

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Praktické zkušenosti farmářů s regenerativním
zemědělstvím**

Diplomová práce

Bc. Kateřina Tichá

Rozvoj venkovského prostoru

Vedoucí práce: Ing. David Bečka, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Praktické zkušenosti farmářů s regenerativním zemědělstvím " jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 19.4.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Davidu Bečkovi, Ph.D. za ochotu a věcné připomínky při psaní této diplomové práce, za neuvěřitelnou podporu svému partnerovi, za víru a trpělivost své rodině, za prostor a kontakty svému zaměstnavateli, a v neposlední řadě celé akademické obci ČZU za 5 nezapomenutelně strávených let na této univerzitě.

Praktické zkušenosti farmářů s regenerativním zemědělstvím

„Národ, který ničí svou půdu, ničí sám sebe.“

Franklin D. Roosevelt

Souhrn

Tato diplomová práce byla motivována rostoucí potřebou řešení problémů spojených s konvenčním zemědělstvím, které, ačkoliv zajišťuje krátkodobém horizontu ekonomické výhody, dlouhodobě vede k degradaci půdy, znečištění životního prostředí a vysoké závislosti na fosilních palivech a chemických vstupech. Konvenční zemědělské praktiky jsou stále více vnímány jako neudržitelné vzhledem k omezeným přírodním zdrojům a měnícím se klimatickým podmínkám.

Součástí práce byla literární rešerše, která se zaměřila na porovnání různých způsobů hospodaření - konvenčního, ekologického, integrovaného a precizního zemědělství. Velký důraz byl kladen na regenerativní zemědělství, což umožnilo hluboký rozbor této relativně nové, ale stále více proklamované metody hospodaření, jeho principy, přínosy a rizika.

V praktické části se práce zabývala hodnocením přechodu z konvenčního na regenerativní zemědělství ve dvou zemědělských podnicích v ČR, DVP Agro a.s. a VIN AGRO s.r.o.. Cílem práce bylo prozkoumat, zda regenerativní zemědělské metody vedou k nižším nákladům na produkci a zda jsou tyto praktiky rentabilní ve srovnání s konvenčními metodami.

V rámci práce byly aplikovány kvantitativní metody pro analýzu finančních dat obou zemědělských podniků. Tyto metody umožnily posoudit statistickou významnost rozdílů ve variabilních nákladech na produkci mezi konvenčním a regenerativním zemědělstvím. Zjištění ukázala, že regenerativní zemědělství ve sledovaných podnicích vedlo k prokazatelnému snížení nákladů a (v některých případech) zvýšení rentability, přičemž byly pozorovány nižší náklady na zpracování půdy, snížené použití chemických vstupů a zlepšení půdní struktury.

Dále práce zahrnovala SWOT analýzy, jež pomohly identifikovat silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby spojené s regenerativními praktikami v obou podnicích. Zjištění potvrdila, že přechod na regenerativní zemědělství nabízí řadu environmentálních a ekonomických výhod, včetně zlepšení biodiverzity, zvýšení schopnosti půdy zasakovat vodu a snížení eroze.

Práce zdůraznila důležitost dalšího výzkumu a potřebu podpory ze strany státu pro širší osvojení regenerativního zemědělství. Závěry práce doporučují, aby zemědělci, vládní instituce a vzdělávací organizace spolupracovali na podpoře a rozvoji regenerativních praktik, jakožto udržitelných alternativách ke konvenčnímu zemědělství, které se v důsledku svých negativních dopadů na životní prostředí a zdraví populací stává stále méně přijatelným.

Byla potvrzena hypotéza, že přechod na regenerativní zemědělství vedl ke snížení nákladů na zpracování půdy.

Byla částečně potvrzena hypotéza, že, přechod farmy z konvenčního na regenerativní zemědělství vedl k celkově lepší rentabilitě pěstování hlavních tržních plodin.

Klíčová slova: regenerativní zemědělství; meziplodiny; půda; uhlík; náklady

Practical experiences of farmers with regenerative agriculture

„The nation that destroys its soil destroys itself.“

Franklin D. Roosevelt

Summary

This thesis was motivated by the growing need to address issues associated with conventional agriculture, which, although providing short-term economic advantages, leads to long-term soil degradation, environmental pollution, and high dependence on fossil fuels and chemical inputs. Conventional agricultural practices are increasingly perceived as unsustainable due to limited natural resources and changing climatic conditions.

The work included a literature review that focused on comparing various farming methods - conventional, organic, integrated, and precision agriculture, with significant emphasis on regenerative agriculture. This allowed for an in-depth analysis of this relatively new but increasingly acclaimed method, its principles, benefits, and risks.

The practical part of the thesis evaluated the transition from conventional to regenerative agriculture in two agricultural enterprises in the Czech Republic, DVP Agro a.s. and VIN AGRO s.r.o.. The goal was to examine whether regenerative agricultural methods lead to lower production costs and whether these practices are profitable compared to conventional methods.

Quantitative methods were applied within the thesis to analyze the financial data of both agricultural enterprises. These methods enabled the assessment of the statistical significance of differences in variable production costs between conventional and regenerative agriculture. Findings showed that regenerative agriculture in the observed enterprises led to a demonstrable reduction in costs and (in some cases) an increase in profitability, with observed lower soil processing costs, reduced use of chemical inputs, and improved soil structure.

Furthermore, the thesis included SWOT analyses, which helped identify strengths, weaknesses, opportunities, and threats associated with regenerative practices in both enterprises. The findings confirmed that transitioning to regenerative agriculture offers a range of environmental and economic benefits, including improved biodiversity, increased soil water absorption capacity, and reduced erosion.

The thesis emphasized the importance of further research and the need for state support for broader adoption of regenerative agriculture. The conclusions recommend that farmers, government institutions, and educational organizations collaborate to promote and develop regenerative practices as sustainable alternatives to conventional agriculture, which due to its negative impacts on the environment and population health is becoming increasingly unacceptable.

The hypothesis that switching to regenerative agriculture led to reduced soil processing costs has been confirmed.

The hypothesis that the transition of a farm from conventional to regenerative agriculture led to overall better profitability of growing major market crops was partially confirmed.

Keywords: regenerative agriculture; cover crops; soil; carbon; costs

Obsah

1 Úvod	1
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	2
3 Literární rešerše.....	3
3.1 Definice způsobů hospodaření	3
3.1.1 Konvenční zemědělství.....	3
3.1.2 Precizní zemědělství	3
3.1.3 Ekologické zemědělství	4
3.1.4 Integrované zemědělství	5
3.2 Regenerativní zemědělství.....	7
3.2.1 Kritika konvenčních zemědělských metod	7
3.2.2 Definice regenerativního zemědělství	9
3.2.3 Historie regenerativního zemědělství	11
3.2.4 Přehled klíčových principů regenerativního zemědělství	11
3.2.5 Sekvestrace organického uhlíku do půdy	19
3.2.6 Výhody pro zemědělce	21
3.2.7 Situace regenerativního zemědělství v ČR.....	22
3.2.8 Regenerativní zemědělství a politika Evropské unie.....	25
3.2.9 Legislativní rámec v ČR	27
3.2.10 Kontrola a certifikace	29
3.2.11 Porovnání ekologického a regenerativního zemědělství	29
3.3 Vybrané tržní plodiny.....	31
3.3.1 Pšenice obecná (<i>Triticum aestivum L.</i>).....	31
3.3.2 Řepka olejná (<i>Brassica napus L. var. napus</i>).....	32
4 Metodika	34
4.1 DVP Agro.....	34
4.1.1 Charakteristika Jihomoravského kraje.....	36
4.1.2 Regenerativní zemědělství v DVP Agro.....	36
4.2 VIN AGRO	40
4.2.1 Charakteristika území hlavního města Prahy	41
4.2.2 Regenerativní zemědělství ve VIN AGRO s.r.o.....	41
4.3 Vybrané ekonomické ukazatele	43
4.3.1 Výnosy.....	43
4.3.2 Náklady.....	43
4.3.3 Rentabilita.....	44
4.4 Použité statistické metody	45
4.4.1 Welchův t-test	45

4.4.2	Boostrapping	45
5	Výsledky	46
5.1	DVP Agro	46
5.1.1	Nákladovost	46
5.1.2	Rentabilita	49
5.1.3	SWOT analýza DVP Agro	54
5.2	VIN Agro	55
5.2.1	Nákladovost	55
5.2.2	Rentabilita	59
5.2.3	SWOT analýza VIN Agro	65
5.3	Obecná SWOT analýza pro regenerativní zemědělství	66
5.3.1	Porovnání konvenčního, integrovaného, ekologického a regenerativního zemědělství	67
6	Diskuze	71
7	Závěr	75
8	Literatura	77

1 Úvod

Regenerativní zemědělství představuje inovativní novátorský a holistický přístup, který se zasazuje o obnovu a posílení úrodnosti půdy, biodiverzity a celého jejího ekosystému (Brown 2018). Tato diplomová práce se zaměřuje na kritickou analýzu současných zemědělských metod a nastiňuje důvody, proč je přechod na regenerativní zemědělské praktiky nejen žádoucí, ale přímo nezbytný pro udržitelnou budoucnost naší planety (Kurth et al. 2023).

Konvenční zemědělské metody se v posledních desetiletích staly předmětem značné kritiky kvůli jejich negativním dopadům na životní prostředí zahrnující erozi půdy, znečištění vod, snižování biodiverzity a přispívání ke klimatickým změnám. Intenzivní využívání chemických hnojiv a pesticidů, monokulturní pěstování a nadměrná orba vedou k degradaci půdy, ztrátě její úrodnosti a retenční schopnosti zadržovat vodu. Tato praxe nejenže ohrožuje dlouhodobou udržitelnost zemědělské produkce, ale také zdraví lidských a živočišných společenstev, jež jsou na půdě závislá (Schreefel et al. 2020; Manshanden et al. 2023; Brown et al. 2022).

Regenerativní zemědělství nabízí řešení těchto problémů prostřednictvím technik, které podporují regeneraci půdy, zvyšují její úrodnost a schopnost sekvestrace uhlíku (Zomer et al. 2017), což přispívá k mitigaci klimatických změn (Smith et al. 2008). Metody jako střídání plodin, využití krycích plodin, minimální orba a integrace chovu hospodářských zvířat do zemědělského systému nejenže obnovují půdní úrodnost, ale také zvyšují biodiverzitu a ekosystémové služby, jako je opylování a biologická kontrola škůdců (Newton et al. 2020; Schreefel et al. 2020).

Tato práce zdůrazňuje, že regenerativní zemědělství není jen alternativou k současným praktikám, ale klíčovým prvkem v boji proti klimatickým změnám, erozi půdy, zvýšení biodiverzity a zajištění potravinové bezpečnosti pro budoucí generace. Diskutuje také sociálně-ekonomické výzvy při přechodu na regenerativní metody a nabízí strategie pro jejich překonání. Přechod na regenerativní zemědělství avšak vyžaduje změnu myšlení, politickou vůli a podporu všech zainteresovaných stran - od farmářů a vědců po spotřebitele a politiky (Kurth et al. 2023; Gibson 2022).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem této diplomové práce bylo analyzovat a porovnat dopady přechodu z konvenčního zemědělství na regenerativní hospodaření u dvou farem situovaných v různých klimatických lokalitách: DVP Agro a.s. v Bratčicích v Jihomoravském kraji a VIN AGRO s.r.o. ve Vinoři oblasti hlavního města Prahy.

- Literární rešerše byla zaměřena na charakteristiku konvenčního, ekologického, precizního a především regenerativního zemědělství, včetně popisu hlavních principů, předností a rizik jednotlivých přístupů.
- Empirická část je věnována analýze podniků, přičemž se zaměřila na ekonomické a produkční ukazatele, jako jsou nákladovost, výnosnost a rentabilita pěstování hlavních tržních plodin (pšenice obecné ozimé a řepky olejné ozimé) před a po přechodu na regenerativní zemědělství.
- Jako analytické metody byly použity kvantitativní statistické analýzy, včetně výpočtů rentability a porovnání nákladů, dále kvalitativní analýza SWOT pro identifikaci silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb spojených s přechodem na regenerativní zemědělství.
- Výstupem práce je komplexní zhodnocení ekonomických a ekologických výhod a výzev regenerativního zemědělství ve srovnání s konvenčním hospodařením, doplněné konkrétními doporučeními pro další rozvoj a zlepšování praxe v rámci obou studovaných podniků.

Vědecké hypotézy:

1. Přechod na regenerativní zemědělství vedl ke snížení nákladů na zpracování půdy.
2. Přechod farmy z konvenčního na regenerativní zemědělství vedl k celkově lepší rentabilitě pěstování hlavních tržních plodin.

3 Literární rešerše

3.1 Definice způsobů hospodaření

3.1.1 Konvenční zemědělství

Konvenční zemědělství je charakterizováno jako systém zemědělského hospodaření, který primárně usiluje o maximalizaci produkce a ekonomické efektivity. Přístup vychází z modelů vyvinutých během průmyslové revoluce a vyznačuje se intenzivním využitím technologických, materiálních a energetických vstupů. Tento systém hospodaření převládá v průmyslově vyspělých zemích. Hlavní rysy konvenčního zemědělství zahrnují uniformní správu zdrojů, jako jsou hnojiva, pesticidy a jiné agrochemické produkty, přičemž často ignoruje přirozenou prostorovou heterogenitu půdy a stavu plodin (Le Campion et al. 2020). Tento způsob hospodaření může vést k nadměrnému využití zdrojů, což může mít negativní dopad na životní prostředí a udržitelnost zemědělských ekosystémů. Konvenční zemědělství také často zahrnuje monokulturní pěstování, kde je na velké ploše pěstován pouze jeden druh plodin, což může potenciálně zvýšit zranitelnost úrody vůči škůdcům a chorobám. Navzdory svým výhodám v produktivitě a efektivitě je konvenční zemědělství často kritizováno za svůj dlouhodobý negativní dopad na ekologickou i sociální udržitelnost (Schreefel et al. 2020; Manshanden et al. 2023; Brown et al. 2022).

Pro konvenční zemědělství je typické

- Vysoká intenzita, mechanizace a chemizace;
- intenzivní orba;
- pěstování plodin na rozsáhlých monokulturních plochách (absence krajinných prvků);
- používání syntetických hnojiv a pesticidů (závislost na fosilních palivech);
- využití moderních zemědělských strojů a technologií;
- využití GMO pro zlepšení vlastností a odolnosti plodin;
- malá diverzita plodin (jednoduché osevnické postupy);
- monofunkce krajiny, která je zaměřena pouze na produkci potravin (Le Campion et al. 2020; Schreefel et al. 2020; Manshanden et al. 2023; Brown et al. 2022).

3.1.2 Precizní zemědělství

Vznik precizního zemědělství je situován do druhé poloviny 80. let, a to díky využívání nově dostupných technologií, které umožnily zlepšit aplikaci hnojiv variabilitou dávek a směsí dle konkrétních a specifických potřeb daných polí (Robert 2002). Precizní zemědělství představuje moderní a efektivní přístup k hospodaření na zemědělské půdě, jenž umožňuje přizpůsobení zemědělských operací, jako je aplikace živin, v závislosti na prostorové a časové variabilitě jednotlivých pozemků. Tento přístup je podpořen pokročilými technologiemi, jako je globální poziční systém (GPS), který poskytuje přesné informace o poloze na pozemku. Integrace GPS s měřicími senzory na zemědělských strojích, vybavených palubním počítačem a systémem pro

mobilní komunikaci (GSM), umožňuje provádět zemědělské operace s ohledem na lokální půdní a vegetační podmínky (Monteiro et al. 2021).

Jedním z hlavních přínosů precizního zemědělství je potenciál ke snížení nákladů na vstupy a možnost monitorování výnosů plodin, což vede ke zvýšení efektivity a produktivity. Kromě ekonomických výhod má tento přístup také pozitivní dopad na životní prostředí, neboť umožňuje cílenější a šetrnější používání zemědělských vstupů (Robert 2002; Monteiro et al. 2021; Gebbers & Viacheslav 2010)

Důležitým zdrojem informací pro precizní zemědělství je dálkový průzkum Země (DPZ), který poskytuje cenné údaje o prostorové variabilitě pozemků. Biofyzikální parametry získané z dat DPZ, jako jsou družicové snímky, umožňují klasifikaci pozemků do různých kategorií, které popisují stav porostů. Tyto informace jsou následně využívány pro vytvoření aplikačních map, jež slouží jako podklady pro přesné řízení zemědělských operací (Gebbers & Viacheslav 2010; Monteiro et al. 2021).

Využívané technologie v precizním zemědělství

- Geografické informační systémy (GIS);
- globální poziční systémy (GPS);
- globální systém pro mobilní komunikaci (GSM);
- dálkové snímkování země;
- sklizňové a analytické senzory, monitory pro mapování výnosů, půdních vlastností, hladin chlorofylu, teploty, vlhkosti aj.;
- drony;
- autonomní stroje;
- telemetrie a monitoring strojů;
- robotika;
- programy pro datové analýzy;
- mobilní aplikace a softwary;
- další aplikační technologie (Robert 2002; Monteiro et al. 2021; Gebbers & Viacheslav 2010).

3.1.3 Ekologické zemědělství

Ekologické zemědělství je definováno jako zemědělský systém, který harmonicky integruje s principy přírodních ekosystémů do produkčních praxí s cílem produkce potravin a krmiv (Šrůtek & Urban 2008). Zaměřuje se na využívání přírodních zdrojů a procesů, které podporují zdravý růst rostlin a biodiverzitu, současně minimalizují negativní dopad na životní prostředí. Strategie zahrnují, ale neomezují se na, vývoj rostlin odolných proti chorobám, management škůdců bez syntetických pesticidů a posílení populací prospěšných organismů (Carr et al. 2013).

Tento přístup se vymezuje proti konvenčnímu zemědělství, které často spoléhá na intenzivní využití chemických vstupů a genetické modifikace, a klade důraz na ochranu půdy, vody a klimatu, zatímco garantuje zdravé potraviny pro současné i budoucí generace (Gliessman 2018, Le Campion et al. 2020).

Principy ekologického zemědělství

- Produkce potravin vysoké kvality a úměrného množství;
- využití zemědělských postupů v souladu s přírodními cykly;
- snaha o dlouhodobou udržitelnost;
- podpora biologické rozmanitosti a ekosystémových funkcí;
- ochrana vodních zdrojů a půdní kvality;
- využití osevních postupů zabraňujících erozi a degradaci půdy;
- využití pouze organických prostředků na ochranu rostlin, syntetické přípravky nejsou v souladu s principy ekologického zemědělství;
- zákaz geneticky modifikovaných organismů (GMO);
- podpora samoregulace ekosystémů;
- respektování biologických nároků hospodářský zvířat – welfare;
- podpora komunit a lokálních trhů (Carr et al. 2013; Šrůtek & Urban 2008).

3.1.4 Integrované zemědělství

Myšlenka integrovaného zemědělství se objevila na konci 70. let 20. století jako reakce na rostoucí povědomí o environmentálních problémech způsobených intenzivním konvenčním hospodařením s půdou (Morris & Winter 1999). Tento koncept vychází z dřívějšího pojmu integrované ochrany rostlin (Barzman et al. 2015). Integrované zemědělství je v současnosti definováno jako holistický, biologicky integrovaný systém, který integruje přírodní zdroje do zemědělských činností prostřednictvím regulovaného mechanismu za účelem maximálního nahrazení vnějších vstupů a udržení zemědělského příjmu. Snaží se posílit pozitivní vlivy zemědělské produkce při zmírňování jejích negativních dopadů (Walia et al. 2019).

Integrované zemědělství představuje přístup, který leží mezi konvenčním a ekologickým zemědělstvím, kombinuje rostlinnou a živočišnou produkci s ohledem na udržitelnost, a to jak ekologickou, tak ekonomickou, kde se hledá rovnováha mezi produkčními potřebami a ochranou přírodních zdrojů (Morris & Winter 1999). Klíčovými rysy integrovaného zemědělství jsou integrace moderních technologií, biologických poznatků, chemie a ekologie. Při rozhodování o používání agrochemických látek se spoléhá na diagnostické metody, které hodnotí výživný stav rostlin a okamžité zásoby živin v půdě. Použití pesticidů je omezeno na situace, kdy jsou překročeny prahy škodlivosti pro specifické organismy. Preferují se preventivní opatření, a to skrze střídání plodin, výběr odolných odrůd, využívání biologických regulátorů a udržení vyváženosti ve všech fázích pěstování (Walia et al. 2019). Integrované zemědělství je poměrně náročnou praxí na znalosti, vyžaduje pravidelné monitorování plodin a dovednost rozpoznat rané známky náhlých výskytů chorob a škůdců (Giller et al. 2021). Všechny principy a postupy by měly být aplikovány v souladu s heterogenitou daného prostředí (Morris & Winter 1999).

Cíle integrovaného zemědělství

- Racionální přispění k ochraně životního prostředí a dlouhodobé udržitelnosti;
- zohlednění ekologické, ekonomické a sociální udržitelnosti;

- snaha o zachování krajinných prvků se zohlednění daných stanovištních podmínek;
- využití systémů, které kombinují biologické, chemické a fyzikální metody pro účinnou kontrolu škůdců a chorob v zemědělských plodinách;
- klíčový přístup k prevenci před zásahovými opatřeními s ohledem na minimalizaci škod pomocí preventivních opatření a monitoringu;
- podpora biologické rovnováhy tj. podpora přirozených nepřátel a škůdců;
- snížení závislosti na pesticidech a jejich selekce;
- využití rozmanitých osevních postupů (Giller et al. 2021; Morris & Winter 1999).

3.2 Regenerativní zemědělství

Současný intenzivní průmyslový zemědělský systém zajišťuje lidem po celém světě množství i potravinovou bezpečnost (Gliessman 2015). Tento úspěch však stojí značnou cenu. Jak uvádí nedávná zpráva Intergovernmental Panel on Climate Change (Arneeth et al. 2019), zemědělství představuje 70 % celosvětové spotřeby sladké vody a 23 - 37 % celosvětových emisí skleníkových plynů a dalších negativních dopadů na globální ekosystémy (Springmann et al. 2018). Podle Organizace OSN pro výživu a zemědělství (FAO) je také spojena s 80 % globálního odlesňování (FAO 2018). Zemědělské systémy však mají obrovský potenciál ke snížení globálních emisí skleníkových plynů, předcházení degradace půdy a ochraně suchozemské biologické rozmanitosti. Pokud nedojde k přijetí žádných opatření, a naše potravinové systémy budou pokračovat současným způsobem používání pesticidů, syntetických hnojiv a fosilních paliv, budou se emise skleníkových plynů a ztráta biologické rozmanitosti nadále navyšovat, což omezí schopnost naší planety uživit rostoucí světovou populaci (Schreefel et al. 2020).

Naproti tomu zde stojí regenerativní zemědělské praktiky, které vytvářejí potenciální profitabilní systém pro rostoucí globální populaci, maximalizují využití stávající zemědělské půdy bez nutnosti deforestace nebo změn využití půdy, které by vedly k dalším emisím skleníkových plynů a zároveň poskytují celou řadu environmentálních výhod (FAO 2018; Brown et al. 2022). Regenerativní zemědělství je řešení založené na návratu k přírodě, jehož cílem je přeměnit zemědělství z primárního zdroje degradace životního prostředí na primární zdroj regenerace ekosystémů. Vědecké výzkumy ukazují, že k tomu mohou významně přispět i regenerativní zemědělské postupy (WBCSD 2023).

3.2.1 Kritika konvenčních zemědělských metod

Spousta současných výzev týkajících se klimatu a biodiverzity vychází z rozsáhlého využívání konvenčního intenzivního zemědělství (Brown et al. 2022). V průběhu 20. století prošlo zemědělství rychlými změnami pod vlivem technologického pokroku. S nárůstem velikosti a kapacity mechanizace na úrovni farem se zvětšily i samotné farmy, které se staly specializovanějšími, zaměřenými na produkci konkrétních plodin. Ve stejném období došlo také k rozšíření používání syntetických hnojiv a pesticidů k regulaci škůdců a chorob. Po druhé světové válce došlo k tzv. „Zelené revoluci“, což lze považovat za průmyslovou revoluci v zemědělství. S cílem zvýšit efektivitu a produkci byly komplexní ekosystémy redukovány na specializované pro jednotlivé plodiny – monokultury (Schreefel et al. 2020). V důsledku vzestupu mechanizace, intenzifikace a používání syntetických hnojiv a pesticidů došlo k výraznému zvýšení výnosů na hektar, zatímco pracovní síla se dramaticky snížila (Manshanden et al. 2023).

Využívání technologií Zelené revoluce nepochybně výrazně zvýšilo množství celosvětově produkováných potravin. Praktiky zemědělství se však změnily závislostí těchto plodin s vysokým výnosem na syntetických hnojivech. Před Zelenou revolucí bylo zemědělství většinou omezeno na oblasti s významnými úhrny srážek, ale díky rozsáhlým zavlažovacím systémům bylo následně možné využívat větší rozsah půdy pro produkci plodin, čímž se nadále zvyšovalo celkové množství dostupných potravin. Nevýhodou je, že se aktuálně pěstuje jen

několik málo vysoce výnosných odrůd, např. rýže, zatímco před Zelenou revolucí se v Indii pěstovalo asi 30 000 druhů rýže (Rhodes 2017). Takové monokulturní systémy jsou méně odolné vůči chorobám a škůdcům, to díky nepřítomnosti konkurenční biodiverzity, což nadále vyžaduje zvýšené používání pesticidů.

Hlavní důsledek Zelené revoluce spočívá v tom, že její úspěch vedl k přelidnění světa (Schreefel et al. 2020). Obdobná vina může být přisuzována masovým vakcinačním projektům, např. proti malárii a dalším smrtelným onemocněním, které by jinak přirozeně působily na snížení lidské populace (k roku 2023 přesahující 8 miliard). Je udáváno, že pokud počet lidí dosáhne 10 miliard do konce tohoto století, naše spotřeba a znečištění překročí přirozené limity planety Země (Rhodes 2017).

V rozvinutých průmyslových zemích byla primární výroba potravin spojena s problémem nadprodukce, poklesem cen zemědělských produktů, a zároveň se silným tlakem národních i nadnárodních organizací na životní prostředí v důsledku intenzivního hospodaření, a to zejména díky nadměrnému používání agrochemikálií, intenzivnímu zavlažování, zhutnění půdy, prostorovým i časovým monokulturám, intenzivnímu chovu hospodářských zvířat aj. To všechno přispělo k degradaci půdy (včetně ztráty půdního uhlíku) (Zomer et al. 2017), znečištění povrchových a podzemních vod, salinizaci půdy, zvyšování odolnosti rostlin vůči pesticidům, ztrátě biodiverzity a emisím skleníkových plynů (Carvalho 2006).

Konvenční zemědělské praktiky produkují nejlevnější a nejziskovější formy potravin v krátkodobém horizontu, zatímco v dlouhodobém horizontu poškozují životní prostředí a veřejné zdraví (Gilliesman 2015), jsou silně závislé na fosilních palivech, chemických vstupech a dotacích. Sandhu et al. (2021) uvádějí, že tento systém na pozadí skrývá úmrtí způsobená znečištěním vzduchu, antimikrobiální rezistencí, vystavením pesticidům a dalšími environmentálními a sociálními důsledky. Se zvyšující se závažností klimatické krize, je zřejmé, že průmyslové zemědělství nemůže vyřešit dilema potravinové bezpečnosti naší budoucí globální populace.

Tabulka 1: Porovnání konvenčních a regenerativních zemědělských metod. Zpracováno podle „True Cost Accounting for Food“ definition of regenerative agriculture by Adele Jones and Patrick Holden (Gemmill-Herren et al. 2021)

KONVENČNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ	REGENERATIVNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ
Velké množství potravin	Vysoce kvalitní, výživné potraviny
Závislé na fosilních palivech	Minimální využití fosilních paliv
Tvoří masivní emise skleníkových plynů a environmentální znečištění	Snížení emisí a environmentálního znečištění
Závislé na vnějších zdrojích mimo farmu (fosilní paliva, průmyslová hnojiva, atd.)	Minimální až žádné neobnovitelné externí zdroje (průmyslová hnojiva, pesticidy, atd.)
Využívá průmyslově odvozená minerální hnojiva	Využívá živiny, semena, krmivo pro zvířata a podestýlku na farmě, když je to možné
Zranitelné vůči cenám, extrémnímu počasí, nemocem atd.	Odolný vůči vnějším šokům
Zeslabuje úrodnost půdy	Buduje úrodnost půdy
Vyčerpává a extrahuje přírodní kapitál	Buduje přírodní kapitál (vzduch, voda, půda, atd.)
Pěstuje monokulturu na úkor diverzity, aby maximalizovala výnos jedné plodiny	Zemědělsky rozmanité plodiny a dobytek

Ohrožuje biodiverzitu	Zachovává přirozenou diverzitu rostlin, hmyzu, ptáků a zvířat
Poskytuje vysoký ekonomický návrat	Poskytuje rozumný ekonomický návrat
Dobrá kvalita života s externalitami, které ovlivňují jednotlivce, společnost a prostředí	Vysoká kvalita života pro farmáře a ty, kteří jsou v okolí farmy

3.2.2 Definice regenerativního zemědělství

Regenerativní zemědělství je alternativní formou zemědělského hospodaření, jež se snaží minimalizovat negativní vliv zemědělské aktivity na půdu, vodu a krajinu. Současně se zabývá zlepšením stavu, úrodnosti půdy a zachycováním uhlíku v půdě a rostlinné biomase, díky tomu tak přispívá ke snížení emisí skleníkových plynů a oxidu uhličitého v atmosféře (Newton et al. 2020; Schreefel et al. 2020)

Stejně tak se metody zaměřují na co nejvyšší úroveň živin a životně důležitých látek ve sklízených produktech (Näser 2021). Jsou využívány pragmatické postupy a principy, které se prolínají s dalšími formami zemědělství jako je agroekologie, holistický management, agrolesnictví, minimalizace orby nebo integrovaná ochrana rostlin (Kundrata et al. 2021). Různé subjekty však vnímají regenerativní zemědělství odlišně a aktuálně chybí jasná vědecká definice (Schreefel et al. 2020). Principy regenerativního zemědělství jsou uplatnitelné v polních kulturách, pícninářství, pastvě, při obhospodařování TTP a také na krytých pěstebních plochách (Näser 2021).

Přední odborník na regenerativní zemědělství Gabe Brown (2018) definuje pojem takto: *„Jedná se o obnovu systémů produkce a zemědělství. Cílem je regenerace půdy, zvýšení biodiverzity, zlepšení oběhu minerálů, uhlíku, vody a zároveň zlepšení rentability v celém dodavatelském řetězci.“*

Rodale Institute (2020) definuje pojem jako *„Regenerativní zemědělství je více než jen soubor agronomických principů, jedná se o holistický přístup k zemědělství, který podporuje neustálé inovace a zlepšování environmentálních, sociálních a ekonomických opatření. Regenerativní zemědělství nezbytně zahrnuje dobré životní podmínky a zdraví lidstva i zvířat a zároveň má za cíl zlepšit ekosystém a lidské zdraví prostřednictvím několika zásadních a komplexních principů. Regenerativní zemědělství je také nedílnou součástí řešení klimatické krize“.*

Schreefel et al. (2020) na základě souhrnného přehledu vědecké literatury definují pojem jako *„Způsob zemědělství, který využívá ochranu půdy jako vstupní bod k její regeneraci a přispívá k mnohonásobnému zajištění, regulaci a podpoře ekosystémových služeb, s vidinou zlepšení nejen životního prostředí, ale i sociální a ekonomické dimenze udržitelné produkce potravin.“*

Navzdory širokému zájmu o regenerativní zemědělství neexistuje žádná právní nebo regulační definice termínu. Newton et al. (2020) porovnali 229 vědeckých článků a 25 webových zdrojů různých vědců a praktiků, kteří se regenerativním zemědělstvím zabývají, aby co nejlépe tento pojem charakterizovali.

Dimension of regenerative agriculture	Journal articles		Practitioner websites				
	N	%	N	%			
Processes							
Reduce tillage (or no-, minimal-, conservation-)	14	11.6	9	40.9			
Protect/cover the soil	6	5.0	4	18.2			
Use cover crops	10	8.3	8	36.4			
Use crop rotations	12	9.9	7	31.8			
Use crop plant diversity (including intercropping)	11	9.1	3	13.6			
Incorporate perennials and trees	7	5.8	6	27.3			
Restore natural habitats	3	2.5	1	4.5			
Integrate livestock	23	19.0	9	40.9			
Use ecological or natural principles or systems	9	7.4	3	13.6			
Use no or low external inputs; maximize on-farm inputs	32	26.4	7	31.8			
Use organic methods	10	8.3	3	13.6			
Use natural pest control	7	5.8	2	9.1			
Use no synthetic pesticides	15	12.4	4	18.2			
Use organic fertilizers	8	6.6	2	9.1			
Use compost, mulch, green manure, or crop residues	11	9.1	6	27.3			
Use no synthetic fertilizers	15	12.4	5	22.7			
Focus on localism and/or regionality	6	5.0	0	0.0			
Focus on small scale systems	3	2.5	0	0.0			
Rely on farm labor, including for local knowledge	3	2.5	0	0.0			
Other	4	3.3	1	4.5			
Outcomes							
			To improve ecosystem health (including ecosystem services)	21	17.4	7	31.8
			To increase biodiversity	26	21.5	10	45.5
			To improve water health (e.g., hydrology, storage, reduce pollution)	18	14.9	10	45.5
			To improve soil health (e.g., structure, soil organic matter, fertility)	49	40.5	19	86.4
			To increase carbon sequestration	21	17.4	14	63.6
			To reduce greenhouse gas emissions	5	4.1	3	13.6
			To improve animal welfare	0	0.0	3	13.6
			To maintain or increase yields	10	8.3	5	22.7
			To maintain or improve farm productivity	18	14.9	5	22.7
			To increase crop health and/or resilience	9	7.4	3	13.6
			To improve food access and/or food security	10	8.3	3	13.6
			To improve food nutritional quality and/or human health	13	10.7	7	31.8
			To improve food safety	2	1.7	1	4.5
			To improve the social and/or economic wellbeing of communities	21	17.4	9	40.9
			To increase farm profitability	19	15.7	6	27.3
			To create a circular system and/or reduce waste	14	11.6	1	4.5
			Other	5	4.1	3	13.6

Obrázek 1: (Newton et al. 2020)

Co se týče praktik, je patrné, že nejvíce se vědecké články shodují na žádných či minimálních externích vstupech (26,4 %), integraci hospodářských zvířat (19 %), používání nesyntetických hnojiv (12,4 %), používání nesyntetických pesticidů (12,4 %) a redukci či eliminaci orby (11,6 %). Zahrnuté webové stránky také vyzdvihují krycí plodiny. Mnohé z těchto praktik jsou zároveň principy či postupy, které definují pojem „regenerativní zemědělství“ (více v kapitole 3.2.3. „Principy regenerativního zemědělství“).

Mezi názory na výsledky těchto praktik převládá aspirace na zlepšení stavu půdy (její strukturu, zvýšení stavu podílu organické hmoty, úrodnost atd.) (40,5 %), zvýšení biologické rozmanitosti (21,5 %), zvýšení sekvestrace uhlíku (17,4 %), zlepšení zdraví ekosystému (17,4 %) a zlepšení sociálně ekonomického blahobytu (17,4 %). Za důležité výsledky považují názory webových zdrojů dodatečně zlepšení stavu a ochranu vodních zdrojů.

Nedostatečně jasná definice pojmu „regenerativní zemědělství“ a existující různorodost nebo dokonce protichůdnost alternativních definic může vytvářet hned několik problémů, jako je například obtížnost vývoje či prosazování legislativy, vědeckého výzkumu a technické podpory, tato absence definice do značné míry zpomaluje vývoj regenerativního způsobu hospodaření. Dalším problémem může být nesprávné pochopení či špatná definice termínu, což vede ke ztrátě důvěryhodnosti mezi různými zainteresovanými stranami či zmatení spotřebitele (Moon et al. 2017). Nicméně nedostatečně jasnou definici lze také považovat za výhodu. Regenerativní zemědělství snáze podněcuje konvenční farmáře k přijímání udržitelných opatření, protože neexistují žádná předem striktně stanovená omezení a požadavky. V důsledku toho si farmáři mohou vybrat definici, která vyhovuje jejich potřebám, a zároveň přijímat opatření podle svých osobních preferencí. Pro farmáře, kteří chtějí získat certifikaci pro ekologické zemědělství, platí standardizovaná pravidla, omezení a požadavky. Kromě toho pro konvenční farmáře, kteří chtějí přejít na ekologické zemědělství, je nezbytné absolvovat

přechodné období, během kterého farmáři transformují dosavadní konvenční zemědělské postupy na postupy ekologické. To je velmi časově i finančně náročné a může farmáře odradit od získání požadované certifikace (Manschanden et al. 2023). Kvůli absenci jasné definice lze tedy regenerativní zemědělství, ve srovnání s certifikovaným ekologickým zemědělstvím, popsat jako dostupnější.

3.2.3 Historie regenerativního zemědělství

Termín „regenerativní zemědělství“ se začal do povědomí rozšiřovat na začátku 80. let 20. století, kdy jej přijal americký Rodale Institute. Rodale Institute se prostřednictvím svého výzkumu a publikací desítky let nachází v popředí výzkumu ekologického zemědělství (Giller et al. 2021). Robert Rodale (1983) definoval regenerativní zemědělství jako: *"Takové, které při stále rostoucí produkci zvyšuje biologickou produktivitu naší půdy, má vysokou úroveň ekonomické a biologické stability. Má minimální až žádný dopad na životní prostředí mimo hranice farmy nebo pole a zároveň produkuje potraviny bez pesticidů."* I když byl tento termín zaveden v 80. letech 20. století, principy a praxe stojící za tímto způsobem hospodaření existovaly již dlouho před tím. Tradice regenerativního zemědělství sahají mnohem dále do minulosti, k domorodým národům, které hospodařily s půdou v souladu s přírodními cykly (Noble Research Institute 2021).

Richard Harwood, agronom, který se angažoval v mezinárodním výzkumu zemědělských systémů, byl ředitelem Rodale Research Centre, když publikoval Mezinárodní přehled o regenerativním zemědělství. Tato studie se snaží kontextualizovat regenerativní zemědělství v souvislosti s vývojem různých forem ekologického a biodynamického zemědělství, ale také zdůrazňuje názor, že regenerativní zemědělství je nad rámec ekologického, protože zahrnuje změny v makrostruktuře a sociální relevanci, zároveň usiluje o zvýšení produktivních zdrojů, namísto jejich snižování (Rodale 1983). Harwood & Francis (1985) uvádějí, že smyslem regenerativního zemědělství je vzájemná provázanost všech částí zemědělského systému (včetně farmáře a jeho rodiny), zmiňuje důležitost nespočetných biologických provázání v systému a zdůrazňuje maximalizaci biologických vztahů a minimalizaci materiálů a praktik, které tyto vztahy narušují.

Tyto informace ukazují, že i když byl koncept regenerativního zemědělství znám a praktikován mnohem dříve, do širšího veřejného povědomí se začal dostávat až v posledním desetiletí, po roce 2010. Ve vědecké literatuře byl zaznamenán nárůst publikací používajících termín „regenerativní zemědělství“ mezi lety 2015 a 2019, což naznačuje rostoucí akademický zájem o toto téma a jeho postupný průnik do širšího diskurzu (Noble Research Institute 2021; Newton et al. 2020).

3.2.4 Přehled klíčových principů regenerativního zemědělství

Zdravá půda je klíčovým faktorem udržitelného produktivního zemědělství a většina regenerativních postupů je navržena tak, aby podporovala funkci půdy tím, že chrání a živí její biologickou rozmanitost. To je cílem hlavních principů, které jsou základem regenerativního zemědělství: bezorebné zemědělství, včetně přímého setí; trvalé pokrytí půdy rostlinami;

podpora biologické rozmanitosti, včetně širšího střídání plodin; používání organických hnojiv a organických metod hubení škůdců (Kurth et al. 2023).

Gabe Brown (2018) vymezuje hlavní principy regenerativního zemědělství a zároveň definuje podmínky zdravé půdy těmito 5 pilíři:

1. *„Omezené narušování: Omezení mechanických, chemických a fyzikálních zásahů do půdy. Takové zpracování ničí její strukturu. Struktura půdy zahrnuje agregáty a póry (otvory, které umožňují pronikání vody do půdy). Výsledkem nešetrného zpracování půdy je její eroze. Syntetická hnojiva, pesticidy a fungicidy, to vše má zároveň negativní dopad na půdní život.*
2. *Obrnění: Udržování trvale zakryté půdy. Toto je kritický krok k opětovnému budování zdraví půdy. Holá půda je přírodní anomálií – příroda obvykle pracuje s půdou krytou. Poskytování přirozeného „obrnění“ chrání půdu před větrem a vodní erozí, zároveň poskytuje potravu a stanoviště pro makro i mikroorganismy a zabraňuje odpařování vlhkosti.*
3. *Diverzita: Usilování o rozmanitost rostlinných i živočišných druhů. Monokultury se v přírodě nacházejí pouze tam, kde se o ně zasloužil člověk. Některé rostliny mají mělké kořeny, některé hluboké, některé vláknité. Některé jsou s vysokým obsahem uhlíku, některé s nízkým, některé jsou luskoviny. Každá z nich hraje významnou roli při udržování stability a zdraví půdy. Rozmanitost podporuje funkci ekosystému.*
4. *Živé kořeny: Udržování živých kořenů v půdě tak dlouho, jak je to jen možné. Kořeny živí půdní život - poskytují základní zdroj „potrav“ - uhlík. Rozmanitost půdního života zároveň pohání koloběh živin, na kterém jsou závislé rostliny.*
5. *Zapojení zvířat: Integrace hospodářských zvířat poskytuje spoustu výhod. Hlavní výhoda spočívá v tom, že pastva rostlin stimuluje rostliny k tomu, aby odváděly více uhlíku do půdy, to podporuje koloběh živin obohacováním mikroorganismů. Má také pozitivní dopad na klima - z atmosféry se dostane více uhlíku do půdy. Zdravý a fungující ekosystém poskytuje stanoviště nejen hospodářským zvířatům, ale také opylovačům, dravému hmyzu, žížalám a všem mikroorganismům, které řídí funkci ekosystému.“*

Naproti tomu Robert Rodale & Marie Rodale (1989) vymezili 7 tendencí k regenerativnímu zemědělství. Těchto 7 P popisuje, jak se systém posouvá k regeneraci:

Pluralism (Pluralismus) – rozmanitost rostlinných druhů

Protection (Ochrana) – potřeba krycích plodin k omezení eroze půdy a zvýšení mikrobiálních populací

Purity (Čistota) – omezení syntetických pesticidů a hnojiv

Permanence (Permanence) – potřeba trvalek a rostlin s velkým a silným kořenovým systémem

Peace (Mír) – harmonie s přírodou

Potential (Potenciál) – snadno dostupné živiny, které se dostávají k povrchu půdy a jsou využitelné rostlinami

















Progress (Posun) – neustále se zlepšující kvalita půdy z hlediska struktury a zadržování vody

Rodale R. & Rodale M. (1989) tyto tendence aplikují i na regeneraci v komunitách a osobním životě. Uvádějí, že regenerace v síle neexistuje a přínos pro společnost a jednotlivce by neměl být za žádných okolností opomíjen. Tento přístup je nazýván holistickým a je velice důležitým prvkem v determinaci regenerativního zemědělství.

Holistický přístup

Předpokladem holistického managementu je, že příroda funguje jako celek. Jedná se o holistické společenství s provázaným pozitivním vztahem mezi lidmi, rostlinami, živočichy a zemí. Pokud dojde k odstranění či změně chování kteréhokoliv klíčového druhu, má to za následek negativní dopad na celý systém (Brown 2018). Holistický přístup v kontextu regenerativního zemědělství znamená, že se zemědělství nepovažuje jen za způsob produkce potravin, ale za komplexní systém, který je neoddělitelně spojen s ekologickými a sociálními aspekty okolního světa. Tento přístup zohledňuje celý ekosystém farmy, včetně půdy, vody, rostlin, zvířat, lidí, včetně zaměstnanců, kteří v něm pracují. Nezaměřuje se pouze na jednotlivé části, ale snaží se pochopit, jak tyto části spolu souvisí a ovlivňují se navzájem (Widdowson 1987). Komplexnost zemědělských postupů, půdních a klimatických podmínek je důležitější, než přínos jednoho konkrétního postupu pro sekvestraci uhlíku do půdy (Zomer et al. 2017). Je zřejmé, že konvenční zemědělské systémy zahrnující orbu, monokultury a používání syntetických hnojiv a pesticidů přispívají ke zvyšování emisí skleníkových plynů, zatímco pěstování monokultur s bezorebnými postupy má velmi nízký potenciál ukládání uhlíku do půdy (Rodale Institute 2015).

Ekologické systémy zahrnující orbu mají obvykle lepší výsledky v ukazatelích kvality půdy související s ukládáním uhlíku, včetně obsahu organického uhlíku, než obdobné orební systémy, které nejsou ekologické (Giller et al. 2021). Návaznost postupů s konkrétními půdními a klimatickými podmínkami hraje významnou roli ve stabilitě organické hmoty. Například půdy s vyšším obsahem jílovitých částic mají tendenci stabilizovat uhlík rychleji, nežli půdy písčité (Bolan et al. 2012; Rodale Institute 2015). Bolan et al. (2012) popisují, že zatímco pouze polovina uhlíku z kompostovatelného drůbežího hnoje zůstala v půdě po pěti měsících, přidáním jílu k hnoji mělo za následek, že zůstala polovina uhlíku v půdě i po dvou letech. Tato inherentní složitost vede k nejistotě při extrapolaci výsledků z jedné farmy na druhou či při získávání konzistentních výsledků, které lze připsat konkrétnímu postupu. Toto také zdůrazňuje potřebu výzkumu srovnatelných souborů v různých půdních i klimatických podmínkách (Rodale Institute 2015).

Impact: ● Minor ●● Moderate ●●● Major		Soil	Water	Biodiversity	GHG mitigation
	Cover crops	●●●	●●	●●	●●●
	Diversified crop rotation	●●●	—	●●●	●●
	Mulching & crop residues cover	●●●	●●	●	●●●
	Minimum tillage	●●●	●●	●●	●●●
	Organic fertilizers	●●●	●●●	●●	●●●
	Integrated nutrient management	●●●	●●●	●●	●●●
	Irrigation technology	●	●●●	—	●
	Riparian buffers	●●●	●●●	●●●	●●●
	Intercropping	●●●	●	●●	●
	Agroforestry & silvo-pastoral systems	●●●	●	●●●	●●●
	Hedgerows & green buffers	●●●	●	●●●	●●●
	Integrated pest management & bio-controls	●●	●●●	●●●	—
	Precision farming	●	●●●	●●	●●
	Manure storage & process	●●	●●●	—	●●●
	Herd management	—	—	—	●●●
	Integrated pasture management & grazing strategies	●●●	●●	●	●●●

Obrázek 2: Holistický přístup: každá praxe může přinést výhody několika zdrojům (Nestlé 2023)

Minimalizace narušování půdy

Omezení mechanického i chemického narušování půdy je jedním ze základních principů regenerativního zemědělství. Půdní život, zejména ten mikrobiální, prosperuje pouze pod vegetačním pokryvem. Pokud je půda zpracovávána příliš intenzivně a je dlouhodobě ponechávána ladem, pak trpí půdní život, a tím i úrodnost půdy (Näser 2021). Mechanické obdělávání půdy narušuje sekvestraci půdního uhlíku tím, že oslabuje růst mykorhizních hub, které jsou důležité pro dlouhodobé ukládání uhlíku, a to díky své roli při tvorbě půdních agregátů. Minimalizace nebo odstranění orby, používání krycích plodin a implementace rozmanitých osevních postupů zajistí, že půda nezůstane holá, a že uhlík v půdě bude fixován, nikoli ztracen (Rodale Institute 2015).

Přehled výzkumů provedený Abdalla et al. (2013) potvrzuje, že téměř všechny dosavadní studie poukazují na to, že přechod na regenerativní obdělávání půdy má pozitivní vliv nejen na strukturu půdního substrátu, ale také významně snižuje emise CO₂, přičemž současně přispívá k akumulaci organického uhlíku v půdě. Avšak snížená nebo zcela absentující orba prováděná v rámci konvenčních zemědělských systémů se prokazuje jako

přínosná pro snižování emisí skleníkových plynů pouze v případě, že jsou tato bezorebná opatření prováděna v regenerativních či ekologických zemědělských systémech. U konvenčních bezorebných postupů totiž zvýšené emise N₂O způsobené dusíkatým hnojením kompenzují pozitivní efekt obsahu uhlíku v půdě (Skinner et al. 2014). Dále je třeba poznamenat, že používání syntetických dusíkatých hnojiv zvyšuje intenzitu mikrobiální transpirace a zároveň uvolňování CO₂, zatímco fosforečná hnojiva potlačují růst symbiotických mykorhizních hub v kořenovém systému rostlin, což má negativní vliv na dlouhodobou kumulaci organického uhlíku v půdě (Jasper et al. 1979).

I když bezorebné regenerativní zemědělství zůstává spíše marginálním způsobem hospodaření s půdou, jeho závislost na intenzivní výsadbě meziplodin pro potlačení plevelů (Rodale Institute 2015) a současně i obecné přínosy regenerativního zemědělství se ukázaly jako schopny navýšit obsah organického uhlíku v půdě o 9 % po dvou letech a o 21 % po šesti letech od přechodu na regenerativní bezorebné zemědělství (Carr et al. 2013). Závěrem lze říci, že bezorebné systémy dosahují nejlepších výsledků při zvrácení trendu ztráty organického uhlíku v zemědělství, pokud jsou doplněny výsadbou meziplodin a rozšířeny o rotační systém výsadby.

Meziplodiny

Meziplodiny jsou pěstovány v období mezi dvěma hlavními plodinami, kdy by pole za jiných okolností leželo ladem. Hlavním účelem meziplodin je ochrana a trvalý pokyv půdy. Je složité vyjádřit přímý zisk pro hospodáře, ale plní řadu produkčních i mimoprodukčních funkcí. Přispívají k navýšení půdní biomasy, což může zvýšit obsah organické hmoty, a tím také ukládání uhlíku v půdě. Meziplodiny patří mezi jednu z nejdůležitějších praxí regenerativního zemědělství (Schreefel et al. 2020). Zabraňují erozi půdy, zlepšují její úrodnost (jako zelené hnojení), potlačují plevele, vyživují půdní edafon a napomáhají kontrolovat výskyt chorob a škůdců. Také napomáhají udržovat půdu aktivní i v zimních měsících (Bioinstitut Olomouc 2023).

Meziplodiny mohou být různými druhy rostlin, včetně těch z čeledi *Fabaceae*, které biologicky fixují vzdušný dusík. Velmi široká paleta rostlinných druhů, včetně obilovin vysévaných mimo sezónu, bobovitých (*Fabaceae*) jako jetel, hrách, fazol, vojtěška a hrachor, nebo jako pohanka, slunečnice, konopí, ředkev, brukev, řepka a řepka olejná, může být použita jako meziplodina. Před výsevem nové hlavní plodiny jsou meziplodiny buď zaořány, posekány nebo rozemlety. Některé meziplodiny lze také použít jako krmivo pro dobytek a pro pastvu (Nestlé 2023).

Holá půda limituje sekvestraci uhlíku, a je indikátorem postupů, které nemaximalizují odstraňování atmosférického CO₂, ani neminimalizují ztráty uhlíku půdního (Rodale Institute 2015). Zemědělské půdy, které jsou ponechány ladem nebo jsou silně obdělávány orbou, jsou vystaveny větrné i vodní erozi, což vede ke ztrátám půdního organického uhlíku (Brown 2018). Půda ležící ladem také neakumuluje uhlík z biomasy, který by jinak kontinuálně poskytovaly rostliny. Orané, obnažené a erodované půdy vedou k rozpadu půdních agregátů, což umožňuje stabilnímu půdnímu uhlíku, aby se uvolnil jako skleníkový plyn CO₂ do atmosféry (Lal et al. 2012).

Zhruba polovina uhlíku zemědělských ploch je fixována nadzemní biomasou rostlin (Montagnini & Nair 2004), což činí výsev mezipločin a zachování půdních zbytků zásadními prvky pro sekvestraci uhlíku. Mezipločiny mohou být dočasné plodiny vysévané mezi hlavními plodinami (často propagované pro přezimování v mírném klimatu), plodiny sloužící k zachycení živin nebo trvalé mulčování. Mezipločiny zvyšují obsah organického uhlíku v půdě, snižují vyluhování dusíku a brání erozi větrem a vodou (prevence před vodní erozí – druhy s jemným kořenovým systémem jako jílek, žito, oves a svazenka) (Smith et al. 2008). S použitím mezipločin se pojí i další významné výhody: snížený tlak plevelů, omezený odtok vody, zlepšená struktura půdy a její propustnost pro vodu, snížené vypařování a fixace atmosférického dusíku u luštěninových kultur, což často prospívá hlavní plodině. Díky delší fázi listového růstu a složitějším kořenovým systémům přetrvávajících mezipločin nebo živých mulčů představují další významný přínos pro ukládání uhlíku v půdě (Montagnini & Nair 2004; Brown 2018).

V podmínkách České republiky jsou nejčastěji pěstovány podsevové mezipločiny, které jsou zakládány společně spolu s hlavní plodinou na podzim či na jaře. Podsev je možný u většiny plodin a napomáhá vyplnit mezeru ve výživě pro půdní edafon v období po dozrání hlavní plodiny a mezipločin (Näser 2021). Dalším způsobem je také přisévání na jaře do vzešlých porostů, tyto mezipločiny zůstávají na poli přes léto po sklizni hlavní plodiny. Mohou být spásány nebo využity na produkci píce, čímž se zvyšuje jejich rentabilita. Jako podsev se využívají zejména drobné traviny a jeteloviny (Bioinstitut Olomouc 2023).



Obrázek 3: Vývoj porostu vícekomponentní směsi mezipločin založených přímým setím (Foto: Rostislav Mátl)

Střídání plodin

Střídání plodin, tedy pěstování více než jedné plodiny na stejném místě, je praxe, která napomáhá diverzifikovat plodiny a podporuje potravinovou bezpečnost, přičemž se vyhýbá opakovanému výsevu téže plodiny na stejném pozemku. Jednoduché oseední postupy mohou zahrnovat dvě nebo tři plodiny, zatímco složitější postupy mohou zahrnovat desítky či více vysévaných plodin. Takové oseední postupy obvykle zahrnují zařazení meziplodin, jako jsou luskoviny, které obohacují půdu o dusík před nebo po hlavní plodině, která vyčerpává velké množství dusíku (Brown 2018; Montagnini & Nair 2004).

Přechod od monokulturního pěstování plodin s úhorovým obdobím k rozmanitějším oseedním postupům bez úhorového období zvyšuje biodiverzitu a podporuje sekvestraci uhlíku (Smith et al. 2008; Brown 2018). Například změna v pěstování pšenice s úhorovým obdobím na střídání pšenice se slunečnicí nebo pšenice s luskovinami významně zvyšuje zásoby půdního organického uhlíku a nepřetržitý systém pěstování ječmene více než zdvojnásobil zásoby uhlíku v půdě ve srovnání se systémem ječmene s úhorovým obdobím (West & Post 2002). Začlenění travních druhů jako krycích plodin, živých mulčů nebo meziplodin je účinným způsobem, jak zvýšit množství půdního uhlíku, a to díky hlubokým a rozvětveným kořenovým systémům mnoha z těchto trvalých rostlin. Jak krycí plodiny, tak vylepšené oseední postupy vedou k nepřetržitému pokrytí půdního povrchu, což také zvyšuje uhlík mikrobiální biomasy v půdě tím, že zajišťuje dostupnou energii a hostitelské kořenové systémy pro bakterie a houby (Brown 2018).

Intercropping

Intercropping, jako specifická forma meziplodin, je alternativní zemědělskou technikou k pěstování monokultur, která spočívá ve společném pěstování dvou nebo více druhů plodin nebo odrůd souběžně na stejném poli s cílem maximalizovat využití prostoru a zdrojů. To lze provádět smícháním semen vybraných plodin. Lze toho také dosáhnout výsadbou plodin do oddělených řádků, čímž se chrání půdní prostor mezi řádky a zlepšuje se kořenový systém rostlin. Praktiky více druhového pěstování se liší uspořádáním, dobou setí a kombinacemi rostlinných druhů (Sergieieva 2020).

Tento systém umožňuje efektivnější využití půdy, zvýšení celkové produkce a lepší využití zdrojů jako je voda a živiny, čímž může snížit potřebu vnějších vstupů, jako jsou hnojiva a pesticidy (Glaze-Corcoran et al. 2020). Mezi další výhody intercroppingu patří kontrola škůdců a chorob (Näser 2021), protože rozličné plodiny mohou přirozeně odolávat různým biotickým stresorům, což může vést ke snížené potřebě používání pesticidů (Sergieieva 2020). Tato praxe také podporuje biodiverzitu, což je prospěšné pro půdu i pro širší ekosystém, a snižuje riziko celkového selhání plodin, protože různé plodiny mohou rozdílně reagovat na biotický i abiotický stres (Neamatollah et al. 2013). Intercropping může být implementován různými způsoby, včetně pěstování plodin ve stejných řádcích, v alternativních řádcích nebo v různých částech pole v závislosti na konkrétních potřebách a cílech zemědělce (Glaze-Corcoran et al. 2020).

Živé kořeny

Tento princip zdůrazňuje důležitost nepřetržitého udržování živých kořenů v půdě pro stabilizaci živin, zlepšení růstu rostlin a biologické rozmanitosti mikrobiálního života. Živé nadzemní části rostlin fotosyntetizují energii ze slunce na chemicky vázanou energii, která je následně přenesena do kořenových systémů rostlin a půdního ekosystému. Když půda neobsahuje živé kořeny, pokračuje v metabolismu organické hmoty, přičemž se do atmosféry uvolňuje uhlík jako CO₂. Udržování živých kořenů je proto důležité pro trvalé udržení uhlíku v půdě (Brown 2018). Obecně lze říci, že nepřetržitá údržba kořenů v půdě přispívá k zabraňování zhutnění a erozi půdy, zároveň jsou kořeny hlavní cestou výměny živin, sacharidů, proteinů a exsudátů mezi rostlinami a půdním biotem. Proto je maximalizace živých kořenů, jak z hlediska diverzity, tak délky času v půdě, klíčovým prvkem ke zlepšování fyzikálního, biologického a chemického zdraví půd (Johnson 2023).

Regenerativní pastva

Regenerativní pastva se zaměřuje na imitaci přirozené dynamiky pastvy za účelem obnovy degradované půdy a ekologických procesů, které podporují udržitelnou živočišnou produkci a zároveň zvyšují biodiverzitu. Tento přístup zahrnuje rychlou rotaci stád hospodářských zvířat přes mnoho ohrad (padoků) s krátkými obdobími intenzivní pastvy a dlouhými obdobími regenerace, což podporuje znovuoobnovení vegetace. Důraz je kladen na "kopytní akci" stád (tj. přirozeně zlepšuje půdu pohybem a kopyty pasoucích se zvířat), která je považována za zásadní pro regeneraci půd a ekosystémových služeb (Savory & Butterfield 2016).

Zvířata hrají klíčovou roli v cyklu živin. Trávicí systémy přežvýkavců obsahují asi 50 % bakterií shodných s těmi, které se vyskytují v půdě. Díky pastvě a procesu vylučování, zvířata opětovně přenášejí tyto prospěšné bakterie a živiny zpět do okolního prostředí (Šindelková & Marhavý 2022). Vědecké studie zdůrazňují, že regenerativní pastva obecně podporuje aktivitu půdních mikrobů a přináší výhody pro biodiverzitu, ale tyto výsledky nejsou jednoznačné a mohou se lišit v závislosti na konkrétním ekosystému a metodě pastvy. Například vliv regenerativní pastvy na diverzitu rostlinných druhů se rozličně liší, přičemž některé studie uvádějí zvýšenou, neutrální nebo sníženou celkovou diverzitu rostlin (Savory & Butterfield 2016).

V rámci holistického přístupu k regenerativnímu zemědělství hraje pastva dobytka zásadní roli v podpoře a urychlení regenerace půdy, výrazně zvyšuje obsah organické hmoty a zlepšuje množství a stav mikroedafonu v půdě. Spásané rostliny reagují zvýšenou produkcí kořenových exsudátů, které podporují půdní mikrobiotu. Půdní mikrobiota následně „na oplátku“ zásobuje rostliny minerálními prvky, což přispívá k jejich růstu. Regenerativní pastva je metodou, která zvyšuje kvalitu půdy prostřednictvím pastvy zvířat na víceletých a jednoletých pícninách a porostech takovým způsobem, že podporuje zdraví ekosystémů a napodobuje přirozené pastvy velkých stád býložravců. Jakmile je tento proces pochopen, jeví se jako intuitivně jednoduchý, přirozený a ekonomicky výhodný (Šindelková & Marhavý 2022).

Obecně lze konstatovat, že pečlivě řízená regenerativní pastva na trvalých travních porostech může potenciálně zvýšit sekvestraci uhlíku do půdy, zvýšit habitat ptáků, snížit riziko eroze půdy, udržovat vodní toky čisté a také obnovit degradovanou zemědělskou půdu na trvale biodiverzní (Gibson 2022; Schreefel et al. 2020).

Agrolesnictví

Agrolesnictví je obecně integrovaný přístup k zemědělské a lesnické činnosti, který kombinuje prvky zemědělství a lesního hospodářství na jednom území současně, prostorově i časově. Tento přístup zdůrazňuje udržitelné využívání půdy a přírodních zdrojů a má za cíl dosáhnout ekologické, ekonomické a sociální udržitelnosti (Leakey 1996). Často citovaná definice USDA (2018) uvádí: „*záměrná integrace stromů a keřů do systémů pěstování plodin a chovu zvířat za účelem vytváření environmentálních, ekonomických a sociálních přínosů*“. Základní konfigurace agrolesnictví je jednoduše integrace vhodných dřevin do zemědělské krajiny. Zemědělské a lesnické činnosti jsou zde propojeny takovým způsobem, který maximalizuje výhody pro obě oblasti. Tento přístup zahrnuje výsadbu dřevin do orné půdy, což pomáhá zlepšit její strukturu, zachycovat CO₂ a podporovat biodiverzitu. Dřeviny v systémech agrolesnictví dělí velké půdní bloky, mají potenciál bránit vodní a větrnou erozi a zabraňují splavení půdy v případě přívalových dešťů. Jejich opadavé listí a kořenové systémy zvyšují množství organické hmoty v půdě, a změna půdní struktury přispívá ke zlepšení retence vody v krajině. Podporují také biodiverzitu zemědělské krajiny, poskytují úkryt a potravu pro druhy závislé na zemědělské krajině, včetně opylovačů, ptáků a drobných savců (Mze 2022). Agrolesnictví má také potenciál snižovat negativní dopady konvenčního zemědělství, nadměrná spotřeba vody, chemických hnojiv a pesticidů, a současně zvyšovat produkci potravin a zachovávat ekosystémové služby, které poskytují stromy. Tento přístup může být klíčovým prvkem udržitelného zemědělského systému, který je šetrný k životnímu prostředí a přispívá k ochraně přírodních zdrojů (Montagnini & Nair 2004).

3.2.5 Sekvestrace organického uhlíku do půdy

V praxi je regenerativní zemědělství komplexní systém postupů, který se zdržuje používání syntetických pesticidů a vstupů, které narušují půdní život, a dusíkatých hnojiv závislých na fosilních palivech, které jsou zodpovědné za většinu antropogenních emisí N₂O. Je to provázaný systém zaměřený na budování zdraví půdy. I když se dosud v zemědělské praxi příliš neprojektuje, jedná se o nástroj, jež napomáhá sekvestraci uhlíku do půdy (Rodale Institute 2015).

Sekvestrace (vazba) uhlíku je proces, při kterém je odstraňován CO₂ z atmosféry a následně ukládán do přírodního či umělého rezervoáru. Hned po oceánech je půda druhým největším přírodním rezervoárem uhlíku na světě, hraje tedy významnou roli při regulaci klimatických změn. Zemědělská sekvestrace uhlíku zahrnuje odstraňování přebytečného CO₂ z atmosféry a jeho následné ukládání do půdní organické hmoty a nadzemní biomasy. Jedná se o přirozenou část zemského uhlíkového cyklu. Přínosy zvýšení organické hmoty v orné půdě, za pomoci zvýšení množství sekvestrovaného uhlíku, daleko přesahují potenciál zmírňování změny klimatu (Zomer et al. 2017).

Primární předpoklad potenciálu sekvestrace uhlíku v systémech využití půdy, včetně systémů agrolesnictví, je poměrně jednoduchý. Je založen na základních biologických a ekologických procesech fotosyntézy, dýchání a rozkladu (Nair & Nair 2003). V podstatě je sekvestrovaný uhlík rozdílem mezi uhlíkem získaným fotosyntézou a uhlíkem ztraceným nebo uvolněným dýcháním všech složek ekosystému, a tento celkový zisk nebo ztráta uhlíku je obvykle reprezentován čistou produktivitou ekosystému (Montagnini & Nair 2004).

První fází sekvestrace uhlíku do půdy je fotosyntéza, kdy rostliny přeměňují sluneční záření, vodu a CO₂ na sacharidy (molekuly tvořené výhradně uhlíkem, vodíkem a kyslíkem), které zahrnují cukry, škroby a celulózu. Základní stavební jednotkou rostlin je glukóza – molekula cukru s krátkým řetězcem, zatímco polysacharidy jsou skupiny molekul vytvořené z dlouhých řetězců. Polysacharidy tvoří dohromady 75 % veškeré živé i mrtvé organické hmoty na planetě. Škrob a vláknina jsou polysacharidy, stejně jako celulóza, která samotná tvoří asi 4 % veškeré organické hmoty na planetě (Kowalska et al. 2020).

Po dehydrataci rostlinné biomasy lze zjistit, že v průměru 50 % její hmotnosti tvoří C. Po odumření nadzemní části rostliny, se asi 2/3 této odumřelé rostlinné biomasy bohaté na C uvolní do atmosféry jako CO₂ a navrací se zpět do uhlíkového cyklu. Zbylá třetina obsahu C se stává půdní organickou hmotou. Kořenové vlášení na zdravých rostlinách průběžně odumírá, část C z těchto kořenových částí se taktéž dostává do půdy. Existuje však rychlejší způsob, jak se C vytvořený fotosyntézou dostane do půdy. Kořenové exsudáty obsahují komplex více než 200 sloučenin bohatých na C, pomocí nichž rostliny vyživují půdní mikroorganismy, což napomáhá koloběhu živin. Mezi 10 – 40 % tohoto fotosyntetizovaného C projde kořenovým systémem rostliny do půdy během 1 hodiny, tento proces je nazýván „cesta tekutého uhlíku“ (de Vries et al. 2013).

Cílem regenerativního zemědělství je nejen zvýšení obsahu organické hmoty v půdě, ale také v ní zajistit dlouhodobé setrvání organického uhlíku. Vzhledem k tomu, že uhlíkový cyklus je dynamický, faktory ovlivňující dobu zadržení uhlíku v půdě jsou ze své podstaty složitě definovatelné a dosud nejsou plně pochopeny. Velice pravděpodobně svou nedílnou roli hrají houby, hloubka půdního profilu a nejnovější poznatky týkající se huminové frakce půdy (Janzen 2006). Zatímco chápání mechanismů probíhajících v půdě se vyvíjí, je patrné, že biota zde hraje velmi důležitou roli. Obecně existuje pozitivní vztah mezi množstvím houbové biomasy a půdním uhlíkem (de Vries et al. 2013). Výzkumy v boreálních lesích sekvestrace uhlíku v půdě poukazují na fakt, že mykorhizní houby jsou převážně zodpovědné za fixaci půdního uhlíku po dlouhá časová období do takové míry, že jsou důsledkem globálního uhlíkového cyklu (Clemmensen et al. 2013).

Arbuskulární mykorhizní houby jsou kořenové symbiotické houby, ze kterých se z buněčných stěn po odumření a rozkladu hyf uvolňuje komplex polysacharidů a bílkovin souhrnně označovaný jako „glomalin“, který spojuje půdní částice. Tato konkrétní symbióza, houba – kořen, spolu s glomalinem je z velké části zodpovědná za tvorbu trvalých a stabilních půdních agregátů, které chrání půdní C před ztrátou v podobě CO₂ (Kell 2011). Hojnost houbových hyf se ve skutečnosti zvyšuje za podmínek zvýšeného atmosférického CO₂. Pokud se množství hyf sníží, glomalin zůstává jako stabilní forma organického uhlíku, který se drží v půdě po celá desetiletí. Tato počáteční krátkodobá stabilizace poskytuje organické hmotě čas na vytvoření vazeb s kovy a minerály, výsledné organominerální respektive organokovové komplexy mohou zůstat v půdě až po tisíciletí (Lal et al. 2012).

Vzhledem k tomu, že mykorhizní houby potřebují k životu kořenový systém rostlin, zemědělské strategie, které zahrnují trvalé pokrytí půdy, minimální nebo žádnou orbu a rostliny s dlouhými, bohatými kořenovými systémy, podporují dlouhodobou stabilizaci uhlíku v půdě (Oades 1984). Podobně slibné výsledky byly prokázány při očkování půdy houbami, zejména v případech, kdy intenzivní orba zničila původní populaci mykorhizních hub. Mykorhizní houby typu arbuskulární mykorhiza mohou být zavedeny do sazenic pomocí očkování, která lze snadno připravit na farmě (Douds et al. 2010).



Obrázek 4: Meziplodinová směs na podzim (Foto:Rostislav Mátl)

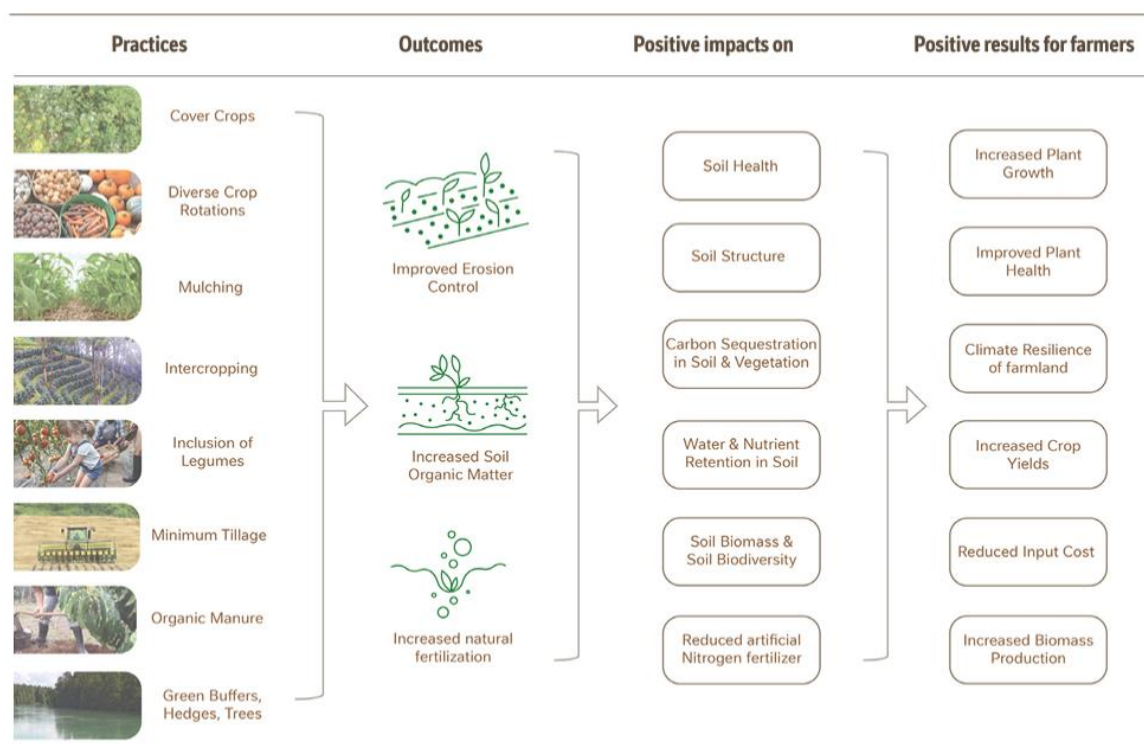
3.2.6 Výhody pro zemědělce

Regenerativní zemědělství představuje klíčovou inovaci v oblasti udržitelného rozvoje, která nabízí řešení pro aktuální globální výzvy. Tento přístup nejenže zvyšuje udržitelnost zemědělských praxí, ale může mít i značné potenciální ekonomické a ekologické přínosy (Kurth et al. 2023). Výhody této praxe lze pozorovat ve zlepšení kvality a úrodnosti půdy, snížení dopadu na životní prostředí a zvýšení biodiverzity, čímž se stává přitažlivým pro širokou škálu zainteresovaných stran, od zemědělců po korporace a spotřebitele.

Regenerativní zemědělské praktiky, zahrnující též ekologické praxe, nabízejí ziskový způsob zemědělství pro rostoucí světovou populaci a přitom řeší výzvy globální udržitelnosti (Gibson 2022). Přestože je produkce regenerativního zemědělství často vnímána jako prémiový segment, dostupný pouze vyšší vrstvě populace, robustní tržní poptávka a dvouciferný roční růst v odvětví ekologické produkce od zavedení ekologických standardů USDA v USA ukazují na jeho širší přijetí (Greene & Vilorio 2018). Vedoucí nadnárodní společnosti, jako jsou General Mills, Nestlé, Danone, Mars, Bayer, Coca Cola a Stonyfield, implementují

regenerativní zemědělské metody do svých dodavatelských řetězců, čímž reagují na potřebu odolnosti proti klimatickým změnám, a to i v kontextu České republiky (Vermeulen et al. 2019; Nestlé 2023).

Regenerativní zemědělství bylo dlouhodobě spojováno s nižšími výnosy a zároveň s nízkými zisky pro zemědělce. Objektívni analýza ekonomiky německých farem provedená na hektarovém poli však ukazuje, že regenerativní zemědělství nabízí obrovské výhody ve střednědobém až dlouhodobém horizontu, které vedou naopak k vyšším ziskům pro zemědělce. Celkově lze konstatovat, že jakmile dojde k ustálenému stavu implementace, obvykle po 6 až 10 letech, regenerativní postupy by měly zvýšit zisky zemědělců odhadem o 60 % nebo více procent (Kurth et al. 2023). Navzdory mírně nižším výnosům v krátkodobém horizontu ve srovnání s konvenčním zemědělstvím, studie poukazují na vyšší odolnost ekologicky pěstovaných plodin vůči klimatickým změnám, chorobám a ekonomické nestabilitě (Omondi 2016; Godfray et al. 2010; Foley et al. 2011). Vzhledem k očekávanému růstu globálních teplot a s tím spojeným změnám zemědělských systémů a finančnímu riziku se očekává, že regenerativní zemědělství bude schopné v budoucnu snížit výnosový rozdíl mezi organickými a konvenčními systémy (Schrama et al. 2018).



Obrázek 5: DOPADY JEDNOTLIVÝCH ASPEKTŮ REGENERATIVNÍHO ZEMĚDĚLSTVÍ: Praktiky, očekávané výsledky, dopady a výsledky. (Nestlé 2023)

3.2.7 Situace regenerativního zemědělství v ČR

Regenerativní zemědělství je v České republice relativně nový přístup k zemědělské produkci. Na úrovni zemědělců se s pojmem setkávají zejména ti, kteří mají patřičné zkušenosti ze zahraničních farem (hlavně v USA) nebo ti, kteří se zároveň pohybují na poli akademické sféry (Kundrata et al. 2021). Ekologičtí či konvenční farmáři častokrát praktikují různé formy

regenerativního hospodaření, avšak ne komplexně, tudíž se nedá hovořit o regenerativním zemědělství. Problémem je velké množství poznatků, ale zároveň minimální zkušenosti, což konfrontuje potenciální zájemce o tuto alternativu v přehodnocení přístupu. Současně tuto inovaci brzdí nedostatek informovanosti mezi zemědělci.

Tabulka 2: Podíl zemědělců se zkušenostmi s realizací různých opatření (Kundrata et al. 2021)

Opakovaná opatření na orné půdě	%
aplikace statkových hnojiv	75%
trvalé zatravňování erozně ohrožené půdy	75%
zelené hnojení / meziplodiny	67%
orba / setí po vertikálnici	42%
výsadba stromů a keřů do polí (stromořadí, remízky)	42%
integrovaná ochrana půd	33%
pravidelné zařazování bobovitých do osevních postupů	33%
zvýšení květnatých pásů na okraji nebo ve středu pole (biopásy)	25%
pěstování plodin s podsevem	17%
pasivní zpracování půdy	17%
Opakovaná opatření na loukách a pastvinách	
neposečené části louky	50%
neposečené části pastviny	17%

V posledních letech se v ČR objevují iniciativy propagující regenerativní zemědělství, které zvyšují povědomí o jeho výhodách, a to formou konferencí, seminářů, poradenství či online osvěty. Mezi hlavní aktéry aktuálního dění můžeme zařadit Nadaci Partnerství, největší environmentální nadaci v ČR, která hraje klíčovou roli v podpoře a vzdělávání komunit ve směru zodpovědné péče o životní prostředí. Jedním z jejich významných projektů, ve spolupráci se Spolkem pro regenerativní zemědělství, je Platforma REGEZEM. Tento projekt pomáhá vlastníkům pozemků zlepšovat kvalitu jejich půdy a zhodnocovat ji. Nabízí zemědělcům poradenství, jak hospodařit lépe a udržitelně, a snaží se vybudovat komunitu ochránců půd mezi veřejností. Nadace Partnerství se rovněž aktivně snaží ovlivnit politické rozhodování ve prospěch udržitelného zemědělství a ochrany půdy (Nadace Partnerství 2023). Spolek pro regenerativní zemědělství sdružuje farmáře a odborníky, kteří se věnují regenerativnímu zemědělství, zaměřuje se na zavádění a propagování regenerativních principů v zemědělství, ověřování nových postupů, výměnu zkušeností, vzdělávání a provádění osvětových aktivit, terénních exkurzí a výukových programů. Jedná také s úřady a státními orgány za účelem prosazování zájmů svých členů a podporuje zemědělství, které je udržitelné, poutá uhlík do půdy a je zároveň efektivním (Spolek pro regenerativní zemědělství 2023).

V kontextu s regenerativním zemědělstvím lze zmínit také projekt Carboneg, který hraje klíčovou roli v motivaci zemědělců k přechodu na regenerativní zemědělské praktiky v ČR

prostřednictvím finančních odměn za ukládání uhlíku v půdě. Zapojení do projektu přináší zemědělcům přímé finanční benefity za každou tunu uloženého CO₂. V prvním roce projektu bylo zapojeným farmářům vyplaceno 12,3 milionu korun, získaných z prodeje uhlíkových kreditů firmám, které usilují o uhlíkovou neutralitu (Goldbergová 2023). Tento systém finančního odměňování nabízí zemědělcům konkrétní ekonomický stimul k přechodu na udržitelnější způsoby hospodaření s půdou, přičemž zároveň přispívá k zlepšení kvality a odolnosti zemědělské půdy. V závislosti na tom, jaké množství a rozsah regenerativních principů je uplatňován, se odměna za hektar a rok může pohybovat v rozmezí od 2500 Kč do 15000 Kč (Carboneg 2023).

Obrázek 6: Principy regenerativního zemědělství podle Carboneg



(Carboneg 2023)

V neposlední řadě je třeba zdůraznit dánskou společnost Agreeena, která poskytuje farmářům přístup k mezinárodnímu programu certifikace půdního uhlíku. Česká republika je 16. evropskou zemí, kde Agreeena působí. Program AgreeenaCarbon již pomohl uložit do půdy přes 700 tisíc tun uhlíku a podporuje přechod farem na regenerativní zemědělství. Program nabízí finanční podporu a přístup k nejnovějšímu vědeckému výzkumu. Systém obchodování s uhlíkovými kredity, jehož trh může do roku 2030 dosáhnout více než 50 miliard dolarů, podporuje ukládání CO₂ v půdě a zvyšuje produkci potravin (Štěpánek 2023). Agreeena vydává obchodovatelné certifikáty CO₂, které mohou farmáři prodat nebo kapitalizovat ve spolupráci s Agreeenou. V 15 evropských zemích, kde Agreeena působila před vstupem do ČR, se do programu zapojilo více než 600 000 hektarů zemědělské půdy. Projekt AgreeenaCarbon 2023 je otevřený novým i stávajícím zájemcům, certifikáty odpovídají ISO 14064-2 a procházejí akreditací společností Verra a DNV pro rozšíření možností obchodování (Agreeena 2023; Štěpánek 2023).

Obrázek 7: Čtyři kroky pro nejvyšší výtěžnost certifikátů podle Agreeena



(Agreeena 2023)

3.2.8 Regenerativní zemědělství a politika Evropské unie

Do dnešního dne EU ani ČR nepracují s termínem „regenerativní zemědělství“. Prioritou je vázání uhlíku a snižování emisí skleníkových plynů. Společná zemědělská politika se soustředí zejména na „Carbon farming“. Jedná se o nástroj, jež má zemědělcům umožnit se zapojit do systému uhlíkových povolenek ETS (Kundrata et al. 2021).

Z politického hlediska Evropské unie existuje několik relevantních aspektů, které je třeba brát v úvahu v kontextu s regenerativním zemědělstvím. Prvním z nich je reformovaná Společná zemědělská politika (SZP), která má vliv na zemědělství v rámci Evropské Unie aktuálně v období 2021-2027 a konkrétní Strategické plány SZP jednotlivých členských států. Dalším důležitým politickým dokumentem je Zelená dohoda pro Evropu (tzv. Green Deal) a její konkrétní strategie, a to zejména Strategie Od zemědělce ke spotřebiteli Farm to Fork EU a strategie EU v oblasti biologické rozmanitosti EU Biodiversity Strategy for 2030. Zatímco SZP 21-27 je přímo platnou legislativou Evropské unie, která ovlivňuje zemědělské politiky a jednotlivé strategie v členských státech a má přímé dopady na zemědělskou produkci, Green Deal, F2F a BD jsou spíše zastřešujícími strategickými a usměrňujícími dokumenty, které poskytují směr budoucí politické orientaci EU, s jasným důrazem na udržitelnost (Manshanden et al. 2023).

Jak bylo zmíněno v kapitole "Definice regenerativního zemědělství", existují různé definice termínu. Úzké nebo přísné definice se zaměřují zejména na zdraví půdy, s důrazem na vazby na klima (ukládání uhlíku do půdy prostřednictvím zvyšování obsahu organické hmoty v půdě) a biodiverzitu. Širší definice zahrnují i další aspekty, jako jsou koloběh živin, kvalita ovzduší, biodiverzita, opylování, biologická kontrola škůdců, zisky zemědělců, welfare zvířat, péče o krajinu a další (Newton et al. 2020). Vyhodnocení, do jaké míry Společná zemědělská politika (SZP) řeší nebo podporuje regenerativní zemědělství, závisí na tom, jak definujeme regenerativní zemědělství a jaká opatření jsou zahrnuta v jednotlivých Strategických plánech SZP.

Společná zemědělská politika (SZP) 2021 – 2027

Společná zemědělská politika (SZP) Evropské Unie na období 2021–2027 hraje klíčovou roli v zajištění budoucnosti zemědělství a lesnictví a v realizaci cílů Zelené dohody pro Evropu. Tato modernizovaná politika se zaměřuje na deset specifických cílů spojených se sociální, environmentální a hospodářskou udržitelností v zemědělství a venkovských oblastech. Každý stát EU sestavil vlastní strategický plán SZP, který kombinuje různé formy finanční podpory a tržních opatření. Hlavním zaměřením je zelenější SZP, což zahrnuje vyšší ambice v ochraně životního prostředí, příspěvek k cílům Zelené dohody, posílenou podmíněnost, ekoschémat, rozvoj venkova, a důraz na klima a biologickou rozmanitost. SZP také podporuje spravedlivější rozdělení zdrojů, zlepšuje konkurenceschopnost zemědělců a zajišťuje finanční podporu ve výši 387 miliard eur. Součástí SZP je také podpora výzkumu a inovací v zemědělství, včetně 10 miliard eur vyčleněných na výzkumné projekty v oblasti potravin, zemědělství, rozvoje venkova a biohospodářství (European Commission 2022). Je na každé členské zemi, jaké konkrétní intervence, které budou v souladu s požadavky ke splnění svých cílů nejvhodnější, zvolí. Zároveň má každá členská země EU povinnost provést rozsáhlou

analýzu s cílem definovat své specifické potřeby a vytvořit strategický plán SZP (European Council 2023).

Co se týče vztahu SZP k regenerativnímu zemědělství, SZP podporuje přechod k udržitelnějším zemědělským metodám, což je v souladu s principy regenerativního zemědělství, které se zaměřuje na obnovu a udržitelné využívání půdních zdrojů a biodiverzity. Politiky a finanční podpora SZP, jako jsou ekoschémata a podpora pro opatření v oblasti klimatu a biodiverzity, mohou přímo přispět k rozvoji regenerativních zemědělských praktik v EU. V kontextu základního vymezení regenerativního zemědělství jsou zvláště důležité specifické cíle (Specific Objectives - SO) 4 až 6:

- „SO4 - Přispívat ke zmírňování změny klimatu a přizpůsobování se této změně, mimo jiné snižováním emisí skleníkových plynů a podporou ukládání uhlíku, a dále podporovat udržitelnou energetiku.
- SO5 - Podporovat udržitelný rozvoj přírodních zdrojů, jako je voda, půda a ovzduší, a účinné hospodaření s nimi, mimo jiné snižováním závislosti na chemických látkách.
- SO6 - Přispívat k zastavení a zvrácení úbytku biologické rozmanitosti, posilovat ekosystémové služby a zachovávat stanoviště a krajiny.“ (MZe 2022).

Zelená dohoda pro Evropu, Farm to Fork a Strategie EU v oblasti biologické rozmanitosti do roku 2030

Nejdůležitějším cílem Zelené dohody je dosáhnout klimatické neutrality Evropské unie, jako prvního klimaticky neutrálního kontinentu, včetně klimaticky neutrálního zemědělství do roku 2050. Tento cíl byl zahrnut do návrhu Komise pro první evropský klimatický zákon. V roce 2020 stanovil nový klimatický plán EU cíl snížit emise skleníkových plynů o 55 % do roku 2030 ve srovnání s hodnotami z roku 1990 (Kundrata et al. 2023). Tato ambice souvisí s širším integrovaným politickým přístupem, který kromě klimatu zahrnuje také snižování ztrát půdních živin, omezení používání hnojiv, pesticidů a antimikrobiálních látek (viz strategie Farm to Fork, F2F) a ochranu biodiverzity (viz strategie pro biologickou rozmanitost, BD, se svými cíli pro prvky krajiny s vysokou biodiverzitou a ekologické zemědělství). Vzhledem k tomu, že strategie F2F a BD jsou rozpracováním Zelené dohody a definují konkrétní cíle, je vhodné je zmiňovat i v kontextu s regenerativním zemědělstvím. Předpokládá se, že omezení snižování ztrát půdních živin a aplikace hnojiv povede k méně intenzivním způsobům produkce, což bude mít pozitivní dopad na půdu a biodiverzitu (Manshanden et al. 2023).

V jádru Zelené dohody se nachází Strategie Od zemědělce ke spotřebiteli, tedy Farm to Fork, která se komplexně věnuje výzvám udržitelných potravinových systémů a apeluje na neoddělitelný vztah mezi zdravím lidí, zdravím společnosti a zdravím planety Země. Strategie Farm to Fork zdůrazňuje, že aktuální opatření týkající se klimatu musí zahrnovat snahy o zachování stávajícího uhlíku v půdě a podporu zvýšené schopnosti půdy jej sekvestrovat, zároveň také i snižovat emise skleníkových plynů - metanu a dusíkatých plynů. Toho lze potenciálně dosáhnout kombinací zemědělských postupů, jako je udržování nepřetržitého pokrytí půdy rostlinami po celý rok, využívání vytrvalých a krycích plodin, aplikací rostlinných zbytků, mulčování, kompostování a minimalizací nebo eliminací orby (EASAC 2022). Zároveň je důležité zohlednit také cíle Strategie pro oblast biologické rozmanitosti, která zdůrazňuje

potřebu současného řešení uhlíkové sekvestrace a biodiverzity při implementaci konkrétních zemědělských praktik. To je velice zásadní, protože kompromisy mezi různými cíli mohou vést k nechtěným poklesům v jednom nebo druhém cíli, stejně jako v jiných ekosystémových službách (Lindborg et al. 2017).

3.2.9 Legislativní rámec v ČR

Česká republika na rozdíl od ekologického zemědělství nepracuje s termínem „regenerativní zemědělství“. Nejsou stanoveny podmínky ani sankce, a to ani v kontextu Evropské unie. Avšak některé prvky jsou zakotveny do současné legislativy, kde jsou povinné zejména pro zemědělce, kteří hospodaří na rozsáhlých výměrách půdy. Tyto podmínky platí pro nové dotační období 2021 – 2027, které začalo platit po přechodném dotačním období v roce 2023 (Kundrata et al. 2021). Mezi opatření, která lze aplikovat ve vztahu k regenerativnímu zemědělství na úrovni konkrétního státu EU lze zařadit Kontroly podmíněnosti (zejména některé standardy DZES) a nadstavbová opatření – ekoschémata a Agroenvironmentálně klimatická opatření (AEKO) (konkrétně lze zmínit opatření týkající se Meziplodin). Všechna tato opatření jsou zahrnuta ve Strategickém plánu Společné zemědělské politiky České republiky (MZe 2022).

DZES 5

Obhospodařování s cílem snížit riziko degradace půdy a eroze, včetně zohlednění sklonu svahu

Cílem tohoto opatření je omezit projevy eroze prostřednictvím stanovení specifických podmínek pro pěstování plodin, které mají erozně nízkou nebo střední ochrannou funkci a dále stanovení povinnosti využívání půdoochranných technologií během pěstování těchto daných plodin na erozně ohrožených plochách.

Konkrétně se jedná o zákaz pěstování kukuřice, brambor, řepy, bobu setého, sóji, slunečnice a čiroku na silně erozně ohrožených půdách, u ostatních obilnin a řepky je ukládána povinnost využití půdoochranných technologií; s výjimkou obilnin s podsevem jetelovin, travních nebo jetelotravních směsí. (MZe 2023).

DZES 6

Minimální pokryv půdy pro zamezení vzniku holé půdy v nejcitlivějších obdobích

Cílem tohoto standardu je zajištění pokryvu půdy a tím i omezení rizika ztráty orné půdy a půdních živin v nejcitlivějších obdobích, a to zejména po sklizni plodin nebo v zimním období. Nově tyto podmínky platí bez zohlednění sklonitosti 4 stupňů pro standardní ornou půdu. Stanoveny jsou termíny, ve kterých je požadován pokryv půdy, a podmínky, které současně zohledňují charakteristiku jednotlivých zemědělských plodin (MZe 2023).

DZES 7

Střídání plodin na orné půdě kromě plodin pěstovaných pod vodou

DZES 7 a)

Nově navržený standard ukládá povinnost každoročního střídání hlavní plodiny alespoň na 40 % výměry orné půdy podniku. To znamená, že v roce podání jednotné žádosti o dotaci musí být na pozemku pěstována jiná plodina než v roce předchozím. Na stanovené výměře lze rovněž v rámci střídání plodin zařadit mezi dvě stejné hlavní plodiny meziplodinu. Meziplodina musí být založena po sklizni hlavní plodiny a ponechána do roku následujícího do zahájení předset'ové přípravy pro plodinu následující. Zároveň žadatel zajistí, že na veškeré ploše podniku s druhem zemědělské kultury standardní orná půda bude vždy v období 4 let po sobě jdoucích vystřídána hlavní plodina.

Cílem tohoto standardu je zlepšení bilance organických látek v půdě vzhledem k rozličným požadavkům pěstovaných kulturních plodin na hnojení a vlivům plodin v osevním postupu. Současně střídáním plodin dochází k omezení šíření chorob a škůdců (MZe 2023)

DZES 7 b)

Nová úprava již od roku 2023 omezuje plochu jedné plodiny na silně erozně ohrožené ploše do 10 ha, pokud tato plocha není nerozdělena ochranným pásem o šíři 22 m, plochou jiné plodiny o šíři 110 m, nebo krajinným prvkem. Podmínka se nevztahuje na DPB s travami a leguminózami.

Povinnosti standardu DZES 7 se vztahují jen na plochu DPB, která je evidována v systému LPIS jako standardní orná půda (MZe 2023).

Ekoschématata

Ekoschématata jsou povinná pro členské státy, ale pro zemědělce dobrovolná a nahrazují předchozí postupy příznivé pro klima a životní prostředí tzv. greening (diverzifikace plodin, zachování trvalých travních porostů a plochy využívané v ekologickém zájmu). Zároveň podmínky přecházejí do systému podmíněnosti. Zahrnují 2 intervence, a to celofaremní ekoplatbu (2 úrovně) a precizní zemědělství. Cílem je podpora způsobů hospodaření na zemědělské půdě, které cílí k ochraně a zlepšování životního prostředí a krajiny, a které zároveň představují udržitelné hospodaření s přírodními zdroji. Jedním ze základních principů celofaremního modelu je dodržování specifických požadavků a podmínek v rámci všech obdělávaných zemědělských ploch. V případě, že zemědělec vyhoví stanoveným postupům a podmínkám pro celofaremní ekoplatby, má nárok na tuto platbu na všechny hektary zemědělského podniku (MZe 2022).

AEKO Meziplodiny

Pěstování meziplodin bylo v předchozím období zahrnuto v greeningové platbě. Pro programové období 2021 - 2027 se nově nastavilo na podopatření, která jsou zahrnuta v Agroenvironmentálně-klimatických opatřeních (AEKO), jež jsou dobrovolnými závazky, jejichž cílem je zlepšení úrodnosti půdy za pomoci pěstování meziplodin. Konkrétně se jedná o 2 tituly: Vymrzající meziplodiny a Meziplodiny proti utužení půdy. Intervence meziplodin má za cíl podporu jejich pěstování za účelem ochrany půdy před erozí a jejímu utužení. Minimální výměra půdy pro přiznání žádosti je 0,5 ha zemědělské půdy klasifikované v LPIS jako

standartní orná půda (R). Dotační tituly jsou vypláceny na základě hektarových dílů daných půdních bloků (SZIF 2023)

V rámci titulu „Meziplodiny proti utužení půdy“ jsou předepsány konkrétní směsi osiv, s důrazem na hluboko kořenicí plodiny, jako například ředkev, které mají schopnost proniknout do utužené vrstvy půdy až do hloubky. Tímto rozrušením utužené vrstvy se aktivně přispívá k redukci nebo zpomalení degradačních procesů v půdě. Pro realizaci tohoto opatření je možné použít pouze plochy splňující předem stanovené kritérium, nacházející se na předem vymezeném území ve vrstvě utužení půdy v LPIS. V kontextu titulu „Meziplodiny proti zlepšení struktury půdy“ je stanovena odlišná směs meziplodin, která má za cíl pokrýt povrch orné půdy v období, kdy není pokryt hlavní plodinou (SZIF 2023).

3.2.10 Kontrola a certifikace

Na rozdíl od ekologického zemědělství, kdy je každá ekologicky hospodařící právnická osoba povinna k registraci u příslušné kontrolní (certifikační) organizace, neexistuje na národní ani nadnárodní úrovni certifikační organizace, která by oficiálně sjednocovala regenerativně hospodařící právnické osoby. Výhodou je, že tato skutečnost umožňuje snadné přizpůsobení, avšak na druhé straně ponechává prostor pro „greenwashing“.

Existují však ne příliš známé dobrovolné zahraniční certifikační systémy, které se na rozdíl od ekologického zemědělství zaměřují více na agroekologické dopady, než na parametry výsledných zemědělských produktů. V tomto kontextu lze zmínit Regenerative Organic Alliance, která byla založena již zmíněným Rodale Institute, a certifikační systém Savory Institute (Lunter 2023).

Certifikace regenerativního zemědělství má velký potenciál pro budoucí rozvoj zemědělského sektoru. Jelikož spotřebitelský zájem o potraviny z udržitelných zdrojů roste, certifikace poskytuje zemědělcům nejen marketingovou výhodu, ale také přístup k novým i zahraničním trhům a rozšíření zákaznické základny. V kontextu rostoucího důrazu na environmentální udržitelnost a zdraví půdy může certifikace regenerativního zemědělství do budoucna sloužit jako důležitý nástroj k demonstraci závazků zemědělců k těmto hodnotám. Vzhledem k narůstajícím environmentálním výzvám a globálním změnám v potravinářství, má certifikace regenerativního zemědělství potenciál stát se nejen značkou kvality a udržitelnosti, ale také důležitým stanoviskem pro standard zemědělské produkce.

3.2.11 Porovnání ekologického a regenerativního zemědělství

Ekologické zemědělství je příkladem zemědělského systému, který má komplexně determinovanou vědeckou definici a je celosvětově regulován různými autoritami (Schreefel et al. 2020). Vývoj ekologického zemědělství, jak jej popisují Arbenz et al. (2016), začal velmi podobně jako vývoj regenerativního zemědělství, s průkopnickou fází označovanou jako Organic 1.0. V této fázi byly stanoveny cíle, které definovaly ekologické zemědělství jako způsob hospodaření přispívající k udržitelné globální potravinové bezpečnosti a respektující všechny aspekty udržitelnosti. Tyto cíle se postupně vyvinuly ve fázi Organic 2.0, v rámci které byla zavedena regulace ekologického zemědělství prostřednictvím certifikace podle standardů. Tyto standardy stanovily především, co se v ekologickém zemědělství "nedělá", jako je

například zákaz používání syntetických pesticidů. Standarty však často plně nezohledňují filozofii ekologického zemědělství a mohou vést k situaci, kdy jsou ekologičtí farmáři "uvězněni" ekologickými předpisy (Schreefel et al. 2020; Arbenz et al. 2016; Manshanden et al. 2023). Strategie Organic 3.0 si klade za cíl tuto situaci změnit tím, že se stane méně normativní a více popisná, a bude směřovat k výsledkově orientovaným předpisům, které by měly být flexibilní a přizpůsobitelné lokálním podmínkám. Tento přístup vyžaduje systémovou změnu směrem k integrovanému zemědělskému přístupu, jako je regenerativní zemědělství, který se soustředí nejen na jednotlivé udržitelné aktivity, ale na zlepšování ekologických a sociálních procesů a zároveň pozorovatelných výsledků, což umožňuje větší prostor pro implementaci udržitelných aktivit (Schreefel et al. 2020; Manshanden et al. 2023).

Mnoho praktik používaných v systému regenerativního zemědělství je aplikováno také v zemědělství ekologickém, někteří autoři proto uvádějí, že regenerativní systémy jsou ekologické, avšak jiné vědecké články ukázaly, že ne všechny regenerativní aktivity jsou nezbytně ekologické (Rhodes 2017), jako je například použití organických pesticidů. Existují však podstatné rozdíly mezi těmito dvěma zemědělskými systémy. Lze říci, že regenerativní zemědělství zastřešuje zemědělství ekologické, které je jakousi striktnější nadstavbou zemědělství regenerativního.

Tabulka 3: Porovnání ekologického a regenerativního zemědělství (Le Campion et al. 2020; Šrůtek & Urban 2008)

KRITÉRIUM	ZPŮSOB HOSPODAŘENÍ	
	Ekologické zemědělství	Regenerativní zemědělství
Základní myšlenka	Soustředí se na harmonii s přírodou a vytváření udržitelných agroekosystémů pomocí přírodních procesů a materiálů, omezuje použití syntetických hnojiv a pesticidů a odmítá genetické inženýrství.	Zabývá se obnovou a revitalizací půdního zdraví, uhlíkové sekvence a obnovou ekosystémových služeb. Jeho cílem je nejenom udržet, ale aktivně zlepšovat půdní zdraví, biodiverzitu a cyklus vody.
Přístup k půdě	Klade důraz na ochranu půdních zdrojů a předcházení degradaci půdy. Využívá přírodní vstupy jako je kompost, hnůj, meziplodiny a krycí plodiny.	Regenerativní zemědělství usiluje o aktivní zlepšení a udržitelnost půdní struktury, úrodnosti a biologické rozmanitosti půdy. Nevylučuje striktně použití chemických vstupů.
Metody a praktiky	Ekologické zemědělství využívá metody jako rotace plodin, meziplodiny a biologickou kontrolu škůdců. Vylučuje užívání syntetických pesticidů.	Regenerativní zemědělství zahrnuje tyto praktiky a vyzdvihuje další, jako jsou holistický management pastvy, agrolesnictví a přímý výsev, které mají za cíl obnovit půdní uhlík a funkčnost ekosystému.
Cíle a výsledky	Zaměřuje na produkci potravin v souladu s ekologickými principy a snižuje závislost na neobnovitelných zdrojích.	Snaží se o kumulativní pozitivní dopad na životní prostředí, kde každou sezónu vede k lepším podmínkám než byly předchozí, zejména v oblasti zdraví půdy a sekvence uhlíku.

3.3 Vybrané tržní plodiny

3.3.1 Pšenice obecná (*Triticum aestivum L.*)

Pšenice, latinsky označovaná jako *Triticum L.*, se řadí mezi traviny, do botanické čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Druh *Triticum aestivum L.*, pšenice obecná, zaujímá významné místo jak v českém zemědělství, tak i na celosvětové úrovni. Archeologické nálezy prokazují, že divoká forma pšenice byla známá již před 18 tisíci lety., proces její domestikace, tedy přizpůsobení pro potřeby zemědělství, se datuje do období přibližně 9 tisíc let před naším letopočtem (Zimolka et al. 2005).

Pěstování pšenice je rozšířené především díky jejímu mnohostrannému využití. Pšenice najde své primární uplatnění v potravinářství a krmivářství. Přestože dominují odrůdy určené pro potravinářské využití, často se kvůli nepříznivým klimatickým podmínkám nebo nevhodným zemědělským praktikám uplatňuje většina sklizené pšenice jako krmivo, konkrétně kolem 60 %. Zhruba 35 % produkce pšenice je směřováno do potravinářského průmyslu. Zbytek, přibližně 5 %, je využíván pro průmyslové zpracování, jako je výroba bioethanolu nebo vitálního lepku. Také nadzemní část pšenice lze využít pro energetické účely, například při spalování slámy (Petr 2001).

Pro úspěšné pěstování pšenice je klíčová správná volba půdy. Ideální jsou černozemě, pravé či degradované, a hnědozemě s neutrálním pH, přičemž pšenice snáší i mírně kyselé či mírně alkalické půdní podmínky. Nejlepší jsou středně těžké půdy, jako jsou hlinité, jílovitohlinité a hlinito-jílovité, které udržují dobrou rovnováhu mezi vodou a vzduchem, mají kvalitní strukturu a aktivní biologický život. Pšenici prospívají předplodiny bohatě hnojené organickými hnojivy, jako jsou brambory, olejnin (mák, řepka), jetel a luskoviny. Jako náročná obilnina na živiny vyžaduje pšenice pro výnos 5 t/ha zhruba 120-140 kg dusíku, 30 kg fosforu, 100 kg draslíku a 15-17 kg hořčíku. Setí by mělo probíhat v optimálním termínu mezi 20. a 30. zářím. Důležitá je také ochrana proti plevelům, zejména proti chundelce metlici a plevelům typu svízel či heřmánek, a prevence chorob, jako je padlí. Ideální doba sklizně nastává v druhé polovině žluté zralosti, přičemž optimální vlhkost zrna by neměla překročit 18 %. Při vyšší vlhkosti je nezbytné zrno co nejrychleji dosušit (Diviš 2000).



Obrázek 8: Přímé setí pšenice ozimé do směsi meziplodin (Foto: Rostislav Mátl)

3.3.2 Řepka olejná (*Brassica napus L. var. napus*)

Řepka se řadí mezi nejdůležitější olejninu pěstované v našich podmínkách a má široké uplatnění. Je ceněná jako potravinářská surovina, z níž se vyrábí jedlý olej, a její vedlejší produkty - extrahované šroty a pokrutiny, jenž nacházejí využití v krmivářství pro výrobu krmných směsí. Dále může řepka sloužit jako pícnina a její zelená hmota je využívána pro zelené hnojení, což přispívá k obnově živin v půdě. V chemickém průmyslu se řepkový olej uplatňuje jako surovina a také se rozvíjí jeho využití jako zdroj obnovitelné energie, což představuje alternativu k fosilním palivům. Kromě toho je řepka významnou medonosnou rostlinou. Preferovaná forma pěstování řepky v našich klimatických podmínkách je ozimá, která je významná pro své vyšší výnosy a obsah oleje. Pro úspěšný růst ozimé řepky jsou ideální hluboké hlinité půdy, bohaté na humus, vápník a hořčík, s pH v rozmezí 6 až 6,5. Lehké půdy jsou vhodné pouze s aplikací správné agrotechniky a mělké půdy vyžadují adekvátní hnojení. Těžké půdy se sklonem k hrudovitosti jsou pro ozimou řepku nevhodné. Vysévá se obvykle v srpnu a jako předplodiny jsou vhodné například ozimý ječmen, rané odrůdy pšenice nebo na méně úrodných půdách ozimé či jarní směsky a jetel (Tichá & Vyzínová 2006).



*Obrázek 9: Porost řepky olejné pěstován společně s vymrzajícími
komponenty bobem a svazenkou (Foto: Rostislav Mátl)*

4 Metodika

Metodika vytvoření diplomové práce byla založena především na kvalitativním přístupu, zaměřeném na sběr a analýzu osobních zkušeností a postřehů farmářů. Tento přístup byl zvolen proto, aby bylo možné hlouběji proniknout do praktických aspektů regenerativního zemědělství a pochopit specifika této metody přímo z pohledu těch, kteří ji aplikují v každodenní praxi.

Zásadním prvkem metodiky byla přímá spolupráce s dvěma konkrétními farmami, DVP Agro a.s. a VIN AGRO s.r.o.. Tyto farmy byly vybrány na základě jejich angažovanosti v regenerativním zemědělství a jejich geografického umístění v kontextu českého zemědělského prostředí. V rámci těchto farem byly prováděny podrobné rozhovory s farmáři a pozorování jejich denní práce, což umožnilo získat autentické a praktické informace o výzvách a přínosech regenerativního zemědělství.

Dalším důležitým aspektem bylo studium odborné literatury a výzkumných prací zabývajících se regenerativním zemědělstvím. Tento teoretický základ pomohl vytvořit kontext pro porozumění získaným praktickým poznatkům a umožnil srovnání zkušeností získaných z obou farem s teoretickými koncepty a trendy v oblasti regenerativního zemědělství.

Získaná interní data byla vyhodnocena vybranými kvantitativními metodami (Welchův t-test) a následně analyzována za použití programu Statistica.

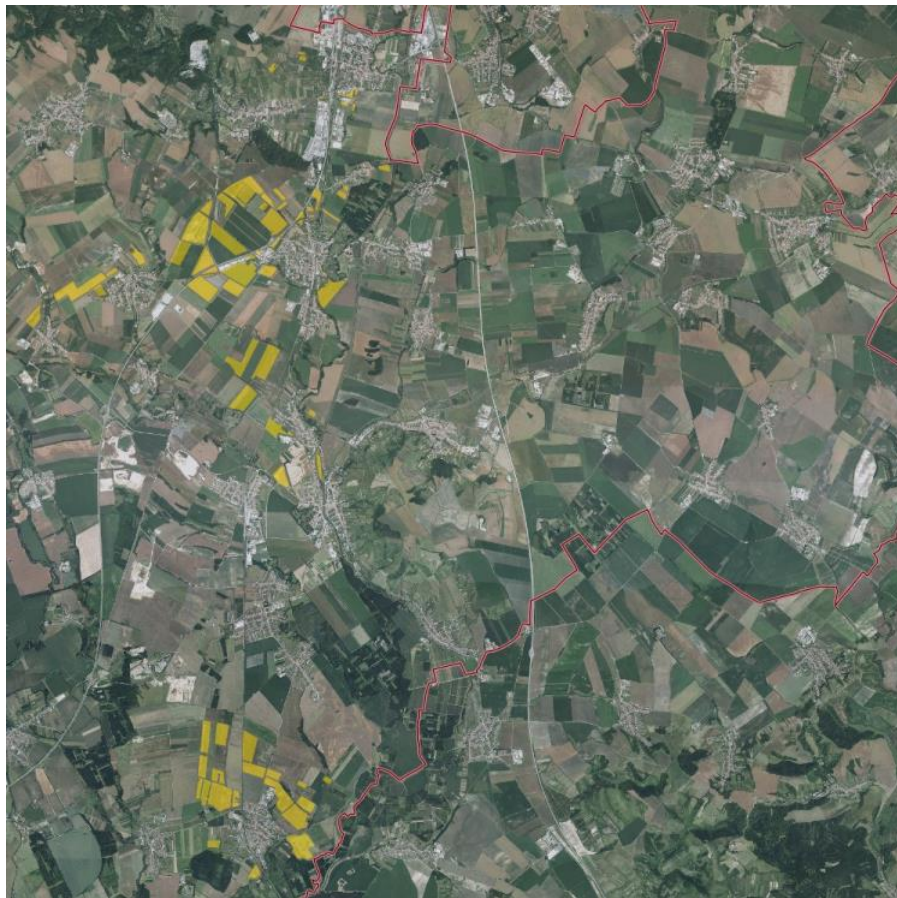
Kombinací těchto metod bylo možné získat komplexní pohled na praktické zkušenosti s regenerativním zemědělstvím, jak z pohledu konkrétních aplikací a technik používaných farmáři, tak z hlediska širšího kontextu a potenciálního dopadu této metody na udržitelnost a efektivitu zemědělské produkce. Získané informace byly důkladně analyzovány a syntetizovány s cílem poskytnout komplexní a vyvážený pohled na danou problematiku. Celkový přístup byl multidisciplinární, s důrazem na integraci poznatků z různých oborů, aby bylo možné poskytnout komplexní pochopení zkoumaného tématu.

4.1 DVP Agro

DVP Agro a.s. spolu se sesterskými firmami hospodaří na půdě o celkové výměře 1500 ha v lokalitě Brno – venkov, a to konkrétně hlavně v oblasti Rajhradsko a Židlochovicka. Náplň činnosti spočívá v pěstování a prodeji zemědělských produktů. Toto hospodářství nedisponuje živočišnou produkcí, zaměřuje se pouze na produkci rostlinnou, a to zejména na pěstování pšenice ozimé, řepky ozimé, žita ozimého, kukuřice, cukrovky, slunečnice ale i množitelských porostů jako jsou jetel nachový, peluška ozimá, bob jarní, pohanka, svazenka, světlice barvířská. DVP Agro a.s. taktéž spolupracuje s bioplynovou stanicí v Bratčicích a dodává energetické plodiny, které zajišťují elektrickou energii, jež využívá až 6400 domácností situovaných v dané lokalitě (DVP Agro a. s. 2024).



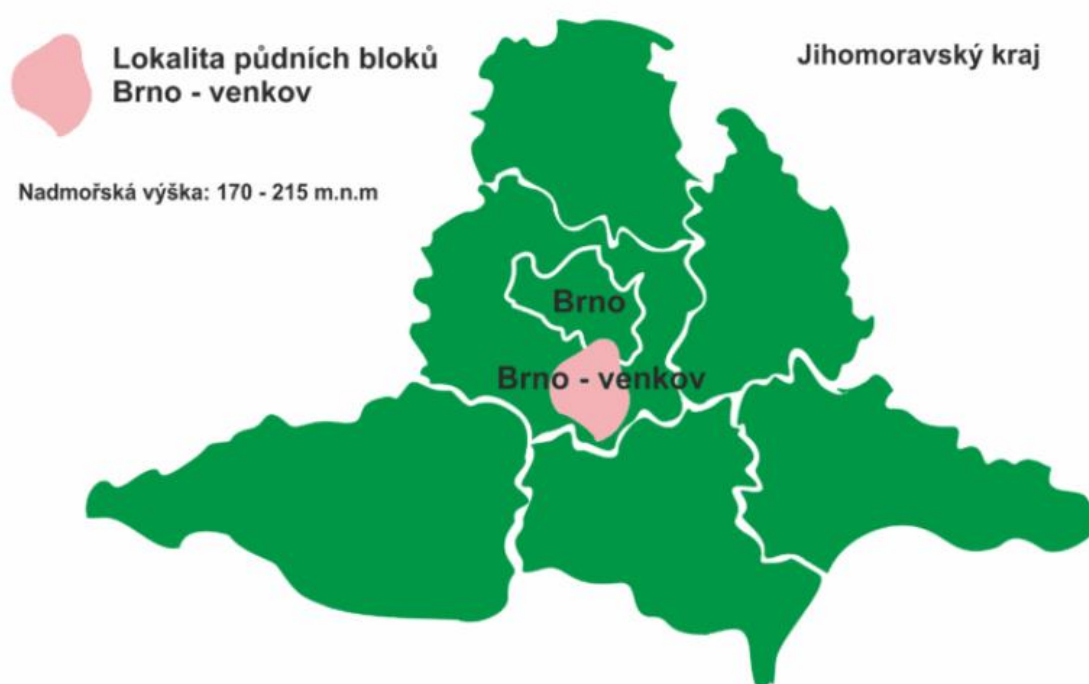
Obrázek 10: Letecký pohled na areál společnosti DVP Agro v Bratčichích (Foto: Rostislav Mátl)



Obrázek 11: Mapa půdních bloků DVP Agro a.s. (LPIS)

4.1.1 Charakteristika Jihomoravského kraje

Podle ČSÚ (2014) v Jihomoravském kraji tvoří zemědělská půda více než 60 % z celkové rozlohy kraje, přičemž 84,2 % této plochy připadá na ornou půdu. Nejvyšší stupeň zornění, tedy podíl orné půdy na celkové zemědělské ploše, dosahují okresy Vyškov a Znojmo s 91,8 %, což je jeden z nejvyšších podílů v celé České republice. V oblasti zemědělské výroby se kraj zaměřuje převážně na pěstování obilovin, řepky a cukrovky. Díky příznivým klimatickým podmínkám má Jihomoravský kraj bohatou tradici a vysokou úroveň specializace v oblastech jako jsou vinařství, ovocnářství a zelinářství. Téměř 90 % výměry všech vinic v České republice se nachází právě v tomto kraji, stejně jako více než pětina výměry ovocných sadů. Vinohradnictví je zvláště rozvinuto v okresech Břeclav, Hodonín a Znojmo, a částečně také v okrese Brno - venkov.



Obrázek 12: Lokalita půdních bloků Brno - venkov DVP Agro a.s (DVP Agro a.s. 2024)

4.1.2 Regenerativní zemědělství v DVP Agro

Na základě rozhovorů s panem Rostislavem Mátlm a jeho dcerou Jitkou Mátlvou lze vyvodit tyto následující poznatky.

Důvodem přechodu na regenerativní zemědělství podniku bylo zlepšování kvality půdy a snižování nákladů. Jak řekli Mátl a Mátlvá „*Jakmile se naučíme tohoto způsobu hospodaření bude půda v lepší kondici a zároveň i ekonomika v lepší kondici. Pro utvrzení, že hospodaříme správně zakládáme s Mendelovou univerzitou pokusy a stále se učíme zlepšovat. V roce 2019 podnikli pan Mátl s Jaroslavem Záhorou exkurzi do Rakouska a tam narazil na myšlenku s pěstováním meziplodin. Ten rok do osevního postupu zařadil meziplodiny na 470 ha. V průběhu let 2020-2022 jsme postupně na části plochy snižovali náklady na zpracování půdy, snížení používání minerálních hnojiv, ponechávání posklizňových zbytků a nezapravování slámy. Cílem*

zvyšování organické hmoty v půdě, používání organických hnojiv, zeleného hnojení, ponechání slámy, hnojení digestátem z bioplynové stanice. V roce 2022 minimum minerálních hnojiv, používání pomocných plodin a podsevů, výroba kompostu na jaro 2023. V roce 2023 regenerativní způsob hospodaření na celé ploše. Přímé setí do nezpracované půdy pšenice s pomocnými plodinami, žita, jetele, cukrovky, kukuřice, bobu. Strip-till řepky s pomocnými plodinami. Aplikace digestátu a kompostu ze statkových hnojiv, minimum minerálních hnojiv.“. DVP Agro neprovádí živočišnou výrobu, tudíž na trvalých travních porostech není aplikována regenerativní pastva.

Co se týče konkrétních postupů, které jsou v DVP Agro aplikovány, pak byly zmíněny tyto následující:

- Minimální pohyb s půdou;
- snížení pracovních úkonů;
- udržování nepřetržitého pokryvu půdy;
- intenzivní pěstování meziplodin a pomocných plodin;
- střídání plodin;
- hnojení organickými a statkovými hnojivy;
- snaha o omezení přípravků na ochranu rostlin.

Podle slov Mátlových se dále konkrétně změnilo několik zásadních vstupů a to, že došlo k pořízení secího stroje do no-till SLY BOSS Arisem, přesného secího stroje Vaderstadt Tempo s vyklizovačem řádků, vyčesávací lišty Shelbourne Reynolds, která vyčeše pouze obilný klas, ale strniště nechá stát. Do budoucna mají také v plánu vybudovat kompostárnu a zakládat pokusy s kompostovým čajem.



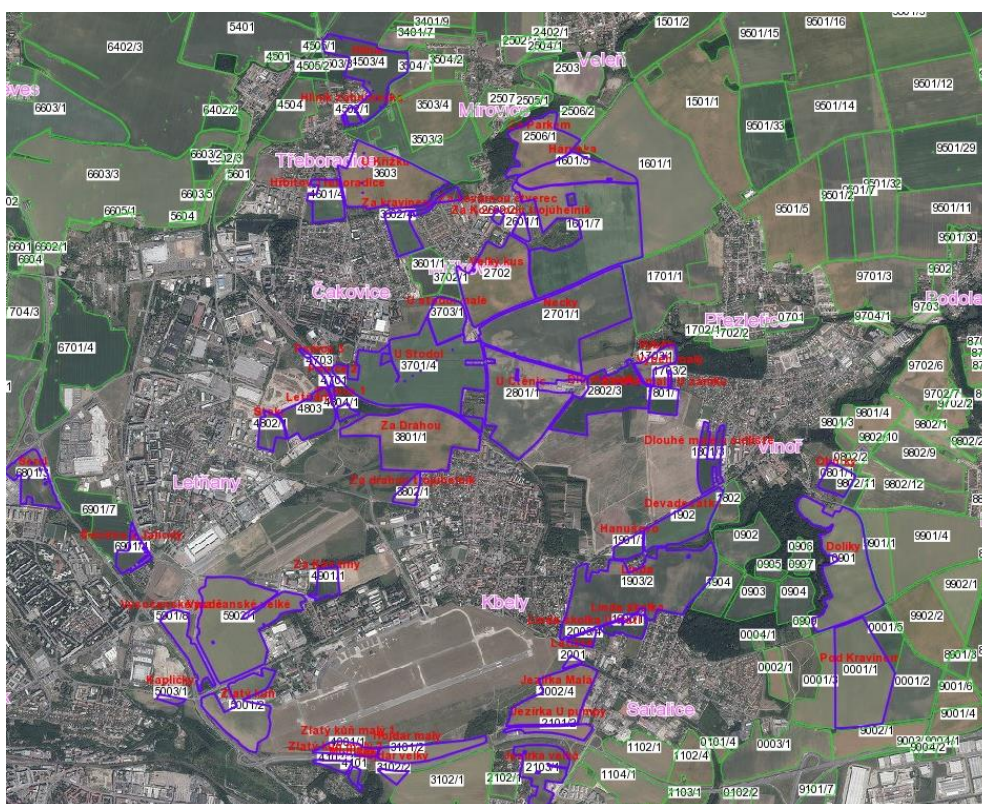
*Obrázek 13: Polní den věnovaný regenerativním praktikám v DVP Agro
(Foto: Kateřina Tichá)*



*Obrázek 14: Polní den věnovaný regenerativním praktikám v DVP Agro
(Foto: Kateřina Tichá)*

4.2 VIN AGRO

VIN AGRO s.r.o. je zemědělská společnost, která byla založena v roce 1992 a od svého založení se věnuje zemědělské prvovýrobě. Původně sídlící na Vinořském náměstí v pražské Vinoři, s pobočkou v Mškovicích do roku 2014, firma začala svou činnost s hospodařením na 200 hektarech půdy. V současnosti hospodáří na rozsáhlé ploše 1020 hektarů na území Hlavního města Prahy a poskytuje zemědělské služby na dalších 600 hektarech půdy ve Středočeském kraji. Kromě toho společnost nabízí služby v oblasti údržby zeleně, včetně mulčování travních ploch, a provozuje vlastní dílny pro opravy zemědělské techniky, jako jsou zemědělské stroje a traktory, pro okolní zemědělské podniky a další partnery. V roce 2014 společnost v areálu otevřela ve spolupráci s Pražskými službami a.s. sběrný dvůr pro obyvatele hlavního města Prahy. V roce 2016 se firma přestěhovala do zemědělského areálu ve Vinoři – Ctěnicích, historicky využívaného státním statkem Praha, který byl odkoupen od soukromých vlastníků a státu a je postupně revitalizován. Významným milníkem v činnosti společnosti bylo otevření nové kompostárny v pražských Ctěnicích v roce 2019, kde je zpracováván biologicky rozložitelný odpad. Výsledný produkt - kompost - je aplikován na pole, čímž se přispívá k vyšší schopnosti půdy jímat vodu. Tato praxe zlepšuje schopnost půdy zadržovat vodu během suchých období a zároveň zvyšuje její absorpční schopnosti při bleskových srážkách, což je příkladem udržitelného přístupu k zemědělství, který společnost VIN AGRO s.r.o. uplatňuje (VIN AGRO s. r. o.).



Obrázek 15: Mapa pŕidních blokŕ obhospodařovanŕ VIN AGRO s.r.o. (LPIS)

4.2.1 Charakteristika území hlavního města Prahy

Území hlavního města Prahy se vyznačuje specifickými charakteristikami ve srovnání s ostatními regiony České republiky, zejména pokud jde o využití půdy a strukturu zemědělského sektoru. Ačkoliv hranice kraje jsou totožné s hranicemi hlavního města, na jeho okrajích se nacházejí území, která byla donedávna samostatnými obcemi Středočeského kraje. Přestože je většina území zastavěna, zemědělská půda tvoří 42 % celkové rozlohy města, což je méně než průměrný podíl zemědělské půdy v ČR, který dosahuje 54 %. Zastavěné plochy v Praze tvoří 10 % rozlohy, zatímco v celé republice je tento podíl pouze 2 %. V hlavním městě má sídlo necelé 1 % všech českých podniků zaměřených na zemědělskou výrobu. Většinu z nich tvoří samostatně hospodařící rolníci, jejichž zastoupení je nicméně nižší než v ostatních částech republiky. Oproti tomu v Praze převládá větší zastoupení ostatních živnostníků a právnických osob v zemědělství. Pěstování obilovin dominuje na osevních plochách, ale významný je také podíl technických plodin. Ve srovnání s celostátním využitím ploch je v Praze větší část zemědělské půdy věnována pěstování okrasných rostlin, technických plodin a okopanin, zatímco podíl konzumní zeleniny a píce je výrazně nižší. Tyto specifika odrážejí unikátní charakter hlavního města v kontextu zemědělské výroby a využití půdy (ČSÚ 2014).

4.2.2 Regenerativní zemědělství ve VIN AGRO s.r.o.

Na základě rozhovorů s podnikovým agronomem lze říci, že regenerativní zemědělství ve VIN AGRO představuje adaptivní přístup, reagující na výzvy spojené s klimatem a urbanizací v hlavním městě Praha. Přechod společnosti na regenerativní metody byl iniciován jako odpověď na extrémní klimatické podmínky, zejména přísušky v jarním období. Tento krok byl také motivován vírou v odolnost regenerativního systému vůči dlouhým obdobím bez srážek. Důležitým faktorem byl také pocit menší náročnosti jak z pracovní, tak z organizační stránky, a snížení potřeby vstupů, což bylo doprovázeno pocitem větší smysluplnosti těchto zemědělských praktik.

V kontextu Prahy, která funguje jako tepelný ostrov s nejvyššími srážkami často v centru, a kde se k okrajovým zemědělským plochám dostává méně vody, představuje regenerativní zemědělství zvláště významnou adaptaci. Tento faktor, spolu s velkou koncentrací lidí, kteří jsou často více znepokojeni dopravními než zemědělskými aktivitami, podtrhuje důležitost efektivního a ohleduplného přístupu k zemědělství, který VIN AGRO uplatňuje.

Společnost hospodaří na ploše přibližně 875 hektarů, z čehož tvoří biopásy, úhor a travu na orné půdě významný podíl. V hospodářském roce 2022/2023 bylo zaseto rozmanité spektrum plodin včetně ozimého ječmene, řepky olejky, jarního ječmene a pšenice jarní, přičemž byly využity metody setí do meziplodin v systému notill. V následujícím roce došlo k rozšíření výsevu s důrazem na řepku olejku a pšenicí ozimou.

Základem regenerativního zemědělství ve VIN AGRO je zakládání porostů meziplodin, převážně metodou notill, která minimalizuje mechanické zpracování půdy a podporuje biologickou diverzitu a zdraví půdy. Tento přístup podporuje houbová

společenstva a napomáhá tvorbě humusu. Kompost je aplikován před setím hlavních plodin, což je klíčové pro zlepšení půdní struktury a podporu biologické aktivity půdy.

Využívání cambridge válce po zasetí hlavních plodin zlepšuje kontakt půdy se semenem a je součástí širší strategie minimalizace mechanického zpracování půdy. Přestože se společnost potýká s omezeními, jako je absence pastvy z důvodu městského prostředí a omezené skladovací kapacity, její přístup k regenerativnímu zemědělství reflektuje snahu o efektivní využití dostupných zdrojů, zlepšení zdraví půdy a celkového prostředí.



Obrázek 16: Pohled na kancelář VIN AGRO ve VINOŘI (Foto: Kateřina Tichá)

Vzhledem k tomu, že VIN AGRO hospodaří na svých půdních blocích souběžně konvenčním i regenerativním způsobem, byla pro ověření hypotéz využita metoda porovnání nákladů a hodnocení rentability v jednotném časovém horizontu. Dalším důvodem byl nedávný přechod podniku na regenerativní způsob hospodaření, a tudíž nemožnost porovnání přechodu v průběhu let. Získaná data, která podnik na základě spolupráce s tvorbou diplomové práce jsou z roku 2021.

4.3 Vybrané ekonomické ukazatele

4.3.1 Výnosy

Výnosy představují monetární hodnotu produktů nebo služeb, které subjekt vytvořil v daném časovém rámci, jako je měsíc nebo rok. Důležitým aspektem je, že výnosy nezávisí na okamžité platbě za dodané produkty či služby (Poláčková 2010). Podle Kovanicové (2009) představují výnosy jakékoli zvýšení ekonomického užítku v rámci účetního období, což může zahrnovat nárůst peněžních nebo nepeněžních aktiv, či snížení závazků, což oběma způsoby přispívá ke zvýšení zisku daného období. Je však třeba si uvědomit, že ne každé zvýšení hodnoty aktiv automaticky znamená výnosy. Nárůst aktiv nespadá do kategorie výnosů, pokud je toto navýšení vyrovnáno snížením jiného aktiva nebo pasiva (Kovanicová 2009). Výnos se počítá jako takový již v okamžiku, kdy dojde k odeslání zboží nebo poskytnutí služby. Je zásadní odlišit výnosy od peněžních příjmů, které znamenají přírůstek v peněžních prostředcích (Poláčková 2010). Celkové výnosy podniku se skládají z kombinace provozních, finančních a mimořádných výnosů.

Pro agrární podnik jsou klíčové zejména provozní výnosy, jelikož tvoří významnou část celkového ekonomického přínosu podniku. Základním prvkem provozních výnosů jsou příjmy získané zemědělskou činností. Ty jsou většinou generovány z prodeje výrobků zemědělské práce. Mezi typické nákladové položky zemědělského podnikání patří výdaje za palivo, krmiva, hnojiva, zemědělskou techniku a osiva (Synek & Kislingerová 2010).

4.3.2 Náklady

Náklady reprezentují finanční odhad spotřebovaných zdrojů, zahrnující amortizaci dlouhodobého majetku, pracovní výkony (vyplácené mzdy) a služby získané od externích podniků (Poláčková 2010).

Je důležité rozlišovat mezi náklady a peněžními výdaji, jelikož peněžní výdaje označují snížení finančních prostředků firmy, tedy snížení dostupné hotovosti nebo stavu na bankovních účtech, a to bez zřetele na to, jak jsou tyto prostředky využívány. Jako příklad, pořízení stroje představuje peněžní výdaj, avšak v kontextu účetnictví se nejedná o náklad (Synek 2005).

Náklady lze kategorizovat do dvou hlavních skupin: **variabilní náklady**, které se mění v závislosti na objemu produkce, a **fixní náklady**, které zůstávají konstantní v určitém rozsahu produkce, bez ohledu na jakékoli změny v objemu produkce (Poláčková 2010).

Specificky v zemědělství je běžné zaměřit se na variabilní náklady, jelikož tyto náklady přímo souvisí s objemem produkce a mění se v závislosti na množství vyprodukovaných zemědělských výrobků.

V této diplomové práci byla nákladovost hodnocena právě na základě variabilních nákladů.

Analýza variabilních nákladů na jednotku je důležitá pro porozumění ekonomické efektivity konkrétních zemědělských praktik. Náklady, které zahrnují výdaje na hnojiva, semena, vodu, energii a práci, jsou přímo spojeny s objemem produkce a lze je přizpůsobit v závislosti na měnících se podmínkách a rozhodnutích zemědělských podniků. Umožňují nám tedy lépe pochopit, jak přechod na regenerativní zemědělství ovlivnil nákladovou strukturu

podniku. Při konvenčním zemědělství, kde je vyšší závislost na chemických vstupech a intenzivních zemědělských technologiích, můžeme předpokládat vyšší míru variabilních nákladů na jednotku (ha) v porovnání s regenerativními postupy, které se zaměřují na snížení závislosti na externích vstupech.

4.3.3 Rentabilita

Výnosnost investovaného kapitálu, podle názoru Valacha (1999), slouží jako ukazatel, který odhaluje schopnost firmy generovat nové finanční prostředky a zisk z kapitálu, který byl do podniku vložen. Tento ukazatel představuje, jak efektivně firma dokáže zisk využít a je považován v tržní ekonomice za primární metodu pro rozdělení kapitálu. Podle Kučery (2002) je rentabilita v produkčním procesu v kontextu tržního prostředí označována za zásadní prvek ekonomických interakcí, kde rentabilita především znamená schopnost generovat zisk. Podnik se považuje za rentabilní, pokud je schopen vytvářet zisk, zatímco ten, který zisk nevytváří, je považován za nerentabilní. Dále Valach (1999) uvádí, že finančně zdravý podnik je takový, který je schopen v daném okamžiku splnit svůj účel, což v tržní ekonomice znamená, že dokáže dosahovat kontinuální míru návratnosti investovaného kapitálu odpovídající očekávání investorů vzhledem k rizikům spojeným s daným podnikáním. Vyšší návratnost investovaného kapitálu je tedy vždy ve prospěch firmy a jejích investorů.

Pro zhodnocení míry rentability byl produkce byla vypočítána průměrná realizační cena a zisk na jednotku produkce. Zisk na jednotku produkce je odvozen jako rozdíl mezi průměrnou realizační cenou a vlastními náklady na produkci téže jednotky. K tomuto zisku se následně přičítají příslušné dotace na dané zemědělské produkty.

Výsledná rentabilita produkce v této diplomové práci je analyzována pomocí dvou klíčových ukazatelů: míry rentability a objemu rentability.

Míra rentability je vyjádřena procentuálně a lze ji definovat jako:

$$\text{Míra rentability (\%)} = \frac{(\text{Zisk na jednotku produkce} + \text{dotace na jednotku produkce})}{\text{Vlastní náklady na jednotku produkce}} \times 100$$

Objem rentability je vyjádřen v korunách a vypočítá se následovně:

$$\text{Objem rentability (Kč)} = \text{Zisk na 1 t hlavního výrobku včetně dotací} \times \text{hektarový výnos (t)}$$

Tato metrika poskytuje ucelený pohled na ziskovost produkce v případě, že rentabilita je posuzována na úrovni jednotlivých komodit.

4.4 Použité statistické metody

4.4.1 Welchův t-test

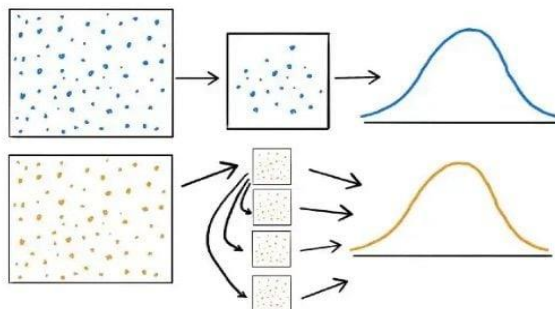
Pro zhodnocení a prokázání statisticky významného rozdílu mezi odlišnými typy hospodaření byl použit Welchův t-test, pojmenovaný po statistikovi Aspinovi Welchovi, představuje variaci tradičního t-testu (studentův t-test), která nabízí alternativu v případech, kdy nepředpokládáme rovnost rozptylů testovaných skupin. V mnoha situacích reálného světa se běžně setkáváme s datovými soubory, kde rozptyly porovnávaných skupin nejsou stejné. Toto narušení homogenity rozptylů může ohrozit platnost tradičních t-testů, což vede k nepřesným výsledkům. Welchův t-test řeší tento problém úpravou stupňů volnosti a standardní chyby průměru, což umožňuje spolehlivé testování hypotéz i v přítomnosti nerovných rozptylů (Saglam 2024).

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{se_1^2 + se_2^2}}$$

Obrázek 17: Vzorec Welchova t-testu (Statistics How To 2024)

4.4.2 Bootstrapping

Bootstrapping je statistická metoda, která opakovaně využívá data z jednoho souboru pro vytvoření velkého množství simulovaných vzorků. Takový postup umožňuje výpočet standardních chyb, vytváření intervalů spolehlivosti a provádění testů hypotéz pro rozličné statistické ukazatele vzorků (Frost 2018). Přístup bootstrappingu představuje užitečnou alternativu k tradiční metodě testování hypotéz, jelikož je poměrně jednoduchý a zmírňuje některé nedostatky, které se vyskytují v tradičním přístupu (Trist'n 2023), v případech, kdy jsou soubory např. nedostatečně obsáhlé. Z tohoto důvodu byla tato metoda aplikována na statistické hodnocení nákladovosti a rentability.



Obrázek 18: Ilustrace srovnávající tradiční statistické metody (1.) a bootstrapping metodu (2.) (Trist'n 2023)

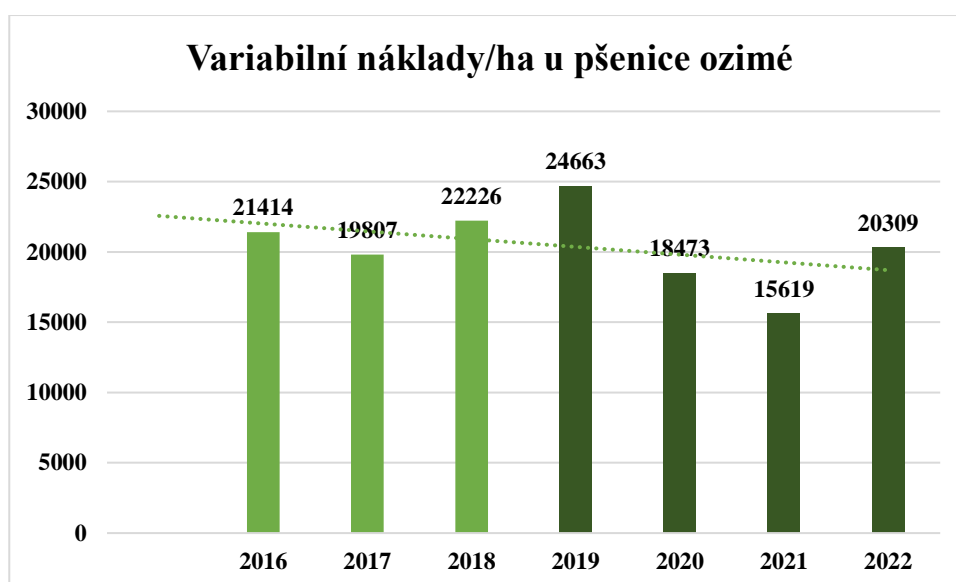
5 Výsledky

5.1 DVP Agro

5.1.1 Nákladovost

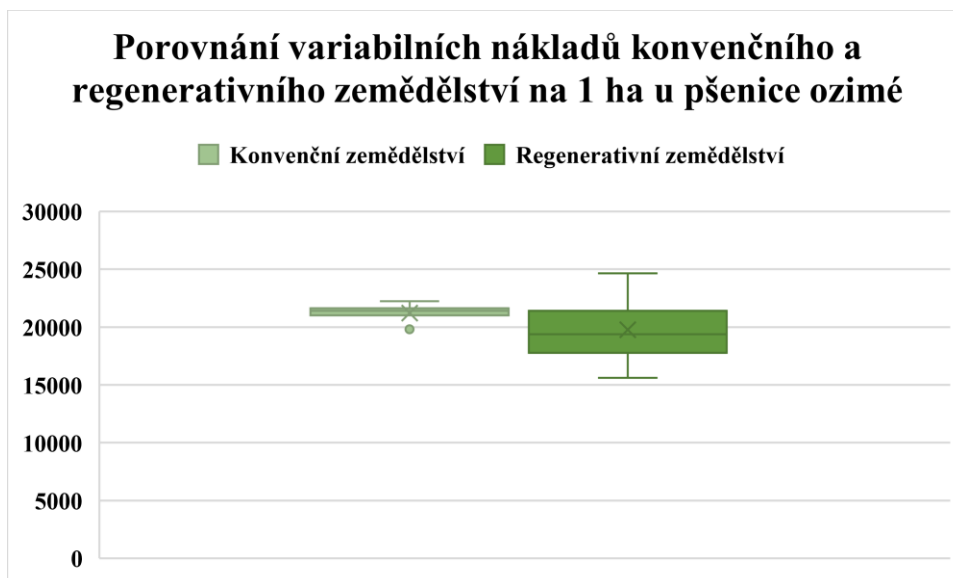
Nákladovost pěstování pšenice ozimé

Jak je z grafu č. 1 patrné, ve sledovaném období od roku 2019, kdy postupně došlo k přechodu na regenerativní zemědělství (tmavě zelená), lze pozorovat pokles variabilních nákladů na hektar. Tento trend je významný, odráží zlepšení efektivního využívání zdrojů, což jsou klíčové komponenty regenerativních zemědělských postupů. Snížené variabilní náklady na hektar jsou dle Mátlových výsledkem omezení nákladů na zpracování půdy, snížení používání minerálních hnojiv, ponechávání posklizňových zbytků a nezapravování slámy.



Graf 1: Variabilní náklady na 1 ha pěstování pšenice ozimé v DVP Agro
(vlastní zpracování na základě interních dat)

Následná analýza prezentovaného grafu č. 2 demonstruje změny ve variabilních nákladech na hektar při pěstování pšenice ozimé po přechodu z konvenčního na regenerativní zemědělství. Zaznamenáváme nižší medián nákladů u regenerativního zemědělství ve srovnání s konvenčním, což poukazuje na potenciální ekonomickou efektivitu regenerativních metod. Navzdory tomuto poklesu je však zřetelná větší variabilita nákladů v regenerativním zemědělství, jak ukazují delší „whiskers“, což může být připisováno různorodosti počátečních podmínek a adaptacím potřebných během přechodného období.



Graf 2: Porovnání variabilních nákladů konvenčního a regenerativního zemědělství na 1 ha pšenice ozimé v DVP Agro (vlastní zpracování na základě interních dat)

K řešení výzvy spojené s malým vzorkem dat a předpokladem o heterogenitě rozptylů byla dále uplatněna kombinace statistických metod. Specificky byl použit Welchův t-test, který nevyžaduje předpoklad stejných rozptylů mezi skupinami, a díky tomu je vhodný pro srovnání dat s různou variabilitou. Zároveň byla implementována metoda bootstrapping k odhadu p-hodnoty, což umožnilo získat robustní inferenci vzhledem k omezené velikosti vzorku dat. Použitý přístup poskytl výhodu v podobě zmenšení vlivu náhodných odchylek a umožnil spolehlivější odhad rozdílu ve variabilních nákladech na hektar. Výsledná p-hodnota 0,007797 demonstrována v tabulce č. 4 získaná kombinací Welchova t-testu a bootstrappingu naznačuje, že pozorované snížení variabilních nákladů po přechodu na regenerativní zemědělství je statisticky významné, vzhledem ke stanovené hladině významnosti 0,05. To znamená, že je velmi nepravděpodobné, že by rozdíl ve skupinových průměrech byl způsoben náhodou.

Tabulka 4: Welchův test pro porovnání rozdílu ve variabilních nákladech na hektar po přechodu na regenerativní zemědělství u pšenice ozimé v DVP Agro (vlastní zpracování na základě interních dat v programu Statistica)

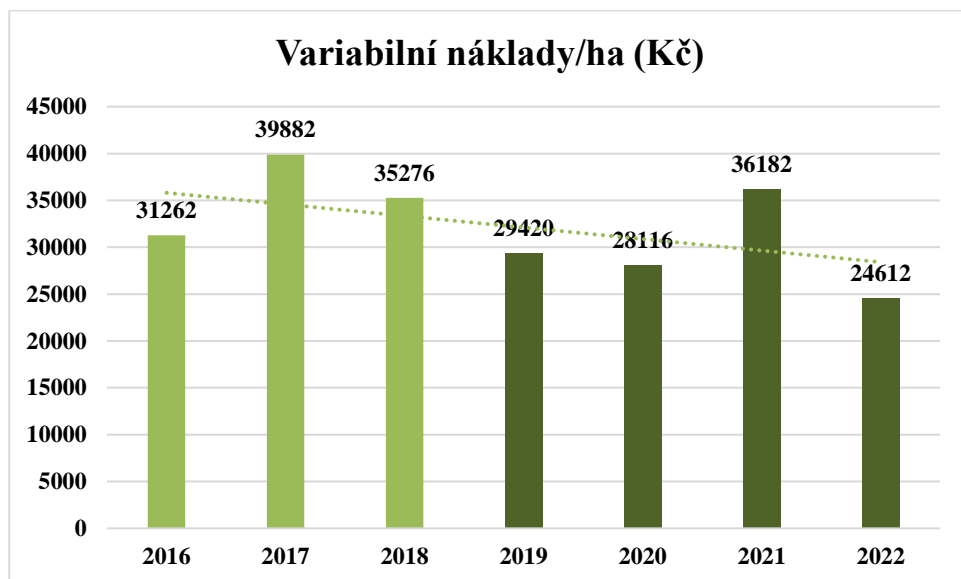
	Welchův test				
	t separ. var.est.	df	p 2-sided	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2
Konvenční x regenerativní	2,760531	55,72862	0,007797	1015,810	3318,994

Nákladovost pěstování řepky olejné

Sloupcový graf č. 3 zobrazuje trendy ve variabilních nákladech na hektar při pěstování řepky olejné v DVP Agro v průběhu let 2016 až 2022. Z grafu je patrné, že v roce 2019 došlo k výraznému snížení variabilních nákladů oproti předchozím letům, což koreluje s přechodem podniku na regenerativní zemědělské praktiky (tmavě zelená).

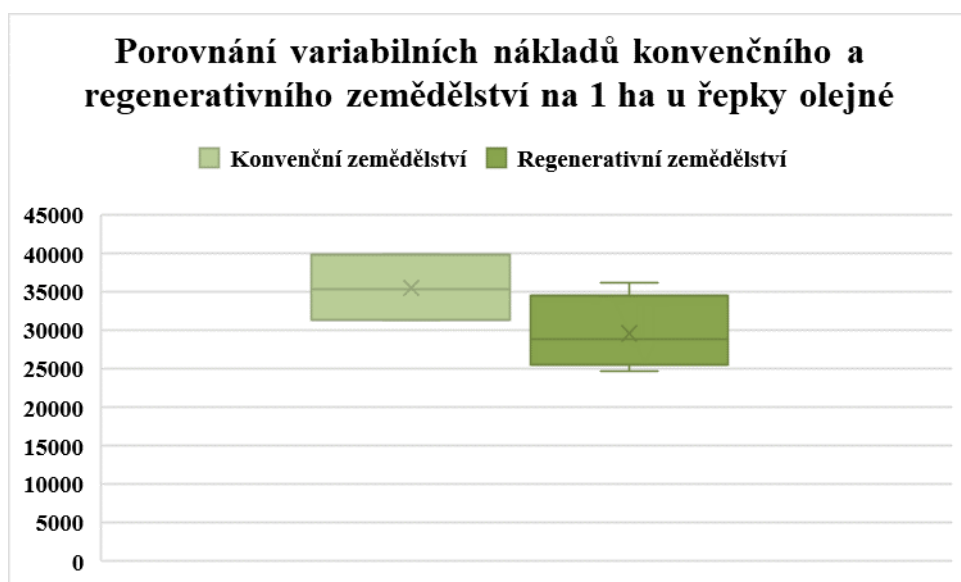
Od roku 2019, lze pozorovat značný pokles variabilních nákladů z 35276 Kč na 29240 Kč a dále klesající tendenci až na 24612 Kč v roce 2022. Tento pokles naznačuje, že implementace regenerativních metod může být účinná ve snižování nákladů. V roce 2021 je

zaznamenán značný nárůst nákladů na 36182 Kč, avšak spojnice trendu celkově demonstruje klesající tendenci.



Graf 3: Variabilní náklady na 1 ha pěstování řepky olejné v DVP Agro (vlastní zpracování na základě interních dat)

Mediánové hodnoty na v grafu č. 4 jsou označeny křížkem uvnitř každého boxu, přičemž medián regenerativního zemědělství je nižší, což naznačuje, že tyto náklady jsou průměrně nižší než u konvenčního zemědělství. Rozptyl ukazuje na variabilitu v datech. V tomto případě mají obě zemědělské metody podobnou variabilitu, ale náklady regenerativního zemědělství jsou celkově nižší.



Graf 4: Porovnání variabilních nákladů konvenčního a regenerativního zemědělství na 1 ha řepky olejné v DVP Agro (vlastní zpracování na základě interních dat)

Výsledky Welchova t-testu v tabulce č. 5 ukazují statisticky významné snížení nákladů na produkci řepky olejné po přechodu na regenerativní zemědělství. Hodnota p Welchova testu 0,001787 naznačuje, že existuje významný rozdíl ve variabilních nákladech mezi konvenčním a regenerativním způsobem hospodaření. P-hodnota je dostatečně nízká, aby se překročila běžná hranice statistické významnosti (0,05).

Standardní odchylky pro obě skupiny, 3678,469 pro konvenční a 4382,916 pro regenerativní zemědělství, ukazují na rozptyl nákladů v obou skupinách, s mírně vyšší variabilitou v nákladech u regenerativního zemědělství. To může být důsledek variability v regenerativních metodách a procesech, které mohou být méně standardizované než konvenční metody v počátečních fázích implementace.

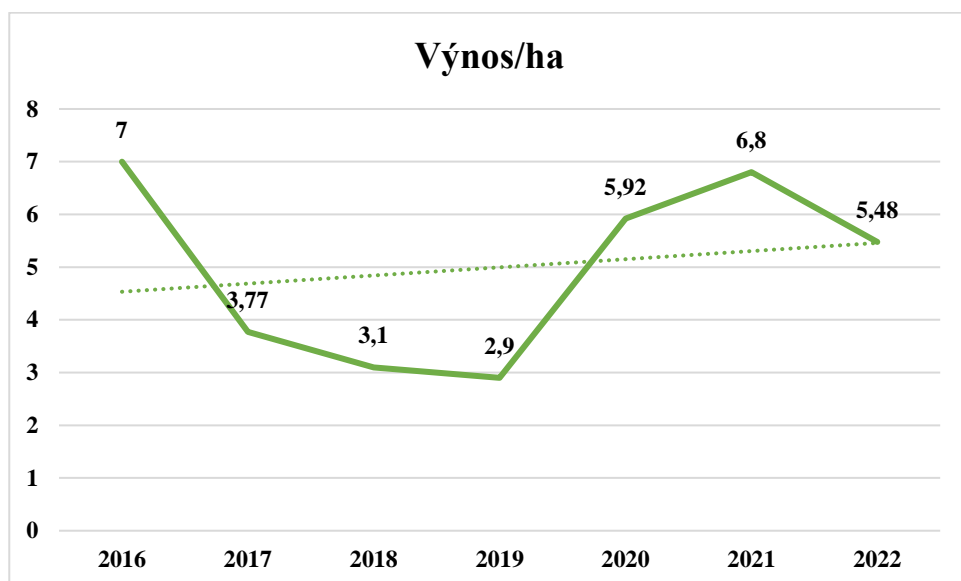
Tabulka 5: Welchův test pro porovnání rozdílů ve variabilních nákladech na hektar po přechodu na regenerativní zemědělství řepky olejné (vlastní zpracování na základě interních dat v programu Statistica)

	Welchův test				
	t separ. var.est.	df	p 2-sided	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2
Konvenční x regenerativní	3,566327	21,35750	0,001787	3678,469	4382,910

5.1.2 Rentabilita

Rentabilita pěstování pšenice ozimé

Data výnosů na hektar v grafu č. 5 za období let 2016 až 2023 demonstrují vývoj výnosů v DVP Agro, jež v roce 2019 přešlo na regenerativní zemědělské praktiky. V letech předcházejících transformaci podniku se výnosy pohybovaly v relativně vyšších hodnotách (rok 2016) s výjimkou poklesu v roce 2017 a 2018. V roce 2019, kdy byl učiněn přechod, došlo k výraznému propadu výnosů na 2,9 t/ha, což naznačuje okamžitý dopad změny hospodaření na produkční schopnosti farmy. Pokles může být odrazem přechodných výzev spojených s osvojením regenerativních metod, které mohou mít v krátkodobém horizontu negativní vliv na výnosnost (Omondi 2016; Godfray et al. 2010; Foley et al. 2011). Spojnice trendu v příloženém grafu zdůrazňuje, že výnosy v tomto případě mají rostoucí tendenci.



Graf 5: Výnosy pšenice ozimé v letech s ohledem vůči přechodu na regenerativní zemědělství v DVP Agro (vlastní zpracování na základě interních dat)

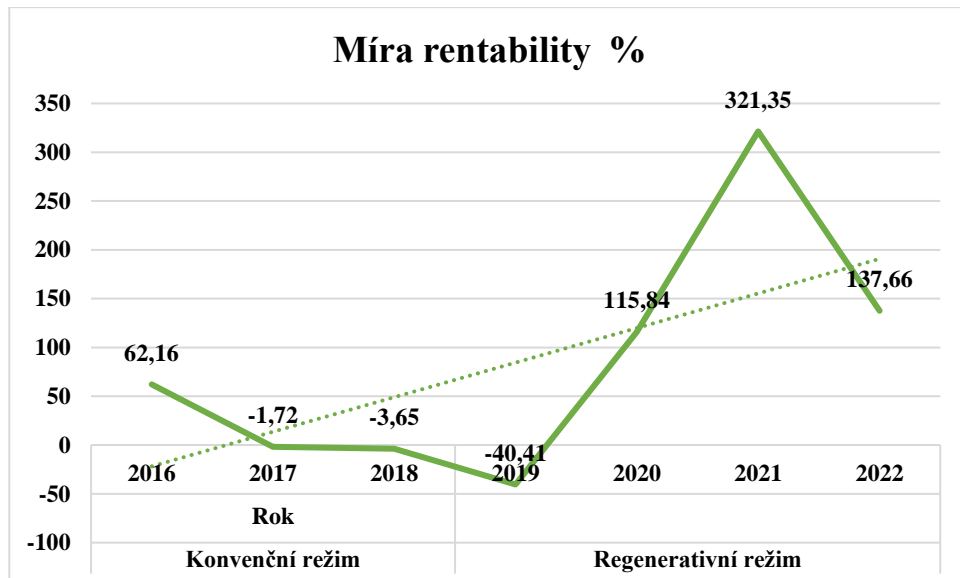
Tabulka č. 6 ukazuje komparativní pohled na rentabilitu pěstování pšenice ozimé v rámci konvenčního a regenerativního režimu hospodaření podniku. Analýza ukazatelů jako jsou vlastní náklady, dotace, výnosy, a další klíčové ekonomické faktory ukazuje viditelný trend ve prospěch regenerativního zemědělství, který je zvláště výrazný v letech 2020, 2021 a 2022.

Tabulka 6: Míra rentability a objem rentability po přechodu na regenerativní zemědělství u pšenice ozimé v DVP Agro (vlastní zpracování na základě interních dat)

Ukazatel	Měrná jednotka	Konvenční režim			Regenerativní režim			
		2016	2017	2018	Rok			
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Vlastní náklady	Kč/ha	21414	19807	22226	24663	18473	15619	20309
Dotace	Kč/ha	5442	5230	8391	5682	6679	6420	5321
Náklady včetně dotace	Kč/ha	15972	14577	13835	18981	11794	9199	14988
Výnos	t/ha	7	3,77	3,1	2,9	5,92	6,8	5,48
Vlastní náklady/t	Kč/t	2281,71	3866,58	4462,90	6545,17	1992,23	1352,79	2735,04
Realizační cena	Kč/t	3700	3800	4300	3900	4300	5700	6500
Zisk z 1 tuny	Kč/t	1418,29	-66,58	-162,90	-2645,17	2307,77	4347,21	3764,96
Míra rentability	%	62,16	-1,72	-3,65	-40,41	115,84	321,35	137,66
Objem rentability - zisk z 1 ha	Kč/ha	9928	-251	-505	-7671	13662	29561	20632

V grafu č. 6 ve srovnání s konvenčním režimem, kde míra rentability v některých letech klesá do záporných čísel, regenerativní přístup prokazuje značnou míru rentability, s výrazným nárůstem v roce 2021, kde dosahuje více než 321 %, a následně 137,66 % v roce 2022. Tento skokový nárůst je možno připsat kombinaci vyšší realizační ceny za tunu a nižších vlastních nákladů na produkci, což naznačuje, že regenerativní zemědělství může poskytnout

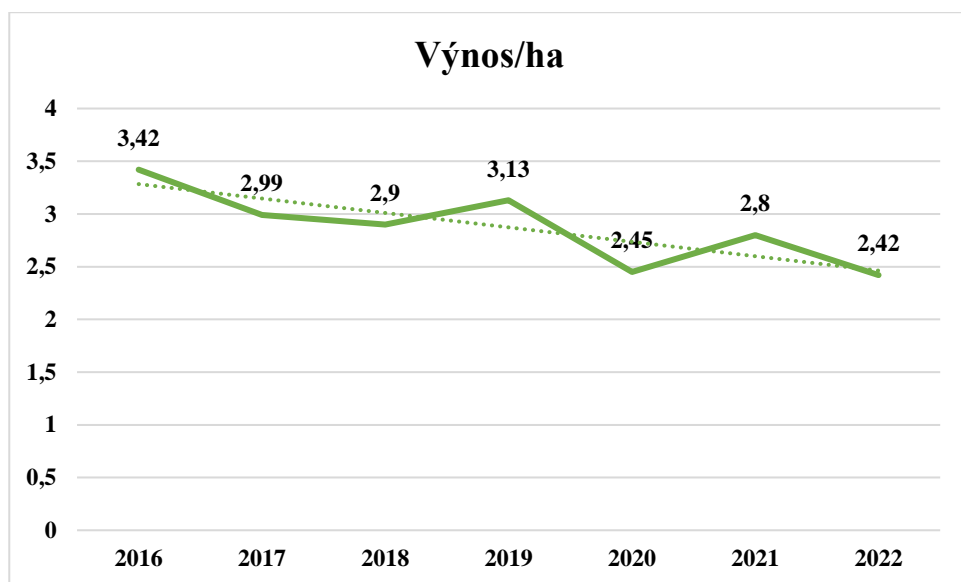
ekonomickou výhodou, zvláště pokud jsou náklady efektivně řízeny a produkce dosahuje konkurenceschopné kvality (Kurth et al. 2023).



Graf 6: Míra rentability pěstování pšenice ozimé v DVP Agro v průběhu let (vlastní zpracování na základě interních dat)

Rentabilita pěstování řepky olejné

Jak lze vyčíst z grafu č. 7, v DVP Agro došlo v letech 2016 až 2022 k postupnému poklesu výnosů řepky v potenciální souvislosti s přechodem na regenerativní zemědělství. V roce 2016 byl výnos 3,42 t/ha a postupně došlo k snížení až na 1,67 t/ha v roce 2023, s průměrem za dané období 2,773 t/ha. Spojnice trendu zde poukazuje na klesající tendenci ve výnosech řepky olejné.



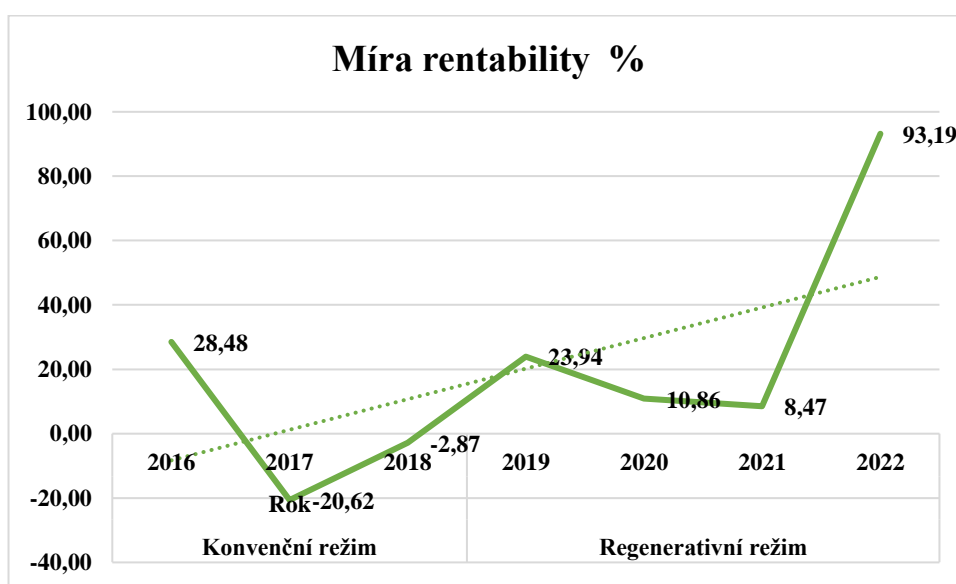
Graf 7: Výnosy řepky v letech s ohledem vůči přechodu na regenerativní zemědělství v DVP Agro (vlastní zpracování na základě interních dat)

V grafu č. 8 demonstrující data z tabulky č. 7, který ilustruje vývoj míry rentability pěstování řepky olejné v DVP Agro, je zřetelný a výrazně pozorovatelný rostoucí trend v rentabilitě po přechodu na regenerativní zemědělství. V období konvenčního zemědělství kolísala rentabilita od 28,48 % v roce 2016 až k poklesu k záporným hodnotám v roce 2017 a 2018. Po změně hospodaření na regenerativní přístup vzrostla rentabilita v roce 2019 opět ke kladným hodnotám, avšak v následujícím roce 2020 došlo k mírnému poklesu na 10,86 % a v následujícím roce 2021 došlo k poklesu na 8,47 %. Tento pokles však byl rychle překonán a v roce 2022 je zaznamenán prudký nárůst, který kulminuje v 93,19 %.

Tabulka 7: Míra rentability a objem rentability po přechodu na regenerativní zemědělství u řepky olejné v DVP Agro (vlastní zpracování na základě interních dat)

Ukazatel	Měrná jednotka	Konvenční režim			Regenerativní režim			
		Rok						
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Vlastní náklady	Kč/ha	31262	39882	35276	29420	28116	36182	24612
Dotace	Kč/ha	5442	5230	8391	5682	6679	6420	5321
Náklady včetně dotace	Kč/ha	25820	34652	26885	23738	21437	29762	19291
Výnos	t/ha	3,42	2,99	2,9	3,13	2,45	2,8	2,42
Vlastní náklady/t	Kč/t	7549,71	11589,30	9270,69	7584,03	8749,80	10629,29	7971,49
Realizační cena	Kč/t	9700	9200	9005	9400	9700	11530	15400
Zisk z 1 tuny	Kč/t	2150,29	-2389,30	-265,69	1815,97	950,20	900,71	7428,51
Míra rentability	%	28,48	-20,62	-2,87	23,94	10,86	8,47	93,19
Objem rentability - zisk z 1 ha	Kč/ha	7354	-7144	-770,5	5684	2328	2522	17977

Rostoucí trend v grafu č. 8 ukazuje na zlepšující se finanční výkonnost regenerativního způsobu pěstování řepky a naznačuje, že přínosy regenerativního zemědělství převažují nad počátečními investicemi a potenciálními riziky. Z hlediska dlouhodobé udržitelnosti a ziskovosti může regenerativní zemědělství poskytovat stabilnější a vyšší finanční návratnost v porovnání s konvenčním způsobem hospodaření (Kurth et al. 2023).



Graf 8: Míra rentability pěstování řepky olejné v DVP Agro v průběhu let (vlastní zpracování na základě interních dat)

5.1.3 SWOT analýza DVP Agro

Tabulka 8: SWOT Analýza pro regenerativní zemědělství DVP Agro (vlastní zpracování na základě interních dat)

SWOT Analýza pro regenerativní zemědělství DVP Agro			
Silné stránky	Slabé stránky	Příležitosti	Hrozby
Nižší náklady na zpracování půdy a potenciál pro snížení celkových provozních nákladů.	Snížené výnosy v počátečních fázích přechodu na regenerativní metody.	Spolupráce s vědeckými institucemi, jako je Mendelova univerzita, může podniku pomoci lépe pochopit a implementovat regenerativní praktiky.	Vliv herbicidů na následné plodiny a potenciální ekologické rizika spojené s jejich používáním.
Zlepšení struktury půdy a postupné zvyšování její kvality.	Gradace hraboše polního, která může být ztížená ke kontrole bez tradičního zpracování půdy.	Možnost využít nové technologie, jako je no-till výsev, a inovace ve strojním vybavení mohou zefektivnit regenerativní hospodaření.	Absence živočišné výroby a tedy nevyužívání regenerativní pastvy může omezit některé aspekty regenerativního zemědělství.
Zvýšení biodiverzity a pozorovaný nárůst populace živočišných druhů (volavka, sova pálená, zajíc polní), což může vést k lepší ekosystémové stabilitě.	Vyšší náročnost na technické dovednosti a management jednotlivých operací, vyžadující častější přítomnost na poli.	Přechod na komplexní systém regenerativního hospodaření na všech 1500 hektarech půdy zvyšuje potenciál pro významné výsledky ve vylepšení půdy a snižování nákladů.	Nutnost investic do nového vybavení a dovybavení stávajícího vozového parku pro regenerativní praktiky.
Zlepšení schopnosti půdy zasakovat přívalové deště, což zmenšuje riziko eroze.			

5.2 VIN Agro

5.2.1 Nákladovost

Nákladovost pšenice ozimé

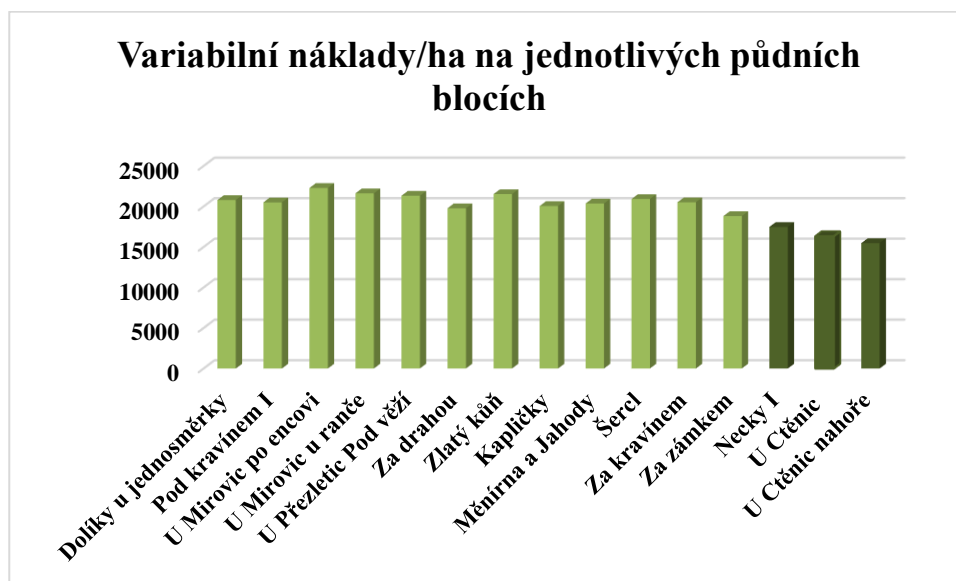
Tabulka č. 9 prezentuje porovnání průměrných variabilních nákladů na pěstování pšenice ozimé. Z údajů je zřejmé, že průměrné variabilní náklady na hektar v konvenčním režimu dosahují hodnoty 20709,92 Kč/ha, zatímco v regenerativním režimu klesají na průměrnou hodnotu 16425 Kč/ha. Z těchto dat vyplývá, že přechod na regenerativní zemědělství vede k pozorovatelnému snížení variabilních nákladů

Tabulka 9: Variabilní náklady (Kč/ha) na pšenici ozimou na jednotlivých půdních blocích (vlastní zpracování na základě interních dat)

	Variabilní náklady (Kč/ha) na jednotlivých půdních blocích	Průměr (Kč/ha)
KONVENČNÍ REŽIM	20795	20709,92
	20506	
	22285	
	21623	
	21326	
	19778	
	21528	
	20054	
	20363	
	20923	
	20520	
	18818	
REGENERATIVNÍ REŽIM	17475	16425
	16320	
	15480	

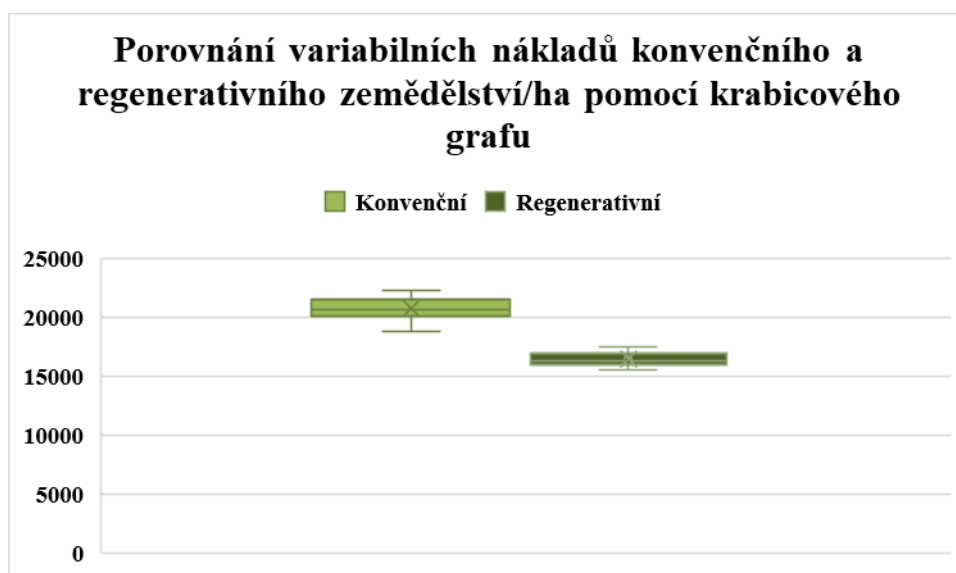
Sloupcový graf č. 9 demonstruje variabilní náklady na hektar na jednotlivých půdních blocích farmy, kde jsou rozlišeny náklady vyplynulé z konvenčních a regenerativních zemědělských praktik. Náklady z konvenčního zemědělství jsou zobrazeny v prvních dvanácti sloupcích, které vykazují relativní uniformitu s malými výkyvy. Naopak poslední tři sloupce reprezentují náklady regenerativního zemědělství, jež jsou viditelně významně nižší ve srovnání s předchozími hodnotami konvenčního způsobu hospodaření. Specificky, hodnoty variabilních nákladů konvenčního zemědělství se pohybují v rozmezí od 18818 Kč/ha do 22285 Kč/ha, což odráží (vzhledem k prezentovanému grafu) poměrně nízkou variabilitu nákladů mezi různými bloky půdy. Výrazný pokles je patrný u regenerativního zemědělství, kde náklady

klesají až na 15480 Kč/ha, což podtrhuje efektivitu regenerativního přístupu v optimalizaci nákladů. Toto zjištění má potenciál výhledově uvažovat o aplikaci regenerativních praktik na dalších půdních blocích.



Graf 9: Variabilní náklady (Kč/ha) na pšenici ozimou na jednotlivých půdních blocích (vlastní zpracování na základě interních dat)

Z grafu č. 10 je patrné, že medián nákladů pro konvenční zemědělství je výrazně vyšší nežli medián pro regenerativní zemědělství. Rozptyl nákladů u konvenčního zemědělství je širší, což značí větší variabilitu těchto nákladů, zatímco rozptyl pro regenerativní zemědělství je úzký, naznačující menší variabilitu nákladů.



Graf 10: Porovnání variabilních nákladů konvenčního a regenerativního zemědělství na 1 ha pšenice ozimé ve VIN AGRO (vlastní zpracování na základě interních dat)

Jak demonstruje tabulka č. 10, pak p-hodnota odpovídá 0,007253, což je opět méně než 0,01, a výrazně méně než běžně používaná hranice statistické významnosti 0,05. To znamená, že rozdíl ve variabilních nákladech mezi konvenčním a regenerativním zemědělstvím je

statisticky významný i v tomto případě, a můžeme s velkou mírou jistoty říci, že náklady se prokazatelně liší. Standardní odchylka souboru konvenčního zemědělství je 928,9347, zatímco standardní odchylka skupiny regenerativního zemědělství je 1001,636. Tyto hodnoty ukazují míru rozptylu nákladů v obou pozorovaných souborech. Vyšší standardní odchylka u regenerativního zemědělství značí větší variabilitu v nákladech ve srovnání s konvenčním zemědělstvím. Shrnutím tohoto testu tedy lze naznačit, že existuje statisticky významný rozdíl v nákladech na pěstování pšenice ozimé mezi konvenčním a regenerativním zemědělstvím, přičemž variabilita nákladů je ve skupině regenerativního zemědělství větší.

Tabulka 10: Welchův test pro porovnání rozdílů ve variabilních nákladech na hektar po přechodu na regenerativní zemědělství u pšenice ozimé ve VIN AGRO (vlastní zpracování na základě interních dat v programu Statistica)

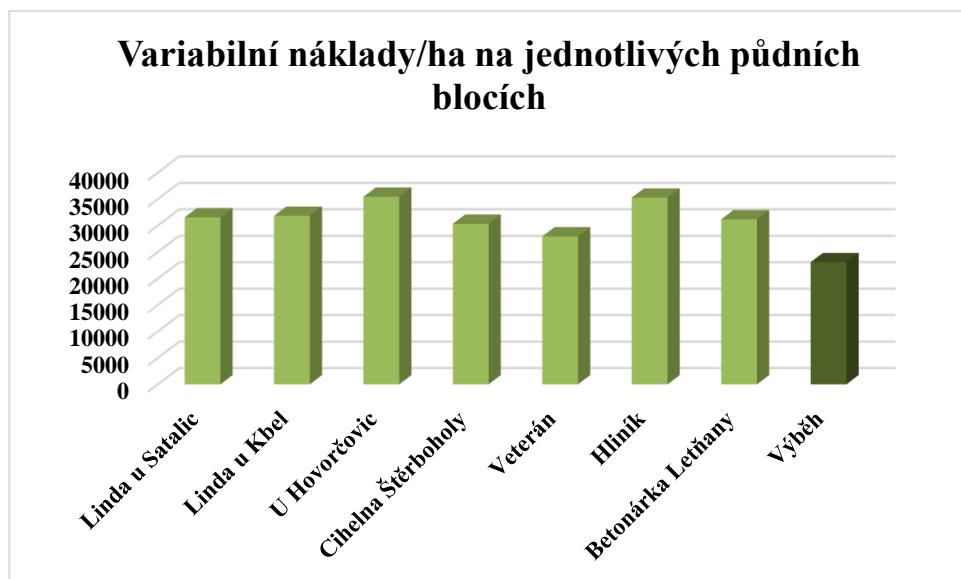
	Welchův test				
	t separ. var. est.	df	p 2-sided	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2
Konvenční x regenerativní	6,722027	2,927961	0,007253	928,9347	1001,636

Nákladovost řepky olejné

V grafu č. 11 a tabulce č. 11 je zobrazeno srovnání variabilních nákladů na hektar pěstování řepky olejné, kde byly sledovány konvenční i regenerativní způsoby hospodaření během jednoho hospodářského roku na různých půdních blocích. Konvenční režim, reprezentovaný šesti půdními bloky, ukazuje variabilní náklady v rozmezí od 27948 Kč/ha na bloku „Veterán“, až po 35272 Kč/ha na bloku „Hliník“. Průměrné náklady v konvenčním režimu dosahují 31938,71 Kč/ha. V kontrastu s tím je regenerativní režim prezentován jedním blokem „Výběh“ (tmavě zelená), který vykazuje signifikantně nižší variabilní náklady na úrovni 23078 Kč/ha. Z uvedených dat je patrné, že přechod k regenerativnímu hospodaření vedl k výraznému snížení variabilních nákladů ve srovnání s konvenčním zemědělstvím. Například blok „U Hovorčovic“ s nejvyššími zaznamenanými náklady 35438 Kč/ha je oproti regenerativnímu bloku „Výběh“ nákladnější o 12360 Kč/ha. Snížení nákladů v regenerativním režimu naznačuje ekonomickou výhodu této praktiky v daném roce 2021.

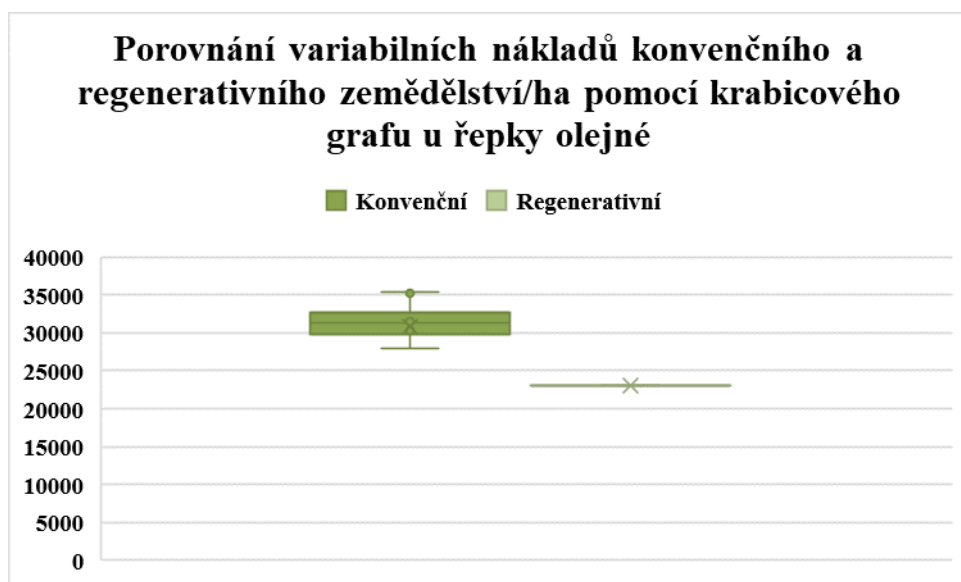
Tabulka 11: Variabilní náklady (Kč/ha) na řepku olejnou na jednotlivých půdních blocích (vlastní zpracování na základě interních dat)

	Variabilní náklady (Kč/ha) na jednotlivých půdních blocích	Průměr
KONVENČNÍ REŽIM	31554	31938,71
	31845	
	35438	
	30335	
	27948	
	35272	
REGENERATIVNÍ REŽIM	23078	23078



Graf 11: Variabilní náklady (Kč/ha) na řepku olejnou na jednotlivých půdních blocích v roce 2021 ve VIN AGRO (vlastní zpracování na základě interních dat)

V případě grafu č. 12, vzhledem pouze k jedné údaj z regenerativně obdělávanému bloku, je hodnocení krabicového grafu a porovnání jednotlivých způsobů hospodaření nevypovídající. Avšak co se týká průměru konvenčních hodnot a hodnoty regenerativní, můžeme vyvodit značný rozdíl v mediánových hodnotách.



Graf 12: Porovnání variabilních nákladů konvenčního a regenerativního zemědělství/ha pomocí krabicového grafu u řepky olejné ve VIN AGRO (vlastní zpracování na základě interních dat)

Na základě výsledků Welchova t-testu, je možné v tabulce č. 12 interpretovat významnost rozdílu ve variabilních nákladech na hektar mezi konvenčním a regenerativním zemědělstvím. Velmi nízká p-hodnota 0,00012 (pod běžnou hladinou významnosti 0,05) naznačuje, že tento rozdíl je statisticky významný, což potvrzuje hypotézu, že regenerativní

zemědělství má nižší variabilní náklady na produkci řepky ozimé ve srovnání s konvenčním způsobem hospodaření.

Standardní odchylka pro konvenční skupinu je 2664,19 Kč, což naznačuje variabilitu ve variabilních nákladech u konvenčních metod. Pro regenerativní skupinu není standardní odchylka uvedena, což je výsledkem toho, že porovnávaná skupina zahrnovala pouze jednu konkrétní hodnotu jednoho půdního bloku, kde podnik v roce 2021 praktikoval na produkci řepky regenerativní způsob hospodaření. V tomto případě nemohl bootstrapping posloužit jako podpůrná statistická metoda.

Tabulka 12: Welchův test pro porovnání rozdílu ve variabilních nákladech na hektar po přechodu na regenerativní zemědělství u řepky ozimé ve VIN AGRO (vlastní zpracování na základě interních dat v programu Statistica)

	Welchův test				
	t separ. var.est.	df	p 2-sided	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2
Konvenční x regenerativní	8,799390	6,000000	0,000120	2664,190	0,00

5.2.2 Rentabilita

Rentabilita pěstování pšenice ozimé

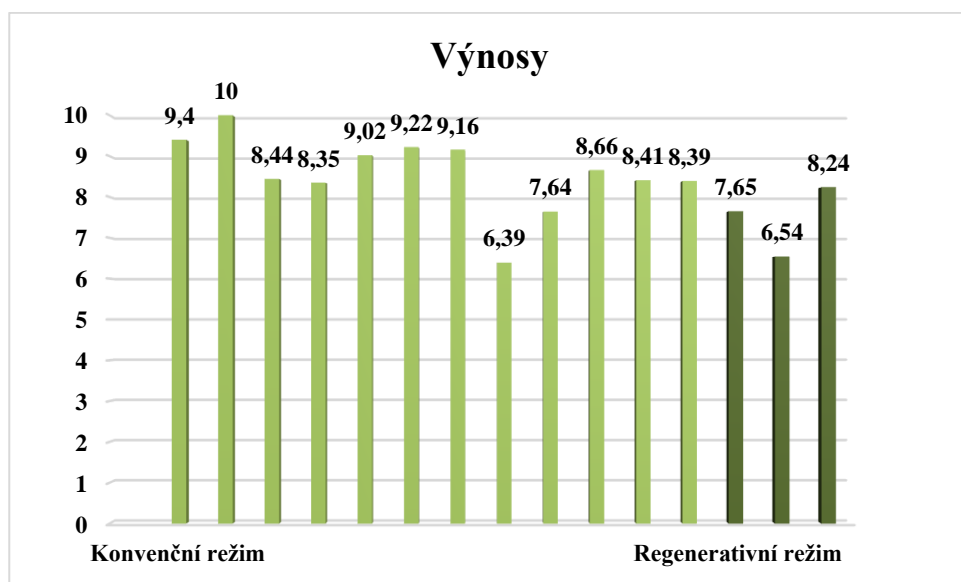
Prezentovaná analýza v tabulce č. 13 a grafu č. 13 porovnává výnosy pšenice ozimé v konvenčním a regenerativním režimu hospodaření na různých půdních blocích. V konvenčním režimu lze pozorovat výnosy pohybující se v rozmezí od 6,39 do 10 t/ha s průměrem 8,59 t/ha. Naproti tomu v regenerativním režimu, který je zastoupen třemi hodnotami, dosahují výnosy průměrné hodnoty 7,48 t/ha, s jednotlivými hodnotami 7,65; 6,54 a 8,24 t/ha.

Z grafu je patrné, že v konvenčním režimu existuje široký rozsah výnosů, což může být důsledkem variability v agrotechnice, půdních podmínkách či mikroklimatických faktorech ovlivňujících jednotlivé půdní bloky.

Tyto údaje jsou v kontrastu s celostátním průměrem, který dosáhl hodnoty 6,07 tuny na hektar v roce 2022, což poukazuje na nadstandardní výnosnost podniku v konvenčním i regenerativním režimu (Honsová & Štěpánek 2023).

Tabulka 13: Výnosy pšenice ozimé na jednotlivých půdních blocích ve VIN AGRO
(vlastní zpracování na základě interních dat podniku)

	Výnos/ha	Průměr
KONVENČNÍ REŽIM	9,40	8,59
	10,00	
	8,44	
	8,35	
	9,02	
	9,22	
	9,16	
	6,39	
	7,64	
	8,66	
	8,41	
8,39		
REGENERATIVNÍ REŽIM	7,65	7,48
	6,54	
	8,24	



Graf 13: Výnosy pšenice ozimé na jednotlivých půdních blocích ve VIN AGRO
(vlastní zpracování na základě interních dat)

Z tabulek č. 14 a č. 15 je patrné, že konvenčním režimu variují vlastní náklady na hektar od 18818 Kč do 22285 Kč. Naproti tomu v regenerativním režimu jsou tyto náklady podstatně nižší, pohybují se od 15480 Kč/ha do 17475 Kč/ha s průměrem 16425 Kč/ha. Tento rozdíl ve variabilních nákladech je doprovázen pozorovatelným nárůstem rentability. Míra rentability v regenerativním režimu dosahuje až přes 200 %, což je dramatický skok oproti konvenčnímu režimu, kde se míra rentability pohybuje mezi 81,6 % až 178 %. Objem rentability, který představuje zisk na jednotku plochy, v regenerativním režimu výrazně převyšuje některé hodnoty konvenčního režimu, dosahující až 31488 Kč/ha.

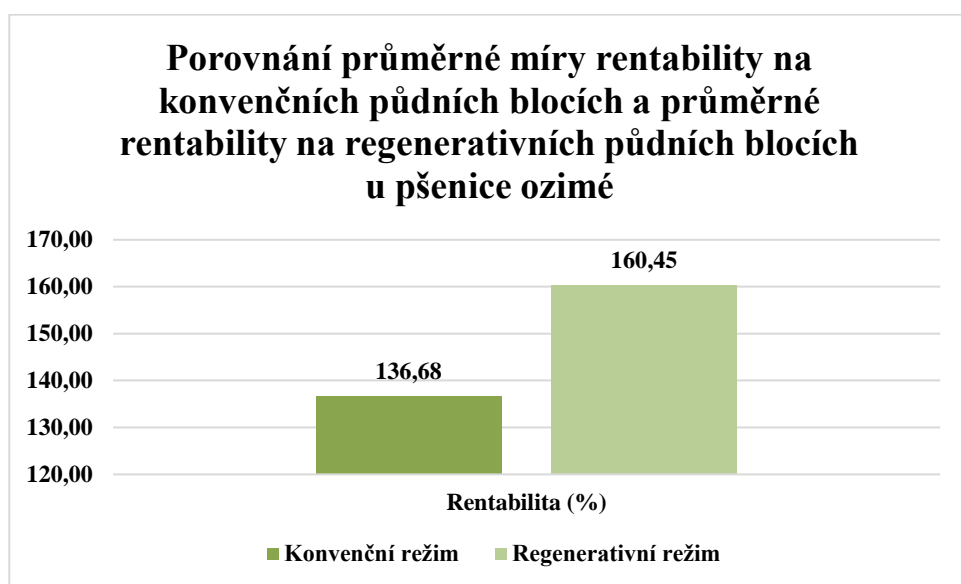
Tabulka 14: Míra rentability a objem rentability po přechodu na regenerativní zemědělství u pšenice ozimé ve VIN AGRO v roce 2021 (1.) (vlastní zpracování na základě interních dat)

Ukazatel	Měrná jednotka	KONVENČNÍ REŽIM							
		Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4	Blok 5	Blok 6	Blok 7	Blok 8
Vlastní náklady	Kč/ha	20795	20506	22285	21623	21326	19778	21528	20054
Výnos	t/ha	9,4	10,0	8,4	8,4	9,0	9,2	9,2	6,4
Vlastní náklady/t	Kč/t	2212,2	2050,6	2640,4	2589,6	2364,3	2145,1	2350,2	3138,3
Realizační cena	Kč/t	5700	5700	5700	5700	5700	5700	5700	5700
Zisk z 1 tuny	Kč/t	3487,8	3649,4	3059,6	3110,4	3335,7	3554,9	3349,8	2561,7
Dotace	Kč/t	0	0	0	0	0	0	0	0
Zisk včetně dotací	Kč/t	3487,8	3649,4	3059,6	3110,4	3335,7	3554,9	3349,8	2561,7
Míra rentability	%	157,7	178,0	115,9	120,1	141,1	165,7	142,5	81,6
Objem rentability - zisk z 1 ha	Kč/ha	32785	36494	25823	25972	30088	32776	30684	16369

Tabulka 15: Míra rentability a objem rentability po přechodu na regenerativní zemědělství u pšenice ozimé ve VIN AGRO v roce 2021 (2.) (vlastní zpracování na základě interních dat)

Ukazatel	Měrná jednotka	KONVENČNÍ REŽIM				REGE REŽIM			
		Blok 9	Blok 10	Blok 11	Blok 12	Blok 13	Blok 14	Blok 15	
Vlastní náklady	Kč/ha	20363	20923	20520	18818	17475	16320	15480	
Výnos	t/ha	7,6	8,7	8,4	8,4	7,7	6,5	8,2	
Vlastní náklady/t	Kč/t	2665,3	2416,1	2440,0	2242,9	2284,3	2495,4	1878,6	
Realizační cena	Kč/t	5700	5700	5700	5700	5700	5700	5700	
Zisk z 1 tuny	Kč/t	3034,7	3283,9	3260,0	3457,1	3415,7	3204,6	3821,4	
Dotace	Kč/t	0	0	0	0	0	0	0	
Zisk včetně dotací	Kč/t	3034,7	3283,9	3260,0	3457,1	3415,7	3204,6	3821,4	
Míra rentability	%	113,86	135,92	133,61	154,13	149,53	128,42	203,41	
Objem rentability - zisk z 1 ha	Kč/ha	23185	28439	27417	29005	26130	20958	31488	

Z grafu č. 14 je patrné, že v případě pěstování pšenice ozimé na jednotlivých půdních blocích dosahují ty regenerativně obhospodařované průměrně vyšší rentability, nežli bloky v konvenčním režimu. Rozdíl je nezanedbatelný a dosahuje 23,77 % míry rentability.



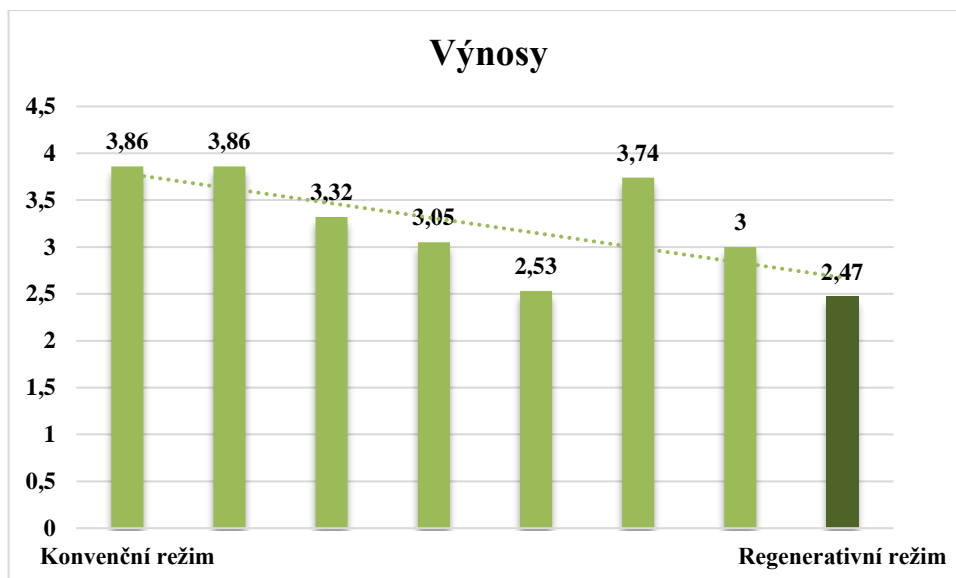
Graf 14: Porovnání průměrné míry rentability na konvenčních půdních blocích a průměrné rentability na regenerativních půdních blocích u pšenice ozimé ve VIN AGRO za rok 2021 (vlastní zpracování na základě interních dat)

Rentabilita pěstování řepky olejné

V prezentované tabulce č. 16 a grafu č. 15 je zobrazeno porovnání výnosů řepky olejné na jednotlivých půdních blocích mezi konvenčním a regenerativním zemědělstvím v roce 2021. Průměrný výnos řepky olejné v konvenčním režimu se pohybuje od 2,53 do 3,86 t/ha s průměrnou hodnotou 3,34 t/ha. V regenerativním režimu, který byl aplikován pouze na jednom půdním bloku, je výnos 2,47 tuny za hektar, což je nižší než průměrný výnos v konvenčním režimu.

Tabulka 16: Výnosy řepky olejné na jednotlivých půdních blocích ve VIN AGRO za rok 2021 (vlastní zpracování na základě interních dat)

	Výnos/ha	Průměr
KONVENČNÍ REŽIM	3,86	3,34
	3,86	
	3,32	
	3,05	
	2,53	
	3,74	
	3	
REGENERATIVNÍ REŽIM	2,47	2,47



Graf 15: Výnosy řepky olejné na jednotlivých půdních blocích ve VIN AGRO za rok 2021 (vlastní zpracování na základě interních dat)

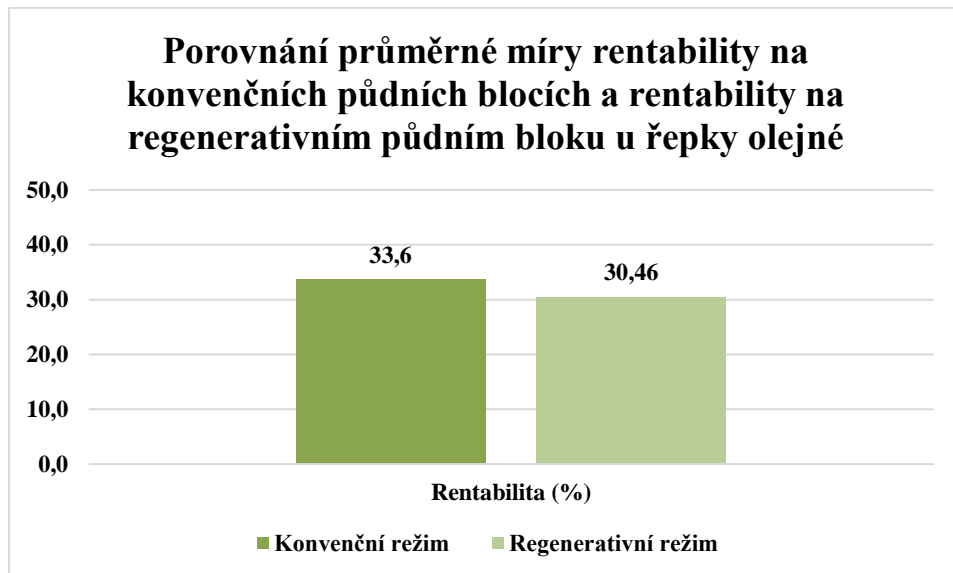
Jak je z tabulky č. 17 patrné, tak v konvenčním režimu je rentabilita pěstování řepky poměrně variabilní, s hodnotami korelujícími od 15,87 % až po 56,58 %. V regenerativním režimu je rentabilita na úrovni 30,5 %, což je srovnatelné s některými konvenčními bloky a dokonce i v některých případech vyšší, než rentabilita konkrétních konvenčních bloků (blok 4, 5, 6, 8).

V kontextu objemu rentability, tedy zisku z jednoho hektaru, regenerativní režim ukazuje solidní finanční výsledek 7029,6 Kč/ha, což sice nekorresponduje s nejvyššími hodnotami konvenčního režimu (například 17854 Kč/ha v bloku 1), ale přesto je tato hodnota významná, zejména pokud se vezme v úvahu menší ekologická zátěž a dlouhodobější udržitelnost.

Tabulka 17: Míra rentability a objem rentability po přechodu na regenerativní zemědělství u řepky olejné ve VIN AGRO za rok 2021 (vlastní zpracování na základě interních dat podniku)

Ukazatel	KONVENČNÍ REŽIM									REGE REŽIM
	Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4	Blok 5	Blok 6	Blok 7	Blok 8	Průměr	Blok 9
Vlastní náklady	Kč/ha	31554	31845	35438	30335	27948	35272	31179	31938,7	23078
Výnos	t/ha	3,86	3,86	3,32	3,05	2,53	3,74	3	3,3	2,47
Vlastní náklady/t	Kč/t	8174,61	8250	10674,1	9945,9	11046,64	9431,02	10393	9702,2	9343,3
Realizační cena	Kč/t	12800	12800	12800	12800	12800	12800	12800	12800,0	12800
Zisk z 1 tuny	Kč/t	4625,39	4550	2125,9	2854,1	1753,36	3368,98	2407	3097,8	2846
Dotace	Kč/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zisk včetně dotací	Kč/t	4625,4	4550	2125,9	2854,1	1753,4	3369	2407	3097,8	2846
Míra rentability	%	56,58	55,15	19,92	28,7	15,87	35,72	23,16	33,6	30,5
Objem rentability - zisk z 1 ha	Kč/ha	17854	17563	7058	8705	4436	12600	7221	10776,7	7029,6

Co se týká porovnání průměrné míry rentability na grafu č. 16 u konvenčních půdních bloků ve srovnání s regenerativním půdním blokem, je zřejmé, že míra rentability u regenerativního půdního bloku je nižší o 3,14 %, avšak dosahuje takřka srovnatelné hodnoty.



Graf 16: Porovnání průměrné míry rentability na konvenčních půdních blocích a rentability na regenerativním půdním bloku u řepky olejně ve VIN AGRO za rok 2021 (vlastní zpracování na základě interních dat)

5.2.3 SWOT analýza VIN Agro

Tabulka 18: SWOT Analýza pro regenerativní zemědělství ve VIN AGRO (vlastní zpracování na základě rozhovorů)

SWOT Analýza pro regenerativní zemědělství			
Silné stránky	Slabé stránky	Příležitosti	Hrozby
Pevná víra v principy regenerativního zemědělství a jejich pozitivní vliv v budoucnosti.	Nejistota ohledně půdní držby a absence vlastní půdy.	Postupné zlepšování kvality půdy a dlouhodobé udržitelné hospodaření.	Pokles výnosů spojený s přechodem na regenerativní metody, který může ovlivnit finanční stabilitu podniku.
Schopnost "nechat to růst samo", čímž se předejde potenciálním škodám z neuvážených zásahů.	Nedostatek motivace prohlubovat znalosti v precizních technologiích.	Přínos pro lokální biodiverzitu	Nejistota v boji proti vytrvalým plevelům, jako je pcháč nebo sveřep, které mohou zvyšovat nároky na management a negativně ovlivňovat produkci.
Moderní vybavení farmy, které podporuje efektivní provoz.	Absence dotací PRV, což farmu staví do nerovných podmínek oproti ostatním farmám v republice.	Možnost využít moderního vybavení a zkušeností získaných v konvenčním režimu k experimentování a inovacím v rámci regenerativního zemědělství.	Hraboši v mezplodinách, kteří mohou způsobovat škody na úrodě a jsou obtížně kontrolovatelní.
Mladý a dobře fungující pracovní tým, který je otevřený inovacím.	Nižší adaptabilita na nové technologie z důvodu nedostatku klasického agronomického vzdělání.	Potenciál pro rozvoj nových obchodních vztahů s partnery, kteří podporují udržitelné praktiky.	Potenciální nárůst pracovní náročnosti spojený s nezbytným agronomickým managementem, který nemusí být tak snadno paušalizovatelný jako v konvenčním zemědělství.
Stabilní obchodní vztahy s partnery v oblasti prodeje komodit a nákupu vstupů.			

5.3 Obecná SWOT analýza pro regenerativní zemědělství

Tabulka 19: Obecná SWOT analýza pro regenerativní zemědělství (vlastní zpracování na základě provedené rešerše)

SWOT ANALÝZA PRO REGENERATIVNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ			
Silné stránky	Slabé stránky	Příležitosti	Hrozby
Snaha o zlepšení zdraví půdy a její úrodnosti.	Může být náročné na implementaci a vyžaduje specifické znalosti a dovednosti.	Rostoucí poptávka po udržitelných potravinách, což může nabídnout konkurenční výhodu na trhu.	Vysoce produkční konvenční zemědělství může být přístupnější pro určitou spotřebitelskou část, což může představovat konkurenční hrozbu pro regenerativní produkty.
Zvýšení odolnosti vůči klimatickým změnám.	Může vyžadovat investice do nových technologií a postupů.	Rostoucí poptávka velkých firem po surovinách z udržitelných zdrojů.	Nízká stabilita ekonomického prostředí.
Snížení potřeby chemických hnojiv a pesticidů.	Nízké povědomí farmářů i veřejnosti o výhodách regenerativního zemědělství.	Vládní a nadnárodní podpory pro udržitelná zemědělství, což může pomoci překonat finanční bariéry.	Může být náchylné k tržním rizikům, jako jsou fluktuace cen a změny poptávky.
Podpora biodiverzity a celkově ekosystémů.	Regenerativní zemědělství nemá fungující systém kontroly ani ustanovení právního rámce.	Inovace ve výzkumu a technologiích pro podporu regenerativních praktik.	Může být náchylné k rizikům spojených s regulací, jako jsou změny v zákonech a předpisech.
Snížení emisí skleníkových plynů pocházejících ze zemědělské činnosti.	V krátkodobém horizontu může být výnos z regenerativních praktik znatelně nižší než u konvenčního zemědělství, zejména po přechodu z konvenčních praktik.	Neustálý vývoj nových technologií a praktik v oblasti regenerativního zemědělství může přinést nové možnosti a zlepšení efektivity.	Pokles výnosů v době transformace farmy z původního systému hospodaření na regenerativní systém.
Může potenciálně pomoci zlepšit hospodářské	Často vyžaduje více manuální práce a pozornosti, což může	Může přinést dlouhodobé výhody pro půdu a plodiny,	Nedostatečné povědomí a vzdělání v oblasti

výsledky a zvýšit ziskovost.	být náročné pro farmáře, zejména na větších farmách.	což může vést k vyšším výnosům a kvalitnějším produktům.	regenerativního zemědělství může bránit jeho rozšíření a uznání.
	Potřeba vzdělávání a poradenství.	Aplikace zahraničních zkušeností.	

5.3.1 Porovnání konvenčního, integrovaného, ekologického a regenerativního zemědělství

Tabulka 20: Porovnání konvenčního, integrovaného, ekologického a regenerativního zemědělství (vlastní zpracování na základě provedené rešerše)

KRITÉRIUM	ZPŮSOB HOSPODAŘENÍ			
	Konvenční	Integrovaný	Ekologický	Regenerativní
Koloběh látek	Neuzavřený, vysoká potřeba dodání externích vstupů (hnojiva, pesticidy...)	Snaha o uzavření koloběhu látek zahrnující efektivní recyklaci živin a minimalizaci ztrát	Vysoký důraz na přirozený a udržitelný koloběh látek.	Vysoký důraz na udržitelný koloběh látek a zvýšení organického podílu v půdě.
Využití půdy	Dle ekonomických kritérií. Často ignoruje přirozenou heterogenitu půdy. Intenzivní využití často vede k degradaci půdy, což snižuje její schopnost regenerace a odolávání extrémním podmínkám.	S ohledem na ekonomické kritérium. Důraz kladen na efektivní využití půdy prostřednictvím synergických vztahů mezi plodinami a hospodářskými zvířaty.	Ekonomické kritérium v souladu s ekologickým. Diverzifikace a méně intenzivní využití podporuje půdní zdraví a odolnost proti erozi.	Ekonomické kritérium v souladu s ekologickým. Účinné využití půdy se zaměřením na obnovu a udržení její úrodnosti. Zaměření na sekvestraci uhlíku.
Zátěž životního prostředí	Tolerována za ekonomických a zákonných podmínek.	Nižší. Snaží se snížit zátěž životního prostředí prostřednictvím omezení používání chemických prostředků. Snaha o	Minimální, s cílem obnovit ekosystémy a snížit negativní dopady na životní prostředí.	Minimální, s cílem obnovit ekosystémy a snížit negativní dopady na životní prostředí.

		předcházení použití vstupů. Mapování prahů škodlivosti.		
Uhlíková stopa	Vysoká	Střední. Menší než u konvenčního zemědělství, ale vyšší než u ekologického kvůli stále určitému využívání syntetických vstupů.	Obecně nízká	Obecně nízká, se zaměřením na sekvestraci uhlíku do půdy.
Etika	Převládající ekonomický pohled. Kritika díky vysoké energetické náročnosti.	Zvýšený důraz na udržitelnost. Jsou sledovány smysluplně využívány spojitosti. Klade důraz na vyvážení produkce a ochrany životního prostředí.	Zvýšený důraz na udržitelnost. Jsou sledovány smysluplně využívány spojitosti. Holistický management.	Silný důraz na etiku, udržitelnost, holistický management a obnovu půdních systémů.
Chov zvířat	Intenzivní. Ekonomická optimalizace.	Ekologické i etické aspekty.	Méně intenzivní. Podpora odolnosti a welfare zvířat. Ekologické i etické aspekty.	Snaha o zapojení tzv. rotační pastvy, jež napodobuje přirozenou migraci zvířat. Podpora odolnosti a welfare zvířat. Ekologické i etické aspekty.
Intenzita zemědělské aktivity	Velmi vysoká, s krátkodobým zaměřením na výnosy, což může snižovat dlouhodobou udržitelnost.	Až vysoká. Za dodržení ekologického hlediska.	Nižší se zaměřením na dlouhodobou udržitelnost.	Nižší se zaměřením na dlouhodobou udržitelnost.
Respekt vůči přírodním zdrojům (půda,	Často nízký, s potenciálním přispěním k rychlému	Klade důraz na ochranu a udržitelné využívání	Vysoký předpoklad péče o přírodní zdroje, půdu a biodiverzitu	Vysoký předpoklad péče a obnovy přírodních

stanoviště, biodiverzita)	vyčerpání půdy a vody.	přírodních zdrojů.		zdrojů, půdy a biodiverzity.
Střídání plodin	Omezené, typické jsou monokultury, nepříliš využíváno	Podporováno jako metoda zvýšení biodiverzity a snížení potřeby pesticidů.	Časté, podporuje půdní zdraví a odolnost proti škůdcům a nemocem.	Klíčové pro obnovu půdy a vytváření rezilientních agroekosystémů .
Intercropping	Omezené	Podporováno jako metoda zvýšení biodiverzity a snížení potřeby pesticidů.	Ve vybraných kulturách ano	Klíčové pro obnovu půdy a vytváření rezilientních agroekosystémů
Ochrana půdy a edafonu	Nedostatečná, což oslabuje půdní ekosystémy a jejich schopnost regenerace.	Uplatňuje techniky zaměřené na ochranu půdní struktury a mikroorganismů .	Ochrana půdy a edafonu je jedním ze základních principů EZ.	Ochrana půdy a edafonu je jedním ze základních principů RZ.
Zpracování půdy (orba)	Intenzivní, vede k narušení půdní struktury a erozi.	Omezená	Omezená nebo minimalizovaná	Vysoce omezená až absentující. Klíčové je nenarušovat půdní strukturu.
Hnojení	Zejména syntetická hnojiva. Organické či zelené hnojení zřídka využíváno.	Kombinuje organická a syntetická hnojiva pro optimální výživu rostlin. Omezeno (pouze při nedostatku živin)	Pouze organická hnojiva. Podpora návratu živin přirozenými cestami.	Organická hnojiva i syntetická hnojiva (ne tolik striktní jako EZ). Podpora návratu živin přirozenými cestami.
Biologické prostředky na ochranu rostlin	Zřídka (nákladnější)	Využívány, pokud je zjištěn nedostatek.	Využití zejména biologických prostředků.	Využití zejména biologických prostředků, avšak ne tolik striktní jako EZ. Podpora ochrany převážně přirozenými cestami.

Syntetické prostředky na ochranu rostlin	Převládají (ekonomické hledisko). Může vést k rezistenci škůdců a chorob.	Využívány, pokud je zjištěn nedostatek.	V nezbytných případech.	Vysoce omezeny. Snaha o přirozenou obranyschopnost.
Mechanická regulace plevelů	Ne (ekonomické hledisko)	Ne	Ano	Ano
Vztah k ochraně rostlin	Nezahrnuje	Fokus na preventivní a přirozené metody, které zvyšují odolnost plodin a půdy proti patogenům a škůdcům.	Fokus na preventivní a přirozené metody, které zvyšují odolnost plodin a půdy proti patogenům a škůdcům.	Fokus na preventivní a přirozené metody, které zvyšují odolnost plodin a půdy proti patogenům a škůdcům.

6 Diskuze

Konvenční zemědělské postupy sice mohou v krátkodobém měřítku poskytovat ekonomicky výhodné a ziskové produkty, ale dlouhodobě jsou spojeny s negativním dopadem na životní prostředí a veřejné zdraví. Tyto praktiky často vyžadují intenzivní využití fosilních paliv, chemických vstupů a jsou často silně závislé na dotacích (Gliesman 2015). Vzhledem k aktuálním otázkám spojených s klimatickou změnou a rostoucí světovou populací je konvenční systém zemědělství globálně neudržitelný (Schrama et al. 2018). Možnou odpovědí na tyto otázky je regenerativní zemědělství, jehož primární myšlenkou je regenerace půdy zahrnující snížení externích vstupů na produkci, což koreluje se snížením dopadů zemědělství na životní prostředí (FAO 2018; Brown et al. 2022). Otázkou však zůstává, zdali je tento systém hospodaření ekonomicky udržitelný a dostatečně v tomto ohledu motivuje zemědělce k přechodu na ekologicky udržitelnější hospodářské praktiky (Kurth et al. 2023).

Pro hodnocení nákladovosti v **DVP Agro** byly použity statistické metody Welchův test a bootstrapping, které srovnávaly vlastní náklady na produkci po přechodu na regenerativní zemědělské metody v průběhu let 2016 – 2022. Stejně statistické metody byly použity při hodnocení nákladovosti na produkci ve **VIN AGRO**, avšak zde se analýza, vzhledem k nedostatečnému množství dat podniku, zabírala hodnocením vlastních nákladů na jednotlivých půdních blocích v roce 2021 v konvenčním i regenerativním režimu souběžně.

Výsledky Welchova t-testu, použitého pro evaluaci hypotézy o snížení nákladů po přechodu na regenerativní zemědělství, naznačují statisticky signifikantní rozdíl ve variabilních nákladech mezi konvenčním a regenerativním způsobem hospodaření.

P-hodnota 0,007797 u porovnávání nákladovosti pšenice ozimé a p-hodnota 0,001787 u porovnávání řepky olejné v **DVP Agro** přesvědčivě překračují standardní hranici statistické významnosti nastavenou na úrovni $\alpha = 0,05$, což potvrzuje závěr o existenci statisticky významných rozdílů mezi porovnávanými způsoby hospodaření. Tento nálezn poskytuje důvěryhodný důkaz, že zavedení regenerativních praktik může vést k ekonomické efektivitě na úrovni variabilních nákladů na produkci, což je klíčové pro udržitelný rozvoj zemědělského podnikání. Stejně hypotézu potvrzující výsledky byly prokázány i z dat **VIN AGRO**, kde ve sledovaném roce 2021 lze přijmout nulovou hypotézu, která udává, že se prokazatelně snížily náklady na produkci v regenerativním režimu. Toto přijetí vyplývá z p-hodnoty 0,00725 pro pšenici ozimou a p-hodnoty 0,00012 pro řepku olejnou, jež jsou opět velice nízko pod hranicí hladiny významnosti $\alpha = 0,05$.

Tato zjištění lze podepřít o základní principy regenerativního zemědělství, které zahrnují snížení vstupů, jako je omezení orby, snížení množství použitých hnojiv a pesticidů (Glaze-Corcoran et al. 2020).

V kontextu standardních odchylek, které ukazují na širší rozptyl nákladů v regenerativním režimu, lze tuto větší variabilitu interpretovat jako přirozenou charakteristiku rané fáze implementace regenerativního zemědělství. Vzhledem k tomu, že regenerativní zemědělství se teprve rozvíjí a zdokonaluje, je pravděpodobné, že s prohlubujícím se pochopením a optimalizací těchto praktik dojde k další stabilizaci nákladů (Lal et al. 2012).

Významné snížení variabilních nákladů potvrzuje počáteční hypotézu a zdůrazňuje potenciál regenerativního zemědělství jako udržitelnější alternativy k tradičnímu zemědělskému modelu, který se ukazuje být v dlouhodobém měřítku ekonomicky i ekologicky prospěšný (Kurth et al. 2023).

Je však důležité mít na paměti, že kvůli vyšší variabilitě v regenerativních nákladech a omezenému vzorku, by měla být tato zjištění interpretována s určitou mírou opatrnosti a měly by být doplněny dalším dlouhodobým sledováním a analýzou, aby bylo možné lépe pochopit kompletní ekonomický dopad regenerativních zemědělských praktik.

V kontextu s rentabilitou je důležité sledovat výnosnost, realizační ceny a dotace. V případě VIN AGRO dotace nebyly zahrnuty z důvodu vyloučení Hlavního města Prahy z dotačního systému.

Výnosy pšenice ozimé v **DVP Agro** se pohybovaly v konvenčním režimu v hodnotách 7; 3,77 a 3,1 t/ha v průběhu let 2016 – 2018, po přechodu na regenerativní zemědělství v roce 2019 došlo k výraznému poklesu na 2,9 t/ha, což poukazuje na okamžitý dopad změny přístupu k hospodaření. Avšak dalším aspektem dle Mátlových v tomto roce byla gradace hraboše polního, který poničil část úrody. Po tomto počátečním poklesu však data ukazují na pozitivní trend s nárůstem výnosů na 6,8 t/ha v roce 2021, což odráží postupné zlepšení stavu půdy a efektivitu nově osvojených praktik. Nicméně v následujícím roce došlo k mírnému poklesu výnosů, což může naznačovat, že farmu ovlivňují další proměnné. V roce 2022 výnosy klesly na 5,48 t/ha. Ze shromážděných dat (vlastních nákladů, výnosů, realizační ceny a dotací) bylo možné nadále vypočítat míru rentability, kdy došlo ke zjištění, že aplikace regenerativních metod na pěstování pšenice ozimé byl v průběhu let průměrně rentabilnější, nežli kultivace v konvenčním režimu a spojnice trendu má potenciál růstu. V konvenčním režimu v roce 2016 rentabilita dosahovala 62,16 %, avšak po dobu následujících 2 let klesla na negativní úroveň, kdy dosahovala -1,72 % a -3,65 %. V roce přechodu 2019 rentabilita značně klesla na -40,41 %. Naopak následující roky, vzhledem k postupné adaptaci, se hodnota začala prudce zvyšovat, kdy v roce 2021 dosáhla 321,31 % s následným mírným poklesem v roce 2022 na 137,66 %. Vysoká míra rentability po přechodu na regenerativní zemědělství může být vysvětlena nejen vyššími výnosy v kontextu se zlepšujícím se stavem půdy, ale také snižujícími se náklady a vyšší hodnotou realizační ceny.

Výnosnost řepky olejné v **DVP Agro** mělo v průběhu let 2016 – 2022 klesavou tendenci. Nejvyšší hodnota výnosu/ha byla prokázána v konvenčním režimu a dosahovala 3,42 t/ha, zatímco 3 nejnižší hodnoty byly demonstrovány po přechodu na regenerativní praktiky mezi lety 2019 – 2022, konkrétně hodnoty 2,45; 2,8 a 2,42 t/ha. Avšak, co se týká míry rentability, pak lze poukázat na opačnou tendenci, kdy nejnižších hodnot dosahovala v konvenčním režimu a klesla až na hodnotu -20,62 % v roce 2017. Naopak údaje o rentabilitě vykazují značnou tendenci růstu v regenerativním režimu, kdy hodnoty dosahují od 8,47 % - 93,19 % a k negativním hodnotám neklesly. Tuto skutečnost lze opět vysvětlit nižšími vlastními náklady, dotacemi a realizační cenou.

Hodnocení rentability regenerativních postupů vůči postupům konvenční v pěstování pšenice ozimé ve **VIN AGRO** pro rok 2021 probíhalo na 15 půdních blocích, z čehož 3 bloky se nacházely v regenerativním režimu. Výnosy pšenice ozimé byly v konvenčním režimu v

průměru 8,59 t/ha, zatímco v regenerativním režimu dosahovaly 7,48 t/ha. Výnosy v regenerativním režimu se zdají být sice nižší než průměrné hodnoty v konvenčním režimu, avšak rozdíl není markantní a průměrné hodnoty naznačují, že regenerativní metody jsou schopny dosahovat srovnatelných výnosů. Konkrétně nejnižší hodnota výnosů byla zaregistrována v konvenčním režimu, a to 6,39 t/ha, zatímco regenerativní bloky v několika případech svými výnosy převyšovaly bloky konvenční. Následnými výpočty rentability bylo poukázáno na fakt, že regenerativní půdní bloky vykázaly větší míru rentability. Míra rentability na konvenčních půdních blocích se pohybovala v hodnotách 81,6 – 178 %, zatímco regenerativní bloky vykázaly hodnoty 128,42; 149,53 a 203,41 %. Výsledky jasně ukazují, že přechod na regenerativní zemědělské metody může přinést podstatné snížení nákladů a zvýšení ziskovosti.

Řepka olejná ve **VIN AGRO** v roce 2021 byla sklizena na 8 půdních blocích, kdy se pouze v 1 případě jednalo o regenerativně obhospodařovaný půdní blok. Výnosy řepky v konvenčním režimu dosahovaly průměrné hodnoty 3,34 t/ha, zatímco regenerativní půdní blok dosáhl hodnoty 2,47 t/ha. Pro více vypovídající analýzu průměrných výnosů, vzhledem k této skutečnosti, by bylo za potřebí větší množství dat o výnosnosti půdních bloků v regenerativním režimu. V konvenčním režimu byla rentabilita pěstování řepky olejné poměrně variabilní, s hodnotami oscilujícími mezi 15,87 % - 56,58 %. V regenerativním režimu byla hodnota rentability na úrovni 30,5 %, což je srovnatelné s některými konvenčními bloky a dokonce i v některých případech vyšší, než rentabilita konkrétních konvenčních bloků s konkrétními hodnotami 19,92 %, 28,7 %, 15,78 % a 23,16 %. Celkově data naznačují, že přechod na regenerativní zemědělství může nabídnout srovnatelnou, pokud ne dokonce v některých případech vyšší, rentabilitu ve srovnání s konvenčním režimem, a to navzdory nižším výnosům.

V rámci vypracování subjektivních SWOT analýz lze nadále vyvodit hned několik závěrů, ve kterých se oba podniky vzájemně překrývají či doplňují v jejich subjektivním pohledu na transformaci hospodaření pomocí regenerativního zemědělství.

DVP Agro zdůrazňuje přínosy regenerativního zemědělství z hlediska ekonomické efektivity a environmentálních benefitů. Nižší náklady na zpracování půdy a potenciál snížení celkových provozních nákladů jsou prezentovány jako významné výhody. Z dlouhodobé perspektivy pak pozitivně hodnotí zlepšení struktury půdy, zvýšení biodiverzity a zlepšení zasakovací schopnosti půdy. Tato pozorování naznačují, že regenerativní praxe nejenže snižuje náklady a zvyšuje efektivitu, ale také poskytuje ekosystémové služby, jako je prevence eroze a podpora biodiverzity, což je ve shodě s očekávanými výsledky regenerativních metod. **DVP Agro** si je také vědomo výhod spolupráce s Mendelovou univerzitou, která jim pomáhá vytvářet a implementovat regenerativní praktiky na základě solidních výzkumných podkladů. Modernizace zemědělské techniky, včetně přijetí no-till výsevu, přináší příslib zvýšené efektivity a nákladové účinnosti. Vizí **DVP Agro** je převedení celé své 1500 ha půdy na regenerativní hospodaření, to představuje ambiciózní cíl s potenciálem významně pozitivně ovlivnit půdní zdraví a snížit provozní náklady.

DVP Agro identifikuje kritické aspekty jako počáteční pokles výnosů, který je obvyklý při změně zemědělského systému a může být překážkou pro okamžité finanční ohodnocení změny. Dále se zde objevuje problém s hrabošem polním, což je výzva, která je zesílena snížením tradičního zpracování půdy a může představovat riziko pro plodiny. Vysoká náročnost

na technické a manažerské dovednosti je dalším faktorem, který může ztěžovat hladký průběh přechodu, jelikož vyžaduje častější monitorování a rychlé adaptace na měnící se podmínky.

Co se týká hrozeb, pak se v **DVP Agro** jedná především o potenciální ekologická rizika spojená s používáním herbicidů, která mohou nepříznivě ovlivnit následné plodiny a celkovou kvalitu půdy. Další výzvou je absence živočišné výroby, což omezuje využití regenerativní pastvy, klíčového prvku pro zlepšení struktury a zdraví půdy v mnoha regenerativních systémech. Navíc, přechod na regenerativní praktiky vyžaduje značné počáteční investice do nového a specializovaného vybavení, což může zvýšit finanční zátěž na podnik.

VIN AGRO se zaměřuje na hlubší holistické a strategické aspekty regenerativního zemědělství. Víra v principy a pozitivní dopady těchto praxí ve střední až dlouhodobém horizontu je zdůrazněna jako kritický faktor pro jejich úspěch. Tato firma také zdůrazňuje význam ponechání přirozených procesů a přístupu "nechat to růst samo" jakožto ochrany před potenciálně škodlivými zásahy, které by mohly narušit přirozenou regeneraci. Současně vyzdvihuje význam moderního vybavení a pracovního týmu otevřeného inovacím, což představuje základ pro efektivní a udržitelné hospodaření. Stabilní obchodní vztahy zase poukazují na důležitost spolehlivých partnerství pro udržitelný rozvoj farmy. Pro **VIN AGRO**, příležitosti přicházejí s postupným zlepšováním kvality půdy a nárůstem udržitelnosti jejich hospodaření. Firma očekává, že regenerativní praktiky přinesou nejen výhody pro půdu, ale i pro lokální biodiverzitu, což je klíčovým aspektem v širším měřítku environmentální stability. Možnost přenést zkušenosti a moderní technologie z konvenčního zemědělství do regenerativního kontextu nabízí možnosti pro inovace a zkoušení nových přístupů. Navíc, angažovanost v rozvoji nových obchodních vztahů s partnery podporujícími udržitelné praktiky představuje cestu k budování pevného postavení v komunitě a vytváření nových trhů.

Pro **VIN AGRO** jsou výzvy spojeny s nejistotou v půdní držbě a nedostatkem vlastní půdy, což může komplikovat plánování a udržitelnost regenerativních praxí. Omezený zájem o prohloubení znalostí v oblasti precizních technologií může omezeně využívat potenciál pro zefektivnění a optimalizaci hospodaření. Absence dotací PRV dále staví farmu do nerovných podmínek v konkurenci s jinými, což může být z hlediska obchodní udržitelnosti demotivující. Nedostatečná adaptabilita na nové technologie z důvodu nedostatku klasického agronomického vzdělání je také významnou slabostí, která může omezit schopnost farmy reagovat na nové příležitosti a výzvy.

VIN AGRO čelí podobným hrozbám jako DVP Agro, zejména v poklesu výnosů během počátečního přechodu na regenerativní metody, což může ohrozit finanční stabilitu podniku. Nejistota v boji proti vytrvalým plevelům, jako jsou pcháč a sveřep, představuje další výzvu, která zvyšuje nároky na agronomický management a může negativně ovlivnit produkci. Problém s hraboši v meziplodinách, kteří mohou způsobovat škody na úrodě, je dalším faktorem, který komplikuje úspěšné hospodaření. Navíc, nárůst pracovní náročnosti spojený s přechodem na regenerativní zemědělství může znamenat potřebu intenzivnějšího managementu a zvýšené přítomnosti na poli.

7 Závěr

- Analýza nákladů na produkci u pšenice ozimé a řepky olejné v obou zemědělských podnicích prokázala statisticky významné snížení variabilních nákladů po přechodu na regenerativní zemědělství. Toto je doloženo nízkými p-hodnotami (0,007797 u pšenice ozimé a 0,001787 u řepky ozimé u DVP Agro a 0,00725 u pšenice ozimé a 0,00012 u řepky ozimé u VIN AGRO), které jsou výrazně pod standardní hranicí statistické hladiny významnosti ($\alpha = 0,05$). Tyto výsledky potvrzují, že regenerativní zemědělství může vést k efektivnějšímu hospodaření s nižšími náklady, zároveň lze konstatovat, že hypotéza byla potvrzena.
- Analýza rentability pšenice ozimé a řepky olejné nevyvrátila hypotézu, že regenerativní zemědělství má potenciál být rentabilním, přestože v některých případech může dojít k počátečnímu poklesu výnosů. V dlouhodobém horizontu však zlepšení kvality půdy a snížení nákladů na vstupy vedou k vyšší celkové rentabilitě.
- Přechod na regenerativní zemědělství vyžaduje pečlivý management, zvláště v počátečních fázích. Výzvy jako gradace škůdců, zvládání vytrvalých plevelů a požadavky na nové technologie vyžadují proaktivní přístup a často i zvýšené investice do vzdělávání a technologií.
- Regenerativní zemědělství může zlepšit vnímání farmy ve veřejném prostoru díky jeho pozitivním dopadům na životní prostředí. To může vést ke zvýšené podpoře od komunit a spotřebitelů, kteří hledají produkty z udržitelnějších zdrojů. Tato změna ve vnímání může potenciálně otevřít nové trhy pro produkty z regenerativně hospodařících farem.
- V kontextu rostoucího legislativního a politického tlaku na snížení environmentálních dopadů zemědělství může regenerativní přístup poskytnout farmám strategickou výhodu. Vlády a mezinárodní organizace stále více podporují zemědělské praxe, které jsou udržitelné a šetrné k životnímu prostředí, což může zahrnovat dotace a jiné finanční stimuly pro regenerativně hospodařící podniky.
- **Doporučení:**
 - Podpora vědeckého výzkumu zaměřeného na regenerativní zemědělství, jeho efektivitu a dopady na produkci i životní prostředí.
 - Podporovat iniciativy na ochranu a obnovu biodiverzity, jako jsou implementace mezplodin, vytváření krajinných prvků, které podporují živočichy a hmyz, a zvyšování přírodních predátorů škůdců.
 - Zavádění finančních a regulačních stimulů pro zemědělce, kteří přecházejí na regenerativní zemědělství.
 - Zvyšování povědomí o regenerativně vypěstovaných produktech, rozvíjení značek/certifikací, jež odlišují tyto produkty na trhu.

V obou podnicích u pšenice ozimé i řepky olejné byla potvrzena hypotéza, že přechod na regenerativní zemědělství vedl ke snížení nákladů na zpracování půdy.

Byla částečně potvrzena hypotéza, že, přechod farmy z konvenčního na regenerativní zemědělství vedl k celkově lepší rentabilitě pěstování hlavních tržních plodin (hypotéza byla potvrzena u obou tržních plodin – pšenice ozimé a řepky olejné v DVP

Agro, ve VIN AGRO byla hypotéza potvrzena pouze u pšenice ozimé, avšak rozdíl mezi rentabilitou konvenčního přístupu a regenerativního přístupu u řepky olejné byl v roce 2021 3,14 %).

8 Literatura

1. Abdalla M, Osborne B, Lanigan G, Forristal D, Williams M, Smith P, Jones MB. 2013. Conservation tillage systems: a review of its consequences for greenhouse gas emissions. *Soil Use Management* **29**:199-209.
2. Agreena. 2023. Agreena. Agreena HQ, Kodaň. Available from <https://agreena.com/cz/> (accessed January 2024).
3. Arbenz M, Gould D, Stopes C. 2016. Organic 3.0 - for truly sustainable farming and consumption. IFOAM Organics International, Bonn Deutschland.
4. Arneeth A, Denton F, Agus F, Elbehri A, Erb K, Osman EB, Rahimi M, Rounsevell M, Spence A, Valentini R. 2019. Framing and Context. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* DOI:10.1017/9781009157988.003.
5. Barzman M, Bärberi P, Birch ANE, Boonekamp P, Dachbrodt-Saaydeh S, Graf B. 2015. Eight principles of integrated pest management. *Agronomic Sustainability Development* **35**:1199–1215.
6. Bioinstitut Olomouc. 2023. Meziplodiny - principy a využití v ekologickém zemědělství. Available from https://www.youtube.com/watch?v=519RVar4Q-0&ab_channel=BioinstitutOlomouc (accessed listopad 2023).
7. Bolan NS, Kunhikrishnan A, Choppala GK, Thangarajan R, Chung JW. 2012. Stabilization of carbon in composts and biochars in relation to carbon sequestration and soil fertility. *Science of the Total Environment* **424**:264–270.
8. Brown G. 2018. *Dirt to Soil: One Family's Journey into Regenerative Agriculture*. Chelsea Green Publishing, London.
9. Brown K, Schirmer J, Upton P. 2022. Can regenerative agriculture support successful adaptation to climate change and improved landscape health through building farmer self-efficacy and wellbeing? *Current Research in Environmental Sustainability* **4** DOI:10.1016/j.crsust.2022.100170.
10. Carboneg. 2023. Carboneg. Benefit Group, Czech Republic. Available from <https://www.carboneg.com/> (accessed January 2024).
11. Carr PM, Gramig GG, Liebig MA. 2013. Impacts of Organic Zero Tillage Systems on Crops, Weeds, and Soil Quality. *Sustainability*. **5**(7):3172-3201. DOI:10.3390/su5073172.
12. Carvalho FP. 2006. Agriculture, pesticides, food security and food safety. *Environment Science Policy* **9**:685–692.
13. Clemmensen KE, Bahr A, Ovaskainen O, et al. Roots and associated fungi drive long-term carbon sequestration in boreal forest. 2013. *Science (New York, N.Y.)* **339**(6127):1615-1618. DOI: 10.1126/science.1231923.
14. ČSÚ. 2014. Ekonomický vývoj, časová řada, zemědělství. Available from https://www.czso.cz/csu/czso/13-1131-05-casova_rada-5_3_zemedelstvi (Accessed February 2024).

15. ČSÚ. 2014. Jihomoravský kraj, který je pro svoji výhodnou pol. Český statistický úřad, Česká republika. Available from https://www.czso.cz/csu/czso/13-6222-03-2001-1__charakteristika_kraje (Accessed January 2024).
16. de Vries FT, Thébault E, Liiri M, Birkhofer K, Tsiafouli MA, Bjørnlund L, Bracht Jørgensen H, Brady MV, Christensen S, de Ruiter PC, d'Hertefeldt T, Frouz J, Hedlund K, Hemerik L, Hol WH, Hotes S, Mortimer SR, Setälä H, Sgardelis SP, Uteseny K, van der Putten WH, Wolters V, Bardgett RD. 2013. Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **35**:14296-301 DOI: 10.1073/pnas.1305198110.
17. Diviš J, et al. 2000. Pěstování rostlin. České Budějovice: JU ZF. ISBN 807040-456-6.
18. Douds Jr DD, Nagahashi G, Hepperly PR. 2010. On-farm production of inoculum of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi and assessment of diluents of compost for inoculum production. *Bioresour Technology*. **101**:2326–2330.
19. DVP Agro a. s. 2024. O nás. DVP Agro a. s., Česká republika. Available from <https://dvpagro.cz/o-nas> (Accessed January 2024).
20. European Academies' Science Advisory Council. 2022. Regenerative agriculture in Europe A critical analysis of contributions to European Union Farm to Fork and Biodiversity Strategies. Germany.
21. European commission. 2022. Common agricultural policy for 2023 – 2027: 28 CAP strategic plans at a glance. European Commission, Brusel.
22. European Council. 2023. Common agricultural policy 2023-2027. Council of the European Union, Brusel. Available from <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/cap-introduction/cap-future-2020-common-agricultural-policy-2023-2027/> (accessed November 2023).
23. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. Productive and healthy forests are crucial for meeting sustainable development, climate, land and biodiversity goals. FAO, Rome. Available from <https://www.fao.org/news/story/en/item/1103556/icode/> (accessed October 2023).
24. Frost J. 2018. Introduction to Bootstrapping in Statistics with an Example. Statistics by Jim, USA. Available from <https://statisticsbyjim.com/hypothesis-testing/bootstrapping/> (accessed March 2024).
25. Gebbers R, Viacheslav IA. 2010. Precision Agriculture and Food Security. *Science* **327**:828-831. DOI:10.1126/science.1183899.
26. Gemmill-Herren B, Baker LE, Daniels PA. 2021. True Cost Accounting for Food: Balancing the Scale. Taylor & Francis.
27. Gibson SA. 2022. The Underground Economy: Regenerative Farming's Hidden Economic, Ecological, and Social Value [Master's Thesis]. Harvard University, Cambridge.
28. Giller KE, Hijbeek R, Andersson JA, Sumberg J. 2021. Regenerative Agriculture: An agronomic perspective. *Outlook on Agriculture*. SAGE Publications **50**:13-25.
29. Glaze-Corcoran S, Hashemi M, Sadeghpour A, Jahanzad E, Afshar RK, Liu X, Herbert SJ. 2020. Understanding intercropping to improve agricultural resiliency and

- environmental sustainability. 162:199-256 in Sparks DL, editor. *Advances in Agronomy*. Academic Press, USA.
30. Gliessman S. 2018. Defining Agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. (42):6 599-600, DOI:10.1080/21683565.2018.1432329.
 31. Greene C, Vilorio D. 2018. Lower Conventional Corn Prices and Strong Demand for Organic Livestock Feed Spurred Increased U.S. Organic Corn Production in 2016. USDA, USA. Available from <https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2018/june/lower-conventional-corn-prices-and-strong-demand-for-organic-livestock-feed-spurred-increased-us-organic-corn-production-in-2016/> (accessed December 2023).
 32. Harwood R, Francis CA. 1985. *Enough food: achieving food security through regenerative agriculture*. Rodale Institute.
 33. Honsová H, Štěpánek P. 2023. Výnosy pšenice mají vzestupnou tendenci. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/vynosy-psenice-maji-vzestupnou-tendenci> (accessed April 2024).
 34. Janzen HH. 2006. The soil carbon dilemma: Shall we hoard it or use it? *Soil Biol. Biochem.* **38**(3): 419–424 . DOI:10.1016/j.soilbio.2005.10.008
 35. Jasper DA, Robson AD, Abbott LK. 1979. Phosphorus and the formation of vesiculararbuscular mycorrhizas. *Soil Biology and Biochemistry* **5**:501–505.
 36. Johnson B. 2023. *Living Roots*. The Nature Conservancy, Idaho.
 37. Kell DB. 2011. Breeding crop plants with deep roots: their role in sustainable carbon, nutrient and water sequestration. *Annals of botany* **3**:407–418.
 38. Kovanicová D. 2009. *Abeceda účetních znalostí pro každého*. Praha: Polygon.
 39. Kowalska A, Pawlewicz A, Dusza A, Jaskulak M, Grobelak A. 2020. Plant–soil interactions in soil organic carbon sequestration as a restoration tool. 663-688 in Prasad MNV, Pietrzykowski M, editors. *Climate Change and Soil Interactions*. Elsevier, Netherlands.
 40. Kučera Z. 2002 *Vybrané kapitoly ekonomiky odvětví zemědělské výroby*. 1. vyd. České Budějovice: ZF JU. ISBN 80-7040-535-X
 41. Kundrata M, Smetana M, Jarý J. 2021. *Regenerativní zemědělství a agrolesnictví: Východiska pro uplatnění v České republice*. Nadace Partnerství, Brno.
 42. Kurth T, Subei B, Plötner P, Krämer S. 2023. *The Case for Regenerative Agriculture in Germany— and Beyond*. Boston Consulting Group, Deutschland.
 43. Lal R, Lorenz K, Hüttl R, Schneider B, von Braun J. 2012. Recarbonization of the Biosphere. DOI:10.1007/978-94-007-4159-1.
 44. Le Champion A, Oury FX, Heumez E. 2020. Conventional versus organic farming systems: dissecting comparisons to improve cereal organic breeding strategies. *Organic Agriculture* **10**:63–74. DOI:10.1007/s13165-019-00249-3.
 45. Leakey RRB. 1996. Definition of agroforestry revisited. *Agroforestry Today* **8**:5–7.
 46. Lindborg R., Gordon LJ, Malinga R. 2017. How spatial scale shapes the generation and management of multiple ecosystem services. *Ecosphere* (e01741). DOI: 10.1002/ecs2.1741
 47. Lunter D. 2023. *Certifikace ekologického a regenerativního zemědělství*. Nadace Partnerství, Brno. Available from <https://www.regezem.cz/post/certifikace> (accessed December 2023).

48. Manshanden M, Jellema A, Sukkel W, Hennen WHGJ, Jongeneel R, Brazao Vieira Alho C. 2023. Regenerative agriculture in Europe: An overview paper on the state of knowledge and innovation in Europe. Wageningen Economic Research, Wageningen.
49. Ministerstvo zemědělství. 2014. Dotace na tzv. ozelenění neboli greening (část. III). Ministerstvo zemědělství, Praha. Available from <https://eagri.cz/public/portal/mze/dotace/program-rozvoje-venkova-na-obdobi-2014/aktuality/dotace-na-tzv-ozeleneni-neboli-greening> (accessed November 2023).
50. Ministerstvo zemědělství. 2022. PŘÍMÉ PLATBY – EKOSCHÉMA. Praha.
51. Ministerstvo zemědělství. 2022. Strategický plán SZP na období 2023 – 2027. Ministerstvo zemědělství, Česká republika.
52. Ministerstvo zemědělství. 2023. 7. žňové zpravodajství k 21. 8. 2023. Ministerstvo zemědělství, Praha. Available from <https://eagri.cz/public/portal/mze/zemedelstvi/roslinna-vyroba/roslinne-komodity/obiloviny/prubeh-sklizne/sklizen-2023/7-znove-zpravodajstvi-k-21-8-2023> (accessed April 2024).
53. Ministerstvo zemědělství. 2023. Strategický plán společné zemědělské politiky 2023–2027. Systém podmíněnosti od roku 2023. Praha.
54. Montagnini F, Nair PR. 2004. Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *New Vistas in Agroforestry* **61**:281-295.
55. Monteiro A, Santos S, Gonçalves P. 2021. Precision Agriculture for Crop and Livestock Farming - Brief Review. *Animals (Basel)* **8**:2345. DOI:10.3390/ani11082345.
56. Moon SJ, Costello JP, Koo DM. 2017. The impact of consumer confusion from eco-labels on negative WOM, distrust, and dissatisfaction. *International Journal of Advertising* **36**(2): 246-271.
57. Morris C, Winter M. 1999. Integrated farming systems: the third way for European agriculture? *Land Use Policy* **16**:193–205.
58. Moyer J, Stoll S, Schaeffer Z, Smith A, Grega M, Weiss R, Fuhrman J. 2020. The Power of the Plate: The case for regenerative organic agriculture in improving human health. Rodale Institute, Kutztown. Available from <https://rodaleinstitute.org/wp-content/uploads/Rodale-Institute-The-Power-of-the-Plate-The-Case-for-Regenerative-Organic-Agriculture-in-Improving-Humanb-Health.pdf> (accessed October 2023)
59. Nadace partnerství. 2023. Platforma pro regenerativní zemědělství. Nadace Partnerství, Brno. Available from <https://www.regezem.cz/> (accessed December 2023).
60. Nair PKR, Nair VD. 2003. Carbon Storage. *North American Agroforestry Systems* (**61**): 281–295.
61. Näser D. 2021. Regenerativní zemědělství: rozumějme půdnímu životu a metabolismu rostlin. Profi Press, Praha.
62. Neamatollah E, Jahansuz M, Mazaheri D, Bannayan M. 2013. Intercropping. DOI:10.1007/978-94-007-5961-9_4. 17:119-140 in Lichtfouse E, editor. *Sustainable Agriculture Reviews*, Springer Dordrecht Heidelberg New York, London.
63. Nestlé. 2023. The Nestlé Agriculture Framework. Available from <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.nestle.com/sites/default/files/2022-07/nestle-agriculture-framework.pdf> (accessed listopad 2023).

64. Newton P, Civita N, Frankel-Goldwater L, Bartel K, Johns C. 2020. What is Regenerative Agriculture? A Review of Scholar and Practitioner Definitions Based on Processes and Outcomes. *Food Sustainability System* (4). DOI:10.3389/fsufs.2020.577723.
65. Noble Research Institute. 2021. Regenerative Agriculture: Past, Present and Future. Noble Research Institute, Ardmore. Available from <https://www.noble.org/news/regenerative-agriculture-past-present-and-future/> (accessed October 2023).
66. Oades JM. 1984. Soil organic matter and structural stability: Mechanisms and implications for management. *Plant Soil*. (76): 319–337.
67. Petr J. 2001. Pěstování pšenice podle užitkových směrů. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, Zemědělské informace.
68. Petr Štěpánek. 2023. Regenerativní zemědělství a uhlíkové certifikáty s Agreena. Agromanual.cz, Česká republika. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/management-a-legislativa/management/regenerativni-zemedelstvi-a-uhlikove-certifikaty-s-agreena> (Accessed January 2024).
69. Poláčková J. 2010. Metodika kalkulací nákladů v výnosů v zemědělství. Praha: Ústav zemědělské ekonomiky a informací.
70. Rhodes CJ. 2017. The imperative for regenerative agriculture. *Science progress* (1):80–129. DOI:10.3184/003685017X14876775256165
71. Robert PC. 2002. Precision agriculture: a challenge for crop nutrition management. *Plant Soil* (247):143–149.
72. Rodale Institute. 2015. Regenerative Organic Agriculture and Climate Change: A Down-to-Earth Solution to Global Warming. Rodale Institute, Kutztown.
73. Rodale R, Rodale M. 1989. Seven tendencies towards regeneration. USA.
74. Saglam F. 2024. Understanding Welch's T-Test: A Robust Approach for Unequal Variances. Available from <https://medium.com/@saglamfarukcan/understanding-welchs-t-test-a-robust-approach-for-unequal-variances-34dad43cbf41> (accessed April 2024)
75. Sandhu H, Jones A, Holden P. 2021. True Cost Accounting of Food Using Farm Level Metrics: A New Framework. *Sustainability* 13(10):5710. DOI:10.3390/su13105710
76. Sára Goldbergová. 2023. Startup Carboneg hlásí první výsledky. Do půdy pomohl uložit téměř 50 tisíc tun oxidu uhličitého. CZECHCRUNCH, Česká republika. Available from <https://cc.cz/> (accessed January 2024).
77. Savory A, Butterfield J. 2016. Holistic Management: A Commonsense Revolution to Restore Our Environment. Island Press, Washington DC.
78. Sergieieva K. 2021. Intercropping: More Crops, Less Pests. EOS. Available from <https://eos.com/blog/intercropping/#:~:text=Reasons%20for%20intercropping%20include%20saving,it%20involves%20additional%20field%20treatment> (accessed October 2023).
79. Schreefel L, Schulte RPO, De Boer IJM, Schrijver AP, Van Zanten HHE. 2020. Regenerative agriculture – the soil is the base. *Global Food Security* (26) DOI:10.1016/j.gfs.2020.100404.

80. Skinner C, Gattinger A, Muller A, Mäder P, Fließbach A, Stolze M, Ruser R, Niggli U. 2014. Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under organic and non-organic management - a global meta-analysis. *The Science of the total environment* 468-469, 553–563. DOI:10.1016/j.scitotenv.2013.08.098.
81. Smith P, Martino D, Cai Z, Gwary D, Janzen H, Kumar P, McCarl B, Ogle S, O'Mara F, Rice C, Scholes B, Sirotenko O, Howden M, McAllister T, Pan G, Romanenkov V, Schneider U, Towprayoon S, Wattenbach M, Smith J. 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* (27):789-813. DOI: 10.1098/rstb.2007.2184.
82. Spolek pro regenerativní zemědělství 2023. Regenerativní zemědělství, cesta ke zdravé krajině. Spolek pro regenerativní zemědělství, Bratčice. Available from <https://www.regenerative.cz/> (accessed December 2023).
83. Springmann M, Clark M, Mason-D'Croz D, Wiebe K, Bodirsky BL, Lassaletta L, Vries, Wde, Vermeulen SJ, Herrero M, Carlson KM, Jonell M, Troell M, DeClerck F, Gordon LJ, Zurayk R, Scarborough P, Rayner M, Loken B, Fanzo J, Willett W. 2018. Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature* 562(7728):519–525. DOI:10.1038/s41586-018-0594-0.
84. Statistics How To. 2024. Welch's Test for Unequal Variances. Available from <https://www.statisticshowto.com/welchs-test-for-unequal-variances/> (accessed April 2024).
85. Synek M, Kislingerová E. 2010. Podniková ekonomika. Praha: C. H. Beck.
86. SZIF. 2023. AEKO – MEZIPLODINY. Státní zemědělský intervenční fond, Praha. Available from <https://www.szif.cz/cs/szp23-meziplodiny> (accessed November 2023).
87. Šindelková I, Marhavý L. 2022. Návrat půdního života pomocí regenerativní pastvy. Inštitút znalostného pôdohospodárstva a inovácií, Nitra. Available from <https://www.agroporadenstvo.sk/rastlinna-vyroba-krmoviny?article=2739> (accessed December 2023).
88. Šrůtek M, Urban J. 2008. Organic farming. Oxford: Academic Press 2582-2587.
89. Tichá M, Vyzínová P. 2006. Polní plodiny. Veterinární univerzita Brno, Brno. Available from <https://cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/index.htm> (Accessed January 2024).
90. Trist'n J. 2023. What Is Bootstrapping Statistics?. Built in, USA. Available from <https://builtin.com/data-science/bootstrapping-statistics> (accessed March 2024).
91. USDA. 2011. USDA Agroforestry Strategic Framework, Fiscal Year 2011–2016; U.S. Department of Agriculture, Washington, DC, USA.
92. Valach J, et al. 1999. Finanční řízení podniku. 2. vyd. Praha: Ekopress. ISBN 80- 86119-21-1.
93. Vermeulen S, Bossio D, Lehmann J, Luu P, Paustian K, Webb C, Augé F, Bacudo I, Baedeker T, Havemann T. 2019. A global agenda for collective action on soil carbon. *Nature Sustainability* 2(1):2–4.
94. VIN agro s. r.o. 2024. VIN agro s. r. o., Česká republika. Available from <https://vinagro.cz/> (Accessed February 2024).
95. Walia SS, Dhawan V, Dhawan AK, Ravisankar N. 2019. Integrated farming system: enhancing income source for marginal and small farmers. Pages 63 - 94 in Peshin R,

- Dhawan AK, editors. Natural Resource Management: Ecological Perspectives. Springer, Cham.
96. West TO, Post WM. 2002. Soil Organic Carbon Sequestration Rates by Tillage and Crop Rotation. *Soil Science Society of America Journal* **66**:1930-1946. DOI:10.2136/sssaj2002.1930.
 97. Widdowson RW. 1987. *Towards Holistic Agriculture: A Scientific Approach*. Pergamon Press, Oxford, UK.
 98. World Business Council for Sustainable Development. 2023. *Cultivating farmer prosperity: Investing in regenerative agriculture*. BCG, Boston. Available from chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.wbcsd.org/contentwbc/download/16321/233420/1 (accessed October 2023).
 99. Zimolka J, et al. 2005. *Pšenice – pěstování, hodnocení a užití zrna*. Praha: Profi Press.
 100. Zomer RJ, Bossio DA, Sommer R a Verchot LV. 2017. Global Sequestration Potential of Increased Organic Carbon in Cropland Soils. *Scientific Reports* (7) DOI:10.1038/s41598-017-15794-8.