

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA HOSPODÁRSKEJ INFORMATIKY

Evidenčné číslo: 103005/I/2020/421000213540

ANALÝZA VÝCHODÍSK IMPLEMENTÁCIE CIEĽA
AGENDY 2030 O PODPORE UDRŽATEĽNÉHO
POĽNOHOSPODÁRSTVA V KRAJINÁCH EÚ

Diplomová práca

2020

Bc. Sebastián Mizera

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA HOSPODÁRSKEJ INFORMATIKY

ANALÝZA VÝCHODÍSK IMPLEMENTÁCIE CIEĽA
AGENDY 2030 O PODPORE UDRŽATEĽNÉHO
POĽNOHOSPODÁRSTVA V KRAJINÁCH EÚ

Diplomová práca

Študijný program: Štatistické metódy v ekonómii

Študijný odbor: 8. - ekonómia a manažment

Školiace pracovisko: Katedra štatistiky

Vedúci záverečnej práce: doc. Ing. Ľubica Sipková, PhD.

Bratislava, 2020

Bc. Sebastián Mizera

Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že som celú diplomovú prácu na tému „*Analýza východísk implementácie cieľa agendy 2030 o podpore udržateľného poľnohospodárstva v krajinách EÚ*“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej odbornej literatúry.

Dátum:

.....

(podpis študenta)

Pod'akovanie

Touto formou by som sa chcel veľmi pekne poďakovať mojej vedúcej diplomovej práce doc. Ing. Ľubica Sipková, PhD. za kvalitnú a odbornú pomoc počas vypracovávania práce, za kvalitnú a aktívnu komunikáciu aj napriek pandemickej situácii a ochotný prístup. Zároveň by som chcel poďakovať Bc. Patricii Bialončíkovej za opravu gramatických a iných formálnych chýb.

ABSTRAKT

Bc. MIZERA, Sebastián: *Analýza východísk implementácie cieľa AGENDY 2030 o podpore udržateľného poľnohospodárstva v krajinách EÚ*. – Ekonomická univerzita v Bratislave.

Fakulta hospodárskej informatiky; Katedra štatistiky. – Vedúci záverečnej práce: doc. Ing.

Ľubica Sipková, PhD. – Bratislava: FHI EU, 2020, 72 s.

Diplomová práca sa zameriava na druhý cieľ Agendy 2030, ktorého cieľom je ukončiť hlad, dosiahnuť potravinovú bezpečnosť a lepšiu výživu a podporovať udržateľné poľnohospodárstvo. Cieľom diplomovej práce je porovnať a zoskupiť štáty Európskej únie do príbuzných skupín aplikáciou vhodných viacrozmerných štatistických metód so zameraním na východiská a indikátory, ktoré súvisia s naplnením druhého cieľa Agendy 2030.

Diplomová práca je rozdelená do piatich kapitol. Záverečná práca obsahuje 13 obrázkov, 15 tabuliek a 8 výstupov. Prvá kapitola je zameraná na súčasný stav udržateľného poľnohospodárstva v krajinách EÚ, definuje druhý cieľ Agendy 2030 a jeho parciálne ciele a hodnotí posledný vývoj plnenia druhého cieľa Agendy 2030 v porovnaní s minulým vývojom podľa vhodných oficiálne publikovaných informácií. Druhá kapitola vymedzuje hlavný cieľ práce a zároveň aj jeho čiastkové ciele. Tretia kapitola je venovaná metodike práce a metódam skúmania. Súčasťou tejto kapitoly sú: metóda hlavných komponentov, zhluková analýza, bodovacia metóda a definovanie štatistických hypotéz k overeniu ich platnosti. Štvrtá kapitola obsahuje výsledky našej práce a je rozdelená do dvoch hlavných fáz. V prvej fáze aplikujeme len zhlukovú analýzu na rozdelenie krajín EÚ do zhlukov pomocou priamo vybraných indikátorov. V druhej fáze rovnako aplikujeme zhlukovú analýzu, ktorej predchádza metóda hlavných komponentov, ktorá zabezpečí nezávislosť vstupných premenných zhlukovej analýzy. Posledná, piata kapitola sa venuje diskusii, v ktorej porovnávame vlastné výsledky v zmysle publikovaných záverov a iných podobných vedeckých analýz.

Kľúčové slová: Agenda 2030, koniec hladu, poľnohospodárstvo, zhluková analýza, metóda hlavných komponentov.

ABSTRACT

Bc. MIZERA, Sebastián: *Analysis of bases for implementing the AGENDA 2030 objective of promoting sustainable agriculture in EU countries.* – University of Economics in Bratislava. Faculty of Economic Informatics; Department of statistics. – Thesis supervisor: doc. Ing. Lubica Sipková, PhD. – Bratislava: FHI EU, 2020, 72 p.

The diploma thesis is focused on the second goal of Agenda 2030, which aims to end hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture. The aim of this final thesis is to compare and group the countries of the European Union into related groups by applying appropriate multidimensional statistical methods with a focus on bases and indicators related to the fulfillment of the second objective of the 2030 Agenda.

The diploma thesis is divided into five chapters. Final thesis contains 13 pictures, 15 tables and 8 outputs. The first chapter is focused on the current situation of sustainable agriculture in EU countries, defines the second goal of Agenda 2030 and its partial goals and evaluates the development of the second goal of Agenda 2030 compared to past developments according to appropriate officially published information. The second chapter defines the main goal of the final thesis and also its partial goals. The third chapter is devoted to the methodology of the work and research methods. This chapter includes: principal components analysis, cluster analysis, scoring method and definition of hypothesis. The fourth chapter contains the results of our thesis and is divided into two main phases. In the first phase, we apply only cluster analysis to division of EU countries into clusters using directly selected indicators. In the second phase, we also apply cluster analysis, which is preceded by the principal components method, which ensures the independence of the input variables of cluster analysis. The last fifth chapter is devoted to a discussion in which we compare our own results in terms of published conclusions and other similar scientific analyzes.

Keywords: Agenda 2030, end of hunger, agriculture, cluster analysis, principal components analysis.

OBSAH

Úvod	8
1 Súčasný stav udržateľného poľnohospodárstva v krajinách EÚ.....	10
1.1 Agenda 2030	10
1.1.1 Využitie príležitosti Agendy 2030	11
1.2 Dôležitosť medzisektorovej koordinácie pre EÚ poľnohospodárstvo	12
1.3 Cieľ 2 Agendy 2030: Koniec hladu a jeho čiastkové ciele	14
1.4 Súčasný stav cieľa 2 Agendy 2030 v EÚ.....	16
1.4.1 Podvýživa	17
1.4.2 Trvalo udržateľná poľnohospodárska výroba	18
1.4.3 Vplyvy poľnohospodárskej výroby na životné prostredie.....	21
2 Cieľ práce	23
3 Metodika práce a metódy skúmania	25
3.1 Metóda hlavných komponentov	25
3.1.1 Hlavné komponenty v základnom súbore	25
3.2 Zhluková analýza.....	28
3.2.1 Miery podobnosti objektov	29
3.2.2 Zhlukovacie procesy.....	31
3.2.3 Zhlukovacie metódy	32
3.2.4 Určenie počtu významných zhlukov	34
3.3 Štatistické hypotézy testu lineárnej nezávislosti premenných	37
3.4 Bodovacia metóda	37
4 Výsledky práce.....	40
4.1 Zhluková analýza krajín EÚ pomocou indikátorov druhého cieľa Agendy 2030	40
4.1.1 Overenie závislosti premenných	40

4.1.2 Štandardizácia premenných	42
4.1.3 Výber zhukovacej metódy	42
4.1.4 Určenie počtu významných zhukov	48
4.1.5 Interpretácia pomocou zhukových centroidov	49
4.1.6 Určenie poradia zhukov pomocou bodovacej metódy	50
4.2 Metóda hlavných komponentov	52
4.2.1 Overenie závislosti premenných	53
4.3 Zhuková analýza krajín EÚ pomocou potravinových indikátorov.....	56
4.3.1 Určenie počtu významných zhukov	58
4.3.2 Interpretácia pomocou zhukových centroidov	59
4.3.3 Určenie poradia zhukov pomocou bodovacej metódy	60
5 Diskusia	63
Záver	68
Zoznam použitej literatúry	70

Úvod

Agenda 2030 je doposiaľ najkomplexnejší súbor globálnych priorít pre dosiahnutie udržateľného rozvoja. Transformácia, integrácia a univerzálnosť sú kľúčovými princípmi tejto Agendy 2030. Rovnako predstavuje novodobý plán, víziu pre nás ľudí, pre našu planétu a prosperitu. Bola schválená 25. – 27. septembra 2015 v sídle Organizácie Spojených národov. Tu sa všetky zúčastnené strany zaviazali plniť 17 cieľov udržateľného rozvoja a 169 čiastkových cieľov, ktoré chcú usmerňovať politickú, sociálnu a ekonomickú premenu jednotlivých krajín sveta v dôsledku hrozieb, ktorým dnes ľudstvo čelí.

V súlade so zadaním diplomovej práce v nej komplexne hodnotíme všetky východiská cieľa Agendy 2030 o podpore udržateľného poľnohospodárstva v krajinách Európskej únie. Spomedzi 17-tich cieľov udržateľného rozvoja sa venujeme druhému cieľu definovanému ako: Ukončiť hlad, dosiahnuť potravinovú bezpečnosť a lepšiu výživu a podporovať udržateľné poľnohospodárstvo.

Hlavným cieľom našej diplomovej práce je porovnať a zoskupiť štáty Európskej únie do príbuzných skupín aplikáciou vhodných viacrozmerných štatistických metód so zameraním na východiská a indikátory, ktoré súvisia s naplnením druhého cieľa Agendy 2030. Práca je rozdelená do piatich častí, pričom prvá časť sa venuje Agende 2030 a spolu s ňou definuje jej druhý cieľ a jeho čiastkové ciele, ku ktorých plneniu sa zaviazali všetky zúčastnené strany. V druhej časti sme vymedzili hlavný cieľ ako aj parciálne ciele našej záverečnej práce, pomocou ktorých podporíme naplnenie hlavného cieľa. Tretia časť definuje všetky použité metodiky a metódy skúmania, ktoré v práci budeme využívať. Štvrtá časť je praktická a obsahuje všetky dosiahnuté a relevantné výsledky z dvoch zhlukových analýz na základe indikátorov vymedzených Európskou úniou a na základe potravinových ukazovateľov. Posledná, piata kapitola obsahuje diskusiu, v ktorej porovnáваме vlastné výsledky v zmysle publikovaných záverov a iných podobných vedeckých analýz. V tejto časti sa snažíme porovnávať všetky dôležité aspekty z troch zhlukových analýz, dvoch našich získaných v tejto práci a jednej zhlukovej analýzy z použitej vedeckej literatúry. Zároveň hodnotíme aj úroveň a hodnovernosť našich výsledkov na základe porovnávania, t. j. komparácie, ako metódy vedeckej práce.

V záverečnej časti zdôrazníme hlavné závery v chronológii podľa častí našej diplomovej práce, zhodnotíme poznatky, ktoré sme pri písaní záverečnej práce získali a zosumarizujeme výsledky analýzy druhého cieľa Agendy 2030.

1 Súčasný stav udržateľného poľnohospodárstva v krajinách EÚ

1.1 Agenda 2030

Agenda 2030 predstavuje akčný plán pre ľudí, planétu a prosperitu. Usiluje sa tiež o posilnenie medzinárodného mieru vo väčšej slobode. Odstránenie chudoby vo všetkých jej formách a rozmeroch vrátane extrémnej chudoby je najväčšou a nevyhnutnou požiadavkou trvalo udržateľného rozvoja. Všetky krajiny a všetky zúčastnené strany, ktoré konajú v rámci spolupráce, tento plán budú uplatňovať. Agenda 2030 obsahuje 17 cieľov trvalo udržateľného rozvoja a 169 cieľov, ktoré demonštrujú rozsah a ambície tohto nového medzinárodného programu. Snažia sa stavať na rozvojových cieľoch tisícročia a dopĺňajú to, čo ešte nedosiahli. Usilujú sa o realizáciu ľudských práv všetkých ľudí a dosiahnutie rodovej rovnosti a posilnenia postavenia všetkých žien a dievčat. Sú integrované a nedeliteľné a vyvažujú tri dimenzie trvalo udržateľného rozvoja: hospodársky, sociálny a environmentálny. Ciele budú stimulovať činnosť v nasledujúcich 15 rokoch v oblastiach kritického významu pre ľudstvo a planétu.¹

„Hlavy štátov a vlád a vysokí predstavitelia, ktorí sa stretli v sídle Organizácie Spojených národov v New Yorku v dňoch 25. – 27. septembra 2015, v čase, kedy Organizácia oslávila svoje sedemdesiate výročie, sa dohodli na nových globálnych cieľoch udržateľného rozvoja. Prijali historické rozhodnutie o komplexnom a ďalekosiahlom súbore univerzálnych a transformačných cieľov a súvisiacich čiastkových cieľov zameraných na ľudí. Zaviazali sa vytrvalo pracovať na tom, aby celú túto Agendu implementovali do roku 2030 s cieľom dosiahnuť udržateľný rozvoj v jeho troch rozmeroch – ekonomickom, sociálnom a environmentálnom – vyváženým a integrovaným spôsobom. Jednotlivé vlády nesú primárnu zodpovednosť za nadväzujúce kroky a revíziu na národnej, regionálnej a globálnej úrovni a to v súvislosti s pokrokom, ktorý sa dosiahne pri implementovaní cieľov a súvisiacich čiastkových cieľov v nasledujúcich rokoch.“²

Agenda 2030 pre udržateľný rozvoj je súhrnom globálnych záväzkov, ktorými medzinárodné spoločenstvo reaguje na najzávažnejšie výzvy súčasnosti. Zmena klímy,

¹ UN: United Nations, 2015. Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. A/RES/70/1. [online]. [cit. 15. apríla 2020]. Dostupné na: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication>.

² ŠÚSR: Štatistický úrad Slovenskej Republiky, 2019. *Agenda 2030 pre udržateľný rozvoj*. [online]. [cit. 20. marca 2020]. Dostupné na: <https://agenda2030.statistics.sk/Agenda2030/>.

chudoba, zvyšujúce sa ekonomické a sociálne nerovnosti alebo neudržateľnosť prevládajúcich vzorcov výroby a spotreby sú komplexné a navzájom previazané problémy. Izolované zásahy a opatrenia preto strácajú účinnosť pri ich riešení. Agenda 2030 bola prijatá členskými štátmi Organizácie Spojených národov v roku 2015 a vyzýva štáty k spoločnému koordinovanému postupu pri riešení globálnych výziev.³

1.1.1 Využitie príležitosti Agendy 2030

Agenda 2030 je formovaná a informovaná 17-timi cieľmi trvalo udržateľného rozvoja, Parížskou dohodou o zmene klímy, akčným programom z Addis Abeby o financovaní rozvoja a novou urbánnou agendou. 17 cieľov udržateľného rozvoja zabezpečuje záväzok členských štátov k novému univerzálnemu programu hospodárskej, sociálnej a environmentálnej transformácie, zatiaľ čo Parížska dohoda podporuje globálne záväzky týkajúce sa spoločných opatrení zameraných na riešenie hrozby zmeny klímy. Premietnutie týchto záväzkov na činy na vnútroštátnej úrovni, znamená začlenenie environmentálnych hľadísk do rozsahu cieľov rozvoja, ktoré sú veľmi dôležité pre poľnohospodárstvo a potravinovú bezpečnosť, ako napríklad hospodárenie s pôdou a vodou, riadenie rizika katastrof a sociálna ochrana. Cieľom akčného programu z Addis Abeby je podporovať medzinárodnú spoluprácu pri dosahovaní cieľov trvalo udržateľného rozvoja prostredníctvom nového súboru metód a inštitucionálnych opatrení vrátane medzisektorovej koordinácie a partnerstva zúčastnených strán.⁴

Tento komplexný rámec stanovuje zásady a ciele, podľa ktorých by sa mal riadiť rozvoj v nasledujúcom desaťročí. Agenda 2030 uznáva, že dosahovanie globálnych cieľov nie je možné dosiahnuť iba prostredníctvom jednotlivých odvetvových prístupov. Kľúčovým je cieľ 17 zameraný na posilnenie prostriedkov implementácie a revitalizácie globálneho partnerstva pre trvalo udržateľný rozvoj, ktorý si vyžaduje mechanizmy na priblíženie sa a dosiahnutie viac cieľov súčasne. Cieľom tohto cieľa 17 je pomôcť pri riešení sociálnych, ekonomických a environmentálnych rozmerov integrovaným spôsobom pri budovaní vhodných mechanizmov riadenia, procesov na zaangažovanie zúčastnených strán

³ Úrad podpredsedu vlády SR pre investície a informatizáciu, 2018. *Agenda 2030*. [online]. [cit. 21. marca 2020]. Dostupné na: <https://www.vicepremier.gov.sk/sekcie/investicie/agenda-2030/index.html>.

⁴ NEELY, Constance et al. *Implementing 2030 Agenda for Food and Agriculture: Accelerating Impact through Cross-Sectoral Coordination at the Country*. Rím : Food & Agriculture Organization of the United Nations, 2017. s. 1. ISBN 978-92-5-109907-0.

a mechanizmov financovania na podporu synergie medzi cieľmi. Kľúčovou správou je, že rôzne oblasti (napr. pôda, voda, energia a potraviny) sú vzájomne prepojené a preto nemôžu byť efektívne riadené a nemôžu dosiahnuť pokrok smerom k cieľom, pokiaľ nie sú riešené vzájomne prepojeným a vzájomne závislým spôsobom. Agenda 2030 berie na vedomie vzájomné prepojenie a komplexnosť výziev a zohľadňuje technické a inštitucionálne požiadavky na umožnenie komplexných prístupov na národnej úrovni.⁵

1.2 Dôležitosť medzisektorovej koordinácie pre EÚ poľnohospodárstvo

Všetko od ukončenia chudoby a potravinovej neistoty až po reakciu na zmenu klímy a udržanie našich prírodných zdrojov, potravín a poľnohospodárstva sa nachádza v samotnom srdci Agendy 2030 pre trvalo udržateľný rozvoj. Závazok k programu Agendy 2030 znamená, že sa spoločnosť už nemôžeme na potraviny, živobytie a hospodárenie s prírodnými zdrojmi pozerať osobitne. Prierezové zameranie na integrovaný rozvoj a investície, ktoré smerujú do poľnohospodárstva - plodiny, hospodárske zvieratá, lesníctvo, rybolov a akvakultúra – aj v oblasti sociálnej ochrany, zdravia a vzdelávania je zásadné pre ukončenie chudoby a potravinovej neistoty a na urýchlenie pokroku smerom k trvalo udržateľnému rozvoju.⁶

Investície do komplexnej vízie Cieľa 2 Agendy 2030 - Ukončenie hladu, dosiahnutie potravinovej bezpečnosti a zlepšenej výživy a podpora trvalo udržateľného poľnohospodárstva môžu urýchliť dosiahnutie úspechu v celom programe 2030. Ambíciou tohto cieľa 2 je zabezpečiť, aby ľudia mali prístup k dostatočnému množstvu výživných potravín, udržiavali naše prírodné zdroje a chránili biodiverzitu, transformovali potravinové systémy a vidiecky sektor a zároveň zvyšovali produktivitu a príjem drobných poľnohospodárov, rybárov, lesníkov a pastierov. Akcie na dosiahnutie cieľa 2 urýchlia pokrok naprieč mnohými cieľmi a cieľmi vrátane chudoby (Cieľ 1), zdravia a blahobytu (Cieľ 3), rodovej rovnosti (Cieľ 5), čistej vody (Cieľ 6), hospodárskeho rastu (Cieľ 8), priemyslu, inovácií a infraštruktúry (Cieľ 9), nerovnosti (Cieľ 10), trvalo udržateľnej výroby a spotreby (Cieľ 12), zmeny klímy (Cieľ

⁵ NEELY, Constance et al. *Implementing 2030 Agenda for Food and Agriculture: Accelerating Impact through Cross-Sectoral Coordination at the Country*. Rím : Food & Agriculture Organization of the United Nations, 2017. s. 1. ISBN 978-92-5-109907-0.

⁶ NEELY, Constance et al. *Implementing 2030 Agenda for Food and Agriculture: Accelerating Impact through Cross-Sectoral Coordination at the Country*. Rím : Food & Agriculture Organization of the United Nations, 2017. s. 3. ISBN 978-92-5-109907-0.

13), života pod vodou (Cieľ 14), života na pevnine (Cieľ 15) a mierových spoločností (Cieľ 16).⁷

Aj keď poľnohospodárstvo, potraviny, výživa a riadenie prírodných zdrojov sú vzájomne závislé, rozhodnutia, ktoré sa týkajú týchto tém sa často prijímajú radšej izolovane než ako systém interakčných faktorov, najmä na vnútroštátnej úrovni. Potravinová bezpečnosť je výsledkom viacerých faktorov, ako sú prístup, cenová dostupnosť a disponibilnosť, ktoré sa súčasne dorovnávajú. V mnohých krajinách, nie je potravinová neistota a podvýživa výsledkom nedostatku potravín, ale často súvisí s nerovnomerným rozdelením zdrojov, nevyrovnaným prístupom k zdravým prírodným zdrojom, produktívnym vstupom, sociálnej ochrane a informáciám. Úsilie na dosiahnutie potravinovej bezpečnosti a výživy si preto vyžaduje riešenie problémov v oblasti výroby, distribúcie, oceňovania a informovania, prístupu k zdravej pôde a vode, riešenie problémov nedostatočnej zdravotnej starostlivosti a vzdelávania, nedostatočným sanitárnym systémom, alebo faktormi, ako napr. hospodársky pokles a dopad zmeny klímy na výrobu a distribúciu.⁸

Obrázok 1: Príklad sektorového zapojenia zúčastnených strán pri riešení čiastkového cieľa 2.2 z cieľa 2



Zdroj: Neely, 2017

⁷ FAO, 2017b. *Food and agriculture: Driving action across the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Rím. Dostupné na: <http://www.fao.org/3/a-i7454e.pdf>.

⁸ NEELY, Constance et al. *Implementing 2030 Agenda for Food and Agriculture: Accelerating Impact through Cross-Sectoral Coordination at the Country*. Rím : Food & Agriculture Organization of the United Nations, 2017. s. 3. ISBN 978-92-5-109907-0.

Trvalo udržateľné využívanie a riadenie prírodných zdrojov vyžaduje vzájomné pôsobenie a rovnováhu s tými ľuďmi, ktorí žijú na zemi a živia sa z poľnohospodárstva a na báze prírodných zdrojov. To sa prejavuje v súvislosti s prípravou na dosiahnutie ktoréhokolvek cieľa z Agendy 2030. Napríklad v ciele 2, konkrétne čiastkový cieľ 2.2 zamýšľa do roku 2030 odstrániť všetky formy podvýživy a do roku 2025 dosiahnuť medzinárodne dohodnuté ciele ohľadom zakrpatenia a vychudnutia detí. Keď sa zameriame na blaho žien a detí s cieľom znížiť podvýživu, zistíme, že je potrebné zapojiť viacero sektorov (Obrázok 1). V tomto prípade vzájomne prepojené odvetvia, ako sú zdravotníctvo, rozvoj vidieka, poľnohospodárstvo, lesníctvo, rybolov, hospodárske zvieratá, životné prostredie, distribúcia potravín, priemysel, doprava, vzdelávanie (programy) a médiá (povedomie) ovplyvňujú minimálne a potenciálne podporujú požadovaný cielený dopad.⁹

1.3 Cieľ 2 Agendy 2030: Koniec hladu a jeho čiastkové ciele

Ako sme už spomínali v predošlej časti, tak udržateľné poľnohospodárstvo a jeho indikátory sa prelínajú, respektíve sú zahrnuté vo viacerých odvetviach a sú aj súčasťou viacerých cieľov Agendy 2030. Vzhľadom na zameranie a cieľ našej diplomovej práce, ďalej bližšie charakterizujeme druhý cieľ Agendy 2030.

Cieľom tohto cieľa je: „Ukončiť hlad, dosiahnuť potravinovú bezpečnosť a lepšiu výživu a podporovať udržateľné poľnohospodárstvo.“¹⁰

- 2.1 „Do roku 2030 ukončiť hlad a zabezpečiť všetkým ľuďom, najmä chudobným a zraniteľným, vrátane malých detí, prístup k bezpečnej, výživnej a postačujúcej strave po celý rok.
- 2.2 Do roku 2030 odstrániť všetky formy podvýživy a do roku 2025 dosiahnuť medzinárodne dohodnuté ciele ohľadom zakrpatenia a vychudnutia detí mladších ako 5 rokov a vyriešiť výživové potreby dospievajúcich dievčat, tehotných a dojčiacich žien a starších osôb.
- 2.3 Do roku 2030 zdvojnásobiť poľnohospodársku produktivitu a príjmy drobných poľnohospodárov – najmä žien, pôvodných obyvateľov, rodinných farmárov, pastierov, rybárov – pomocou zaistenia bezpečného a rovného prístupu k pôde,

⁹ NEELY, Constance et al. *Implementing 2030 Agenda for Food and Agriculture: Accelerating Impact through Cross-Sectoral Coordination at the Country*. Rím : Food & Agriculture Organization of the United Nations, 2017. s. 3. ISBN 978-92-5-109907-0.

¹⁰ UNIS: United Nations Information Service, 2019. *Ciele udržateľného rozvoja*. [online]. [cit. 28. marca 2020]. Dostupné na: http://www.unis.unvienna.org/unis/sk/topics/sustainable_development_goals.html.

d ďalším výrobným zdrojom (a vkladom), znalostiam, finančným službám, trhom a vytváraníu príležitostí na tvorbu pridanej hodnoty a prístupu k zamestnaniu v nepoľnohospodárskom sektore.

2.4 Do roku 2030 zaviesť systémy udržateľnej výroby potravín a odolné poľnohospodárske postupy, ktoré zvýšia produktivitu a výrobu a pomôžu zachovať ekosystémy posilňujúce schopnosť pôdy prispôbiť sa klimatickým zmenám, extrémnemu počasiu, suchu, záplavám a ďalším pohromám, a ktoré postupne zlepšia kvalitu pôdy.

2.5 Do roku 2020 zabezpečiť zachovanie genetickej rozmanitosti osív, pestovaných plodín, hospodárskych a domácich zvierat a ich divoko žijúcich príbuzných druhov, okrem iného pomocou správne spravovaných a diverzifikovaných semenných a rastlinných bánk na národnej, regionálnej a medzinárodnej úrovni a zabezpečiť prístup k spravodlivému zdieľaniu prínosov z využívania genetických zdrojov a poznatkov, v súlade s medzinárodnými dohodami.

2.a Zvýšiť investície do vidieckej infraštruktúry, poľnohospodárskeho výskumu a nadstavbových služieb, vývoja technológií a génových bánk zvierat a rastlín, za účelom zlepšenia poľnohospodárskych výrobných kapacít v rozvojových krajinách, predovšetkým v tých najmenej rozvinutých, okrem iného aj prostredníctvom posilnenia medzinárodnej spolupráce.

2.b Napraviť a predchádzať obchodným obmedzeniam a deformáciám na svetových poľnohospodárskych trhoch, okrem iného prostredníctvom súbežného odstraňovania všetkých foriem dotácií na vývoz a ďalších opatrení s podobným účinkom, v súlade s mandátom Doha Development Round.

2.c Prijat' opatrenia k zabezpečeniu riadneho fungovania trhu potravinárskych komodít a ich derivátov a uľahčiť včasný prístup k informáciám o trhu, vrátane informácií o potravinových rezervách, s cieľom prispieť k obmedzeniu extrémnej nestálosti cien potravín.“¹¹

¹¹ GLASER-OPITZOVÁ, Helena a kol. *Slovenská republika a ciele udržateľného rozvoja AGENDY 2030*. Bratislava: Štatistický úrad Slovenskej republiky, 2016. s. 17. ISBN 978-80-8121-543-8.

1.4 Súčasný stav cieľa 2 Agendy 2030 v EÚ

Kľúčovými výzvami spojenými s cieľom 2 v EÚ sú dosiahnutie zdravej výživy a zabezpečenie toho, aby poľnohospodárske systémy zostali v budúcnosti produktívne a udržateľné. Na rozdiel od mnohých oblastí sveta, ktoré čelia hladu, je hlavným problémom výživy v EÚ obezita. V čase pandémie s uzavretím hraníc vzniká otázka sebestačnosti potravín v jednotlivých štátoch, problematická je v súvislosti s obmedzenou medzištátnou infraštruktúrou vrámci EÚ aj mimo nej, môže poškodiť zdravie a blahobyt a takisto môže mať nepriaznivý vplyv na zdravotné a sociálne systémy, štátne rozpočty a rast hospodárstva.

Okrem toho, sú udržateľné a produktívne poľnohospodárske systémy nevyhnutné na zabezpečenie spoľahlivého zásobovania výživných potravín, najmä vzhľadom na výzvy, ako sú klimatická zmena a rastúca populácia. Napriek tomu, že v posledných desaťročiach sa európska poľnohospodárska produktivita zvýšila, niektoré negatívne vplyvy poľnohospodárstva na životné prostredie ohrozujú dlhodobú udržateľnosť poľnohospodárskej výroby a schopnosť poskytovať zdravé a udržateľné potraviny.¹²

Obrázok 2: Ukazovatele merajúce pokrok smerom k udržateľnému cieľu 2 Agendy 2030

Indicator	Long-term trend (past 15 years)	Short-term trend (past 5 years)	Where to find out more
Malnutrition			
Obesity rate	:	↑ ⁽¹⁾	page 64
Sustainable agricultural production			
Agricultural factor income per annual work unit (AWU)	↑ ⁽²⁾	↑	page 65
Government support to agricultural research and development	↗ ⁽²⁾	↑	page 66
Area under organic farming	↑ ⁽²⁾⁽³⁾	↑	page 67
Gross nitrogen balance on agricultural land	↗ ⁽⁴⁾	↘	page 68
Environmental impacts of agricultural production			
Ammonia emissions from agriculture	↗	↘	page 69
Nitrate in groundwater (*)	↗ ⁽¹⁾	↗ ⁽¹⁾	SDG 6, page 140
Estimated soil erosion by water (*)	↑ ⁽¹⁾	:	SDG 15, page 304
Common farmland bird index (*)	↘	↘	SDG 15, page 306

(*) Multi-purpose indicator. (1) Past 3-year period. (2) Past 13-year period. (3) Past 10-year period. (4) Past 12-year period. (5) Data refer to EU without Croatia (until 2011) and EU-28 (2012 onwards). (6) Past 11-year period. (7) Data refer to an EU aggregate based on 17 Member States.

Zdroj: Bley, 2019

¹² BLEY, Simon Johannes et al. *Sustainable Development in the European Union: Monitoring report on Progress Towards the SDGs in an EU context*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. s. 55. ISBN 978-92-76-00778-4.

Monitorovanie Cieľa 2 v rámci EÚ sa zameriava na podvýživu, trvalo udržateľnú poľnohospodársku výrobu a vplyvy poľnohospodárskej výroby na životné prostredie. Tabuľka 2.1, zobrazuje, že EÚ dosiahla v posledných rokoch určitý pokrok v oblasti udržateľnej poľnohospodárskej výroby. Avšak, pokiaľ ide o vplyv poľnohospodárstva na životné prostredie stále je čo zlepšovať, spoločný index poľnohospodárskych vtákov ukazuje stratu biodiverzity, zatiaľ čo pokrok je možné pozorovať v iných oblastiach, najmä z dlhodobého hľadiska. Dostupnosť údajov o podvýžive sa zlepšila a prvýkrát umožňuje vyhodnotiť nedávne trendy EÚ v obezite, ktoré poukazujú na priaznivý vývoj.¹³

1.4.1 Podvýživa

Podľa posledných dvoch vydaní *The State of Food Security and Nutrition: „Stav potravinovej bezpečnosti a výživy vo svete už poskytol dôkaz, že desaťročia trvajúci pokles výskytu podvýživy vo svete sa skončil a že hlad pomaly stúpa.“*¹⁴

Výživa je príjem potravy, ktorá sa posudzuje vo vzťahu k výživovým potrebám tela. Správna výživa - primeraná, vyvážená strava spojená s pravidelnou fyzickou aktivitou a bez nadmernej konzumácie alkoholu a požívania tabaku - je základným kameňom dobrého zdravia. Ako sme už spomínali, v iných častiach sveta je problémom podvýživa, naopak v EÚ je problémom obezita. Obezita v EÚ klesá od roku 2014, ale rozdiely medzi vekom a vzdelávacími skupinami pretrvávajú. Obezita je podvýživový problém, najmä v dobe globalizácie a mechanizácie, keď sa menia návyky spotreby a aktivity.¹⁵

Znepokojivý trend je, že počet hladujúcich ľudí sa od roku 2014 zvýšil. Odhaduje sa, že v roku 2017 bolo podvyživených 821 miliónov ľudí, čo je rovnaký počet ako v roku 2010. Výskyt podvýživy sa za posledné tri roky takmer nezmenil a ostáva úrovni mierne pod 11%. Aktualizované údaje o podvýžive, potravinovej neistote a podvýžive budú zverejnené v štáte *Stav potravinovej bezpečnosti a výživy vo svete 2019 (júl 2019)*.¹⁶

¹³ BLEY, Simon Johannes et al. *Sustainable Development in the European Union: Monitoring report on Progress Towards the SDGs in an EU context*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. s. 57. ISBN 978-92-76-00778-4.

¹⁴ FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2019: Safeguarding against economic slowdowns and downturns*. Rím : FAO, 2019. s. 6. ISBN 978-92-5-131570-5.

¹⁵ BLEY, Simon Johannes et al. *Sustainable Development in the European Union: Monitoring report on Progress Towards the SDGs in an EU context*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. s. 57. ISBN 978-92-76-00778-4.

¹⁶ UN: United Nations, 2019. End hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture. [online]. [cit. 28. marca 2020]. Dostupné na: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/goal-02/>.

V EÚ tento problém postihlo 15,2% z celkovej dospelaj populácie v roku 2017. Neúmerne postihuje aj ľudí s nižšou úrovňou vzdelania: 17,3% a 16,2% dospelých s nízkou, respektíve strednou úrovňou vzdelania bolo v roku 2017 obéznych, zatiaľ čo do kategórie s vysokou úrovňou vzdelania spadalo iba 11,7% ľudí. Nakoľko nižšia úroveň vzdelania je zvyčajne spojená s ekonomickými a sociálnymi nevýhodami, obezita je väčší problém práve medzi sociálne znevýhodnenými skupinami. Na riešenie tohto trendu niektoré krajiny EÚ zaviedli politiky zamerané na zraniteľné obyvateľstvo pomocou kampaní a zásahov proti obezite. Obezita sa zvyčajne zvyšuje s vekom až do konca života. V roku 2017 vrcholila miera obezity u starších Európanov vo veku 65 až 74 rokov a klesla opäť po 75 roku. Ak berieme do úvahy aj nadváhu, situácia vyzerá vážnejšie a postihuje viac ako 50% celkovej populácie EÚ. Vzorce miery nadváhy vyplývajú zo vzorcov miery obezity, hoci nadváha v roku 2017 zasiahla viac ako dvojnásobný počet Európanov než obezita (36,8% celkovej dospelaj populácie). V rokoch 2014 až 2017 sa podiel obéznych ľudí v EÚ znížil o 0,7 p. b. z 15,9% na 15,2%, zatiaľ čo podiel populácie s nadváhou mierne vzrástol z 35,7% na 36,8%. Celkový podiel ľudí s nadváhou sa v tomto období zvýšil z 51,6% v roku 2014 na 52,0% v roku 2017. Na úrovni členských štátov zaznamenalo 12 z 23 krajín EÚ nárast miery obezity.¹⁷

1.4.2 Trvalo udržateľná poľnohospodárska výroba

Oblasť v rámci produktívneho a trvalo udržateľného poľnohospodárstva zachytáva tri dimenzie trvalo udržateľnej výroby: sociálnu, environmentálnu a hospodársku. Nástroje merania – poľnohospodárske prieskumy - poskytnú krajinám flexibilitu pri určovaní priorít a výziev v rámci troch rozmerov udržateľnosti. Pôda v rámci produktívneho a trvalo udržateľného poľnohospodárstva budú mať poľnohospodárske podniky, ktoré spĺňajú ukazovatele vybrané vo všetkých troch dimenziách. Takýto ukazovateľ meria pokrok smerom k cieľu 2.4.¹⁸

Produktivita práce v európskom poľnohospodárstve sa zvýšila, ale investície do budúcnosti poľnohospodárstva zaostávajú. V európskom poľnohospodárskom sektore je potrebné dosiahnuť hospodársku udržateľnosť, aby sa zabezpečila jeho dlhodobá

¹⁷ BLEY, Simon Johannes et al. *Sustainable Development in the European Union: Monitoring report on Progress Towards the SDGs in an EU context*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. s. 57. ISBN 978-92-76-00778-4.

¹⁸ FAO, 2020. Sustainable Development Goals. [online]. [cit. 2. mája 2020]. Dostupné na: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/241/en/>.

životaschopnosť. Príjem poľnohospodárskeho faktora na ročnú pracovnú jednotku je ukazovateľom produktivity práce. Po poklese v období hospodárskej krízy koncom 2000. rokov rastie v Európe príjem poľnohospodárskych faktorov na ročnú pracovnú jednotku a v roku 2018 bol o 20,7% nad úrovňou z roku 2010. Je to najmä, kvôli silnému rastu medzi rokmi 2010 a 2011 (o 8,8%) a opäť medzi rokmi 2016 a 2017 (o 11,3%), ktorý bol čiastočne spôsobený zvýšenými hodnotami produkcie (cenami a výnosmi) a čiastočne zníženou pracovnou silou. Tento príjem poľnohospodárskeho faktora na ročnú pracovnú jednotku sa medzi členskými štátmi a typmi fariem značne líši. Má tendenciu nadobúdať vyššiu hodnotu v krajinách s viac mechanizovanými výrobnými systémami ako v krajinách, ktoré používajú tradičnejšie metódy náročné na pracovnú silu.¹⁹

Rolu môžu zohrávať aj rozdiely v úrovni miezd a pracovných príležitostí mimo poľnohospodárstva, pretože môžu pre pracujúcich poskytnúť alternatívne zdroje práce. Doplňujúce údaje z hospodárskych účtov pre poľnohospodárstvo potvrdzujú, že hospodárska životaschopnosť odvetvia poľnohospodárstva EÚ sa zvyšuje a zvyšuje sa aj podnikateľský príjem. Od roku 2010 do roku 2018 sa skutočný čistý poľnohospodársky podnikateľský príjem na neplatenú ročnú pracovnú jednotku zvýšil o 30,4% a čistý podnikateľský príjem poľnohospodárstva vzrástol o 10,9%. Udržateľnosť poľnohospodárskeho odvetvia do veľkej miery závisí od investícií, ktoré oddeľujú poľnohospodársku produktivitu od vplyvov na životné prostredie. Celkovo v EÚ, podpora vlády členských štátov v oblasti poľnohospodárskeho výskumu a vývoja sa v krátkodobom horizonte zvýšila, medzi rokmi 2012 a 2017 vzrástla o 9,5% a v roku 2017 dosiahla 3,2 miliárd EUR. Tento trend sa v jednotlivých členských štátoch líši v závislosti od vnútroštátnych zdrojov a priorit financovania, pričom v posledných rokoch došlo k ich zvýšeniu, zatiaľ čo iné sa znížili. Údaje o vládnych výdavkoch z roku 2017 naznačujú, že poľnohospodársky výskum a vývoj je pre členské štáty strednou prioritou. Výskum v tomto sektore získal viac vládnych investícií ako napríklad vzdelávanie (1,4 miliárd EUR), približne rovnakú sumu ako dopravné, telekomunikačné a iné infraštruktúry (3,2 miliárd EUR) a menej ako priemyselná výroba a technológie (9,7 miliárd EUR) a zdravie (8,5 miliárd EUR). Ekologické poľnohospodárstvo rastie v celej Európe, ale využívanie živín by mohlo byť efektívnejšie. Ekologické

¹⁹ BLEY, Simon Johannes et al. *Sustainable Development in the European Union: Monitoring report on Progress Towards the SDGs in an EU context*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. s. 59. ISBN 978-92-76-00778-4.

poľnohospodárstvo je špecifickým príkladom trvalo udržateľného systému riadenia poľnohospodárstva, ktorého cieľom je obmedziť environmentálne vplyvy využívaním poľnohospodárskych postupov, ktoré podporujú zodpovedné využívanie energie a prírodných zdrojov, udržiavajú alebo zvyšujú biodiverzitu, zachovávajú regionálnu ekologickú rovnováhu, zvyšujú úrodnosť pôdy a kvalitu vody, podporujú vysoké normy v oblasti dobrých životných podmienok zvierat a zvyšujú schopnosť prispôbiť sa zmene klímy.²⁰

Ekologické poľnohospodárstvo rastie v celej EÚ. Podiel ekologického poľnohospodárstva na celkovej poľnohospodárskej ploche sa medzi rokmi 2005 a 2017 takmer zdvojnásobil, z 3,8% na 7,0%. V EÚ je na tom najlepšie Rakúsko s viac ako 23% poľnohospodárskej plochy, ktorá bola v roku 2017 ekologicky obhospodarovaná, za ním nasleduje Estónsko a Švédsko s mierne pod 20%. V ostatných členských štátoch sa ekologické poľnohospodárstvo pestovalo na menej ako 15% z celkovej poľnohospodárskej pôdy. Podľa niektorých štatistík je ekologické poľnohospodárstvo v Európe dobre pripravené na ďalší rast. Dopyt po ekologických potravinách neustále rastie. Hodnota ekologického maloobchodného trhu v EÚ v roku 2017 bola 34,2 miliárd EUR, pričom maloobchodný predaj medzi rokmi 2016 a 2017 vzrástol o 10,8%. Počet výrobcov ekologického poľnohospodárstva tiež rastie a v Európe v roku 2016 sa zastavil na 295 577. V roku 2017 bola plocha, ktorá bola konvertovaná na ekologické poľnohospodárstvo, v 11 členských štátoch to bolo 10-20% z celkovej ekologickej oblasti a v ďalších 11 to bolo viac ako 20%. Hrubá bilancia dusíka na poľnohospodárskej pôde poskytuje informácie o možných environmentálnych dopadoch využívania živín a hospodárenia s nimi na farmách. Toto opatrenie predstavuje rovnováhu medzi vstupmi dusíka (minerálnymi hnojivami, hnojom, zvyškami plodín) a výstupmi z poľnohospodárskej výroby. Aj keď nízka úroveň dusíka môže naznačovať zlú úrodnosť pôdy, stále vysoké úrovne môžu spôsobiť vylúhovanie dusičnanov (znečistenie vody), emisie amoniaku a narušenie ekosystému. EÚ zaznamenala mierny pokles bilancie dusíka na poľnohospodárskej pôde. Z prebytku 52 kg na hektár v roku 2004 a po dosiahnutí najnižšej

²⁰ BLEY, Simon Johannes et al. *Sustainable Development in the European Union: Monitoring report on Progress Towards the SDGs in an EU context*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. s. 59-60. ISBN 978-92-76-00778-4.

hodnoty 46 kg na hektár v roku 2009 dosiahol prebytok v roku 2015 51 kg na hektár. Na dosiahnutie pokroku, čo sa týka cieľa 2 je potrebný návrat ku klesajúcemu trendu.²¹

1.4.3 Vplyvy poľnohospodárskej výroby na životné prostredie

Poľnohospodárstvo poskytuje environmentálne výhody, ako napríklad udržiavanie špecifických ekosystémov poľnohospodárskej pôdy a rozmanitej krajiny, ako aj poskytovanie zachytávačov uhlíka. Značný nárast produktivity poľnohospodárstva a posun smerom k postupom priemyselného poľnohospodárstva v Európe od roku 1950 prispel k zhoršeniu environmentálnych a klimatických podmienok. Niekoľko ukazovateľov objasňuje vplyv poľnohospodárskych činností na životné prostredie a môže pomôcť určiť celkový pokrok smerom k udržateľnejšej poľnohospodárskej výrobe. Ukazujú niekoľko pozitívnych trendov, ale aj niekoľko znepokojujúcich udalostí, vrátane zvyšovania emisií amoniaku z poľnohospodárstva a poklesu množstva poľnohospodárskych vtákov.²²

Nadmerné množstvo výživných látok ohrozuje životné prostredie a kvalitu vody. Emisie amoniaku a dusičnany v podzemnej vode sú spojené s nadmernými vstupmi dusíka z poľnohospodárskych zdrojov, napríklad z minerálnych hnojív a hnoja. Keď sa amoniak uvoľňuje do ovzdušia, znečisťuje vzduch a môže poškodiť citlivé vegetačné systémy, biodiverzitu a kvalitu vody prostredníctvom eutrofizácie a acidifikácie. Od 90. rokov 20. storočia došlo v Európe k výraznému zníženiu emisií amoniaku z poľnohospodárstva v dôsledku zníženia hustoty hospodárskych zvierat a používania dusíkatých hnojív, ako aj zmien v poľnohospodárskych postupoch. V posledných rokoch sa však tento trend zmenil.²³

Po dosiahnutí minima 3,5 miliónov ton v roku 2013 sa emisie začali opäť zvyšovať a v roku 2016 dosiahli 3,61 miliónov ton. Poľnohospodársky sektor je tiež zodpovedný za značné množstvá emisií skleníkových plynov, čo predstavuje takmer 10% celkových emisií skleníkových plynov v EÚ v roku 2016. Zatiaľ čo celkové emisie v EÚ neustále klesajú, emisie skleníkových plynov z poľnohospodárskeho odvetvia už mnoho rokov klesajú,

²¹ BLEY, Simon Johannes et al. *Sustainable Development in the European Union: Monitoring report on Progress Towards the SDGs in an EU context*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. s. 60-61. ISBN 978-92-76-00778-4.

²² BLEY, Simon Johannes et al. *Sustainable Development in the European Union: Monitoring report on Progress Towards the SDGs in an EU context*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. s. 61. ISBN 978-92-76-00778-4.

²³ BLEY, Simon Johannes et al. *Sustainable Development in the European Union: Monitoring report on Progress Towards the SDGs in an EU context*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. s. 61. ISBN 978-92-76-00778-4.

ale v roku 2013 začali opäť pomaly stúpať. V roku 2016 prekročili 430 miliónov ton ekvivalentu oxidu uhličitého, no toto číslo je stále hlboko pod úrovňou z roku 1990. Dusičnany môžu skončiť v podzemnej vode, ak sa použije viac hnojív, než potrebujú rastliny. Môže to viesť k eutrofizácii a zníženiu kvality podzemnej vody. Po dosiahnutí maximálnej hodnoty 19,2 mg na liter v roku 2007 sa celková koncentrácia dusičnanov v podzemných vodách EÚ vrátila na úrovne, ktoré boli pozorované na začiatku 21. storočia. V rokoch 2011 až 2015 sa hladiny vrátili pod 18,6 mg na liter. V rokoch 2012 až 2015 však členské štáty uviedli, že 13,2% staníc podzemnej vody zaznamenalo nadmernú hladinu dusičnanov podľa smernice o dusičnanoch (ich priemerná ročná koncentrácia dusičnanov prekročila 50 mg na liter). Krajiny ako Malta, Cyprus, Belgicko, Luxembursko a Holandsko majú najvyššiu mieru emisií amoniaku a dusičnanov v podzemných vodách. Najnižšie emisie amoniaku majú Rumunsko, Estónsko, Litva, Bulharsko a Lotyšsko, krajiny s poľnohospodárstvom s relatívne nízkou intenzitou.²⁴

Erózia pôdy: hlavná hrozba, ale v Európe sú náznaky zlepšenia. Zdravá pôda je nevyhnutná pre udržateľné a produktívne poľnohospodárske systémy. Keďže tvorba pôdy trvá roky, môže sa považovať za neobnoviteľný zdroj na výrobu potravín. Jednou z najväčších hrozieb pre zdravie pôdy v Európe je erózia pôdy, ktorá môže byť spôsobená vetrom aj vodou. Aj keď je erózia prírodným procesom, neprimerané hospodárenie s pôdou a iné ľudské činnosti môžu spôsobiť jej zrýchlenie do takej miery, že pôda sa dá nenávratne stratiť. Ukazovateľ odhadovanej erózie pôdy vodou predstavuje mieru oblasti s rizikom vážnej erózie pôdy (čo vedie k strate viac ako 10 ton/ha ročne). Zasiahanuté je najmä stredomorie, pretože na strmých svahoch s krehkými pôdami sa vyskytujú dlhé, suché obdobia a náhle zrážky. V EÚ bolo v roku 2012, 201 885 km² pôdy vystavených riziku straty pôdy vodnou eróziou. To je plocha rovnajúca sa približne 1,5-násobku celkovej rozlohy Grécka. Riziko vážnej erózie pôdy sa však v EÚ znižuje, čiastočne z dôvodu povinných opatrení krízového plnenia spoločnej poľnohospodárskej politiky EÚ. Podiel neumelej eróznej oblasti, ktorá je podľa odhadov ohrozená vodnou eróziou pôdy, sa medzi rokmi 2000 a 2012 znížil z 6,0% na 5,2%.²⁵

²⁴ BLEY, Simon Johannes et al. *Sustainable Development in the European Union: Monitoring report on Progress Towards the SDGs in an EU context*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. s. 61-62. ISBN 978-92-76-00778-4.

²⁵ BLEY, Simon Johannes et al. *Sustainable Development in the European Union: Monitoring report on Progress Towards the SDGs in an EU context*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. s. 62-63. ISBN 978-92-76-00778-4.

2 Cieľ práce

Hlavným cieľom našej diplomovej práce je porovnať a zoskupiť štáty Európskej únie do príbuzných skupín aplikáciou vhodných viacrozmerných štatistických metód so zameraním na východiská a indikátory, ktoré súvisia s naplnením druhého cieľa Agendy 2030.

Hlavný cieľ podporíme viacerými čiastkovými cieľmi:

1. Priblížiť danú problematiku trvalo udržateľného rozvoja, hlavne so zameraním na druhý cieľ Agendy 2030. Zhodnotiť zároveň aj aktuálnu situáciu v štátoch EÚ a taktiež posledný vývoj plnenia druhého cieľa Agendy 2030 v porovnaní s minulým vývojom podľa vhodných oficiálne publikovaných informácií.
2. Vhodne vybrať premenné, ktoré budú vstupovať do štatistických analýz v analytickej časti práce, zároveň opísať vlastnosti týchto premenných, zistiť ich charakter a definovať ich úpravy na premenné v merných jednotkách primerane pre vstup do analýz podľa aplikovanej metodológie.
3. Vhodne vybrať metódy na dosiahnutie hlavného cieľa práce z viacrozmerných štatistických metód, akými sú metóda hlavných komponentov, zhluková analýza a metóda viackriteriálneho hodnotenia - bodovacia metóda. Prehľadne opísať aplikovanú metodológiu a postupy jej aplikácie na zhodnotenie podobnosti plnenia druhého cieľa Agendy 2030 v štátoch EÚ. Súčasťou tohto čiastkového cieľa je vymedzenie kritérií, ktoré budeme potrebovať pri aplikácii jednotlivých metód.
4. Vhodne aplikovať vybrané viacrozmerné štatistické metódy (zhlukovú analýzu, metódy hlavných komponentov,...) pomocou štatistického softvéru SAS Enterprise Guide 5.1. Praktickú časť členiť do dvoch častí. V prvej časti je záujem aplikovať len zhlukovú analýzu na rozdelenie krajín EÚ do zhlukov pomocou priamo vybraných indikátorov. V druhej časti bude snahou využiť aj vzájomne závislé indikátory a zhlukovej analýze bude predchádzať metóda hlavných komponentov, ktorá zabezpečí nezávislosť vstupných premenných zhlukovej analýzy.
5. Zhodnotiť a porovnať vytvorené zhluky štátov EÚ. Vzájomne porovnať vlastnosti zhlukov podľa indikátorov a ich komponentov za štáty v jednotlivých zhlukoch. Zhodnotiť vlastné výsledky v zmysle publikovaných záverov iných podobných vedeckých analýz.

V tejto záverečnej práci je snahou naplnením čiastkových cieľov dosiahnuť hlavný cieľ a tak získať štatistickou analýzou podložené závery o poľnohospodárskej udržateľnosti krajín EÚ a pomocou nich posúdiť najlepšie a najhoršie krajiny EÚ, porovnať a zhodnotiť aktuálny stav krajín, v akom zhluku krajín sa nachádzajú, aké priemerné hodnoty dosahujú a vysloviť vlastné závery v konfrontácii s už publikovanou vedeckou literatúrou.

3 Metodika práce a metódy skúmania

3.1 Metóda hlavných komponentov

Ústrednou myšlienkou analýzy hlavných komponentov je zredukovať rozmernosť súboru údajov, pozostávajúceho z veľkého počtu vzájomne prepojených premenných, pričom sa čo najviac zachová variácia prítomná v súbore údajov. Dosahuje sa to pomocou transformácie na nový súbor premenných, tzv. hlavných komponentov, ktoré nie sú vo vzájomnom vzťahu (sú nekorelované) a ktoré sú usporiadané tak, aby si prvých pár zachovalo obmenu prítomnú vo všetkých pôvodných premenných.²⁶

Predpokladajme, že x je vektorom náhodných premenných p a že sú zaujímavé odchýlky náhodných premenných p a štruktúra kovariancií a korelácií medzi premennými p . Pokiaľ nie je p malé alebo štruktúra veľmi jednoduchá, často nie je veľmi užitočné sa len jednoducho pozrieť na odchýlky p a na všetky korelácie alebo kovariancie $\frac{1}{2}p(p-1)$. Alternatívnym prístupom je hľadať niekoľko (p) odvodených premenných, ktoré zachovávajú väčšinu informácií poskytnutých týmito odchýlkami a koreláciami alebo kovarianciami.²⁷

3.1.1 Hlavné komponenty v základnom súbore

Podľa Stankovičovej a Vojtkovej: „Cieľom metódy hlavných komponentov je nájdenie skutočného rozmeru, v ktorom sa údaje nachádzajú. Pre splnenie tejto úlohy je výhodné určiť nové súradnicové osi tak, aby platili nasledujúce vlastností V1 až V5:“²⁸

V1 V p -rozmernom priestore sa recipročná poloha bodov nemení. To znamená, že pozorovania môžu byť opísané pomocou nových ale aj starých súradníc. Súradnice pozorovaní s ohľadom na nové osi ponúkajú hodnoty nových premenných. Tieto nové osi, ktoré reprezentujú nové umelé premenné, sa nazývajú hlavné komponenty. Nové hodnoty premených sa nazývajú komponentové body.

V2 Nové hlavné komponenty (premenné), ktorých maximálny počet je p , sú navzájom po dvojiciach nekorelované.

V3 Každá z novovytvorených premenných je lineárnou kombináciou p pôvodných premenných.

²⁶ JOLLIFFE, I.T.. *Principal component analysis*. 2. vyd. New York : Springer, 2002. s. 1. ISBN 0-387-95442-2.

²⁷ JOLLIFFE, I.T.. *Principal component analysis*. 2. vyd. New York : Springer, 2002. s. 1. ISBN 0-387-95442-2.

²⁸ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 47. ISBN 978-80-8078-152-1.

V4 Prvý hlavný komponent je najdôležitejší, nakoľko vysvetľuje najväčšiu časť celkovej variability údajov. To znamená, najväčšiu časť zo súčtu rozptylov všetkých pôvodných p premenných.

V5 Každý nasledujúci hlavný komponent vysvetľuje už len zo zvyšnej variability údajov čo najväčšiu časť. Poslednému hlavnému komponentu zostáva už len veľmi malý zvyšok variability.

Predpokladajme, že súbor p pozorovaných premenných X_1, X_2, \dots, X_p transformujeme do nového súboru, ktorý obsahuje nové premenné Y_1, Y_2, \dots, Y_p tak, že budú lineárnou kombináciou pôvodných premenných a zapísať ich môžeme nasledovne:

$$Y_1 = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1p}X_p \quad (1)$$

$$Y_2 = a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2p}X_p \quad (2)$$

...

$$Y_p = a_{p1}X_1 + a_{p2}X_2 + \dots + a_{pp}X_p \quad (3)$$

Koeficienty a_{ij} každej z uvedených lineárnych kombinácií sú odhadované tak, aby:

- splnili vlastnosti V1-V5,
- celková variabilita ostala nezmenená, to znamená že rozptyl pôvodných a nových premenných sa rovná 1, čo zabezpečuje nasledujúci vzťah:

$$a_{i1}^2 + a_{i2}^2 + \dots + a_{ip}^2 ; i = 1, 2, \dots, p \quad (4)$$

- nové premenné boli navzájom nezávislé, to z geometrického hľadiska znamená kolmost vektorov. Platí, že skalárny súčin dvoch kolmých vektorov sa rovná nule. Čo zabezpečuje vzťah:

$$a_{i1}a_{j1} + a_{i2}a_{j2} + \dots + a_{ip}a_{jp} = 0 ; i \neq j \text{ a } i, j = 1, 2, \dots, p \quad (5)$$

Nech $X = (X_1, X_2, \dots, X_p)^T$ je náhodný vektor s kovariančnou maticou Σ hodnosti p a so strednou hodnotou μ . Z Jordanovej dekompozičnej vety vyplýva riešenie úlohy hlavných komponentov.²⁹

Hlavné komponenty majú tieto vlastnosti:

- $E(Y_i) = 0, i = 1, 2, \dots, p,$
- $D(Y_i) = \lambda_i, i = 1, 2, \dots, p,$

²⁹ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 48. ISBN 978-80-8078-152-1.

- c) $D(Y_1) \geq D(Y_2) \geq \dots \geq D(Y_p) \geq 0$,
- d) $cov(Y_i, Y_j) = 0, i \neq j$,
- e) $cov(X_i, Y_j) = a_{ij}\lambda_j$ a ich koeficient korelácie $\rho_{ij} = \frac{\sqrt{\lambda_j}}{\sigma_i}$
- f) $\sum_1^p D(Y_i) = st\Sigma$; $\prod_1^p D(Y_i) = |\Sigma|$,
 kde $st\Sigma$ je stopa matice a $|\Sigma|$ je determinant matice.³⁰

Podobne definujú túto metódu aj autori Vidal, Ma a Sastry: „*Analýza hlavných komponentov je problém vytvorenia nízko-rozmerného príbuzného subpriestoru z množiny údajov vo vysokorozmernom priestore. Analýza hlavných komponentov je už teraz dobre zapracovaná v literatúre a stala sa jedným z najužitočnejších nástrojov na modelovanie, kompresiu a vizualizáciu údajov.*“³¹

Poznáme nasledujúce 3 typy metódy hlavných komponentov (PCA):

1. štandardizovaná metóda – kde vychádzame z korelačnej matice. Počiatočný bod novovytvorenej súradnicovej sústavy je presunutý z pôvodného bodu do centroidu objektov, to znamená do hypotetického bodu, ktorý predstavuje „priemerný objekt“ a zároveň sú pôvodné premenné preškálované tak, aby mali jednotkový rozptyl. Nové hlavné komponenty jednotkový rozptyl nemajú. Ich rozptyl sa rovná vlastným číslam a ich súčet sa rovná počtu premenných p ;
2. centrovaná metóda – tu naopak vychádzame z kovariančnej matice. Počiatočný bod je ako pri štandardizovanej metóde posunutý z pôvodného bodu do centroidu objektov. Vzdialenosti medzi objektmi v novom súradnicovom systéme sú rovnaké (nezmenené) ako v pôvodnom systéme;
3. necentrovaná metóda – v tomto prípade vychádzame z matice krížových produktov vektorov. Takýto typ nezahŕňa normovanie, ani centrovanie premenných. Prvotný bod nového súradnicového systému ostáva v rovnakom bode, ako bol pôvodne.³²

³⁰ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 49. ISBN 978-80-8078-152-1.

³¹ VIDAL, René – MA, Yi – SASTRY, Shankar S. *Generalized Principal Component Analysis*. New York : Springer-Verlag, 2016. s. 25. ISBN 978-0-387-87810-2.

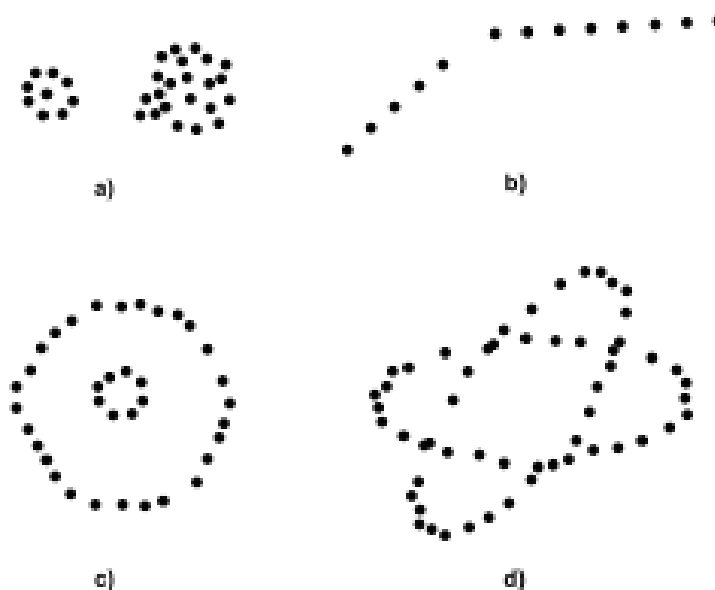
³² STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 50-51. ISBN 978-80-8078-152-1.

3.2 Zhluková analýza

Podľa Stankovičovej a Vojtkovej: „Zhluková analýza predstavuje súbor matematických a štatistických techník využívaných na identifikáciu skupín tzv. zhlukov.“³³

Abonyi a Fei definujú cieľ zhlukovania nasledovne: „Cieľom zhlukovania je určiť vlastné zoskupenie do súboru neznačených údajov. Dáta môžu odhaliť zhluky rôznych geometrických tvarov, veľkostí a hustôt, ako je znázornené na obrázku 3. Zhluky môžu byť sférické (a), pretiahnuté alebo „lineárne“ (b) a tiež duté (c) a (d). Ich prototypmi môžu byť body (a), čiary (b), gule (c) alebo elipsy (d) alebo ich viacrozmerné analógy. Klastre (b) až (d) možno charakterizovať ako lineárne a nelineárne podpriestory dátového priestoru(R^2).“³⁴

Obrázok 3: Zhluky rôznych tvarov v priestore



Zdroj: Abonyi, 2007

Klasifikáciu radíme medzi základné ľudské pojmové aktivity. Už ako deti sme sa učili vo svojom živote veľmi skoro zaradzovať niektoré objekty, alebo ich opísať svojim slovníkom. Taktiež môžeme klasifikáciu radieť medzi fundamentálne procesy vedeckej praxe, nakoľko klasifikačné systémy zahŕňajú pojmy, ktoré sú potrebné pre rozvoj teórie v rámci vedy. Pri riešení problémov s klasifikáciou objektov alebo ich typológií, môžeme

³³ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 132. ISBN 978-80-8078-152-1.

³⁴ ABONYI, János – FEIL, Balázs. *Cluster Analysis for Data Mining and System Identification*. Basel : Birkhäuser, 2007. s. 1-2. ISBN 978-3-7643-7987-2.

využiť zhlukovú analýzu, ktorá obsahuje širokú škálu metód a postupov. Cieľom zhlukovej analýzy je rozloženie súboru na viacero pomerne rovnorodých podmnožín, ako napr. zhlukov, tried. Zároveň aby objekty, ktoré patria do rovnakého zhluku si boli čo najviac podobné, a naopak tie objekty, ktoré patria do rozličných zhlukov si boli podobné čo najmenej.³⁵

Združovacia metóda, trsová analýza, zoskupovacia analýza, alebo aj analýza hniezd, to všetko sú názvy, ktoré sa u nás objavili pre tento druh metód. Konečný cieľ metódy však najlepšie vystihuje zhluková analýza, ktorá zároveň zodpovedá aj anglickému názvu Cluster Analysis. Tento názov prvýkrát použil v roku 1939 R.C. Tryon pre metódu rozkladu množiny objektov na viacero navzájom vyradzujúcich sa podmnožín. Okrem štatistiky bola zhluková analýza vyvinutá v odvetviach ako psychológia, vzdelávanie a biológia. Nakoľko nebola dostatočná výmena informácií medzi jednotlivými odborníkmi, tak tie isté metódy boli viackrát objavené.

Matematicky by sme prvotnú úlohu zhlukovej analýzy mohli zapísať takto:

Jedná sa o zoskupenie objektov $X_i (i = 1, 2, \dots, n)$ do zhlukov $C_1, C_2, \dots, C_q (2 \leq q \leq n)$ tak, aby objekty patriace do rozličných zhlukov boli navzájom rozdielne a objekty z rovnakého zhluku si boli podobné, blízke. Narozdiel od iných metód kde sú predmetom premenné, tak predmetom zhlukovej analýzy sú objekty.³⁶

3.2.1 Miery podobnosti objektov

K dispozícii je niekoľko mier podobnosti medzi objektmi, ale výber medzi nimi závisí aj od sledovaných znakov, ktorých hodnoty nám charakterizujú obejkt.

Podľa Sneatha a Sokala: „Z praktických dôvodov možno typy koeficientov podobnosti rozdeliť zhruba do štyroch skupín, ktorých hranice sú však často dosť nejasné.“³⁷

1. miery vzdialenosti,
2. korelačný koeficient,
3. asociačný koeficient,
4. pravdepodobnostné miery podobnosti.

³⁵ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 132. ISBN 978-80-8078-152-1.

³⁶ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 133. ISBN 978-80-8078-152-1.

³⁷ SNEATH, Peter H.A. – SOKAL, Robert R. *Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification*. San Francisco : W. H. Freeman and Company, 1973. 573 s. ISBN 0-7167-0697-0.

My sa budeme bližšie venovať mieram vzdialenosti, ktoré sú štandardne súčasťou štatistických programov. Podobnosť dvoch objektov X , Y zo všeobecného hľadiska zistíme pomocou reálnej kladnej funkcie d , ktorá má nasledovné vlastnosti:

a) symetria: $d(X, Y) = d(Y, X)$

b) pozitivita: $d(X, Y) \geq 0$

$$d(X, Y) = 0, \text{ ak } X = Y$$

c) trojuholníková nerovnosť: $d(X, Y) \leq d(X, Z) + d(Y, Z)$.

Vzhľadom na inverznú interpretáciu hodnôt objektov, miery vzdialenosti označujeme aj ako miery nepodobnosti objektov. Vysoké hodnoty mier vzdialenosti vystihujú rozličné objekty, narozdiel od ostatných mier podobnosti, kde je interpretácia opačná (vysoké hodnoty poukazujú na podobnosť, respektíve závislosť).³⁸

Ak poznáme súbor n objektov, ktoré sú charakterizované k znakmi, tak vzdialenosť medzi týmito objektmi i a j dokážeme určiť pomocou:

1. Euklidovská vzdialenosť

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (X_{ik} - X_{jk})^2} \quad (6)$$

kde

X_{ik} – hodnota k -tej premennej pre i -tý objekt,

X_{jk} je hodnota k -tej premennej pre j -tý objekt.

Mieru euklidovskej vzdialenosti sa dá ľahko vypočítať, musí byť však splnený predpoklad nekorelovanosti premenných. Nevýhodou tejto metódy je markantný vplyv absolútnej výšky vstupných údajov. To znamená, že dva objekty, sa napr. dokážu zhodovať vo všetkých hodnotách premenných okrem jednej, a tak môžeme dosiahnuť väčšiu hodnotu celkovej vzdialenosti než medzi inou dvojicou, kde sa hodnoty odlišujú o malú hodnotu. Môžeme pracovať s premennými v normovanom tvare a tým odstránime tento nedostatok.

³⁸ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 133. ISBN 978-80-8078-152-1.

Euklidovskú vzdialenosť si z geometrického hľadiska dokážeme odvodiť v dvojrozmernom priestore pomocou Pytagorovej vety. Štvorec nad preponou pravouhlého trojuholníka sa rovná súčtu štvorcov nad odvesnami tohto trojuholníka.³⁹

Medzi ďalšie vzdialenosti pomocou, ktorých vieme určiť vzdialenosť medzi objektmi i a j patria:

- a) Hammingova vzdialenosť,
- b) Minkowského vzdialenosť,
- c) Mahalanobisova vzdialenosť.⁴⁰

V našej práci sme sa rozhodli pracovať s Euklidovskou vzdialenosťou, preto tieto vzdialenosti nebudeme bližšie špecifikovať.

3.2.2 Zhlukovacie procesy

Počiatočný dôvod na použitie zhlukovej analýzy je nájst skupiny, v ktorých sa nachádzajú podobné objekty z vybraných dát. Obvykle sa tieto skupiny objektov zaraďujú do tzv. zhlukov. Výsledné zhluky tvoria systém, ktorý môže byť hierarchický, respektíve nehierarchický.

Hierarchické postupy poskytujú podrobnú a úplnú analýzu štruktúry skúmaných vstupných dát. Pomocou tzv. hierarchického stromu (dendogramu) sa dajú relatívne jednoducho znázorniť aj graficky. V dendograme je presne znázornená postupnosť rozkladu na jednotlivých zhlukovacích úrovniach. Tieto postupy nevyžadujú nutne poznať počet zhlukov na začiatku analýzy (to je ich výhoda v porovnaní s nehierarchickými). Nevýhodou hierarchických postupov je, že objekt, ktorý sa už nachádza v jednom zhluke na niektorej úrovni zhlukovania, už nemôže byť na inej úrovni zhlukovania znova zaradený do iného zhluke. Hierarchické postupy zhlukovania sú pomerne rýchle, ale na analýzu veľkých výberov však nie sú vhodné. Hierarchické postupy môžeme použiť aj ako začiatkové, tzv. prieskumné riešenie zhlukovania, ale s výsledným riešením, ktoré je doplnené nehierarchickým postupom v ďalšej analýze. Tieto postupy, preto nepovažujeme za protichodné, ale naopak navzájom sa dopĺňajúce.⁴¹

³⁹ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 134. ISBN 978-80-8078-152-1.

⁴⁰ EVERITT, Brian.S. *Cluster Analysis*. Londýn: John Wiley & Sons, Ltd, 2011. 348s. ISBN 978-0-470-74991-3.

⁴¹ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 136. ISBN 978-80-8078-152-1.

Podľa Everitta a kol.: „V hierarchickej klasifikácii nie sú údaje rozdelené do určitého počtu tried alebo klastrov v jednom kroku. Namiesto toho klasifikácia pozostáva zo skupiny rozdelení, ktoré môžu byť od jedného klastra obsahujúceho všetkých jednotlivcov, až po klastre, z ktorých každý obsahuje jediného jednotlivca. Hierarchické zhukovacie techniky možno rozdeliť na aglomeratívne metódy, ktoré prebiehajú radom postupných fúzií n jedincov do skupín, a divízne metódy, ktoré postupne rozdeľujú n jednotlivcov do jemnejších zoskupení.“⁴²

Hierarchické zhukovacie postupy teda poznáme:

1. Divízne (rozkladové) – ich podstata spočíva v postupnom rozkladaní súboru objektov. V prvom kroku sa oddelia objekty, ktoré sú najodlišnejšie a následne sa oddeľujú objekty, ktoré sú stále viac podobnejšie. Na začiatku sú všetky objekty v jednom zhuku a v závere dochádza k rozkladu na jednoprvkové zhuky.
2. Aglomeratívne (zlučovacie) – uplatňuje sa pri nich opačný postup, ktorý spočíva v postupnom zlučovaní objektov od tých, ktoré sú najpodobnejšie až po tie najodlišnejšie. V prvej fáze sa nachádzajú objekty v samostatných zhukoch po jednom a v poslednej fáze sa všetky objekty nachádzajú v jednom zhuku.

Podstata nehierarchických zhukovacích postupov vychádza zo znalosti o počte zhukov na začiatku analýzy. Týka sa iteračných postupov, ktoré zvyčajne začínajú zadaním počiatočného rozkladu súboru, a ten sa následne vylepšuje. Na základe rozličných štúdií zistili výsledky, ktoré poukazujú na to, že v prípade použitia náhodne vybraného prvotného rozkladu súboru algoritmy nefungujú dobre. Môžu obsahovať sekvenčné aj paralelné postupy, tie si však bližšie nebudeme špecifikovať.⁴³

3.2.3 Zhukovacie metódy

Podľa Minaříka a Dufeka: „Každá skupina metód reprezentuje rozdielnu perspektívu pre vytváranie zhukov a dosiahnuté výsledky pri aplikovaní rozdielnych metód na rovnaké dáta môže byť rôzne.“⁴⁴

Stankovičová a Vojtková uvádzajú v knihe *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*: „Najpoužívanejšie hierarchické metódy, ktoré majú dominantné postavenie

⁴² EVERITT, Brian.S. *Cluster Analysis*. Londýn: John Wiley & Sons, Ltd, 2011. s. 71. ISBN 978-0-470-74991-3.

⁴³ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 136. ISBN 978-80-8078-152-1.

⁴⁴ MINAŘÍK, Bohumil – DUFEK, Jaroslav. *Poznámka ke stanovení vah ukazovatelů*. In: Statistika 11, 1984.

medzi zhlukovacími metódami vzhľadom na ich dosaziteľnosť pomocou rôznych balíkov štatistických programov, čo umožňuje ich použitie a aplikáciu v praxi. Ide o tieto metódy:⁴⁵

- a) metóda najbližšieho suseda,
- b) metóda najvzdielenejšieho suseda,
- c) centroidná metóda,
- d) mediánová metóda,
- e) metóda priemernej vzdialenosti,
- f) Wardova metóda.

Hierarchický postup zhlukovania týchto metód členíme do niekoľkých krokov:

1. Vypočítame maticu D vhodných mier vzdialeností.
2. Začneme proces rozkladu od n zhlukov, z ktorých každý obsahuje jeden objekt.
3. Prezrieme maticu D a nájdeme dva zhluky C_h a C'_h , vzdialenosť d_{ij} je minimálna.
4. Spojíme zhluk C_h a C'_h do nového q -teho zhluku. V matici D vynecháme riadok a stĺpec reprezentujúci vzdialenosť zhlukov C_h a C'_h a nahradíme ho novým, reprezentujúcim ich spoločnú vzdialenosť od ostatných zhlukov podľa typu zvolenej metódy. Rozmer matice sa zníži o 1.
5. Postup opakujeme od kroku 3, až kým nedôjde k spojeniu všetkých objektov do jedného zhluku.⁴⁶

V našej práci sa budeme konkrétne venovať 2 metódam a to: Metóda priemernej vzdialenosti a Wardovej metóde, preto si viac priblížime len tieto dve zo šiestich metód.

Metóda priemernej vzdialenosti (average linkage)

Kritérium na spájanie je minimum z q možných vzdialenosti objektov, pričom vzdialenosť medzi jednotlivými zhlukmi je definovaná ako priemer z týchto medzizhlukových vzdialeností objektov:

$$D(C_h, C'_h) = \frac{1}{n_h n'_h} \sum_i \sum_j d_{ij} \quad (7)$$

kde v zhluku C_h a C'_h sú n_h a n'_h počty objektov.

⁴⁵ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 137. ISBN 978-80-8078-152-1.

⁴⁶ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 137. ISBN 978-80-8078-152-1.

Do nového zhluku sa zoskupujú dva zhluky, ak je medzi nimi priemerná minimálna vzdialenosť.

Wardova metóda

Túto metódu sme si zvolili, pretože že je v praxi najpoužívanejšia. Narozdiel od všetkých spomínaných metód je založená na rozdielnom princípe. Vzdialenosti medzi zhlukmi sa v tejto metóde nepočítajú. Vo Wardovej metóde sa zhluky formujú maximalizáciou vnútrozhlukovej homogenity. Mierou homogenity je v tomto prípade vnútrozhluková suma štvorcov odchýlok od priemeru zhluku (ESS)

$$ESS = \sum_{i=1}^{n_h} \sum_{h=1}^q (X_{hi} - \bar{X}_{C_h})^2 \quad (8)$$

kde v zhluku C_h je n_h počet objektov,

X_{hi} je vektor hodnôt znaku i -tého objektu v zhluku C_h ,

\bar{X}_{C_h} je vektor priemerov hodnôt znaku v zhluku C_h .

Pomocou algoritmu dosiahneme, aby sme pri spájaní na každom ďalšom kroku získali minimálny prírastok sumy ESS. Wardova metóda má tendenciu odstraňovať malé zhluky, práve naopak vedie k vytvoreniu pomerne rovnakých zhlukov, čo do veľkosti a tvaru.⁴⁷

3.2.4 Určenie počtu významných zhlukov

Poznáme dva hlavné prístupy, pomocou ktorých dokážeme stanoviť počet zhlukov:

1. heuristický prístup,
2. ukazovatele kvality zhlukovania.

Heuristický prístup sa v jednotlivých metódach používa pomerne často. Počet zhlukov si riešiteľ určí na základe vlastného subjektívneho názoru. Tento prístup nie je stále spojený s uspokojujúcim riešením vzhľadom na štruktúru dát, nakoľko je spojený s subjektívnosťou k názorom a potrebám riešiteľa. Porovnanie medzizhlukového a vnútrozhlukového rozptylu jednotlivých premenných môže byť základným orientačným ukazovateľom kvality (efektivity) zhlukovania. Analýzou matíc, respektíve ich determinantov vnútrozhlukovej variability získame sumárne hodnotenie za všetky premenné

⁴⁷ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 137. ISBN 978-80-8078-152-1.

$$W = \sum_{h=1}^q \sum_{i=1}^{n_h} (X_{hi} - \bar{X}_{C_h})' (X_{hi} - \bar{X}_{C_h}) \quad (9)$$

a matice medzizhlukovej variability

$$B = \sum_{h=1}^q n_h (\bar{X}_{C_h} - \bar{X})' (\bar{X}_{C_h} - \bar{X}) \quad (10)$$

kde \bar{X} je celkový vektor priemerov hodnôt znaku pre celý súbor.

Rozdelenie zhlukov bude optimálne ak:

- a) stopa matice medzizhlukovej variability bude maximálna,
- b) determinant matice vnútrozhlukovej variability bude minimálny (Wardovo kritérium kvality).⁴⁸

Vzhľadom na klastrové riešenie sú ďalšie zrejme kroky na vyhodnotenie riešenia a určenie počtu klastrov prítomných v údajoch. K dispozícii je množstvo štatistík na vyhodnotenie riešenia klastrov v ktoromkoľvek danom kroku a na určenie počtu klastrov. Najpoužívanejšie štatistiky sú a zároveň v našej práci budú pre nás podstatné tie charakteristiky, ktoré nám poskytuje aj štatistický program:

1. **Štandardná odchýlka premenných tvoriacich zhluk (RMSSTD)** – je spoločná štandardná odchýlka všetkých premenných tvoriacich klaster. Keďže cieľom klastrovej analýzy je vytvoriť homogénne skupiny, RMSSTD klastra by mala byť čo najmenšia. Jej vyššie hodnoty naznačujú, že nový klaster nemusí byť homogénny a naopak.
2. **Koeficient determinácie (RSQ)** – vyjadruje pomer medziskupinovej sumy štvorcov odchýlok k celkovej sume štvorcov odchýlok. Čím väčšie sú rozdiely medzi skupinami, tým homogénnejšia je každá skupina a naopak. Hodnota RSQ sa pohybuje v intervale od 0 do 1, pričom 0 označuje žiadne rozdiely medzi skupinami alebo zoskupeniami a 1 označuje maximálne rozdiely medzi skupinami.⁴⁹

⁴⁸ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 132-142. ISBN 978-80-8078-152-1.

⁴⁹ SHARMA, Subhash. *Applied Multivariate Techniques*. New York : John Wiley & Sons, Inc. 1996. 512 s. ISBN 0-471-31064-6.

3. **Semiparciálny koeficient determinácie (SPRSQ)** – je pomer:

$$\frac{\text{vnútroskupinová variabilita (a)} - \text{vnútroskupinová variabilita (b)}}{\text{celková variabilita}},$$

kde

vnútroskupinová variabilita (a) – vnútroskupinovou variabilitou novovytvoreného zhluku,

vnútroskupinová variabilita (b) – je súčet vnútroskupinových variabilít, ktoré tvoria nový zhluk.

Rozdiel týchto vnútroskupinových variabilít poznáme aj ako úbytok homogenity, respektíve stratu. Ak táto charakteristika nadobúda nízku hodnotu, znamená to, že boli spojené obdobné skupiny. Rovnako ako pri charakteristike RSQ, tak aj táto charakteristika SPRSQ sa nachádza v pevnom intervale $\langle 0;1 \rangle$.

4. **Vzdialenosť zhlukov (CD)** – Výpočet tejto charakteristiky sa líši od toho v akej metóde bude využitá. Pri Wardovej metóde sa počíta medziskupinová suma štvorcov odchýlok pre dva spájané zhluky. Rovnako nízka hodnota aj v tom prípade znamená, že boli spojené podobné skupiny.⁵⁰

Tabuľka 1: Charakteristiky určujúce počet významných zhlukov

Charakteristika	Miera vyjadruje	Smerovanie miery
RMSSTD	homogenitu nového zhluku	hodnoty by mali byť nízke
RSQ	heterogenitu zhlukov	hodnoty by mali byť vysoké
SPRSQ	homogenitu spojených zhlukov	hodnoty by mali byť nízke
CD	homogenitu spojených zhlukov	hodnoty by mali byť nízke

Zdroj: Sharma, 1996

⁵⁰ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 138. ISBN 978-80-8078-152-1.

3.3 Štatistické hypotézy testu lineárnej nezávislosti premenných

V tejto metodologickej časti, si zadefinujeme hypotézy podľa ktorých budeme určovať závislosť premenných. V jednotlivých častiach samotných analýz v praktickej časti vyžadujeme vzájomnú nekorelovanosť premenných, ktorú overujeme pomocou štatistického testu významnosti korelačných koeficientov. Hypotézy testujeme na hladine významnosti $\alpha = 0,01$ a uvádzame ich v nasledujúcom vzťahu:

$$\begin{aligned} H0: \rho_{xy} &= 0 \text{ (premenné sú lineárne nezávislé)} \\ H1: \rho_{xy} &\neq 0 \text{ (premenné sú lineárne závislé)} \end{aligned} \quad (11)$$

hladina významnosti $\alpha = 0,05$

3.4 Bodovacia metóda

V analytickej časti našej diplomovej práce sme sa rozhodli použiť aj niektorú z metód viackriteriálneho hodnotenia. Preto sme si ako poslednú metódu zvolili bodovaciu metódu.

Podľa Pažitnej a Labudovej: „Bodovacia metóda umožňuje zhrnúť hodnoty za ukazovatele zistené v rôznych meracích jednotkách, ktoré by v pôvodných meracích jednotkách nebolo možné spočítať, do jedinej syntetickej charakteristiky, ktorá je bezrozmerným číslom.“⁵¹

Ak aplikujeme bodovaciu metódu zameníme hodnoty premenných $X_j (j = 1, 2, \dots, k)$, ktoré boli pozorované na objektoch $Q_i (i = 1, 2, \dots, m)$ zodpovedajúcim počtom bodov.

Každému ukazovateľu X_j hľadáme krajinu (objekt), v ktorej daný ukazovateľ nadobúda minimálnu hodnotu $x_{min,j}$, ak očakávame pokles ukazovateľa alebo maximálnu hodnotu $x_{max,j}$, ak je pozitívnym javom rast ukazovateľa. Takejto krajine (objektu) priradíme 100 bodov. Ostatným krajinám (objektom) priradíme od 0 do 100 bodov, podľa toho, koľko percent predstavuje hodnota ukazovateľa na danej krajine (objekte) z minimálnej, respektíve maximálnej hodnoty.⁵²

⁵¹ PAŽITNÁ, Mária – LABUDOVÁ, Viera. *Metódy štatistického porovnávania*. 1. vyd. Bratislava : Vydavateľstvo EKONÓM, 2007. s. 158. ISBN 978-80-225-2285-4.

⁵² PAŽITNÁ, Mária – LABUDOVÁ, Viera. *Metódy štatistického porovnávania*. 1. vyd. Bratislava : Vydavateľstvo EKONÓM, 2007. s. 158. ISBN 978-80-225-2285-4.

Ak za pozitívny jav očakávame pokles ukazovateľa, ako základ si zvolíme minimálnu hodnotu ukazovateľa $x_{min.j}$. Krajinám (objektom) priradíme počet bodov podľa nasledujúceho vzťahu:

$$z_{ij} = \frac{x_{min.j}}{x_{ij}} * 100 \quad (12)$$

kde z_{ij} je počet bodov pre j -ty ukazovateľ v i -tej krajine (objekte),

$x_{min.j}$ je minimálna hodnota j -teho ukazovateľa,

x_{ij} je hodnota j -teho ukazovateľa prislúchajúca i -tej krajine (objektu).

Na druhej strane v prípade, ak očakávame rast ukazovateľa, tak si za základ zvolíme maximálnu hodnotu ukazovateľa $x_{max.j}$. Body priradzujeme podľa vzťahu:

$$z_{ij} = \frac{x_{max.j}}{x_{ij}} * 100 \quad (13)$$

kde z_{ij} je počet bodov pre j -ty ukazovateľ v i -tej krajine (objekte),

$x_{max.j}$ je maximálna hodnota j -teho ukazovateľa,

x_{ij} je hodnota j -teho ukazovateľa prislúchajúca i -tej krajine (objektu).⁵³

V porovnaní napríklad s metódou váženého súčtu poradí umožňuje bodovacia metóda krajiny (objekty) hodnotiť citlivejšie, pretože oproti poradiu, pridelené počty bodov vyjadrujú kvantitatívne rozdiely objektov v rámci daných ukazovateľov.

Ak vstupný súbor obsahuje ukazovatele so záporným znamienkom, tak môžeme pri transformácii jednotlivých premenných na body postupovať 2 spôsobmi:

1. krajine (objektu) priradíme nulový počet bodov,
2. tak ako pri kladných hodnotách danej krajine (objektu) určíme počet bodov rovnakým spôsobom, ale so záporným znamienkom.⁵⁴

Celkové bodové hodnotenie získame zhodnotením úrovne ukazovateľov v daných krajinách (objektoch) a následným sčítaním bodov ich hodnotenia. Na základe tohto celkového bodového hodnotenia môžeme krajiny (objekty) usporiadať, respektíve zaradiť do konkrétnych kategórií podľa určitých intervalov súhrnného bodového hodnotenia.

⁵³ PAŽITNÁ, Mária – LABUDOVÁ, Viera. *Metódy štatistického porovnávania*. 1. vyd. Bratislava : Vydavateľstvo EKONÓM, 2007. s. 158-160. ISBN 978-80-225-2285-4.

⁵⁴ STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerne štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. s. 19. ISBN 978-80-8078-152-1.

Výslednú syntetickú premennú určíme nasledovne:

$$d_i = \sum_{j=1}^k z_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (14)$$

Ak bodovaciú metódu použijeme opakovane s rozdielnym počtom ukazovateľov je potrebné pri porovnávaní výsledkov použiť priemerný počet bodov:

$$d_i = \frac{1}{k} * \sum_{j=1}^k z_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (15)$$

Najčastejšie sa pri porovnávaní používa práve tento priemerný počet bodov.

Ak by bolo potrebné priradiť daným ukazovateľom rozličné váhy, vieme ich do vzťahu ľahko vložiť. V takomto prípade, ale vypočítame syntetickú premennú ako vážený aritmetický priemer počtu bodov za dané ukazovatele.

$$d_i = \sum_{j=1}^k z_{ij} * w_j \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (16)$$

respektíve

$$d_i = \frac{1}{k} * \sum_{j=1}^k z_{ij} * w_j \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (17)$$

kde w_j je váha j -teho ukazovateľa a váhy musia splniť podmienku $\sum_{j=1}^k w_j = 1$.

Prvá krajina (objekt) v poradí bude krajina (objekt) s najvyššou hodnotou d_i , naopak posledná bude krajina (objekt), ktorej hodnota syntetickej premennej d_i je najnižšia.⁵⁵

⁵⁵ PAŽITNÁ, Mária – LABUDOVÁ, Viera. *Metódy štatistického porovňovania*. 1. vyd. Bratislava : Vydavateľstvo EKONÓM, 2007. s. 158-160. ISBN 978-80-225-2285-4.

4 Výsledky práce

4.1 Zhluková analýza krajín EÚ pomocou indikátorov druhého cieľa Agendy 2030

Do zhlukovej analýzy na charakterizovanie podobnosti jednotlivých krajín Európskej únie bola v práci použitá euklidovská vzdialenosť podľa vzťahu (6). Na použitie tejto metódy sme potrebovali dokázať vzájomnú nekorelovanosť premenných. Tento predpoklad sme overili pomocou korelačnej matice.

Dáta do našej analýzy sme vybrali za rok 2014, nakoľko tento rok ponúkal najkomplexnejšie dáta a najmä v tomto roku boli poskytnuté dáta z 27-mich krajín EÚ. Skúmané čiastkové ciele v krajinách Európskej únie sme analyzovali pomocou štatistického softvéru SAS Enterprise Guide 5.1. Do analýzy sme si zvolili nasledujúcich sedem indikátorov, vymedzených Európskou úniou:

OR - Obesity Rate (miera obezity),

AFI - Agricultural factor income per annual work unit (príjem poľnohospodárskeho faktora na ročnú pracovnú jednotku),

GS - Government support to agricultural research and development (vládna podpora poľnohospodárskeho výskumu a vývoja),

GNB - Gross nutrient balance on agricultural land by nutrient (hrubá bilancia živín na poľnohospodárskej pôde podľa živín),

AE - Ammonia emissions from agriculture (emisie amoniaku z poľnohospodárstva),

AOF - Area under organic farming (plocha ekologického poľnohospodárstva),

ESE - Estimated soil erosion by water (odhadovaná erózia pôdy vodou).

Eurostat v rámci indikátorov na hodnotenie cieľa 2 Agendy 2030 ponúka ešte premennú: Spoločný index vtákov podľa druhu, ale túto premennú sme sa rozhodli vynechať, nakoľko poskytuje len celkový index za celú EÚ nie za jednotlivé štáty.

4.1.1 Overenie závislosti premenných

Pri charakterizovaní podobnosti jednotlivých krajín sme ako je uvedené v metodológii vyžadovali vzájomnú nekorelovanosť premenných, ktorú sme overili pomocou štatistického testu významnosti korelačných koeficientov.

Tabuľka 2: Korelačná matica ukazovateľov

Pearson Correlation Coefficients, N = 27 Prob > r under H0: Rho=0							
	OR	AFI	GS	GNB	AE	AOF	ESE
OR	1	-0,07242 0,7196	-0,18276 0,3615	-0,01644 0,9351	0,19985 0,3176	-0,04052 0,8409	-0,16919 0,3989
AFI	-0,07242 0,7196	1	0,02203 0,9132	-0,38924 0,0448	-0,42451 0,0273	-0,02335 0,9079	-0,06675 0,7408
GS	-0,18276 0,3615	0,02203 0,9132	1	0,00796 0,9686	0,07731 0,7015	-0,02753 0,8916	0,04769 0,8133
GNB	-0,01644 0,9351	-0,38924 0,0448	0,00796 0,9686	1	0,83421 <.0001	-0,33896 0,0837	-0,00401 0,9842
AE	0,19985 0,3176	-0,42451 0,0273	0,07731 0,7015	0,83421 <.0001	1	-0,35157 0,0721	0,17906 0,3715
AOF	-0,04052 0,8409	-0,02335 0,9079	-0,02753 0,8916	-0,33896 0,0837	-0,35157 0,0721	1	0,18099 0,3663
ESE	-0,16919 0,3989	-0,06675 0,7408	0,04769 0,8133	-0,00401 0,9842	0,17906 0,3715	0,18099 0,3663	1

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Výstupom je teda korelačná matica R, ktorá obsahuje párové koeficienty korelácie dvojíc ukazovateľov. My sme sa sústredili na štatistickú významnosť, tak ako sme to stanovili v metodologickej časti vo vzťahu (10).

Podľa výsledkov testov sumarizovaných v Tabuľke 2 sú takmer všetky premenné nezávislé, nakoľko ich p-hodnoty sú vyššie než nami zvolená hladina významnosti. Na základe p-hodnôt v porovnaní s našou hladinou významnosti sme pre ďalšiu analýzu uvažovali takmer so všetkými premennými. Výnimočným prípadom sa stala dvojica AE a GNB, ktorá má ako jediná nižšiu p-hodnotu oproti hladine významnosti. To znamená, že táto dvojica premenných je lineárne závislá.

V takejto situácii v prípade lineárnej závislosti vstupujúcich premenných do analýzy sme zvážili dve možnosti, kde sme uvažovali nad vylúčením jednej premennej z tejto dvojice alebo uskutočnením transformácie premenných, napr. na nezávislé hlavné komponenty.

Rozhodli sme sa vylúčiť premennú hrubej bilancie živín na poľnohospodárskej pôde podľa živín (GNB), nakoľko v ďalších predpokladaných analýzach by pri tejto premennej ako jedinej by sa nedalo jednoznačne určiť jej klesajúci respektíve rastúci charakter.⁵⁶

⁵⁶ charakter premenných- súvisí s ich výslednými hodnotami- klesajúci, ak očakávame čo najnižšiu hodnotu premenných a naopak.

Tabuľka 3: Korelačná matica nezávislých ukazovateľov

Pearson Correlation Coefficients, N = 27 Prob > r under H0: Rho=0						
	OR	AFI	GS	AE	AOF	ESE
OR	1	-0,07242 0,7196	-0,18276 0,3615	0,19985 0,3176	-0,04052 0,8409	-0,16919 0,3989
AFI	-0,07242 0,7196	1	0,02203 0,9132	-0,42451 0,0273	-0,02335 0,9079	-0,06675 0,7408
GS	-0,18276 0,3615	0,02203 0,9132	1	0,07731 0,7015	-0,02753 0,8916	0,04769 0,8133
AE	0,19985 0,3176	-0,42451 0,0273	0,07731 0,7015	1	-0,35157 0,0721	0,17906 0,3715
AOF	-0,04052 0,8409	-0,02335 0,9079	-0,02753 0,8916	-0,35157 0,0721	1	0,18099 0,3663
ESE	-0,16919 0,3989	-0,06675 0,7408	0,04769 0,8133	0,17906 0,3715	0,18099 0,3663	1

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Tabuľka 3 poskytuje novú korelačnú maticu po vylúčení premennej GNB, v ktorej už sú všetky požadované premenné na hladine významnosti 0,01 navzájom nezávislé. Preto sme s týmito premennými pokračovali v analýze ako so vzájomne nekorelovanými vstupnými premennými, ktoré už boli vhodné pre zhlukovú analýzu.

4.1.2 Štandardizácia premenných

V nasledujúcej časti sme museli uskutočniť štandardizáciu, pretože naše vstupné premenné boli v odlišných merných jednotkách.

Tabuľka 4: Štandardizované nezávislé premenné

Country	Vstup_OR	$y = (x - \bar{x})/\sigma$	Výstup_OR
Belgium	14,00	(14-16,76667)/3,39297	-0,815409268
Bulgaria	14,80	(14,8-16,76667)/3,39297	-0,579628275

Zdroj: Vlastné spracovanie

V tabuľke 4 sme ako príklad štandardizácie uviedli 2 vstupné hodnoty miery obezity za krajiny Belgicko a Bulharsko. Následne sme ich podľa vzorca uvedeného v tabuľke štandardizovali. Výsledné hodnoty nezávislých premenných po štandardizácii, ktoré sme potrebovali na ďalšie kroky Zhlukovej analýzy sú zobrazené v stĺpci Výstup_OR. Takýmto spôsobom sme štandardizovali aj 27 krajín spolu s jednotlivými 6 indikátormi.

4.1.3 Výber zhlukovacej metódy

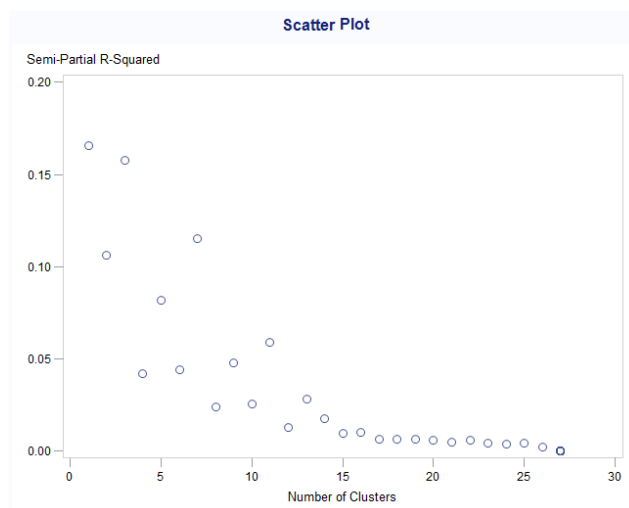
Na základe metodologickej časti, sme si v nasledujúcom kroku mohli vybrať z viacerých možností, aký typ zhlukovej analýzy by sme pre našu prácu zvolili. Našou prvou

voľbou bola Wardova metóda, ktorá ponúka najlepšie a najkomplexnejšie rozdelenie do zhlukov. Pre dôkaz tohto predpokladu sme sa rozhodli použiť aj metódu Average.

Metóda Average

Ako prvú metódu v zhlukovej analýze sme si zvolili metódu Average. Zamerali sme sa na vývoj semiparciálneho koeficienta determinácie na obrázku 4 a vo výstupe 1 sme tento vývoj sledovali v stĺpci Semipartial R-square.

Obrázok 4: Vývoj semiparciálneho koeficienta determinácie v závislosti od počtu vytvorených zhlukov podľa Average metódy zhlukovania



Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Výstup 1: História zhlukovania krajín EÚ na jednotlivých úrovniach

Cluster History											
Number of Clusters	Clusters Joined	Freq	Semipartial R-Square	R-Square	Approximate Expected R-Square	Cubic Clustering Criterion	Pseudo F Statistic	Pseudo t-Squared	Norm RMS Distance	Tie	
26	Poland Portugal	2	0.0021	.998	.	.	18.8	.	0.2352		
25	Denmark CL26	3	0.0043	.994	.	.	13.0	2.0	0.3113		
24	Estonia Latvia	2	0.0039	.990	.	.	12.5	.	0.3204		
23	Belgium Cyprus	2	0.0044	.985	.	.	12.1	.	0.3391		
22	CL25 Lithuania	4	0.0058	.979	.	.	11.3	1.8	0.3579		
21	Greece Croatia	2	0.0049	.975	.	.	11.5	.	0.358		
20	Spain France	2	0.0061	.968	.	.	11.3	.	0.3992		
19	CL23 Netherlands	3	0.0068	.962	.	.	11.1	1.5	0.4012		
18	Czechia Slovakia	2	0.0064	.955	.	.	11.3	.	0.4079		
17	Ireland Luxembourg	2	0.0066	.949	.	.	11.5	.	0.4129		
16	CL22 CL17	6	0.0103	.938	.	.	11.2	2.2	0.4276		
15	CL21 Finland	3	0.0094	.929	.	.	11.2	1.9	0.465		
14	CL18 CL24	4	0.0177	.911	.	.	10.3	3.4	0.5457		
13	CL16 CL15	9	0.0284	.883	.	.	8.8	4.6	0.5569		
12	Bulgaria Hungary	2	0.0128	.870	.	.	9.1	.	0.5778		
11	CL19 CL13	12	0.0591	.811	.	.	6.9	7.1	0.7026		
10	CL14 Sweden	5	0.0255	.785	.	.	6.9	2.7	0.7116		
9	CL11 CL20	14	0.0480	.737	.	.	6.3	3.9	0.7469		
8	Austria Slovenia	2	0.0241	.713	.	.	6.7	.	0.792		
7	CL9 CL10	19	0.1150	.598	.	.	5.0	7.8	0.853		
6	CL7 Romania	20	0.0441	.554	.	.	5.2	2.2	0.9238		
5	CL6 CL12	22	0.0817	.472	.608	-4.0	4.9	3.9	0.9661		
4	Italy CL8	3	0.0423	.430	.531	-2.6	5.8	1.8	0.9909		
3	CL5 CL4	25	0.1577	.272	.418	-3.3	4.5	6.4	1.167		
2	CL3 Germany	26	0.1063	.166	.257	-2.2	5.0	3.5	1.3477		
1	CL2 Malta	27	0.1660	.000	.000	0.00	.	5.0	1.6302		

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Práve pomocou semiparciálneho koeficienta determinácie sme pozorovali v tejto metóde kolísavosť. Prvý významný pokles sme zaznamenali pri 4. Zhluku, kde hodnota

Semipartial R-square z výstupu 1 klesla z hodnoty 0,1577 až na 0,0423. Túto hodnotu dost' blízku 0 by sme mohli brať do úvahy ak by ďalšie zhluky znova výrazne nerástli. Naopak semiparciálny koeficient ako je zaznamenané aj na obrázku 4 opäť výrazne narastal a znova klesal. Za dostatočne nízku a neovplyvnenú výrazným kolísaním semiparciálneho koeficienta determinácie sme považovali hodnotu 0,0241, pri 8. zhluke.

Tabuľka 5: Rozdelenie krajín do zhlukov na základe Average metódy

CLUSTER=1	
Row number	Country
1	Belgium
2	Denmark
3	Ireland
4	Greece
5	Spain
6	France
7	Croatia
8	Cyprus
9	Lithuania
10	Luxembourg
11	Netherlands
12	Poland
13	Portugal
14	Finland

CLUSTER=2	
Row number	Country
15	Czechia
16	Estonia
17	Latvia
18	Slovakia
19	Sweden

CLUSTER=3	
Row number	Country
20	Bulgaria
21	Hungary

CLUSTER=4	
Row number	Country
22	Austria
23	Slovenia

CLUSTER=5	
Row number	Country
24	Romania

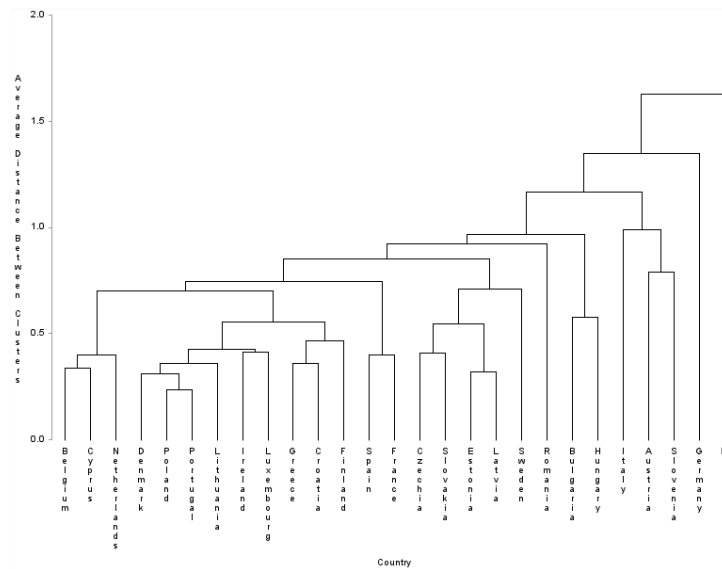
CLUSTER=6	
Row number	Country
25	Italy

CLUSTER=7	
Row number	Country
26	Germany

CLUSTER=8	
Row number	Country
27	Malta

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Obrázok 5: Dendrogram zhlukovania krajín EÚ na základe Average metódy



Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

V ďalšom kroku Average zhlukovej analýzy, sme teda dosiahli v ôsmich zhlukoch nasledujúce početnosti: 14, 5, 2, 2 a v 4 zhlukoch po 1 krajine.

Ak by sme uvažovali s nižším počtom zhlukov, napr. 2, tak by sme dostali prvý zhluk, ktorý by bol tvorený 26 krajinami a v druhom zhluku by bola len krajina Malta.

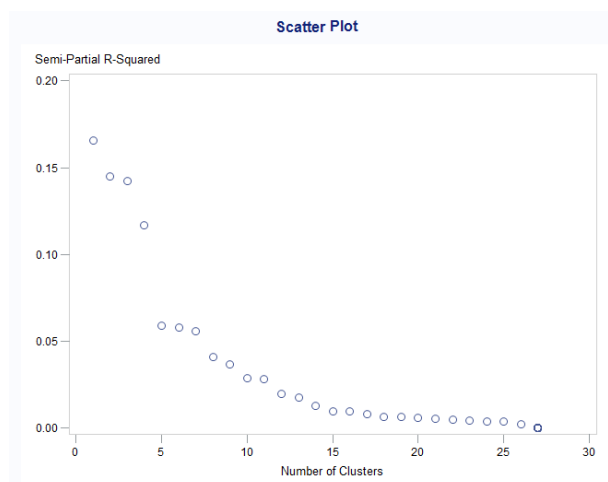
V prípade 3 zhlukov by sme dosiahli rozdelenie zhlukov na zhluk s 25timi krajinami a samostatné by bolo Nemecko a Malta.

Všetky možnosti s ktorými sme uvažovali sú zobrazené na obrázku 5. A práve tieto rozdelenia sme hodnotili ako primitívne, s nízkou vypovedacou hodnotou, ktorú sme následne vedeli efektívne využiť.

Metóda Ward

Druhou a zároveň pôvodnou voľbou, ktorú sme považovali, že poskytne lepšie výsledky zhlukovania bola Wardova metóda. Táto metóda mala ponúknuť väčšiu početnosť a lepšie prerozdelenie krajín EÚ v zhlukoch. Rovnako ako pri metóda Average sme sa zamerali na hodnotu a vývoj semiparciálneho koeficienta determinácie.

Obrázok 6: Vývoj semiparciálneho koeficienta determinácie v závislosti od počtu vytvorených zhlukov podľa Wardovej hierarchickej metódy zhlukovania



Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Výstup 2: História zhlukovania krajín EÚ na jednotlivých úrovniach

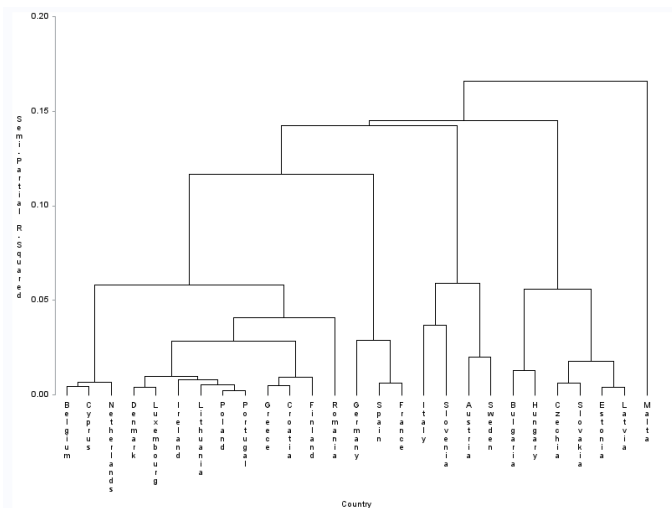
Cluster History									
Number of Clusters	Clusters Joined	Freq	Semipartial R-Square	R-Square	Approximate Expected R-Square	Cubic Clustering Criterion	Pseudo F Statistic	Pseudo t-Squared	Tie
26	Poland Portugal	2	0.0021	.998	.	.	18.8	.	.
25	Estonia Latvia	2	0.0039	.994	.	.	13.6	.	.
24	Denmark Luxembourg	2	0.0040	.990	.	.	12.8	.	.
23	Belgium Cyprus	2	0.0044	.985	.	.	12.3	.	.
22	Greece Croatia	2	0.0049	.981	.	.	12.0	.	.
21	Lithuania CL26	3	0.0053	.975	.	.	11.8	2.5	.
20	Spain France	2	0.0061	.969	.	.	11.6	.	.
19	Czechia Slovakia	2	0.0064	.963	.	.	11.5	.	.
18	CL23 Netherlands	3	0.0068	.956	.	.	11.5	1.5	.
17	Ireland CL21	4	0.0080	.948	.	.	11.4	2.1	.
16	CL22 Finland	3	0.0094	.939	.	.	11.2	1.9	.
15	CL24 CL17	6	0.0097	.929	.	.	11.2	2.0	.
14	Bulgaria Hungary	2	0.0128	.916	.	.	10.9	.	.
13	CL19 CL25	4	0.0177	.898	.	.	10.3	3.4	.
12	Austria Sweden	2	0.0199	.878	.	.	9.9	.	.
11	CL15 CL16	9	0.0284	.850	.	.	9.1	4.6	.
10	Germany CL20	3	0.0289	.821	.	.	8.7	4.7	.
9	Italy Slovenia	2	0.0368	.784	.	.	8.2	.	.
8	CL11 Romania	10	0.0409	.743	.	.	7.9	4.6	.
7	CL14 CL13	6	0.0559	.687	.	.	7.3	5.5	.
6	CL18 CL8	13	0.0580	.629	.	.	7.1	5.1	.
5	CL9 CL12	4	0.0591	.570	.608	-1.2	7.3	2.1	.
4	CL6 CL10	16	0.1170	.453	.531	-2.1	6.4	7.5	.
3	CL4 CL5	20	0.1424	.311	.418	-2.5	5.4	5.7	.
2	CL3 CL7	26	0.1450	.166	.257	-2.2	5.0	5.1	.
1	CL2 Malta	27	0.1660	.000	.000	0.00	.	5.0	.

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Už na prvý pohľad nám obrázok 6, vývoj semiparciálneho koeficienta poskytuje nekolísavosť v jeho hodnotách. Hodnoty postupne klesajú až k plynulému poklesu koeficienta. Prvý významný pokles sme zaznamenali pri 5. zhluku, kde hodnota Semartial R-square v histórii zhlukovania, klesla na 0,0591 z predošlých 0,1170. Túto hodnotu sme však nepovažovali dostatočne nízku a tak ako nám ponúkal obrázok 6, sústredili sme sa na výraznejší pokles hodnoty pri zhluku č. 8.

Hodnota semiparciálneho koeficienta determinácie v tomto bode dosiahli hodnotu 0,0409, nakoľko na ostatných úrovniach už zaznamenávame minimálnych pokles tejto charakteristiky. Preto sme sa rozhodli aj v prípade Wardovej analýzy pre tvorbu 8 zhlukov.

Obrázok 7: Dendrogram zhlukovania krajín EÚ na základe Wardovej metódy



Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

V ďalšom kroku Average zhlukovej analýzy, sme teda dosiahli v ôsmich zhlukoch nasledujúce počtynosti: 10, 4, 3, 3, 2, 2, 2 a v poslednom zhluku ostala 1 krajina.

Ak by sme sa aj vo Wardovej metóde zamerali na prípad toho, že by sme v analýze pokračovali s 2 zhlukmi, tak by sme opäť dostali 1. zhluk s 26 krajinami EÚ a v druhom zhluku by bola Malta.

Ak by sme do úvahy brali 3 zhluky, tak by sa početnosť zmenila a dostali by 1. zhluk s 20 krajinami v druhom zhluku by sme mali 6 krajín a v poslednom opäť 1 krajinu. Rovnako ako pri Average metóde tak aj pri Wardovej metóde obrázok 7 zobrazuje všetky uvažované možnosti zhlukovania.

Ak by sme teda porovnávali tieto dve metódy zhlukovania Average a Ward, tak sme v prvom rade spozorovali výrazne lepší vývoj semiparciálneho koeficienta determinácie pri Wardovej metóde zhlukovania. Ďalším znakom na porovnanie bola početnosť krajín v jednotlivých zhlukoch. V tomto prípade opäť lepšie výsledky poskytla Wardova metóda zhlukovania, ktorá mala zhluky viac početné a netvorila najmä zhluky, ktoré obsahovali len 1 krajinu. Preto aj napriek tomu, že sme dostali 8 zhlukov krajín aj pri Average metóde aj pri Wardovej metóde, na základe týchto dôvodov sme sa ďalej rozhodli pokračovať s Wardovou metódou zhlukovania.

4.1.4 Určenie počtu významných zhlukov

Pomocou predošlých výsledkov z Wardovej zhlukovej analýzy sme sa rozhodli 27 krajín EÚ rozdeliť do ôsmich zhlukov. Príslušnosť jednotlivých krajín EÚ bolo nasledovné:

Tabuľka 6: Rozdelenie krajín do zhlukov na základe Wardovej metódy

CLUSTER=1

Row number	Country
1	Denmark
2	Ireland
3	Greece
4	Croatia
5	Lithuania
6	Luxembourg
7	Poland
8	Portugal
9	Romania
10	Finland

CLUSTER=2

Row number	Country
11	Czechia
12	Estonia
13	Latvia
14	Slovakia

CLUSTER=3

Row number	Country
15	Belgium
16	Cyprus
17	Netherlands

CLUSTER=4

Row number	Country
18	Germany
19	Spain
20	France

CLUSTER=5

Row number	Country
21	Bulgaria
22	Hungary

CLUSTER=6

Row number	Country
23	Austria
24	Sweden

CLUSTER=7

Row number	Country
25	Italy
26	Slovenia

CLUSTER=8

Row number	Country
27	Malta

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Pre interpretáciu jednotlivých zhlukov a určenie priemerných hodnôt, ktoré dosahovali krajiny v jednotlivých zhlukoch sme tento súbor museli spojiť s pôvodným vstupným súborom.

4.1.5 Interpretácia pomocou zhlukových centroidov

V nasledujúcej časti zhlukovej analýzy sme získali výstup 3, ktorý obsahuje jednotlivé zhlukové centroidy s priemernými hodnotami premenných a počtom pozorovaní.

Výstup 3: Zhlukové centroidy ukazovateľov

The MEANS Procedure					
CLUSTER	N Obs	Variable	Mean	N	
1	10	OR	16.4000000	10	
		AFI	105.1760000	10	
		GS	38.5840000	10	
		AE	18.7500000	10	
		AOF	4.8840000	10	
		ESE	3.0580000	10	
2	4	OR	19.3250000	4	
		AFI	134.5375000	4	
		GS	16.6120000	4	
		AE	12.8500000	4	
		AOF	12.4075000	4	
		ESE	1.4675000	4	
3	3	OR	13.9333333	3	
		AFI	92.7200000	3	
		GS	70.7416667	3	
		AE	54.5333333	3	
		AOF	3.7666667	3	
		ESE	2.3100000	3	
4	3	OR	16.3000000	3	
		AFI	112.4566667	3	
		GS	482.5420000	3	
		AE	25.5000000	3	
		AOF	5.7700000	3	
		ESE	4.5300000	3	
5	2	OR	18.0000000	2	
		AFI	166.8350000	2	
		GS	16.7760000	2	
		AE	11.0500000	2	
		AOF	1.6500000	2	
		ESE	2.9400000	2	
6	2	OR	14.3500000	2	
		AFI	95.2100000	2	
		GS	44.0890000	2	
		AE	19.3000000	2	
		AOF	17.9400000	2	
		ESE	8.0900000	2	
7	2	OR	15.0000000	2	
		AFI	120.4850000	2	
		GS	137.7795000	2	
		AE	31.3000000	2	
		AOF	9.7300000	2	
		ESE	21.9600000	2	
8	1	OR	26.0000000	1	
		AFI	78.5800000	1	
		GS	0.4680000	1	
		AE	99.3000000	1	
		AOF	0.2900000	1	
		ESE	10.6000000	1	

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Interpretáciu zhlukov začneme posledným zhlukom v ktorom sa nachádza len jedna krajina: Malta. Túto krajinu považujeme za poľnohospodársky najmenej rozvinutú čo sa týka EÚ a takýto predpoklad sme očakávali. Miera obezity v tomto zhluku ako jedinom prevyšuje 20% a má hodnotu 26%. Príjem poľnohospodárskeho faktora na ročnú pracovnú jednotku

dosiahol hodnotu len 78,58. Podpora vlády v tejto krajine je na úrovni 0,468 mil. EUR. Emisie amoniaku z poľnohospodárstva sa zastavili tesne pred stovkou na hodnote 99,3 kg/hektár. Plocha ekologického poľnohospodárstva zaberá 0,29% využívanej poľnohospodárskej plochy. Odhadovaná erózia pôdy vodou v Malte je 10,6%. Zhluky si bližšie budeme špecifikovať až v nasledujúcej časti, kde si ich zoradíme pomocou bodovacej metódy od najlepšieho po najhorší. Preto sme sa rozhodli ešte spomenúť pomocou zhlukových centroidov iba najlepší zhluk za každý indikátor, nakoľko takmer vo všetkých hodnotách je najhorší 8 zhluk (Malta).

Najlepšiu a teda najmenšiu mieru obezity sme zaznamenali v treťom zhluk s hodnotou 13,93%. Prijem hospodárskeho faktora na ročnú pracovnú jednotku s hodnotou 166,84 dosiahol 5. zhluk. Krajiny štvrtého zhluku Nemecko, Španielsko a Francúzsko podľa očakávania mali v roku 2014 v priemere najvyššiu vládnu podporu až 482,54 mil. EUR. Indikátor emisií amoniaku z poľnohospodárstva má klesajúci charakter a preto najlepšie s hodnotou 11,05 kg na hektár hodnotíme krajiny zhluku č. 5 (Bulharsko, Maďarsko). Najväčšiu plochu ekologického poľnohospodárstva 17,94% majú krajiny 6. zhluku (Rakúsko, Švédsko). V poslednom indikátore nastala zmena aj čo sa týka najhoršieho zhluku., nakoľko odhadovaná erózia pôdy vodou v krajinách Taliansko, Slovinsko zo siedmeho zhluku bola v roku 2014 v priemere 21,96%. Na druhej strane ako najlepší hodnotíme druhý zhluk s krajinami Česko, Estónsko, Lotyšsko a Slovensko, v ktorý v roku 2014 odhadovaná erózia pôdy vodou dosiahla v priemere len 1,47%.

4.1.6 Určenie poradia zhlukov pomocou bodovacej metódy

V poslednej časti zhlukovej analýzy sme určili poradie zhlukov na základe priemerných hodnôt premenných. Zhluky sme zoradili podľa charakteru, vždy od najlepšieho po najhorší.

Výstup 4: Priradenie poradia jednotlivým zhlukom podľa výšky priemerných hodnôt ukazovateľov

rank_OR_Mean	rank_AFI_Mean	rank_GS_Mean	rank_AE_Mean	rank_AOF_Mean	rank_ESE_Mean
4	5	5	6	5	5
2	2	7	7	2	8
8	7	3	2	6	7
5	4	1	4	4	4
3	1	6	8	7	6
7	6	4	5	1	3
6	3	2	3	3	1
1	8	8	1	8	2

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Tabuľka 7: Usporiadanie hodnôt zhlukových priemerov ukazovateľov EÚ pomocou bodovacej metódy

Zhluk	OR	AFI	GS	AE	AOF	ESE	Počet bodov
1	84,96	63,04	8,00	58,93	27,22	47,99	48,36
2	72,10	80,64	3,44	85,99	69,16	100	68,56
3	100	55,58	14,66	20,26	21,00	63,53	45,84
4	85,48	67,41	100	43,33	32,16	32,40	60,13
5	77,41	100	3,48	100	9,20	49,91	56,67
6	97,10	57,07	9,14	57,25	100	18,14	56,45
7	92,89	72,22	28,55	35,30	54,24	6,68	48,31
8	53,59	47,10	0,10	11,13	1,62	13,84	21,23

Zdroj: Vlastné spracovanie

Priradené poradia budeme interpretovať spolu s hodnotami z predošlého výstupu. Najvyššia miera obezity je v zhluku 8, kde sa nachádza Malta (26%) a naopak najnižšiu mieru obezity sme zaznamenali pri zhluku 3 (13,93%). Príjem z hospodárskeho faktora má narozdiel od miery obezity rastúci charakter a tak najhoršiu (najnižšiu) hodnotu sme zaznamenali opäť pri zhluku 8 (78,58), najlepší zhluk sa pri tejto premennej javí 5. zhluk (166,823). Najvyššiu podporu vlády v roku 2014 dosahujú krajiny zo 4. zhluku: Nemecko, Španielsko, Francúzsko a to v priemere až 482,542 mil. EUR. Najnižšia vládna podpora prišla v roku 2014 v krajine Malta 0,462 mil. EUR. Znečistenie amoniakom je znova najhoršie v 8. zhluku až 99,3%, najnižšie sa znečisťovalo v krajinách Bulharska a Maďarska z piateho zhluku a to v priemere len 11,05%. Ďalšou premennou s rastúcim charakterom je Plocha ekologického poľnohospodárstva, ktorá mala 17,94% využívanej poľnohospodárskej plochy. Najmenej opäť Malta s hodnotou 0,29%. Posledné pozorovanie je odhadovaná erózia pôdy vodou v %. S najlepším výsledkom 1,47% sú na prvom mieste krajiny druhého zhluku (Slovensko, Česko, Estónsko, Lotyšsko). Zaujímavá udalosť nastala pri najhoršom zhluku kedy prvýkrát nie je najhoršia Malta, ale zhluk 7 (Taliansko, Slovinsko).

Na základe bodovacej metódy sme vyhodnotili aj konkrétne poradie zhlukov. Najmenej bodov získala podľa predpokladu Malta, ktorá s 21,23 bodmi ďaleko zaostala za ostatnými zhlukmi krajín. V zhlukoch na siedmom až piatom mieste to bolo viac-menej vyrovnané a dosiahli od 45,84 až 48,36 bodu. Na štvrtom a treťom mieste v poradí zhlukov sa umiestnili zhluky, ktoré už prekročili hranicu päťdesiatich bodov. Zhluk na 4. mieste dosiahol 56,45 bodu a tretí zhluk v poradí len o 0,22 bodu viac. V poradí druhý zhluk s 60,13 bodmi bol zhluk č. 4, kde sa nachádzajú krajiny Nemecko, Francúzsko a Španielsko. Jednoznačne

najlepší zhluk s počtom bodov 68,56 bol druhý zhluk. V tomto zhluku sa nachádzajú krajiny Slovensko, Česko, Estónsko a Lotyšsko.

4.2 Metóda hlavných komponentov

V ďalšej časti našej diplomovej práce sme sa rozhodli pre aplikáciu metódy hlavných komponentov, ktorú následne použijeme ako vstup do novej zhlukovej analýzy. Tentokrát sme uvažovali s novými dátami, respektíve premennými.

Do nasledujúcej analýzy sme sa snažili vybrať dáta, ktoré priamo súvisia s poľnohospodárstvom a ktorých dáta sú aj sprístupnené. Tentokrát sme pracovali s novšími dátami, nakoľko z roku 2018 boli sprístupnené za všetky krajiny EÚ. Znova sme sa rozhodli použiť Eurostat a zvolili sme týchto 18 premenných, z ktorých je 12 rastlinných a 6 živočíšnych.

- X1 trvalé plodiny určené na ľudskú spotrebu,
- X2 čerstvá zelenina a jahody,
- X3 zemiaky z ornej pôdy,
- X4 zelená kukurica,
- X5 repka a repka olejná,
- X6 suché strukoviny a bielkovinové plodiny určené na produkciu obilia,
- X7 zrná kukurica a kukuričného klasu,
- X8 ovos a zmesi jarných obilnín,
- X9 jačmeň,
- X10 ražné a zimné zmesi obilnín,
- X11 pšenica a špalda,
- X12 obilniny určené na výrobu obilia,
- X13 produkcia masla,
- X14 produkcia syra,
- X15 produkcia mlieka na farmách,
- X16 produkcia bravčového mäsa,
- X17 produkcia hovädzieho mäsa,
- X18 produkcia hydinového mäsa.

Merná jednotka prvých 12 rastlinných premenných je 1000 hektárov, nakoľko sa jedná o plochu na ktorej sú tieto rastliny pestované. Merná jednotka 6 živočíšnych premenných je 1000 ton, pretože ako vyplýva z ich názvu ide o vyprodukované množstvo.

4.2.1 Overenie závislosti premenných

Rovnako ako pri zhukovej analýze v prvej fáze aplikačnej časti, tak aj pri metóde hlavných komponentov sme sa zamerali na analyzovanie vzájomnej korelácie medzi našimi premennými. Opäť sme to overili štatistickým testom významnosti korelačných koeficientov.

Výstup 5: Korelačná matica jednotlivých ukazovateľov

Pearson Correlation Coefficients, N = 27 Prob > r under H0: Rho=0																		
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
X1	1.00000	0.79826	0.08868	0.06767	-0.00099	0.74555	0.15460	0.30503	0.64861	0.08167	0.36416	0.43284	0.02433	0.25591	0.21102	0.54921	0.40072	0.51518
X2	< 0.001	1.00000	0.53867	0.40603	0.39971	0.75815	0.48259	0.51085	0.67837	0.37230	0.70846	0.75735	0.37485	0.63067	0.58449	0.66985	0.70448	0.82978
X3	0.08868	0.53867	1.00000	0.73194	0.77175	0.50753	0.52177	0.60991	0.56527	0.73300	0.72459	0.79871	0.74185	0.74662	0.81394	0.68160	0.67541	0.77164
X4	0.06767	0.40603	0.73194	1.00000	0.84278	0.41057	0.28437	0.21835	0.61526	0.52106	0.76046	0.68730	0.84562	0.91725	0.92841	0.75054	0.79908	0.65983
X5	-0.00099	0.39971	0.77175	0.84278	1.00000	0.51614	0.60862	0.36895	0.62051	0.50735	0.90609	0.85379	0.71500	0.74842	0.78075	0.54108	0.69553	0.68537
X6	0.74555	0.75815	0.50753	0.41057	0.51614	1.00000	0.38592	0.60999	0.86688	0.45457	0.73999	0.81446	0.33458	0.48363	0.49010	0.68203	0.56075	0.76592
X7	0.15460	0.48259	0.52177	0.28437	0.60862	0.38592	1.00000	0.20428	0.31573	0.12980	0.67997	0.67999	0.19822	0.31132	0.33037	0.18706	0.31862	0.43194
X8	0.4413	0.51085	0.60991	0.21835	0.36895	0.60999	0.20428	1.00000	0.50409	0.86135	0.42024	0.64510	0.25787	0.26252	0.30764	0.41666	0.30827	0.76733
X9	0.64861	0.67837	0.56527	0.61526	0.62051	0.86688	0.31573	0.50409	1.00000	0.47042	0.75805	0.81987	0.57061	0.63593	0.66870	0.86943	0.71241	0.76133
X10	0.08167	0.37230	0.73300	0.52106	0.50735	0.45457	0.12980	0.86135	0.47042	1.00000	0.43166	0.62049	0.47480	0.46414	0.51879	0.56958	0.38535	0.76236
X11	0.6855	0.0558	< 0.001	0.0053	0.0069	0.0172	0.5187	< 0.001	0.0133	0.0246	0.0006	0.0123	0.0147	0.0056	0.0019	0.0471	< 0.001	< 0.001
X12	0.36416	0.70846	0.72459	0.76046	0.90609	0.73999	0.67997	0.42024	0.75805	0.43166	1.00000	0.95125	0.64573	0.79101	0.78374	0.64166	0.80379	0.81091
X13	0.0618	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.0291	< 0.001	0.0246	< 0.001	0.0003	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.0003	< 0.001	< 0.001
X14	0.43284	0.75735	0.79871	0.68730	0.85379	0.81446	0.67999	0.64510	0.81987	0.62049	0.95125	1.00000	0.60208	0.71817	0.73800	0.70289	0.74357	0.90489
X15	0.02433	0.37485	0.74185	0.84562	0.71500	0.33458	0.19822	0.25787	0.57061	0.47480	0.64573	0.60208	1.00000	0.98129	0.93429	0.69800	0.86986	0.59162
X16	0.54921	0.58449	0.81394	0.92841	0.78075	0.49010	0.33037	0.30764	0.66870	0.51879	0.78374	0.73800	0.93429	0.97769	1.00000	0.81621	1.00000	0.76012
X17	0.21102	0.25591	0.63067	0.74662	0.91725	0.74842	0.48363	0.31132	0.26252	0.63593	0.46414	0.79101	0.71817	0.88129	1.00000	0.97769	0.78275	0.91475
X18	0.51518	0.82978	0.77164	0.65583	0.68537	0.76592	0.43194	0.76733	0.76133	0.76236	0.81091	0.90489	0.59162	0.72037	0.72879	0.75352	0.76136	1.00000
X18	0.0060	< 0.001	< 0.001	0.0002	< 0.001	< 0.001	0.0245	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.0012	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Vo vygenerovanej korelačnej matici R sme postupovali rovnako a na základe vzťahu (10). Z korelačnej matice sme nevyradzovali žiadnu z premenných. Vzhľadom na štatistickú významnú závislosť niektorých dvojíc ukazovateľov sú tieto premenné vhodné na uskutočnenie analýzy hlavných komponentov.

Tabuľka 8: Vlastné čísla korelačnej matice

Eigenvalues of the Correlation Matrix				
	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	11,50413	9,2029077	0,6391	0,6391
2	2,301222	0,7784451	0,1278	0,767
3	1,522777	0,1844254	0,0846	0,8516
4	1,338352	0,8081617	0,0744	0,9259
5	0,53019	0,2249352	0,0295	0,9554
6	0,305255	0,0770616	0,017	0,9723
7	0,228193	0,1137676	0,0127	0,985
8	0,114426	0,0640541	0,0064	0,9914
9	0,050372	0,0066693	0,0028	0,9942
10	0,043702	0,0175447	0,0024	0,9966
11	0,026158	0,0097081	0,0015	0,998
12	0,01645	0,007559	0,0009	0,999
13	0,008891	0,0032367	0,0005	0,9995
14	0,005654	0,0028977	0,0003	0,9998
15	0,002756	0,00182	0,0002	0,9999
16	0,000936	0,0004074	0,0001	1
17	0,000529	0,0005209	0	1
18	7,9E-06		0	1

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Z dôvodu, že sú naše premenné v rozličných merných jednotkách sme zvolili tabuľku vlastných čísel na základe korelačnej matice. Na základe tejto tabuľky sme zistili, že vlastné čísla korelačnej matice väčšie ako 1 sú štyri (11,504; 2,301; 1,523; 1,338). Pomocou týchto prvých štyroch hlavných komponentov sme dokázali vysvetliť až 92,59% z celkovej variability dát.

Tabuľka 9: Vlastné vektory korelačnej matice

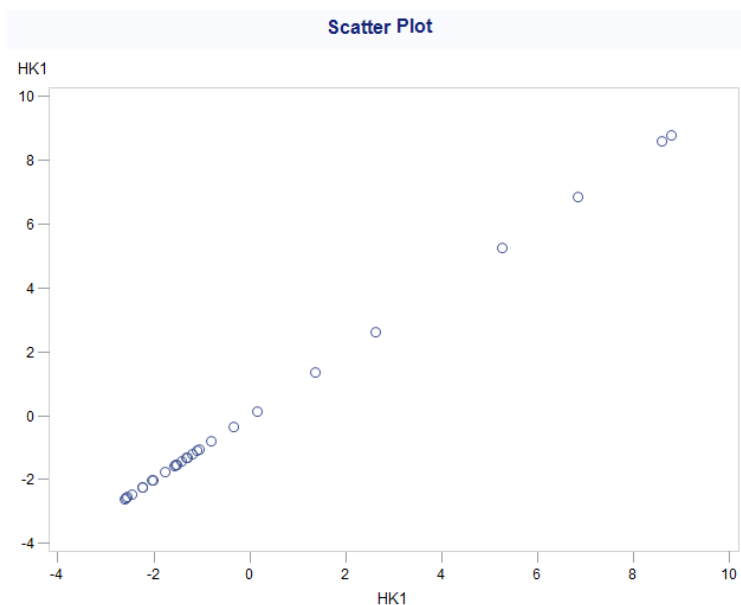
Eigenvectors				
	HK1	HK2	HK3	HK4
X1	0,130592	0,50458	-0,34754	-0,10399
X2	0,227831	0,307529	-0,16491	0,05212
X3	0,251052	-0,13721	0,263126	0,033242
X4	0,24457	-0,30841	-0,07865	-0,07057
X5	0,244242	-0,22088	0,1115	0,282591
X6	0,226582	0,349315	-0,04725	0,026093
X7	0,146619	0,04667	0,07506	0,703774
X8	0,172228	0,263844	0,527091	-0,17146
X9	0,249605	0,182991	-0,13998	-0,09329
X10	0,192943	0,017625	0,528255	-0,29237
X11	0,26935	-0,01125	-0,05425	0,301109
X12	0,278052	0,094389	0,105853	0,21636
X13	0,23054	-0,33331	-0,08417	-0,17301
X14	0,259686	-0,21783	-0,18408	-0,08912
X15	0,265872	-0,2393	-0,12783	-0,10316
X16	0,251754	0,039835	-0,15665	-0,29323
X17	0,260576	-0,11113	-0,24715	-0,07586
X18	0,272211	0,147321	0,150813	-0,05693

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Prvý hlavný komponent vysvetľuje viac než polovicu (63,91%) z celkovej variability a preto ho v našej analýze považujeme za najvýznamnejší. Premenné, ktoré sa podieľajú na tvorbe tohto komponentu sú vyjadrené vo vektore vlastných čísel pre prvý hlavný komponent HK1, ktorý sme zapísali do rovnice:

$$\begin{aligned}
 HK1 = & 0,13x_1 + 0,23x_2 + 0,25x_3 + 0,24x_4 + 0,24x_5 + 0,23x_6 + 0,15x_7 + 0,17x_8 \\
 & + 0,25x_9 + 0,19x_{10} + 0,27x_{11} + 0,28x_{12} + 0,23x_{13} + 0,26x_{14} + 0,27x_{15} \\
 & + 0,25x_{16} + 0,26x_{17} + 0,27x_{18}
 \end{aligned}$$

Obrázok 8: Graf komponentného skóre pre prvý komponent (HK1)



Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Nakoľko všetky komponentové váhy pre prvý hlavný komponent sú kladné, nízke hodnoty HK1 znamenajú, že krajina je celkovo na tom „zle“, a naopak, vysoké hodnoty znamenajú, že krajina je na tom „dobre“. Na základe grafu sme zaznamenali, že najhoršie sú na tom krajiny ako Malta, Luxembursko a Cyprus a medzi vyspelé patria krajiny Francúzsko a Nemecko, samozrejme, do úvahy sme brali len sledované potravinové premenné.

Tabuľka 10: Pearsonove koeficienty korelácie pre prvé štyri hlavné komponenty

Pearson Correlation Coefficients, N = 27																		
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
HK1	0,44294	0,77275	0,85151	0,82952	0,82841	0,76851	0,4973	0,58416	0,8466	0,65442	0,91357	0,94309	0,78194	0,88079	0,90178	0,85389	0,88381	0,92328
	0,0207	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0,0083	0,0014	<.0001	0,0002	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
HK2	0,76544	0,46651	-0,20815	-0,46784	-0,33507	0,5299	0,0708	0,40025	0,27759	0,02674	-0,01707	0,14319	-0,50562	-0,33045	-0,36301	0,06043	-0,16859	0,22348
	<.0001	0,0142	0,2975	0,0139	0,0876	0,0045	0,7257	0,0386	0,1609	0,8947	0,9327	0,4762	0,0071	0,0923	0,0627	0,7646	0,4006	0,2625
HK3	-0,42887	-0,20351	0,3247	-0,09706	0,13759	-0,05831	0,09263	0,65043	-0,17274	0,65187	-0,06694	0,13062	-0,10386	-0,22716	-0,15775	-0,19331	-0,30499	0,1861
	0,0256	0,3086	0,0984	0,6301	0,4937	0,7727	0,6459	0,0002	0,3889	0,0002	0,7401	0,5161	0,6062	0,2545	0,432	0,334	0,1219	0,3527
HK4	-0,1203	0,0603	0,03846	-0,08164	0,32692	0,03019	0,81418	-0,19836	-0,10792	-0,33823	0,34834	0,2503	-0,20015	-0,1031	-0,11934	-0,33922	-0,08776	-0,06586
	0,55	0,7651	0,849	0,6856	0,096	0,8812	<.0001	0,3213	0,5921	0,0844	0,075	0,208	0,3168	0,6088	0,5533	0,0835	0,6634	0,7441

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Na základe výstupu sme si identifikovali komponenty ako hypotetické premenné:

1. komponent – **všeobecný zástupca potravinových premenných**
2. komponent – **trvalé plodiny**
3. komponent – **ovos**
4. komponent – **kukurica na zrno.**

Nakoľko tieto hlavné komponenty sú lineárne nezávislé premenné použili sme ich ako vstupy do viacrozmernej metódy vyžadujúcej predpoklad nezávislosti, konkrétne ďalej do zhlukovej analýzy.

4.3 Zhluková analýza krajín EÚ pomocou potravinových indikátorov

Rovnako v predchádzajúcej zhlukovej analýze na charakterizovanie podobnosti jednotlivých krajín Európskej únie sme v práci použili euklidovskú vzdialenosť. V tomto prípade sme už potvrdili vzájomnú nekorelovanosť v časti metódy hlavných komponentov.

Tabuľka 11: Korelačná matica hlavných komponentov

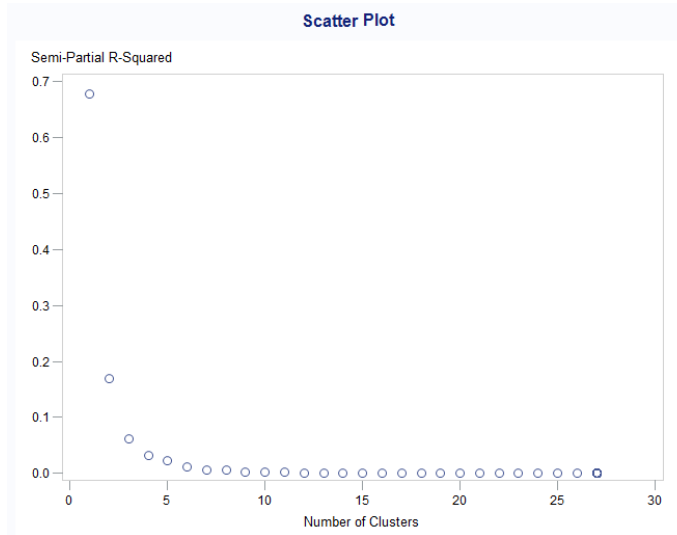
Pearson Correlation Coefficients, N = 27 Prob > r under H0: Rho=0				
	HK1	HK2	HK3	HK4
HK1	1	0	0	0
HK2	0	1	0	0
HK3	0	0	1	0
HK4	0	0	0	1

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Metóda Ward

Narozdiel od časti pri prvej zhlukovej analýze, tak v tejto časti našej práce už nebudeme porovnávať viacero zhlukovacích metód. Podľa očakávania, najlepšou metódou na zhlukovanie bola v predošlej analýze Wardova metóda, preto sme sa ju v tejto časti rozhodli použiť bez porovnávania s inou zhlukovacou metódou.

Obrázok 9: Vývoj semiparciálneho koeficienta determinácie v závislosti od počtu vytvorených zhhlukov podľa Wardovej hierarchickej metódy zhhlukovania



Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Výstup 6: História zhlukovania krajín EÚ na jednotlivých úrovniach

Cluster History										
Number of Clusters	Clusters Joined	Freq	Semipartial R-Square	R-Square	Approximate Expected R-Square	Cubic Clustering Criterion	Pseudo F Statistic	Pseudo t-Squared	Tie	
26	Cyprus Luxembourg	2	0.0000	1.00	.	.	2E4	.	.	.
25	CL26 Malta	3	0.0000	1.00	.	.	12E3	2.7	.	.
24	CL25 Slovenia	4	0.0000	1.00	.	.	3609	8.0	.	.
23	Croatia Slovakia	2	0.0001	1.00	.	.	1905	.	.	.
22	Estonia Latvia	2	0.0001	1.00	.	.	1261	.	.	.
21	Finland Sweden	2	0.0001	1.00	.	.	906	.	.	.
20	CL22 CL23	4	0.0003	.999	.	.	606	3.6	.	.
19	Czechia Austria	2	0.0004	.999	.	.	461	.	.	.
18	Belgium CL19	3	0.0006	.998	.	.	338	1.7	.	.
17	Portugal CL21	3	0.0006	.998	.	.	284	4.5	.	.
16	Lithuania CL17	4	0.0007	.997	.	.	254	1.7	.	.
15	Bulgaria Hungary	2	0.0008	.996	.	.	234	.	.	.
14	CL20 CL24	8	0.0011	.995	.	.	208	14.5	.	.
13	Denmark Ireland	2	0.0013	.994	.	.	191	.	.	.
12	CL18 CL16	7	0.0020	.992	.	.	168	4.1	.	.
11	CL13 Netherlands	3	0.0023	.990	.	.	152	1.8	.	.
10	CL12 Greece	8	0.0029	.987	.	.	140	4.0	.	.
9	CL10 CL15	10	0.0074	.979	.	.	106	7.3	.	.
8	CL9 CL14	18	0.0107	.969	.	.	83.7	10.0	.	.
7	Germany France	2	0.0239	.945	.	.	56.9	.	.	.
6	CL8 CL11	21	0.0278	.917	.	.	46.3	16.8	.	.
5	Italy Romania	2	0.0322	.885	.791	5.78	42.2	.	.	.
4	Spain CL5	3	0.0716	.813	.744	2.86	33.3	2.2	.	.
3	CL7 Poland	3	0.0906	.722	.675	1.32	31.2	3.8	.	.
2	CL3 CL4	6	0.1573	.565	.546	0.33	32.5	2.9	.	.
1	CL6 CL2	27	0.5651	.000	.000	0.00	.	32.5	.	.

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Vo Wardovej analýze sme sa sústredili na vývoj semiparciálneho koeficienta determinácie na obrázku 9 a vo výstupe 6 sme tento vývoj pozorovali v stĺpci Semipartial R-square. Významný pokles hodnoty semiparciálneho koeficienta determinácie sme zaznamenali už na druhom stupni zhlukovania, z hodnoty 0,5651 na 0,1573. Túto hodnotu sme však nebrali za dostatočne nízku. Na 5. stupni zhlukovania nadobudla hodnota tohto koeficientu 0,0322, čo sme považovali za dostatočne nízku hodnotu, pretože na ostatných úrovniach dochádza už iba k minimálnemu úbytku tejto charakteristiky.

4.3.1 Určenie počtu významných zhlukov

Pomocou výsledkov z Wardovej zhlukovej analýzy sme sa rozhodli 27 krajín rozdeliť do piatich zhlukov. Pre určenie početnosti v jednotlivých zhlukoch je potrebné spojiť tento súbor s pôvodným vstupným súborom.

Tabuľka 12: Rozdelenie krajín do zhlukov na základe Wardovej metódy

CLUSTER=1	
Row number	Country
1	Belgium
2	Bulgaria
3	Czechia
4	Denmark
5	Estonia
6	Ireland
7	Greece
8	Croatia
9	Cyprus
10	Latvia
11	Lithuania
12	Luxembourg
13	Hungary
14	Malta
15	Netherlands
16	Austria
17	Portugal
18	Slovenia
19	Slovakia
20	Finland
21	Sweden

CLUSTER=2	
Row number	Country
22	Germany
23	France

CLUSTER=3	
Row number	Country
24	Italy
25	Romania

CLUSTER=4	
Row number	Country
26	Spain

CLUSTER=5	
Row number	Country
27	Poland

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Do prvého zhľuku sa nám podarilo zaradiť až 21 krajín, v druhom a treťom zhľuku sa nachádzajú 2 krajiny a do štvrtého a piateho zhľuku vstupuje len jedna krajina.

4.3.2 Interpretácia pomocou zhlukových centroidov

Výstup 7: Zhlukové centroidy potravinových ukazovateľov

CLUSTER	Variable	Mean
1	X1	121.6804762
	X2	25.5271429
	X3	25.3619048
	X4	67.2028571
	X5	90.5695238
	X6	35.5580952
	X7	114.8742857
	X8	50.7423810
	X9	165.8876190
	X10	15.7328571
	X11	336.3085714
	X12	711.3871429
	X13	47.8990476
	X14	142.0995238
	X15	2734.22
	X16	330.7828571
	X17	112.1014286
	X18	134.1285714
2	X1	546.0100000
	X2	198.9250000
	X3	225.8800000
	X4	1805.82
	X5	1422.45
	X6	230.2300000
	X7	918.5800000
	X8	169.5100000
	X9	1714.99
	X10	273.7250000
	X11	4135.20
	X12	7602.11
	X13	445.8550000
	X14	2076.36
	X15	29560.96
	X16	3762.27
	X17	1281.00
	X18	1652.00
3	X1	1340.83
	X2	273.4550000
	X3	109.8650000
	X4	201.5450000
	X5	323.5600000
	X6	120.4600000
	X7	1529.13
	X8	135.0800000
	X9	341.7750000
	X10	6.9000000
	X11	1968.94
	X12	4197.86
	X13	54.1750000
	X14	702.1350000
	X15	8787.47
	X16	917.8800000
	X17	429.5700000
	X18	868.7250000
4	X1	4881.36
	X2	379.9100000
	X3	67.4900000
	X4	107.3400000
	X5	78.5300000
	X6	472.9300000
	X7	322.3700000
	X8	566.7200000
	X9	2569.46
	X10	174.6400000
	X11	2063.68
	X12	6027.61
	X13	50.9900000
	X14	474.6800000
	X15	8417.53
	X16	4530.48
	X17	669.0100000
	X18	1636.82
5	X1	329.2700000
	X2	239.5700000
	X3	290.9700000
	X4	601.5800000
	X5	845.1100000
	X6	251.9900000
	X7	645.4100000
	X8	1412.80
	X9	975.7400000
	X10	970.9300000
	X11	2417.23
	X12	7806.31
	X13	222.6600000
	X14	855.5900000
	X15	14179.21
	X16	2082.44
	X17	564.7200000
	X18	2545.14

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Narozdiel od pôvodnej zhlukovej analýzy tento súbor obsahuje pomerne veľký počet vstupných premenných, nakoľko nám do analýzy vstupuje až 18 premenných. Interpretáciu podľa jednotlivých zhlukov hodnotíme v tomto prípade za príliš zdĺhavú a rozhodli sme sa ju, preto vynechať a pokračovali sme ďalším krokom, ktorý nám skráti dĺžku hodnotenia.

4.3.3 Určenie poradia zhlukov pomocou bodovacej metódy

Podobne ako pri predošlej zhlukovej analýze sme určili poradie zhlukov na základe priemerných hodnôt premenných. Zhluky sme zoradili podľa charakteru, vždy od najlepšieho po najhorší.

Výstup 8: Priradenie poradia jednotlivým zhlukom podľa výšky priemerných hodnôt ukazovateľov

rank_X1_Mean	rank_X2_Mean	rank_X3_Mean	rank_X4_Mean	rank_X5_Mean	rank_X6_Mean	rank_X7_Mean	rank_X8_Mean	rank_X9_Mean
1	1	1	1	2	1	1	1	1
3	2	4	5	5	3	4	3	4
4	4	3	3	3	2	5	2	2
5	5	2	2	1	5	2	4	5
2	3	5	4	4	4	3	5	3

rank_Wheat and spelt_Mean	rank_Cereals_Mean	rank_Production of butter_Mean	rank_Production of cheese_Mean	rank_var15	rank_Pig Meat_Mean	rank_Cattle Meat_Mean	rank_Poultry Meat_Mean
1	1	1	1	1	1	1	1
5	4	5	5	5	4	5	4
2	2	3	3	3	2	2	2
3	3	2	2	2	5	4	3
4	5	4	4	4	3	3	5

Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou SAS Enterprise Guide 5.1

Tabuľka 13: Usporiadanie hodnôt zhlukových priemerov prvých 9 ukazovateľov pomocou bodovacej metódy

Zhluk	rank_X1	rank_X2	rank_X3	rank_X4	rank_X5	rank_X6	rank_X7	rank_X8	rank_X9
1	2,49	6,72	8,72	3,72	6,37	7,52	7,51	3,59	6,46
2	11,19	52,36	77,63	100	100	48,68	60,07	12,00	66,75
3	27,47	71,98	37,76	11,16	22,75	25,47	100	9,56	13,30
4	100	100	23,19	5,94	5,52	100	21,08	40,11	100
5	6,75	63,06	100	33,31	59,41	53,28	42,21	100	37,97

Zdroj: Vlastné spracovanie

Priradené poradie, interpretujeme aj s hodnotami z predošlého výstupu. Najväčšia oblasť trvalých plodín určených na ľudskú spotrebu bola v roku 2018 v 4. zhluku v Španielsku (4881360 ha). Naopak najnižiu oblasť sme zaznamenali v roku 2018 v krajinách 1. zhluku a to len v priemere (121680 ha). Čerstvá zelenina a jahody podľa oblasti v roku 2018 boli rovnako najrozšírenejšie v Španielsku (379910 ha) a taktiež rovnako najmenej rozšírené v krajinách 1. zhluku v priemere (25527 ha). Treťou premennou bola oblasť zemiakov z ornej pôdy, kde sme najväčšiu oblasť zaznamenali v roku 2018 v krajine Poľsko (290970 ha), naopak pri najmenej oblasti sa nič nezmenilo a opäť sú na tom najhoršie krajiny 1. zhluku v priemere (25362 ha). Najväčšiu oblasť zelenej kukurice v roku 2018 sme zaznamenali v krajinách 2. zhluku: Nemecko, Francúzsko v priemere (1805820 ha). Najmenšia oblasť zelenej kukurice je až takmer 27-násobne nižšia (67203 ha), opäť v krajinách 1. zhluku. Nemecko a Francúzsko je v popredí aj čo sa týka oblasti repky a repky olejnej v roku 2018 v priemere (1422450 ha).

Zmena prvýkrát nastala pri najhoršej oblasti kde 1. zhluk vystriedala krajina 4. zhliku Španielsko (78530 ha). Opačná situácia pre Španielsko nastala pri ďalšej premennej suchých strukovín a bielkovinových plodín kde sme v roku 2018 zaznamenali najväčšiu oblasť zo všetkých (472930 ha). Naopak najmenšiu oblasť v roku 2018 sme zaznamenali opäť pri krajinách 1. zhliku v priemere (35558 ha). Krajiny 3. zhliku Taliansko a Rumunsko vynikli najväčšou oblasťou len pri tejto 7. premennej (kukurica na zrno), kde v roku 2018 ich oblasť nadobudla v priemere (1529130 ha). Až viac než 13-násobne nižšia bola oblasť kukurice na zrno v krajinách 1. zhliku v priemere (114874 ha). Oblasť ovsa bola v roku 2018 v Poľsku (1412800 ha), naopak najmenšia oblasť ovsa bola v krajinách 1. zhliku v priemere (50742 ha). Pestovaniu jačmeňa sa najviac darilo v roku 2018 v Španielsku (2596460 ha), najmenšiu oblasť sme opäť zachytili v krajinách 1. zhliku v priemere (165888 ha).

Tabuľka 14: Usporiadanie hodnôt zhlukových priemerov druhých 9 ukazovateľov pomocou bodovacej metódy

Zhluk	rank_X10	rank_X11	rank_X12	rank_X13	rank_X14	rank_X15	rank_X16	rank_X17	rank_X18
1	1,62	8,13	9,11	10,74	6,84	9,25	7,30	8,75	5,27
2	28,19	100	97,38	100	100	100	83,04	100	64,91
3	0,71	47,61	53,78	12,15	33,82	29,73	20,26	33,53	34,13
4	17,99	49,91	77,21	11,44	22,86	28,48	100	52,23	64,31
5	100	58,45	100	49,94	41,21	47,97	45,97	44,08	100

Zdroj: Vlastné spracovanie

Raž a zimné obilniny svojou najväčšou oblasťou v roku 2018 vynikali v krajine 5. zhliku Poľsku (970930 ha). Druhýkrát a zároveň posledný v našej analýze nastala situácia, že najmenšia oblasť sa nenachádza v 1. zhliku krajín. Najmenšia oblasť raže a zimných obilnín je v krajinách Taliansko a Rumunsko a to v priemere len (6900 ha). Pšenica a špalda podľa oblasti v roku 2018 bola navyše zastúpená v krajinách Nemecko a Francúzsko v priemere (4135200 ha), naopak najmenej zastúpená bola v krajinách 1. zhliku (336309 ha). Poľsko bolo v roku 2018 v rámci poslednej premennej, výrobkov z plodín, najlepším zhlukom. Dosiahlo najväčšiu oblasť obilnín (7806310 ha), najmenšia oblasť znova pripadla krajinám 1. zhliku (711387 ha).

Následne sme prešli k premenným, ktoré mali súvis s produkciou mlieka, mliečnych výrobkov, respektíve s produkciou mäsa. Najväčšiu produkciu masla dosiahli v roku 2018 krajiny 2. zhliku Nemecko a Francúzsko v priemere (445855 t). Na druhej strane najmenšiu produkciu masla sme zaznamenali v krajinách 1. zhliku a to v priemere (47899 t). Identické poradie vo všetkých zhlukoch nastalo aj pri premenných 13 a 14. To znamená, že najvyššia

produkcia syra v roku 2018 bola v Nemecku a Francúzsku v priemere (2076360 t) a najmenšia v krajinách 1. zhluku v priemere (142099 t). Taktiež navyiac produkcie mlieka z fariem v roku 2018 dosiahli Nemecko a Francúzsko v priemere (29560960 t) a najmenej produkcie mali opäť krajiny 1. zhluku v priemere (2734220 t). Najväčšiu produkciu bravčového mäsa prevzalo v roku 2018 Španielsko (4530480 t), krajinám 1. zhluku pripadlo opäť najnižšie číslo v priemere (330783 t). S ďalšou premennou Nemecko a Francúzsko v roku 2018 najviac produkovali aj hovädzieho mäsa v priemere (1281000 t), situácia sa naopak nezmenila pri krajinách 1. zhluku, ktoré znova najmenej produkovali a to v priemere (112101 t). Poslednou premennou v našej analýze bola produkcia hydinového mäsa, kde pri najnižšej produkcii sme mali totožný stav s totožnými krajinami 1. zhluku. Tieto krajiny v roku 2018 produkovali ako vo väčšine prípadov najmenej v priemere (134129 t). Na druhej strane Poľsko v rámci hydinového mäsa produkovalo v tomto roku takmer 19-násobne viac a dosiahlo z krajín EÚ najvyššiu produkciu (2545140 t).

Tabuľka 15: Celkové poradie zhlukov a ich počet bodov na základe bodovacej metódy

Zhluk	Počet bodov	Poradie
1	2,95	5.
2	29,37	1.
3	17,75	4.
4	27,55	3.
5	27,56	2.

Zdroj: Vlastné spracovanie

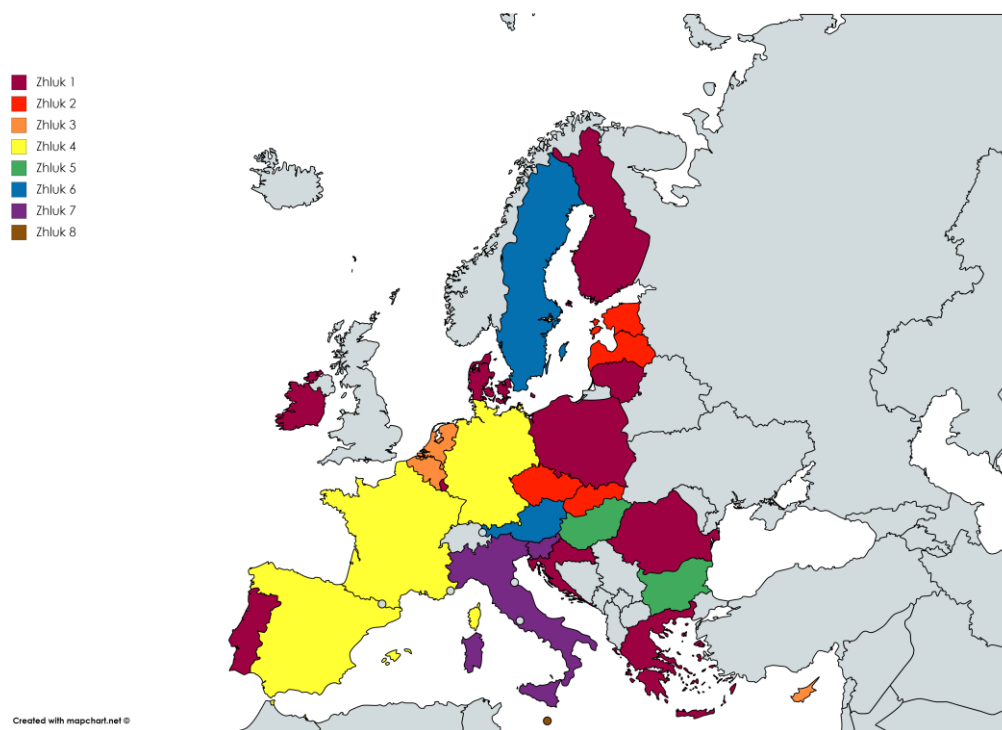
Na základe bodovacej metódy sme vyhodnotili aj konkrétne poradie zhlukov. Najmenej bodov získalo podľa predpokladu 21 krajín 1. zhluku a to iba zanedbateľných 2,95 bodu. Druhým najhorším zhlukom bol zhluk s krajinami Taliansko a Rumunsko, ktorý v našej analýze pomocou bodovacej metódy získal 17,75 bodu. Dá sa povedať narovnať skončili zhluky 4 a 5. 27,55 bodu dosiahol štvrtý zhluk, kde sa nachádza Španielsko. Na druhej pozícii len o 0,01 bodu viac by v našej analýze získal 5. zhluk v ktorom sa nachádzala krajina Poľsko. Najlepší zhluk je zhluk číslo 2 s počtom bodov 29,37, kde sa nachádzajú krajiny Nemecko a Francúzsko.

5 Diskusia

V aplikačnej časti diplomovej práce bolo našim cieľom zhodnotiť a porovnať vytvorené zhluky štátov EÚ. Vzájomne sme sa snažili porovnať vlastnosti zhlukov podľa indikátorov a ich komponentov za štáty v jednotlivých zhluchoch. Taktiež sme chceli zhodnotiť vlastné výsledky v zmysle publikovaných záverov z analytickej časti podľa jednotlivých zhlukových analýz a zhlukovej analýzy z inej podobnej vedeckej analýzy.

Svoje hodnotenia sme sa rozhodli porovnávať na základe troch obrázkov vlastného spracovania, kde sme na mape EÚ zvýraznili jednotlivé štáty EÚ podľa zhlukov, ktoré sme dosiahli či už v našich zhlukových analýzach alebo sme ich prevzali na porovnanie z podobnej odbornej analýzy v publikovanej vedeckej literatúre.

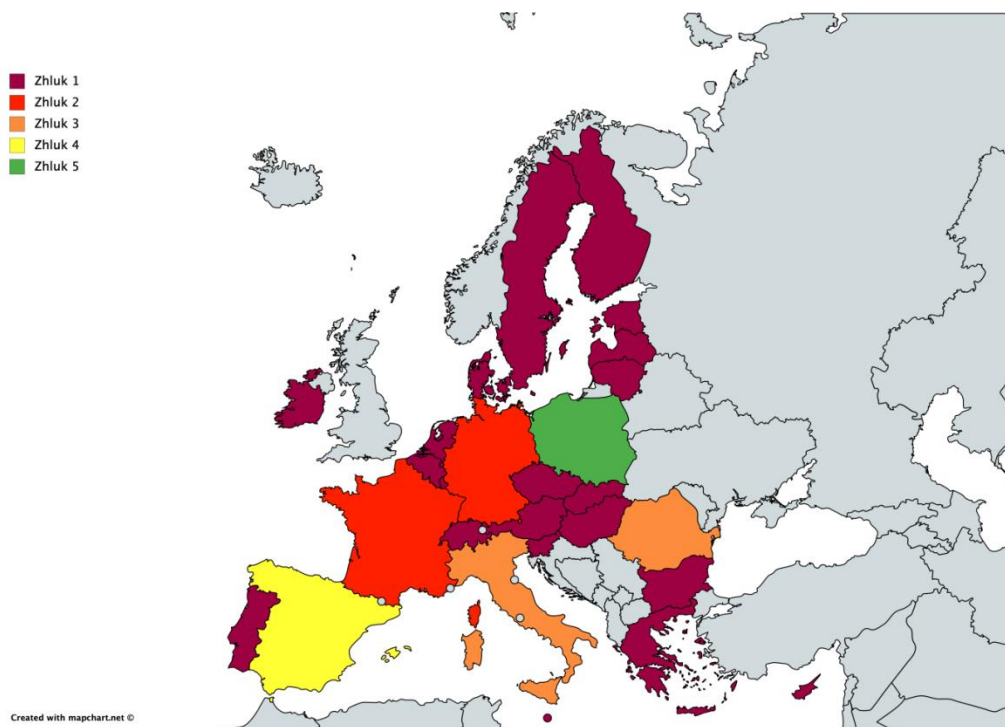
Obrázok 10: Rozdelenie štátov podľa vlastnej zhlukovej analýzy na základe indikátorov EÚ pre cieľ 2 Agendy 2030



Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou mapchart.net

Na obrázku 10 sú vyznačené jednotlivé štáty Európskej únie, ktoré sme roztriedili v prvej zhlukovej analýze s využitím siedmich, respektíve šiestich indikátorov vymedzených EÚ, ktoré do danej zhlukovej analýzy vstupovali. V tejto analýze sme dosiahli 8 zhlukov.

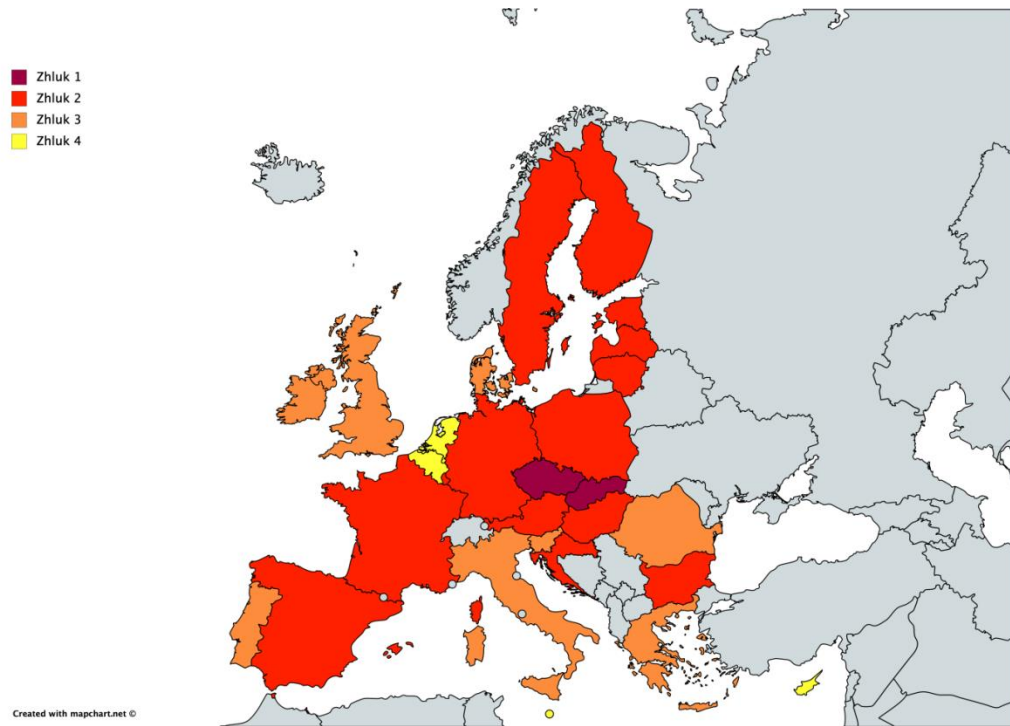
Obrázok 11: Rozdelenie štátov podľa vlastnej zhlukovej analýzy pomocou potravinových ukazovateľov



Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou mapchart.net

Na obrázku 11 sme rovnakým spôsobom vyznačili jednotlivé zhluky, ktoré sme tentokrát dosiahli aplikáciou ďalšej zhlukovej analýzy, do ktorej nám vstupovali potravinové ukazovatele, či už rastlinné alebo živočíšne. Táto zhluková analýza nám poskytla 5 zhlukov krajín.

Obrázok 12: Rozdelenie štátov podľa zhlukovej analýzy z odborného článku hodnotenia udržateľnosti v poľnohospodárstve krajín Európskej únie



Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou mapchart.net

Na obrázku 12 sme znova roztriedili všetky krajiny EÚ v tomto prípade iba do štyroch zhlukov. Túto zhlukovú analýzu sme prevzali z odborného článku autorov Nowak, Krukowski a Rózanska-Boczula s názvom: „*Hodnotenie udržateľnosti v poľnohospodárstve krajín Európskej únie*”.⁵⁷

Základným rozdielom v týchto troch analýzách je počet vstupných premenných do jednotlivých zhlukových analýz. V prvej zhlukovej analýze sme zvolili 7 indikátorov, ktoré vymedzila Európska únia na hodnotenie vývoja a plnenia druhého cieľa z Agendy 2030, pričom len 6 indikátorov splnilo kritériá pre vstup do zhlukovej analýzy.

Do druhej zhlukovej analýzy nám vstupovali 4 nezávislé komponenty, ktoré sme dosiahli pomocou metódy hlavných komponentov. Dôležitý je však počet potravinových ukazovateľov, ktoré sme zvolili na vstup do tejto metódy. Celkovo sme vybrali 18 ukazovateľov (rastlinného aj živočíšneho typu), ktoré boli poskytnuté Štatistickým úradom

⁵⁷ NOWAK, Anna – KRUKOWSKI, Artur – RÓZANSKA-BOCZULA, Monika. *Assessment of Sustainability in Agriculture of the European Union Countries*. *Agronomy* 2019, 9, 890. Dostupné na: <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/12/890>.

Európskych spoločenstiev. Z týchto 18 ukazovateľov bolo len 12 vhodných na analyzovanie a splnilo všetky potrebné kritériá, z toho 6 rastlinných a 6 živočíšnych ukazovateľov.

V tretej zhlukovej analýze, ktorú využijeme na porovnanie s našimi výsledkami, autori Nowak, Krukowski a Rózanska-Boczula zvolili súbor 25-tich premenných používaných na vytvorenie indexu poľnohospodárskej udržateľnosti. Tento súbor pozostával trinástich sociálno-ekonomických a odvetvových ukazovateľov a z dvanástich enviromentálnych ukazovateľov. Na základe kritérií sa rozhodli vylúčiť päť premenných.

Tvrdíme teda, že hlavné rozdiely, ktoré nadobudli pri tvorbe jednotlivých zhlukov v jednotlivých analýzach boli najmä zapríčinené počtom vybraných vstupných premenných (indikátorov, ukazovateľov).

Poľskí kolegovia a kolegyně za najlepšie krajiny v poľnohospodárskej udržateľnosti získali len dve krajiny z ich prvého zhluku: Slovensko a Českú republiku. V našej prvej analýze boli tieto dve krajiny súčasťou druhého zhluku, kde sme my mali ešte krajiny: Estónsko a Lotyšsko. V analýze našich kolegov sa rovnako Lotyšsko a Estónsko aj napriek tomu, že neboli súčasťou najlepšieho zhluku umiestnili na popredných priečkach. V tomto vidíme prvú podobnosť medzi ich a našou prvou analýzou. Ak hľadáme krajiny Slovensko a Česká republika v našej druhej analýze, tak ich nájdeme hneď v prvom zhluku 21 krajín. Taktiež Estónsko a Lotyšsko sú súčasťou tohto zhluku, zároveň je tento zhluk hodnotený najhoršie, pretože je mixom krajín, ktoré sme už na začiatku predpokladali, že nebudú vykazovať dostatočne dobré výsledky v poľnohospodárskej udržateľnosti. V tejto fáze by sme zhodnotili zrejme nedostatok vo výbere premenných, ktoré síce majú súvis s poľnohospodárstvom a vieme s nimi hodnotiť poľnohospodársku situáciu v daných krajinách, ale nie sú presným hodnotiacim prostriedkom druhého cieľa Agendy 2030.

Ak sa pozrieme na druhú stranu, tak z odborného článku Nowaka a spol. vyplýva, že najhorší zhluk č. 4 obsahuje nasledujúce krajiny: Holandsko, Belgicko, Cyprus a Malta. Opäť sme sa to snažili porovnať s našimi analýzami a tentokrát začneme s našou druhou, ktorá nevyvracia, že tieto krajiny sú aj v našom najhoršom zhluku. Nakoľko sú súčasťou prvého zhluku, ktorý je v tejto analýze výrazne najhorší. Na druhej strane si myslíme, že túto verziu najhorších krajín z hľadiska poľnohospodárskej udržateľnosti ani dostatočne nepotvrďuje, pretože je to síce najhorší zhluk, ale je zastúpený priveľkým množstvom krajín (21 krajín EÚ) a nevieme medzi týmito krajinami ani vyčíslit' adekvátne odstupy. Ak však

berieme do úvahy našu prvú zhlukovú analýzu, opäť vieme nájsť určitú podobnosť medzi analýzou Nowakovej a spol. a medzi našou analýzou. Už z praktickej časti jednoznačne vieme, že Malta osamotená v zhluku č. 8 bola výrazne najhoršou krajinou našej zhlukovej analýzy. Ďalšia podobnosť je zakotvená v našou tret'om zhluku tejto analýzy, nakoľko je tento zhluk tvorený krajinami: Cyprus, Belgicko a Holandsko. Zhodu nachádzame aj v tom, že tento tretí zhluk je hodnotený ako druhý najhorší a to potvrdzuje prienik výsledkov našej analýzy a porovnávannej odbornej analýzy.

Vieme preto potvrdiť, že poľnohospodárska udržateľnosť sa dá hodnotiť v rámci krajín Európskej únie, ale musíme v nej využiť správne indikátory. Netvrdíme však, že druhá analýza pomocou potravinových ukazovateľov je zlá, aj napriek jej odlišným výsledkom. Táto analýza dokázala zoskupiť inak krajiny do zhlukov, ale vedeli by sme ju možno použiť v inej sfére, napríklad potravinovej, kde táto analýza vyhodnotila za najlepšie krajiny: Nemecko, Francúzsko, Španielsko a Poľsko. Podľa nášho názoru takéto zhlukovanie nepatrí medzi najhoršie, nakoľko sa tieto 4 krajiny umiestnili v druhom najlepšom zhluku analýzy od Nowakovej a spol.. Tri z týchto štyroch krajín boli v našej prvej analýze rovnako v druhom najlepšom zhluku. Aj napriek tomu by sme pokladali tieto výsledky za menej vhodné pri hodnotení a zhlukovaní štátov Európskej únie.

Rozdiel, ktorý sme nezahrnuli pri porovnávaní je, že v odbornej analýze poľských kolegov je zahrnutá aj krajina Veľká Británia. Túto analýzu narozdiel od nás vykonali ešte pred Brexitom. My sme túto krajinu už do úvahy nebrali, ale myslíme si, že pri zahrnutí, respektíve našim vylúčením Veľkej Británie, by sa výsledky výrazne nezmenili.

V čase ukončovania písania tejto diplomovej práce však vzniknutá situácia okolo pandémie upozornila na nové problémy, nové výzvy a odhalila potrebu ich riešiť. Situácia poukázala na to, že niektoré krajiny EÚ neukazujú vysokú úroveň sebestačnosti. Poľnohospodárska udržateľnosť by zrejme potrebovala posilniť v niektorých oblastiach a taktiež je nutné aktualizovať či prepracovať niektoré časti, možnože aj celé ciele Agendy 2030. To všetko sa bude odvíjať od nasledovnej situácie, zatvorením štátnych hraníc, či finančnej a ekonomickej podpory EÚ, od zdravotnej stránky obyvateľov a mnoha ďalších. Je viac než zrejmé, že otvorenosť ekonomík už nebude na rovnakej úrovni ako bola pred touto situáciou a to potvrdzuje naše slová o sebestačnosti samotných krajín.

Záver

V súčasnosti je svet plný výziev, na ktoré potrebujeme reagovať čo najrýchlejšie a neefektívnejšie. Preto sa v dňoch 25. – 27. septembra 2015 stretli hlavy štátov a vysokí predstavitelia v sídle Organizácie Spojených národov a dohodli sa na nových globálnych cieľoch udržateľného rozvoja s predpokladom implementácie do roku 2030. Hlavný cieľ záverečného dokumentu pod názvom Agenda 2030 je dosiahnuť udržateľný rozvoj v jeho troch rozmeroch: ekonomickom, sociálnom a environmentálnom. Agenda 2030 je formovaná a informovaná 17-timi cieľmi trvalo udržateľného rozvoja a je súhrnom globálnych záväzkov, ktorými medzinárodné spoločenstvo reaguje na najzávažnejšie výzvy súčasnosti.

Hlavným cieľom našej diplomovej práce bolo porovnať a zoskupiť štáty Európskej únie do príbuzných skupín aplikáciou vhodných viacrozmerných štatistických metód so zameraním na východiská a indikátory, ktoré súvisia s naplnením druhého cieľa Agendy 2030. Splnenie hlavného cieľa sme sa snažili dosiahnuť naplnením parciálnych cieľov, ktoré sme definovali v druhej časti diplomovej práce. Podľa prvého čiastkového cieľa sme najskôr priblížili problematiku trvalo udržateľného rozvoja, hlavne so zameraním na druhý cieľ Agendy 2030 a zhodnotili sme aj aktuálnu situáciu v štátoch EÚ. Druhým parciálnym cieľom bolo identifikovať vhodné premenné, ktoré vstúpili do štatistických analýz v analytickej časti. V prvej analytickej časti to boli indikátory stanovené Európskou úniou práve na kontrolu vývoj a naplnenia tohto druhého cieľa. V nasledujúcej podkapitole analytickej časti sme zvolili potravinové ukazovatele, či už rastlinného alebo živočíšneho typu, ktoré majú istý súvis s poľnohospodárstvom vo všetkých krajinách EÚ.

Racionálnymi, odôvodniteľnými a zaujímavými výsledkami porovnania a zoskupenia štátov EÚ podľa východísk k plneniu druhého cieľa Agendy 2030, sme potvrdili správnosť výberu v tretej metodologickej časti práce priblížených štatistických metód. V štvrtej kapitole v praktickej časti práce sme 27 štátov Európskej únie začlenili do príbuzných skupín použitím viacrozmerných štatistických metód ako zhluková analýza a metóda hlavných komponentov, ktoré boli vhodné a umožnili dosiahnutie hlavného cieľa práce. Tieto metódy sme aplikovali pomocou štatistického softvéru SAS Enterprise Guide 5.1.

Posledným čiastkovým cieľom k naplneniu hlavného cieľa bolo zhodnotiť a porovnať tieto zhluky krajín Európskej únie. Následne sme pomocou bodovacej metódy stanovili

poradie zhukov od najlepšieho po najhorší a zhodnotili vlastné výsledky z analytickej časti práce so závermi iných podobných vedeckých analýz.

Najvýznamnejšia časť práce obsahuje výsledky zhlukovej analýzy, ktoré sú najviac podobné výsledkom publikovaným vo svetovej vedeckej literatúre. Najlepšie krajiny, ktoré dosahujú plnenie druhého cieľa Agendy 2030 boli v našom prípade krajiny: Slovensko, Česká republika, Estónsko a Lotyšsko. Tieto krajiny sa z hľadiska indikátorov stanovených Európskou úniou umiestnili v zhlukovej analýze v najúspešnejšom zhuku. Ak by sme skúmali výsledky indikátorov osobitne, tak tento zhuk by uspel len v rámci najnižšej odhadovanej erózie pôdy s priemerom 1,47%. Krajiny tohto zhuku, však dosahovali veľmi dobré výsledky aj v ostatných indikátoroch a preto sa stali s počtom bodov 68,56 najúspešnejším zhukom. V druhej aplikácii zhlukovej analýzy sme využili potravinové indikátory, pretože taktiež súvisia s poľnohospodárstvom a jeho pomocou rozvoja v jednotlivých krajinách EÚ. Krajiny Nemecko a Francúzsko sa ako silné európske veľmocnosti umiestnili v tejto druhej aplikácii na prvom mieste spomedzi piatich zhukov. Najlepšie výsledky dosiahli pri 7 ukazovateľoch z osemnástich. Zo šiestich živočíšnych ukazovateľov dominovali v týchto štyroch: produkcii masla, syra, mlieka a hovädzieho mäsa. Na druhej strane, najhoršou krajinou EÚ bola na základe výsledkov Malta. Potvrdili sme to aj v porovnaní našich výsledkov s výsledkami svetovej analýzy. Miera obezity v tejto krajine bola až 26%, pričom podpora vlády nevystúpila ani na 0,5 mil. EUR, plocha ekologického poľnohospodárstva zaberala len 0,29% využívanej poľnohospodárskej plochy. Pre porovnanie s najlepším zhukom s odhadovanou eróziou pôdy vodou 1,47% mala Malta až 10,6%, v druhej analýze potravinových ukazovateľov bola taktiež súčasťou najhoršieho zhuku 21 krajín.

Súčasná pandemická situácia nám len zdôrazňuje dôležitosť životných, sociálnych, ekonomických a enviromentálnych hľadísk. Je dôležité pomáhať si a mať spoločné ciele, ktoré pomáhajú nielen ľuďstvu, ale aj našej planéte. V tomto prípade hodnotíme Agendu 2030 veľmi pozitívne, ale myslíme si, že niektoré ciele a hodnoty budú musieť byť na základe terajšej situácie prehodnotené. Veľmi dôležitým posledným zistením je totižto nedostatočná sebestačnosť jednotlivých krajín, najmä potravinová a v silne prepojených ekonomikách aj istá závislosť od tých ostatných štátov. Pri uzavretých hraniciach sa nedá predpokladať, či sa niektorý štát neocitne v situácii, kedy sa bude musieť spoliehať na inú krajinu a tá bude vedieť v reálnom čase efektívne pomôcť.

Zoznam použitej literatúry

ABONYI, János – FEIL, Balázs. *Cluster Analysis for Data Mining and System Identification*. Basel : Birkhäuser, 2007. 303 s. ISBN 978-3-7643-7987-2.

BLEY, Simon Johannes et al. *Sustainable Development in the European Union: Monitoring report on Progress Towards the SDGs in an EU context*. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2019. 370 s. ISBN 978-92-76-00778-4.

EVERITT, Brian.S. *Cluster Analysis*. Londýn : John Wiley & Sons, Ltd, 2011. 348s. ISBN 978-0-470-74991-3.

FAO, 2017b. *Food and agriculture: Driving action across the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Rím. Dostupné na: <http://www.fao.org/3/a-i7454e.pdf>.

FAO, 2020. *Sustainable Development Goals*. [online]. [cit. 2. mája 2020]. Dostupné na: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/241/en/>.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2019: Safeguarding against economic slowdowns and downturns*. Rím : FAO, 2019. 212 s. ISBN 978-92-5-131570-5.

GLASER-OPITZOVÁ, Helena a kol. *Slovenská republika a ciele udržateľného rozvoja AGENDY 2030*. Bratislava : Štatistický úrad Slovenskej republiky, 2016. 129 s. ISBN 978-80-8121-543-8.

JOLLIFFE, I.T.. *Principal component analysis*. 2. vyd. New York : Springer, 2002. 518 s. ISBN 0-387-95442-2.

MINAŘÍK, Bohumil – DUFEK, Jaroslav. Poznámka ke stanovení vah ukazovatelů. In: *Statistika 11*, 1984.

NEELY, Constance et al. *Implementing 2030 Agenda for Food and Agriculture: Accelerating Impact through Cross-Sectoral Coordination at the Country Level*. Rím : Food & Agriculture Organization of the United Nations, 2017. 65 s. ISBN 978-92-5-109907-0.

NOWAK, Anna – KRUKOWSKI, Artur – RÓZANSKA-BOCZULA, Monika. *Assessment of Sustainability in Agriculture of the European Union Countries*. *Agronomy* 2019, 9, 890. Dostupné na: <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/12/890>.

PAŽITNÁ, Mária – LABUDOVÁ, Viera. *Metódy štatistického porovnávania*. 1. vyd. Bratislava : Vydavateľstvo EKONÓM, 2007. 180 s. ISBN 978-80-225-2285-4.

SHARMA, Subhash. *Applied Multivariate Techniques*. New York : John Wiley & Sons, Inc. 1996. 512 s. ISBN 0-471-31064-6.

SNEATH, Peter H.A. – SOKAL, Robert R. *Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification*. San Francisco : W. H. Freeman and Company, 1973. 573 s. ISBN 0-7167-0697-0.

STANKOVIČOVÁ, Iveta – VOJTKOVÁ, Mária. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava : Wolters Kluwer, 2007. 261 s. ISBN 978-80-8078-152-1.

ŠÚSR: Štatistický úrad Slovenskej Republiky, 2019. *Agenda 2030 pre udržateľný rozvoj*. [online]. [cit. 20. marca 2020]. Dostupné na: <https://agenda2030.statistics.sk/Agenda2030/>.

UN: United Nations, 2015. *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. A/RES/70/1. [online]. [cit. 15. apríla 2020]. Dostupné na: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication>.

UN: United Nations, 2019. *End hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture*. [online]. [cit. 28. marca 2020]. Dostupné na: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/goal-02/>.

UNIS: United Nations Information Service, 2019. Ciele udržateľného rozvoja. [online]. [cit. 28. marca 2020]. Dostupné na: http://www.unis.unvienna.org/unis/sk/topics/sustainable_development_goals.html.

Úrad podpredsedu vlády SR pre investície a informatizáciu, 2018. *Agenda 2030*. [online]. [cit. 21. marca 2020]. Dostupné na: <https://www.vicepremier.gov.sk/sekcie/investicie/agenda-2030/index.html>.

VIDAL, René – MA, Yi – SASTRY, Shankar S. *Generalized Principal Component Analysis*. New York : Springer-Verlag, 2016. 566 s. ISBN 978-0-387-87810-2.