukci) počtu proměnných a na vytváření nových proměnných při co nejmenší ztrátě informace obsažené v původních proměnných. Jedním ze základních cílů je posoudit strukturu vztahů sledovaných proměnných a zjistit, zda je možné jejich rozdělení do skupin, v nichž by sledované proměnné spolu silně vzájemně korelovaly. Konečným cílem je pak vytvořit nové, hypotetické nekorelované proměnné - faktory, které dostatečně vysvětlí závislost původních proměnných. Tato metoda je výstižně charakterizována v (Hebák, 2007): Faktorová analýza je vícerozměrná statistická metoda, jejímž hlavním úkolem je rozbor struktury vzájemných závislostí posuzovaných proměnných. Tato metoda vychází z předpokladu, že závislosti mezi sledovanými proměnnými jsou důsledkem působení určitého menšího počtu v pozadí stojících neměřitelných veličin, které jsou označovány jako společné faktory. Faktorová analýza si proto klade za hlavní cíl poznat a využít (na základě závislostí pozorovaných proměnných) strukturu (přímo nezjistitelných a neměřitelných) společných faktorů, které jsou považovány za skryté příčiny vzájemně korelovaných proměnných. Faktorová analýza se snaží odvodit, vytvořit a pochopit společné faktory (definovány jako lineární kombinace původních proměnných) takové, aby vysvětlovaly a objasňovaly pozorované závislosti co nejlépe a nejjednodušeji. Tím se myslí, že v konečném řešení by každá proměnná měla korelovat s minimálním počtem faktorů a zároveň počet faktorů by měl být co nejmenší a odpovídat skutečnému rozměru úlohy a dat.

Výklad této metody a její aplikace jsou součástí mnoha publikací, např., (Stankovičová, Vojtková, 2007), (Pacáková, Jindrová, Zapletal, 2016), (Pacáková, Papoušková, 2016), (Pacáková, Kopecká, 2018).

### Shluková analýza

Shluková analýza zahrnuje širokou škálu metod a postupů, které se používají k řešení problémů typologie objektů a jejich klasifikace. Hledá podobnost mezi objekty na základě více proměnných a tvoří jejich přirozené podmnožiny, resp. shluky tak, že objekty v každém shluku jsou si velmi podobné vzhledem ke sledovaným proměnným a značně se liší od objektů v jiném shluku.

Aglomerativní hierarchický přístup, který využíváme pro analýzu, vychází od jednotlivých objektů a postupným seskupováním buduje hierarchický systém podmnožin, až dospěje ke konečnému spojení všech objektů do jednoho shluku.

Základní problém shlukové analýzy je kvantifikovat podobnost nebo vzdálenost objektů. Nejběžnější Euklidovská vzdálenost pro vzdálenost dvou objektů se počítá podle vztahu

$$d(X_i, X_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (4)$$

kde  $x_{ik}$  je hodnota  $k$ -tého pozorování na  $i$ -tém prvku a  $x_{jk}$  je hodnota  $k$ -tého pozorování na  $j$ -tém prvku.

V dalším kroku je nutné se rozhodnout pro metodu shlukování. Často používanou metodou shlukování je Wardova metoda. Podle této metody se spojují shluky, u nichž je přírůstek celkového vnitroskupinového součtu čtverců odchylek jednotlivých hodnot od shlukového průměru minimální. Ke grafickému znázornění hierarchické struktury slouží dendrogram. Na jednu osu se nanášejí hodnoty vzdáleností, na druhé ose jsou jednotlivé objekty seřazené podle toho, jak se postupně spojují do shluků. Podrobněji popis této metody lze najít např. v (Kubanová, 2008), (Řezanková, Húsek, Snášel, 2007).

## Rozbor problému

Pro identifikaci a kvantifikaci rizikových faktorů úmrtnosti v důsledku kardiovaskulárních onemocnění v 23 vybraných zemích OECD jsme zvolili 14 ukazatelů, uvedených v Tab. 1. Hodnoty těchto proměnných pro rok 2015 jsme zjistili na stránkách OECD Health Statistics (2017) a OECD Health Inequalities (2017). Seznam vybraných zemí ovlivnila hlavně dostupnost dat pro rok 2015. Pro porovnávání jednotlivých zemí byla vybrána data standardizovaná na 100 000 obyvatel tak, jak je uvedeno v Tab. 1. Matice zvolených ukazatelů za vybrané země OECD je v Tab. 2.

**Tab. 1: Seznam použitých ukazatelů**

Úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění, počet na 100 000 obyvatel	<b>M1</b>
Úmrtí na ischemickou chorobu srdeční, počet na 100 000 obyvatel	<b>M2</b>
Úmrtí na cerebrovaskulární onemocnění, počet na 100 000 obyvatel	<b>M3</b>
Veřejné výdaje na zdravotnictví na obyvatele, 2015, USD paritou kupní síly	<b>Z1</b>
Lékaři, počet na 1 000 obyvatel	<b>Z2</b>
Sestry, počet na 1 000 obyvatel	<b>Z3</b>
Celkový počet nemocničních lůžek, počet na 1 000 obyvatel	<b>Z4</b>
Léčebná lůžka (akutní) péče, počet na 1 000 obyvatel	<b>Z5</b>
MRI jednotky na milion obyvatel, 2015 (nebo nejbližší rok)	<b>Z6</b>
CT scannery na milion obyv., 2015 (nebo nejbližší rok)	<b>Z7</b>
Spotřeba tabáku, % populace 15+, kteří jsou denními kuřáky	<b>R1</b>
Konzumace alkoholu, litrů na obyvatele (věk 15+)	<b>R2</b>
HDP/obyvatele (v USD)	<b>E1</b>
Medián příjmů, 2016 (EUR)	<b>E2</b>

*Zdroj: Vlastní výběr indikátorů z databází OECD*

**Tab. 2: Matice dat pro analýzu**

Země	Kód	M1	M2	M3	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	R1	R2	E1	E2
Rakousko	AT	302	131	45,4	3800	4,99	7,8	7,7	5,4	19,7	29	24,3	12,3	50125,0	23260
Belgie	BE	206	54	46,8	3576	2,95	9,5	6,3	4,0	10,8	22	18,9	12,6	46700,7	21654
Česká rep.	CZ	442	237	86,3	2069	3,69	8,0	6,5	4,4	7,4	15	18,2	11,5	34703,9	7423
Dánsko	DK	189	60	51,2	4160	3,62	16	3,1	2,5	15,4	38	17,0	9,5	49810,3	28364
Estonsko	EE	511	211	58,3	1378	3,28	6,2	5,0	3,4	11,4	20	21,3	10,3	29377,7	7889
Finsko	FI	280	147	63,3	3009	3,02	14,0	4,9	2,8	23,3	21	17,4	8,5	43056,6	23763
Francie	FR	158	39	36,1	3473	3,33	9,4	6,3	3,4	10,9	15	22,4	11,9	41489,9	21415

Německo	DE	294	106	47,9	4477	4,05	13,0	8,3	5,3	30,5	35	20,9	11,0	48839,3	20668
Řecko	EL	289	82	89,2	1360	6,29	3,6	4,8	4,1	24,3	35	27,3	7,5	26691,1	7520
Maďarsko	HU	573	293	113,0	1236	3,21	6,4	7,0	4,0	3,0	7,9	25,8	10,9	26689,0	4556
Island	IS	222	104	42,7	3283	3,62	16,0	3,2	2,3	21,4	40	10,2	7,5	51122,4	23696
Irsko	IE	261	127	54,7	3550	2,69	12,0	2,8	2,1	13,4	17	19,0	10,9	70201,9	21688
Itálie	IL	255	84	67,2	2470	3,90	6,1	3,4	2,8	25,2	33	20,0	7,6	38146,9	15846
Lucembursko	LU	212	59	40,9	4329	2,81	12,0	5,1	3,9	12,6	22	14,9	11,1	105768,0	34320
Norsko	NO	204	72	47,4	5598	4,31	17,0	3,9	2,3	15,4	21	12,0	6,0	59266,9	41483
Polsko	PL	438	98	79,6	1201	2,24	5,3	6,6	4,3	6,7	16	22,7	10,5	27463,9	5556
Portugalsko	PT	235	55	85,4	1737	4,26	6,1	3,4	2,8	7,1	22	16,8	9,9	30612,4	8435
Slovensko.	SK	494	291	111,0	1663	3,39	5,8	5,8	4,2	8,3	17	22,9	10,2	30619,0	6930
Slovinsko	SI	318	76	79,0	1910	2,63	8,3	4,6	3,6	8,7	13	18,9	11,5	32888,0	12332
Španělsko	ES	185	53	43,3	2204	3,81	5,1	3,0	2,3	15,3	18	23,0	9,8	36291	13352
Švédsko	SE	253	99	51,3	4375	4,01	11,0	2,6	1,9	14,7	20	11,2	7,2	49075,9	26640
Švýcarsko	SW	216	78	37,2	4711	4,04	17,0	4,7	2,9	20,9	36	20,4	9,5	62897,9	40498
Spojené král.	UK	213	98	53,2	3171	2,77	8,2	2,8	2,3	6,1	8	19,0	9,5	42651,3	20945

Zdroj: OECD Health Statistics (2016), OECD Health Inequalities (2015)

Pomocí Spearmanova korelačního koeficientu ( $r_s$ ) jsme posoudili kauzální vztahy rizikových faktorů R1 a R2 a proměnných M1, M2, M3, charakterizujících úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění. Na základě hodnot  $r_s$  lze konstatovat přímou korelaci pořadí podle faktorů R1 – spotřeba tabáku a R2 – konzumace alkoholu s pořadím podle úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění – M1 ve vybraných zemích OECD. Podle spotřeby tabáku je tato shoda na 33 % a podle konzumace alkoholu na 19,6 %. Nepotvrdila se korelace mezi M2 - úmrtí na ischemickou chorobu srdeční a faktory R1, R2. Potvrdila se však významná pořadová korelace mezi spotřebou tabáku a úmrtností na cerebrovaskulární onemocnění M3, protože  $r_s = 0,42$ .

Bodovací metodu jsme použili z důvodu možnosti vytvoření syntetických proměnných a identifikace, případně kvantifikace některých rizikových faktorů úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění ve vybraných zemích. Podle vztahů (2) a (3) byly normovány původní hodnoty a jako jejich aritmetický průměr byly vytvořeny čtyři syntetické proměnné: S1 – skóre úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění, S2 – skóre ekonomické situace, S3 – skóre zdravotní péče, S4 – skóre faktorů životního stylu. První syntetická proměnná S1 je vytvořena z proměnných M1 – úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění, M2 – úmrtnost na ischemickou chorobu srdeční a M3 – úmrtnost na cerebrovaskulární onemocnění. Druhá syntetická proměnná S2 je vytvořena z proměnných E1 – HDP/obyvatele a E2 – medián příjmů. Třetí syntetická proměnná S3 je vytvořena z proměnných Z1 –Z7, charakterizujících úroveň zdravotní péče. Poslední čtvrtá syntetická proměnná S4 zahrnuje proměnné R1 – spotřeba tabáku a R2 – konzumace alkoholu. Závislost syntetických proměnných ve vybraných zemích kvantifikují Spearmanovy koeficienty korelace v Tab. 3.

**Tab. 3: Hodnoty Spearmanových koeficientů korelace syntetických proměnných**

Proměnná	S1	S2	S3	S4
<b>S1</b>	1	0,483	0,428	0,417
<b>S2</b>	0,483	1	0,871	0,286
<b>S3</b>	0,428	0,871	1	0,248
<b>S4</b>	0,417	0,286	0,248	1

Zdroj: Vlastní zpracování z dat OECD v systému STATISTICA12

V Tab. 3 vidíme shodu pořadí vybraných zemí podle S1 – skóre úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění a S2 – skóre ekonomických ukazatelů na 48,31 %. Další významná shoda pořadí je u syntetických proměnných S1 – skóre úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění a S3 – skóre zdravotní péče, až na 42,78 %. Významná shoda je také u S1 – skóre úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění a S4 – skóre faktorů životního stylu, a to na 41,73 %. Poslední významná shoda je u syntetických proměnných S2 – skóre ekonomických ukazatelů a S3 – skóre zdravotní péče, tato shoda je nejvyšší, a to 87,1 %.

Pro faktorovou analýzu byly použity proměnné z Tab. 1. Z hodnot vlastních čísel v Tab. 4 můžeme vidět, že pro faktorovou analýzu je vhodné zvolit čtyři společné faktory, protože jejich vlastní čísla jsou větší než hodnota 1 a společně vysvětlují až 85,83 % variability původních proměnných.

**Tab. 4: Hodnoty vlastních čísel a podíl vysvětlené variability**

Faktor č.	Vlastní číslo	% celkové variability	Kumulativní % celkové variability
1	6,27542	44,824	44,824
2	2,38513	17,037	61,861
3	2,11745	15,125	76,986
4	1,23815	8,844	85,830

*Zdroj: Vlastní zpracování z dat OECD, výstup ze STATISTICA12*

Podle Tab. 5 faktorových zátěží, které informují, jaká je korelace mezi danou proměnnou a příslušným faktorem, můžeme faktory interpretovat takto: Faktor 1 – všeobecný faktor sociálních a zdravotních podmínek, Faktor 2 – faktor rizikových faktorů úmrtnosti na KVO a počtu nemocničních lůžek, Faktor 3 – faktor počtu lékařů a technického vybavení a Faktor 4 – faktor úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění.

**Tab. 5: Faktorové zátěže po rotaci Varimax**

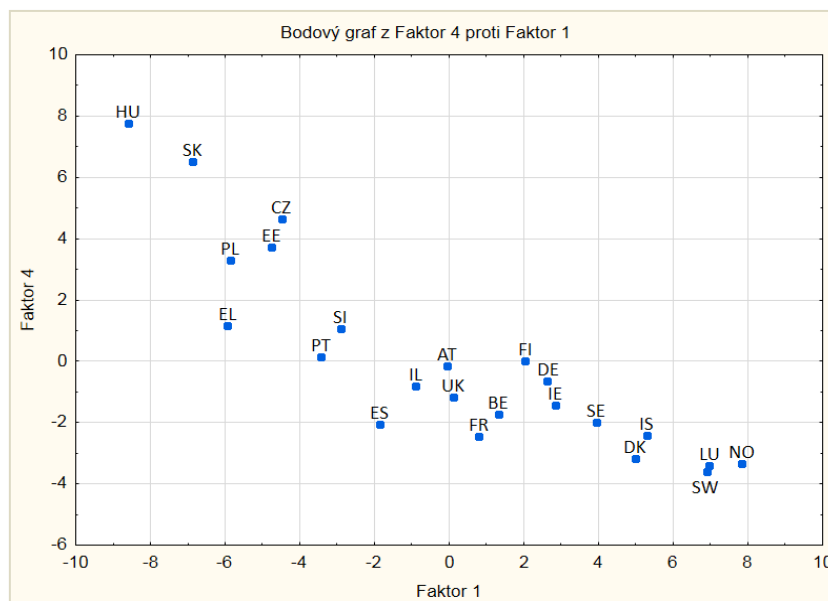
Ukazatel	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4
M1	0,382312	0,280366	-0,191261	<b>-0,824801</b>
M2	0,185584	0,175633	-0,158987	<b>-0,901052</b>
M3	0,623406	0,022775	-0,108404	<b>-0,657629</b>
Z1	<b>-0,879628</b>	-0,049350	0,195902	0,301424
Z2	0,205168	-0,005278	<b>0,845011</b>	0,060001
Z3	<b>-0,902993</b>	-0,203528	0,152957	0,031775
Z4	0,028821	<b>0,915894</b>	0,053887	-0,278912
Z5	0,166265	<b>0,908607</b>	0,147122	-0,240374
Z6	-0,268994	0,032094	<b>0,849053</b>	0,172364
Z7	-0,275194	-0,013257	<b>0,842979</b>	0,152917
R1	0,639577	0,580036	0,089900	-0,029214
R2	0,079456	<b>0,790835</b>	-0,493659	0,130752
E1	<b>-0,814372</b>	0,028955	-0,063409	0,264035
E2	<b>-0,873236</b>	-0,165638	0,173143	0,317263

*Zdroj: Vlastní zpracování*

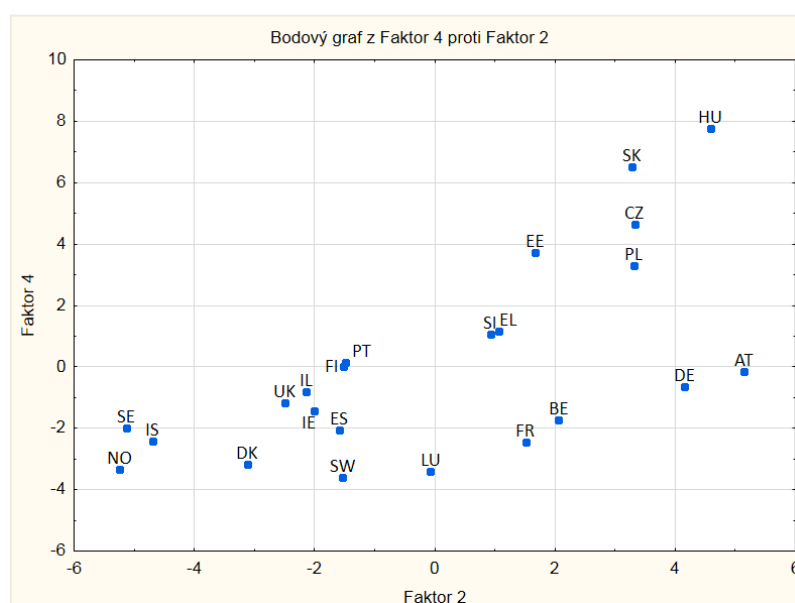
Na základě hodnot hlavních faktorů pro sledované země, tzv. faktorových skóre lze sestavit bodové grafy, prezentující závislost Faktoru 4 – faktor úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění od ostatních faktorů.

Na grafu 2 vidíme závislost *Faktoru úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění* (Faktor 4) a *Všeobecného faktoru sociálních a zdravotních podmínek* (Faktor 1). Můžeme vidět, že čím vyšší je Faktor 1 – Všeobecný faktor sociálních a zdravotních podmínek, tím nižší je Faktor 4 – Faktor úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění.

Z grafického zobrazení monitorovaných zemí v souřadnicovém systému dvojice extrahovaných společných faktorů lze posoudit také nerovnosti mezi sledovanými zeměmi. Nejhorší situace je v bývalých socialistických zemích, Maďarsku, Slovenské republice, Polsku, Estonsku a České republice, ve kterých jsou nízké hodnoty Faktoru 1 a vysoké hodnoty Faktoru 4. K těmto zemím se zařadilo částečně také Řecko. Nejlepší situace, charakterizovaná vysokými hodnotami Faktoru 1 a nízkými hodnotami Faktoru 4, je v Norsku, Švýcarsku a Lucembursku.



**Graf 2: Závislost hodnot Faktoru 4 a hodnot Faktoru 1**  
Zdroj: Vlastní zpracování podle dat OECD, výstup ze STATISTICA12



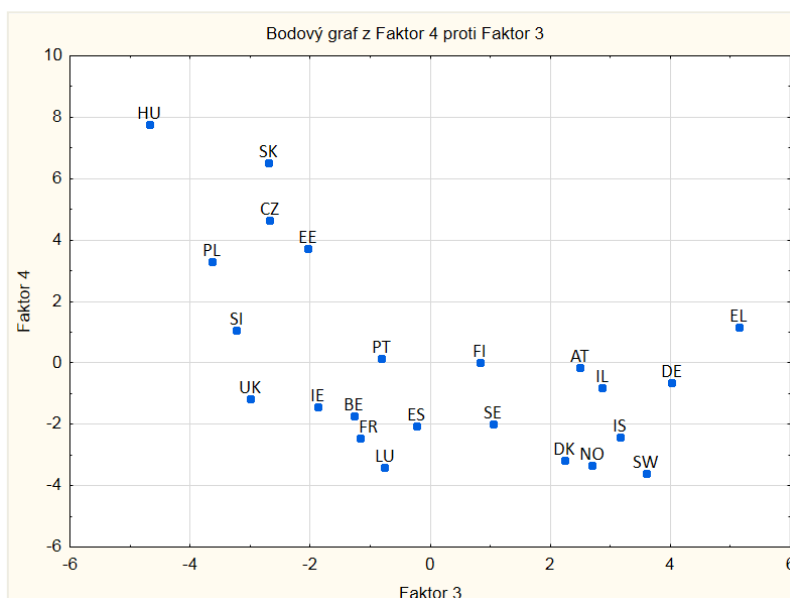
**Graf 3: Závislost hodnot Faktoru 4 a hodnot Faktoru 2**  
Zdroj: Vlastní zpracování podle dat OECD, výstup ze STATISTICA12



Z bodového Grafu 3 vidíme závislost Faktoru 4 – *Faktoru úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění* a Faktoru 2 – *Faktoru rizikových faktorů a počtu nemocničních lůžek*.

Na základě Grafu 3 můžeme konstatovat, že čím nižší jsou hodnoty rizikových faktorů a počtu nemocničních lůžek, tím nižší je i Faktor úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění. Znovu se potvrdila nejlepší situace v Norsku, velmi podobná situace je ve Švédsku a na Islandu. Nejhorší situace podle těchto dvou faktorů je znovu v Maďarsku, Slovensku, Polsku a v České republice. Pro Maďarsko jsou zaznamenány nejvyšší hodnoty obou faktorů. Vysoké hodnoty rizikových faktorů jsou také v Německu a Rakousku, ale zřejmě v důsledku některých pozitivních vlivů jsou hodnoty Faktoru 4 relativně nízké.

Graf 4 představuje závislost Faktoru 4 – *Faktoru úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění* na Faktoru 3 – *Faktoru počtu lékařů a technického vybavení*. Státy, ve kterých je nízká hodnota faktoru počtu lékařů a technického vybavení a vysoké hodnoty faktoru úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění jsou znovu Maďarsko, Slovensko, Česká republika, Polsko a Estonsko. Ve Slovinsku a Spojeném království je při nízké úrovni počtu lékařů a technického vybavení poměrně nízká hodnota úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění. V dalších zemích se při rostoucí úrovni počtu lékařů a technického vybavení úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění dále nesnižuje.

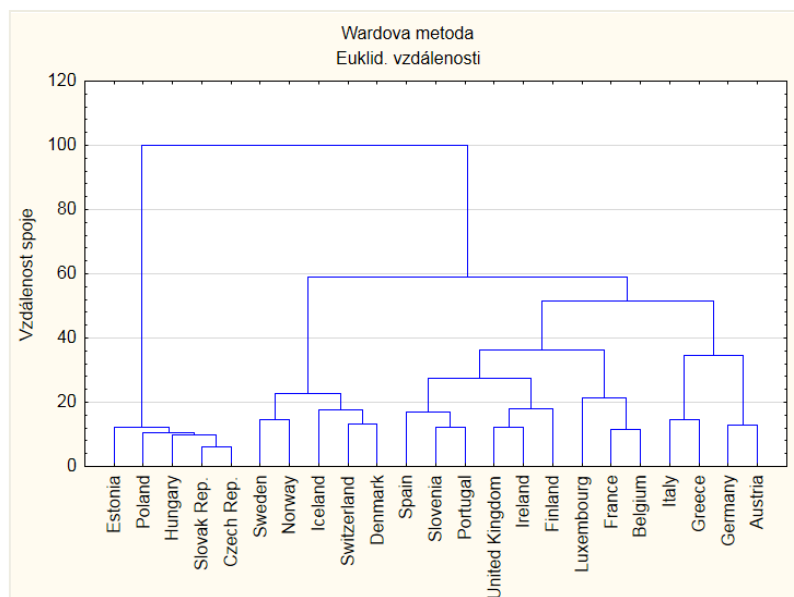


**Graf 4: Závislost hodnot Faktoru 4 a hodnot Faktoru 3**

*Zdroj: Vlastní zpracování podle dat OECD, výstup ze STATISTICA12*

Pro shlukovou analýzu byly použity stejné proměnné jako pro faktorovou analýzu. V dendrogramu na Grafu 5 můžeme posoudit podobnost vybraných zemí OECD podle 14 sledovaných ukazatelů.

Protože jsme pro faktorovou analýzu i pro shlukovou analýzu použili stejná data, můžeme určit optimální počet shluků podle počtu vlastních čísel vyšších než 1 (Tab. 4), tedy čtyři shluky. První shluk tvoří Česká republika, Slovensko, Maďarsko, Polsko a Estonsko. Podle předcházejících výsledků jde zřejmě o shluk zemí, ve kterých je nejhorší situace podle 14 sledovaných ukazatelů. Ve druhém shluku je Švédsko, Norsko, Dánsko, Švýcarsko a Island, tedy země s nejlepší situací podle sledovaných indikátorů. Ve třetím početném shluku jsou Španělsko s Portugalskem a Slovinskem, společně se shlukem vytvořeným Spojeným královstvím, Irskem a Finskem a dále shlukem tvořeným Belgií, Francií a Lucemburskem. Poslední čtvrtý shluk je tvořen Itálií a Řeckem společně s Německem a Rakouskem.



**Graf 5: Dendrogram**

*Zdroj: Vlastní zpracování podle dat OECD, výstup ze STATISTICA12*

## Diskuse

Kvalitní systém zdravotní péče je pro občany každé země prioritou. Zdraví občanů je hlavní prioritou rovněž pro cíle Evropské unie (EU). Zdravotní politika EU doplňuje národní politiky, které zajistí, aby každý, kdo žije v EU, měl přístup ke kvalitní zdravotní péči. Kardiovaskulární onemocnění, rakovina, cukrovka, respirační, mentální a jiné chronické nemoci představují pro občany značné utrpení a představují obrovské náklady pro společnost a hospodářství. Odhaduje se, že mezi roky 2012 a 2030 bude zdravotní péče stát globální ekonomiku přibližně 22,5 bilionů EUR (Townsend, 2015).

Zdraví je předpokladem hospodářské prosperity. Efektivní výdaje na zdravotnictví mohou podpořit množství a produktivitu práce, hospodářský růst, zkvalitnění sociální situace obyvatel a zvýšení střední délky života. Zajištění optimálního fungování zdravotnických systémů při omezených finančních zdrojích zemí a regionů je velmi obtížné. Jeho řešení vyžaduje množství kvalitních informací, které lze získat pouze vhodnou analýzou údajů, shromážděných autorizovanými světovými, evropskými a národními institucemi.

Množství údajů v databázích Eurostat, OECD a WHO by mělo poskytovat veškeré informace potřebné k posouzení zdravotního stavu obyvatel určitého regionu, včetně členění podle různých faktorů. Jedná se zejména o demografické faktory, jako je pohlaví, věk, dosažené vzdělání, dále předpokládané rizikové faktory, např. obezita, kouření, vysoký krevní tlak, cholesterol a různé socioekonomické faktory, jako jsou úroveň příjmů, kvalita života, bydlení atd. Tyto údaje by měly umožňovat posouzení kvality zdravotní péče a účinnosti zdravotních systémů a v neposlední řadě také časové a prostorové srovnání na různých úrovních, jakož i srovnání zemí podle demografických a socioekonomických ukazatelů.

Právě přílišný rozsah a tudíž nedostatečná přehlednost uvedených datových souborů jsou důvodem, proč je bez adekvátních statistických analýz rozsah poskytovaných informací minimální. Vzhledem k jednotné metodice vykazování dat pro všechny státy v rámci WHO, Eurostatu a OECD lze porovnávat různé regiony podle několika vybraných ukazatelů systémů zdravotní péče, případně doplněných o ukazatele demografické, sociální a ekonomické situace v regionech. Právě ukázka možností aplikace pokročilých vícerozměrných metod a užitečných informací, které poskytují, je jedním z cílů tohoto článku.

## Shrnutí:

Závažnost kardiovaskulárních onemocnění a vysoký podíl úmrtí v souvislosti s kardiovaskulárním onemocněním v mnoha zemích světa a Evropy jsou důvodem, proč je třeba identifikovat a kvantifikovat faktory, které výskyt těchto onemocnění a četná úmrtí způsobují. Jedná se o nutnou podmínku účinné prevence.

Tomuto problému se, většinou úspěšně, věnuje množství publikací v mnoha medicínských časopisech, které využívají lékařské záznamy o individuálních pacientech. Proto jsou nezpochybnitelné faktory výskytu kardiovaskulárních onemocnění a následných úmrtí, jako věk, pohlaví, kouření, nadměrná konzumace alkoholu, obezita, nízká pohybová aktivita, nesprávné stravovací návyky, vysoký cholesterol a krevní tlak, diabetes a další.

Důležité rizikové faktory těchto onemocnění, jako je úroveň zdravotní péče, ekonomické a sociální podmínky, v nichž obyvatelé různých zemí žijí, lze identifikovat a částečně kvantifikovat i na základě souborů mnoha vhodných ukazatelů pomocí vícerozměrných statistických metod. Potvrzují to i výsledky analýz těmito metodami, které jsou součástí tohoto článku. Nejméně potěšitelným výsledkem těchto analýz je, že všechny metody potvrdily nejhorší situaci v úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění a faktorů, které ji ovlivňují, právě v bývalých socialistických zemích, tedy i v České republice.

*Tento článek byl zpracován s podporou výzkumného projektu SGS číslo SGS\_2018\_012, jehož poskytovatelem je Univerzita Pardubice.*

## Literatura:

- CENTRUM PREVENTIVNÍ MEDICÍNY (2017). *Příčiny kardiovaskulárních onemocnění*. Ústav preventivního lékařství LF MU. [online] Dostupné na: <http://www.med.muni.cz/centrumprevence/informace-pro-vas/rizika-nemoci/6-priciny-kardiovaskularnich-onemocneni.html>
- HEBÁK, P., HUSTOPECKÝ, J., PECÁKOVÁ, I. aj. (2007). *Vícerozměrné statistické metody 3*. Praha: Informatorium.
- JINDROVÁ, P. (2013). Quantification of Risk in Critical Illness Insurance. *Financial Management of Firms and Financial Institutions: 9th International Scientific Conference Proceedings*, VŠB Ostrava, s. 298-306.
- JINDROVÁ, P., KOPECKÁ, L. (2017) Assessment of risk factors of serious diseases in OECD countries. *The 11th Professor Aleksander Zelias International Conference on Modelling and Forecasting of Socio-Economic Phenomena*. Conference Proceedings. Cracow: Foundation of the Cracow University of Economics, pp. 123-132.
- KOPECKÁ, L., JINDROVÁ, P. (2017) Comparison of Mortality due to Critical Illnesses in the EU Countries. *The 11th Professor Aleksander Zelias International Conference on Modelling and Forecasting of Socio-Economic Phenomena*. Conference Proceedings. Cracow: Foundation of the Cracow University of Economics, pp. 133-142.
- KUBANOVÁ, J. (2008) *Statistické metody pro ekonomickou a technickou praxi*. Bratislava: STATIS.
- OECD (2017), *Health at a Glance 2017: OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris. [Online]. Available: [https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-2017\\_health\\_glance-2017-en](https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-2017_health_glance-2017-en)
- OECD (2017), *Health Inequalities*. [Online]. Available: <http://www.oecd.org/health/inequalities-in-health.htm>
- OECD Health Statistics 2017. OECD, Paris. [Online]. Available: <http://www.oecd.org/els/health-systems/health-data.htm>
- PACÁKOVÁ, V., JINDROVÁ, P., ZAPLETAL, D. (2016). Comparison of Health Care Results

- in Public Health System of European Countries. *European Financial Systems 2016: proceedings of the 13th International Scientific Conference*, Brno, 534-541.
- PACÁKOVÁ, V., PAPOUŠKOVÁ, M. (2016). Multidimensional Comparisons of Health Systems Functioning in OECD Countries. *International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*, 10, pp. 388-394.
- PACÁKOVÁ, V., KOPECKÁ, L. (2018). Inequalities in Health Status Depending on Socio economic Situation in the European Countries. *E+M Ekonomie a Management*, 2, XXI, 2018. str. 4-20.
- ROTH, G. A., JOHNSON, C., ABAJOBIR, A. et al. (2017). Global, Regional, and National Burden of Cardiovascular Diseases for 10 Causes, 1990 to 2015. *Journal of the American College of Cardiology*, 1-25. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.04.052.
- ŘEZÁNKOVÁ, H., HÚSEK, D., SNÁŠEL, V. (2007). *Shluková analýza dat*. Praha: Professional Publishing.
- STANKOVIČOVÁ, I., VOJTKOVÁ, M. (2007). *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava: IURA Edition.
- TOWNSEND N. et al. (2015). *Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update 2015*. *European Heart Journal*, 36:2696–2705.
- TOWNSEND, N. et al. (2016). *Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update 2016*. *European Heart Journal*, 37 (42). 3232-3245.
- WILKINS E, WILSON L, WICKRAMASINGHE K, BHATNAGAR P, LEAL J, LUENGO FERNANDEZ R, BURNS R, RAYNER M, TOWNSEND N (2017). *European Cardiovascular Disease Statistics 2017*. European Heart Network, Brussels.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2015). *WHO Mortality Database*. World Health Organization, Department of Health Statistics and Information Systems, Geneva, Switzerland. Available: [http://www.who.int/healthinfo/mortality\\_data/en/](http://www.who.int/healthinfo/mortality_data/en/) (25 May 2016).

### **Kontaktní adresy autorů:**

- Mgr. Pavla Jindrová, Ph.D.; Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní,  
Ústav matematiky a kvantitativních metod, Studentská 95, 532 10 Pardubice, E-mail:  
Pavla.Jindrova@upce.cz.
- prof. RNDr. Viera Pacáková, PhD.; Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní,  
Ústav matematiky a kvantitativních metod, Studentská 95, 532 10 Pardubice, E-mail:  
Viera.Pacakova@upce.cz.
- Bc. Žaneta Vaníčková; Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní,  
Ústav matematiky a kvantitativních metod, Studentská 95, 532 10 Pardubice, E-mail:  
zaneta.vanickova@student.upce.cz