

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Katedra ekologie a životního prostředí



Analýza střídání plodin v zemědělské krajině jižní Moravy

Analysing crop rotations in farmlands of South Moravia

Bc. Iveta Navrátilová

Diplomová práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Mgr. v oboru

Ochrana a tvorba krajiny

Vedoucí práce: doc. RNDr. Tomáš Václavík, Ph.D.

Olomouc 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto Diplomovou práci vypracovala samostatně, pod vedením doc. RNDr. Tomáše Václavíka, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci dne 27. července 2023

.....

Navrátilová, I. (2023): Analýza střídání plodin v zemědělské krajině jižní Moravy. Diplomová práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 45 pp., v češtině.

Abstrakt

Dodržování pravidel střídání plodin a osevních postupů tvoří základ agrosystému. Osevní postup se správným střídáním plodin je jedním z nejučelnějších agrotechnických opatření, kterým se nezvyšují náklady na výrobu, ale výsledkem je zvyšování produkce. Plánování dobrého postupu, ve kterém je dosaženo vysokého ekonomického zisku a udržování zdravotního stavu půdy, je ovšem výzvou. S vyhlídkami na zjednodušené kontinuální pěstování značná část moderního zemědělství upustila od střídání plodin, které kompenzují s užitím hnojiv, agrochemikálií a taky novými odrůdami plodin. Pochopení zemědělské politiky, chování zemědělců společně s osvědčenými postupy a znalostmi o konkrétní lokalitě je dobrý základ pro správné střídání plodin a dlouhodobé zajištění produktivity půd. Údaje o uvedení teoretických znalostí do praxe jsou však neúplné. Analýza dat z veřejného registru půdy LPIS se zabývá trendy v pěstování plodin v okresech Zlín a Uherské Hradiště v letech 2015-2021. Výsledky poukázaly na konstantnost v pěstování plodin bez významných dlouhodobých trendů. Byl prokázán předpoklad užívání zjednodušených osevních postupů s nízkým počtem plodin, nejčastěji 3 až 4 za sledované období. Tyto znalosti mohou vést k hlubšímu pochopení současných trendů v zemědělství.

Klíčová slova: zemědělství, osevní postup, střídání plodin, monokultura, LPIS, Jižní Morava

Navrátilová, I. (2020): Analysing crop rotations in farmlands of South Moravia. Diploma's Thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University Olomouc, 45 pp., in Czech.

Abstract

Following the rules of crop rotation forms the basis of the agrosystem. Crop rotation with properly selected crops is one of the most effective agronomic tool that do not increase production costs, but the result is an increase in production. However, planning a good rotation in which high economic profit is achieved and soil health is maintained is a challenge. With the vision of simplified monocropping cultivation, a significant number of modern agriculture gave up crop rotating, compensating with the use of fertilizers, agrochemicals and also new crop varieties. Understanding agricultural policies, farmers' behavior, together with proven practices and knowledge of specific localities, is a good base for proper crop rotation and long-term soil productivity. Data on putting theoretical knowledge into practice are, however, incomplete. The analysis of data from the public land registry LPIS examines crop rotation trends in Zlín and Uherské Hradiště districts from 2015 to 2021. The results indicated constancy in farming with no significant long-term trends. The assumption of using simplified sowing procedures with a low number of crops was also proven. Most often 3 to 4 crops were used during the monitored period. This knowledge can lead to a deeper understanding of current agricultural trends.

Keywords: agriculture, crop rotation, monoculture, LPIS, South Moravia

Obsah

Seznam tabulek	vii
Seznam obrázků	viii
Poděkování	ix
1. Úvod	10
1.1 Historie střídání plodin	10
1.2 Zásady střídání plodin	12
1.3 Stavba osevního postupu	13
1.4 Navržení délky osevních postupů	14
2. Cíle práce	17
3. Materiál a metody	18
3.1 Studované území	18
3.1.1 Vymezení řešeného území	18
3.1.2 Charakteristika přírodních poměrů	19
3.2 Vstupní data	20
3.3 Zpracování dat	21
3.4 Analýza dat	25
3.4.1 Analýza rozloh jednotlivých plodin v letech	25
3.4.2 Počty plodin na jednotlivých půdních blocích	26
3.4.3 Střídání plodin	27
4. Výsledky	29
4.1 Analýza rozloh jednotlivých plodin v letech	29
4.2 Počty plodin na jednotlivých půdních blocích	30
4.3 Střídání plodin	35
5. Diskuze	38
6. Závěr	42
7. Literatura	43

Seznam tabulek

Tab. 1 Vhodnost předplodin (Křen et al., 2015; Šarapatka, 2010)	14
Tab. 2 Časový odstup při zařazování do postupů (Křen et al., 2015).....	15
Tab. 3 Rozdělení jednotlivých plodin do skupin	22

Seznam obrázků

Obr. 1 Lokalizace studovaného území	19
Obr. 2 Prostorové uspořádání vstupních dat	21
Obr. 3 Prostorové uspořádání ploch podrobených analýze.....	24
Obr. 4 Prostorové uspořádání ploch se zobrazením faremních archetypů.....	25
Obr. 5 Skládaný sloupcový graf rozlohy pěstovaných kultur	30
Obr. 6 Počet unikátních plodin pěstovaných během sledovaných let.....	31
Obr. 7 Prostorová distribuce množství unikátních plodin pěstovaných během sledovaných let.....	31
Obr. 8 Počet unikátních plodin pěstovaných během sledovaných let – zaměřeno na farmy rostlinné výroby	32
Obr. 9 Prostorové uspořádání ploch, kde byla pěstována pšenice více let v řadě.....	33
Obr. 10 Prostorové uspořádání ploch, kde byla pěstována kukuřice více let v řadě.....	34
Obr. 11 Prostorové uspořádání ploch, kde byly pěstované brukvovité plodiny více let v řadě.....	34
Obr. 12 Sankeyho diagram pěstovaných plodin	36
Obr. 13 Graf nejčastěji se opakujících sledů plodin	37

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce doc. RNDr. Tomáši Václavíkovi, Ph.D. za odbornou pomoc, přínosné konzultace a čas, který mi věnoval. Děkuji také všem svým nejbližším, rodině a příteli za podporu a trpělivost během celého mého studia.

1. Úvod

Dodržování pravidel střídání plodin a osevních postupů tvoří základ agrosystému (Šarapatka, 2010). Osevní postup můžeme popsat jako systém pěstování plodin v pravidelném pořadí druhů na stejném pozemku podle nároků plodin a záměrů produkce. Plodiny osevního postupu se střídají za sebou na jednotlivých polích a současně v letech v rámci tzv. střídání plodin. Zpravidla s ohledem na to, aby nebyla nepříznivě ovlivněna úrodnost půdy a aby se nesnižoval zisk zemědělců z půdy (Tanveer, Ikram, & Alo, 2019). Pokud by byla na určitém poli rok co rok zaseta pouze jedna plodina, kořeny plodiny by extrahovaly živiny ze stejné hloubky půdy, vyčerpávaly by rhizosféru a způsobovaly tzv. únavu půdy a snížení výnosu plodiny (Houben et al., 2020). Současně by docházelo k expanzi plevelů, přežití a rozmnožování onemocnění, nematod a půdních škůdců v kultuře náchylných hostitelských rostlin (Šarapatka, 2010).

1.1 Historie střídání plodin

V počátcích zemědělské produkce byla půda využívána bez ohledu na její úrodnost, která se tím rychle snižovala. Vhodným střídáním plodin se člověk začal zabývat, jakmile poznal, že úrodnost půd se vyčerpává stálým pěstováním téže plodiny na stejném místě (Křen, Neudert, Procházková, & Smutný, 2015). Na našem území se až do druhé poloviny prvního tisíciletí využívala tzv. přílohová soustava. Příloh či dlouhodobý úhor byl pozemek dříve obdělávaný, jehož účelem byla obnova úrodnosti půdy po obilných sledech. Charakteristické bylo, že se část pozemku nechala zarůst travinami na 10 až 15 let. Ta byla využívána pouze k pastvě hospodářských zvířat, čímž se půda zásobila živinami z výkalů. Docházelo tak k částečné regeneraci půdní úrodnosti (Šarapatka, 2010).

Prvním uspořádaným střídáním plodin bylo zavedení trojhonného hospodářství (tzv. systém krátkodobého úhoru) asi v 8. až 9. stol. To umožňovalo trvalé obdělávání půdy pomocí střídání jařiny, ozimu a úhoru. Úhor byl pozemek ponechaný jeden rok ladem a nebyl oséván. Oproti přílohové soustavě tak byla významně zkrácena doba bez pěstování polní plodiny (Šarapatka, 2010).

Po úhorovém a trojpolním systému přišel systém střídání plodin. Již před třicetiletou válkou se objevovalo osévání úhoru luskovinami, olejninami, okopaninami a zeleninou, což umožnilo omezit každoroční plochy úhoru a klasický tříletý osevní postup mohl být vystřídán víceletou rotací. V praxi tak mohla být zavedena perspektivní šestiletá rotace: úhor, ozim (pšenice), jař (ječmen), úhorové plodiny nebo jen luskoviny, ozim (žito), jař (oves) (Beranová & Kubačák, 2010).

Systém střídání plodin neboli systém pravých osevních postupů se začal uplatňovat s nástupem kapitalismu od druhé pol. 18. stol. v západní Evropě. Principiálně šlo o empirické zařazování nových plodin do úhorového honu a zařazení okopanin, popř. luskovin mezi dvě po sobě jdoucí obilniny v trojhonném systému. Současně se dostávalo využívání nových plodin jako brambory, cukrová řepa, jetel luční a kukuřice (Křen et al., 2015).

Od roku 1848 bylo v zemědělství potřeba více vyrábět, ale stará trojhonná soustava nebyla schopna vyšších výnosů. Proto se zaváděly nové osevní postupy, hospodářské soustavy a zlepšovala se technika (Beranová & Kubačák, 2010). Pokroku v zemědělství velmi napomohl vynález rouchadla (r. 1827) a Liebigova teorie minerální výživy rostlin (r. 1840) (Šarapatka, 2010). Ve 2. pol. 19. stol. začala druhá etapa technické revoluce v zemědělství, přinášející především výkonnější a efektivnější parní stroje (Beranová & Kubačák, 2010).

Střídavé hospodářství se nejdříve uplatňovalo v úrodných řepářských a kukuřičných oblastech, později se dostalo i do oblastí položených výše. Užívaly se v něm modifikované soustavy norfolského či kentského osevního postupu, které zaváděly vícehonné rotace, a to až osmi až desetihonné (Beranová & Kubačák, 2010). Schéma klasického norfolského osevního postupu je následovné: 1. jetel luční, 2. ozim (pšenice, příp. žito), 3. okopanina (hnojená animálně – hnojem), 4. jařina (ječmen, příp. oves) – s podsevem jetele (Husa, 2018). Kentský osevní postup měl podobu: 1. jetel luční, 2. ozim, 3. luskovina, 4. jařina (Křen et al., 2015).

V období kapitalismu se postupně přešlo téměř k výhradní orientaci na pěstování jednoletých plodin a v osevním postupu byly uplatňovány plodiny především podle potřeby trhu (Křen et al., 2015). Začátkem 20. stol. byly nejdůležitější míry úspěšnosti zemědělské produkce produktivita a intenzifikace. Základem pro to bylo v našich zemích téměř všeobecně rozšířené střídavé hospodářství (Beranová & Kubačák, 2010).

S nástupem komunistické strany došlo k postupnému násilnému združstevňování. Po roce 1949 vznikala jednotná zemědělská družstva. Hospodaření zemědělských podniků bylo řízeno státním plánem. Na scelených pozemcích a ve vznikajících JZD byly uplatňovány sovětské zkušenosti ve formě tzv. Viljamsovy travoplní soustavy, dle V. R. Viljamse (Janáč & Olšáková, 2018). V následujících fázích integrace byla družstva postupně slučována a vytvářely až příliš velké celky. Nadměrnou intenzifikací přitom byly napáchány značné škody. Především se jednalo o plošné uplatňování velkovýrobních postupů bez respektování konkrétních stanovištních podmínek (Křen et al., 2015).

Po roce 1989 začaly společenské změny se širokým dopadem do všech odvětví národního hospodářství. Nyní se naše zemědělství vyvíjí v podmínkách světového a evropského agrárního trhu a situace v domácí ekonomice (Křen et al., 2015).

1.2 Zásady střídání plodin

Výhody střídání plodin vyplývají z celé řady komplexně působících činitelů. Významným důvodem pro střídání plodin je rozdílný vztah pěstovaných plodin k využívání vody. Obecně se vyplácí střídat plodiny s různými nároky na vodu. Přispívá to ke stabilitě výnosů a v širších souvislostech ke správnému hospodaření s vodou v krajině. Kupříkladu typickými plodinami náročnými na vláhu jsou jeteloviny, okopaniny a zeleniny (Tauferová, Petrášová, Pokorná, Tremlová, & Bartl, 2014).

Neméně důležitým důsledkem střídání plodin je také efektivní využití živin, neboť nároky plodin na živiny se různí. Důležitou roli v přísunu živin z půdy hrají jeteloviny a luskoviny pro jejich schopnost využívat biologicky poutaný dusík ze vzduchu, a také pro převod některých živin z půdní zásoby do přístupných forem (fosfor, vápník a draslík) (Šarapatka, 2010). Plodinami náročnými na živiny (hnojené hnojem) jsou např. řepa cukrovka, kukuřice, brambory a řepka. Plodiny méně náročné na živiny jsou žito, oves, luskoviny, jeteloviny a směsky. Mezi plodiny organicky nehnojené (zařazované po organicky hnojených) řadíme pšenici, ječmen, cibuli (Křen et al., 2015).

Vysoce důležité je i střídání plodin s různým vlivem na půdní strukturu. Mezi strukturotvorné vlivy plodin na půdu patří množství kořenové hmoty, doba působení kořenového systému na půdu i intenzita zpracování půdy a pěstební technologie. Podle hloubky kořenového systému rozlišujeme plodiny na mělkokořenné (např. brambory a

všechny trávy, obilniny-jařiny) a hlubokokořenní, jako je cukrovka, vojtěška, jetel, kukuřice, některé luskoviny atd. Největší pozitivní vliv na tvorbu půdní struktury mají jeteloviny a jetelotravní směsi. Středně zlepšující vliv vykazují luskoviny, ozimá řepka a meziplodiny. Naopak pěstování okopanin do určité míry zhoršuje strukturu půdy zvýšeným rozkladem půdní organické hmoty (Křen et al., 2015).

Vhodně zvolený sled plodin dává předpoklady pro účinné hubení plevelů. Citlivost plevelů na střídání plodin souvisí se schopností jejich konkurence o světlo, vodu a živiny. Nejvíce konkurenceschopné jsou kulturní plodiny vytvářející hustě zapojený porost (víceleté píce, luskovinoobilní směsi a obilniny). Ty dovedou plevele potlačovat. Plodiny vytvářející středně zapojený porost umožňují rozvoj plevelů jako pýr plazivý, oves hluchý a chundelka metlice. Typickým zástupcem jsou obilniny. Okopaniny, jakož to plodiny řídce zapojené, mají nejslabší konkurenční schopnost zejména proti plevelům vytrvalým, ale umožňují díky širokým řádkům mechanické hubení plevelů kultivačními zásahy (Neischl, 2015; Tauferová et al., 2014).

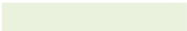
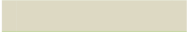


1.3 Stavba osevního postupu

Základ osevního postupu tvoří zlepšující, tzv. nosné plodiny či předplodiny se zúrodňujícím účinkem. Řadí se mezi ně jeteloviny, organicky hnojené plodiny a ostatní širokolisté zlepšující plodiny. Vhodnost předplodin zobrazuje Tab. 1. Na nosné plodiny navazují plodiny využívající jejich dobrou předplodinovou hodnotu. Vytvářejí se tak dvouleté až čtyřleté sledy, tzv. články osevního postupu. Prof. Křen (2015) uvádí následující vhodné sledy plodin.

- Příklady dvojhonných článků: cukrovka – ječmen jarní, cukrovka – pšenice jarní, jetel luční – pšenice ozimá, hrách – pšenice ozimá, řepka ozimá – pšenice ozimá, brambory – ječmen jarní, ječmen ozimý – řepka ozimá.
- Příklady tříhonných článků: vojtěška – vojtěška – pšenice ozimá, kukuřice – ječmen jarní – ozimá směska, hrách – pšenice ozimá – oves, brambory – pšenice ozimá – jarní směska.
- Příklad čtyřhonných článků: okopanina – kukuřice silážní – pšenice ozimá – ječmen jarní, brambory – luskovina – pšenice ozimá – ječmen jarní.

Tab. 1 Vhodnost předplodin (Křen et al., 2015; Šarapatka, 2010)

předplodiny	následné obilniny					
	pšenice ozimá	pšenice jarní	žito ozimé	ječmen jarní	ječmen ozimý	oves
pšenice ozimá	2	2	2		3	
pšenice jarní	2	2	2	2	2	2
žito ozimé	2	2	2		3	
ječmen jarní	3	3	2	2	3	2
ječmen ozimý	3	3	3	3	3	3
oves			2	2	2	
kukuřice na zrno	3		3			
luskoviny						
lusk. obil. směsi						
cukrovka	3					
brambory	3		3		3	
vojtěška	1		1		1	
jetel, jetelotráva						
kukuřice na siláž	3		3		3	
řepka ozimá						
len						

	velmi vhodná předplodina
	podmíněně vhodná předplodina
	vhodná předplodina s vyšší dávkou průmyslových hnojiv
	nevhodná předplodina

1 = s výjimkou sušších oblastí

2 = v případě, že obilní předplodina následuje po víceletých pícninách nebo hnojem hnojených okopaninách

3 = v případě včasné sklizně předplodiny

1.4 Navržení délky osevních postupů

Počet osevních postupů je ovlivněn především velikostí zemědělského podniku, výrobním zaměřením, dopravní vzdáleností, případnými centry živočišné výroby a v neposlední řadě vhodností půdy pro specifické plodiny (Křen et al., 2015).

Délka osevních postupů se stanovuje počtem honů. Počet honů je ovlivněn množstvím a zastoupením pěstovaných plodin, půdními i pěstitelskými podmínkami. Důležitým aspektem je časový odstup po sobě nesnášenlivých plodin (Tab. 2). Ty se nemusí tolerovat např. z důvodu šíření chorob, škůdců atd., viz výše. Dalším důvodem je tzv. „únava půdy“, způsobující dočasnou nevhodnost půdy pro tutéž nebo příbuznou plodinu, nikoliv však pro plodiny jiné (Křen et al., 2015).

Tab. 2 Časový odstup při zařazování do postupů (Křen et al., 2015)

plodina	odstup pěstování po sobě (počet let)	maximální zastoupení v osevním postupu (%)
pšenice	1	35-50
žito, tritikale	0-1	55-66
ječmen	0-1	50-66
oves	2	35-50
kukuřice	0	66
obilniny celkem	0-1	62-72
hrách, bob, vikev	4	25
řepka	3-4	25-33
slunečnice	6	16-20
len	6	14
cukrovka, krmná řepa	4	20-25
brambory	4-5	20-25
jetel luční	4-5	20
vojtěška setá	3	30-35

Na délku osevních postupů má vliv i požadavek častějšího zařazení zúrodňujících plodin na jednotlivých honech (Křen et al., 2015). Podle délky lze rozlišit osevní postupy na krátké (do 6 honů), středně dlouhé (7–10 honů) a dlouhé (více než 10 honů) (Křen & Dušková, 2015). Pro zajištění setrvalosti agrosystému by měla být navíc do osevních sledů zařazována jetelovina jednou za 6–9 let (Křen & Dušková, 2015). Dle vlivu na půdní strukturu by měl osevní postup ve své rotaci zahrnovat tři základní období, jak je popisuje prof. Křen (2015).

1. Období zúrodňující (strukturotvorné), které zahrnuje pěstování jetelovin (1-3 roky) a po nich i následující plodinu, pod jejímž porostem se může strukturotvorný účinek dokončovat.
2. Období využití, které tvoří střední část osevního postupu. Vzájemné střídání zlepšujících a zhoršujících plodin je hlavním principem uspořádání sledu plodin v období využití.
3. Období přípravné, které umožňuje založení víceleté pícniny pro další rotaci. V přípravném období záleží především na tom, jaká bude použita krycí plodina a kdy byla předplodina hnojena organickými hnojivy.

Osevní postup se správným střídáním plodin je tedy jedním z neúčelnějších agrotechnických opatření, kterým se nezvyšují náklady na výrobu, ale zvyšuje se produkce (Šarapatka, 2010). Plánování dobrého postupu, ve kterém je dosaženo vysokého ekonomického zisku a udržování zdravotního stavu půdy, je ovšem výzvou. Pochopení zemědělské politiky, chování zemědělců společně s osvědčenými postupy, znalostmi o konkrétní lokalitě a tvorbou agroenvironmentálních opatření je základ

pro správné střídání plodin a dlouhodobé zajištění produktivity půd (Houben et al., 2020). Údaje o uvedení teoretických znalostí do praxe jsou však neúplné, strohé, což omezuje možnost hlubšího pochopení problému (Nowak, Michaud, & Marliac, 2022).

Navzdory benefitům osevních postupů se na polích objevují monokultury, které jsou pro farmy stále výhodnější a dovolují se specializovat. Specializace přináší efektivnější sázení a sklizeň, méně typů drahých zařízení, méně pracovníků se specializovanými znalostmi jednotlivých plodin a posílené znalosti jednoho hodnotového řetězce a obchodního trhu. Ztracené živiny lze nahrazovat chemickými a organickými hnojivy, byť je to nákladné řešení (Balogh, 2021). Oblast jižní Moravy je navíc ve zvýšené míře ohrožena erozí a suchem (Podhrazska, Szturc, Karasek, Kucera, & Konecna, 2019), z čehož plyne ještě větší důraz na vhodné osazení půdy a udržitelné zemědělství. Díky unikátnímu přístupu k datům z LPIS za několik posledních let máme možnost tyto informace analyzovat a zjistit, jaké trendy v pěstování plodin se v současnosti nejvíce prosazují.

2. Cíle práce

Cílem diplomové práce je zjistit, jaké plodiny se pěstují v letech 2015-2021 na území okresů Zlín a Uherské Hradiště a jaké jsou vztahy mezi nimi. Podstatné je provést kvantitativní analýzu dat s cílem získat informace o trendech, změnách a rozložení pěstovaných plodin. Rovněž je třeba zabývat se sekvencemi plodin a jejich střídáním v průběhu času. Dále zjistit, zda existují rozdíly mezi různými systémy hospodaření, definovanými specializací farem a ekonomickou velikostí farem.

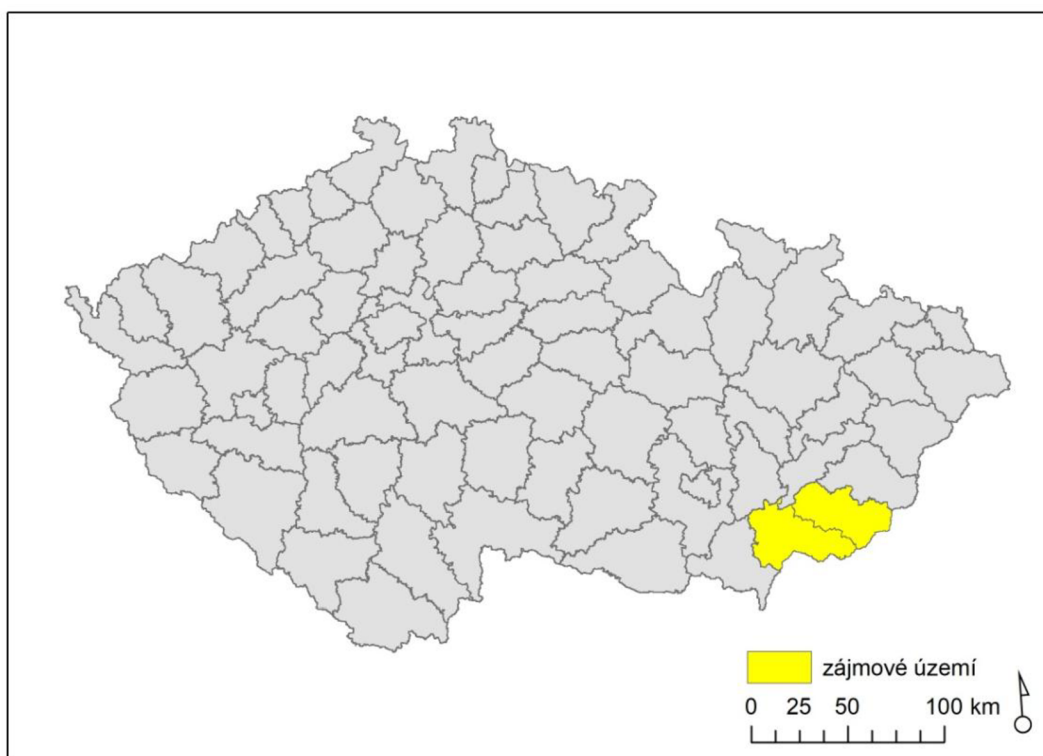
3. Materiál a metody

Tato práce spadá do rámce evropského projektu BESTMAP, financovaného Evropskou komisí z programu Horizont 2020. Projekt se komplexně zabývá evropskou společnou zemědělskou politikou (SZP), přičemž cílí na udržení environmentálních standardů a správné zemědělské praxe. Jeho hlavním výstupem je vytvoření a aplikace nových nástrojů a metod pro posuzování dopadů zemědělské politiky. Projekt si klade dílčí cíle, jako např. vypracování nového metodického rámce v oblasti behaviorálního modelování, který zohlední složitost rozhodování zemědělců, dále objasnění vztahů mezi intenzitou hospodaření, veřejnými statky a ekosystémovými službami (včetně produkce plodin, kvality vody a půdy, regulace emisí skleníkových plynů a biologické rozmanitosti), vytvoření online nástroje pro porovnání různých scénářů zemědělských politik, či zlepšení účinnosti koncepce, monitorování a implementace budoucích politik rozvoje venkova EU. To vše za účelem zefektivnění SZP.

3.1 Studované území

3.1.1 Vymezení řešeného území

Zájmovým územím případové studie jsou veškeré pozemky zemědělského půdního fondu (ZPF) v okrese Zlín a okrese Uherské Hradiště (Obr. 1). Celkem se jedná o více než 17 000 dílů půdních bloků (DPB) na cca 82 700 ha. Jedná se převážně o intenzivně obdělávaná pole, ale i sady a pastviny. ZPF tvoří zemědělská půda (pozemky zemědělsky obhospodařované, to je orná půda, chmelnice, vinice, zahrady, ovocné sady, trvalé travní porosty) a půda, která dočasně obdělávána není.



Obr. 1 Lokalizace studovaného území

3.1.2 Charakteristika přírodních poměrů

Zájmové území je dle geomorfologického členění ČR situováno na pomezí provincií Západní Karpaty a Západopanonská pánev. Geologicky se jedná o mladé území karpatské soustavy, které je vyplněno mladými sedimenty. Povrch pokrývají především nezpevněné sedimenty od nejjemnějších jílu po kamenité sedimenty (Cháb, Stráník, & Eliáš, 2007). Na tomto podloží se vytvořily fluvizemě v nivách řek, přecházející do hnědozemí, v okolí Uherského Brodu i černozemí. V nejvyšších horských partiích jsou nejvíce zastoupeny kambizemě a lokálně luvizemě (Půdní mapa 1:50 000). To má klíčový vliv na úrodnost, výnosy plodin a zdraví rostlin, což má přímý dopad na zemědělskou produkci.

Oblast o takové rozloze je velmi rozmanitá a poskytuje širokou škálu přírodních podmínek. Nejnižše položená je oblast nivy řeky Moravy s nadmořskou výškou přibližně 200 m n. m. Opakem jsou hřebeny Bílých Karpat se zemědělsky využívanými plochami ve více než 500 m n. m. Zájmovým územím prochází řada klimatických oblastí. Ty jsou vázány především na nadmořskou výšku. V území pozorujeme škálu od teplé oblasti

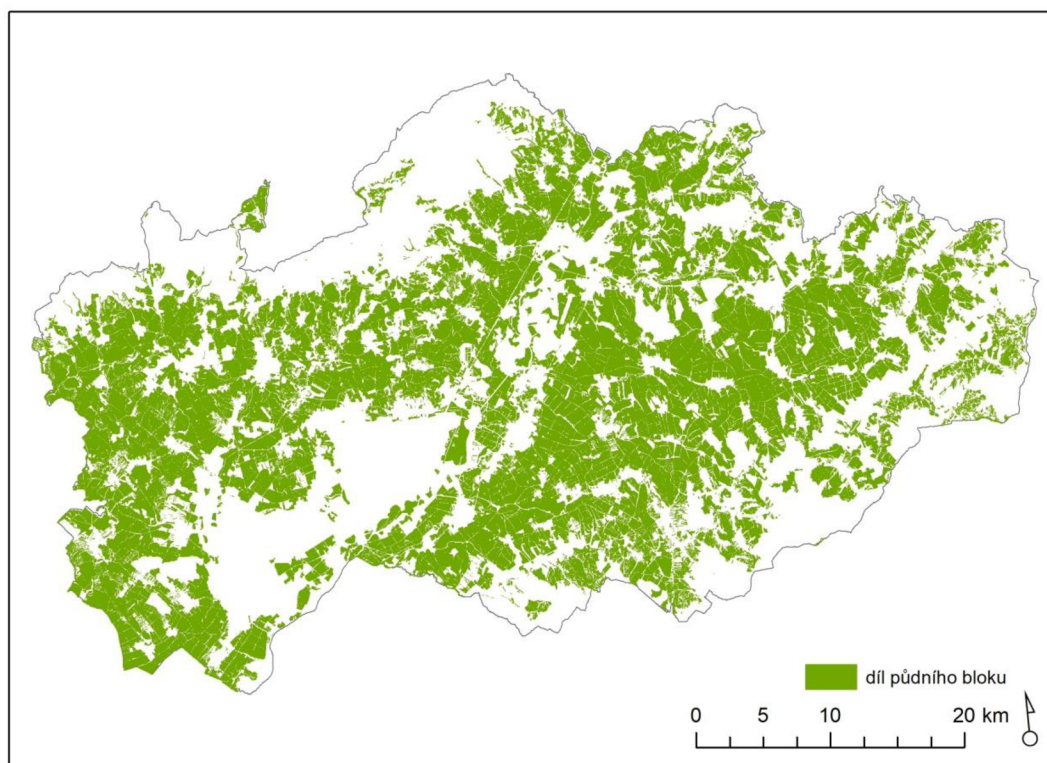
T4 v blízkosti Uherského Hradiště, po chladnou oblast CH7 v nadmořských výškách cca nad 700 m n. m. (Quitt, 1971).

Studovaný region charakterizuje zemědělská krajina s pestrou směsí polí, luk a lesů. Zemědělství zde hraje důležitou roli a přispívá k ekonomickému rozvoji oblasti. Podniky se věnují zejména pěstování obilovin, brambor, olejnin, kukuřice a cukrové řepy. Intenzivní zemědělství je široce rozšířené, zejména na rozlehlých orných plochách. Významným prvkem zemědělství je také chov dobytka – v regionu se nachází četné pastviny. Vinohradnictví je dalším důležitým odvětvím zemědělství zejména ve Zlínském kraji. Vinice, produkující kvalitní víno, se rozkládají především na slunných svazích. Kromě toho je ve sledované oblasti významná produkce medu a dalších včelích produktů. Zájmové území se také vyznačuje několika chráněnými územími, jako je CHKO Bílé Karpaty, která podporuje ekologicky šetrné zemědělství a udržitelné hospodaření s přírodními zdroji.

Dříve byl udáván charakter hospodaření tzv. zemědělskými výrobními oblastmi. Ty se vyznačují různými podmínkami pro pěstování plodin a tím pádem různými druhy zemědělské činnosti. Ve studovaných okresech se uplatňují více či méně všechny výrobní oblasti. Převážná část zájmového území spadá do oblastí kukuřičné a řepařské. Horské oblasti jsou typické pro bramborářské a horské hospodářství (Ministerstvo zemědělství ČR, 2009). V současnosti je od zmíněného systému zemědělských výrobních oblastí upouštěno, neboť se vlivem klimatických změn rozsah zemědělských výrobních oblastí mění.

3.2 Vstupní data

Informace o pozemcích z let 2015-2021 jsou pod licencí poskytnuty z Veřejného registru půdy LPIS (Land Parcel Identification System). Tato data (Obr. 2) obsahují desítky údajů o přírodních poměrech, majetkoprávních vztazích atd. každého půdního bloku (Ministerstvo zemědělství, 2023). Pro potřeby diplomové práce jsou klíčová zejména data o pěstovaných plodinách. Přístup k informacím je možný díky projektu BESTMAP.



Obr. 2 Prostorové uspořádání vstupních dat

3.3 Zpracování dat

Prostorové informace ve formě vektorů byly zpracovány v programu ArcMap ve verzích 10.4 a 10.8 od firmy ESRI. Ty slouží především k orientaci a následné vizualizaci výsledků. Údaje o vlastnostech pozemků byly analyzovány a statisticky zpracovány v programu Microsoft Office Excel 2007 a softwarové aplikaci SankeyMATIC, jehož autorem je Steve Bogart.

Vstupní data obsahovala záznamy o více než 180 druzích plodin, jež se na zájmových plochách v průběhu studovaných let pěstovaly. Pro případovou studii a potřeby diplomové práce bylo vytvořeno 20 skupin/kategorií plodin, které sdružují plodiny podobného charakteru. Skupiny byly zvoleny dle statisticky nejčastěji pěstovaných plodin, dále empiricky po konzultaci s odborníky, s přihlédnutím k dělení používaném Českým statistickým úřadem a dalším zdrojům. Plodiny jsem dle vytvořeného klíče v Tab. 3 roztrídila. Pokud bylo na jedné ploše v jednom roce pěstováno více plodin, byla ploše přiřazena pouze jedna kategorie – ta zahrnující největší plochu pěstované plodiny. Řada polí neměla ve zdrojových datech přiřazenou plodinu. Důvodem mohlo být nezanesení dat do databáze, popř. se mohlo jednat o trvalé travní porosty, kde ke střídání plodin nedochází. Tyto plochy byly z dalšího postupu vyřazeny.

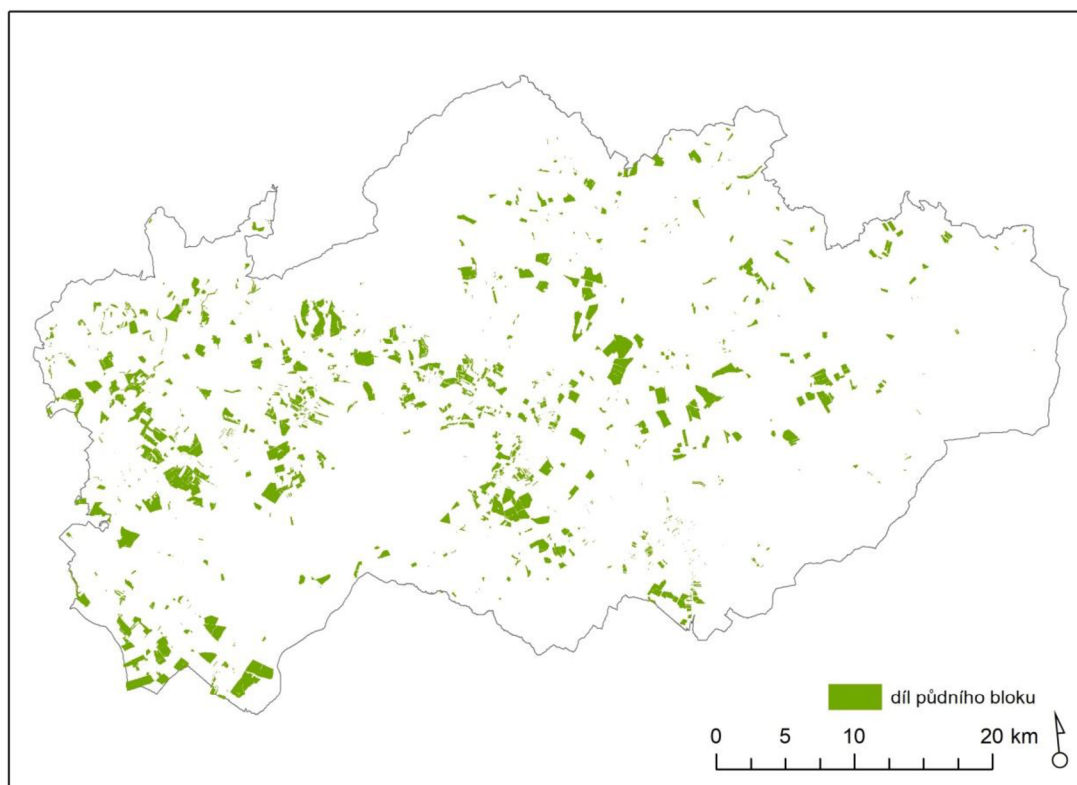
Tab. 3 Rozdělení jednotlivých plodin do skupin

kód skupiny	skupina plodin / zastřešující plodina	plodiny ve skupině
1	řepa ostatní	řepa krmná, řepa salátová
2	řepa cukrová	řepa cukrovka
3	brukvovité/řepka	hořčice, řepice ozimá, řepice jařina, řepka ozimá
4	ječmen	ječmen jařina, ječmen ozim
5	pšenice	pšenice, pšenice jařina, pšenice ozim
6	obilniny ostatní	oves, pohanka, proso seté, tritikal, žito jařina, žito ozim, žito trsnaté
7	píce / suché krmivo	směs krmná, směsi, směsi travní, světlice, štírovník, tolíce dětelová, úročník
8	traviny na orné půdě	jetelotraviny, jílek vytrvalý, jílek mnohokvětý
9	traviny permanentní	kostřava, srha laločnatá, trávy
10	kmín	kmín
11	byliny ostatní	batáty, bazalka vonná, benedikt lékařský, dobromysl, fenykl obecný, fenykl sladký, heřmánek, jitrocel kopinatý, komonice, kopr vonný, koriandr setý, kozlíček, léčivé, lesknice kanáarská, levandule, libeček lékařský, máta peprná, meduňka lékařská, měsíček, pelyněk kozalec, řebříček, saturejka, sléz maurský, sléz přeslenitý, šalvěj lékařská, tymián obecný, yzop lékařský
12	jetel	jetel
13	sója	sója
14	luskoviny ostatní	bob, cizrna, čočka, fazol zahradní, hrách zahradní, lupina bílá, lupina úzkolistá, peluška jarní, peluška zimní, vičenec, vikev, vikev panonská, vikev setá, vojtěška
15	kukuřice	kukuřice
16	ostatní	čičorka, čirok, dočasné, chrpa modrá, jestřabina, konopí, květiny, len olejnatý, lnička setá, ostatní, ostropes, pískavice, topinambur, topolovka, třapatka, úhor, včelník
17	mák setý	mák setý
18	brambory	brambory
19	slunečnice	slunečnice
20	zelenina	brokolice, celer bulva, celer řapíkatý, cibule jarní, cibule zimní, česnek jařina, česnek ozim, jahodník, kapusta, kedluben, květák, mangold, lilek vejčitý, meloun, mrkev, okurka nakládačka, okurka salátová, paprika, pastinák, pažitka, petržel kořenová, petržel naťová, pór jarní, pór ozim, rajče, ředkev jařina, ředkev ozim, ředkvička, řeřicha, salát směs, šalotka, špenát jařina, špenát ozim, tuřín, tykev muškátová, tykev obecná, tykev velkoplodá, zelenina, zeli hlávkové, zeli pekingské

S prostorovými daty jsem pracovala v souřadnicovém systému ETRS89/LAEA. Tento souřadnicový systém kombinuje evropský terestrický referenční systém ETRS89 a kartografickou projekci Lambert Azimuthal Equal Area, poskytuje jednotný geodetický rámec pro Evropu. Systém ETRS89/LAEA byl zvolen pro mezinárodní srovnání dat (INSPIRE & Systems, 2010).

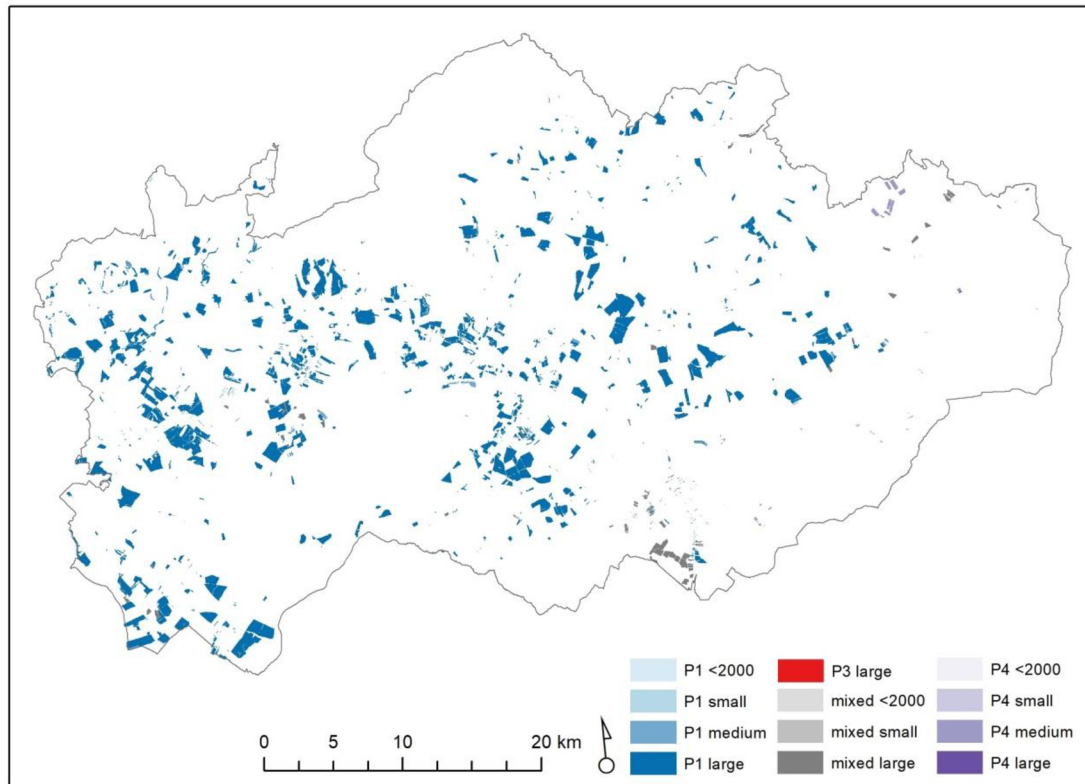
Následoval proces vytvoření samotných osevních postupů, spočívající v propojení informací o pěstované plodině mezi lety na konkrétním půdním bloku. Během sledovaných let se však celkový počet půdních celků měnil až v řádu stovek, docházelo ke změnám jejich výměry, rozdělování, scelování. S tím se pojily nové registrace dílů půdních bloků v systému LPIS. Při jakékoliv, byť minimální, změně docházelo k obměně identifikačního kódu (ID) dílu půdního bloku. Proto nebylo zpočátku možné identifikovat osevní postupy na konkrétních jednotlivých polích, jak bylo mým záměrem.

Z řady testovaných postupů se ukázalo být nejvhodnější použití prostorové analýzy nástrojem Spatial join v ArcMap. Tato funkce umožnila spojit atributy z jednoho prvku do druhého na základě prostorového vztahu. Pro co nejpřesnější propojení dat z jednotlivých roků bylo použito dílčí nastavení nástroje: one to many – intersect. Je třeba vyzdvihnout, že použitý nástroj je srovnatelně účinný pro všechny velikosti dílů půdních bloků, a maximalizuje tak počet vytvořených propojení. Data z let 2015-2018 a 2020-2021 jsem tak postupně propojila dle unikátní hodnoty ID DPB, jejich rozlohy a polohy k vrstvě z roku 2019. Tím bylo dosaženo vytvoření řad plodin pěstovaných v konkrétním prostoru s jednotnou rozlohou v čase. Plochy s výraznými prostorovými změnami nebyly v dalším postupu použity. Stejně tak nemohly být použity půdní bloky s nekompletní informací o pěstovaných kulturách. Pro analýzu plodin tak bylo vybráno 2388 ploch o celkové výměře 14 665,6 ha (Obr. 3).



Obr. 3 Prostorové uspořádání ploch podrobených analýze

Půdní bloky v zájmovém území měly mimo jiné určeny výrobní zaměření a ekonomickou kategorií farem. Klasifikace výrobního zaměření byla provedena podle systému FADN (Farm Accountancy Data Network). FADN je zemědělská účetní datová síť, sloužící jako hlavní zdroj informací o zemědělských podnicích v Evropské unii (Ústav zemědělské ekonomiky a informací, 2023). Bylo použito rozdělení farem do pěti faremních archetypů s ohledem na jejich specializaci: a) rostlinná výroba (P1), b) zahradnické kultury (P2), c) trvalé kultury (P3), d) živočišná produkce (P4) a e) kombinace více výrobních zaměření, čili smíšené farmy (mixed) (Obr. 4). Kategorie jsou navíc rozděleny do podskupin dle ekonomické velikosti farmy.



Obr. 4 Prostorové uspořádání ploch se zobrazením faremních archetypů

Po stránce výrobního zaměření farem je v největší míře zastoupena rostlinná výroba (P1) a to 83 % z celkového počtu farem. Půdní bloky spadající pod farmy zaměřené na zahradnické kultury (P2) se v mém pracovním vzorku vůbec nenachází. Trvalou kulturu (P3) reprezentuje pouze jediná farma – pravděpodobně chybné reziduum z předchozího postupu, nebyla do dalších analýz zařazena. Pouhá 4 % podniků patří mezi farmy zaměřující se na živočišnou produkci (P4) a zbývajících 13 % je z pohledu výrobního zaměření farmy hodnoceno jako smíšené.

V zájmovém území se vyskytují převážně velké farmy, tvořící 89 % podniků. Zbývajících ekonomické skupiny jsou zastoupeny jen doplňkově: střední farmy tvoří 9 %, malé farmy společně s nejmenšími farmami s hodnotou pod 2 000 euro jen 2 % farem.

3.4 Analýza dat

Pro pochopení a vyhodnocení jevů byla data podrobena řadě dílčích analýz a vizualizací – níže popsáno.

3.4.1 Analýza rozloh jednotlivých plodin v letech

Pro pochopení obecného trendu pěstování plodin a vůbec charakteru zemědělství v zájmové oblasti jsem porovnávala informace o celkových rozlohách pěstovaných kultur.

Vhodným nástrojem se ukázal být skládaný sloupcový graf, vytvořený s pomocí patřičné funkce tvorby grafu v programu Microsoft Office Excel. Skládaný sloupcový graf umožňuje porovnání hodnot mezi jednotlivými složkami a zároveň ukazuje jejich poměr v rámci jedné kategorie. V mém případě jsou složkami pěstované kultury a kategoriemi jsou zkoumané roky. Tento typ grafického zobrazení umožnil odpovědět na řadu dílčích otázek, jako např. jaké je plošné zastoupení plodin vůči sobě navzájem, které plodiny nejvíce charakterizují studovanou oblast, jak se mění jejich zastoupení v jednotlivých letech, popř. zda se mezi lety objevují dlouhodobé trendy ve farmami preferovaných plodinách.

3.4.2 Počty plodin na jednotlivých půdních blocích

Komplexnost osevního postupu určuje ve velké míře počet zařazených druhů plodin. Lze předpokládat, že čím více rozdílných plodin se během let v postupu objeví, tím je pěstební postup na poli rozmanitější a osevní postup komplexnější a pravděpodobně promyšlenější.

1. komplexnost postupů

Počet unikátních plodin projevených na půdním bloku během sledovaných let byl zjištěn funkcí „četnosti“ v MS Excel. Pro vizualizaci jevu byl vytvořen sloupcový graf, zobrazující celkové množství polí dle počtu (a následně procentuálního zastoupení) unikátních plodin, které byly na jednotlivých pozemcích během sledovaných sedmi let pěstovány. Graf byl rovněž vytvořen v MS Excel.

Stejný aspekt jsem promítla také podrobněji v závislosti na velikosti farem. Pro toto dílčí vyhodnocení jsem se zaměřila pouze na skupinu farem rostlinné výroby, neboť se jednalo o největší vzorek. Stejně jako v předchozím případě jsem vytvořila sloupcový graf procentuálního zastoupení ploch dle počtu pěstovaných unikátních plodin.

2. opakování jedné plodiny za sebou

Pouhý počet pěstovaných kultur však dostatečně nevypovídá o tom, zda se plodiny během let skutečně střídaly. Jak bylo v úvodu zmíněno, určité plodiny je možno pěstovat více let po sobě, nicméně to ze své podstaty neodpovídá užití osevního postupu. Pro vyhodnocení jevu byly vybrány tři nejčastěji pěstované plodiny – pšenice, kukuřice a řepka. Ve sledech plodin byly vyhledány a následně graficky promítnuty konkrétní půdní bloky, na kterých se pěstovala tataž plodina více let v řadě. Uspořádání

takových ploch v prostoru může napovědět mnohé o hospodaření v dílčích regionech v rámci zkoumaného území.

3.4.3 Střídání plodin

1. Sankeyho diagram

V dalším postupu jsem se zaměřila na zobrazení samotného dlouhodobého procesu osázení ploch různými plodinami mezi lety. Vzhledem k vysokému počtu ploch (2388 DPB) i kategorií plodin (20) by bylo téměř nemožné vytvořit přehledný a statisticky akurátní výstup, zahrnující všechny osevnické postupy.

Pro zjednodušenou, ale přesto vypovídající a graficky vhodnou interpretaci takto složitěho systému jsem zvolila tzv. Sankeyho diagram. Ten znázorňuje složení a distribuci stavu určité veličiny v určitém systému – v tomto případě se jedná o časový průběh počtu polí s pěstovanou plodinou mezi sledovanými roky 2015-2021. Sankeyho diagram umožňuje vhodně vizualizovat a rychle zprostředkovat pochopení složitěho systému. Lze skrz něj identifikovat dominantní proudy, sledovat změny toku v čase nebo porovnávat toky mezi různými kategoriemi. V neposlední řadě lze skrze něj odhalit vzory a trendy v toku dat nebo energie mezi kategoriemi.

Sankeyho diagram byl vygenerován pomocí softwarové aplikace SankeyMATIC na základě příkazů, strukturovaných do vhodného formátu. Informace o pěstovaných plodinách byla do diagramu vložena postupně po jednotlivých dvojicích za sebou jdoucích let. Kupříkladu pokud byl zdrojový rok 2015, cílový byl rok 2016. Rok 2016 byl zdrojový pro rok 2017 atd. Pozorováním těchto zdrojů a cílů umožnilo identifikovat, v jakém objemu na sebe plodiny navazovaly atd.

Vytvořený diagram částečně zastupuje i funkci skládaného sloupcového diagramu, popsaného výše, neboť rovněž vizualizuje jednotlivé složky (kultury) v rámci kategorie (roku). Tento diagram však znázorňuje počet ploch, nikoliv rozlohu.

2. Nejčastější sledy plodin

Při dosavadních analýzách jsem pracovala v měřítku celého zájmového území. Mým záměrem bylo zaměřit se i na jednotlivá pole a osevnické postupy v nich. Díky dříve zmíněnému propojení ploch mezi lety a vytvoření osevnických řad, bylo možné z dat vyzdvihnout nejčastější sledy plodin.

V tomto případě jsem v MS Excel transformovala názvy plodin na kódy plodin dle Tab. 3. Kódy jsem spojila do jedné buňky (funkce „concatenate“), čím jsem pro každý

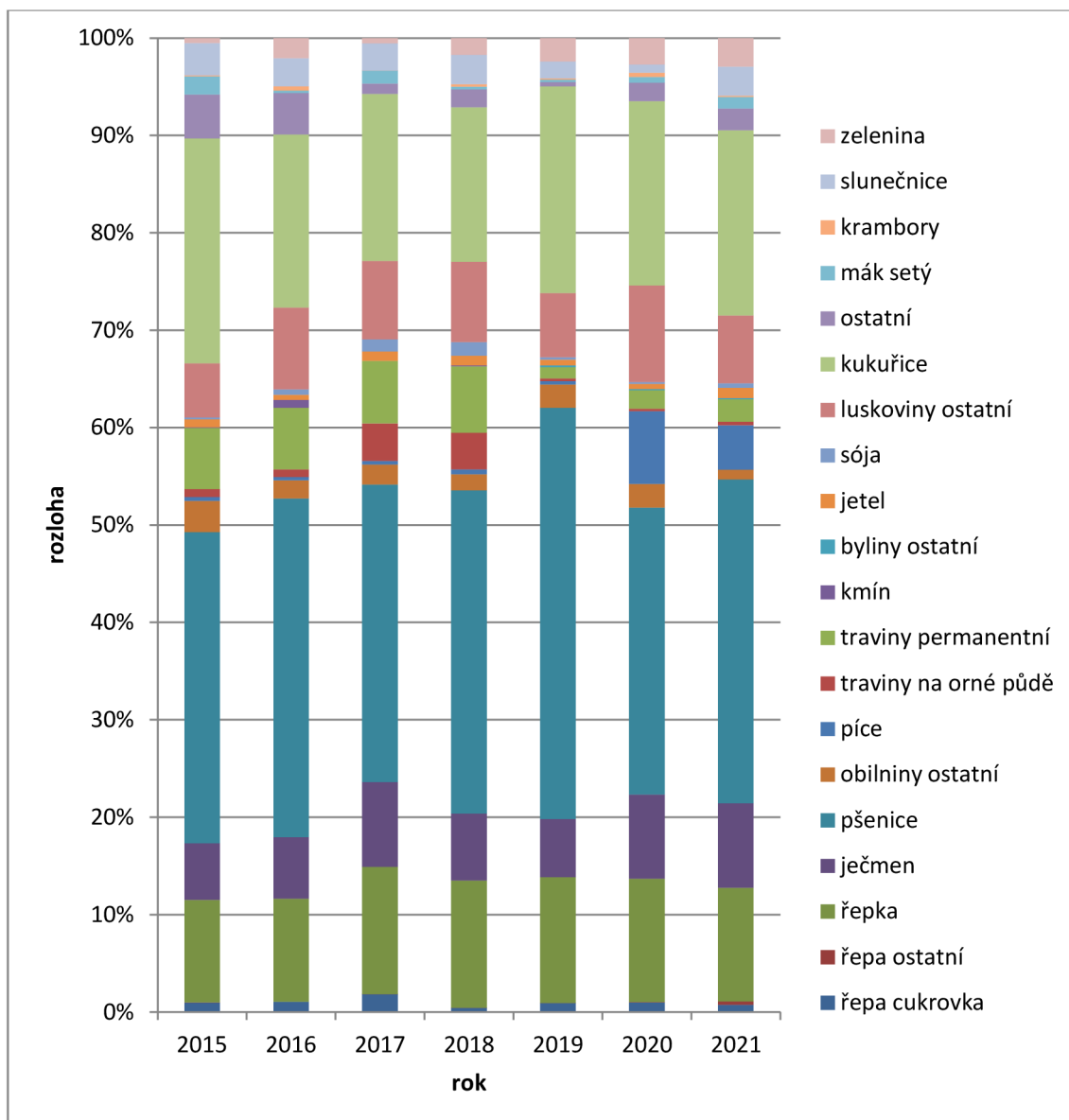
půdní blok vytvořila identifikátor v jednotném formátu. Např. výsledný zápis 5_4_3_5_5_4_3 nese informaci, že v r. 2015 byl půdní blok osazen pšenicí, v r. 2016 ječmenem, v r. 2017 řepkou atd. Zaměřila jsem se na co nejdelší sekvence opakování dvou a více plodin, jež se často opakovaly (funkce „countif“).

4. Výsledky

4.1 Analýza rozloh jednotlivých plodin v letech

Celková rozloha studovaných ploch činí 14 665,6 ha. Plošně nejrozšířenější plodinou je během všech studovaných let pšenice (od minimální rozlohy 29,5 % v r. 2020 po maximální rozlohu 42,2 % v r. 2019). Dalšími plošně význačnými skupinami plodin jsou kukuřice (průměrně 19 %), brukvovité plodiny (průměrně 12,1 %), luskoviny ostatní (průměrně 7,7 %) a ječmen (průměrně 7,3 %). Ty dohromady zastupují bezmála 80 % ze studované půdy a tím napovídají mnohé o charakteru politiky zemědělství v zájmovém území (Obr. 5).

Poměrové zastoupení pěstovaných kultur v průběhu sledovaných let je vcelku stabilní. Mezi zmíněnými plošně nejvíce zastoupenými plodinami se neprojevuje žádný významný trend. V okrajových oblastech grafu lze pozorovat např. mírný trend zvětšování plochy pěstování zeleniny. Mezi lety 2018 a 2019 nastal poměrně velký úbytek u kategorie travin na orné půdě, mezi lety 2019 a 2020 naopak skokově vzrostlo zastoupení píce.

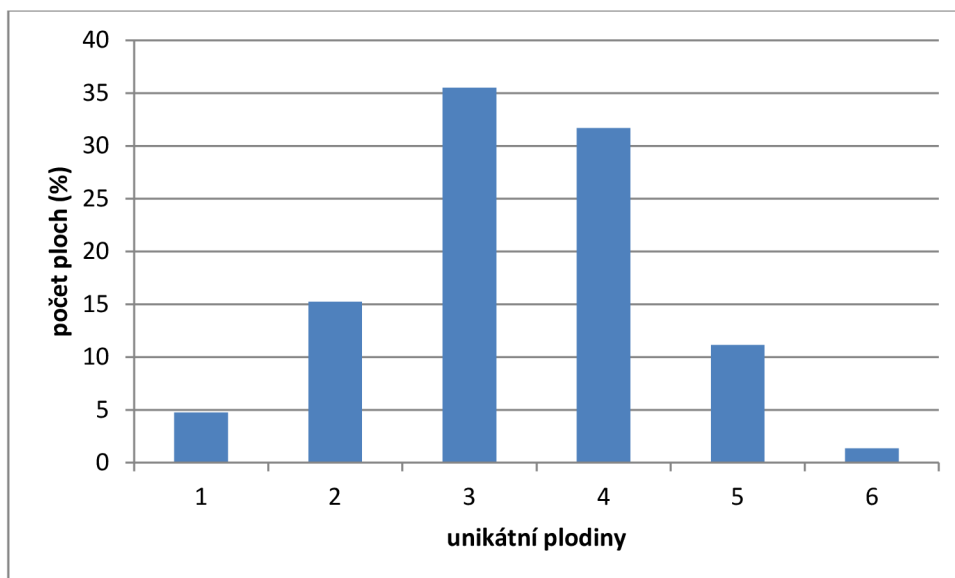


Obr. 5 Skládaný sloupcový graf rozlohy pěstovaných kultur

4.2 Počty plodin na jednotlivých půdních blocích

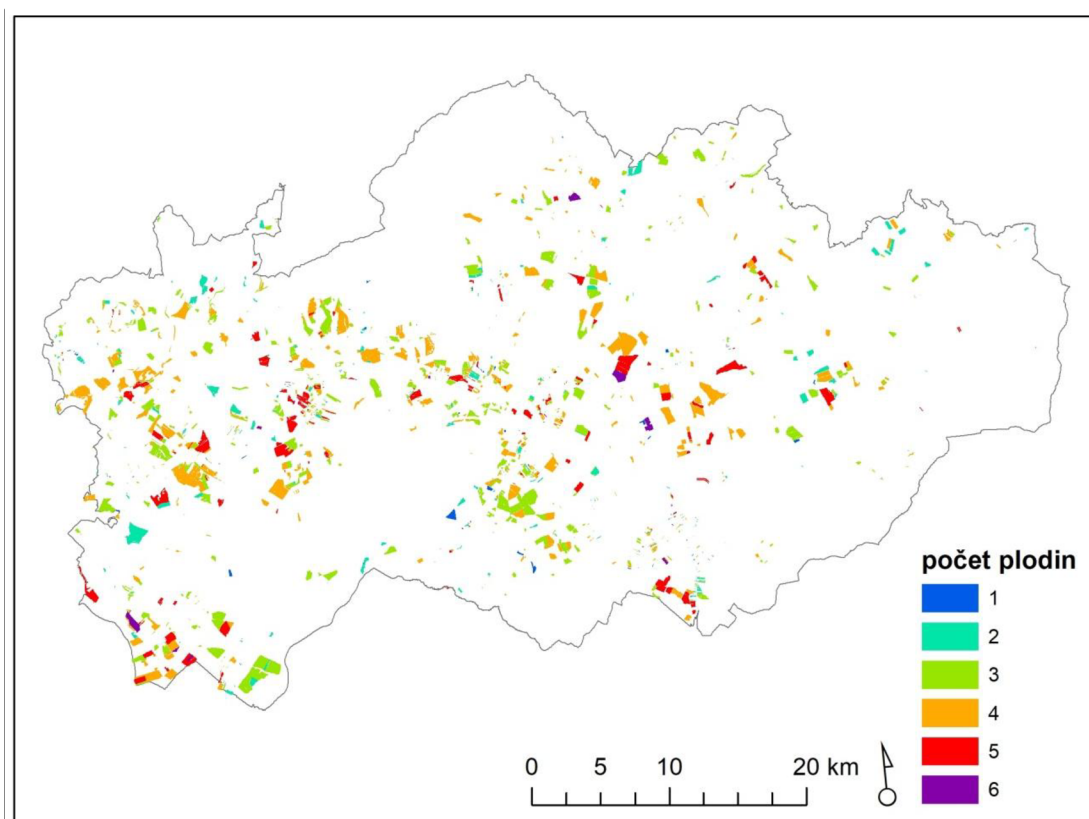
1. komplexnost postupů

Z grafického zobrazení počtu unikátních plodin v rámci plochy (Obr. 6) je patrné, že během sedmi sledovaných let se na polích nejčastěji vystřídaly tři plodiny (35,5 % počtu DPB) a čtyři plodiny (31,7 %). Plochy s jednou až dvěma plodinami v průběhu pozorované etapy prezentují především převažující zatravněné plochy (20 % z celku), v malé míře pak zemědělské plochy s chudým střídáním plodin, popř. s častým opakováním jedné plodiny za sebou. V malém zastoupení se objevují i plochy s pěti a více různými skupinami plodin ve sledovaném období.



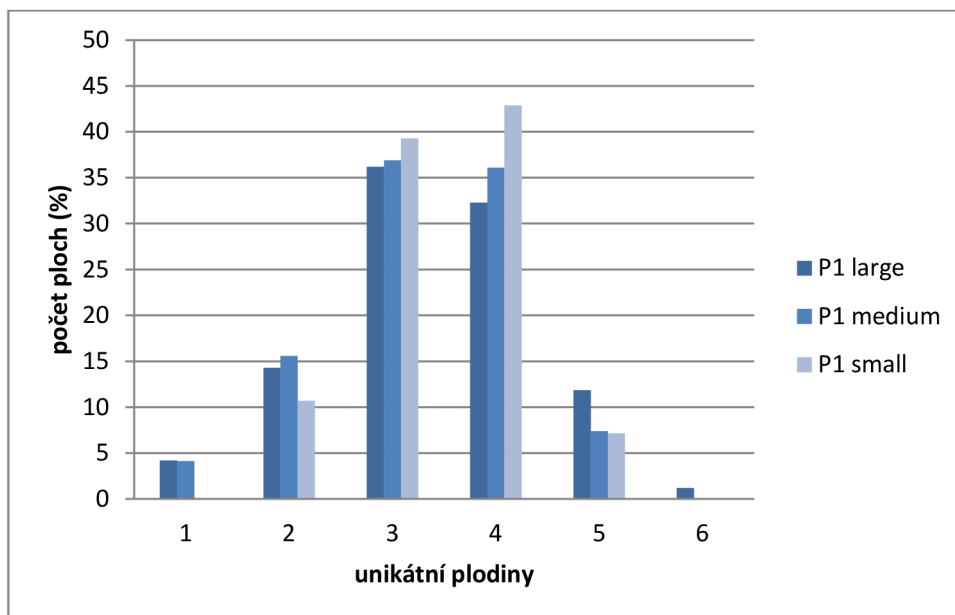
Obr. 6 Počet unikátních plodin pěstovaných během sledovaných let

Při vizualizaci stejného jevu na mapě lze pozorovat, že na velkých plochách se střídá větší počet plodin, kdežto na malých jsou preferovány 1-2 plodiny. Co se týče přírodních podmínek, je patrné, že v nížinných podmínkách v západní části zájmové oblasti dochází k častějšímu střídání čtyř a pěti plodin, než jinde (Obr. 7).



Obr. 7 Prostorová distribuce množství unikátních plodin pěstovaných během sledovaných let

Výsledky grafu zohledňujícího ekonomickou kategorii pouze farem rostlinné výroby naznačují, že malé farmy ve více jak 80 % využívají tři nebo čtyři druhy plodin ve sledovaném období. U velkých farem je rozložení více rovnoměrné, a přestože zde rovněž dominuje zastoupení tří a čtyř plodin, zastoupení u méně frekventovaných kategorií je znatelně vyšší oproti malým farmám (Obr. 8).



Obr. 8 Počet unikátních plodin pěstovaných během sledovaných let – zaměřeno na farmy rostlinné výroby

2. opakování jedné plodiny za sebou

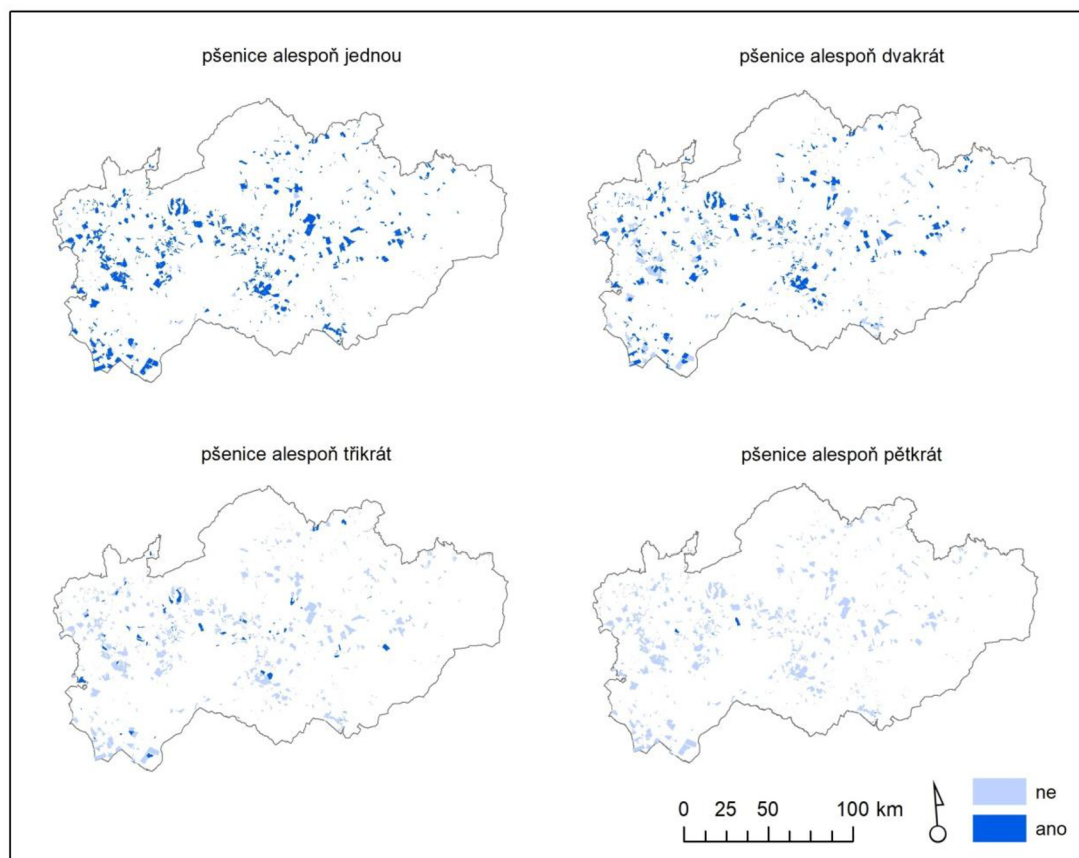
Z počtu polí, na kterých je pšenice pěstována první rok, je v 61 % pěstována i rok druhý. Dlouhodobější opakování se u pšenice taktéž potvrzuje, minimálně tři roky po sobě je pšenice pěstovaná na 14,3 % z ploch s výskytem pšenice. Pět a více pěstovaných kultur pšenice bez přestávky se projevuje pouze na 1,7 % ploch (Obr. 9).

Kukuřice je z celkového počtu polí, kde je pěstována alespoň jeden rok, minimálně dvakrát za sebou zařazena ve 26,4 % případů. Třikrát a více v řadě se objevuje v 7,2 % a minimálně pětkrát v řadě pouze u 1,4 % (Obr. 10).

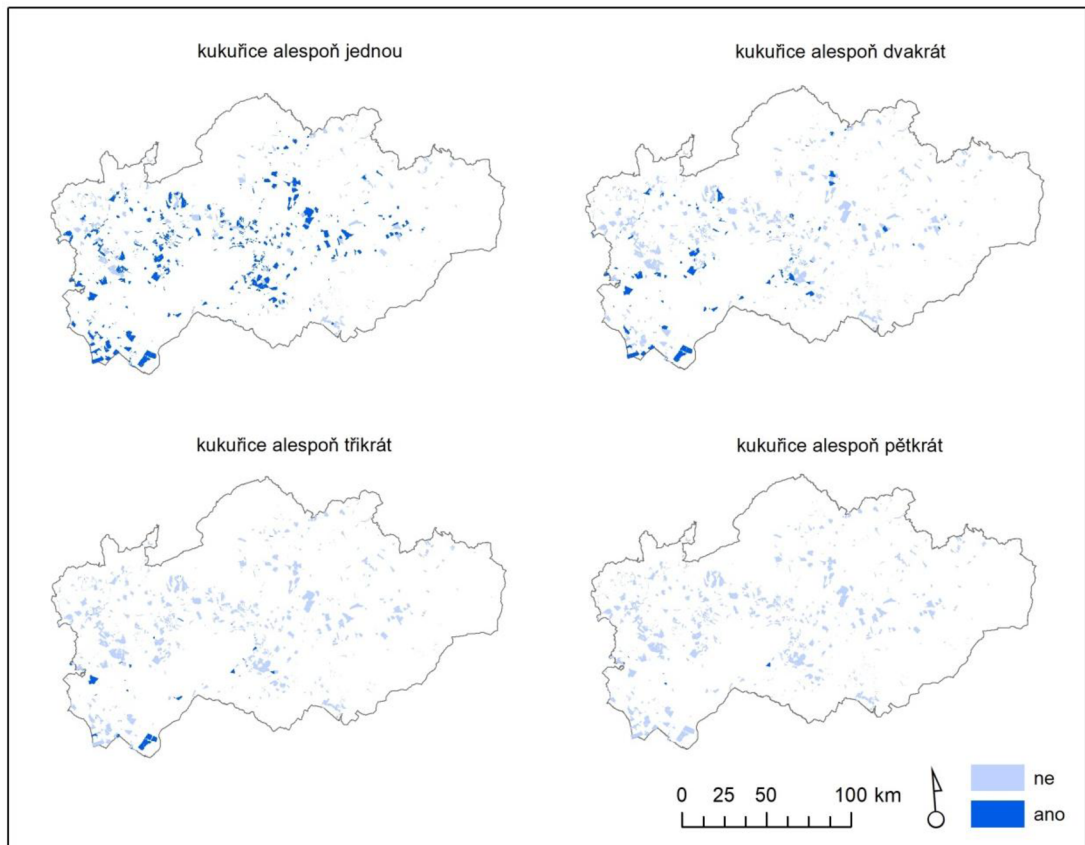
Třetí nejčastěji pěstovaná plodina – řepka, se téměř neopakuje. Sama sebe nahrazuje pouze výjimečně ve sledu dvou let (Obr. 11). Vícekrát za sebou se na žádném půdním bloku neobjevuje.

Co se týče prostorových preferencí, pšenice se dva roky za sebou pěstuje napříč celým zájmovým územím. Vyšší počet opakování pšenice se častěji uplatňuje při západní části území, v nížinách. Tento trend prostorové dispozice je ještě lépe patrný u kukuřice, kde

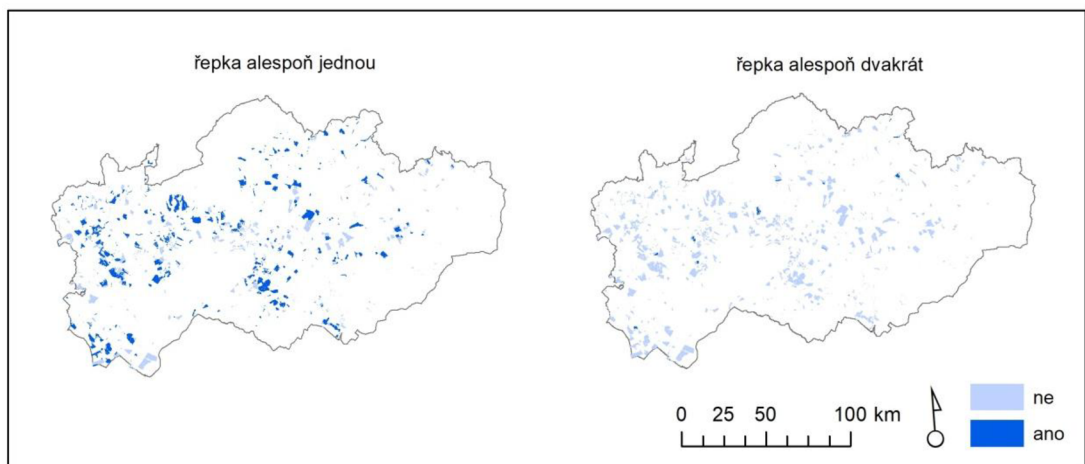
je opakované pěstování této plodiny situováno zejména do teplé nížinné oblasti.
U řepky tento trend není pozorován.



Obr. 9 Prostorové uspořádání ploch, kde byla pěstována pšenice více let v řadě



Obr. 10 Prostorové uspořádání ploch, kde byla pěstována kukuřice více let v řadě



Obr. 11 Prostorové uspořádání ploch, kde byly pěstované brukvovité plodiny více let v řadě

4.3 Střídání plodin

1. Sankeyho diagram

V diagramu každý sloupec odpovídá jednomu roku. V něm jsou poměrově vizualizovány pěstované plodiny (Obr. 12). Změny v kultuře pěstované mezi lety jsou reprezentovány pásy různé šířky. Širší toky reprezentují vyšší počty polí, které toku odpovídají. S využitím aritmetického průměru ze všech sledovaných let vidíme, že nejčastěji užívané kultury jsou pšenice (30,0 %), kukuřice (13,5 %), ostatní bobovité (10,8 %), ječmen (10,7 %) a brukvovité plodiny (7,7 %). Poměrové zastoupení počtu plodin mezi lety je ve své podstatě konstantní.

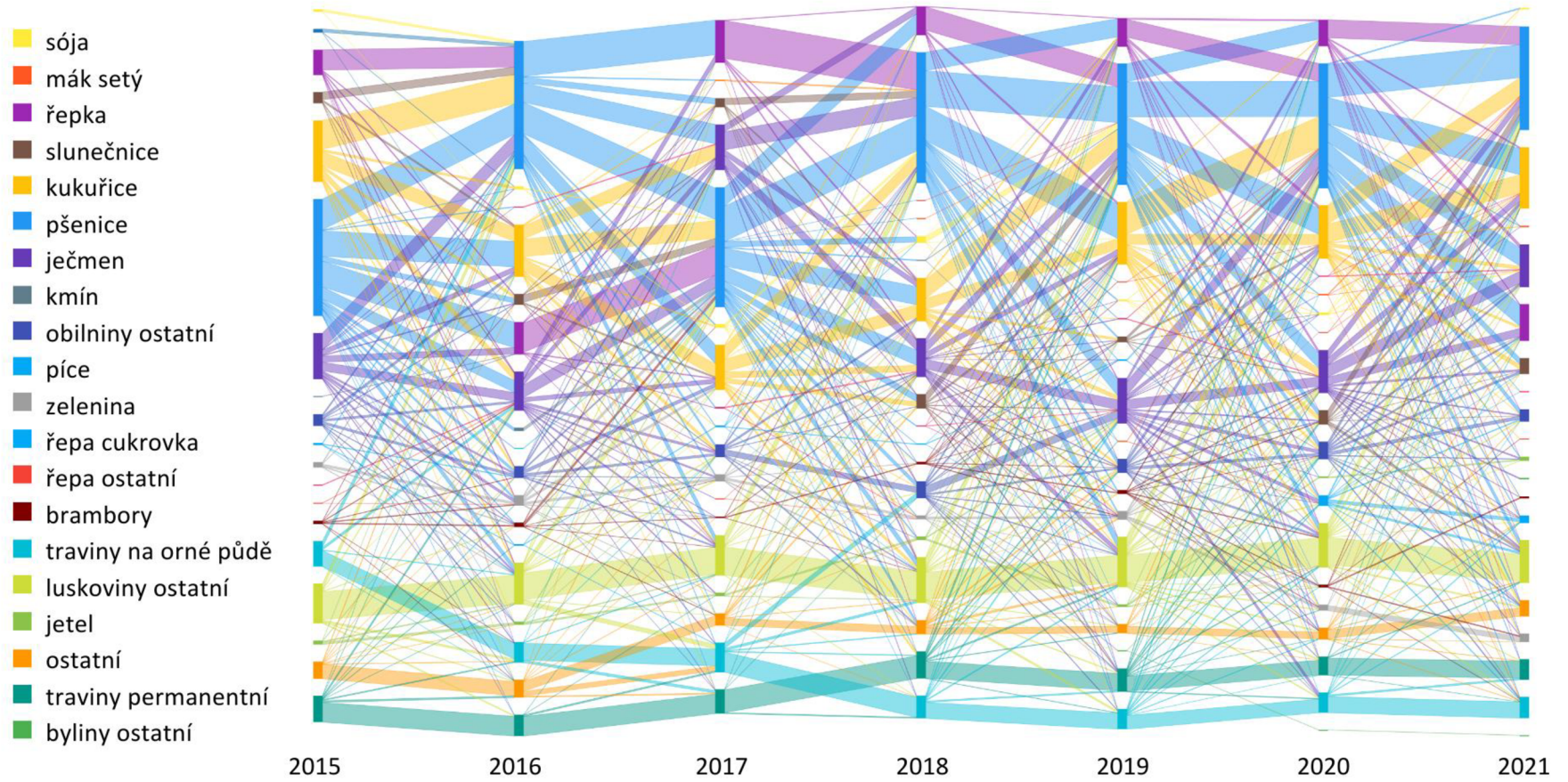
V grafu lze pozorovat řadu trendů. Dle frekvence přechodů lze rozdělit plodiny do několika skupin:

Plodiny, které jsou součástí bohatých kombinací. Za plodinu, která se využívá v pestrých kombinacích, můžeme označit pšenici. Pšenice je v každém z roků složena z řady plodin a stejně tak je zdrojovou kulturou pro řadu plodin. Zároveň je zpravidla více než 1/3 zdrojová sama pro sebe. Obdobně je tomu u kukuřice.

Typická plodina, které se střídá jen s malým počtem jiných plodin, je řepka. Z grafu lze vyčíst, že kultura řepky z podstatné části následuje po pšenici. Většina ploch, na kterých se pěstuje řepka, následně opět přechází ke kultuře pšenice. Vidíme, že řepka sama sebe téměř nikdy nestřídá.

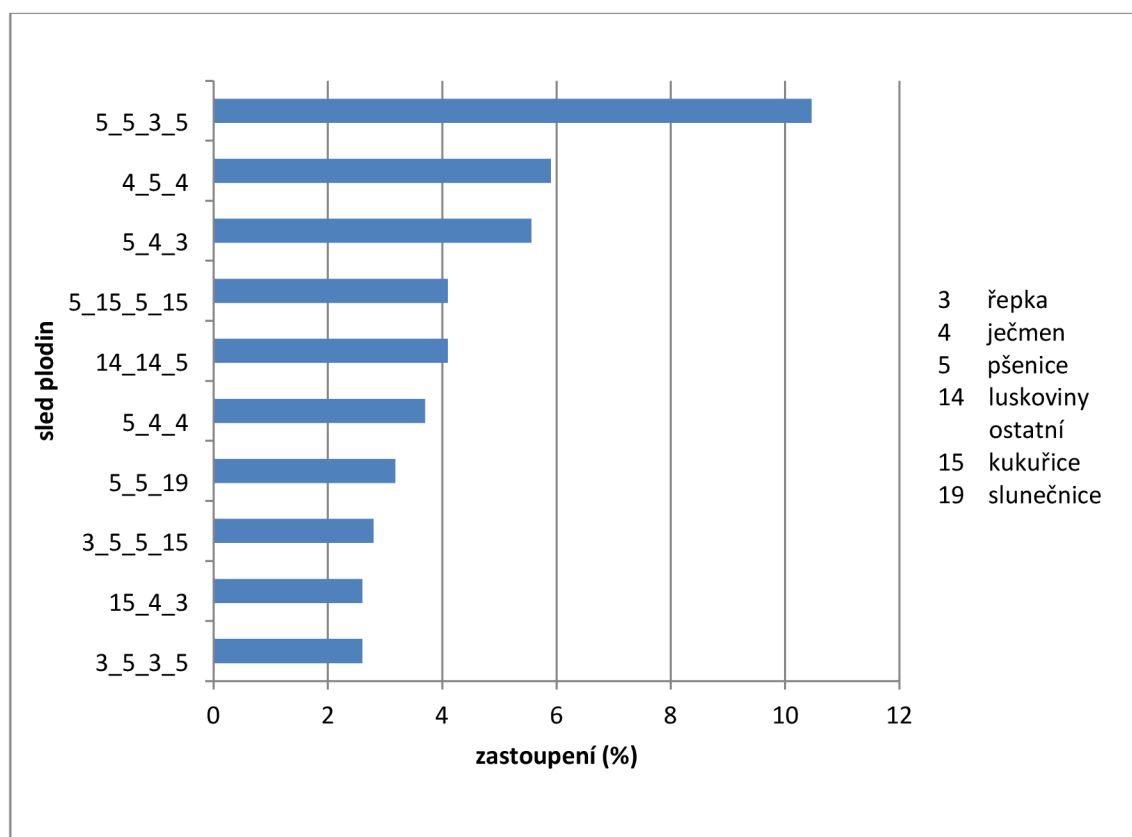
Některé plodiny mají silný trend střídání převážně samy sebe. Typickým příkladem jsou skupiny travin, u kterých tento trend může naznačovat prvky trvalých travních porostů, popř. víceletých úhorů. Často k tomuto střídání dochází také u skupiny ostatních luskovin.

Obr. 12 Sankeyho diagram pěstovaných plodin



2. Nejčastěji se opakující sledy plodin

Mezi nejčastějšími sledy plodin přirozeně figurovala pšenice. Nejčastějším sledem plodin / článkem osevního postupu je sled pšenice – pšenice – řepka – pšenice. Tento sled se objevil na více než 10 % polí. Časté je rovněž střídání pšenice s kukuřicí a pšenice s ječmenem (Obr. 13).



Obr. 13 Graf nejčastěji se opakujících sledů plodin

5. Diskuze

Diplomová práce se zabývá tématem střídání plodin v zemědělské výrobě. Jedná se o případovou studii z oblasti jižní Moravy, která se věnuje analýze a pochopení pěstovaných kultur v současnosti. Studuje aspekty rozlohy půdních bloků i počtu plodin a blíže se zaměřuje na plodiny nejčastější. Pro analýzu byla použita data o pěstovaných plodinách z LPIS z let 2015-2021. Pro účely studie byly plodiny rozděleny dle příbuznosti do 20 skupin.

Osevní postupy hrají v dlouhé historii zemědělství významnou roli pro správné fungování systému. Jsou nejúčinnějším způsobem dosažení efektivity a udržitelnosti hospodaření (Bachinger & Zander, 2007; Kelly, Lu, & Teasdale, 1996). V dnešní době se vzhledem k současné intenzitě mechanizace, používání minerálních hnojiv a agrochemikálií a taky novým odrudám plodin od zavedeného střídání plodin ustupuje (Zani, Barneze, Soratto, & Francis, 2022). Tyto nové prostředky udrží systém funkční a zároveň přizpůsobivý rychle se měnícím podmínkám trhu atd. Současně se do popředí zájmu dostává otázka změny klimatu, kvůli které nemohou být staré ověřené postupy uplatněny na místech, kde dřív (Upcott, Henrys, Redhead, Jarvis, & Pywell, 2023; Yang, Siddique, & Liu, 2020). Nicméně dostupné informace o tomto trendu jsou jen kusé a nevíme, do jaké míry k tomu dochází. Díky unikátnímu přístupu k datům z LPIS za několik posledních let máme možnost tuto záležitost analyzovat podrobněji.

Stejně jako plošně na celém našem území, v zájmové oblasti se nachází především farmy rostlinné výroby. Podíl velkých farem rostlinné výroby v zájmovém území tvoří až 77 %. Co se týče pěstovaných kultur, ve studované oblasti dominuje jak v rozloze, tak v množství osazených polí pšenice, která zaujímá přibližně 30 % zemědělské kapacity. Kukuřice se umísťuje na druhé místo, přičemž je pěstována na bezmála 20 % rozlohy polí. Polovina zemědělské výroby se tedy soustřeďuje na produkci pouze těchto plodin. Dle Českého statistického úřadu (ČSÚ, 2023) je nejčastější plodinou na území ČR pšenice, jež je osazena až na 70 % polí. Kukuřice je naopak v měřítku celé ČR pěstována pouze na 12 % polí. Z analýzy lze soudit, že poměrové rozložení plodin je specifické pro danou oblast, rozdílné od celorepublikového průměru. Množství pěstované pšenice se ani z daleka neblíží republikovému průměru, naopak je dán větší

prostor méně častým plodinám. Lokální zemědělství se tak zřejmě jeví nadprůměrně rozmanité.

Dle dostupných dat se běžně uplatňované osevnické postupy skládají od dvou do dvanácti rozdílných plodin (CropCare, 2022). Z výsledků analýzy vyplývá, že v praxi jsou během sedmi let osazeny nejčastěji tři až čtyři plodiny, což dokazuje střídání plodin, nicméně to není zaručený důkaz pravidelné rotace. Výsledek lze vyložit například tak, že nejčastěji se na poli za sledovaných 7 let objevuje každá plodina přibližně dvakrát. To může v ideálním případě svědčit o aplikaci populárních čtyřletých osevnických rotací (Frene, Figuerola, Gabbarini, Erijman, & Wall, 2022). Naopak tento fakt vyvrací zastoupení komplexnějších osevnických postupů. Plochy s pěti a více různými skupinami plodin jsou zastoupeny ve více než 10 % případů. Zde se naopak může jednat o důkaz aplikace komplexních víceletých osevnických postupů.

Při vizualizaci stejného jevu na mapě jsem zjistila, že na rozlehlých plochách se během sledovaných let uplatňují nejčastěji 3-4 plodiny. Farmy hospodařící na velkých polích se tak pravděpodobně zaměřují na rotaci omezeného počtu plodin, které se osvědčily pro dané klimatické podmínky a jsou ekonomicky rentabilní. Oproti tomu na malých plochách, které často slouží jako pastviny nebo jsou využívány pro smíšenou výrobu, je běžné pozorovat jen 1-2 plodiny. Geografické rozložení dále prozrazuje, že v nížinných oblastech na západě území lze pozorovat častější střídání až šesti druhů plodin ve srovnání s ostatními oblastmi. Jev lze vysvětlit větší snahou o zavedení komplexnějších osevnických postupů pro prevenci sucha a eroze (Šarapatka, 2010). Diverzifikace osevnického postupu může navíc zlepšit odolnost vůči stresu, což vede k odolnějším systémům (Degani et al., 2019).

Při zaměření na podmínění jevu ekonomickou kategorií se projevila největší fixace malých farem na zastoupení 3-4 plodin. To může značit vysoký podíl užívání krátkých osevnických rotací, např. v rámci ekologického zemědělství či agroenvironmentálně-klimatických opatření (Reddy, 2017). Nicméně výsledek může být zkreslen nerovnoměrným zastoupením kategorií farem. Z toho důvodu jsem v dalším porovnávání dle FADN kategorizace nepokračovala.

Faktem zůstává, že pokud plodiny více let zastupují pouze samy sebe, nedochází k uplatnění osevnických postupů. Při bližším zaměření na opakování stejných plodin po více let jsem potvrdila, že zařazování jedné plodiny více let za sebe je běžnou praxí,

jako uvádí Buckwell et al. (2020). Například pšenice je, co se týče zařazení do pěstebního sledu za sebe, poměrně tolerantní plodina. Je možné ji za určitých podmínek pěstovat hned na druhý rok po sobě (Capouchová & Konvalina, 2014), čehož je dle analyzovaných let využito na řadě půdních bloků. Na více než polovině polí, kde je pěstována, se zopakuje dva roky po sobě. Řada pšenice tří let po sobě se objevuje jen v sedmině případů. Pět a více pěstovaných kultur bez přestávky se projevuje pouze v 1-2 % případů, tyto extrémní případy se neshodují s využitím promyšlených osevních postupů. Nízké procento zastoupení je tedy přivětivým výsledkem.

Kukuřice je oproti pšenici plodina s vyššími nároky na vodu, současně je hlavní příčinou eroze. Proto není pro opakované užití na jednom poli příliš vhodná (Zimolka, 2008). To souhlasí s analýzou – z celkového počtu polí, kde je kukuřice pěstována alespoň jeden rok, je minimálně dvakrát za sebou zařazena jen v přibližné čtvrtině případů. Současně se prokázalo, že kukuřice se pro své vyšší nároky více let opakuje výhradně v teplých nížinných podmínkách, kdežto pšenice se ve víceletém opakování objevuje napříč celým územím.

Víceleté opakování řepky není vhodné, řepka by měla být pěstována s odstupy 3-4 roky, ideálně po obilninách (Bečka, 2019; Křen et al., 2015). Tomuto doporučení odpovídá minimální míra víceletého opakování řepky v kuse.

Na základě porovnávání struktury zastoupení plodin mezi lety jsem dospěla k závěru, že navzdory předpokládaným dynamickým trendům, způsobených např. tlaky v podobě dotací, změnami klimatických podmínek a krátkodobými vnějšími vlivy, se poměr rozloh zastoupení plodin vyznačuje stálostí. Mezi lety nedochází k trendům či kolísání, které by měly významný vliv na území jako celek. Patrně je rámeček sedmi let krátkou dobou pro pozorování dlouhodobých, pomalu se projevujících změn.

Analýza Sankeyho diagramem dokázala s velkým potenciálem zobrazit nejčastější proudy mezi lety. Jak je zmíněno výše, diagram nepotvrzuje výrazný trend v procentuálním zastoupení plodin v průběhu let. Pro závěry mých výsledků je však důležitější, že napomohl odhalit charakteristiky/role, které každá plodina v osevním postupu zastupuje. Je překvapivým výstupem, jak se plodiny chovají různorodě, resp. jak má každá plodina svůj pattern, ve kterém je nejčastěji zařazována. Například utvrzuje postavení pšenice, jakož to velmi univerzální plodiny, která je vhodná

do četných kombinací. Naopak např. pěstování řepky je úzce spjato pouze s pšenicí, což může vhodně omezit projevy plevelů (Jursík & Soukup, 2018).

K mému překvapení se traviny a pícniny jakéhokoliv druhu téměř nekombinují mezi hlavní užitkové plodiny. Domnívala jsem se, že na základě jejich benefitů, jakož to předplodin (Capouchová & Konvalina, 2014; Justes, 2017), mají větší zastoupení v tradičních osevních postupech. To by mohlo značit nízké zastoupení ekologického zemědělství, jehož hlavní předností je právě vysoké procento zastoupení pícnin (Urban & Šarapatka, 2003). Možné zkreslení pravděpodobně přináší rozmělnění zástupců meziplodin do více skupin při úvodním rozdělení, které mi ztěžuje přehlednou identifikaci jedné zdrojové či cílové skupiny.

Analýza Sankeyho diagramem dokázala vizi kompletních osevních postupů částečně nastínit, nicméně ne plně interpretovat. Pro objasnění kompletních postupů bych pravděpodobně potřebovala data z více let. Nicméně na základě informací získaných předchozími analýzami (nejčastější plodiny a nejčastější trendy v Sankeyho diagramu) jsem schopna vybrat nejčastěji se opakující sledy plodin.

Při reprezentaci dat je důležité vzít v potaz, že osevní postupy na jednotlivých plochách mohou začít v kterémkoliv ze sledovaných roků. Dle dostupných zdrojů jsou osevní postupy často dlouhé šest a více let (Křen & Dušková, 2015). Proto nelze spolehlivě identifikovat osevní postupy, které začaly před rokem 2015, popř. končí po roce 2021. Z toho důvodu jsem se při hledání osevních řad zaměřila na sekvence kratší, identifikovatelné v horizontu dostupných sedmi let. Velmi časté se ukázalo střídání pšenice a řepky, popř. pšenice a ječmenu. Na 4 % půdních bloků se uplatňuje trojhonný článek os. postupu vojtěška – vojtěška – pšenice, jež uvádí jako vhodný příklad autoři Křen a Dušková (2015). Je zarážející, že z nejčastějších sledů jsou úplně vypuštěny travní/úhorové plodiny. To může poukazovat kupříkladu na odklon od tradičních postupů. Mým záměrem bylo kvantifikovat i delší osevní postupy, avšak výsledky bylo málo průkazné, neboť se každé pole nachází v různé fázi osevního cyklu a současně disponují velkým množstvím plodin.

6. Závěr

Ve své práci jsem analyzovala užití pěstovaných plodin v okresech Zlín a Uherské Hradiště v letech 2015-2021. K rozboru bylo na základě vhodnosti vybráno 2 388 dílů půdních bloků, z celkových více než 17 000, jež jsou v okresech přítomny. V případové studii jsem se zaměřila především na četnost druhů plodin, provázanost plodin mezi lety, osevními postupy a vztahy pěstování plodin a parametrů zemědělských podniků.

Samotné analýze předcházela rešerše o tvorbě a aplikaci osevních postupů. V analýze jsem se snažila poskytnout komplexní informace o charakteru a druhové struktuře zemědělství v zájmové oblasti. Zajímavé výsledky podal především Sankeyho diagram, dokazující mimořádnou složitost celého systému. Práce s daty potvrdila trend upouštění od komplexních osevních postupů, nahrazovaných spíše jednoduchými rotacemi nízkého počtu plodin.

Dosavadní data budou použita pro potřeby projektu Bestmap. V budoucnu by bylo vhodné výsledky práce porovnat s daty v jiných Evropských zemích, kde projekt Bestmap rovněž probíhá. Další analýzy by mohly směřovat např. k podrobnému objasnění vztahu klimatické změny a aplikaci osevních postupů v kombinaci s agroenvironmentálně-klimatickými opatřeními. Pro dosažení lepších výsledků by bylo vhodné pokračovat v analýze v dlouhodobém časovém horizontu.

7. Literatura

- Bachinger, J., & Zander, P. (2007). ROTOR, a tool for generating and evaluating crop rotations for organic farming systems. *European Journal of Agronomy*, 26(2), 130–143. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2006.09.002>
- Balogh, A. (2021). The rise and fall of monoculture farming. *Horizon, the EU Research and Innovation Magazine*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/rise-and-fall-monoculture-farming#>.
- Bečka, D. (2019). Manuál na řepku. Retrieved from website: <https://www.syngenta.cz/aktuality/aktuality/manual-na-repku>.
- Beranová, M., & Kubačák, A. (2010). *Dějiny zemědělství v Čechách a na Moravě*. Praha: Libri. ISBN 978-80-7277-113-4.
- Buckwell, A., Wachter, D., & Williams, E. (2020). Crop protection and the EU food system: where are they going? RISE Foundation. Brusel. 76.
- Capouchová, I., & Konvalina, P. (2014). Pšenice setá (*Triticum aestivum* L.). In P. Konvalina (Ed.), *Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství* (p. 284). České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Cháb, J., Stráník, Z., & Eliáš, M. (2007). *Geologická mapa ČR 1 : 500 000, složená*. Praha: Česká geologická služba. ISBN 978-80-7075-666-9.
- Degani, E., Leigh, S. G., Barber, H. M., Jones, H. E., Lukac, M., Sutton, P., & Potts, S. G. (2019). Crop rotations in a climate change scenario: short-term effects of crop diversity on resilience and ecosystem service provision under drought. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 285(July), 106625. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106625>
- Frene, J. P., Figuerola, E., Gabbarini, L. A., Erijman, L., & Wall, L. G. (2022). Impact of diversification and intensification of crop rotation (DICR) in soil bacterial microbiota in on-farm study after four and seven years. *Applied Soil Ecology*, 179. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104592>
- Houben, S., Brinks, H., Salomons, J., Cara, de M., Thorsted, M. D., Michel, V., ... Schlathoelter, M. (2020). Crop rotation: Prctical information. Retrieved from website: <https://www.best4soil.eu/factsheets/12>.
- Husa, J. (2018). *Oborová propedeutika (modul A - pěstování rostlin)*. Praha: Institut vzdělávání a poradenství ČZU. 40.
- INSPIRE, G. T. W. G. C. R. S. and, & Systems, G. (2010). D2.8.I.1 INSPIRE Specification on Coordinate Reference Systems – Guidelines. INSPIRE Thematic Working Group Coordinate Reference Systems and Geographical Grid Systems.
- Janáč, J., & Olšáková, D. (2018). *Kult jednoty: stalinský plán přetvoření přírody v Československu 1948 - 1964*. Praha: Academia.
- Jursík, M., & Soukup, J. (2018). Efektivní regulace výdrolu ozimé řepky. Retrieved

from Česká zemědělská univerzita v Praze website:
<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/efektivniregulace-vydrolu-ozime-repky>

- Justes, E. (2017). Cover crops for sustainable farming. In *Cover Crops for Sustainable Farming*. <https://doi.org/10.1007/978-94-024-0986-4>
- Kelly, T. C., Lu, Y. C., & Teasdale, J. (1996). Economic-environmental tradeoffs among alternative crop rotations. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 60(1), 17–28. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(96\)01064-X](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(96)01064-X)
- Křen, J., & Dušková, S. (2015). *Systémy rostlinné výroby*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-203-8.
- Křen, J., Neudert, L., Procházková, B., & Smutný, V. (2015). *Obecná produkce rostlinná – 1. část*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-325-7.
- Ministerstvo zemědělství ČR. (2009). *Situační a výhledová zpráva Půda*. Ministerstvo zemědělství. Praha. 91. ISBN 80-7084-800-5.
- Neischl, A. (2015). *Vliv střídání plodin na aktuální zaplevelení*, Disertační práce. Mendelova univerzita v Brně. 174.
- Nowak, B., Michaud, A., & Marliac, G. (2022). Assessment of the diversity of crop rotations based on network analysis indicators. 199.
- Podhrazska, J., Szturc, J., Karasek, P., Kucera, J., & Konecna, J. (2019). Economic impacts of farmland degradation in the Czech republic – case study. *Agricultural Economics (Czech Republic)*, 65(11), 529–538. <https://doi.org/10.17221/89/2019-AGRICECON>
- Quitt, E. (1971). *Klimatické oblasti Československa*. Praha: Academia.
- Reddy, P. P. (2017). Agro-ecological approaches to pest management for sustainable agriculture, 1-339. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-4325-3>.
- Šarapatka, B. (2010). *Agroekologie - východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 440. ISBN 978-80-87371-10-7.
- Tanveer, A., Ikram, M. R., & Alo, H. H. (2019). Agronomic crops: Volume 2: Management practices Crop Rotation: Principles and Practices. In *Agronomic Crops: Volume 2: Management Practices (Vol. 2)*. <https://doi.org/10.1007/978-981-32-9783-8>.
- TaufEROVÁ, A., PETRÁŠOVÁ, M., POKORNÁ, J., TREMLOVÁ, B., & BARTL, P. (2014). *Rostlinná produkce*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. 280. ISBN 8072122746.
- Upcott, E. V., Henrys, P. A., Redhead, J. W., Jarvis, S. G., & Pywell, R. F. (2023). A new approach to characterising and predicting crop rotations using national-scale annual crop maps. *Science of the Total Environment*, 860(November 2022), 160471. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160471>

- Urban, J., & Šarapatka, B. (2003). Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi, I. díl (Základy ekologického zemědělství, agroenvironmentální aspekty a pěstování rostlin). Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR.
- Yang, T., Siddique, K. H. M., & Liu, K. (2020). Cropping systems in agriculture and their impact on soil health-A review. *Global Ecology and Conservation*, 23, e01118. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01118>
- Zani, C. F., Barneze, A. S., Soratto, R. P., & Francis, C. A. (2022). The effect of crop rotations on soil. *Earth Systems and Environmental Sciences*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822974-3.00145-2>
- Zimolka, J. (2008). Kukuřice: hlavní a alternativní užitkové směry. Praha: Profi Press. 200. ISBN 978-80-86726-31-1.

Internetové zdroje:

- Bečka, D. (2019). [online]. Manuál na řepku. Available from url: <https://www.syngenta.cz/aktuality/aktuality/manual-na-repku/>. Accessed on 2023-07-01.
- CropCare. (2022). [online]. A Farmer's Guide to Crop Rotation. Available from url: <https://cropcareequipment.com/blog/farmers-guide-to-crop-rotation/>. Accessed on 2023-06-17.
- Český statistický úřad. [online]. Tab. Osevní plochy zemědělských plodin k 31.5. Available from url: https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&f=TABULKA&z=T&ds=ds489&pvo=ZEM02A&skupId=346&katalog=30840&evo=v2266_%21_ZEM02A-2023T_1&str=v766#fx=1/. Accessed on 2023-06-17.
- Ministerstvo zemědělství. [online]. Registr půdy—LPIS. Portál farmáře. Available from url: <https://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS/>. Accessed on 2023-02-20.
- Česká geologická služba. [online]. Půdní mapa 1: 50 000. Available from url: <https://mapy.geology.cz/pudy/>. Accessed on 2023-04-25.
- Ústav zemědělské ekonomiky a informací. [online]. FADN – Zemědělská účetní datová síť ČR. Available from url: <https://fادن.cz/>. Accessed on 2023-06-04.